

**ANALIZA PROBLEMATYKI WSTRZĄSÓW
GÓRNICZYCH I SEJSMICZNOŚCI PODCZAS
PROWADZENIA DZIAŁALNOŚCI GÓRNICZEJ W
KOPALNI ČSM W LATACH 2023-2025**

Opracował:

Inż. Jiří Ptáček, Ph.D.

Ostrawa, grudzień 2022 r.



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular blue stamp. The stamp contains the text: "PROSLAW RADIMERSKY", "PRZYSIEGLY JEZYKA CZEŠKEHO", and "TUMACZENIA PR/1107/05".

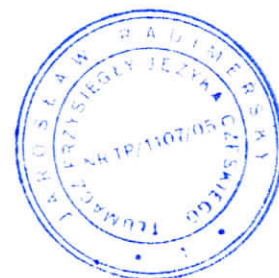
P R E A M B U Ł A

Niniejszy raport został przygotowany z uwzględnieniem stanu wiedzy naukowej i technicznej, aktualnego w dniu jego sporządzenia.

Autor nie ponosi odpowiedzialności za dokładność, jeśli informacje podane przez zamawiającego były niepełne lub nieprawidłowe. Ponadto nie ponosi odpowiedzialności za decyzje podjęte w związku z niestosowaniem się do jego zaleceń lub ich błędną interpretacją.

Odbiorca niniejszej ekspertyzy będzie wykorzystywał wyniki zawarte w tym dokumencie w sposób zintegrowany i obiektywny. Wykorzystanie raportu w formie fragmentów lub w postaci streszczenia uwag podsumowujących jest tylko i wyłącznie odpowiedzialnością odbiorcy. To samo dotyczy wszelkich modyfikacji, które zostałyby przez niego wprowadzone.

Ogólnodostępna publikacja raportu lub nawet jego części oraz jego dalsze wykorzystanie poza celem określonym w umowie wymaga zgody autora.



SPIS TREŚCI:

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Ryzyko wstrząsów górniczych i sejsmiczności oraz zapobieganie wstrząsom w OKD ... | 4 |
| 1.1 | Wstęp | 4 |
| 1.2 | Metody stosowane w celu zapobiegania wstrząsom w OKR | 4 |
| 1.3 | Wpływ sejsmiczności indukowanej na obiekty powierzchniowe w OKR | 9 |
| 1.4 | Metodyka oceny wpływu sejsmiczności indukowanej na obiekty powierzchniowe | 17 |
| 1.5 | Inne czynniki wpływające na zakres uszkodzeń obiektów powierzchniowych | 18 |
| 1.6 | Pomiar efektów sejsmicznych | 19 |
| 1.7 | Prognoza skutków sejsmiczności indukowanej | 20 |
| 1.8 | Wpływ robót strzałowych w podziemiach OKD na obiekty powierzchniowe | 21 |
| 1.9 | System informacji sejsmologicznej | 22 |
| 2 | Możliwość wystąpienia wstrząsów, silnych zjawisk sejsmicznych i zapobiegania wstrząsom w Kopalni ČSM w okresie 2023 do 2025 roku | 25 |
| 2.1 | Wstęp | 25 |
| 2.2 | Właściwości geologiczne | 28 |
| 2.3 | Właściwości geomechaniczne | 32 |
| 2.4 | Aktywność sejsmiczna | 33 |
| 2.4.1 | Wyposażenie techniczne do monitorowania sejsmiczności w Kopalni ČSM.... | 33 |
| 2.4.2 | Ocena sejsmiczności na przedmiotowych obszarach | 34 |
| 2.5 | Ocena zagrożenia wstrząsami i zjawiskami sejsmicznymi w krach wydobywczych | 41 |
| 2.5.1 | Obszar kry wydobywczej 0 | 41 |
| 2.5.2 | Obszar kry wydobywczej 2a | 42 |
| 2.5.3 | Obszar kry wydobywczej 2b | 44 |
| 2.5.4 | Obszar kry wydobywczej 3 | 45 |
| 3 | Streszczenie końcowe | 45 |
| 3.1 | Działania | 46 |



1 Ryzyko wstrząsów górniczych i sejsmiczności oraz zapobieganie wstrząsom w OKD

1.1 Wstęp

Wstrząsy górnicze (tąpnięcia) są naturalnym ryzykiem, które zagraża środowisku i bezpieczeństwu pracy górników pod ziemią, a następstwa zdarzeń sejsmicznych zagrażają także środowisku na powierzchni.

Przyczyną wstrząsów górniczych są następujące czynniki:

- wydobywanie ostatnich pokładów siodłowych formacji karwińskiej, gdzie istotną rolę odgrywa ich budowa geologiczno-tektoniczna oraz właściwości fizyczno-mechaniczne węgla i górotworu w ich nadkładzie i spągu,
- duża głębokość wydobywania pod powierzchnią, czyli także większe ciśnienie górotworu,
- górniczo-techniczne warunki wydobywania, tzn. wydobywanie pod filarami pozostawionymi w warstwach nadkładu ze względów geologiczno-tektonicznych, technologicznych, bezpieczeństwa i/lub ekonomicznych oraz
- wybieranie pokładów w fazie kończenia wydobywania, gdy jednocześnie w dążeniu do znalezienia dodatkowych zasobów energetycznych poszukuje się obszarów eksploatacyjnych w pokładach nadających się do wydobywania, często stanowiących filary szczątkowe, w których można spodziewać się zwiększonych naprężeń.

Wstrząs (tąpnięcie) nie jest zjawiskiem specyficznym tylko dla OKD. Było to zjawisko powszechne również w innych okręgach wydobywczych Republiki Czeskiej, zarówno w górnictwie węglowym, jak i w górnictwie innych kopalin, a także w innych krajach świata z rozwiniętym górnictwem, np. w Polsce, przed zakończeniem wydobywania w Niemczech i Francji, w Chinach, Rosji, RPA i Australii, ale też gdzie indziej. Ogólnie można powiedzieć, że wstrząsy towarzyszą działalności polegającej na podziemnej ingerencji w górotwór, w tym drażnieniu korytarzy, jeśli spełnione są geomechaniczne warunki ich powstawania.

Do przygotowania raportu wykorzystano mapę i dokumenty tekstowe Kopalni ČSM, dlatego powołuję się na numery rejestracyjne konkretnych, już wydobytych wyrobisk ścianowych, ponieważ opieram się na doświadczeniach z ich eksploatacji w przedmiotowym pokładzie i krze wydobywczej. Podaję również numery ewidencyjne planowanych wyrobisk ścianowych. Te numery ewidencyjne mogą jednak ulec zmianie ze względu na ewentualne zmiany w budowie geologiczno-tektonicznej górotworu.

1.2 Metody stosowane w celu zapobiegania wstrząsom w OKR

Zapobieganie wstrząsom jest złożonym systemem działań wpływających na sferę projektowania, badań i technologii eksploatacji. W swej istocie obejmuje różne dyscypliny naukowe, a mianowicie geologię, mechanikę skał i górotworu, geofizykę górniczą, technologię górniczą i ekonomię górniczą. Podsumowuje zatem kompleksowo dostępną wiedzę o strukturze i właściwościach górotworu w całej jego różnorodności, zmienności lokalnej i czasowej, spowodowanej istnieniem i oddziaływaniem naturalnych warunków geologicznych i górniczo-technicznych (eksploatacyjno-technologicznych) eksploatacji górniczej prowadzonej na określonym obszarze górniczym.



Nie można jednoznacznie mówić o tym, czy w związku przyczynowym dotyczącym występowania wstrząsów górniczych istotniejsze są naturalne czynniki geologiczne czy eksploatacyjno-techniczne. Faktem pozostaje jednak to, że jednostki strukturalne górotworu, które nie wykazują podstawowej cechy podatności na wstrząsy, nie są naruszane przez wstrząsy, nawet jeśli nie są przestrzegane zasady i reguły w zakresie tzw. przestrzennej i czasowej strategii prowadzenia eksploatacji górniczej. Rola czynników operacyjnych i technicznych nie ma tu prawie znaczenia. Natomiast w przypadku spełnienia warunków naturalnej predyspozycji węgla i górotworu do powstawania wstrząsów to właśnie rola czynników eksploatacyjnych i technicznych jest decydująca. Ważną rolą profilaktyki przeciw wstrząsom jest oddziaływanie na właściwości pokładu węgla i otaczającego go górotworu poprzez aktywne środki i interwencje, tak, aby waga naturalnych predyspozycji do wstrząsów została zmniejszona jak najbardziej znacząco, ewentualnie oddziaływanie na obszary koncentracji i akumulacji naprężeń (relokacja, uwolnienie, zmniejszenie naprężeń). Głównym celem jest zatem tzw. zarządzanie górotworem w celu unikania wstrząsów górniczych, wpływanie na zachowanie się górotworu i sterowanie tymi zjawiskami. Rozwiązanie tego zadania jest niezwykle złożone, gdyż jest to długotrwały proces zrozumienia i kontroli złożonych procesów naprężeniowo-odkształceniowych, które zachodzą w zróżnicowanym i szczegółowo nieznanym środowisku, jakim jest górotwór. Nie ma jednoznacznie skutecznych i powszechnie obowiązujących rozwiązań. Mimo to jednak ten system walki ma pewne określone zasady i metody pracy, które można i należy stosować, biorąc pod uwagę aktualny stan wiedzy.

Obowiązujące rozporządzenie Czeskiego Urzędu Górniczego nr 659/2004 Sb. (*Sb. czeski Dz.U.*) o bezpieczeństwie pracy i ochronie zdrowia oraz bezpieczeństwie eksploatacji w kopalniach zagrożonych wstrząsami górniczymi definiuje pojęcia, które będą używane w dalszej części niniejszego materiału w następujący sposób (patrz §2 - wyjaśnienie pojęć):

Do celów rozporządzenia uważa się za

- a) wstrząs górniczy (zwany dalej "wstrząsem") - naturalne zjawisko nagłego zaburzenia górotworu, objawiające się nagłym przemieszczeniem lub wyrzuceniem skał do wyrobiska górniczego, powodujące jego widoczną i trwałą deformację; zjawisku temu mogą towarzyszyć efekty sejsmiczne i dźwiękowe w wyrobisku górniczym. Komponenty gazowe i płynne zawarte w górotworze nie przyczyniają się do tego w istotnym stopniu. W zależności od miejsca wyzwolenia energii sprężystej i naruszenia górotworu, wstrząsy dzieli się na wstrząsy pokładowe i wstrząsy z wyższego nadkładu,
- b) zjawisko wstrząsowe - naturalne zjawisko nagłego naruszenia górotworu bez deformacji wyrobiska górniczego; za zjawisko wstrząsowe uważa się odpryski i uderzenia, które objawiają się odrzutem drobnych odłamków skalnych z obwodu wyrobiska górniczego lub dźwiękowym charakterystycznym pęknięciem, albo jednym i drugim; w czasie zjawiska wstrząsowego wyrobisko górnicze nie ulega widocznym deformacjom, ale deformacje te są mierzalne przyrządami,
- c) zapobieganie wstrząsom - system działań, dzięki którym określa się ryzyko wystąpienia wstrząsów oraz środki w celu zapobieżenia ich wystąpieniu lub ograniczające ich skutki,
- d) część górotworu - określony teren na obszarze górniczym,
- e) prognoza wystąpienia wstrząsów - zespół czynności umożliwiających określenie podatności górotworu lub jego części na powstawanie wstrząsów, określenie stopnia ryzyka wystąpienia wstrząsów w planowanych, projektowanych i prowadzonych wyrobiskach górniczych oraz dobór właściwych środków zapobiegania wstrząsom; prognozę wstrząsów dzieli się na regionalną, lokalną i ciągłą,



- f) prognoza regionalna - zespół czynności umożliwiających określenie podatności części górotworu, jego jednostek warstwowych, pokładów lub ich części na wystąpienie wstrząsów na podstawie oceny warunków naturalnych oraz oceny występowania wstrząsów w analogicznych warunkach,
- g) prognoza lokalna - zespół czynności umożliwiających zaklasyfikowanie wyrobiska górniczego do stopni zagrożenia wstrząsami, już na etapie planowania i projektowania,
- h) prognoza ciągła - zestawienie działań prowadzonych w wyrobiskach górniczych w celu określenia obszarów zwiększonych naprężeń, weryfikacji strefy ochronnej i ewentualnego sprawdzenia skuteczności aktywnych środków zapobiegania wstrząsom,
- i) aktywne środki zapobiegania wstrząsom - zespół działań mających na celu zmniejszenie ryzyka wystąpienia wstrząsu,
- j) pasywne środki zapobiegania wstrząsom - zespół czynności, środków i zarządzeń mających na celu ograniczenie skutków wstrząsu,
- k) obszar chroniony - część górotworu, w której eksploatacja pokładu ochronnego spowodowała zmniejszenie naprężeń oddziaływujących przed jego wydobyciem,
- l) pokład ochronny (część złoża) - pokład, warstwa pokładu lub część złoża, których eksploatacja w odpowiedniej przestrzeni i czasie umożliwia prowadzenie robót górniczych w obszarze chronionym w innym pokładzie, w innej warstwie tego samego pokładu lub w innej części złoża,
- m) strefa ochronna - obszar w pokładzie przylegający do wyrobiska górniczego, w którym pokład nie jest w stanie akumulować energii sprężystej i tworzy warstwę tłumiącą, gdy energia sprężysta zakumulowana za tą strefą zostanie uwolniona,
- n) naprężenie pierwotne - naprężenie w górotworze istniejące w wyniku działania czynników naturalnych (grawitacyjnych, tektonicznych itp.) przed naruszeniem górotworu w wyniku działalności górniczej,
- o) naprężenia dodatkowe - naprężenia działające w górotworze, które są większe od naprężeń pierwotnych,

W poniższym omówieniu zostaną krótko opisane wszystkie elementy zapobiegania wstrząsom oraz metody ich realizacji.

Cytowane rozporządzenie uznaje wszystkie części kopalni, która została zakwalifikowana przez Okręgowy Urząd Górniczy w Ostrawie jako zagrożona wstrząsami, za zagrożone, o ile na podstawie prognozy regionalnej nie zostanie wykazane, że wyznaczona tektonicznie lub pionowo i poziomo część kopalni nie jest zagrożona wstrząsami. W ten sposób zaklasyfikowane są wszystkie kopalnie w obecnej karwińskiej części OKR.

Podatność górotworu lub jego określonej części na wystąpienie wstrząsu określa się na podstawie oceny właściwości wytrzymałościowych i transformacyjnych pokładu węgla i otaczającego go górotworu w jego nadkładzie i spągu, z uwzględnieniem warunków zalegania i budowy tektoniczno-geologicznej, w odniesieniu do podstawowej metody wydobywania w OKR – wybierania ścianowego na zwał lub z zakładką. W tym celu opracowano kryteria oparte na wiedzy teoretycznej i doświadczeniu eksploatacyjnym w zakresie wstrząsów górniczych. Prognoza regionalna jest wykonywana już w trakcie rozpoznania złoża, a następnie dopracowywana w okresie prowadzenia robót górniczych. Dane do prognozy regionalnej są ustalane:

- poprzez bezpośrednią obserwację lub pomiary in situ (budowa petrograficzna, tektonika),



- poprzez pobieranie próbek, wraz z analizami laboratoryjnymi ich właściwości wytrzymałościowych i transformacyjnych,
- poprzez odczytanie wcześniej uzyskanych danych z map (głębokość, miąższość, upad, tektonika),
- na podstawie odwiertów i ich profili (skład litologiczny, analiza właściwości wytrzymałościowych i transformacyjnych górotworu w laboratorium na podstawie rdzeni z otworów wiertniczych).

Wszystkie roboty górnicze - korytarze oraz wyrobiska ścianowe w części górotworu zagrożonej wstrząsami w fazie ich planowania i projektowania są klasyfikowane na podstawie tzw. prognozy lokalnej do jednego z trzech poziomów zagrożenia wstrząsami. Trzeci stopień oznacza największe niebezpieczeństwo. Prognozy lokalne oparte są na ocenie następujących czynników na mapach:

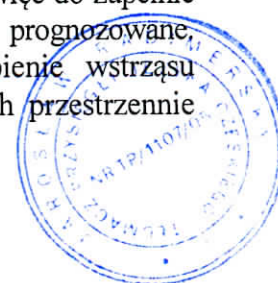
- głębokość wyrobiska górniczego pod powierzchnią,
- geometryczny układ wyrobisk górniczych, przekopów lub filarów w tym samym pokładzie i w sąsiedztwie przedmiotowego wyrobiska górniczego,
- pozostawione (niewydobyte) filary w warstwach nadkładu lub spągu nad i/lub pod wyrobiskami górnymi w odległości pionowej do 200 m.
- nadsiewłomy w warstwach nadkładu, ewent. pokładach spągowych

Trzecią fazą prognozy jest tzw. prognoza ciągła, która jest realizowana w trakcie prowadzenia robót górniczych. Podstawową metodą ciągłego prognozowania są odwierty próbne, w OKR są to odwierty o średnicy 42 mm (odwierty testowe) lub o średnicy 115 lub 200 mm (odwierty odciażające) i obserwowanie objętości wydobytego mialu węglowego oraz jego uziarnienia z każdego metra odwiertu, przy jednoczesnym monitorowaniu zjawisk towarzyszących wierceniu. Długość odwiertów badawczych określona jest w obowiązujących przepisach górniczych, zasadach i wytycznych górniczych. Integralną częścią prognozy ciągłej są metody geofizyczne: metoda sejsmoakustyczna i metoda sejsmologiczna, co zapewniają laboratoria sejsmologiczne utworzone przy wszystkich karwińskich kopalniach oraz poligon sejsmiczny, czyli sieć stacji sejsmologicznych w całym regionie OKR z centrum analizy danych w siedzibie spółki Green Gas DPB, a.s. w Paskovie.

Utworzona sieć stacji lokalnych przy kopalniach OKR oraz monitoring aktywności sejsmicznej całego regionu za pomocą poligonu sejsmicznego zapewniają ciągły i obiektywny obraz zmian naprężeń górotworu i procesów jego naruszania, co w zasadzie umożliwia:

- wyznaczenie obszarów podatnych na wstrząsy,
- ocenę stanu zagrożenia i kontrolowanie jego zmian w czasie, czy ryzyko wystąpienia wstrząsów maleje czy rośnie,
- racjonalne proponowanie środków prewencyjnych,
- kontrolowanie i ocenę skuteczności realizowanych działań prewencyjnych,
- przyczynienie się do zrozumienia istoty przyczyn, mechanizmu i prawidłowości występowania wstrząsów.

Celem prognozy nie jest dokładne wskazanie przewidywanego miejsca i czasu wystąpienia zdarzenia wstrząsowego, związane z biernym oczekiwaniem na jego wystąpienie, czego często domaga się społeczeństwo. Ta miejscowa i czasowa prognoza nie ma znaczenia, ponieważ dokładniejsze i wcześniejsze przewidzenie wystąpienia zjawiska musiałoby prowadzić do wycofania pracowników kopalni z tego obszaru i zawieszenia prac górniczych, a więc do zupełnie innego reżimu przekształcania górotworu niż ten, w którym zjawisko było prognozowane. Dokładna prognoza czasu nie jest nawet w zasadzie możliwa. Wystąpienie wstrząsu górnego następuje zwykle w wysoce złożonych i nietypowych, zmiennych przestrzennie



warunkach naprężeniowo-odkształceniowych, przy czym te anomalne procesy naruszania jednostek strukturalnych górotworu, mimo pewnych prawidłowości ich rozwoju, mają charakter procesów stochastycznych (losowych, probabilistycznych). Już z tego punktu widzenia prognozowanie czasu wystąpienia zjawiska jest niezwykle złożone i praktycznie nierealne. Obiektywna prognoza musi zmierzać do wiarygodnego określenia obszaru, na którym istnieją warunki do wystąpienia wstrząsu, do ciągłej oceny stanu zagrożenia i rozwoju, czy zagrożenie to wzrasta czy maleje, a także do oceny skuteczności środków zapobiegawczych.

Podkreślenie tych faktów jest konieczne, aby prawidłowo zrozumieć pozycję prognozy, jej możliwości, zająć się jej racjonalnym wykorzystaniem oraz uniknąć niechcianych spekulacji i nierealnych żądań.

Sporządzenie wiarygodnej prognozy jest warunkiem racjonalnej działalności górniczej, bezpieczeństwa pracy i funkcjonowania w zakładów górniczych.

W wyrobiskach górniczych zakwalifikowanych do 1. lub 2. stopnia zagrożenia wstrząsami wdraża się dodatkowe środki przeciwwstrząsowe, czynne lub bierne, na podstawie wyników ciągłej prognozy. Jednak w systemie zapobiegania wstrząsom ustanowionym przez obowiązujące w RCz akty prawne, a tym samym wiążącym dla OKR, w wyrobiskach górniczych zakwalifikowanych do 3. stopnia zagrożenia wstrząsami należy zawsze wdrożyć aktywne i pasywne środki zapobiegania wstrząsom, niezależnie od wyników prognozy ciągłej, przy czym prognoza okresowa ma na celu ustalenie, czy podjęte środki aktywne były skuteczne. Ten system zapobiegania wstrząsom (obowiązkowe zastosowanie aktywnych środków w wyrobiskach górniczych) jest stosowany tylko w Republice Czeskiej i zapewnia najwyższy poziom bezpieczeństwa prac górniczych i pracowników kopalni.

Do najważniejszych aktywnych środków stosowanych w OKR w celu zapobiegania wstrząsom należą:

- środki strategiczne,
- odwierty odciążające,
- zraszanie pokładów węgla,
- bezwylomowe roboty strzałowe w pokładzie węgla,
- zwilżanie nadkładu pokładu wydobywczego i
- bezwylomowe roboty strzałowe w nadkładzie wybieranego pokładu.

Dotychczasowe doświadczenia wyraźnie wskazują, że jednym z najważniejszych i najskuteczniejszych środków są zasady strategiczne. Zdecydowana większość zaistniałych zjawisk wstrząsowych została spowodowana wcześniejszą działalnością górniczą, która nie była prowadzona zgodnie z zasadami strategii. W związku z tym nie należy jednak zapominać, że realizacja zasad strategicznych nie zawsze jest możliwa, co pokazują doświadczenia praktyczne, a dochodzi do tego z następujących powodów:

- sposób udostępnienia i przygotowania został przeprowadzony zgodnie z zasadami metodycznymi stosowanymi w warstwach nadkładowych,
- złożoność warunków geologicznych uniemożliwia zastosowanie zasad strategicznych, np. nie jest rozwinięty pokład ochronny, nie można zapewnić wyraźnego wyrobiska ze względu na nieregularny rozwój pokładu, struktura tektoniczna uniemożliwia uzyskanie prawidłowego kształtu geometrycznego lub minimalnych wymaganych wymiarów wyrobiska ścianowego itp., oraz przede wszystkim
- przy prowadzeniu wyrobisk górniczych należy przestrzegać wszystkich zasad obowiązujących w przypadku różnych zagrożeń, np. w zakresie unikania przepływu wiatrów między sąsiednimi kopalniami, niewłaściwości podciosania pokładu, zapobiegania wystąpienia samozapalności itp.



Mimo dużych możliwości zapobiegania powstawaniu wstrząsów, należy pamiętać, że nie zawsze jest to możliwe. Metody prognozowania mogą zawieść, stosowane środki aktywne mogą nie być skuteczne, a mimo ich stosowania nie można całkowicie wykluczyć wystąpienia wstrząsów. Istnieją również przypadki, w których po prostu nie istnieją skuteczne środki do zapobieżenia wstrząsom. W pełni uzasadnione jest więc włączenie do systemu zapobiegania wstrząsom także tych środków, które wprawdzie nie zapobiegną ani nie ograniczą występowania wstrząsów górniczych, ale ograniczą ich skutki. Są to tzw. pasywne środki zapobiegania wstrząsom. W OKR przede wszystkim stosuje się następujące środki pasywne:

- próba wywołania kontrolowanych wstrząsów pod nieobecność ludzi,
- uniemożliwienie dostępu do zbędnych wyrobisk górniczych.
- tworzenie wnęk bezpieczeństwa (bez stosowania środków aktywnych) lub przestrzeni kompensacyjnych,
- wybór obudów wyrobisk kopalnianych,
- ograniczenie liczby osób w obszarach zagrożonych lub wykluczenie ich obecności w nich podczas określonych operacji technologicznych i inne.

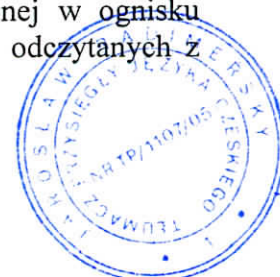
Wyżej wymieniony kompleks metod zapobiegania wstrząsom stosowany w OKR i stale ulepszany od 1975 roku, bez wątpienia zapobiegł wystąpieniu licznych wstrząsów w OKR lub zmniejszył ich skutki, czego oczywiście nie sposób wykazać. Z drugiej strony jednak bez licznych wdrożonych środków zapobiegania wstrząsom i środków zrealizowanych od początku stosowania tego systemu profilaktycznego nie jest możliwe oszacowanie liczby wstrząsów które mogły wystąpić, ich intensywności i ich skutków dla życia pracowników kopalni, szkód materialnych w wyrobiskach górniczych i skutków dla budowli na powierzchni.

1.3 Wpływ sejsmiczności indukowanej na obiekty powierzchniowe w OKR

Zjawiska wywołane działalnością górnictwem w wyniku nagłego naruszenia górotworu w mniejszym lub większym stopniu nazywamy zjawiskami sejsmicznymi i mówimy o sejsmiczności indukowanej. Zjawiska te mogą nawet nie być widoczne na powierzchni lub w wyrobiskach górniczych, ale są odbierane przez czułe urządzenia (sejsmografy) na stacjach sejsmologicznych (podobnie jak fale rozchodzące się przy trzęsieniach ziemi). Jeśli w pewnym miejscu dojdzie do nagłego naruszenia masywu i uwolnienia energii mechanicznej (miejsce to nazywane jest, podobnie jak w przypadku trzęsienia ziemi, "epicentrum-ogniskiem"), fale sprężyste zaczną rozchodzić się we wszystkich kierunkach wokół ogniska i dotrą do powierzchni. Zjawiska sejsmiczne mogą występować w punktach zwiększonych naprężeń w nadkładzie eksploatowanego pokładu lub bezpośrednio w pokładzie i są związane z przeszłą i obecną działalnością górnictwem na tym terenie.

Na to, czy zdarzenie sejsmiczne spowoduje wstrząsy na powierzchni, a nawet uszkodzenie znajdujących się tam obiektów, ma wpływ wiele czynników, m.in:

- mechanizm powstania ogniska i wielkość energii wyzwolonej w tym ognisku. Część tej energii rozchodzi się do otoczenia w postaci fal sejsmicznych o różnych prędkościach rozchodzenia. Wielkość energii sejsmicznej wyzwolonej w ognisku może być obiektywnie określona - obliczona na podstawie wartości odczytanych z



zapisów sejsmicznych, podobnie jak do oceny trzęsienia ziemi określa się magnitudę ("skala Richtera" wg autora, który wprowadził termin magnituda),

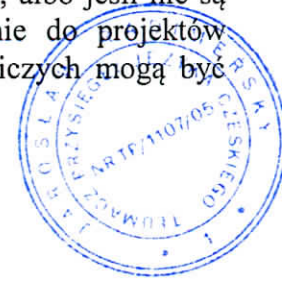
- odległość od ogniska i jego głębokość pod powierzchnią (im dalej jesteśmy i im większa głębokość ogniska, tym efekty są mniejsze i odwrotnie). Największe efekty występują zazwyczaj w obszarze epicentrum, czyli na powierzchni bezpośrednio nad ogniskiem,
- fizyczne i mechaniczne właściwości środowiska pomiędzy ogniskiem a miejscem obserwacji,
- stan obiektu, jego posadowienie i charakterystyka podłoża, sposób wykonania, ale także zakres wcześniejszych uszkodzeń itp.

Skutki (przejawy) zdarzeń sejsmicznych na obiektach powierzchniowych i w krajobrazie, które mierzone są wielkością zwaną "intensywność", są różne w zależności od podanych wyżej czynników. Intensywność to właśnie liczba odpowiadająca określonej stopniowi zjawisk sejsmicznych według tzw. skali makrosejsmicznej. Skale te dzielą zjawiska i skutki zdarzeń sejsmicznych ("efekty sejsmiczne") na ogół na 10 do 12 stopni. Do określenia intensywności trzęsienia ziemi służą *skale trzęsień ziemi*. Dwie najbardziej znane i stosowane na świecie to *dwunastostopniowa skala MCS (Mercallego-Cancaniego-Sieberg)*, zwana też skalą *MM (Modified Mercalli)* lub *dwunastostopniowa skala MSK-64 (Medwiediewa-Sponheuer-Karnika)*. Klasyfikację zjawisk do stopni MSK-64 przeprowadza się na podstawie wielu zgłaszanych obserwacjach (z których każda jest subiektywna i w pewnym stopniu podlega wpływowi obserwatora), tak aby była jak najbardziej obiektywna. Najniższe stopnie (1 - 2) odpowiadają zjawiskom sejsmicznym bez manifestacji (wykrywanych tylko przez stacje sejsmiczne), kolejne stopnie (3 - 4) odpowiadają manifestacjom takim jak kołysanie się wiszących przedmiotów, drgania okien, drzwi i drobnych przedmiotów (naczyni, szklanek) itp. Kolejny stopień (5) jest już odczuwalny dla większości osób, mogą się przewracać niestabilne przedmioty itp. Stopień (6) odpowiada zjawiskom na obiektach, takim jak uszkodzenia tynku, kominów czy pęknięcia ścian. Kolejne poziomy oznaczają, że doszło do poważniejszych uszkodzeń - od naruszeń murów, spadających gzymsów i kominów po przewracanie ścian, zawalenie się stropów i całkowite zburzenie budynków. W katastrofalnych trzęsieniach ziemi o najsilniejszej magnitudzie praktycznie zniszczone są wszystkie obiekty, drogi, powstają pęknięcia i szczeliny w ziemi, dochodzi do osuwiska, koryta rzek mogą się zmienić itp. Według MM, stosowanej np. w USA, zjawiska są zaszeregowane podobnie (patrz tabela nr 1 poniżej).

Wszystkie konstrukcje naziemne, nawet w naszych warunkach, w zależności od „strefy sejsmicznej” muszą spełniać pewną podstawową odporność na skutki trzęsień ziemi, które mogą być jeszcze podwyższone dla szczególnie ważnych budowli.

Do oceny wpływu (łącznie z ewentualnymi roszczeniami z tytułu szkód górniczych) sejsmiczności indukowanej, czyli zjawisk sejsmicznych (wstrząsów górniczych) powstających w wyniku działalności górniczej na budynki mieszkalne i cywilne, należy stosować przede wszystkim normy techniczne ČSN 73 0036, ČSN 73 0039, ČSN 73 0040.

Norma ČSN 73 0036 - Obciążenia sejsmiczne budynków obowiązuje od 1.10.1975 r. i służy „do określania sejsmicznych skutków trzęsień ziemi i wstrząsów technicznych na konstrukcje budynków lądowych, tzn. budynków mieszkalnych, cywilnych, przemysłowych i rolniczych na całym terytorium kraju. Można ją stosować również w przypadku innych rodzajów budynków, jeśli nie zostały wydane dla nich specjalne normy lub przepisy, albo jeśli nie są dla nich wymagane odrębne opracowania”. Norma ta „ma zastosowanie do projektów rozpoczętych po dacie wejścia w życie normy.” „Skutki wstrząsów górniczych mogą być



rozpatrywane w taki sam sposób jak skutki trzęsień ziemi, jeśli dany obszar według makroskopowych przejawów jest zaliczony do jednego ze stopni intensywności z Tabeli 1" tej normy.

Norma ČSN 73 0036 uległa modyfikacjom i zmianom: Obszary sejsmiczne Republiki Czeskiej są obecnie podawane według skali makrosejsmicznej MSK-64 (Medvediew, Sponheuer i Karnik 1964), która jest skalą dwunastostopniową i jest stosowana również w krajach sąsiednich. Sejsmiczne skutki wstrząsów technicznych (art. 24 i część IV) zostały zastąpione odrębną normą ČSN 73 0040.

Tab. 1 Opis skali MM z podanym przyspieszeniem powierzchni (opracowanie na podstawie Brázdil, R. et al)

| Stopień | Oznaczenie | Prędkość drga (mms-1) | Opis |
|---------|----------------------|-----------------------|---|
| I. | <i>niezauważalne</i> | do 2,5 | Człowiek nie rozpoznaje, jedynie instrumenty. |
| II. | <i>bardzo słabe</i> | 2,5 - 5 | Rozpoznawalny na wyższych piętrach budynków przez osoby wrażliwe. |
| II. | <i>słabe</i> | 5 - 10 | Drgania, poruszające się żyrandole; porównywalne z drganiami wywołanymi przez przejeżdżającą ciężką ciężarówkę. |
| IV. | <i>umiarkowane</i> | 10 - 25 | Dzwonienie okien, brzęk sztućców i naczyń, ściany wydają trzaskające dźwięki. |
| V. | <i>mało silne</i> | 25 - 50 | Można rozpoznać w krajobrazie, budzi śpiących, pękanie okien, zegary wahadłowe mogą się zatrzymać. |
| VI. | <i>silne</i> | 50 - 100 | Zataczanie się podczas chodzenia, spadające przedmioty, tłukące się naczynia, pęknięcia tynku. |
| VII. | <i>bardzo silny</i> | 100 - 250 | Trudno ustać, dzwony biją, pęknięcia w ścianach. |
| VIII. | <i>burzące</i> | 250 - 500 | Walące się kominy, uszkodzenia budynków, przesuwanie się ciężkich mebli. |
| IX. | <i>dewastujące</i> | 500 - 1000 | Panika, poważne uszkodzenia domów, duże pęknięcia w ziemi. |
| X. | <i>niszczące</i> | 1000 - 2500 | Zniszczone budynki, naruszone tamy, wielkie pęknięcia w glebie. |
| XI. | <i>katastrofalne</i> | 2500 - 5000 | Przerwanie torów i rurociągów, zniszczone mosty, zmiany w ukształtowaniu terenu. |
| XII. | <i>globalne</i> | ponad 5000 | Duże przedmioty latają w powietrzu, całkowite zniszczenia, rozległe zmiany terenu. |

Wszystkie konstrukcje naziemne, nawet w naszych warunkach, w zależności od „strefy sejsmicznej” muszą spełniać pewną podstawową odporność na skutki trzęsień ziemi, które mogą być jeszcze podwyższone dla szczególnie ważnych budowli.

Do oceny wpływu (łącznie z ewentualnymi roszczeniami z tytułu szkód górniczych) sejsmiczności indukowanej, czyli zjawisk sejsmicznych (wstrząsów górniczych) powstających w wyniku działalności górniczej na budynki mieszkalne i cywilne, należy stosować przede wszystkim te trzy normy techniczne: ČSN 73 0036, ČSN 73 0039 a ČSN 73 0040.

Norma ČSN 73 0036 - Obciążenia sejsmiczne budynków obowiązuje od 1.10.1975 r. do określania sejsmicznych skutków trzęsień ziemi i wstrząsów technicznych na konstrukcje budynków lądowych, tzn. budynków mieszkalnych, cywilnych, przemysłowych i rolniczych



na całym terytorium kraju. Można ją stosować również w przypadku innych rodzajów budynków, jeśli nie zostały wydane dla nich specjalne normy lub przepisy, albo jeśli nie są dla nich wymagane odrębne opracowania". Norma ta „ma zastosowanie do projektów rozpoczętych po dacie wejścia w życie normy.” „Skutki wstrząsów górniczych mogą być rozpatrywane w taki sam sposób jak skutki trzęsień ziemi, jeśli dany obszar według makroskopowych zjawisk jest zaliczony do jednego ze stopni intensywności według tej normy.

Norma ČSN 73 0036 uległa modyfikacjom i zmianom: Obszary sejsmiczne Republiki Czeskiej są obecnie podawane według skali Makrosejsmicznej MSK-64 (Medvediew, Sponheuer i Karnik 1964), która jest skalą dwunastostopniową i jest stosowana również w krajach sąsiednich. Sejsmiczne skutki wstrząsów technicznych (art. 24 i część IV) zostały zastąpione odrębną normą ČSN 73 0040.

Norma ČSN 73 0039 - Projektowanie budynków na terenach górniczych obowiązuje przy do projektowaniu wszystkich rodzajów obiektów budowlanych oraz urządzeń mechanicznych i technologicznych na terenie znajdującym się w zasięgu skutków eksploatacji podziemnej", dla budynków, których dokumentację zaczęto opracowywać po dacie wejścia w życie normy, tzn. po 1.01.1991 r. Z rozdziału Nomenklatura i znaki:

Teren górniczy - obszar znajdujący się w zasięgu skutków podziemnej działalności wydobywczej.

Szkody górnicze – uszkodzenia, ew. pogorszenie stanu obiektów powierzchniowych, gruntu itp., które powstały w wyniku działalności górniczej

Szkody nie górnicze - uszkodzenia obiektu, sugerujące swoim zewnętrznym charakterem szkody górnicze, ale nie spowodowane przez działalność górniczą.

Wstrząs górniczy (jeden z przypadków wstrząsów górotworu) - nagłe uwolnienie energii mechanicznej zgromadzonej w górotworze (na skutek działalności górniczej).

Uwaga: Dokładniejszą definicję wstrząsu górniczego i innych pojęć zawiera rozporządzenie Czeskiego Urzędu Górniczego nr 659/2004 Sb., zob. wyżej

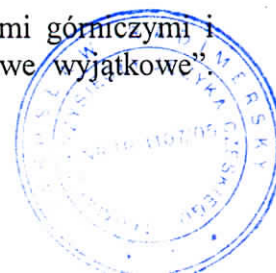
Norma mówi o zabezpieczeniu budynku przed skutkami podziemnej działalności górniczej, np. jeżeli w warunkach górniczych zakłada się możliwość wystąpienia powierzchniowych przejawów wstrząsów górniczych, przy zabezpieczaniu budynku postępuje się według normy ČSN 73 0036 (Uwaga: po opublikowaniu normy ČSN 73 0040 według tej normy).

ČSN 73 0040 - Obciążenie konstrukcji budowlanych sejsmicznością techniczną i ich reakcja, wydana w 1995 roku, we wstępie podano: „zastępuje art. 24 i część IV. Sejsmiczne skutki wstrząsów technicznych ČSN 73 0036 z 16.11.1993 r. Sejsmiczność techniczną dzieli się na:

Wstrząsy sejsmiczne: wywołane przez sztuczne źródło, np. transport, działalność przemysłową, wybuchy, pulsowanie prądu wodnego itp.; wstrząsy sejsmiczne wywołane działalnością maszyn określa się mianem sejsmiczności przemysłowej,

Sejsmiczność indukowana: wstrząsy wywołane działalnością górniczą, np. ciśnieniem górotworu, wstrząsami wywołanymi długotrwałym zakłóceniem równowagi środowiska gruntowego, zmianami w obciążeniu powierzchni ziemi, np. ciężarem wielkich hałd, nadmiernym wypompowywaniem wód podziemnych, gazu lub ropy naftowej ze struktur geologicznych lub np. przeciążeniem ciężarem wody w zaporze.

Zgodnie z normą obciążenie sejsmiczne obiektów spowodowane wstrząsami górniczymi i strzałowymi klasyfikuje się tak samo jak „losowe krótkotrwałe lub losowe wyjątkowe”



Wśród czynników wpływających na intensywność i charakter wstrząsów technicznych norma wymienia na przykład:

- ciężar obiektów,
- rodzaj konstrukcji fundamentowej, która przenosi drgania na grunt pod fundamentem i odwrotnie;
- rodzaj działalności strzałowej (wybuchu), wielkość ładunku równoważnego, ładunek całkowity, geometrię wybuchu, sposób rozłożenia w czasie oraz tzw. zmocowanie i uszczelnienie ładunku w otworach lub komorach;
- warunki geologiczne występujące na danym terenie, tzn. właściwości górotworu, który przenosi wstrząsy oraz właściwości podłoża gruntowego”.

W odniesieniu do sejsmiczności indukowanej podaje się, że wstrząsy są rozpatrywane w taki sam sposób jak wstrząsy pochodzące z sejsmiczności naturalnej według międzynarodowej skali MSK-64, a ponadto, że przejawy sejsmiczności indukowanej na powierzchni są klasyfikowane podobnie jak skutki naturalnych trzęsień ziemi. Ponieważ fale sejsmiczne wstrząsów górniczych mają znacznie wyższe częstotliwości niż naturalne trzęsienia ziemi, konieczna jest ocena obciążenia sejsmicznego w rejonie ogniska według zmierzonych wartości prędkości drgań.

Stopień uszkodzenia budynku wskutek sejsmiczności (od 0 do 5) jest oznaczony przez przejawy wymienione w tabeli 2 i zależy głównie od szybkości drgań warstwy powierzchni ziemi oraz kategorii (właściwości) gruntów fundamentowych i klasy odporności budowli.

Kategorię gruntów fundamentowych określa się według Tab. 3 i w normie podzielono je na trzy kategorie. Indywidualna ocena gruntu fundamentowego jest konieczna dla skał wszystkich klas, jeżeli poziom wód podziemnych znajduje się stale poniżej 1,0 m pod dylatacją fundamentu oraz jeżeli możliwa jest ocena warunków posadowienia poprzez eksperymentalne sprawdzenie obciążenia i reakcji.

Klasę odporności budowli ocenia się na podstawie danych podanych w Tab. 4 i podaje się ją w pięciu kategoriach od A do E.

Tab. 2 Stopnie uszkodzenia obiektów

| Stopnie uszkodzeni a | Uszkodzenie obiektu |
|-------------------------|---|
| 0 | Brak uszkodzeń. Nie ma widocznych uszkodzeń. Zachowane są funkcje obiektów, takie jak np. wodoszczelność zbiorników itp. |
| 1 | Pierwsze ślady uszkodzeń. Pęknięcia o szerokości do 1 mm na styku elementów budowlanych (w listwach przysufitowych). |
| 2 | Lekkie uszkodzenia z niewielkimi szkodami. Pęknięcia o szerokości do 5 mm w tynku, ścianach działowych, murze kominowym, odpadający tynk, luźne pokrycie dachowe. |
| 3 | Średnie uszkodzenia z poważnymi szkodami. Stabilność nie jest zagrożona. Pęknięcia szersze niż 5 mm w ścianach działowych i nośnych. Spadające pokrycia dachowe i części kominów. |
| 4 | Znaczne uszkodzenia z niebezpiecznymi szkodami. Pęknięcia ścian nośnych i nadproży, zagrażające ich funkcji statycznej. Zawalenie się ścian działowych, |



| | |
|---|---|
| | murów wypełniających i kominów. Pęknięcia w nieuzbrojonym betonie. Naruszenie stabilności. |
| 5 | Całkowite uszkodzenie i destrukcja. Zawalenie się budynków murowanych lub części budynków z głównymi elementami nośnymi. Pęknięcia nawet w żelazobetonie. |

Tab. 3 Kategorie gruntu fundamentowego

| Kategoria | Opis kategorii gruntu fundamentowego |
|-----------|---|
| a) | Skały wszystkich klas przy tabelarycznej nośności obliczeniowej $R_{dt} \leq 0,15$ MPa jeśli poziom wód gruntowych występuje stale od 1m do 3m poniżej dylatacji fundamentu |
| b) | Skały wszystkich klas przy tabelarycznej nośności obliczeniowej $R_{dt} \leq 0,15$ MPa jeśli poziom wód gruntowych występuje stale na głębokości większej niż 3m poniżej dylatacji fundamentu Skały wszystkich klas przy tabelarycznej nośności obliczeniowej $R_{dt} > 0,15$ MPa jeśli poziom wód gruntowych występuje stale na głębokości od 1m do 3m poniżej dylatacji fundamentu |
| c) | Skały wszystkich klas przy tabelarycznej nośności obliczeniowej $R_{dt} > 0,15$ MPa jeśli poziom wód gruntowych występuje stale na głębokości większej niż 3m poniżej dylatacji fundamentu Skały wszystkich klas przy tabelarycznej nośności obliczeniowej $R_{dt} > 0,6$ MPa jeśli poziom wód gruntowych występuje stale na głębokości większej niż 1m poniżej dylatacji fundamentu |

Tab. 4 Klasy odporności obiektów

| Klasa odporności | Budynki mieszkalne, cywilne, przemysłowe i rolnicze |
|------------------|---|
| A | liche budynki, niezgodne z przepisami budowlanymi, ruiny; budynki zabytkowe z nieobrobionego kamienia lub cegły ze sklepieniami, nadprożami i sklepieniami nad pomieszczeniami na parterze i w suterenie; kamienne i murowane pomniki i fontanny; budynki z bogatą dekoracją rzeźbiarską; budynki objęte szczególną opieką konserwatorską; obiekty archeologiczne |
| B | zwykłe budynki murowane z cegieł, pojedyncze lub szeregowe o powierzchni użytkowej do 200 m ² , maksymalnie 3 kondygnacyjne |
| C | wielkie murowane budynki z cegieł i bloczków, dobrze zbrojone budynki prefabrykowane i montowane z prefabrykowanych elementów betonowych; murowanie na zaprawie cementowej |
| D | budynki o konstrukcji stalowej lub betonowej, budynki drewniane i o konstrukcji szkieletowej z dobrym wzmocnieniem, zwykły beton |

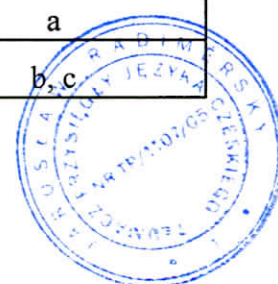


| | |
|---|---|
| E | konstrukcje żelazobetonowe i stalowe, budynki produkcyjne i użytkowe, żelazobetonowe silosy i zasobniki |
|---|---|

W celu informacyjnego określenia zależności stopnia uszkodzenia obiektów od prędkości drgań powierzchniowych, od stopnia uszkodzenia obiektu oraz od kategorii gruntu fundamentowego można skorzystać z zamieszczonej poniżej Tab. 5. Obowiązuje ona w zakresie częstotliwości drgań $f < 10$ Hz.

Tab. 5 Informacyjne zależności stopnia uszkodzenia obiektów od prędkości drgań, odporności obiektu i rodzaju gruntu fundamentowego

| Stopień uszkodzenia obiektu | Prędkość drgań $v_{\text{maks.}}$ (mm/s) ($f < 10$ Hz) | Klasa odporności obiektu | Rodzaj gruntu fundamentowego |
|-----------------------------|---|--------------------------|------------------------------|
| 0 | do 3 | A | a |
| 0 | 3 do 6 | A | b, c |
| | | B | a |
| 0 | 6 do 10 | B | b, c |
| | | C | a |
| 1 | | A | a |
| | | | |
| 0 | 8 do 15 | C | b |
| | | B | c |
| 1 | | A | b, c |
| | | B | a |
| 0 | 10 do 20 | C | c |
| | | D | a |
| 1 | | B | b |
| | | C | a |
| 2 | | A | a |
| 0 | 15 do 25 | D | b, c |
| | | E | a |
| 1 | | C | b |
| | | B | c |
| 2 | | A | b, c |
| | | B | a |
| 0 | 20 do 40 | E | b, c |

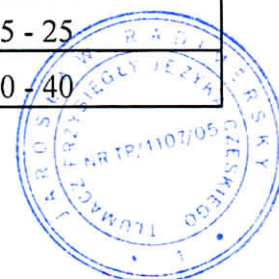


| | | | |
|---|----------|---|------|
| | | F | a |
| 1 | | C | c |
| | | D | a |
| 2 | | B | b, c |
| | | C | a |
| 0 | 30 do 50 | F | b, c |
| 1 | | D | b, c |
| | | E | a |
| 2 | | C | b |

Z tej tabeli w normie można również wyprowadzić dopuszczalne maksymalne prędkości drgań dla poszczególnych klas odporności obiektów wg poniższej tabeli Tab. 6.

Tab. Dopuszczalne maksymalne prędkości drgań dla poszczególnych klas odporności obiektów

| Klasa odporności obiektu | Stopnie uszkodzenia | Rodzaj gruntu fundamentowego | Dopuszczalne granice maksymalnej prędkości drgań (mm/s) |
|--------------------------|---------------------|------------------------------|---|
| A | 0 | a | ≤ 3 |
| | | b, c | ≤ 6 |
| | 1 | a | 6 - 10 |
| | | b, c | 8 - 15 |
| B | 0 | a | ≤ 6 |
| | | b | ≤ 10 |
| | | c | ≤ 15 |
| | 1 | a | 8 - 15 |
| | | b | 10 - 20 |
| | | c | 15 - 25 |
| | 2 | a | 15 - 25 |
| | | b, c | 20 - 40 |
| C | 0 | a | ≤ 10 |
| | 1 | b | ≤ 15 |
| | | c | ≤ 20 |
| | | a | 10 - 20 |
| | | b | 15 - 25 |
| | | c | 20 - 40 |



| | | | |
|---|---|------|-----------|
| | 2 | a | 20 - 40 |
| | | b | 30 - 50 |
| D | 0 | a | ≤ 20 |
| | | b, c | ≤ 25 |
| | 1 | a | 20 - 40 |
| | | b, c | 30 - 50 |
| E | 0 | a | ≤ 25 |
| | | b, c | ≤ 40 |
| | 1 | a | 30 - 50 |

Zgodnie z powyższymi normami technicznymi:

1. konieczne jest uwzględnienie spodziewanych skutków sejsmiczności indukowanej (zjawisk sejsmicznych wynikających z działalności górniczej) już na etapie opracowania dokumentacji budowlanej - tzn. z reguły stawia się podwyższone wymagania dotyczące odporności budynków na terenach, gdzie należy spodziewać się przejawów sejsmiczności indukowanej. Wymagania dotyczące odporności konstrukcji na sejsmiczność indukowaną są takie same jak w przypadku skutków przewidywanych trzęsień ziemi w danym obszarze sejsmicznym. Teren, na którym znajduje się OKR, należy do obszaru sejsmicznego, dla którego ustalono 7° skalę makrosejsmiczną MSK-64.
2. możliwa jest ocena skutków sejsmiczności indukowanej na konstrukcjach powierzchniowych – przy tym oprócz parametrów wielkości drgań (zwykle wartość prędkości drgań lub przyspieszenia efektywnego, zakres częstotliwości drgań) uwzględnia się przede wszystkim rodzaj konstrukcji, ale także wpływ posadowienia konstrukcji, czy właściwości gruntu fundamentowego itp. Z praktycznego punktu widzenia, w celu oceny skutków sejsmiczności indukowanej, normy określają wartości graniczne maksymalnych prędkości drgań dla zaliczenia do różnych kategorii uszkodzeń obiektów.

1.4 Metodyka oceny wpływu sejsmiczności indukowanej na obiekty powierzchniowe

Danymi wyjściowymi z oceny zapisów sejsmicznych każdej stacji jest określenie ruchu wibracyjnego punktu materialnego, czyli wyznaczenie składowej pionowej (wertykalnej) i dwóch składowych poziomych (najczęściej północ-południe, wschód-zachód) wektora prędkości drgań (lub przemieszczenia lub przyspieszenia). Oprogramowanie pozwala na określenie maksymalnej wartości każdej składowej oraz pełnego wektora. Maksymalne zmierzone wartości można porównać z wartościami granicznymi powyższych norm.

Chociaż w OKR rejestruje się rocznie dziesiątki tysięcy zdarzeń sejsmicznych, to jednak tylko kilka najsilniejszych z nich przejawia się zwykle jako wstrząsy powierzchniowe - wpływają na to wymienione wyżej czynniki, przede wszystkim głębokość ogniska sejsmicznego i jego odległość od obiektów powierzchniowych. Efekty sejsmiczne na powierzchni pochodzące od silnych zdarzeń sejsmicznych są zauważane przez mieszkańców w bezpośrednim sąsiedztwie nad miejscem zdarzenia, szczególnie gdy są oni sami i odpoczywają, ew. leżą (stąd częściej są odczuwane i zgłaszane wieczorem lub w nocy). Te zjawiska sejsmiczne objawiają się najczęściej kołysaniem, brzęczeniem szyb drzwi i okien, brzękiem naczyń, kołysaniem wiszących przedmiotów, a nawet przewróceniem się małych niestabilnych obiektów.



Możliwe jest jednak, że w połączeniu z innymi wpływami (podebranie, warunki naturalne - patrz wcześniej) ich skutki mogą być spotęgowane i mogą przyczynić się np. do rozszerzenia już istniejących pęknięć i szczelin lub odpadania naruszonej farby lub tynku. Podobnie mogą wystąpić łączone skutki w przypadku zniszczonych lub nieodpowiednio posadowionych budynków lub konstrukcji, które nie spełniają obowiązujących przepisów budowlanych i norm technicznych.

Z wieloletniego monitoringu i oceny w ośrodku SP Green Gas DPB, a.s. można stwierdzić, że zdecydowana większość aktualnie zarejestrowanych zdarzeń sejsmicznych na monitorowanym terenie nie osiąga wartości granicznych podanych przez nasze normy nawet dla najniższej kategorii szkód - pierwszych oznak uszkodzenia budynków. Sporadycznie, w przypadku niektórych najsilniejszych zdarzeń sejsmicznych i tylko na bardzo małych obszarach na powierzchni bezpośrednio nad ogniskiem zdarzenia sejsmicznego, oceniano wartości prędkości drgań powyżej wartości granicznych dla obiektów o niższych kategoriach nośności. Jeśli weźmiemy pod uwagę, że intensywność manifestacji maleje wykładniczo wraz ze wzrostem odległości od epicentrum (maleje również wraz ze wzrostem głębokości ogniska), to większość zdarzeń wywołanych przez sejsmiczność indukowaną nie powinna uszkodzić zwykłych konstrukcji cywilnych. Pod warunkiem, że zostały wybudowane według dokumentacji sporządzonej zgodnie z obowiązującymi normami lub nie zostały już wcześniej naruszone lub uszkodzone z innych powodów, łącznie z ewentualnym podebraniem.

Chociaż subiektywne odczucia związane ze wstrząsami są z pewnością nieprzyjemne, to według mierzonych wartości prędkości drgań na powierzchni, obiekty powierzchniowe powinny w normalnych warunkach opierać się skutkom tych zdarzeń sejsmicznych i nie powinny być naruszone.

1.5 Inne czynniki wpływające na zakres uszkodzeń obiektów powierzchniowych

Fakt, że do uszkodzenia budowli dochodzi nawet przy prędkościach drgań mniejszych niż dopuszczalne przez normy w granicach odporności obiektów na powierzchni, może być spowodowany innymi czynnikami niż sejsmicznością. Czynniki te są szczególnie ważne w przypadku budynków wznoszonych na obszarach o „bardzo niekorzystnych warunkach geomechanicznych według art. 52 normy ČSN 73 0036”. Należą do nich np. poziom wód gruntowych na niewielkiej głębokości poniżej dylatacji fundamentu budynku, większa wytrzymałość pokrywy nad warstwami karbońskimi, bliskość istotnych struktur tektonicznych, wiek obiektu, jego wcześniejsze naruszenia statyki itp. W połączeniu z tymi czynnikami, nawet najmniejsza fala sejsmiczna może być ostatnim czynnikiem niezbędnym do spowodowania uszkodzenia obiektu powierzchniowego. Jest oczywiste, że obiekt wcześniej naruszony przez inne czynniki ma znacznie mniejszą odporność na wszelkie dalsze, nawet najmniejsze, niekorzystne oddziaływania.

Wpływu tych czynników na propagację i parametry fal sejsmicznych na danym obszarze nie da się określić bez długotrwałych pomiarów sejsmologicznych.

Ze względu na warunki geomechaniczne górotworu nie można wykluczyć w przyszłości możliwości wystąpienia silnych zjawisk sejsmicznych na wielu krach tektonicznych OKD podczas dalszej działalności górniczej, i nawet po zaprzestaniu wydobywania. Jednak, jak wspomniano wyżej, szczególnie silne zjawiska sejsmiczne są wynikiem wcześniejszej, wieloletniej działalności górniczej, a obecne wydobywanie może, ale nie musi być mechanizmem wyzwalającym ich wystąpienia (bardziej prawdopodobne jest to podczas eksploatacji wyrobisk ścianowych, mniej prawdopodobne podczas drażenia chodników, ale nie można wykluczyć wystąpienia tych zjawisk nawet w okresie bez eksploatacji górniczej, ze



względem na kontynuację długotrwałych procesów transformacji górotworu nawet długo po zakończeniu eksploatacji górniczej). W warunkach OKD ryzyko wystąpienia wstrząsów górniczych jest realnym i powszechnym zdarzeniem w większości wszystkich obszarów górniczych a zarządzanie eksploatacją jest projektowane z uwzględnieniem tego ryzyka i realizowane przy użyciu wszystkich dostępnych środków zapobiegania wstrząsom.

Nie można więc wykluczyć możliwości wystąpienia towarzyszących wstrząsów powierzchniowych z oddziaływaniem sejsmicznym na obiekty powierzchniowe. Dlatego zjawiska sejsmiczności indukowanej będą musiały być nadal monitorowane, a także konieczne będzie dopracowanie procedur interpretacji danych sejsmologicznych w celu określenia skutków sejsmicznych na obiekty powierzchniowe oraz oceny rzeczywistych skutków sejsmicznych dla każdego zdarzenia sejsmicznego i konkretnej lokalizacji na powierzchni.

1.6 Pomiar efektów sejsmicznych

Jak już wspomniano w poprzednich rozdziałach, sejsmiczność indukowana oznacza zjawiska sejsmiczne wynikające z nagłych zaburzeń górotworu spowodowanych działalnością górniczą. Najsilniejsze zdarzenia sejsmiczne mogą czasami negatywnie wpływać na pobliskie wyrobiska górnicze jako wstrząsy górnicze. Czasami są też odnotowywane się je jako wstrząsy powierzchniowe w obszarze bezpośrednio nad miejscem powstania.

Podstawowym warunkiem opracowania systemu oceny i prognozy skutków indukowanej sejsmiczności na obiekty powierzchniowe w warunkach OKR jest realizacja powierzchniowych pomiarów sejsmologicznych w kilku lokalizacjach na terenach poszczególnych obszarów górniczych kopalń w karwińskiej części OKR. Przede wszystkim w miejscach zwartej zabudowy obiektów powierzchniowych (cywilnych, mieszkalnych lub przemysłowych), gdzie nie można wykluczyć w przyszłości drgań powierzchni w związku z wystąpieniem silnych zdarzeń sejsmicznych indukowanych działalnością górniczą lub gdzie w przeszłości z tego tytułu zgłaszano w obiektach szkody górnicze, rozpoczęto powierzchniowy monitoring zjawisk sejsmologicznych oraz systematyczne zbieranie danych. Sieć powierzchniowych stacji sejsmologicznych umożliwia:

- pomiary i ocenę efektów sejsmicznych na powierzchni w rejonach częstych zgłoszeń wstrząsów powierzchniowych i szkód górniczych spowodowanych zdarzeniami sejsmicznymi wywołanymi przez działalność górniczą,
- gromadzenie danych sejsmologicznych, które wraz z innymi zgromadzonymi informacjami o działalności górniczej oraz lokalnymi warunkami geologicznymi i hydrologicznymi w poszczególnych lokalizacjach, będą stanowiły podstawę do opracowania przyszłego systemu oceny i prognozowania skutków sejsmicznych dla obiektów powierzchniowych.

Na podstawie analizy efektów indukowanych wybiera się te części górotworu, dla których można spodziewać się największej aktywności sejsmicznej. Obszary epicentralne energetycznych zdarzeń sejsmicznych (miejsca na powierzchni nad podziemnymi miejscami ich powstawania) są oczywiście również najbardziej zagrożone pod względem prawdopodobieństwa wystąpienia wstrząsów powierzchniowych i powinny być przedmiotem monitoringu sejsmologicznego w przyszłości. Na rzeczywistą sejsmiczność wpływać będzie jednak nie tylko przyszła działalność górnicza (zakres i intensywność wydobywania), ale także zakres wcześniejszej działalności górniczej w danym rejonie górotworu.

Pomiary sejsmologiczne pozwalają natychmiast na:

- posiadanie zmierzonych prędkości drgań na konkretnych stanowiskach,



- rozpoczęcie zbierania danych do określenia wpływu warunków geologicznych, ew. hydrologicznych w danej lokalizacji na parametry fal sejsmicznych w celu późniejszego opracowania systemu oceny skutków sejsmicznych na większym obszarze oraz dla przyszłych prognoz zagrożenia obiektów powierzchniowych sejsmicznością indukowaną wywołaną przyszłą działalnością górnictwem,

Dane z poszczególnych stacji będą przesyłane do centrum, gdzie będą przechowywane. Zjawiska zostaną porównane z bazą danych zarejestrowanych zdarzeń sejsmologicznych OKR w celu dokładnego określenia lokalizacji i energii, a tym samym wielkości zdarzenia. Zjawiska te będą automatycznie oceniane przez oprogramowanie (wyznaczanie maksymalnej prędkości drgań na powierzchni na danym stanowisku), a ich zapis będzie wykonywany graficznie (welocygram lub akcelerogram [rozkład przyspieszenia]). Zmierzone wartości prędkości drgań będzie można porównać z odpowiednią czeską normą w celu oceny ewentualnego ich oddziaływania na monitorowane obiekty. Zjawiska te będą zapisane w bazie danych, a ich obrazy falowe będą również archiwizowane. Informacje o silnych zjawiskach mogą być przekazywane bezpośrednio po wystąpieniu zjawiska.

1.7 Prognoza skutków sejsmiczności indukowanej

Obecnie w OKR nie wykonuje się szczegółowych prognoz powierzchniowych skutków sejsmiczności indukowanej, gdyż są one nierealne z podobnych powodów jak prognozowanie wstrząsów w czasie. O intensywności oczekiwanych w przyszłości zdarzeń sejsmicznych można wnioskować już teraz na podstawie dotychczasowego rozwoju sejsmiczności w poszczególnych obszarach karwińskiej części OKR na podstawie oceny danych zjawisk sejsmologicznych zarejestrowanych przez stacje przeznaczone do prognozowania wstrząsów górniczych (sieć lokalna i Model sejsmiczny [Seismický polygon] Green Gas DPB, a.s.). Przede wszystkim możliwe jest wykorzystanie map lokalizacji najsilniejszych energetycznie zdarzeń sejsmicznych, a przede wszystkim map izolinii maksymalnych prędkości drgań powierzchniowych zestawionych dla poszczególnych silnych zdarzeń energetycznych w karwińskiej części OKR na podstawie z danych Poligonu sejsmicznego. Można z nich również zestawiać „map sumowania izolinii maksymalnych prędkości drgań” dla wybranego przedziału czasowego (np. jednego roku lub nawet kilku lat). Jeżeli w kolejnym okresie działalność górnictwa będzie kontynuowana w mniej więcej tych samych rejonach (będą eksploatowane te same pokłady i kry), to izolinie na tych map zbiorczych określają z pewnym prawdopodobieństwem spodziewane przejawy sejsmiczności w najbliższej przyszłości. Niepewność tej prognozy rośnie wraz z długością przedziału czasowego, dla którego chcemy wykonać prognozę. Niepewne będą również spodziewane przejawy na powierzchni wraz z postępem działalności górniczej w nowe części pola górniczego (kry), z postępem wydobywania w innych pokładach itp. gdy dla dalszego wydobywania możliwe będzie jedynie przybliżone określenie spodziewanego rozwoju aktywności sejsmicznej i oszacowanie występowania energetycznie silnych zjawisk, a tym bardziej prognozowanie ich sejsmicznych skutków na powierzchni. Takie podejście nie uwzględnia również możliwego losowego wystąpienia silnych zdarzeń sejsmicznych.

Prognozowanie skutków sejsmicznych dla obiektów powierzchniowych wywołanych przez działalność górnictwem może być dalej rozumiane jako określenie maksymalnych spodziewanych wartości prędkości drgań w poszczególnych miejscach na powierzchni. Właściwą procedurę prognozowania skutków sejsmicznych można podzielić na następujące etapy:



- na podstawie map planowanego wydobywania i długoterminowych koncepcji należy określić ogniska najsilniejszych zjawisk sejsmicznych i ich spodziewaną maksymalną wartość energetyczną - prognoza zdarzeń sejsmicznych wywoływanych działalnością górnictw,
- z położenia ogniska i energii oczekiwanych zdarzeń sejsmicznych możemy na podstawie powiązania stwierdzonych zdarzeń oraz analizy długoterminowych pomiarów sejsmologicznych na powierzchni oraz uwzględniając lokalne parametry geologiczne lub hydrologiczne środowiska (patrz wyżej) obliczyć wartości maksymalnych prędkości drgań, które będą indukowane na powierzchni w danym obszarze przez prognozowane zdarzenia sejsmiczne, i np. w formie izolinii nanieść je na mapę,
- na mapach możemy też wyznaczyć obszary, w których spodziewane wartości prędkości drgań będą największe, ew. gdzie można spodziewać się uszkodzeń obiektów o określonym stopniu.

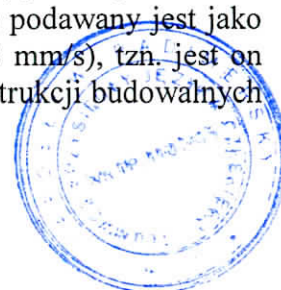
Im analizy zarejestrowanych danych sejsmologicznych będą bardziej szczegółowe, łącznie z określeniem zależności parametrów fal sejsmicznych od lokalnych parametrów geologicznych lub hydrologicznych środowiska (czyli im większe będą zestawy energetycznie silnych zjawisk sejsmicznych zmierzonych przez jak największą liczbę stacji powierzchniowych w różnych lokalizacjach), tym bardziej szczegółowo i z większą wiarygodnością będzie można obliczyć przewidywane maksymalne prędkości drgań na powierzchni.

1.8 Wpływ robót strzałowych w podziemiach OKD na obiekty powierzchniowe

Ponieważ mieszkańcy często wskazują na uszkodzanie obiektów powierzchniowych w wyniku prac strzałowych w kopalni, przedstawiamy komentarz dotyczący teoretycznej możliwości ich oddziaływania na powierzchnię ziemi. Bezwyłomowe roboty strzałowe w podziemiach kopalni jako aktywny środek zapobiegania wstrząsom służą do rozładowania naprężeń w górotworze, ewentualnie do wywołania wstrząsu w kopalni pod nieobecność pracowników w zakładzie. Z punktu widzenia zapobiegania wstrząsom przy odpalaniu ładunków do bezwyłomowych robót strzałowych, najczęściej zlokalizowanych w otworach wywierconych w nadkładzie, pożądane jest osiągnięcie jak największego efektu sejsmicznego („wstrząśnięcie górotworem”) w pobliżu miejsca prowadzonych prac wydobywczych. Ponieważ fale sejsmiczne (fale sprężyste) rozchodzą się od źródła (ogniska zdarzenia sejsmicznego, zdetonowanych ładunków itp.) we wszystkich kierunkach, część energii sejsmicznej bezwyłomowych prac strzałowych może też wywołać wstrząs na powierzchni.

Z drugiej strony przy w większości strzałów maksymalne amplitudy prędkości drgań punktu materialnego osiągane są krótkotrwale i są niższe od różnych wartości granicznych podawanych jako nieszkodliwe dla większości konstrukcji budowlanych (ok. 10 mm/s). Dlatego w zdecydowanej większości przypadków nie objawiają się one jako szkody na budynkach, w przeciwieństwie np. do trzęsień ziemi, co potwierdzają doświadczenia zagraniczne, ale ostatnio także w Czechach. W OKR nie znany jest też żaden udokumentowany przypadek szkód górniczych powstałych w wyniku robót strzałowych w kopalni podziemnej.

Z drugiej strony wiadomo, że człowiek jest dość wrażliwy na wstrząsy (drgania), w tym wstrząsy związane z pracami strzałowymi. Próg wrażliwości na drgania u osób przeciętnie czułych wynosi dla częstotliwości do 10 Hz (zmierzone dominujące częstotliwości maksymalnych wartości prędkości drgań na zapisach sejsmologicznych) podawany jest jako wartości prędkości drgań w dziesiątych częściach mm/s (ok. 0,2 do 0,8 mm/s), tzn. jest on ponad 10x mniejszy, niż są granice dla wartości nieszkodliwych dla konstrukcji budowlanych



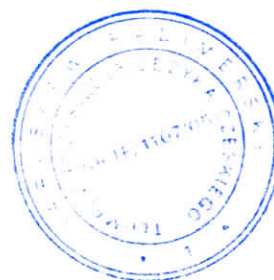
(wraz ze wzrostem częstotliwości ten próg percepcji rośnie do wartości około 5 do 15 mm/s dla częstotliwości od 10 do 100 Hz). Drgania na powierzchni wywołane przez prace strzałowe mogą być zatem silnie odczuwalne nawet przy niższych wartościach prędkości drgań. Dlatego też, dodając do tego fakt, że pojawiają się one nagle i niespodziewanie, często możemy spotkać się z przecenianiem ich wpływu na obiekty powierzchniowe.

Podobnie jest z postrzeganiem zjawisk sejsmicznych indukowanych działalnością górnictwem, które również w większości przypadków są zjawiskiem krótkotrwałym.

Wspomniane wyżej rozbieżności pomiędzy percepcją drgań (wstrząsów) powierzchniowych przez ludzi a skutkami dla obiektów powierzchniowych można jednoznacznie ocenić na podstawie pomiarów prędkości drgań na obiektach zlokalizowanych w interesujących nas miejscach, które będą realizowane w ramach wyżej przygotowanego systemu prognozowania i oceny skutków sejsmiczności indukowanej na obiekty powierzchniowe w warunkach OKR.

1.9 System informacji sejsmologicznej

W celu informowania społeczeństwa, przedsiębiorstw oraz samorządów gmin i miast od 1.04.2013 na stronach internetowych DPB został uruchomiony *System Informacji Sejsmologicznej* (SIS), który służy do informowania o wystąpieniu istotnych pod względem energetycznym zdarzeń sejsmicznych (o energii od $1,0 \times 10^4$ J) oraz o przejawach na powierzchni sejsmiczności indukowanej przez działalność górnictwem w OKR. Od 30.05.2014 r. za pośrednictwem SIS publikowane są również wyniki pomiarów na dwóch stacjach w wymienionych wyżej lokalizacjach w Polsce. Monitoring skutków sejsmicznych w OKR za pomocą stacji powierzchniowych jest przedstawiony na stronie internetowej DPB pod linkiem *System Informacji Sejsmologicznej*. SIS na stronie głównej w tabeli informuje o podstawowych parametrach zdarzeń sejsmologicznych zarejestrowanych aktualnie przez stacje sejsmologiczne kopalń i SP DPB o energii od $1,0 \times 10^4$ J oraz podaje wartości zmierzonej prędkości drgań na powierzchniowych stacjach sejsmologicznych, jeśli zdarzenie zostało przez nie zarejestrowane (patrz Rys.1). Na innych stronach przedstawiono na mapie powierzchniowej lokalizację aktualnie działających stacji powierzchniowych (patrz Rys. 1). Na kolejnych stronach przedstawiono na mapie powierzchni lokalizację aktualnie działających stacji powierzchniowych (patrz Rys. 2), ew. tabelę powierzchniowych stacji sejsmologicznych zarówno na terytorium Czech, jak i Polski, w tym tych, na których pomiary zostały już zakończone. Dla zarejestrowanych zdarzeń mapa może pokazywać lokalizację ogniska zdarzenia sejsmicznego (epicentrum), a także określać wzajemne położenie zdarzenia sejsmicznego i stacji powierzchniowych, które zarejestrowały to zdarzenie. Podane informacje są aktualizowane raz na 24 godziny w dni robocze. SIS jest dodatkowo uzupełniany informacjami o planowanych wielkoskalowych bezwzględnych robotach strzałowych udostępniane przez kopalnie OKR, a także informacje OKR dla obywateli, którzy doświadczyli szkód w swoim mieniu w wyniku działalności górniczej.



http://www.dpb.cz/geofyzika/s... Seznam... Volný.cz... Aladin Me... Čekání na... Nová zálož... Aktuáln... X

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené položky Nástroje Nápověda

GreenGas
capture the energy

Aktuálně registrované jevy - DPB.

ÚVODNÍ STRÁNKA | O SPOLEČNOSTI | IMS | OBORY ČINNOSTÍ | ROZVOJOVÉ AKTIVITY | KONTAKTY SEISMOLOGICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM

Aktuálně registrované jevy | Archiv jevů | Mapa povrchových stanic | Tabulka povrchových stanic

Aktuálně registrované jevy

Záznamy za období od 16.03.2016 do 23.03.2016 (poslední registrovaný SL jev)

| Datum | Čas [SEČ,SELČ] | x [m] | Souřadnice y [m] | z [m] | Energie [J] | Poznámka | Povrchové stanice |
|-----------|-------------------|-----------|------------------------|----------|----------------|---|----------------------|
| 23.3.2016 | 19:16:27 | 1 103 615 | 460 000 | -588 | 4.47E+04 | Lazy R161104 předpoli uvod AV - mapa | PS |
| 23.3.2016 | 03:13:35 | 1 103 894 | 460 041 | -575 | 1.90E+05 | Lazy R161104 - mapa | PS |
| 21.3.2016 | 06:34:59 | 1 106 250 | 451 572 | -596 | 4.03E+04 | CSM/Jih R401202 jižne - mapa | PS |
| 20.3.2016 | 21:32:10 | 1 102 129 | 453 832 | -795 | 2.35E+04 | Darkov2 R40903 SA zav. nadi. - mapa | PS |
| 20.3.2016 | 15:25:05 | 1 106 163 | 451 336 | -650 | 1.40E+04 | CSM/Jih R401202 BTPVR 875kg SE=8,6 - mapa | PS |
| 20.3.2016 | 15:14:15 | 1 102 707 | 458 185 | -480 | 1.80E+04 | Lazy R140708 BTPVR 1425kg SE=6,8 - mapa | PS |
| 20.3.2016 | 14:20:35 | 1 101 941 | 453 454 | -884 | 4.20E+04 | Darkov2 r40947 BTPVR 2500kg SE=9 - mapa | PS |
| 20.3.2016 | 08:46:04 | 1 105 278 | 450 858 | -734 | 6.70E+04 | CSM/Jih R371202 SA predp. PZ - mapa | PS |
| 19.3.2016 | 07:08:09 | 1 103 174 | 451 646 | -785 | 2.38E+05 | Darkov2 R240503 SA sz PZ - mapa | PS |
| 19.3.2016 | 04:45:39 | 1 103 824 | 460 097 | -572 | 2.03E+04 | Lazy R161104 předpoli uvod - mapa | PS |
| 17.3.2016 | 23:22:16 | 1 105 275 | 450 870 | -787 | 6.20E+04 | Csm/Jih R371202 SA - mapa | PS |
| 17.3.2016 | 06:59:51 | 1 103 843 | 460 032 | -552 | 1.81E+04 | Lazy R161104 zaval uvod - mapa | PS |

Aktuality

Green Gas DPB:
Poznámky k jevům
- [Poznámky](#)

Informace ke spuštění SIS
- [Zahájení provozu SIS](#)

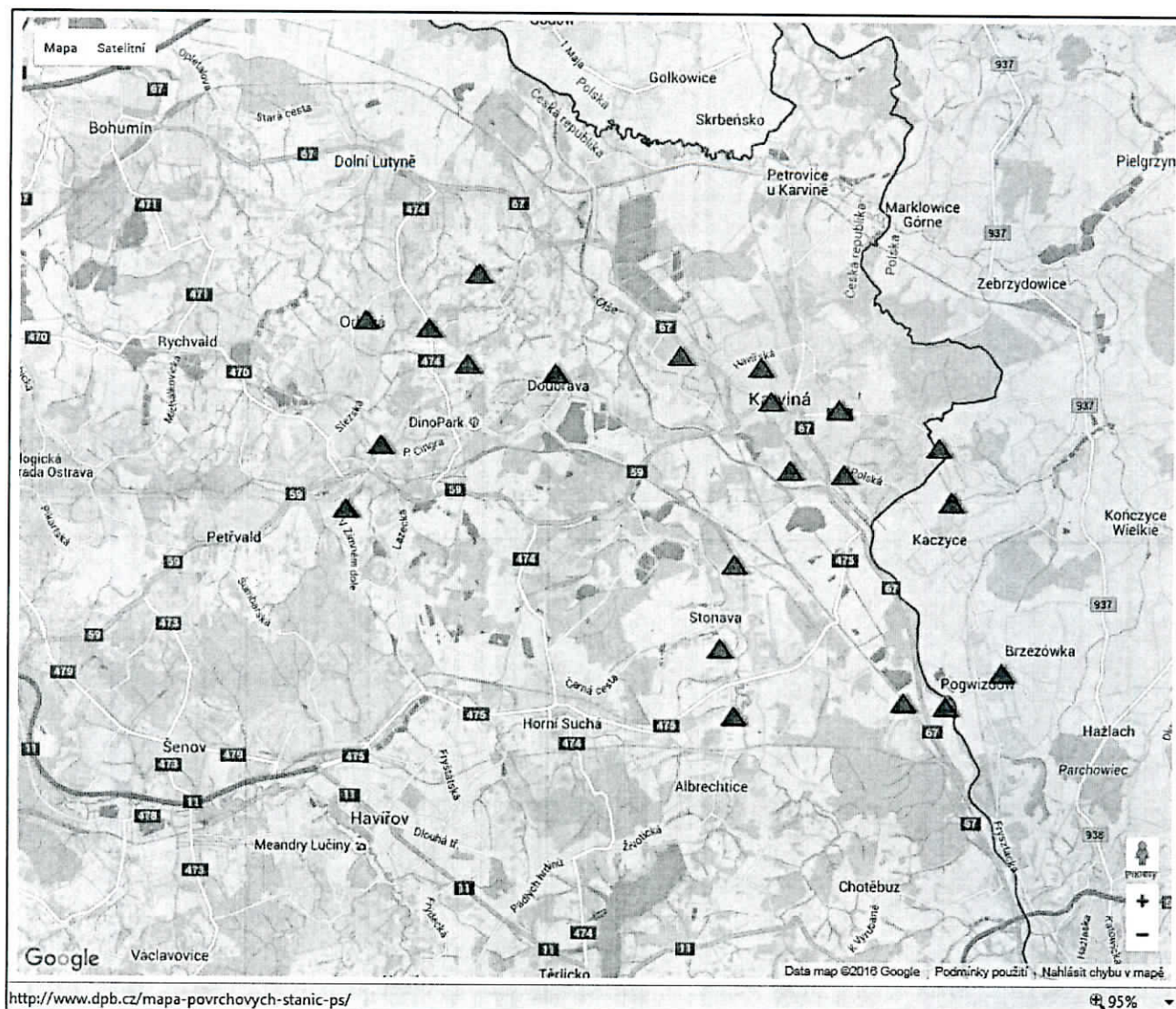
OKD, a.s.:
Informace k důlním škodám
- [Informace k důlním škodám](#)

BTPVR:
28.3.2016
- [Příloha č. 1](#)
30.3.2016
- [Příloha č. 1](#)
20.3.2016
- [Příloha č. 1](#)
- [Příloha č. 2](#)
- [Příloha č. 3](#)
13.3.2016
- [Příloha č. 1](#)
9.3.2016
- [Příloha č. 1](#)
6.3.2016
- [Příloha č. 1](#)
- [Příloha č. 2](#)
2.3.2016
- [Příloha č. 1](#)
4.10.2015

100'

Rys. 1 Strona główna Systemu Informacji Sejsmologicznej (stan na 31 marca 2016 r.)
(archiwum DPB)





Rys. 2 Lokalizacja powierzchniowych stacji sejsmologicznych na dzień 31.03.2016 r.
(archiwum DPB)



2 Możliwość wystąpienia wstrząsów, silnych zjawisk sejsmicznych i zapobiegania wstrząsom w Kopalni ČSM w okresie 2023 do 2025 roku

2.1 Wstęp

W niniejszym rozdziale zostało ocenione potencjalne oddziaływanie wydobywania planowanego w lokalizacjach Północ i Południe Kopalni ČSM w okresie od 2023 do 2025 roku. W ocenie uwzględniono również wydobywanie w 2022 r., jak również koncepcje wydobywania wykraczające poza te ramy czasowe, ponieważ dotychczas nie ustalono jeszcze ostatecznej daty ich zakończenia. Ocena koncepcji w ujęciu czasowym i przestrzennym musi uwzględniać wydobywanie w całości, aby uwzględnić wzajemne powiązania wydobywania poszczególnych bloków złoża i ich wpływ na stan naprężeń i odkształceń górotworu. Celem niniejszej oceny rozwoju stanu naprężeniowo-odkształceniowego górotworu jest określenie ewentualnego ryzyka wystąpienia na powierzchni ruchów (wibracji, drgań), czy to w wyniku oddziaływania wstrząsów i związanych z nimi zjawisk sejsmicznych, czy też w wyniku zjawisk sejsmicznych związanych z zastosowaniem środków przeciwwstrząsowych w poszczególnych obszarach Kopalni ČSM.

Ocena obejmuje działalność górnictw na obszarach górniczych obu lokalizacji w okresie od 2022 do 2025 roku oraz dotychczas jeszcze nieokreślonym okresie. Przy rozważaniu wydobywania w okresie po 2022 - 2025 roku zaleca się jedynie zachowanie kolejności wydobywania wyrobisk ścianowych w poszczególnych krach wydobywczych, aby w miarę możliwości nie dochodziło do niepożądanego koncentracji naprężeń w górotworze. Na koncepcję tę ma oczywiście wpływ faza zakończenia wydobywania, dlatego konieczna będzie ocena wpływu wcześniejszej eksploatacji na rozkład naprężeń przy jednoczesnym uwzględnieniu budowy geologicznej górotworu.

W ocenianym okresie działalność górnictwa będzie prowadzona w następujących czterech obszarach wydobywczych (krach) zakładów Kopalni ČSM (*w obu lokalizacjach Kopalni ČSM numeracja kier wydobywczych jest ciągła*):

- kra 0 lokalizacji Północ
- kra 2a lokalizacji Północ
- kra 2b lokalizacji Południe
- kra 3 lokalizacji Południe

W celu określenia ryzyka oddziaływania sejsmicznego na powierzchnie związane ze wstrząsami oraz prewencją przeciwwstrząsową, konieczne jest posiadanie jak największej ilości dokładnych i istotnych informacji. Należą do nich:

- dane dotyczące budowy geologicznej na rozpatrywanym obszarze - części górotworu,
- informacje na temat wcześniejszej działalności górniczej w nadkładzie eksploatowanego obszaru oraz
- informacje na temat czasowego i przestrzennego rozkładu eksploatacji oraz ich powiązania.

Do oceny były dostępne następujące dane:

- mapy planowanych obszarów wyrobisk do czasu wydobywania zasobów, 1:5 000
- harmonogram zarządzania wyrobiskami w latach 2022-2025



- dla każdego eksploatowanego obszaru - mapę pokładów 1 : 2 000 planowanych do wydobywania
- dla każdego obszaru charakterystyczne profile odwiertowe geologicznych obejmujące wydobywane pokłady
- przegląd zaklasyfikowania części górotworu pod względem zagrożenia powstaniem wstrząsów
- dotychczasowa sejsmiczność na przedmiotowych obszarach

W dalszej zbiorczej Tab. 7 dla każdego z wykazu przedstawiono dane dla poszczególnych kier wydobywczych o wybieranych wyrobiskach ścianowych w ocenianym okresie lat 2022 do 2025 oraz oddzielnie dane o wyrobiskach ścianowych planowanych do wydobywania po tym okresie. W kolumnach podano, od lewej do prawej, numery planowanych wyrobisk, oznaczenie wybranego pokładu, łączną miąższość w cm oraz krzyżyki oznaczające kwartały, w których dane wyrobisko ścianowe będzie wybierane. W podtabeli dla wyrobisk planowanych po 2025 roku, dla lepszej orientacji dodano kolumnę oznaczającą krę wydobywczą, w której prowadzone będzie wydobywanie.

Tab. 7 Orientacyjny harmonogram wyrobisk ścianowych w kopalniach ČSM w latach 2022 - 2025

kra wydobywcza 0

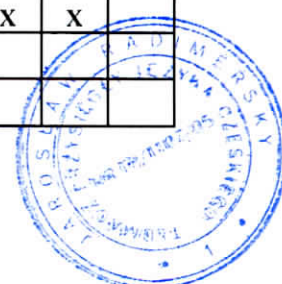
| wyrobisko ścianowe | pokład | miąż. | 2022 | 2023 | | | | 2024 | | | | 2025 | | | |
|--------------------|--------|-------|------|------|--|--|--|------|--|---|--|------|--|---|---|
| 400 000 | 40 | 310 | | | | | | | | X | | | | | |
| 400 004 | 40 | 310 | | | | | | | | | | | | X | X |

kra wydobywcza 2a

| wyrobisko ścianowe | pokład | miąż. | 2022 | 2023 | | | | 2024 | | | | 2025 | | | |
|--------------------|---------|-------|------|------|---|--|---|------|---|---|---|------|---|---|---|
| 292 207 | 29b vl. | 240 | | X | | | | | | | | | | | |
| 293 201/1 | 29b spl | 270 | | | | | | | | | X | X | | | |
| 293 200/2 | 29b spl | 300 | | | | | X | X | | | | | | | |
| 293 200/4 | 29b spl | 310 | X | | | | | | | | | | | | |
| 293 200/3 | 29b spl | 310 | | X | X | | | | | | | | | | |
| 300 201/3 | 30 | 310 | | | | | | | | | X | X | | | |
| 402 204 | 40 | 370 | | | | | | | | | | | X | X | X |
| 402 206 | 40 | 370 | | | | | | | X | X | X | | | | |
| 463 202 | Natan | 280 | | | | | | | | | | X | X | X | X |

kra wydobywcza 2b

| wyrobisko ścianowe | pokład | miąż. | 2022 | 2023 | | | | 2024 | | | | 2025 | | | |
|--------------------|--------|-------|------|------|---|---|---|------|--|--|--|------|---|---|--|
| 401 206/1 | 39 | 310 | X | | | | | | | | | | | | |
| 402 202 | 40 | 310 | | | | X | X | | | | | | | | |
| 402 204/1 | 40 | 310 | | | | | | | | | | | X | X | |
| 401 208/1 | 40 | 310 | | | | | X | X | | | | | | | |
| 463 200/2 | Natan | 280 | | X | X | X | | | | | | | | | |



| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------|-----|--|---|--|--|--|--|--|---|---|--|--|---|---|
| 463 202/1 | Natan | 260 | | | | | | | | X | X | | | | |
| 463 204/1 | Natan | 260 | | | | | | | | | | | | X | X |
| 463 206 | Natan | 260 | | X | | | | | | | | | | | |

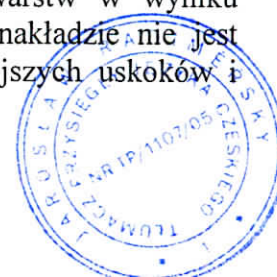
kra wydobywcza 3

| wyrobisko ścianowe | pokład | miąż | 2022 | 2023 | | | | 2024 | | | | 2025 | | | |
|--------------------|--------|------|------|------|---|---|--|------|--|--|--|------|--|--|--|
| 463 310 | Natan | 280 | X | | | | | | | | | | | | |
| 463 312 | Natan | 250 | | X | X | X | | | | | | | | | |

Wyrobiska ścianowe po 2025 roku

| wyrobisko ścianowe | pokład | miąższość | kra | uwagi |
|--------------------|--------|-----------|-----|-------|
| 300 201/2 | 30 | 310 | 2a | |
| 401 200/1 | 39 | 350 | 2a | |
| 402 200/1 | 40 | 310 | 2a | |
| 402 206/2 | 40 | 300 | 2a | |
| 402 208 | 40 | 350 | 2a | |
| 463 204 | Natan | 250 | 2a | |
| 463 208 | Natan | 250 | 2a | |
| 401 210/1 | 39 | 350 | 2b | |
| 402 206/1 | 40 | 350 | 2b | |
| 402 208/1 | 40 | 350 | 2b | |
| 402 301 | 40 | 350 | 3 | |
| 402 305 | 40 | 350 | 3 | |

Metodyka oceny była podobna dla każdego z obszarów (kier). Na podstawie właściwości geologicznych skał, ich składu i znanych danych o ich właściwościach mechanicznych oraz na podstawie znajomości budowy strukturalnej i tektonicznej, zgodnie z zasadami zapobiegania wstrząsom określono podatność danej części górotworu łącznie z eksploatowanymi pokładami na powstanie wstrząsu. Zwracam tu uwagę, że wszystkie części górotworu są uważane za podatne na wstrząsy, dopóki nie będzie można sporządzić dla nich regionalnej prognozy wstrząsów. W przypadkach, gdy nie wykonano jeszcze prognozy regionalnej, oceniono dostępne dane i na ich podstawie przyjęto pierwsze założenia o potencjalnym zagrożeniu wstrząsami podczas eksploatacji danego obszaru. Jednocześnie oceniono, jak wcześniejsza działalność górnicza mogła wpłynąć na stan naprężenia-odkształcenia w eksploatowanym obszarze. Uwzględniono również ewentualny wpływ wyższego nadkładu. Nawet jeśli w trakcie wydobywania pokładu nie przewiduje się zagrożenia wstrząsami, należy uwzględnić stopniowe oddziaływanie wyższych warstw w wyniku procesów reologicznych. Jeśli można przyjąć, że część górotworu w nakładzie nie jest całkowicie spękana i zdeformowana, to mogą one być źródłem późniejszych uskoków i

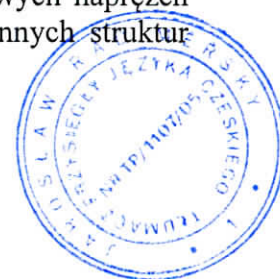


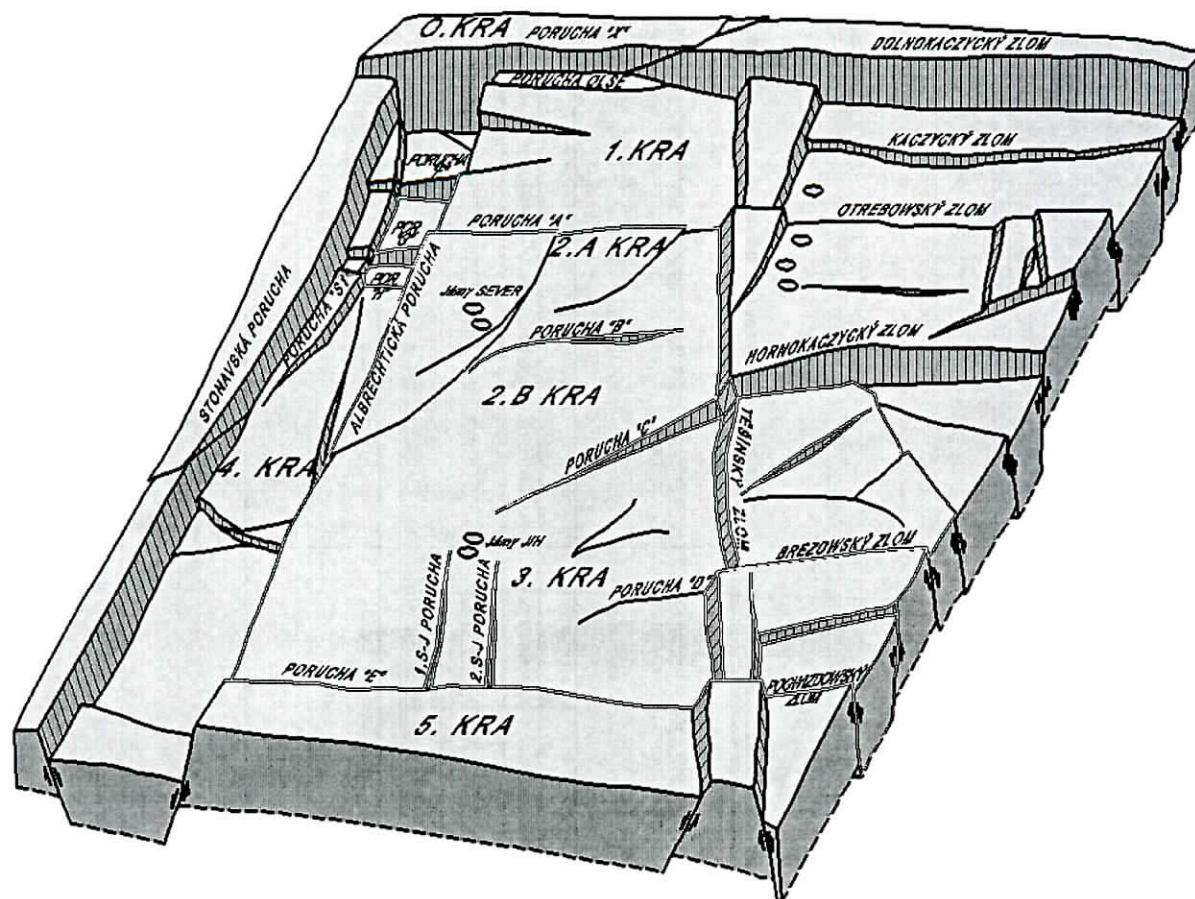
kruchych deformacji, którym towarzyszą zdarzenia sejsmiczne. Ze względu na procesy reologiczne należy uwzględnić pewne opóźnienie czasowe tych zjawisk. Dokładne zaklasyfikowanie poszczególnych wyrobisk ścianowych oraz korytarzy wg stopnia zagrożenie nie jest na razie możliwe, ponieważ nie ma wystarczających danych do ich zaklasyfikowania. Nie wyklucza to jednak aby przy uwzględnieniu wszystkich powyższych czynników, przeprowadzić jakościową i przybliżoną ilościową prognozę sejsmiczności wywołanej ewentualną działalnością górniczą.

2.2 Właściwości geologiczne

Obszar górniczy Kopalni "ČSM" znajduje się w najbardziej na wschód wysuniętej części zagłębia karwińskiego. Charakteryzuje się strukturą zrębową, która dominuje nad ciągłymi strukturami zmarszczkowymi. Oprócz uskoków normalnych, połączonych najczęściej z przemieszczeniami poziomymi, istotne są również struktury uskoku. System uskoków równoległych typu strike-slip o ogólnym kierunku NE-SW tworzy kilka równoległych powierzchni o różnej amplitudzie (od 1 m do 20 m) i nachyleniu około 20° na W do NW, które przechodzą miejscami w osuwiska międzywarstwowe. Przyjmuje się, że uskoki te są dowodem na to, że ten obszar OKR należy do górnej części klina akrecyjnego, który powstał w wyniku nacisku z kierunku NW na W i zderzenia naporowego orogenu waryscyjskiego z podłożem geologicznym utworzonym przez brunowistulikum. Ten system uskoków jest ważnym elementem wpływającym na rozkład pola naprężeń pierwotnych w obszarze górniczym, a tym samym wpływającym na możliwość koncentracji naprężeń w określonych obszarach górotworu i wystąpienia zjawisk wstrząsowych. W obszarze wydobywczym kopalni ČSM dominują uskoki normalne, które tworzą sieć uskoków podłużnych (kierunek N-S) i poprzecznych (kierunek W-E) tworzących główny schemat strukturalny i dzielących obszar górniczy na naturalne kry górnicze. Schemat został przedstawiony w blokdiagramie na rys. 3. Najbardziej wyraźnymi zaburzeniami są uskoki stonawski i albrechticki, które tworzą głęboki podłużny rów w zachodniej części obszaru górniczego i graniczą z 4. krą wydobywczą. Nie wyraźny rów tworzą również uskoki poprzeczne X i A ograniczające 1 krę, ale oba te przeciwstawne uskoki w dolnej części zakończyły wydobywanie w 1 krze. Z punktu widzenia regionalnej charakterystyki strukturalnej istotny jest również słaby zrąb uskoku cieszyńskiego, przebiegający blisko granicy z Polską. Zaburzenie X jest wyraźnym uskokiem poprzecznym, opadającym w kierunku południowym oddzielającym 0. krę od pozostałej części obszaru górniczego. Z punktu widzenia ogólnego rozkładu naprężeń na obszarze wydobywczym należy tu również wspomnieć o charakterze niektórych uskoków, które można uznać za uskoki zawiasowe lub rotacyjne (Price&Cosgrove 1990), np. zaburzenia A, B, D, które znacznie komplikują relacje dot. naprężeń w górotworze. W ramach koncepcji ocenianej w studium EIA na obszarze wydobywczy Kopalni ČSM będzie eksploatowane pokłady w krach wydobywczych 0, 2a, 2b i 3.

Ponieważ dla rozkładu naprężeń istotne są relacje strukturalne w górotworze, przedstawiono je tutaj w zgodzie z niektórymi wnioskami Waclawika (2009). Przede wszystkim należy wziąć pod uwagę, że większość uskoków poprzecznych wykazuje, oprócz grawitacyjnego komponentu ruchu, także ruchy poziome, prawdopodobnie związane z ogólnym ruchem orogenu waryscyjskiego. Wyniki badań na odcinku polskim wskazują, że uskok cieszyński jest przesunięty dekstralnie po zaburzeniach C i E. Podobną obserwację stwierdzono na zaburzeniu X, po którym uskok albrechticki również został przesunięty w kierunku dekstralnym. Z tych stwierdzeń wynika konieczność uwzględnienia szczątkowych naprężeń tektonicznych, przede wszystkim tych struktur, ale prawdopodobnie także innych struktur poprzecznych na obszarze wydobywczym.



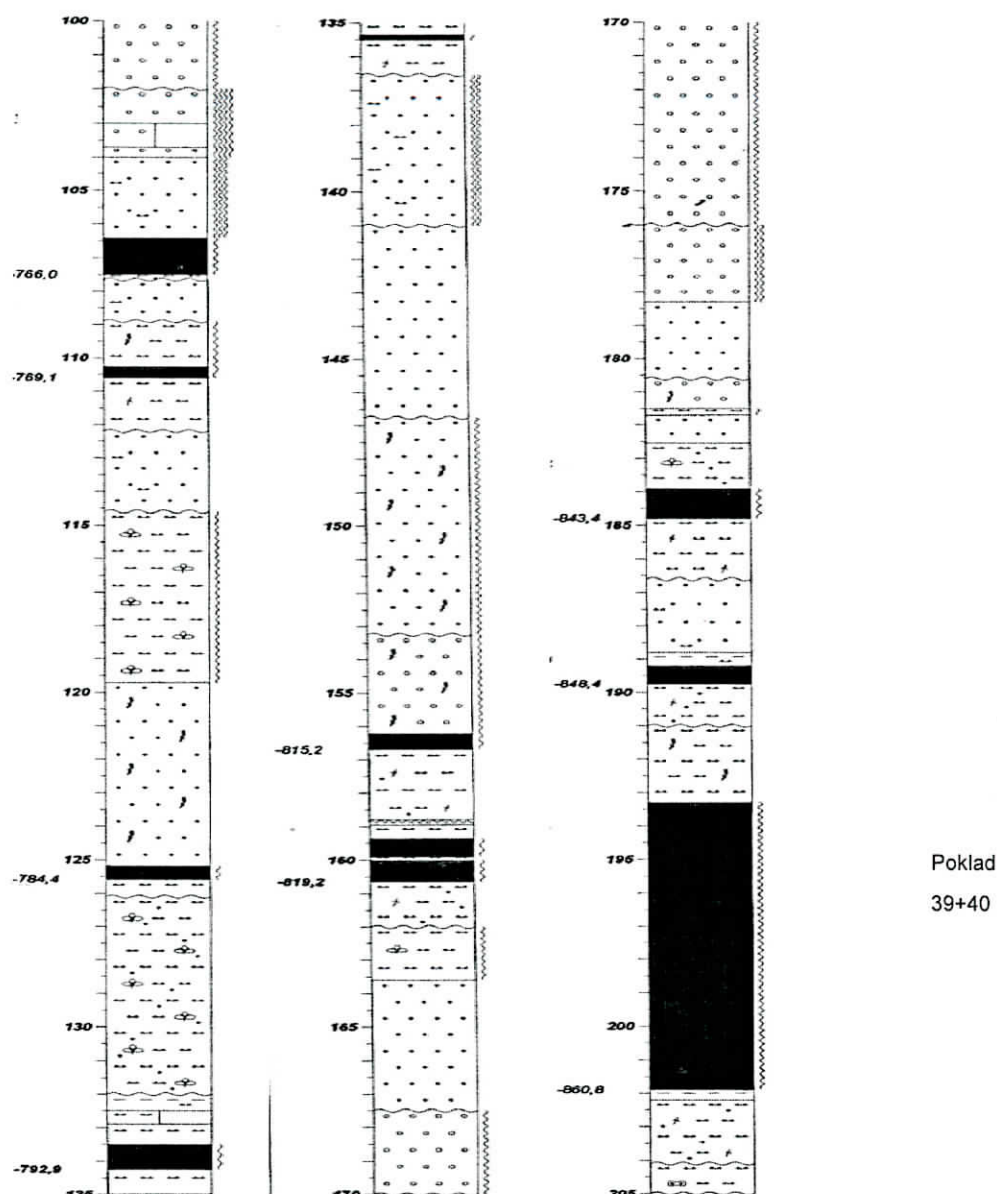


Rys. 3 Blokdigram budowy kier wydobywczych w obszarze górniczym Kopalni ČSM z uwzględnieniem części polskiej (Waclawik 1994)

Właściwości sedimentacyjne górotworu będą analizowane z punktu widzenia zapobiegania wstrząsom tylko w sekwencjach pokładowych monokliny karwińskiej i ostrawskiej, gdzie planowane jest wydobywanie. Są to pokłady 29b vr.l., 29b sp.l. i 30 w dolnych warstwach suchych, pokładu 39 i 40 w warstwach siodłowych oraz pokładu Natan w warstwach porębskich.

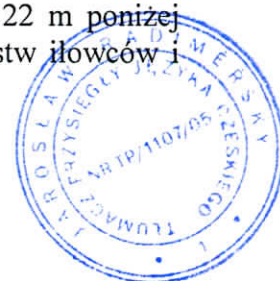
Układ warstw jest poziomy z ogólnym nachyleniem do 15° na ENE, w pobliżu niektórych uskoków nachylenie wzrasta, lokalnie do 30°. Skład litologiczny warstw w ciągach stratygraficznych pokładów, w których przewiduje się prowadzenie eksploatacji w latach 2023-2025, a być może i później, jest trochę inny. O ile dolne warstwy suche wykazują mniejszą zawartość piaskowców, to w kierunku spągu ich udział wzrasta do 80% w warstwach siodłowych, warstwy porębskie, jako najwyższy człon stratygraficzny monokliny ostrawskiej, składają się głównie z pyłowców i ilowców. Mięszkość poszczególnych warstw, w tym pokładów w tej jednostce stratygraficznej jest niższa niż w warstwach siodłowych. Ma to znaczenie przy ocenie górotworu w ramach prognozowania wstrząsów ponieważ tu jest mniejsze prawdopodobieństwo powstania ogniska koncentracji naprężeń. Z punktu widzenia wpływu na naprężenia jest również znacząca odległość międypokładowa pomiędzy pokładem siodłowym 40 a pokładem porębowym Natana, która wynosi ponad 170 m.





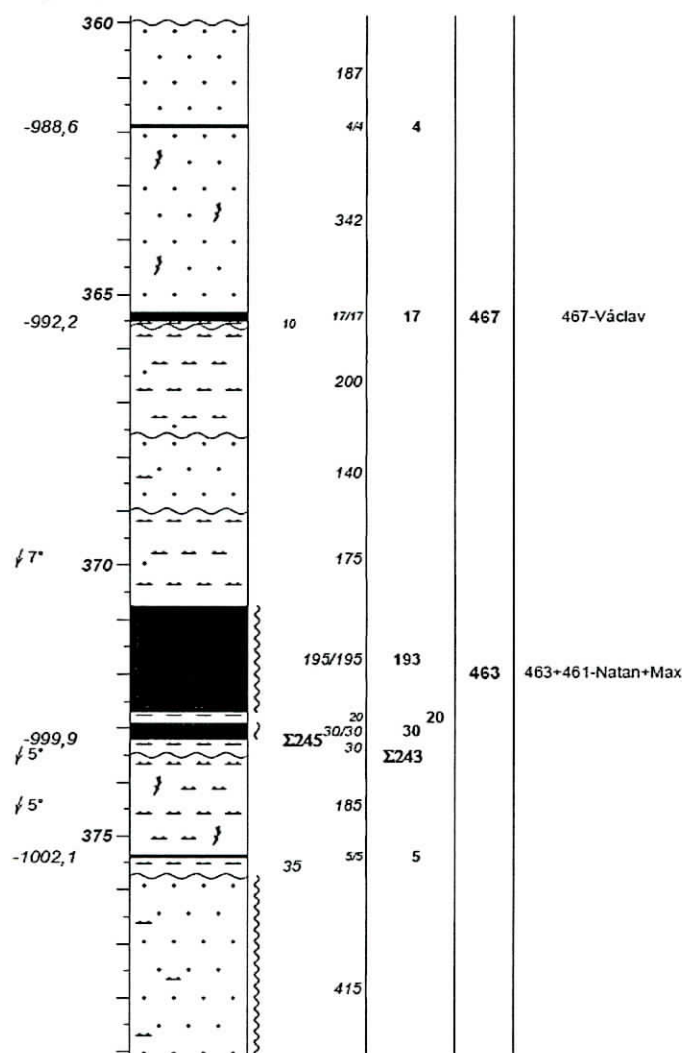
Rys. 4 Charakterystyczny profil litologiczny dolnej części warstw siodłowych (Kopalnia ČSM, kra wydobywcza 3)

Sekwencja stratygraficzna dolnych pokładów suchych, w których planowane jest wydobywanie wg koncepcji EIA, obejmuje pokłady 29b vr.l., 29b sp.l. i 30. Charakterystyczny profil jest tu opisany na podstawie odwiertu ČSM 56 wykonanego w rejonie kry 2a, gdzie wymienione pokłady będą wybierane. Najbliższy pokład nadkładowy 28 ma miąższość 1,2 m, następnie pod nim znajduje się 17 m odcinek odwiertu z naprzemiennie występującymi warstwami iłowców i pyłowców z pozostałościami roślin i niewybieralny pokład 28a, następnie pokład 29b o miąższości 2,5 m, pod nim następnie 13,5 m odcinek iłowców i pyłowców, w tym niewybieralne nieoznaczone pokłady o miąższości 0,5 m, aż do pokładu 29b sp.l. o miąższości 4 m. Pod nim znajduje się warstwa iłowca o grubości 0,3 m, 11 m piaskowca i 18 m naprzemiennie występujących warstw pyłowców i iłowców i pokład 30 o miąższości 2,0 m. Najniższym opisanym pokładem jest pokład 32 o miąższości 2,3 m, leżący 22 m poniżej pokładu 29b sp.l. Międzypokład ponownie składa się z naprzemiennych warstw iłowców i pyłowców.

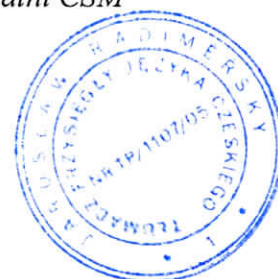


Pokłady 39 i 40 w warstwach siedłowych są słojami podstawowymi monokliny karwińskiej. W obszarze górniczym Kopalni ČSM charakteryzują się one przede wszystkim zmienną miąższością zarówno właściwych pokładów, jak i pośrednich, gdzie na znacznej części obszaru górniczego oba pokłady są połączone w jedną warstwę. Towarzyszące skały odpowiadają charakterowi litologicznemu dolnej części warstw siedłowych, w których dominują piaskowce i konglomeraty, tworzące stosunkowo grube warstwy. Przykład typowego profilu (odwiert 1258/04 z kry 3) przedstawiono na rys. 4. Oba pokłady 39 i 40 są w tym profilu połączone w jeden pokład o miąższości 8,5 m. Ogólnie rzecz biorąc, ten charakter sekwencji warstw jest uważany za jedną z podstawowych właściwości powodujących ryzyko wystąpienia wstrząsów.

Pokład Natan, jako pierwszy urabialny pokład warstw porębskich monokliny ostrawskiej, leży od 150 m do 180 m poniżej pokładu 40. Międzypokład obu warstw jest niezwykle przemienne. W sekwencji stratygraficznej występują w kategorii niebilansowej pokłady porębowe oraz naprzemiennie partie wszystkich typów klasycznych warstw osadowych z dominującym udziałem pyłowców i iłowców. Na rys. 5 przedstawiono przekrój odwiertu 1296-07 wierconego w 2 krze wydobywczej i dokumentującego typowy skład i układ warstw skalnych w warstwach porębskich.



Rys. 5 Przekrój profilu odwiertu 1296-07 w krze wydobywczej 2 Kopalni ČSM przechodzącego przez pokład Natan+Max



2.3 Właściwości geomechaniczne

Właściwości geomechaniczne górotworu są ważnym czynnikiem przy ocenie podatności na wstrząsy. Podstawą oceny są określone laboratoryjnie dane dotyczące właściwości fizycznych i mechanicznych poszczególnych rodzajów skał. W całym obszarze górniczym, podobnie jak w całym OKR są one znacząco zmienne. Podstawowe właściwości zostały przedstawione w Tab. 8,

Tab. 8 Właściwości fizyczno-mechaniczne skał w Kopalni ČSM

| | Wytrzymałość na ściskanie σ_D /MPa/ | Wytrzymałość na rozciąganie σ_T /MPa/ | Moduł sprężystości E /GPa/ | Współczynnik Poissona μ |
|--------------------------------|--|--|----------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Sedlové vrstvy</i> | | | | |
| Iłowiec | 34-85 | 3-8 | 12-19 | 0,14-0,24 |
| Pyłowiec | 18-146 | 5-10 | 16-24 | 0,15-0,22 |
| Piaskowiec drobnoziarnisty | 34-173 | 4-14 | 14-28 | 0,16-0,25 |
| Piaskowiec średnioziarnisty | 20-143 | 4-7 | 13-25 | 0,17-0,22 |
| Piaskowiec gruboziarnisty | 15-103 | 4-9 | 17-26 | 0,16-0,28 |
| Zlepieniec | 25-143 | 4-10 | 13-27 | 0,13-0,25 |
| <i>Warstwy porębskie</i> | | | | |
| Iłowiec | 28-91 | 1-6 | 1-10 | 0,14-0,19 |
| Pyłowiec | 23-123 | 4-12 | 5-16 | 0,17-0,24 |
| Piaskowiec drobnoziarnisty | 39-143 | 5-14 | 8-16 | 0,15-0,22 |
| Piaskowiec średnioziarnisty | 45-121 | 3-11 | 6-20 | 0,15-0,22 |
| Piaskowiec gruboziarnisty | 67-110 | 3-8 | 10-15 | 0,18-0,22 |
| Zlepieniec | 60-143 | 4-5 | 12-15 | - |

Właściwości geomechaniczne określone laboratoryjnie wyrażają jedynie właściwości samej próbki skalnej, bez uwzględnienia innych czynników, które oddziałują w rzeczywistym górotworze, takich jak budowa strukturalna, drobne dyslokacje, warstwowanie, charakter sedimentacji itp. Dlatego do klasyfikacji górotworu pod względem zabezpieczenia przed trzęsieniem ziemi stosuje się metodykę obejmującą ocenę tych czynników.

Na podstawie metodyki stosowanej w tzw. regionalnej prognozie wstrząsów poszczególne części górotworu są klasyfikowane w następujący sposób (Tab. 9):



Tab. 9 Klasyfikacja części górotworu do kategorii zagrożenia wstrząsami

| Kra | Określona część górotworu | kategoria | pokłady |
|-----|--|-----------|---|
| 0 | Cała kra | SN | 40 (504) |
| 2a | Część obejmująca w pionie sekcję stratygraficzną pomiędzy stropem pokładu 29a a spągiem pokładu 29b, część dolna na obszarze kry wyznaczonej przez współrzędne | BN | 29a (652), 29b vrl (650) 29b spl, wsch.część (649), 29b spl, pł.część (648) |
| | Pozostałe części górotworu na całej krze | SN | 30 (634), 39 (510), 40 (504), 461, 463 |
| 2b | Cała kra | SN | 39, 40, 461 a 463 |
| 3 | Cała kra | SN | 461, 463 |

W tabeli SN oznacza kategorię masywu skalnego (górotworu) zagrożonego powstaniem wstrząsów, BN kategorię bez zagrożenia wstrząsowego. Jeśli chodzi o miejsce, w którym można spodziewać się inicjacji (ogniska) wstrząsu, to we wszystkich przypadkach kategorii SN, mając na uwadze charakterystykę geologiczną, należy wziąć pod uwagę miejsce wstrząsu zarówno w nadkładzie, jak i w samym pokładzie wydobywczym.

2.4 Aktywność sejsmiczna

2.4.1 Wyposażenie techniczne do monitorowania sejsmiczności w Kopalni ČSM

Obszar Kopalni ČSM należał do 1990 roku do terenów, na których sporadycznie prowadzono wydobywanie w obszarach zagrożonych występowaniem wstrząsów górniczych. Aktywność sejsmiczną tego obszaru monitorowała więc jedna powierzchniowa stacja sejsmologiczna na terenie byłego zakładu ČSM Jih [Południe].

W późniejszym okresie, tzn. od 1991 roku potrzeba bardziej szczegółowej oceny rozwoju aktywności sejsmicznej stawała się coraz bardziej aktualna, analiza stanów zagrożenia oraz oceny profilaktyki przeciwwstrząsowej prowadzonej przy użyciu środków aktywnych w wyniku eksploatacji pokładów w dolnej części warstw siodłowych. W 1995 roku zaprojektowano lokalną sieć sejsmologiczną, którą w kolejnych latach została zbudowana ze stacjami pomiarowymi zlokalizowanymi w rejonie obu zakładów górniczych ČSM.

Obecnie sieć sejsmologiczna kopalni ČSM składa się z łącznie ośmiu stacji zlokalizowanych w podziemnych wyrobiskach górniczych i jednej stacji powierzchniowej, które zapewniają monitoring sejsmologiczny obszarów górniczych obu zakładów. Oprzyrządowanie jest takie samo jak w sieci lokalnej pozostałych kopalni OKD, a.s. Jedynie przesyłanie sygnału z podziemi jest rozwiązane nie przez osobny kabel komunikacyjny, ale przez linie telefoniczne z wykorzystaniem specjalnych konwerterów. Te modulatory sejsmologiczne (SL) (jeden modulator na jeden czujnik) zostały opracowane w latach 90. ubiegłego wieku dla warunków kopalni OKR. Modulatory SL mają własne zasilanie z powierzchni, po tej samej trasie kablowej, która przenosi modulowany sygnał sejsmiczny do stanowiska sejsmicznego kopalni ČSM. Na stanowisku sejsmicznym modulowany sygnał jest przekazywany do demodulatora SL i wzmacniacza i trafia do sekcji odbiorczej aparatu SL. Część powierzchniowa jest zawsze wspólna dla 5 kanałów SL.



Po wybudowaniu sieć SL kopalni ČSM została włączona do lokalnej sieci sejsmologicznej obejmującej całe zagłębie z centralnym gromadzeniem i analizą danych. Śledzenie aktywności sejsmicznej na większym obszarze (w obrębie OKR) zapewnia regionalna sieć sejsmologiczna - Polygon sejsmiczny Green Gas DPB, a.s., której stacje sejsmologiczne otaczają głównie karwińską część OKR. Polygon sejsmiczny został zbudowany i oddany do użytku na przełomie lat 80. i 90. ubiegłego wieku.

W celu monitorowania sejsmiczności w strefie przygranicznej w Polsce w Kaczycach i Pogwizdowie również zostały utworzone powierzchniowe stacje sejsmiczne. Stanowi to uzupełnienie monitoringu sejsmiczności w polskiej strefie przygranicznej.

Zbieranie i analiza danych lokalnej sieci stacji sejsmologicznych poszczególnych kopalń w OKR jest od końca lat 80. XX w. scentralizowana. Od 2002 roku rolę sejsmologicznego centrum gromadzenia i oceny danych dla całej OKD, a.s. przejęła firma Green Gas DPB, a.s. z siedzibą w Paskovie. Dane sejsmologiczne z lokalnych stacji kopalni są przetwarzane razem z danymi z Polygonu sejsmicznego. Analiza danych sejsmologicznych prowadzona jest w sposób ciągły na trzech zmianach przez siedem dni w tygodniu. Centrum prowadzi również kompletną bazę danych zjawisk sejsmologicznych z terenu OKR (od 1.04.1988 r.) oraz zapewnia archiwizację danych SL.

Pomiar aktywności sejsmicznej w obszarach górniczych kopalni ČSM za pomocą stacji sejsmologicznych uzupełnia również stały monitoring sejsmoakustyczny na przedpolu wybranych wyrobisk ścianowych.

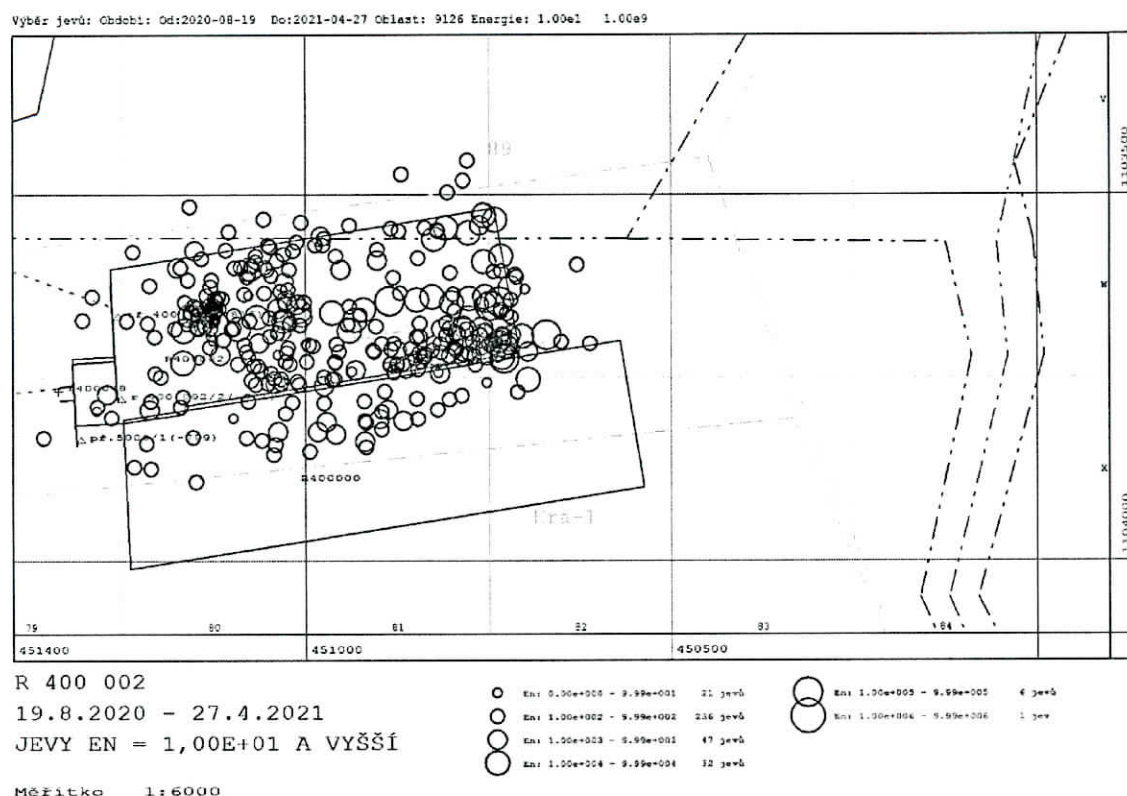
2.4.2 Ocena sejsmiczności na przedmiotowych obszarach

Oceny sejsmiczności w poszczególnych obszarach jest przeprowadzana na podstawie doświadczeń z aktywnością sejsmiczną monitorowaną podczas eksploatacji górniczej w podobnych warunkach geologicznych i górniczych, takich jakie będą występować w okresie ocenianym w ramach EIA. Wybrane tu obszary zainteresowania niekoniecznie muszą całkowicie pokrywać się z krami wydobywczymi, ponieważ wydobywanie w większości przypadków koncentruje się na fragmentach pokładów, poszerzając dotychczas wydobyte obszary. Dlatego stosuje się porównanie sejsmiczności z wcześniej wydobytymi wyrobiskami o podobnych warunkach geologiczno-górniczych i w kilku obszarach tej samej kry górniczej.

2.4.2.1 Sejsmiczność podczas eksploatacji wyrobiska 400 002 w krze wydobywczej 0

Wyrobisko 400 002 było wybierane w podobnych warunkach jak będą wybierane wyrobiska 400 000 i 400 004. Sejsmiczność w okresie wydobywania (od 19.08.1920 do 27.04.2021 r.) jest przedstawiona na rys. 6. Zdarzenia istotne sejsmicznie (zdarzenia o energii 10^4 J lub wyższej) stanowią około 11% całkowitej aktywności, co można uznać za normalną aktywność przy eksploatacji pokładu 40. Przy tym 19 przypadków zjawisk istotnych sejsmicznie zostało wywołanych przez roboty strzałowe bez wyłomu w ramach zapobiegania wstrząsom. Drgania powierzchniowe przy zjawiskach wysokoenergetycznych zarejestrowano w 4 przypadkach, bez oznak uszkodzenia obiektów powierzchniowych.





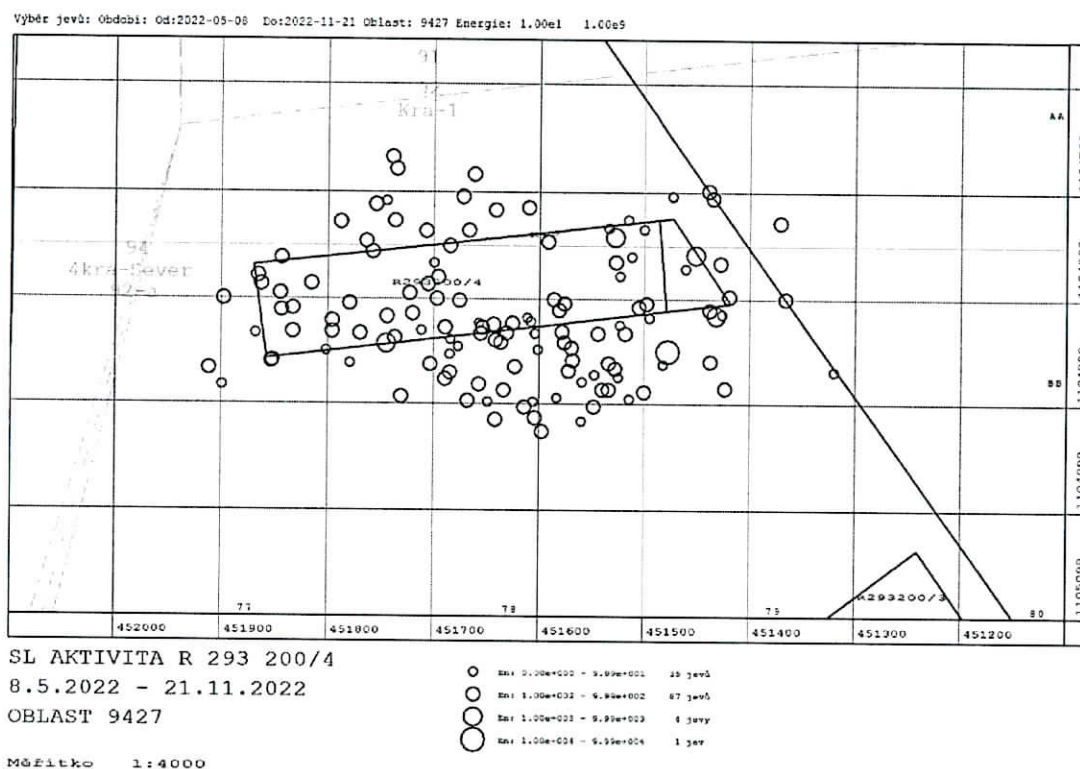
Rys. 6 Aktyvnost seismická podczas eksploataci wyrobiska 400 002 w pokładzie 40, kra wydobywca 0.

2.4.2.2 Seismičnosť podczas wydobywania w rejonie filaru ochronnego szybów ČSM Sever w krze wydobywczey 2a.

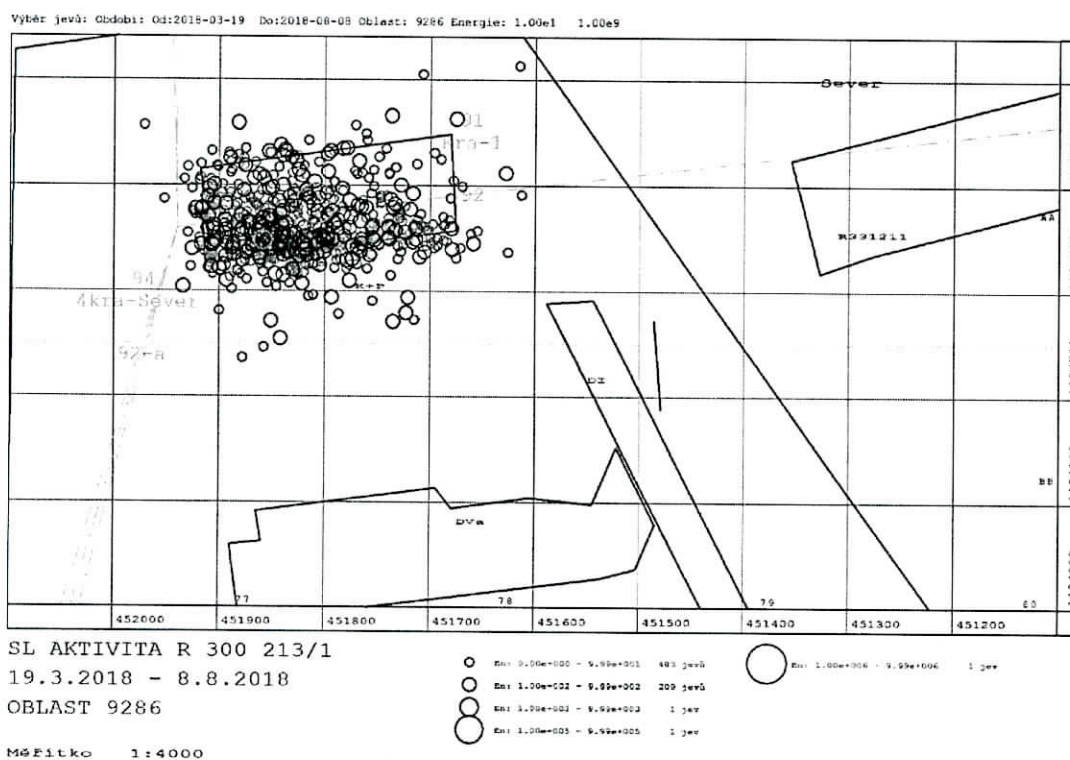
Aktyvnost seismičnā w rejonie filaru ochronnego szybów (dalej OPJ) ČSM Sever dokumentujā tu dwa przykłady. Pierwsza z nich ilustruje seismičność podczas eksploataci wyrobiska 293 200/4 w pokładzie 29b sp.l. i została przedstawiona na rys. 7. W trakcie wydobywania powstało tylko jedno znaczące zdarzenie energii rzędu 10^4 J. Jest to również zgodne z założeniami geomechanicznymi, że przy wydobywaniu dolnej warstwy seismičności jest niska.

Również aktyvnost seismična w trakcie wybierania pokładu 30 wyrobiskiem 300 213/1 była reprezentowana jedynie przez zdarzenia o energii rzędu do 10^2 J. Ich częstotliwość była znaczna, co widać na rys. 8. Łącznie podczas wydobywania wygenerowano 692 zjawiska wobec tylko 3 zjawisk wyższego rzędu energetycznego, ale w dniu 13.04.2018 r. wystąpił wstrząs, któremu towarzyszyły 2 znaczące zjawiska seismiczne ze wstrząsami powierzchniowymi. W kolejnej fazie eksploataci wyrobiska aktyvnost seismična ponownie zmalała i dochodziło jedynie do okresowego niskoenergetycznego uwalniania naprężeń.





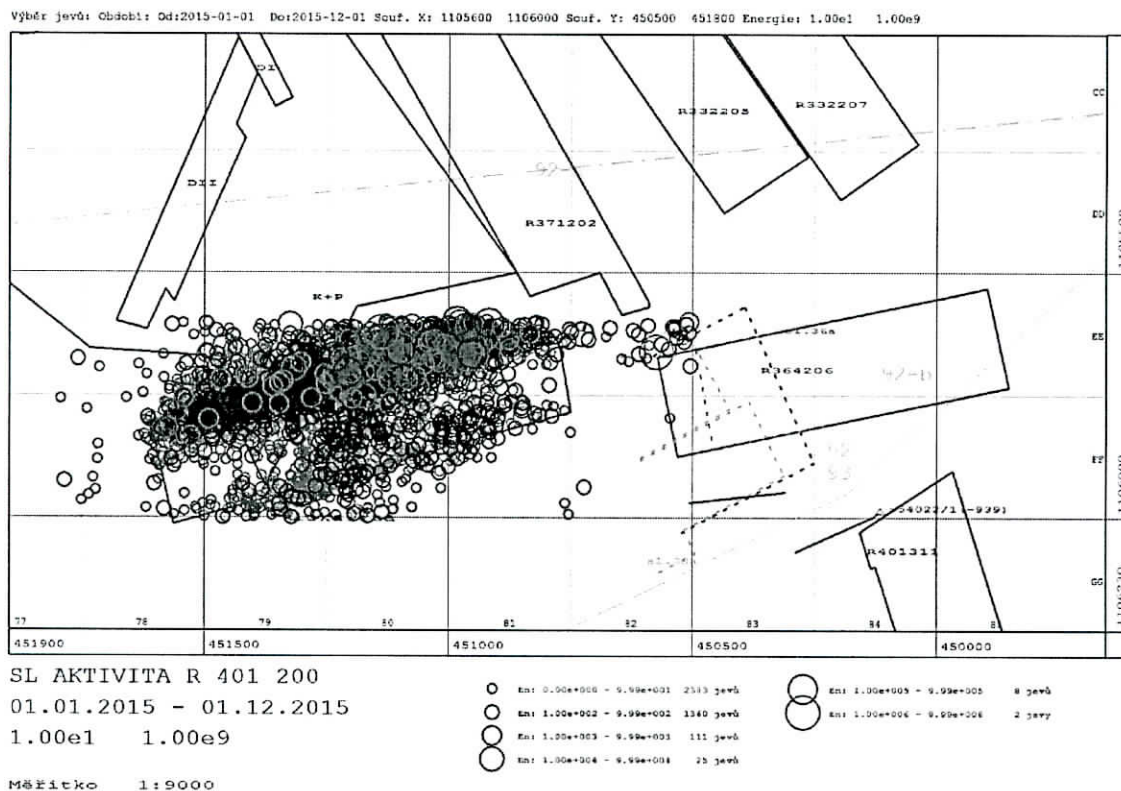
Rys. 7 Aktywność seismiczna podczas eksploatacji wyrobiska 293 200/4 w pokładzie 29b sp.l.,
kra wydobywcza 2a.



Rys. 8 Aktywność seismiczna podczas eksploatacji wyrobiska 300 213/1 w pokładzie 30a, kra
2a.



2.4.2.3 Aktywność sejsmiczna podczas eksploatacji wyrobiska 401 200 w południowej części kry 2a.



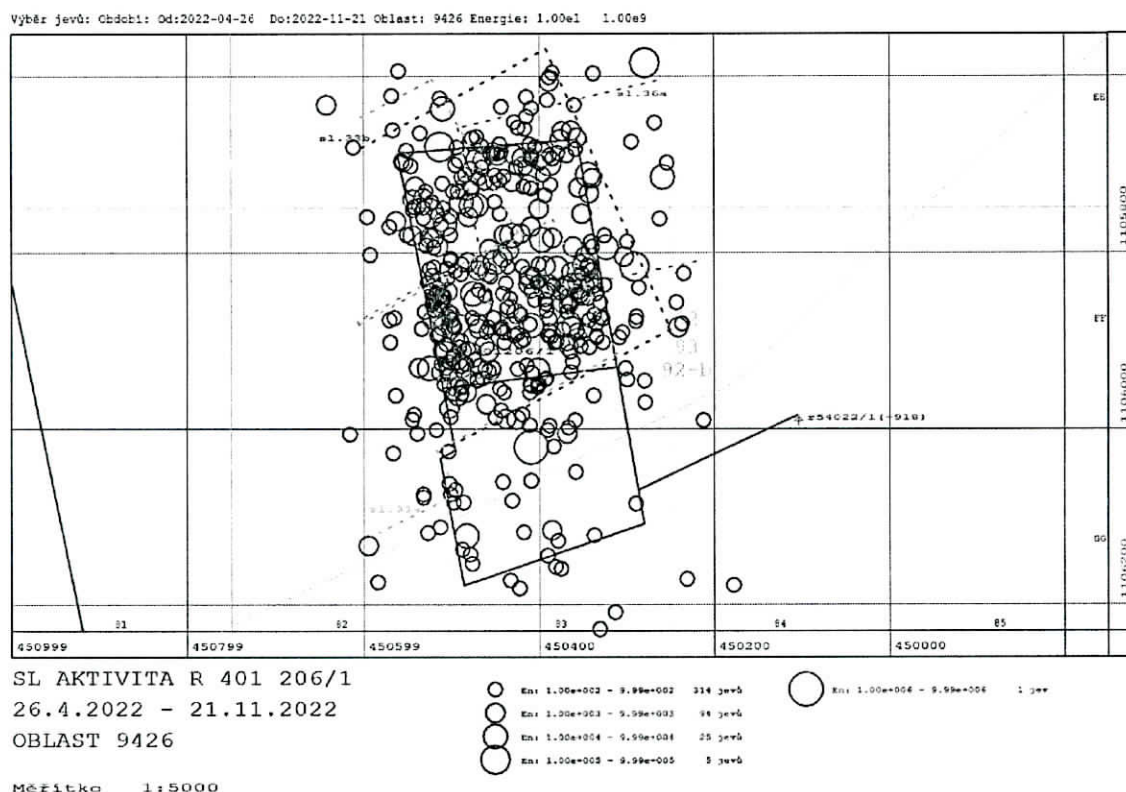
Rys. 9 Aktywność sejsmiczna podczas eksploatacji wyrobiska 401 200 w pokładzie 39, kra wydobywcza 2a.

Wyrobisko 401 200/1 w pokładzie 39a i wyrobisko 402 200/1 w pokładzie 40 będą częściowo wydobywane w południowej części OPJ ČSM Sever. Poszerzą one obszar już wybrany przez wcześniejsze wyrobiska 401 200, 401 202, 402 200 i 402 202 w dwóch wymienionych pokładach w kierunku północnym na łączną szerokość około 600 m, tworząc w ten sposób obszar wydobywczy o wymiarach 600×650 m. Aktywność sejsmiczną podczas eksploatacji wyrobiska 401 200, czyli od 1.01.2015 do 1.12.2015 r., przedstawiono na rys. 9. Choć zbiorcze przedstawienie wszystkich zjawisk podczas wydobywania w 2015 roku nie jest do końca czytelne, to należy konstatować, że na ogólną liczbę 3889 monitorowanych zdarzeń sejsmicznych tylko 35 to zdarzenia znaczące, czyli o energii większej niż 10^4 J. Oznacza to, że stanowią one zaledwie mniej niż 1% wszystkich zjawisk, a większość energii potencjalnej została wygenerowana przez zjawiska niskoenergetyczne (nawet nie odczuwalne w kopalni). Z punktu widzenia lokalizacji istotnych zdarzeń sejsmicznych za znaczące uważam ich występowanie po północnej stronie wybieranego obszaru, czego można się spodziewać również podczas eksploatacji wyrobisk 401 200/1 i 402 200/1. W trakcie wybierania wyrobiska 401 200 zarejestrowano łącznie 28 przypadków wstrząsów powierzchniowych bez znaczących efektów destrukcyjnych dla obiektów powierzchniowych.



2.4.2.4 Aktywność sejsmiczna podczas eksploatacji wyrobiska 401 206/1 w południowej części kry 2b.

W obszarze, w którym wybieany będzie pokład 39 wyrobiska 401 206/1 i 401 208/1 oraz w pewnym stopniu wyrobisko 401 200/1 w południowej części OPJ Sever, w ostatnim czasie było wybierane wyrobisko 401 206/1. Aktywność sejsmiczna podczas jego wydobywania udokumentowana jest na rys. 10. Obejmuje on łącznie 439 zjawisk, przy czym tylko 7% to zjawiska znaczące. Wstrząsy powierzchniowe wystąpiły tylko w 3 przypadkach zjawisk o energii rzędu 10^3 J. Nie doszło do uszkodzenia obiektów powierzchniowych.



Rys. 10 Aktywność sejsmiczna podczas eksploatacji wyrobiska 401 206/1 w pokładzie 39, kraw. wydobywcza 2b.

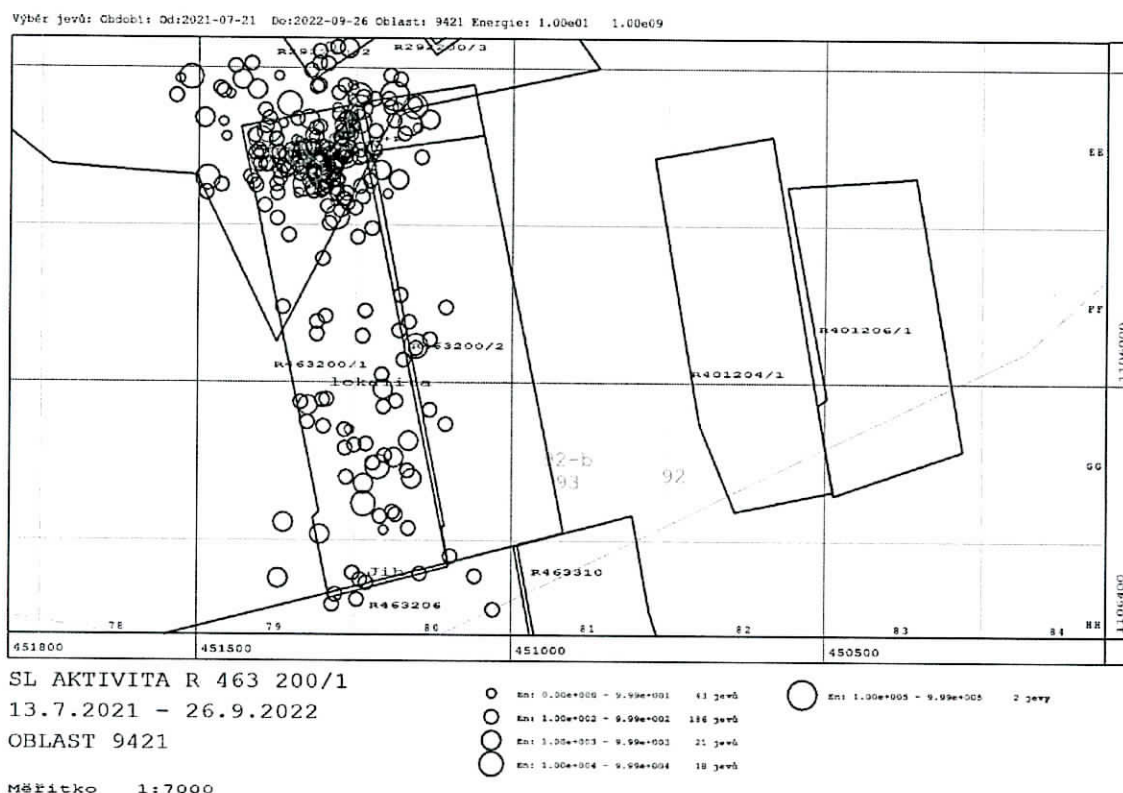
2.4.2.5 Sejsmiczność podczas eksploatacji wyrobiska ścianowego w pokładzie Natan w południowej części kry wydobywczej 2b.

Dla porównania i technicznego oszacowania aktywności sejsmicznej podczas eksploatacji pokładu Natan w południowej części kry 2b wybrano 2 przykłady z eksploatacji tego pokładu. Pierwszy to wyrobisko 463 200/1, biegnące z północy na południe i drugi 263 206 wybierane z zachodu na wschód, w nieco innym położeniu geometrycznym.

Podczas eksploatacji pokładu Natan wyrobiskiem 463 200/1 wystąpiło łącznie 270 zdarzeń sejsmicznych, przy czym udział zdarzeń znaczących był bardzo niski (Rys. 11). W 12 przypadkach tąpnięć były odczuwalne wstrząsy na powierzchni, co stanowi stosunkowo wysoki odsetek w porównaniu z poprzednimi obszarami. Wyraźnie widać kumulację zjawisk w pierwszej fazie wydobywania, rozwijania frontu wyrobiska ścianowego od początkowej przebitki. Liczba zjawisk wyraźnie malała wraz z dalszym przesuwaniem się frontu wyrobiska ścianowego. Podobną tendencję wykazują Znaczące zdarzenia sejsmiczne.

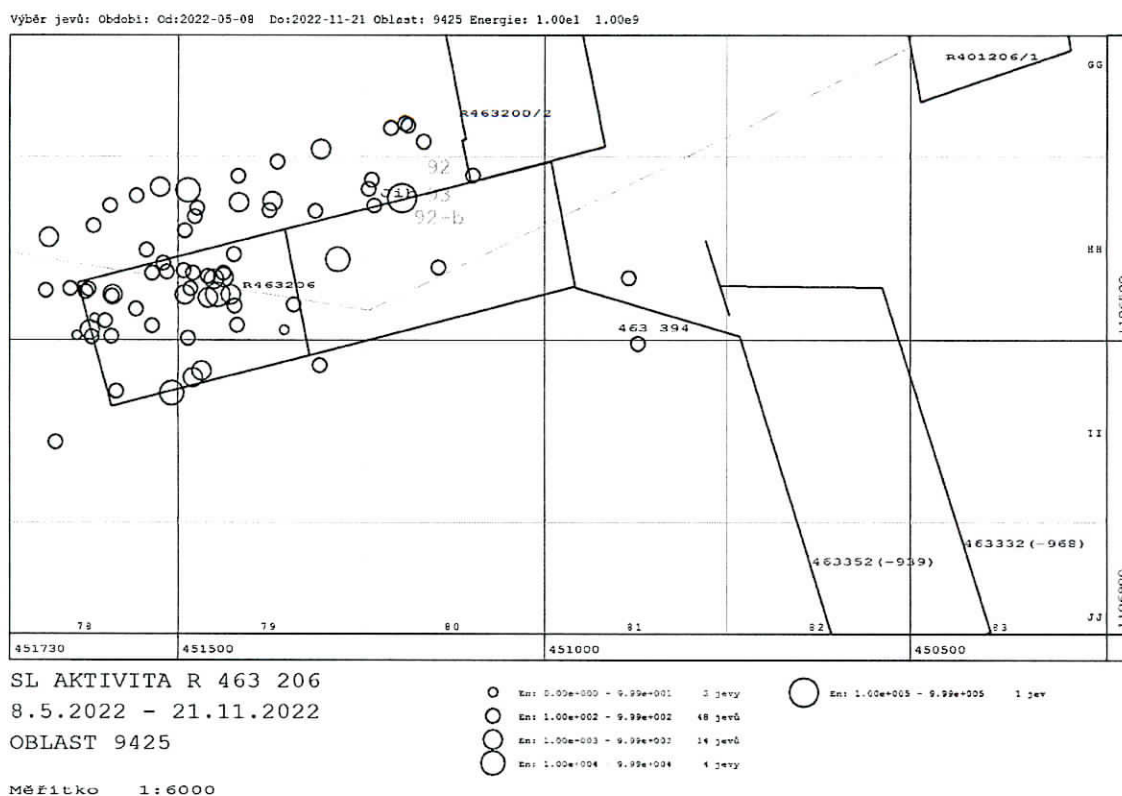


Wyraźnie odbiegają od tego dane na rys. 12 dokumentuje aktywność sejsmiczną podczas eksploatacji wyrobiska 463 206 w tym samym pokładzie Natan w tej samej części kry wydobywczej w północnej część OPJ ČSM Jih. Mimo, że wyrobisko to jest nadal eksploatowane i do 31.10.2022 r. przesunęło się o około 250 m od początkowej przebitki, aktywność sejsmiczna jest mniejsza, zwłaszcza w fazie rozwijania frontu wyrobiska ścianowego od początkowej przebitki. Dotychczas zarejestrowano jedynie 70 zdarzeń sejsmicznych, w tym 5 znaczących, z czego tylko jedno wywołało wstrząs powierzchniowy.



Rys. 11 Aktywność sejsmiczna podczas eksploatacji wyrobiska 463 200/1 w pokładzie Natan, kra wydobywcza 2b.



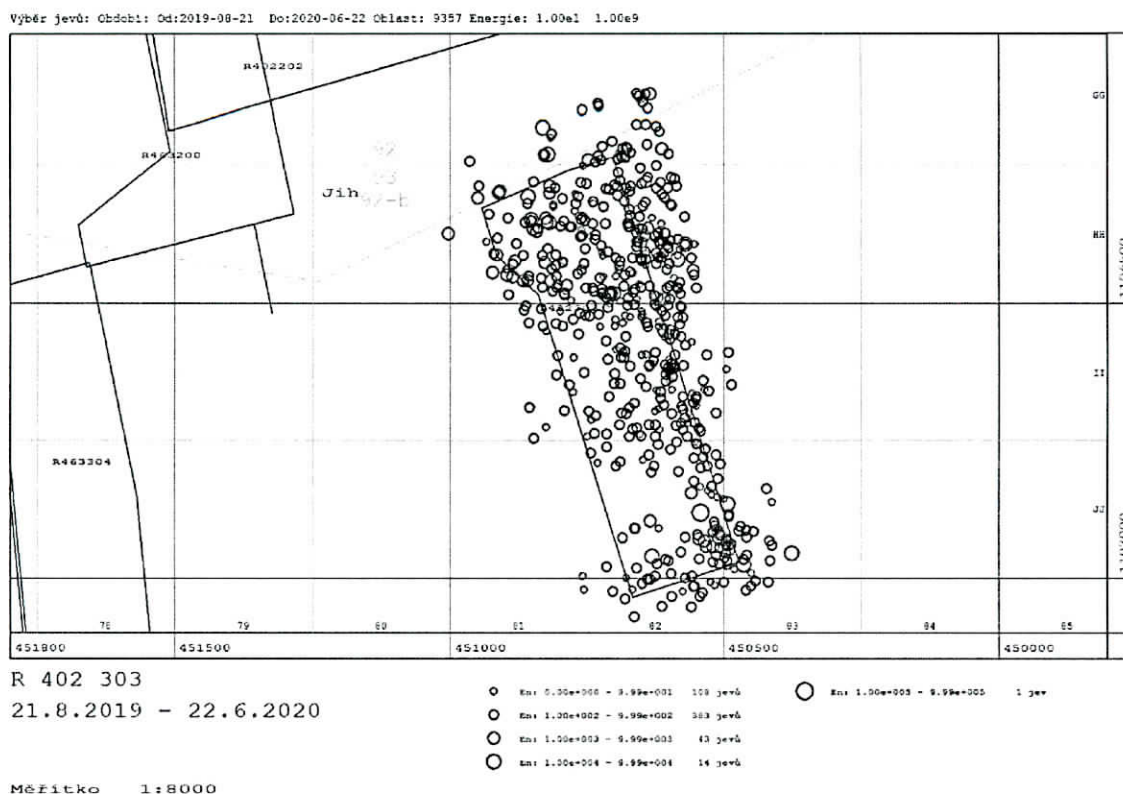


Rys. 12 Aktivita seismická podčas eksploataci vyrobiska 463 206 v pokladie Natan, kra 2b.

2.4.2.6 Aktivita seismická podčas eksploataci vyrobiska 402 303 v pokladie Natan, kra wydobywca 3.

Ostatním analizovaným obszarem jest obszar 2 kry w południowej części obszaru górnicego. Planuje się wydobyć pokład 40 wyrobiska 402 301 i 402 305. Do porównania i technicznego oszacowania rozwoju seismiczności podčas ich eksploataci wybrano wyrobisko 402 303, którego aktywność seismiczną udokumentowano na rys. 13. Łącznie na tym obszarze podčas wybierania wyrobiska zarejestrowano 549 zdarzeń seismicznych, a udział zdarzeń znaczących wynosi zaledwie 2,7%. Do wstrząsów na powierzchni doszło jedynie w 4 przypadkach, poza jednym, wszystkie w fazie rozwijania frontu wyrobiska ścianowego od początkowej przebitki. Jednak w tym przypadku również nie doszło do destrukcyjnego wpływu na budowlę na powierzchni.





Rys. 13 Aktyvnost seismická podczas eksploataci wyrobiska 402 303 w pokładzie 40, kra wydobywca 3.

2.5 Ocena zagrożenia wstrząsami i zjawiskami sejsmicznymi w krach wydobywczych

2.5.1 Obszar kry wydobywczey 0

Warunki górnicze na tym obszarze

W krze wydobywczey 0 zakładu Sever planuje się wydobyć pokład 40 w warstwach siodłowych. Osiąga miąższość 3,7 m. Wydobyć będzie prowadzone przez wyrobiska 400 000, 400 004.

Cały obszar kry wydobywczey 0 był historycznie eksploatowany począwszy od pokładu 30. Ze względu na znaczne uskoki tektoniczne i liczne erozje pokładu w krze wydobywczey 0 pokłady są wybierane jedynie wyspowo. Z uwagi na charakterystykę geologiczną a przede wszystkim na wspomniane wyżej znaczne uskoki tektoniczne podczas eksploatacji nie występują znaczące koncentracje naprężeń w pozostawionych filarach. Niemniej jednak nie można wykluczyć zastosowania bardziej rozległych bezwyłomowych robót strzałowych w nadkładzie wybieranych pokład pokładów, zwłaszcza przy wybieraniu podstawowego pokładu 40. Nie można również całkowicie wykluczyć, że przede wszystkim wybieraniu pokładu 40 może towarzyszyć aktywność sejsmiczna, która może oddziaływać również na powierzchnię w epicentrum wydobywania.

Właściwości geologiczne i geomechaniczne

Kra 0 jest ograniczona na północy linią demarkacyjną między kopalniami ČSM i Darkov, na wschodzie uskokiem cieszyńskim, na południu uskokiem "X", a na zachodzie uskokiem



albrechcickim.

Produktywny karbon reprezentowany jest przez warstwy ostrawskie i karwińskie. Grubość warstw siodłowych systemu warstw krawińskich, w których będzie prowadzona działalność górnicza, waha się od około 180 do 200 m. Poniższy opis dotyczy ich składu geologicznego od pokładu 33ab do pokładu 40, czyli sekwencji stratygraficznej, której skład będzie miał wpływ na wydobywanie w najbliższych latach. Poniżej warstwy 33ab leży potężna warstwa piaskowców i piaszczystych pyłowców. Osiąga ona do 60 m. Pyłowce i ilowce występują w cieńszych warstwach jedynie wokół pokładów niebilansowych 35b i 36a. Również w nadkładzie pokładu 36b znajduje się warstwa piaskowca o miąższości około 10 m, ale powyżej niej występują cienkie warstwy towarzyszące pokładowi 36a. To samo można powiedzieć o pozostałych warstwach siodłowych aż do pokładu 40. Warstwa o miąższości około 100 m pomiędzy pokładami 36b i 40 składa się głównie z warstw piaskowców i mniej stałej skały występują w bezpośrednim sąsiedztwie pokładów 37a, 37b, 38a i 39a. Pokład 39a w krze wydobywczej 0 jest rozwinięty osobno pokład 40 leży około 40 m pod nim. Nachylenie warstw jest subhoryzontalne z ogólnym nachyleniem od 2° do 5° NE. Skład skał jest więc charakterystyczny dla dolnej części warstw siodłowych i jednocześnie należy do takich, które są podatne na powstawanie wstrząsów. Za istotny element z punktu widzenia rozkładu naprężeń w nadkładzie pokładu 40 uważam również wyrwy erozyjne.

Ocena ryzyka wystąpienia wstrząsów i zwiększonej sejsmiczności

Na podstawie oceny właściwości geologicznych i geomechanicznych kra 0 w rejonie warstw siodłowych została zakwalifikowana jako podatna na występowanie wstrząsów. W związku z tym nie można tu całkowicie wykluczyć występowania silnych zjawisk sejsmicznych, które mogą, w związku z wcześniejszą działalnością górniczą w nadkładzie, oddziaływać na powierzchnię w epicentrum wydobywania. Jednakże, nawet w przypadku znaczących zdarzeń sejsmicznych, nie oczekuje się zjawisk, których szybkości drgań na powierzchni przekroczy wartości graniczne oznaczające uszkodzeń obiektów.

2.5.2 Obszar kry wydobywczej 2a

Warunki górnicze na tym obszarze

W krze 2a planowane jest wybieranie pokładów:

- 29b vr.l. wyrobisko 292 207,
- 29b sp.l. wyrobiska 293 201/1, 293 200/2, 293 200/3 a 293 200/4
- 30 wyrobiska 300 201/3 a 300 201/2,
- 39 wyrobisko 401 200/1 (na granicy między krami 2a i 2b)
- 40 wyrobisko 402 200/1 (na granicy między krami 2a i 2b), 402 204, 402 206, 402 206/2 a 402 208
- Natan wyrobiska 463 202, 463 204 i 463 208

Obszar kry wydobywczej 2a był eksploatowany począwszy od warstw suchych. Eksploatacja, uwzględniająca budowę geologiczną oznaczała często pozostawienie niewybieganych części pokładów oraz powstanie filarów i krawędzi niewybrania. Specyficzną częścią kry 2a jest filar ochronny szybów ČSM Sever. W związku z kończeniem wydobywania rozpoczęto wydobywanie w obrębie obszaru chronionego, a mianowicie w pokładach 29b vr.l. i 29b sp.l. Ponadto w przeszłości prowadzono w nim eksperymentalną eksploatację chodnikową w pokładzie 30. Nie ma jeszcze wystarczających doświadczeń z geomechanicznym oddziaływaniem wybierania chodników, ale ogólnie należy założyć przynajmniej częściowe



odciążenie górotworu w ich sąsiedztwie. Wydobycie ww. wyrobisk będzie prowadzone sukcesywnie zgodnie z harmonogramem przedstawionym w tab. 7. Pokład 29b będzie wybierany tylko przez wyrobisko 292 207 we wschodniej części kry 2a, w sposób odizolowany od pozostałych planowanych wyrobisk, a dolna warstwa pokładu 29b będzie wybierana stopniowo wyrobiskami 293 200/4, 293 200/3 i 293 200/2. Poza ramami czasowymi 2025 roku planowane jest wydobycie z pokładu 293 201/1 na północ od filaru ochronnego szybu ČSM Sever. Dwa bloki wydobywcze w pokładzie 30 planowane w północnej i zachodniej części OPJ są projektowane tak, że pierwszy powstanie przełomie 2024 i 2025 r., a drugi po 2025 r. W związku z wydobyciem w zachodniej części kry 2a należy również wspomnieć o wybieraniu pokładów 39 i 40 w południowej części OPJ. Wyrobiska 401 200/1 i 402 200/1 poszerzone wcześniej wybrany obszar w tych pokładach. Są one planowane w perspektywie czasowej po 2025. Ograniczenia czasowe i przestrzenne wydobycia we wszystkich wymienionych pokładach są zgodnie z wymogami zasad zapobiegania wstrząsom.

We wschodniej części kry 2a planowane jest wybieranie wyrobisk 402 206, 402 204, 402 206/2 i na koniec wyrobiska 402 208. Przy tym ostatnich dwa bloki wyrobiska planuje się wybierać po 2025 roku. W tej części kry 2a projektowane są również bloki w pokładzie Natan w spągu. Są to wyrobiska 463 202, 463 204 i 463 208. Pierwsze z nich ma być wybierane w 2025 roku, pozostałe po 2025 roku. Mimo, że rozstaw pokładów 463 i 40 wynosi ponad 170 m, to zgodnie z przepisami górnictwymi dla kopalń zagrożonych wstrząsami konieczne jest przestrzeganie procedury czasowo-przestrzennej w obu pokładach, aby nie oddziaływały one wzajemnie na siebie swoimi naprężeniami i nie dochodziło do koncentracji naprężeń podczas wydobycia.

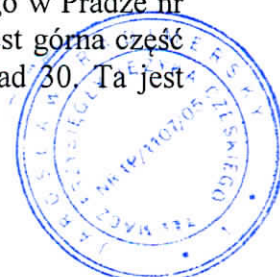
Właściwości geologiczne i geomechaniczne

Kra 2a jest ograniczona od północy uskokiem „A”, od wschodu uskokiem cieszyńskim, od południa uskokiem „B”, a od zachodu uskokiem albrechcickim (w zachodniej części kry leży filar ochronny centralnych szybów ČSM Sever). Uskok B w części zachodniej na południe od OPJ ČSM Sever rozdziela się na więcej obszarów o mniejszej opadającej amplitudzie, (prawdopodobne uskoki kompensacyjne w przypadku przesunięciach poziomych). W ten sposób rozległa strefa uskokuwa z wieloma uskokiemi o amplitudach rzędu metra. Utrudnia to wydobycie, ale tworzy obszar mniejszych naprężeń górotworu.

Stratygraficznie do wysokości -1400 m reprezentowane są warstwy doubrawskie i jakłowieckie. Struktura litologiczna oceniona na podstawie odwiertów geologicznych pokazuje typowy rozwój w dolnych warstwach suchych i siodłowych. Dominują pasamity, przy czym piaskowce tworzą grube solidne warstwy. Mniej wytrzymałe skały reprezentowane przez pyłowce i wyjątkowo iłowce znajdują się nakładzie i spągu pokładu. Pokład porubski Natan leży, jak podano, ponad 170 m poniżej pokładu 40. Bardzo ogólnie rzecz biorąc, charakter litologiczny warstw porubskich różni się znacznie od warstw siodłowych. Jest tu wyraźnie mniejszy udział psamitów, piaskowców i zlepieńców, ale w nakładzie pokładu Natan, zgodnie z dostępną dokumentacją, występują stanowiska litych piaskowców, w których mogą być skoncentrowane naprężenia, nawet biorąc pod uwagę głębokość pod powierzchnią, która wynosi ponad 1200 m.

Ocena ryzyka wystąpienia wstrząsów i zwiększonej sejsmiczności

Obszar kry wydobywczej 2a w kopalni ČSM na podstawie wyników regionalnych prognoz jest sklasyfikowany zgodnie z §4 rozporządzenia Czeskiego Urzędu Górniczego w Pradze nr 659/2004 Sb. jako maszyn z ryzykiem występowania wstrząsów. Wyjątkiem jest górna część górotworu wybieranej sekwencji stratygraficznej pokładów obejmującej pokład 30. Ta jest



oznaczona jako część górotworu bez ryzyka wstrząsów. Przed wszystkim przy wybieraniu pokładów 39 i 40 (wyrobiska 401 200/1 i 402 200/1) w południowej części OPJ nie można całkowicie wykluczyć występowania silnych zjawisk sejsmicznych, które mogą, w związku z wcześniejszą działalnością górniczą w nadkładzie i w tym pokładzie, oddziaływać na powierzchnię w epicentrum wydobywania. W przypadku tych zjawisk nie można całkowicie wykluczyć zjawisk, których prędkość drgań na powierzchni, a głównie w epicentrum będzie przekraczała granice niewielkich uszkodzenia obiektów powierzchniowych.

2.5.3 Obszar kry wydobywczej 2b

Warunki górnicze na tym obszarze

W krze 2b planuje się wydobywanie pokładu w warstwach siodłowych i porubskich. Będą wybierane pokłady:

- 39 wyrobiska 401 206/1, 401 208/1 i 401 210/1
- 40 wyrobiska 402 202, 402 204/1, 402 206/1 i 402 208/1
- Natan wyrobiska 463 200/2, 463 202/1 i 463 204/1

Kolejność wydobywania wynika jasno z zamieszczonej powyższej tab. 7. Proces wybierania pokładu 39 będzie prowadzona w pierwszej kolejności wyrobiskiem 401 206/1, które zostanie wybrane w 2022 roku, następnie na przełomie lat 2023/2024 zostanie wybrane wyrobisko 401 208/1, a wyrobisko 401 210/1 planowane jest po 2025 roku. Pokład 40 będzie wybierany następnie na tych samych obszarach kolejno wyrobiskiem 402 204/1 w 2025 roku i pozostałymi dwoma wyrobiskami 402 206/1 i 402 208/1 po 2025 roku. Ponieważ nie ma szczegółowego harmonogramu po 2025 roku, zwracam uwagę, że należy przestrzegać kolejności wybierania poszczególnych wyrobisk z zachodu na wschód tak, aby nie oddziaływały one na siebie swoimi dodatkowymi naprężeniami. Wyrobisko 402 202 zostanie wybrane w zachodniej części kry 2b w sposób odizolowany od obszaru, w którym odbywać się będzie wybieranie wcześniejszych wyrobisk i nie będą one na siebie wzajemnie wpływać.

Również pokład Natan w krze 2b będzie wybierany w tym samym rejonie co pokłady 39 i 40 i dlatego będzie konieczna koordynacja tych wyrobisk w czasie i przestrzeni z wybieraniem nadkładowych pokładów, bez względu na to, że odległość między pokładami przekracza 170 m.

Właściwości geologiczne i geomechaniczne

Kra 2b jest ograniczona od północy uskokiem B, o którego charakterze wspomina się w tekście o budowie tektonicznej kry 2a. Na wschodzie granicę tworzy uskoki cieszyński na granicy z Polską, na południu uskoki C, a na zachodzie uskoki albrechticki. Stratygraficznie są tu do wysokości -1400 m reprezentowane są warstwy doubrawskie i jakłowieckie, występujące też w krze 2a.

Rozwój litologiczny w międzypokładach pokładów 33a i 40 jest typowy dla warstw siodłowych. Dominują w nim skały psamitowe reprezentowane przez zlepieńce, piaskowce i piaszczyste pyłowce. Reprezentacja mniej wytrzymałych warstw jest bardzo mała. Występują one, podobnie jak w sekwencjach stratygraficznych w pozostałych krach, tylko w bliskim sąsiedztwie wybieranych pokładów.

Ocena ryzyka wystąpienia wstrząsów i zwiększonej sejsmiczności

Część górotworu kry 2b, w której będą wybierane wyrobiska w pokładach 33a do 40 jest



zaliczona część zagrożona wstrząsami. Z analizy układu skał oraz biorąc pod uwagę ogólną sytuację górnictw można stwierdzić, że w trakcie eksploatacji pokładów nie można wykluczyć zastosowania znaczących środków przeciwwstrząsowych polegających również na wykonywaniu robót strzałowych w nadkładzie, przed wszystkim pokładów 39 i 40. Nie można też całkowicie wykluczyć wystąpienia znaczących zjawisk sejsmicznych. Można się jednak spodziewać, że ich wpływ na powierzchnię będzie minimalny. Nie należy spodziewać się nawet drobnych uszkodzeń obiektów powierzchniowych.

2.5.4 Obszar kry wydobywczej 3

Warunki górnicze na tym obszarze

W rejonie kry 2 planuje się wybieranie następujących pokładów:

- 40 wyrobiska 402 301 i 402 305
- Natan wyrobiska 463 310 i 463 312

Harmonogram czasowy wybierania tych pokładów również wynika z tab. 7. W związku z wybieraniem tylko dwu wyrobisk w pokładzie Natan, przy czym wydobyć na wyrobisku 463 310 zostanie zakończone jeszcze 2022 r. a wyrobisk 463 312 w 2023 r., nie jest realne, aby wydobyć w obu pokładach wzajemnie na siebie oddziaływało, m.in. ze względu na to, że są one od siebie znacznie oddalone wertykalnie.

Właściwości geologiczne i geomechaniczne

Kra 3 region jest ograniczony od północy uskokiem „C”, od wschodu granicą państwa z Polską a właściwie uskokiem cieszyńskim, od południa uskokiem E₁ ewentualnie reliefem karbonu, a od zachodu uskokiem albrechtickim, ewentualnie również reliefem karbonu. Stratygraficznie do -1400 m reprezentowana jest tu dolna częśći warstw doubrawskich aż po warstwy hruszowskie. Można tu również wykorzystać wartości właściwości geomechanicznych podanych w tab. 7.

Ocena ryzyka wystąpienia wstrząsów i zwiększonej sejsmiczności

Na podstawie dotychczasowej wiedzy o właściwościach górotworu oraz dotychczasowego i planowanego sposobu wybierania pokładów, nie przewiduje się wpływu zwiększonej sejsmiczności, która mogłaby oddziaływać na powierzchnię.

3 Streszczenie końcowe

W latach 2022-2025 oraz w bliżej nieokreślonym czasie działalność górnictwa będzie prowadzona w 4 krach Kopalni ČSM. W celu oceny ewentualnego oddziaływania sejsmiczności na powierzchnię przeanalizowano warunki geologiczne, geomechaniczne i górnicze w tych rejonach. Jednocześnie porównano aktywność sejsmiczną podczas wybierania wyrobisk w podobnych warunkach geologicznych i geomechanicznych. Na podstawie tej analizy można stwierdzić, że ryzyko wystąpienia wysokoenergetycznych zdarzeń sejsmicznych jest stosunkowo niewielkie w przypadku prowadzenia eksploatacji na terenie kry 0, kry 2b i kry 3 oraz we wschodniej części kry 2a. Nawet sejsmiczność podczas wydobywania w kry 2a. najprawdopodobniej nie przekroczy dotychczas monitorowanych wartości energii zjawisk sejsmicznych. W zachodniej części tej kry wydobywanie odbywa się w strefie ochronnej szybu ČSM Sever. Wybierane są tu pokłady dolne suskie i siodłowe, co może naruszyć dotychczasową równowagę naprężeń, szczególnie w części południowej podczas eksploatacji wyrobisk 401 200/1 i 402 200/1. W szczególności w trakcie wybierania wyrobiska 401 200/1 (pokład 39) nie można jednoznacznie wykluczyć pojedynczego i losowego wystąpienia bardzo silnego zdarzenia sejsmicznego, przy którym mogłoby zostać



osiągnięte wartości prędkości drgań powierzchniowych przekraczające wartości graniczne dla najniższych poziomów uszkodzeń obiektów powierzchniowych (zależne od ich odległości od epicentrum zdarzenia sejsmicznego, od klasy odporności obiektu oraz od rodzaju gruntów fundamentowych w miejscu lokalizacji obiektu). W obszarze OPJ ČSM Sever planowane jest również wybieranie pokładów suchych 29b, 29b sp.l. i 30. Również przy ich wybieraniu można się spodziewać podwyższonej aktywności sejsmicznej, jednak biorąc pod uwagę stosunkowo niewielkie obszary eksploatacji tych wyrobisk, nie powinny one osiągać ekstremalnych wartości energii sejsmicznej.

Jeśli chodzi o monitoring sejsmiczności w polskiej strefie przygranicznej, to obowiązują tu te same wnioski, które zawarto w poprzednim akapicie. Dosud, od roku 2015 nie było podkładu, na polskich stacjach Kaczyce a Pogwizdow zaznamienány seismické jevy o vyšší rychlosti kmitání, než je podle české normy udáváno pro poškození povrchových objektů.

3.1 Działania

W celu ograniczenia ryzyka wystąpienia wstrząsów podczas eksploatacji górniczej w Kopalni ČSM w latach 2022-2025 należy przestrzegać czasowej i przestrzennej koncepcji wydobywania przedstawionej przez Kopalnię ČSM do oceny.

Przy planowaniu przestrzennym i czasowym eksploatacji kolejnych zgłoszonych bloków wyrobisk, po roku 2025, należy ściśle przestrzegać czasowego i przestrzennego prowadzenia robót górniczych oraz ustalonych środków zapobiegania wstrząsom w tych wyrobiskach. Będą one aktualizowane przez długoterminową koncepcję wydobywania, zgodnie ze specyficznymi warunkami geologicznymi, operacyjnymi i ekonomicznymi.

Uważam za szczególnie konieczne, aby stale monitorować aktywność sejsmiczną w latach 2023 - 2025, dla których zostało sporządzone studium EIA, a jednocześnie kontynuować monitorowanie sejsmiczności i jej ewentualnego oddziaływania na obiekty powierzchniowe również po zaprzestaniu działalności górniczej, ponieważ zmiany reologiczne w górotworze poddanym tak długim oddziaływaniom, jak cała czeska część Niecki Górnośląskiej, ustępują w stosunkowo długim okresie, a ich dynamika może powodować niekorzystne zmiany.

Wykorzystana literatura:

Price N.J., Cosgrove J.W. (1990): Analysis of Geological Structures. Cambridge University Press. Cambridge.

Waclawik P. (2009): Geneze násunových deformací variského akrečního klínu ve východní části karvinské dílčí pánve, Rozprawa doktorska, VŠB-TU, Ostrava



Klauzula biegłego

Ekspertyzę złożyłem jako biegły powołany postanowieniem Sądu Okręgowego w Ostrawie [Krajský soud v Ostravě] z dnia 2.10.2006 roku, sygn. Spr. 3462/2006 w dziedzinie podstawowej górnictwo, bezpieczeństwo pracy w górnictwie, górnictwo węgla kamiennego, geologia, geomechanika specjalna. Ekspertyza wpisana jest pod numerem porządkowym 2287 w Dzienniku biegłego. Wynagrodzenie biegłego oraz zwrot wydatków (zwrot wynagrodzenia) naliczam zgodnie z załączonym rozliczeniem na podstawie dokumentu nr 2287.

Podpis biegłego:

Koniec tłumaczenia

Ja, mgr Jaroslav Radiměřský - tłumacz przysięgły języka czeskiego, wpisany na listę tłumaczy przysięgłych Ministerstwa Sprawiedliwości pod nr. TP/1107/05 potwierdzam zgodność niniejszego tłumaczenia z załączonym dokumentem.
Pobrano opłatę zgodnie z przepisami.

Nr REPERTORIUM: 239/2023.

Tłumaczenia dokonano w Niwkach, dnia 13 kwietnia 2023 r. -----