


**POSOUZENÍ PROBLEMATIKY DŮLNÍCH OTŘESŮ A
SEISMICITY PŘI HORNICKÉ ČINNOSTI NA DOLE ČSM
V LETECH 2023–2025**

Vypracoval:


Ing. Jiří Ptáček, Ph.D.

Ostrava, prosinec 2022

P R E A M B U L E

Tento posudek byl vyhotoven se zřetelem na vědecké a technické znalosti známé ke dni jeho dokončení.

Autor nenese odpovědnost za správnost, pokud informace, které mu byly poskytnuty objednavatelem, byly neúplné nebo chybné. Dále neodpovídá za rozhodnutí přijatá v souvislosti s nerespektováním nebo mylnou interpretací svých doporučení.

Příjemce tohoto posudku bude používat výsledky zahrnuté v tomto dokumentu integrovaně a objektivně. Jeho použití v podobě výňatků nebo formou shrnutí poznámek je výhradně a zcela na jeho odpovědnost. Totéž platí při jakékoliv modifikaci, která by jím byla učiněna.

Veřejná publikace posudku nebo i jeho částí a jeho další použití nad rámec smluvního určení je vázána na souhlas autora.

OBSAH:

1	Riziko vzniku důlních otřesů a seismicity, a protiotřesová prevence v OKD.....	4
1.1	Úvod	4
1.2	Používané metody prevence proti otřesům v OKR	4
1.3	Účinky indukované seismicity na povrchové objekty v OKR	9
1.4	Metodika hodnocení účinků indukované seismicity na povrchové objekty	16
1.5	Jiné faktory ovlivňující velikost poškození povrchových objektů	16
1.6	Měření seismických účinků	17
1.7	Prognóza účinků indukované seismicity	18
1.8	Účinky trhačích prací v podzemí OKD na povrchové objekty.....	19
1.9	Seismologický informační systém.....	20
2	Možný vznik otřesů, silných seismických jevů a protiotřesová prevence na Dole ČSM v období let 2023 až 2025	23
2.1	Úvod	23
2.2	Geologické vlastnosti	25
2.3	Geomechanické vlastnosti	29
2.4	Seismická aktivita.....	31
2.4.1	Technické vybavení pro sledování seismicity na Dole ČSM.....	31
2.4.2	Posouzení seismicity v zájmových oblastech.....	32
2.5	Posouzení nebezpečí otřesů a seismických jevů v dobývacích krách	38
2.5.1	Oblast 0. kry	38
2.5.2	Oblast 2a. kry	39
2.5.3	Oblast 2b. kry	40
2.5.4	Oblast 3. kry	41
3	Závěrečné shrnutí	42
3.1	Opatření	42

1 Riziko vzniku důlních otřesů a seismicity, a protiotřesová prevence v OKD

1.1 Úvod

Důlní otřesy jsou přírodní nebezpečí, které ohrožuje životní prostředí a bezpečnost práce horníků pod zemí, ale svými následky, kterými jsou projevy seismicity, i životní prostředí na zemském povrchu

Příčinami výskytu důlních otřesů jsou zejména následující faktory:

- dobývání posledních sedlových slojí karvinského souvrství, kde hraje důležitou roli jejich geologicko-tektonická stavba a fyzikálně-mechanické vlastnosti uhlí a hornin v jejich nadloží a podloží,
- velká hloubka dobývání pod povrchem, tedy i vyšší horninové tlaky,
- báňsko-technické podmínky dobývání, tj. dobývání pod pilíři ponechaných v nadložních slojích z důvodů geologicko-tektonických, technologických, bezpečnostních anebo ekonomických a
- dobývání slojí ve fázi ukončování těžby, kdy v současné snaze nalézt další energetické zdroje jsou vyhledávány v dobývatelných slojích plochy k exploataci, představující často zbytkové pilíře, v nichž lze očekávat zvýšená napětí.

Důlní otřes není specifickým jevem pouze pro OKD. Byl běžným jevem i v jiných revírech ČR jak při dobývání uhlí, tak i dobývání jiných užitkových nerostů, a rovněž tak i v jiných zemích světa s vyspělým hornictvím jako např. v Polsku, před ukončením dobývání v Německu a Francii, dále v Číně, Rusku, Jižní Africe a Austrálii ale i jinde. Obecně lze říct, že otřesy provázejí činnost při podzemním zásahu do horninového masívu, tedy i třeba při ražbách tunelů, pokud jsou splněny geomechanické podmínky jejich vzniku.

Pro zpracování posudku byly použity mapové a textové podklady Dolu ČSM a proto se odkazují na evidenční čísla konkrétních již vydobytých porubů, neboť se opírám o zkušenosti z jejich dobývání v předmětné sloji a kře. Stejně tak uvádím evidenční čísla plánovaných porubů. Tato evidenční čísla porubů však mohou být z důvodu možných změn v geologicko-tektonické stavbě horninového masívu změněna.

1.2 Používané metody prevence proti otřesům v OKR

Prevence proti otřesům je složitý systém činností postihující sféru projekční, průzkumnou a provozně technologickou. Zasahuje ve své podstatě do různých vědních oborů a to geologie, mechaniky hornin a horského masívu, hornické geofyziky, hornické technologie a ekonomiky hornických prací. Shrnuje tedy komplexně dostupné poznatky o stavbě a vlastnostech horského masívu v celé jeho různorodosti, místní a časové proměnlivosti, vyvolané existencí a působením přírodně geologických a hornicko-technologických (provozně technických) podmínek hornických prací vedených v konkrétním dobývacím prostoru.

Nelze jednoznačně hovořit o prioritě přírodně geologických či provozně technických faktorů v příčinné souvislosti se vznikem důlních otřesů. Skutečností ale zůstává, že stavební jednotky horského masívu, které nevykazují základní vlastnost náchylnost k otřesům, se formou otřesu neporušují, ani v případě nedodržovaných principů a zásad z hlediska tzv. strategie vedení

důlních děl v prostoru a čase. Úloha provozně technických faktorů zde téměř ztrácí význam. Naopak při splnění podmínek přírodní predispozice uhlí a hornin k otřesovosti je úloha provozně technických faktorů rozhodující. Významnou úlohou prevence proti otřesům je ovlivnit aktivními prostředky a zásahy do uhelné sloje a okolních hornin jejich vlastnosti natolik, aby se váha přírodní predispozice k otřesovosti co nejvýrazněji snížila, popř. ovlivnit oblasti koncentrace a kumulace napětí (přemístit, uvolnit, snížit napětí). Hlavním cílem je tedy tzv. ovládnutí horského masívu se zamezením vzniku důlních otřesů, ovlivňování chování horského masívu a řízení těchto jevů. Řešení tohoto úkolu je mimořádně složité, neboť jde o dlouhodobý proces poznání a ovládnutí složitých napětíodeformačních pochodů, které se odehrávají v různorodém a detailně nepoznaném prostředí, jaké horský masív představuje. Jednoznačně účinné a všeobecně platné návody na řešení neexistují. Přesto však má tento systém boje určitá pravidla a metody práce, které je možné a nutné používat, s přihlédnutím k současnému stavu poznatků.

Platná vyhláška Českého báňského úřadu č. 659/2004 SB., o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci a bezpečnosti provozu v dolech s nebezpečím důlních otřesů definuje pojmy, kterých bude používáno dále v tomto materiálu takto (viz § 2 –výklad pojmů):

Pro účely vyhlášky se považují za

- a) důlní otřes (dále jen "otřes") - přírodní jev náhlého porušení horského masívu, který se projeví náhlým vysunutím nebo vyvržením hornin do důlního díla s následkem jeho zjevné a trvalé deformace; tento jev může být provázen seismickým a zvukovým efektem v tomto důlním díle. Na tomto ději se plynné a kapalně složité komponenty obsažené v horském masívu nepodílejí podstatnou měrou. Podle místa uvolnění pružné energie a porušení horského masívu se otřes dělí na slojové a otřesy z vyššího nadloží,
- b) otřesový jev - přírodní jev náhlého porušení horského masívu bez deformací důlního díla; za otřesový jev se považují odprýskávání a rázy, které se projevují odprýsknutím drobných úlomků hornin z obvodu důlního díla nebo zvukově charakteristickým prasknutím, popřípadě obojím; důlní dílo se při otřesovém jevu zjevně nedeformuje, ale deformace jsou přístroji měřitelné,
- c) protiotřesovou prevenci - systém činností, jimiž se docílí rozpoznání nebezpečí vzniku otřesů, a opatření k zamezení jejich vzniku nebo omezení jejich následků,
- d) část horského masívu - prostorově vymezená oblast v dobývacím prostoru,
- e) prognózu vzniku otřesů - souhrn činností umožňujících stanovit náchylnost horského masívu nebo jeho části ke vzniku otřesů, stanovit stupeň nebezpečí vzniku otřesů v plánovaných, projektovaných a vedených důlních dílech a správně volit prostředky protiotřesové prevence; prognóza vzniku otřesů se dělí na regionální, lokální a průběžnou,
- f) regionální prognózu - souhrn činností umožňujících stanovit náchylnost částí horského masívu, jeho vrstevních jednotek, slojí nebo jejich částí ke vzniku otřesů na základě hodnocení přírodních podmínek a posouzení výskytu otřesů v analogických podmínkách,
- g) lokální prognózu - souhrn činností umožňujících zařadit důlní dílo do stupňů nebezpečí otřesů, již ve fázi plánování a projektování,
- h) průběžnou prognózu - souhrn činností prováděných v důlních dílech pro vymezení míst zvýšených napětí, ověření ochranné zóny a případnou kontrolu účinnosti provedených aktivních prostředků protiotřesové prevence,
- i) aktivní prostředky protiotřesové prevence - souhrn činností směřujících ke snížení rizika vzniku otřesů,

- j) pasivní prostředky protiotřesové prevence - souhrn činností, opatření a zařízení směřujících k omezení následků otřesu,
- k) chráněnou oblast - část horského masivu, v níž se vydobytím ochranné sloje docílilo snížení napětí působících před jejím vydobytím,
- l) ochrannou sloj (část ložiska) - sloj, lávka sloje nebo část ložiska, jejíž vydobytí ve vhodném prostoru a čase umožňuje vést důlní díla v chráněné oblasti v jiné sloji nebo v jiné lávce téže sloje, případně v jiné části ložiska,
- m) ochrannou zónu – oblast ve sloji přiléhající k důlnímu dílu, v níž sloj není schopna akumulovat pružnou energii a vytváří tlumicí vrstvu při uvolnění pružné energie akumulované za touto zónou,
- n) primární napětí – napětí v horském masivu existující v důsledku působení přírodních činitelů (gravitačních, tektonických apod.) před ovlivněním masivu hornickou činností,
- o) přídatná napětí – napětí působící v horském masivu, která jsou vyšší, než odpovídají primárnímu napětí,

V následujícím pojednání stručně budou popsány všechny prvky protiotřesové prevence a používané metody jejich realizace.

Citovaná vyhláška považuje všechny části dolu, který je zařazen Obvodním báňským úřadem v Ostravě jako důl s nebezpečím otřesů za nebezpečné otřesy, pokud se neprokáže na základě regionální prognózy, že tektonicky nebo vertikálně a horizontálně vymezená část dolu není otřesy nebezpečná. Takto jsou zařazeny všechny doly v současné karvinské části OKR.

Náchylnost horského masivu nebo jeho vymezené části ke vzniku otřesu se stanoví na základě hodnocení pevnostních a přetvárných vlastností uhelné sloje a okolních hornin nacházejících se v jejím nadloží a podloží s přihlédnutím k úložním podmínkám a tektonicko-geologické stavbě, a to v návaznosti na základní způsob dobývání v OKR - stěnování na zával nebo se základkou. Za tímto účelem jsou zpracovávána kritéria, která vycházejí z teoretických poznatků a provozních zkušeností s důlními otřesy. Regionální prognóza se provádí již při průzkumu ložiska a upřesňuje se v období vedení důlních děl. Údaje pro regionální prognózu se zjišťují:

- přímým pozorováním nebo měřením in situ (petrografická stavba, tektonika),
- odběrem vzorků, s laboratorními analýzami jejich pevnostních a přetvárných vlastností,
- odečtením dříve získaných údajů z map (hloubka, mocnost, úklon, tektonika),
- z vrtů a jejich profilů (litologická skladba, analýza pevnostních a přetvárných vlastností hornin laboratorně posuzovaná z vrtných jader).

Všechna důlní díla – chodby a poruby v části horského masivu s nebezpečím otřesů jsou ve fázi jejich plánování a projektování zařazovány tzv. lokální prognózou do tří stupňů nebezpečí otřesů. Třetí stupeň je nejnebezpečnější. Lokální prognózy vychází z hodnocení následujících faktorů na mapách:

- hloubka důlního díla pod povrchem,
- geometrická situace důlních děl, výrubů, resp. pilířů v téže sloji a v okolí předmětného důlního díla,
- ponechané (nevydobyté) pilíře v nadložních, resp. podložních slojích nad a/nebo pod zařazovaným důlním dílem do vertikální vzdálenosti 200 m.
- výruby v nadložních, resp. podložních slojích

Třetí fáze prognózy je tzv. průběžná prognóza, která se provádí v průběhu vedení důlních děl. Základní metodou průběžné prognózy je testovací vrtání, jedná se v OKR o vrtání vrtů o

průměru 42 mm (vrtné testy) nebo o průměru 115 resp. 200 mm (indikační odlehčovací vrty) a sledování objemu vynášené uhelné drtě a její zrnitosti z každého metru vrtu, současně se sledují doprovodné jevy při vrtání. Délka testovacích vrtů je stanovena v platných báňských předpisech, pravidlech a metodických pokynech. Nedílnou součástí průběžné prognózy jsou geofyzikální metody: metoda seismoakustická a metoda seismologická, což zajišťují seismické laboratoře vybudované na všech karvinských dolech a seismický polygon, který představuje síť seismologických stanic v celém regionu OKR s vyhodnocovacím centrem v sídle Green Gas DPB, a.s. v Paskově.

Vybudovaná síť lokálních stanic na dolech OKR a sledování seismické aktivity celého regionu seismickým polygonem poskytují kontinuální a objektivní obraz o změnách napjatosti masívu a o procesech jeho porušování, což umožňuje v principu:

- vymezovat oblasti náchylné k otřesům,
- posoudit stav ohrožení a kontrolovat jeho časové změny, zda nebezpečí vzniku otřesů klesá či vzrůstá,
- racionálně navrhnout preventivní opatření,
- kontrolovat a hodnotit účinnost prováděné prevence,
- přispět k poznání podstaty příčin, mechanismu a zákonitostí vzniku otřesů.

Cílem prognózy není přesná předpověď místa a času vzniku otřesového jevu, spojená s pasivním vyčkáváním jeho vzniku, jak je často veřejnosti požadováno. Tato místní a časová prognóza pozbývá smysl, neboť sebedokonalejší včasná a přesná předpověď vzniku jevu by musela vést k odvolání důlních pracovníků z dané oblasti a k přerušení hornických prací, a tedy ke zcela jinému režimu přetváření masívu, než byl režim, ve kterém byl jev časově prognózován. Přesná časová prognóza není ani principiálně možná. Vznik důlního otřesu totiž probíhá zpravidla ve značně složitých a neobvyklých, časoprostorově proměnlivých napětí-o-deformačních podmínkách, přičemž tyto anomální procesy porušování stavebních jednotek horského masívu, přes určité zákonitosti vývoje, mají charakter stochastických (náhodných, pravděpodobnostních) procesů (průběhů). Již z tohoto hlediska je prognózování okamžiku vzniku jevu velmi obtížné a prakticky nereálné. Objektivní prognóza musí směřovat k věrohodnému vymezení prostoru, v němž existují podmínky pro vznik otřesu, k průběžnému hodnocení nebezpečného stavu a vývoje, zdali toto nebezpečí narůstá nebo klesá a k ocenění účinnosti prováděné prevence.

Tyto skutečnosti je nezbytné zdůraznit proto, aby bylo správně chápáno postavení prognózy, její možnosti, řešeno její racionální využívání a zabráněno nežádoucím spekulacím a nereálným požadavkům.

Provedení věrohodné prognózy je podmínkou racionální hornické činnosti, bezpečnosti práce a provozu při vedení důlních děl.

V důlních dílech zařazených do 1. nebo 2. stupně nebezpečí otřesů se provádějí další protiotřesová opatření ať jsou aktivní či pasivní na základě výsledků průběžné prognózy. Avšak v systému protiotřesové prevence stanoveném platnými legislativními akty v ČR a tudíž pro OKR se musí v důlních dílech zařazených do 3. stupně nebezpečí otřesů vždy realizovat aktivní i pasivní prostředky protiotřesové prevence bez ohledu na výsledky průběžné prognózy, zde průběžná prognóza má za cíl stanovit, zda provedená aktivní opatření byla účinná. Tento systém protiotřesové prevence (povinná aplikace aktivních prostředků v důlních dílech) je uplatňován jen v ČR a zajišťuje největší míru bezpečnosti důlního provozu a důlních zaměstnanců.

Mezi nejvýznamnější aktivní prostředky, jež jsou v OKR používány v rámci protiotřesové prevence, patří:

- strategická opatření,
- odlehčovací vrtání,
- zavlažování uhelných slojí,
- bezvýlomová trhací práce v uhlí,
- zavlažování nadloží dobývané sloje a
- bezvýlomová trhací práce v nadloží dobývané sloje.

Dosavadní zkušenosti jednoznačně prokazují, že jedním z nejdůležitějších a nejúčinnějších prostředků jsou strategické zásady. Převážná většina proběhlých otřesových jevů byla způsobena právě předchozí hornickou činností, která nebyla vedena v souladu se zásadami strategie. V souvislosti s tím však nelze opomenout, že realizace strategických zásad není vždy možná, jak ukazují poznatky z praxe, a je tomu tak např. z těchto důvodů:

- způsob otírky a přípravy byl prováděn v souladu s metodickými zásadami uplatněnými v nadložních slojích,
- složitost geologických podmínek vylučuje možnost aplikace strategických zásad, např. není vyvinuta ochranná sloj, nelze zajistit čistý výrub z důvodu nepravidelného vývoje slojí, tektonická členitost znemožňuje správný geometrický tvar nebo minimálně požadované rozměry porubu apod., a konečně
- při vedení důlních děl je nutné v komplexu respektovat všechny zásady platné pro různá ohrožení, např. z hlediska zamezení průtahů větrů mezi sousedními doly, nevhodnosti podrubání slojí, vyloučení vzniku záparů apod.

Ostatní výše uvedené aktivní prostředky se aplikují v OKR, jak pro ovlivňování vlastností stavebních jednotek horského masívu v předstihu před vedením důlních děl, tak i pro ovlivňování procesu porušování horninového masívu při vedení těchto děl.

Přes velké možnosti zabránit vzniku otřesů je třeba mít na zřeteli, že to není vždy možné. Metody prognózy mohou selhat, aplikovaná aktivní opatření se nemusí účinně projevit, a i přes jejich použití nelze vznik otřesů zcela vyloučit. Rovněž existují případy, kdy účinná aktivní opatření pro jejich řešení prostě neexistují. Je proto plně opodstatněné zařadit do systému protiotřesové prevence i ta opatření, jež sice vzniku důlních otřesů nezabrání ani neomezí, ale omezí jejich důsledky. Jsou to tzv. pasivní prostředky protiotřesové prevence. V OKR se zejména aplikuje:

- pokus o vyvolání řízeného otřesu za nepřítomnosti lidí,
- znepřístupnění nepotřebných důlních děl.
- vytváření bezpečnostních dutin (bez aplikace aktivních prostředků) nebo kompenzačních prostorů,
- volba výztuže důlních děl,
- omezení počtu lidí v ohrožených oblastech, či vyloučení jejich přítomnosti v nich při určitých technologických operacích a jiné.

Uvedený komplex metod prevence proti otřesům v OKR aplikovaný a neustále zdokonalovaný od roku 1975 bez jakýchkoliv pochyb zabránil vzniku celé řady otřesů v OKR resp. zmírnil – omezil jejich následků, což nelze samozřejmě prokázat, na druhé straně ale bez velkého objemu realizovaných opatření protiotřesové prevence a vynaložených prostředků od počátku aplikace tohoto systému prevence je nepředstavitelné odhadnout možný počet vzniklých otřesů, jejich intenzitu a jejich následky na životech důlních zaměstnanců, materiálních škodách v důlním provozu a účincích na povrchové zástavbě.

1.3 Účinky indukované seismicity na povrchové objekty v OKR

Jevům vzniklým hornickou činností v důsledku náhlého porušení horského masivu v jeho menší či větší míře, říkáme seismické jevy a hovoříme o indukované seismicitě. Jevy se nemusí ani na povrchu nebo v důlních dílech projevit, ale jsou zachyceny citlivými aparaturami (seismografy) na seismických stanicích (obdobně jako vlny šířící se při zemětřeseních). Dojde-li v určitém místě k náhlému porušení masivu a k uvolnění mechanické energie (místo nazýváme stejně jako u zemětřesení „ohnisko“), začne se do okolí ohniska všemi směry šířit pružné vlnění, které se dostane i na povrch. Seismické jevy mohou vznikat v místech zvýšeného napětí v nadloží dobývané sloje nebo přímo ve sloji a jsou spjaty s dřívější i současnou důlní činností v dané oblasti.

To, zda seismický jev vyvolá záchvěv povrchu nebo dokonce poškodí zde se nacházející objekty, je ovlivněno řadou faktorů, kterými jsou zejména:

- mechanismus vzniku ohniska a velikost uvolněné energie v ohnisku. Část této energie se šíří do okolního prostoru ve formě seismických vln s různou rychlostí šíření. Velikost seismické energie uvolněné v ohnisku lze objektivně určit – spočítat z hodnot odečtených ze seismických záznamů, obdobně jako se k ocenění zemětřesení určuje magnitudo („*Richterova stupnice*“ podle autora, který pojem magnitudo zavedl),
- vzdálenost od ohniska a jeho hloubka pod povrchem (čím jsme dále a čím je hloubka ohniska větší, tím jsou účinky menší a naopak). Největší účinky jsou obvykle v oblasti epicentra, tj. na povrchu přímo nad ohniskem,
- fyzikálně mechanické vlastnosti prostředí mezi ohniskem a místem pozorování,
- stav objektu, způsob jeho založení a vlastnosti podloží, způsob výstavby, ale i míra dřívějšího poškození atd.

Účinky (projevy) seismických jevů na povrchové objekty a krajinu, které se oceňují veličinou zvanou „intenzita“, se liší v závislosti na výše uvedených faktorech. Intenzita je vlastně číslo odpovídající určitému stupni seismických jevů podle tzv. makroseismické stupnice. Tyto stupnice rozdělují projevy a následky seismických jevů („seismické účinky“) zpravidla do 10 až 12 stupňů. Pro určení intenzity zemětřesení slouží *zemětřesné stupnice*. Mezi dvě nejznámější a mezinárodně používané patří *dvanaástistupňová škála MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg)*, rovněž známá jako stupnice *MM (Modified Mercalli)*, nebo *dvanaástistupňová škála MSK-64 (Medveděv-Sponheuer-Kárník)*. Začlenění projevů do stupňů dle MSK-64 se provádí na základě mnoha ohlášených pozorování (každé z nich je subjektivní a do jisté míry je ovlivněno pozorovatelem), aby bylo co nejobektivnější. Nejnižší stupně (1 - 2) odpovídají seismickým jevům bez projevů (zachycené jen seismickými stanicemi), další (3 - 4) odpovídají projevům typu rozkývání zavěšených předmětů, drnčení oken, dveří a drobných předmětů (nádobí, sklenice) apod. Další stupeň (5) již pociťuje většina lidí, mohou se překotit nestabilní předměty apod. Stupni (6) odpovídají projevy na objektech jako jsou poškození omítky, komínů či vznik trhlin ve zdi. Další stupně znamenají, že došlo k vážnějšímu poškození objektů - od narušení zdiva, pádu říms a komínů až po vyvrácení stěn, propady stropů a totální rozboření objektů. U katastrofálních zemětřesení nejsilnějších stupňů jsou prakticky zcela zničeny veškeré objekty, komunikace, jsou trhliny a pukliny v zemi, dochází k sesuvům půdy, může být změněno koryto řeky atd. Dle MM, která je používána např. v USA, je začlenění projevů obdobné (viz. následující tabulku č. 1).

Všechny povrchové objekty i v našich podmínkách musí v závislosti na „seismické oblasti“ v místě výstavby splňovat určitou základní odolnost vůči zemětřesným projevům, která se ještě může zvýšit u zvlášť významných staveb.

Pro posuzování vlivu (včetně případných nároků z titulu důlních škod) indukované seismicity, tj. seismických jevů (důlních otřesů) vznikajících při důlní činnosti na objekty obytné a občanské nutno aplikovat zejména technické normy ČSN 73 0036, ČSN 73 0039, ČSN 73 0040.

Norma ČSN 73 0036 – Seismická zatížení staveb platí od 1.10.1975, a to "pro stanovení seismických účinků zemětřesení a technických otřesů na konstrukce staveb pozemních, tj. bytových, občanských, průmyslových a zemědělských na celém území republiky. Lze ji použít i pro jiné druhy staveb, pokud pro ně nejsou vydány zvláštní normy nebo předpisy, popř. pokud pro ně není nutná zvláštní studie". Tato norma "platí pro projekty, jejichž vypracování bylo započato po začátku účinnosti normy." Pro "Účinky důlních otřesů lze uvážit stejně jako účinky zemětřesení, jestliže se příslušná oblast začlení podle makroskopických projevů do některého ze stupně intenzity podle Tabulky 1" této normy.

Norma ČSN 73 0036 prošla úpravami a změnami: Seismické oblasti ČR se nyní udávají v souladu s Makroseismickou stupnicí MSK-64 (Medvěděv, Sponheuer, Kárník 1964), která je dvanáctistupňová a používá se i v okolních zemích. Seismické účinky technických otřesů (čl. 24 a část IV.) byly nahrazeny samostatnou normou ČSN 73 0040.

Tab. 1 Popis stupnice MM s uvedeným zrychlením povrchu (sestaveno podle Brázdil, R. et al)

Stupeň	Označení	Rychl. kmitání (mms^{-1})	Popis
I.	<i>nepozorovatelné</i>	do 2,5	Člověk nerozpozná, pouze přístroje.
II.	<i>velmi slabé</i>	2,5 - 5	Rozpoznatelné v horních patrech budov citlivými lidmi.
II.	<i>slabé</i>	5 - 10	Vibrace, lustry se pohybují; srovnatelné s vibracemi způsobenými projíždějícím těžkým nákladním automobilem.
IV.	<i>mírné</i>	10 - 25	Drnění oken, cinkot příborů a nádobí, zdi vydávají praskavé zvuky.
V.	<i>málo silné</i>	25 - 50	Lze rozpoznat v krajině, probouzí spící, praskání oken, kyvadlové hodiny se mohou zastavit.
VI.	<i>silné</i>	50 - 100	Vrávorání při chůzi, padají předměty, rozbíjí se nádobí, praskliny v omítce.
VII.	<i>velmi silné</i>	100 - 250	Lze jen obtížně stát, zvony zvoní, trhliny ve zdech.
VIII.	<i>bořivé</i>	250 - 500	Padají komíny, poškození budov, pohybující se těžký nábytek.
IX.	<i>pustošivé</i>	500 - 1000	Panika, vážné poškození domů, větší trhliny v půdě.
X.	<i>ničivé</i>	1000 - 2500	Zničené budovy, porušení přehrad, velké trhliny v půdě.
XI.	<i>katastrofické</i>	2500 - 5000	Roztržení kolejí a potrubí, zničené mosty, změny terénu.
XII.	<i>globální</i>	přes 5000	Velké předměty létají vzduchem, úplné zničení, rozsáhlé terénní změny.

Všechny povrchové objekty i v našich podmínkách musí v závislosti na „seismické oblasti“ v místě výstavby splňovat určitou základní odolnost vůči zemětřesným projevům, která se ještě může zvýšit u zvláště významných staveb.

Pro posuzování vlivu (včetně případných nároků z titulu důlních škod) indukované seismicity, tj. seismických jevů (důlních otřesů) – vznikajících při hornické činnosti na objekty obytné a občanské nutno aplikovat zejména tyto tři technické normy: ČSN 73 0036, ČSN 73 0039 a ČSN 73 0040.

Norma ČSN 73 0036 – Seismická zatížení staveb platí od 1.10.1975, a to "pro stanovení seismických účinků zemětřesení a technických otřesů na konstrukce staveb pozemních, tj.

bytových, občanských, průmyslových a zemědělských na celém území republiky. Lze ji použít i pro jiné druhy staveb, pokud pro ně nejsou vydány zvláštní normy nebo předpisy, popř. pokud pro ně není nutná zvláštní studie". Tato norma "platí pro projekty, jejichž vypracování bylo započato po začátku účinnosti normy." Pro "Účinky důlních otřesů lze uvážit stejně jako účinky zemětřesení, jestliže se příslušná oblast začlení podle makroskopických projevů do některého ze stupně intenzity podle této normy.

Norma ČSN 73 0036 prošla změnami: Seismické oblasti ČR se nyní udávají v souladu s Makroseismickou stupnicí MSK-64 (Medvěděv, Sponheuer, Kárník - verze z roku 1964), která je dvanáctistupňová a používá se i v okolních zemích. Seismické účinky technických otřesů (čl. 24 a část IV.) byly zrušeny a nahrazeny samostatnou normou ČSN 73 0040.

Norma ČSN 73 0039 – Navrhování objektů na poddolovaném území platí pro navrhování všech druhů stavebních objektů a strojně technologického zařízení na území v dosahu účinků hlubinného dobývání", a to pro stavby, jejichž dokumentace se začala zpracovávat po dni účinnosti normy, tj. po 1.1.1991.

Z kapitoly Názvosloví a značky:

Poddolované území - území v dosahu účinku hlubinného dobývání.

Důlní škoda - poškození, popř. znehodnocení povrchových objektů, půdy apod., které vzniká vlivem důlní činnosti.

Nedůlní škoda - poškození objektu, nasvědčující podle zevního charakteru důlní škodě, avšak nezpůsobené důlní činností.

Důlní otřes (jeden z případů horských otřesů) - náhlé uvolnění mechanické energie akumulované v hornině (v důsledku důlní činnosti).

Poznámka: Přesnější definici důlního otřesu a další pojmy uvádí Vyhláška Českého báňského úřadu č. 659/2004 Sb., viz výše

V normě se hovoří o zajištění objektu proti účinkům poddolování, např. Předpokládá-li se v báňských podmínkách možnost povrchových projevů důlních otřesů, postupuje se při zajištění objektu podle ČSN 73 0036 (Poznámka: po vydání normy ČSN 73 0040 již podle této normy).

ČSN 73 0040 - Zatížení stavebních objektů technickou seismicitou a jejich odezva, vydaná v roce 1995 v Předmluvě uvádí, že: "nahrazuje čl. 24 a část IV. Seismické účinky technických otřesů ČSN 73 0036 z 16.11.1993. Technickou seismicitu dělí na:

Seismické otřesy: vyvolané umělým zdrojem např. dopravou, průmyslovou činností, trhacími pracemi, pulsací vodního proudu apod.; seismické otřesy vyvolané činností strojů jsou označovány termínem průmyslová seismicita,

Indukovanou seismicitu: otřesy vyvolané důlní činností, způsobené např. horskými tlaky, otřesy vyvolanými dlouhodobým porušením rovnováhy zemního prostředí, změnami v zatížení zemského povrchu, např. tíhou velkých výsypek, dále nadměrným čerpáním podzemní vody, plynu nebo ropy z geologických struktur, nebo např. přetížením tíhou vody v přehradní nádrži.

Podle normy se seismické zatížení objektů dané trhacími pracemi a důlními otřesy klasifikuje stejně, jako "nahodilé krátkodobé, popř. nahodilé mimořádné". Mezi faktory, které ovlivňují intenzitu a charakter technických otřesů norma uvádí např.:

- hmotnost objektů,
- typ základové konstrukce, která přenáší otřesy do základové půdy a naopak;

- druh odstřelu, velikost ekvivalentní nálože, celková nálož, geometrie odstřelů, způsob časování a tzv. upnutí a utěsnění nálože ve vrtech nebo komorách;
- geologické poměry v dané oblasti, tj. vlastnosti horninového masivu, který otřesy přenáší, a vlastnosti základové půdy."

K indukované seismicitě uvádí, že otřesy se uvažují stejně jako otřesy od přírodní seismicity, tj. zařazují se do některého ze stupňů intenzity podle mezinárodní stupnice MSK-64, a dále, že projevy indukované seismicity na povrchu se klasifikují podobně jako účinky přírodních zemětřesení. Vzhledem k tomu, že seismické vlny důlních otřesů mají mnohem vyšší frekvence než přirozená zemětřesení, je nutné v ohniskové oblasti seismické zatížení posuzovat podle změřených hodnot rychlosti kmitání.

Stupeň poškození objektu vlivem seismicity (0 až 5) se udává podle projevů uvedených v Tab. 2 a závisí především na rychlosti kmitání horninové vrstvy zemského povrchu a dále pak na kategorii (vlastnostech) základových půd a třídě odolnosti stavebního objektu.

Kategorie základových půd se stanoví podle Tab. 3 a je v normě členěna do tří kategorií. Individuální posouzení základové půdy je nutné pro horniny všech tříd, jestliže je hladina podzemní vody trvale méně než 1,0 m pod základovou spárou a tehdy, je-li možné hodnotit základové poměry experimentálním ověřováním zatížení a odezvy.

Třída odolnosti stavebního objektu se posuzuje podle údajů uvedených v Tab. 4 a udává se v pěti kategoriích A až E.

Tab. 2 Stupně poškození objektů

Stupně poškození	Poškození objektu
0	Bez poškození. Nevznikají žádná viditelná poškození. Funkce objektů, jako např. vodotěsnost nádrží apod., jsou zachovány.
1	První známky poškození. Trhliny šířky do 1 mm na styku stavebních prvků (ve stropních fabionech).
2	Lehká rozrušení s malými škodami. Trhliny šířky do 5 mm v omítce, příčkách, v komínovém zdivu, opadávání omítky, uvolnění krytiny.
3	Střední rozrušení s vážnými škodami. Stabilita není ohrožena. Trhliny širší než 5 mm v příčkách i nosných zdech. Opadávání krytiny a částí komínů.
4	Značné rozrušení s nebezpečnými škodami. Trhliny v nosných zdech a překladech, ohrožující jejich statickou funkci. Zřícení příček, výplňového zdiva a komínů. Trhliny v prostém betonu. Porušení stability.
5	Úplné rozrušení a destrukce. Zřícení cihelných staveb nebo jejich částí s hlavními nosnými prvky. Trhliny i v železobetonu.

Tab. 3 Kategorie základové půdy

Kategorie	Popis kategorií základové půdy
a)	Horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti $R_{dt} \leq 0.15$ MPa a jestliže je hladina podzemní vody trvale v hloubce od 1m do 3m pod základovou spárou
b)	Horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti $R_{dt} \leq 0.15$ MPa a jestliže

	je hladina podzemní vody trvale v hloubce větší než 3m pod základovou spárou Horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti $R_{dt} > 0.15$ MPa a jestliže je hladina podzemní vody trvale v hloubce od 1m do 3m pod základovou spárou
c)	Horniny všech tříd při tabulkové výpočtové únosnosti $R_{dt} > 0.15$ MPa a jestliže je hladina podzemní vody trvale v hloubce větší než 3m pod základovou spárou Skalní horniny při tabulkové výpočtové únosnosti $R_{dt} > 0.6$ MPa pokud je hladina podzemní vody trvale v hloubce větší než 1m pod základovou spárou

Tab. 4 Třídy odolnosti objektů

Třída odolnosti	Objekty bytové, občanské, průmyslové a zemědělské
A	chatrné stavby, neodpovídající stavebním předpisům, zříceniny; historické budovy z neopracovaného kamene nebo cihel s klenutými překlady, průvlaky a plošnými klenbami nad místnostmi v přízemí a suterénu; kamenné a zděné pomníky a kašny; budovy s rozsáhlou plastickou výzdobou; budovy ve zvláštní památkové péči; archeologické objekty
B	běžné cihelné stavby, izolované nebo řadové domky s půdorysnou plochou do 200 m ² , nejvýše o 3 podlažích
C	veliké budovy z cihel a tvárnic, dobře vyztužené stavby panelové a montované z betonových prvků; zdivo na cementovou maltu
D	budovy ze skeletu ocelového nebo betonového, dřevěné a hrázděné stavby s dobrým ztužením, prostý beton
E	železobetonové a ocelové konstrukce, výrobní a provozní objekty, železobetonová síla a zásobníky

Pro informativní stanovení závislosti stupně poškození objektů na rychlosti kmitání povrchu, na stupni poškození objektu a na kategorii základové půdy lze použít níže uvedené Tab. 5. Ta je platná pro obor frekvencí kmitání $f < 10$ Hz.

Tab. 5 Informativní závislosti stupně poškození objektů na rychlosti kmitání, odolnosti objektu a druhu základové půdy

Stupeň poškození objektu	Rychlost kmitání v_{\max} (mm/s) ($f < 10$ Hz)	Třída odolnosti objektu	Druh základové půdy
0	do 3	A	a
0	3 až 6	A	b, c
		B	a
0	6 až 10	B	b, c
		C	a

1		A	a
0	8 až 15	C	b
		B	c
1		A	b, c
		B	a
0	10 až 20	C	c
		D	a
1		B	b
		C	a
2		A	a
0	15 až 25	D	b, c
		E	a
1		C	b
		B	c
2		A	b, c
		B	a
0	20 až 40	E	b, c
		F	a
1		C	c
		D	a
2		B	b, c
		C	a
0	30 až 50	F	b, c
1		D	b, c
		E	a
2		C	b

Z této tabulky v normě lze také odvodit přípustné maximální rychlosti kmitání pro jednotlivé třídy odolnosti objektů dle následující Tab.6.

Tab. 6 Přípustné maximální rychlosti kmitání pro jednotlivé třídy odolnosti objektů

Třída odolnosti objektu	Stupeň poškození	Druh základové půdy	Přípustné meze maximální rychlosti kmitání (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

Podle výše uvedených technických norem tedy je:

1. nutno zohlednit předpokládané účinky indukované seismicity (seismických jevů vznikajících při hornické činnosti) již ve fázi zpracování dokumentace stavby – tj. zpravidla se kladou zvýšené požadavky na odolnost staveb v oblastech, ve kterých projevy indukované seismicity nutno očekávat. Přitom se požadavky na odolnost stavby vůči indukované seismicitě kladou stejné jako u účinků předpokládaných zemětřesení v dané seismické oblasti. Oblast, v níž se nachází OKR, spadá do seismické oblasti, pro níž je stanoven 7^o makroseismické stupnice MSK-64.
2. možno vyhodnocovat účinky indukované seismicity na povrchové stavby – přitom vedle parametrů velikosti kmitání (zpravidla hodnota rychlosti kmitání nebo efektivního zrychlení,

obor frekvencí kmitání) se zvažují zejména druh stavby, ale i vliv založení stavby, resp. vlastnosti základové půdy atd. Z praktického hlediska jsou pro posuzování účinků indukované seismicity normami stanoveny meze maximálních hodnot rychlosti kmitání pro začlenění do jednotlivých kategorií poškození objektů.

1.4 Metodika hodnocení účinků indukované seismicity na povrchové objekty

Výstupem vyhodnocení seismických záznamů každé stanice je stanovení kmitavého pohybu hmotného bodu, tj. určení vertikální (svislé) složky a dvou horizontálních složek (zpravidla sever-jih, východ-západ) vektoru rychlosti kmitání (nebo posunutí nebo zrychlení). Programové vybavení umožňuje určit maximální hodnotu každé složky a úplného vektoru. Maximální změřené hodnoty lze porovnat s mezními hodnotami výše uvedených norem.

I když je v OKR ročně zaznamenáno několik desítek tisíc seismických jevů, jako povrchový záchvěv se projeví zpravidla jen několik nejsilnějších – to je ovlivněno výše uvedenými faktory, zejména hloubkou ohniska seismického jevu a jeho vzdáleností od povrchových objektů. Seismické účinky na povrchu od silných seismických jevů zaznamenávají obyvatelé v nejbližším okolí nad místem vzniku, a to zejména, jsou-li oni sami v klidu, popř. v leže (proto jsou častěji pocíťovány a hlášeny ve večerních či nočních hodinách). Tyto seismické jevy se většinou projevují jako zhoupnutí, drnčení dveřních a okenních výplní, cinkot nádobí, rozhoupání zavěšených předmětů nebo i pády drobných labilních předmětů. Je však možné, že v kombinaci s jinými vlivy (poddolování, přírodní podmínky – viz dříve) se mohou jejich účinky zesilovat a pak mohou na stavbách přispívat k např. rozšíření již vzniklých prasklin a trhlin či opadání narušené malby či omítky. Stejně tak se mohou projevit kombinované účinky na chatrných nebo nevhodně založených stavbách nebo objektech neodpovídajících současným stavebním předpisům a technickým normám.

Z dlouhodobých sledování a vyhodnocování v centru SP Green Gas DPB, a.s. lze konstatovat, že naprostá většina v současnosti registrovaných seismických jevů na sledovaném území nedosahuje mezních hodnot udávaných našimi normami ani pro nejnižší kategorii poškození – prvé známky škod na stavbách. Ojedinele u některých nejsilnějších seismických jevů, a jen ve velmi malých oblastech povrchu bezprostředně nad ohniskem seismického jevu, byly vyhodnocené hodnoty rychlosti kmitání nad úrovní mezních hodnot pro objekty nižších kategorií odolnosti. Zvážíme-li, že intenzita projevů s rostoucí vzdáleností od epicentra exponenciálně klesá (klesá rovněž s rostoucí hloubkou ohniska), pak při většině jevů indukované seismicity by nemělo docházet k poškození běžných občanských staveb. To je za předpokladu, že jsou postaveny podle dokumentace zpracované v souladu se stávajícími normami nebo nejsou již dříve narušeny či poškozeny z jiných důvodů, včetně možného poddolování.

I když subjektivní pocity ze záchvěvu jsou jistě nepříjemné, podle naměřených hodnot rychlosti kmitavého pohybu na povrchu by povrchové objekty měly účinkům těchto seismických jevů běžně odolávat a neměly by být narušeny.

1.5 Jiné faktory ovlivňující velikost poškození povrchových objektů

To, že i při hodnotách rychlostí kmitání nižších než připouští normy v mezích odolnosti objektů na povrchu, dojde k poškození stavby, může být dáno jinými faktory než seismicitou. Tyto faktory působí zejména u staveb budovaných v místech "velmi nepříznivých geomechanických podmínek dle čl. 52 ČSN 73 0036". Počítáme mezi ně např. hladinu podzemní vody v malé hloubce pod základovou spárou stavby, vyšší mocnost pokryvu nad karbonským souvrstvím, blízkost výrazných tektonických struktur, stáří objektu, jeho dříve porušenou statiku apod.

V kombinaci s těmito faktory může působit i sebemenší seismické vlnění ten poslední zlomek nezbytný ke vzniku poškození povrchového objektu. Je zřejmé, že objekt již dříve narušený jinými faktory má podstatně menší odolnost vůči každému dalšímu, byť sebemenšímu nepříznivému vlivu.

Vliv těchto faktorů na šíření a parametry seismických vln v konkrétní oblasti není možné zjistit bez dlouhodobých seismických měření.

Vzhledem ke geomechanickým podmínkám horninového masivu není možno v budoucnu v řadě tektonických ker OKD při další hornické činnosti vyloučit možnost vzniku silných seismických jevů, a to i po ukončení těžby. Přitom, jak bylo uvedeno, jsou zejména silné seismické jevy dány předchozí mnohaletou hornickou činností, přičemž současné provozování důlních děl může, ale také nemusí být spouštěcím mechanismem jejich vzniku (s větší pravděpodobností při vedení porubů, s menší při vedení ražeb, ale vyloučit vznik těchto jevů nelze ani v období bez provádění hornických prací, a to v důsledku pokračování dlouhodobých přetvárných procesů horninového masivu i dlouho po ukončení dobývacích prací). V podmínkách OKD jsou stavy nebezpečí vzniku důlních otřesů reálnou skutečností a běžnou záležitostí v převážné části všech dobývacích prostorů a vedení důlních děl je projektováno s vědomím tohoto rizika a je realizováno s použitím všech reálně dostupných prostředků protiotřesové prevence.

Nelze tudíž vyloučit ani možnost doprovodných záchvěvů povrchu se seismickými účinky na povrchové objekty. Jevy indukované seismicity proto bude nutno i nadále sledovat, přičemž bude potřeba zpřesňovat postupy interpretace seismických dat pro stanovení seismických účinků na povrchové objekty a vyhodnocovat skutečné seismické účinky pro každý seismický jev a konkrétní místo na povrchu.

1.6 Měření seismických účinků

Jak již bylo v předchozích kapitolách uvedeno, indukovanou seismicitou rozumíme seismické jevy vznikající náhlým porušováním horninového masivu vyvolaným hornickou činností. Nejsilnější seismické jevy se někdy mohou nepříznivě projevit v blízkých důlních dílech jako důlní otřesy. Někdy jsou zaznamenány jako záchvěvy na povrchu v oblasti bezprostředně nad místem vzniku.

Základním předpokladem pro vypracování systému hodnocení a prognózy účinků indukované seismicity na povrchové objekty v podmínkách OKR je realizace povrchových seismologických měření ve více lokalitách v oblastech jednotlivých dobývacích prostorů dolů karvinské části OKR. Zejména v lokalitách husté zástavby povrchovými objekty (občanskými, bytovými nebo průmyslovými), kde v budoucnu nelze záchvěvy povrchu z důvodu výskytu silných seismických jevů indukovaných hornickou činností vyloučit, nebo kde v minulosti byly důlní škody na objektech z tohoto titulu ohlášeny, byla zahájena povrchová sledování seismologických jevů a systematický sběr dat. Sít povrchových seismologických stanic umožňuje:

- měření a vyhodnocování seismických účinků na povrchu v oblastech častých hlášení povrchových záchvěvů a důlních škod z důvodu výskytu seismických jevů indukovaných hornickou činností,
- sběr seismologických dat, které spolu s dalšími shromážděnými informacemi o hornické činnosti a lokálních geologických a hydrologických podmínkách v jednotlivých lokalitách budou základem pro vybudování budoucího systému vyhodnocování a prognózy seismických účinků na povrchové objekty.

Na základě analýzy účinků indukované jsou vytipovány části horského masivu, u kterých lze očekávat největší seismickou aktivitu. Epicentrální oblasti energeticky silných seismických jevů (místa na povrchu nacházející se nad místy vzniku v podzemí) jsou samozřejmě také nejohroženější z hlediska pravděpodobnosti výskytu povrchových záchvěvů a na ně bude nutno seismologická sledování v dalším období zaměřit. Skutečná seismická však bude ovlivněna nejen budoucí hornickou činností (rozsahem a intenzitou dobývání), ale i rozsahem dřívější hornické činnosti v dané oblasti horninového masivu.

Seismologická měření ihned umožňují:

- mít k dispozici naměřené rychlosti kmitání na konkrétních stanovištích,
- zahájit sběr podkladů pro určení vlivu geologických, popř. hydrologických poměrů v dané lokalitě na parametry seismických vln pro následné vypracování systému hodnocení seismických účinků i v širší oblasti a pro budoucí prognózy ohrožení povrchových objektů seismickou indukovanou budoucí hornickou činností,

Data z jednotlivých stanic budou stahována do centra, kde budou uložena. Jevy budou porovnávány s databází registrovaných seismologických jevů OKR pro určení přesné lokalizace a energie, resp. magnituda jevu. Jevy budou automaticky vyhodnoceny vybaveným softwarem (určení maximální rychlosti kmitání na povrchu na daném stanovišti) a graficky bude vykreslen jejich záznam (velocigram, resp. akcelerogram). Naměřené hodnoty rychlosti kmitání bude možno porovnat s příslušnou českou normou pro posouzení možného vlivu na sledované objekty. Jevy budou uloženy v databázi, jejich vlnové obrazy budou rovněž archivovány. Informace o silných jevech mohou být poskytovány bezprostředně po vzniku jevu.

1.7 Prognóza účinků indukované seismicity

V současné době se v OKR detailní predikce povrchových účinků indukované seismicity neprovádějí, neboť jsou z obdobných důvodů, jako časová predikce otřesů nereálné. Na intenzitu v budoucnu očekávaných seismických projevů však lze již nyní usuzovat z předchozího vývoje seismicity v jednotlivých oblastech karvinské části OKR na základě vyhodnocení dat seismologických jevů zaregistrovaných stanicemi určenými pro prognózu důlních otřesů (lokální síť a Seismický polygonu Green Gas DPB, a.s.). Zejména je možno využít mapy lokalizací energeticky nejsilnějších seismologických jevů a především mapy izolinií maximálních rychlostí kmitání na povrchu sestavené pro jednotlivé energeticky silné jevy v karvinské části OKR z dat Seismického polygonu. Lze z nich sestavit také „součtové mapy izolinií maximálních rychlostí kmitání“ za zvolený časový interval (např. jeden rok nebo i několik let). Bude-li hornická činnost v dalším období pokračovat přibližně ve stejných oblastech (budou dobývány poruby ve stejných slojích a krách), vymezují izolinie těchto součtových map s jistou pravděpodobností i očekávané projevy pro nejbližší období. Nejistota této prognózy roste s délkou intervalu, pro který chceme prognózu provést. Rovněž nejisté budou očekávané projevy na povrchu s postupem hornické činnosti do nových částí důlního pole (kry), s postupem dobývání v dalších slojích apod., kdy bude pro další dobývání možno jen hrubě stanovit předpokládaný vývoj seismické aktivity a odhadnout výskyt energeticky silných jevů, čím méně prognózovat jejich seismické účinky na povrchu. Tímto přístupem rovněž nejsou řešeny možné nahodilé výskyty silných seismických jevů.

Prognózu seismických účinků na povrchové objekty indukované hornickou činností lze dále chápat jako určení maximálních očekávaných hodnot rychlosti kmitání v jednotlivých místech na povrchu. Vlastní postup řešení prognózy seismických účinků lze rozdělit na dílčí úkoly:

- z map výhledů dobývání a dlouhodobých koncepcí je nutno určit ohniskové oblasti výskytu nejsilnějších seismických jevů a jejich očekávanou maximální hodnotu energie – prognóza seismických jevů vznikajících hornickou činností,
- z polohy ohniska a energie očekávaných seismických jevů můžeme na základě závislosti zjištěných z analýz dlouhodobých seismologických měření na povrchu a zohlednění lokálních geologických, resp. hydrologických parametrů prostředí (viz výše) vypočítat hodnoty maximální rychlosti kmitání, které budou na povrchu v dané oblasti vyvolány prognózovanými seismickými jevy, a např. formou izolinií je vykreslit v mapě,
- v mapách můžeme dále vymezit oblasti, v nichž očekávané hodnoty rychlosti kmitání budou největší, popř. kde lze očekávat poškození objektů určitého stupně.

Čím detailněji bude možno analýzy zaregistrovaných seismologických dat provést, včetně zjištění závislosti parametrů seismických vln na lokálních geologických, resp. hydrologických parametrech prostředí (tj. čím větší soubory energeticky silných seismických jevů změřených co největším počtem povrchových stanic v nejrůznějších lokalitách budou k dispozici), tím detailněji a s větší věrohodností bude možno vypočítat prognózované maximální rychlosti kmitání pro povrch.

1.8 Účinky trhacích prací v podzemí OKD na povrchové objekty

Protože obyvatelé často poukazují na poškozování povrchových objektů vlivem důlních trhacích prací, je zde uveden komentář teoretické možnosti jejich vlivů na zemský povrch. Bezvýlomové trhací práce v podzemí dolů jako aktivní prostředek protiotřesové prevence slouží k uvolňování napětí v horninovém masivu, případně k vyvolání důlního otřesu za nepřítomnosti zaměstnanců v provozovaném důlním díle. Z hlediska protiotřesové prevence je tedy při odpalu náloží bezvýlomové trhací práce, nejčastěji umístěných ve vývrtech v nadloží, žádoucí dosažení co největšího seismického efektu („zatřesení horninovým masivem“) v blízkosti provozovaných důlních děl. Protože seismické vlny (pružné vlnění) se šíří od zdroje (ohniska seismického jevu, odpálených náloží apod.) všemi směry, část seismické energie BTP s většími náložemi se může projevit i záchvěvem na povrchu.

Na druhou stranu při většině odpalů jsou maximální amplitudy rychlosti kmitání hmotného bodu dosaženy velice krátkodobě a jsou nižší než nejrůznější mezní hodnoty udávané jako neškodné pro převážnou část stavebních konstrukcí (cca 10 mm/s). Proto se v naprosté většině neprojevují škodami na objektech, na rozdíl např. od zemětřesení, jak to potvrzují zkušenosti ze zahraničí, ale v posledním období i v České republice. Rovněž není známo, že v OKR by byl dokumentován případ vzniku důlní škody v důsledku provedeného odpalu trhací práce v podzemním důlním díle.

Naproti tomu je známá poměrně značná citlivost člověka na záchvěvy (třesení), tedy i na záchvěvy při trhací práci. Práh citlivosti k záchvěvům u průměrně vnímavých osob je pro frekvence do 10 Hz (naměřené převládající frekvence maximálních hodnot rychlosti kmitání na záznamech seismologických jevů) udáván hodnotami rychlosti kmitání v desetinách mm/s (cca 0,2 až 0,8 mm/s), tj. hodnotami více než 10x menšími, než jsou meze pro neškodné hodnoty stavebních konstrukcí (s rostoucí frekvencí tento práh vnímání roste až na hodnoty cca 5 až 15 mm/s pro frekvence 10 až 100 Hz). Záchvěvy na povrchu vyvolané odpaly trhacích prací tedy mohou být silně pociťovány už při nižších hodnotách rychlosti kmitání. Proto, připočteme-li k tomu ještě skutečnost, že se objevují náhle a nečekaně, se můžeme často setkat s přeceňováním jejich účinků na povrchové objekty.

Obdobně je to s vnímáním seismických jevů indukovaných hornickou činností, které rovněž jsou ve většině případů krátkodobým jevem.

Uvedené rozpory mezi vnímáním záchvěvů (třesení) povrchu lidmi a účinky na povrchových konstrukcích bude možno jednoznačně posoudit na základě měření rychlosti kmitání na objektech situovaných v zájmových lokalitách které budou realizovány v rámci výše uvedeného připravovaného systému prognózy a hodnocení účinků indukované seismicity na povrchové objekty v podmínkách OKR.

1.9 Seismologický informační systém

Pro informování veřejnosti, firem a místních samospráv obcí a měst byl od 1. 4. 2013 na internetových stránkách DPB zprovozněn *Seismologický informační systém* (SIS), který slouží k informování o výskytu energeticky významných seismických jevů (s energií od $1,0 \times 10^4$ J) a o projevech indukované seismicity na povrchu hornickou činností dolů v OKR. Od 30. 5. 2014 jsou prostřednictvím SIS uváděny i výsledky měření na dvou stanicích ve výše uvedených lokalitách v Polsku. Monitorování seismických účinků v OKR povrchovými stanicemi je uvedeno na stránkách DPB pod odkazem *Seismologický informační systém*. SIS na úvodní stránce v tabulce informuje o základních parametrech seismologických jevů aktuálně registrovaných seismologickými stanicemi dolů a SP DPB od energie $1,0 \times 10^4$ J a dále uvádí hodnoty naměřené rychlosti kmitání na povrchových seismologických stanicích, pokud byl jev stanicemi zaznamenán (viz Obr.1). Další stránky zobrazují v povrchové mapě polohu aktuálně provozovaných povrchových stanic (viz Obr. 2), resp. tabulku povrchových seismických stanic jak na českém tak polském území, a to i těch, na kterých již bylo měření ukončeno. Pro zaznamenané jevy lze v mapě zobrazit lokalizaci ohniska seismického jevu (epicentrum) a také určit vzájemnou polohu seismického jevu a povrchových stanic, které jev zaznamenaly. Uvedené informace jsou doplňovány jednou za 24 hodin v pracovních dnech. SIS je dále doplněn o informace o plánovaných odstřelech bezvýlomových trhacích prací velkého rozsahu poskytované doly OKR, a rovněž o informace OKR pro občany, kteří na svém majetku zaznamenali škodu způsobenou důlní činností.

http://www.dpb.cz/geofyzika/a 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 - DPE

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

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]	Souřadnice		z	Energie [J]	Poznámka	Povrchové stanice
		x [m]	y [m]	[m]			
23.3.2016	19:16:27	1 103 615	460 000	-588	4.47E+04	Lazy R161104 predpoli 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 jizne - mapa	PS
20.3.2016	21:32:10	1 102 129	453 832	-795	2.35E+04	Darkov/2 R40903 SA zav. nadl. - 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	Darkov/2 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	Darkov/2 R240503 SA sz PZ - mapa	PS
19.3.2016	04:45:39	1 103 824	460 097	-572	2.03E+04	Lazy R161104 predpoli 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

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

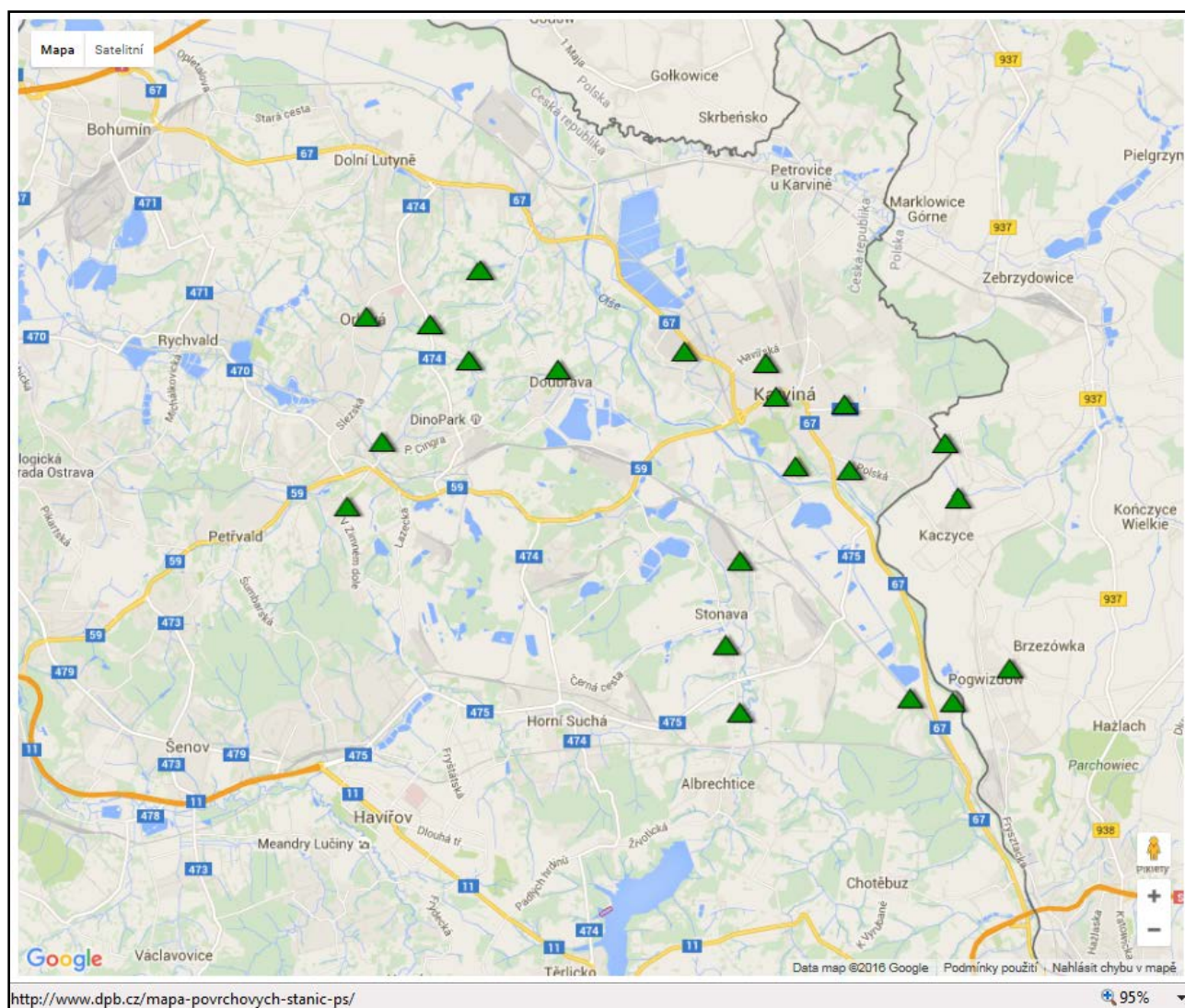
Informace ke spuštění SIS
[- Zahájení provozu SIS](#)

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

10

Obr. 1 Úvodní strana Seismologického informačního systému (stav k 31. 3. 2016) (archiv DPB)



Obr. 2 Rozmístění povrchových seismologických stanic ke dni 31. 3. 2016 (archiv DPB)

2 Možný vznik otřesů, silných seismických jevů a protiotřesová prevence na Dole ČSM v období let 2023 až 2025

2.1 Úvod

V této části je posouzen možný vliv dobývání, plánovaného na lokalitách Sever a Jih Dolu ČSM v období let 2023 až 2025. Při posouzení je vzato v úvahu i dobývání v roce 2022 a rovněž i koncepce dobývání překračující časový rámec tohoto období, neboť dosud není rozhodnuto o termínu definitivního ukončení. Posouzení koncepce z hlediska časového a prostorového musí zohlednit dobývání vcelku, aby bylo možno zohlednit vzájemné vazby dobývání jednotlivých porubních bloků a jejich vliv na napěťový a deformační stav horninového masivu. Smyslem tohoto posouzení vývoje napěťodeformačního stavu v horninách je specifikovat možná rizika ovlivnění povrchu pohyby (chvění, kmitání) ať již vlivem otřesů a s nimi spojenými seismickými projevy, nebo vlivem seismických jevů spojených s aplikací protiotřesových opatření v jednotlivých oblastech Dolu ČSM.

Posouzení zahrnuje hornickou činnost v dobývacích prostorech obou lokalit v období let 2022 až 2025 a dále v zatím nespecifikovaném období. Při posuzování dobývání nad rámec let 2022 až 2025 je doporučeno pouze pořadí dobývání porubů v jednotlivých dobývacích krátech tak, aby pokud možno nedocházelo k nežádoucí koncentraci napětí v horninovém masivu. Koncepce je samozřejmě poznamenána fází ukončování těžby, tudíž bude nezbytné posoudit především vlivy předchozího dobývání na rozložení napětí, avšak současně se zohledněním geologické stavby horninového masivu.

Hornická činnost bude v posuzovaném období vedena v následujících čtyřech oblastech (krátech) závodů Dolu ČSM (*Na obou lokalitách Dolu ČSM je číslování ker průběžné*):

- 0.kra lokality Sever
- 2a. kra lokality Sever
- 2b. kra lokality Jih
- 3. kra lokality Jih

Pro specifikaci rizika ovlivnění povrchu seismicitou spojenou s otřesy a protiotřesovou prevencí je potřebné mít co nejvíce co nejpřesnějších relevantních informací. Patří mezi ně:

- údaje o geologické stavbě v posuzované oblasti - části horninového masivu,
- informace o dřívější hornické činnosti v nadloží exploatované oblasti a
- informace o časovém a prostorovém plánu exploatace a jejich návaznostech.

Pro posouzení byly k dispozici:

- mapy plánovaných ploch výrubů do vydobyty zásob, 1 : 5 000
- časový plán vedení porubů v letech 2022 až 2025
- pro každou exploatovanou oblast mapy slojí 1 : 2 000 plánovaných k dobývání
- pro každou oblast charakteristické profily geologických vrtů zahrnujících dobývané sloje
- přehled zařazení částí horského masivu z hlediska nebezpečí vzniku otřesů
- dosavadní seismicitu v posuzovaných oblastech

V následující souhrnné Tab. 7 jsou v přehledu pro jednotlivé kry uvedeny údaje o dobývaných porubech v posuzovaném období let 2022 až 2025, a zvlášť pak údaje o porubech plánovaných dobývat nad rámec tohoto časového období. Ve sloupcích jsou zleva doprava uvedena čísla plánovaných porubů, označení dobývané sloje, celková mocnost v cm a křížky vyznačená čtvrtletí, v nichž bude příslušný porub dobýván. V dílčí tabulce pro poruby plánované po roce 2025 je pro lepší orientaci přidán sloupec s označením kry, v níž bude porub veden.

Tab. 7 Hrubý časový harmonogram porubů na Dole ČSM v letech 2022 - 2025

0. kra

porub	sloj	moc	2022	2023				2024				2025			
400 000	40	310								X					
400 004	40	310												X	X

2a. kra

porub	sloj	moc.	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

2b. kra

porub	sloj	moc	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											

3. kra

porub	sloj	moc.	2022	2023				2024				2025			
463 310	Natan	280	X												
463 312	Natan	250		X	X	X									

Poruby po roce 2025

porub	sloj	moc.	kra	poznámka
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	

Metodika posuzování byla pro každou z oblastí (ker) obdobná. Na základě geologických vlastností hornin, jejich složení a známých údajů o jejich mechanických vlastnostech a na základě znalostí strukturní a tektonické stavby byla v souladu se zásadami protiotřesové prevence stanovena náchylnost příslušné části horského masivu včetně dobývaných slojí ke vzniku otřesu. Podotýkám zde, že veškeré části horského masivu jsou do doby než v nich lze provést regionální prognózu otřesů považovány za náchylné ke vzniku otřesu. V případech, kdy dosud regionální prognóza nebyla provedena byly posouzeny dostupné údaje a na základě nich stanoven první předpoklad možného nebezpečí vzniku otřesů při dobývání příslušné oblasti. Současně pak bylo posuzováno, jak mohla předchozí hornická činnost ovlivnit napětíodeformační stav v exploatované oblasti. Bylo bráno v úvahu i možné ovlivnění vyššího nadloží. I v případě, že se nebezpečí otřesu při dobývání slojí neočekává, je nutno počítat s postupným ovlivňováním vyšších vrstev díky reologickým procesům. Jestliže v nadloží lze předpokládat části horského masivu, které dosud nejsou zcela prolomeny a deformovány, mohou být tyto zdrojem pozdějšího porušování a křehkých deformací doprovázených seismickými projevy. S ohledem na reologické pochody je nutno u těchto projevů počítat s určitou časovou prodlevou. Detailní zařazení jednotlivých porubů a dlouhých důlních děl do stupňů nebezpečí nelze zatím v této fázi posuzování stanovit, neboť pro takové zařazení není dostatek podkladů. To však nebrání při zohlednění všech výše uvedených faktorů, provedení kvalitativní a hrubě i kvantitativní prognózy seismicity vyvolané případně hornickou činností.

2.2 Geologické vlastnosti

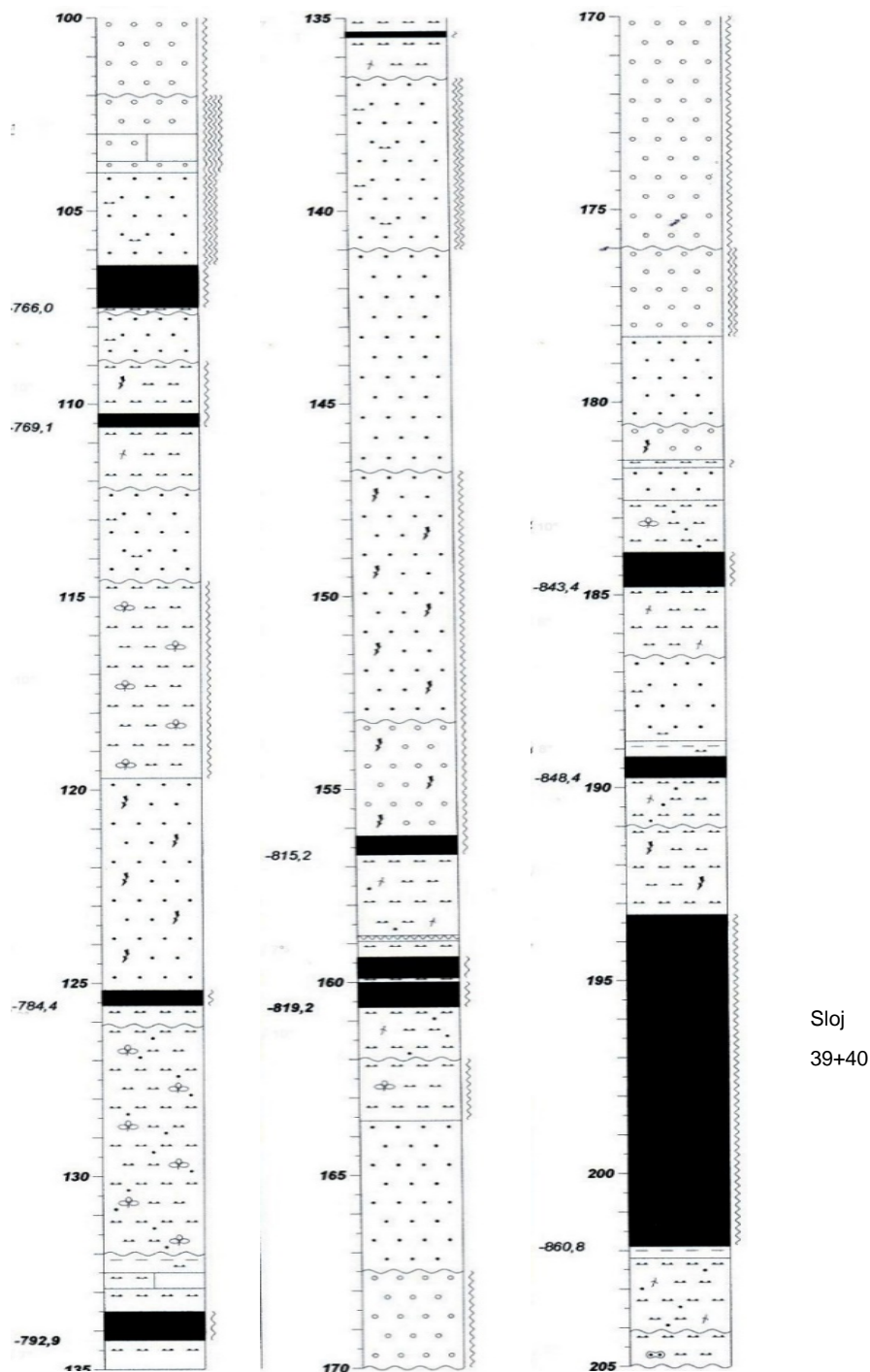
Dobývací prostor Dolu ČSM se nachází v nejvýchodnější části karvinské dílčí pánve. Vyznačuje se kernou stavbou, která převládá nad duktilními vrásovými strukturami. Kromě normálních zlomů, většinou kombinovaných s horizontálními posuny, jsou významné rovněž přesmykové struktury. Zlomový systém paralelních přesmykových zlomů generálního směru SV-JZ je tvořen několika paralelními plochami o různé amplitudě (od 1 m do 20 m) a úklonu kolem 20° k Z až SZ, které přecházejí místy až do mezivrstevních prokluzů. Předpokládá se, že tyto zlomy jsou dokladem příslušnosti této oblasti OKR k vrcholové části akrečního klínu, který byl vytvořen tlakem od SZ až Z a kolizí nasouvajícího se variského orogénu s geologickým

podkladem tvořeným brunovistulíkem. Tento systém přesmyků je významným prvkem ovlivňujícím rozložení primárního napětového pole v dobývacím prostoru, a tudíž i ovlivňujícím možnost koncentrace napětí v určitých oblastech horninového masivu a vznik otřesových jevů. V dobývacím prostoru dolu ČSM převládají normální zlomy, které tvoří síť podélných zlomů (S-J směr) a příčných zlomů (Z-V směr) vytvářejících hlavní strukturní schéma a rozdělujících dobývací prostor na přirozené dobývací kry. Schéma je uvedeno v blokdiagramu na Obr. 3. Nejvýrazněji se projevují poruchy stonavská a albrechtická, vytvářející hluboký podélný příkop v západní části dobývacího prostoru a ohraničující 4. dobývací kru. Nevýrazný příkop tvoří také příčné zlomy X a A vymežující 1. kru, nicméně oba tyto protiklonné zlomy ve spodní části ukončily dobývání v 1. kře. Z pohledu regionální strukturní charakteristiky je významná rovněž nevýrazná hrást' těšínského zlomu, probíhající těsně při hranici s Polskem. Porucha X je výrazný příčný zlom, pokles v jižním směru oddělující 0. kru od zbytku dobývacího prostoru. Z hlediska celkové distribuce napětí v dobývacím prostoru je zde potřeba zmínit rovněž charakter některých zlomů, které je možno považovat za zlomy kloubové nebo rotační (Price&Cosgrove 1990), např. poruchy A, B, D, které napětové poměry v horninovém masivu značně komplikují. V rámci koncepce posuzované ve studii EIA budou v dobývacím prostoru Dolu ČSM exploatovány sloje v 0. kře. 2a. kře, 2b. kře a 3. kře.

Protože pro distribuci napětí jsou významné strukturní vazby v horninovém masivu, jsou zde uvedeny podle některých závěrů práce Waclawika (2009). Především je nutno vzít v úvahu, že většina příčných zlomů vykazuje, kromě gravitační složky pohybu také pohyby horizontální, zřejmě v souvislosti s generálním pohybem variského orogénu. Z poznatků otvírky v polské části vyplývá, že těšínský zlom je dextrálně posunut po poruchách C a E. Podobný poznatek byl zjištěn na poruše X, po níž byla albrechtická porucha posunuta rovněž dextrálním směrem. Z těchto zjištění vyplývá potřeba počítat s reziduálním tektonickým napětím, především u těchto struktur, ale zřejmě i u ostatních příčných struktur v dobývacím prostoru.

slojky o mocnosti 0.5 m až ke sloji 29b sp.l. mocné 4 m. Pod ní je 0.3 m mocná vrstva jílovce, 11 m pískovce a 18 m střídajících se poloh prachovce a jílovce a sloj 30 o mocnosti 2.0 m. Nejspodnější popisovanou slojí je sloj 32 mocná 2.3 m a ležící 22 m pod slojí 29b sp.l. Meziloží je opět tvořeno střídajícími se vrstvami jílovců a prachovců.

Sloje 39 a 40 v sedlových vrstvách jsou bazální sloje karvinského souvrství. V dobývacím prostoru Dolu ČSM se vyznačují především proměnlivou mocností jak vlastních slojí, tak i meziloží, kdy ve velké části dobývacího prostoru jsou obě sloje spojeny v jediný plást. Průvodní

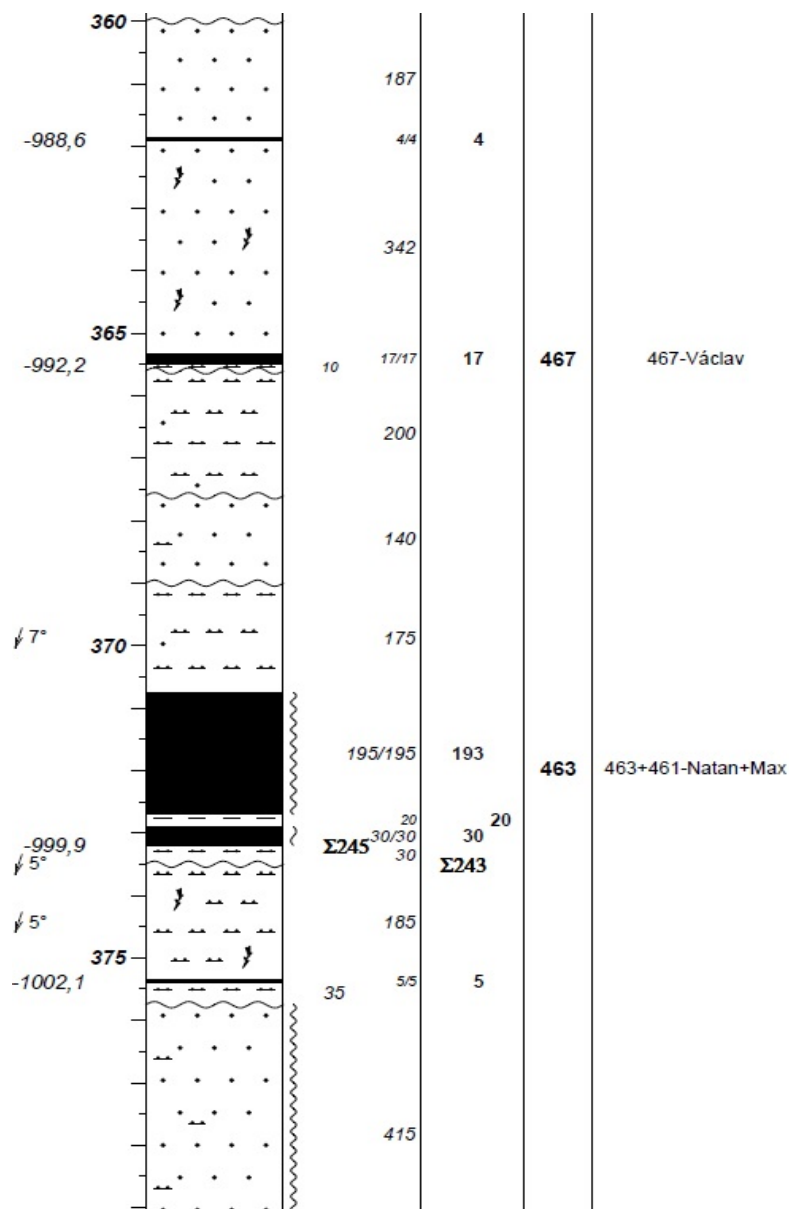


Obr. 4 Charakteristický litologický profil spodní části sedlových vrstev (Důl ČSM 3. kř)

horniny odpovídají litologickému charakteru spodní části sedlových vrstev, s převládajícími pískovci a slepenci, tvořícími relativně mocné lavice. Ukázka typického profilu (vrt 1258/04 ze 3. kry) je na Obr. 4. Obě sloje 39 a 40 jsou v tomto profilu spojeny v jeden plást 8.5 m mocný.

Obecně je tento charakter vrstevní sekvence považován za jednu ze zásadních vlastností způsobujících nebezpečí vzniku otřesů.

Sloj Natan, jako první dobytelná sloj porubských vrstev ostravského souvrství leží 150 m až 180 m pod slojí 40. Meziloží obou vrstev je velmi proměnlivé. Ve stratigrafické sekvenci jsou zde zastoupeny v nebilanční kategorii porubské sloje a střídající se partie všech druhů klastických sedimentů s převažujícím podílem prachovců a jílovců. Na Obr. 5 je výsek profilu vrtu 1296-07 vrtaného ve 2. kře a dokumentující typické složení a vrstevnatost průvodních hornin v porubských vrstvách.



Obr. 5 Úsek profilu vrtu 1296-07 ve 2. kře Dolu ČSM zastihující sloj Natan+Max

2.3 Geomechanické vlastnosti

Geomechanické vlastnosti horninového masivu jsou významným faktorem při hodnocení náchylnosti k otřesům. Základem hodnocení jsou údaje o fyzikálních a mechanických vlastnostech jednotlivých typů hornin, zjišťované laboratorně. Ty jsou v celém dobývacím prostoru, jako ostatně v celém OKR značně proměnlivé. Základní vlastnosti jsou uvedeny v Tab. 8,

Tab. 8 Fyzikálně-mechanické vlastnosti hornin na Dole ČSM

	Pevnost v tlaku σ_D /MPa/	Pevnost v tahu σ_T /MPa/	Modul pružnosti E /GPa/	Poissonova konstanta μ
<i>Sedlové vrstvy</i>				
Jílovec	34-85	3-8	12-19	0,14-0,24
Prachovec	18-146	5-10	16-24	0,15-0,22
Jemný pískovec	34-173	4-14	14-28	0,16-0,25
Střednozrnný pískovec	20-143	4-7	13-25	0,17-0,22
Hrubozrnný pískovec	15-103	4-9	17-26	0,16-0,28
Slepenec	25-143	4-10	13-27	0,13-0,25
<i>Porubské vrstvy</i>				
Jílovec	28-91	1-6	1-10	0,14-0,19
Prachovec	23-123	4-12	5-16	0,17-0,24
Jemný pískovec	39-143	5-14	8-16	0,15-0,22
Střednozrnný pískovec	45-121	3-11	6-20	0,15-0,22
Hrubozrnný pískovec	67-110	3-8	10-15	0,18-0,22
Slepenec	60-143	4-5	12-15	-

Geomechanické vlastnosti zjišťované laboratorně vyjadřují pouze vlastnosti vlastního vzorku horniny, bez zohlednění dalších faktorů, které v reálném horninovém masivu působí, jako jsou strukturní stavba, drobné dislokace, vrstevnatost, charakter sedimentace a jiné. Proto je pro kategorizaci horninového masivu z hlediska protiotřesové prevence používána metodika, zahrnující i posouzení těchto faktorů.

Na základě metodiky, používané v rámci tzv. regionální prognózy otřesů jsou jednotlivé části horninového (horského) masivu zařazeny následovně (Tab. 9):

Tab. 9 Zařazení částí horninového masivu do kategorií nebezpečí otřesů

Kra	Vymezená část horského masivu	kategorie	sloje
0	Celá kra	SN	40 (504)
2a	Část vertikálně zahrnující stratigrafický úsek mezi stropem sloje 29a a počvou sloje 29b spodní lávka, spodní část v ploše kry ohraničené souřadnicemi	BN	29a (652), 29b vrl (650) 29b spl,v.část (649), 29b spl, s.část (648)
	Ostatní části horského masivu v celé kře	SN	30 (634),39 (510),40 (504), 461, 463
2b	Celá kra	SN	39, 40, 461 a 463
3	Celá kra	SN	461, 463

V tabulce značí SN kategorii horninového (horského) masivu s nebezpečím vzniku otřesu, BN kategorii bez nebezpečí vzniku otřesu. Pokud se týká místa, kde lze očekávat iniciaci (ohnisko) vzniku otřesu, je nutno počítat ve všech případech kategorie SN, s ohledem na geologické vlastnosti s místem vzniku otřesu jak v nadloží, tak i v samotné dobývané sloji.

2.4 Seismická aktivita

2.4.1 Technické vybavení pro sledování seismicity na Dole ČSM

Oblast Dolu ČSM patřila do roku 1990 k oblastem, kde dobývání v oblastech nebezpečných vznikem důlních otřesů, probíhalo sporadicky. Seismická aktivita oblasti proto byla monitorována pouze jedinou povrchovou seismologickou stanicí na tehdejšími závodě ČSM Jih.

V dalším období, tj. od roku 1991 nabývala na aktuálnosti potřeba detailnějšího hodnocení vývoje seismické aktivity, posuzování vývoje nebezpečných stavů a hodnocení protiotřesové prevence prováděné aktivními prostředky v důsledku dobývání slojí ve spodní části sedlových vrstev. V roce 1995 byla vyprojektována a v následujících letech vybudována lokální seismologická síť se stanicemi rozmístěnými v prostoru obou závodů dolu ČSM.

V současné době seismologickou síť dolu ČSM tvoří celkem osm stanic rozmístěných v důlních dílech v podzemí a jedna povrchová stanice, které zajišťují seismologické sledování dobývacích prostorů obou závodů. Přístrojové vybavení je jednotné jako v lokální síti ostatních dolů OKD, a.s. Pouze přenos signálu z podzemí je řešen nikoliv samostatným sdělovacím kabelem, ale po telefonních linkách s využitím speciálních převodníků. Tyto seismologické (SL) modulátory (vždy jeden modulátor pro jeden snímač) byly vyvinuty v 90. letech minulého století pro podmínky dolů OKR. SL modulátory mají vlastní napájení z povrchu, a to po stejné kabelové trase, kterou je veden modulovaný seismický signál do seismického pracoviště dolu ČSM. Na seismickém pracovišti je modulovaný signál přiveden do SL demodulátoru a zesilovače a vstupuje do sběrné části SL aparatury. Povrchová část je společná vždy pro 5 SL kanálů.

Po svém vybudování byla SL síť dolu ČSM začleněna do celorevírní lokální seismologické sítě s centrálním sběrem a vyhodnocováním dat. Sledování seismické aktivity v širší oblasti (v rámci OKR) je zajištěno regionální seismologickou sítí – Seismickým polygonem Green Gas DPB, a.s., jehož seismologické stanice obklopují především karvinskou část OKR. Seismický polygon byl postaven a uveden do provozu na přelomu 80. a 90. let minulého století.

Pro sledování seismicity v příhraniční oblasti v Polsku jsou v obcích Kaczyce a Pogwizdow zřízeny rovněž povrchové seismické stanice. Doplnují tak sledování seismicity i v polském příhraničí.

Sběr a vyhodnocování dat lokální sítě seismologických stanic jednotlivých dolů probíhá v OKR centralizovaně od konce 80. let 20. století. Od roku 2002 úlohu sběrného a vyhodnocovacího seismologického centra pro celé OKD, a.s. převzal Green Gas DPB, a.s. se sídlem v Paskově. Seismologická data z lokálních stanic dolů se zpracovávají společně s údaji ze Seismického polygonu. Vyhodnocování seismologických dat probíhá nepřetržitě ve třech směnách včetně sobot a nedělí. Centrum rovněž udržuje úplnou databázi seismologických jevů z OKR (od 1.4.1988) a zajišťuje archivaci SL dat.

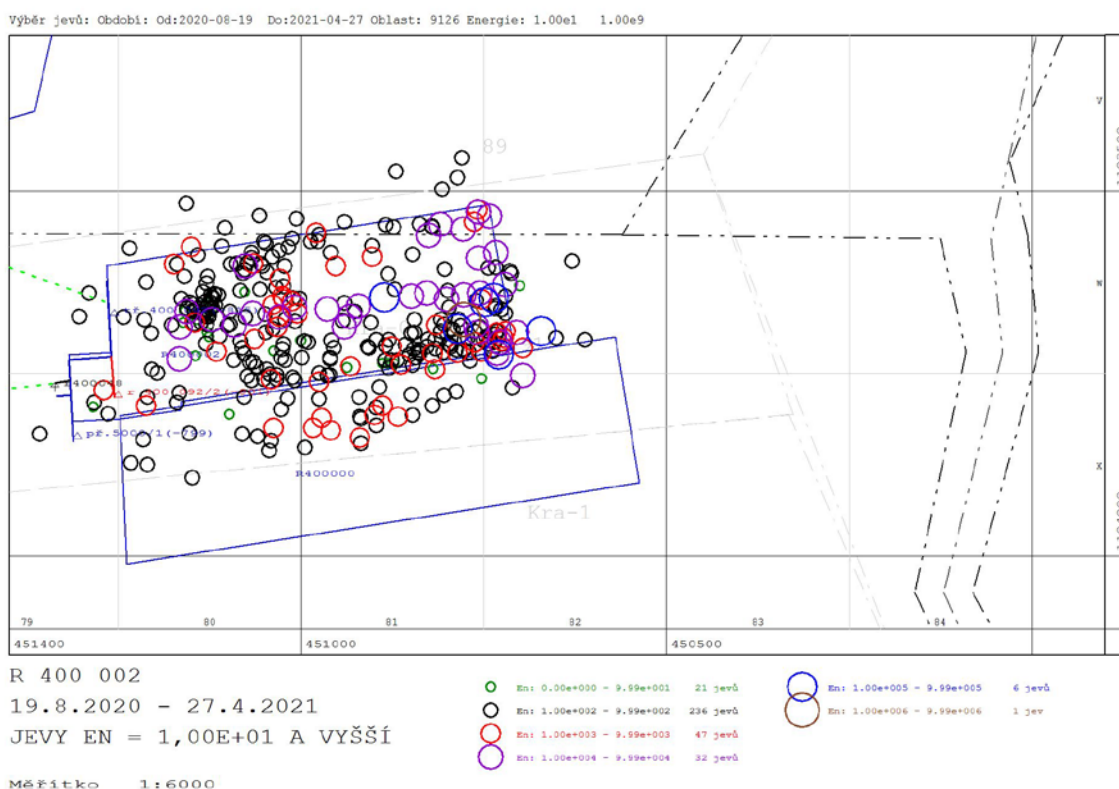
Měření seismické aktivity v dobývacích prostorech dolu ČSM seismologickými stanicemi je doplňováno rovněž kontinuálním seismoakustickým sledováním v předpolí vybraných porubů.

2.4.2 Posouzení seismicity v zájmových oblastech

Posouzení seismicity v jednotlivých oblastech je zde provedeno na základě zkušeností se seismickou aktivitou monitorovanou při dobývání v porubech v obdobných geologických a hornických podmínkách, jako bude probíhat dobývání v období posuzování EIA. Zde zvolené zájmové oblasti nemusí vždy zcela kopírovat dobývací kry, neboť dobývání je ve většině případů zaměřeno na části slojí, rozšiřující dosud vydobyté plochy. Proto je použito srovnání seismicity s dříve dobývanými poruby s obdobnými geologickými a hornickými podmínkami i v několika oblastech stejné dobývací kry.

2.4.2.1 Seismicita při dobývání porubu 400 002 v 0. kře

Porub 400 002 byl dobýván v obdobných podmínkách, jako budou dobývány poruby 400 000 a 400 004. Seismicita v průběhu dobývání (od 19.8.1920 do 27.4.2021) je zřejmá z Obr. 6. Seismicky významné jevy (jevy o energii 10^4 J a vyšší) se podílejí na celkové aktivitě zhruba 11 %, což lze považovat za běžnou aktivitu při dobývání sloje 40. Přitom 19 případů seismicky významných jevů bylo způsobeno bezvýmlovou trhací prací v rámci protitřesové prevence. Povrchový záchvěv u vysokoenergetických jevů byl zaznamenán ve 4 případech, beze známek poškození povrchových objektů.

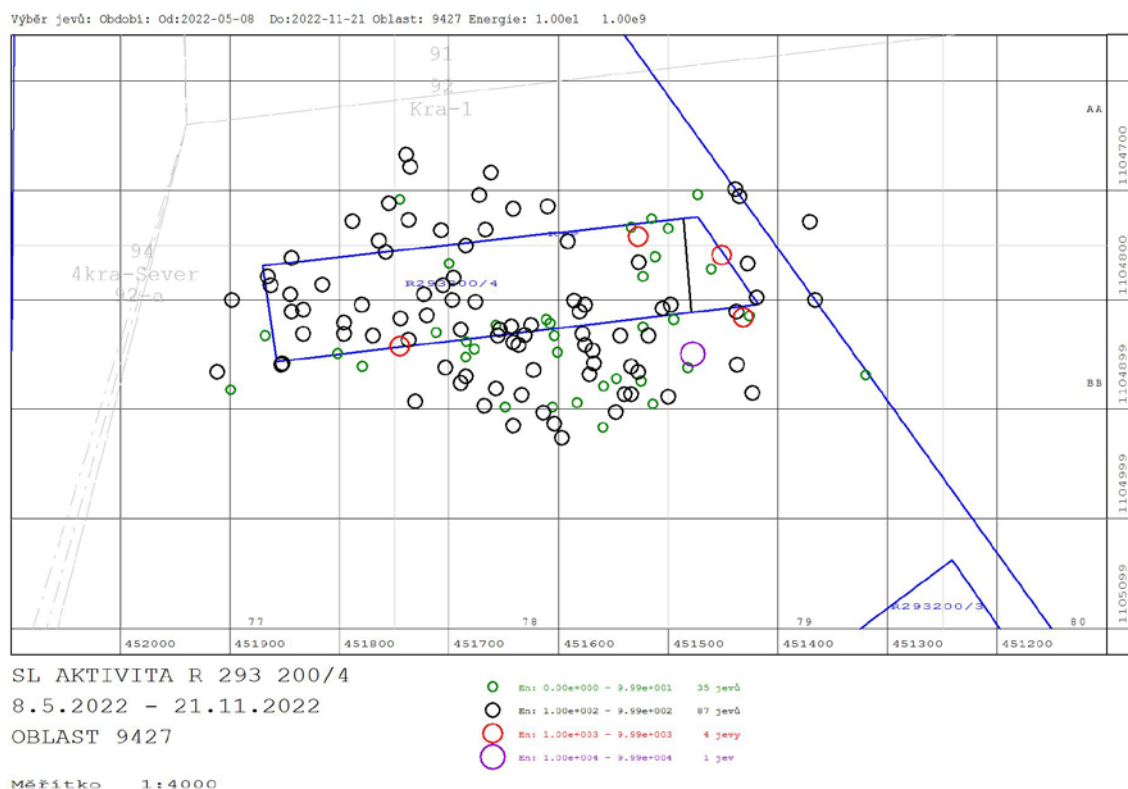


Obr. 6 Seismická aktivita při dobývání porubu 400 002 ve sloji 40 v 0. kře

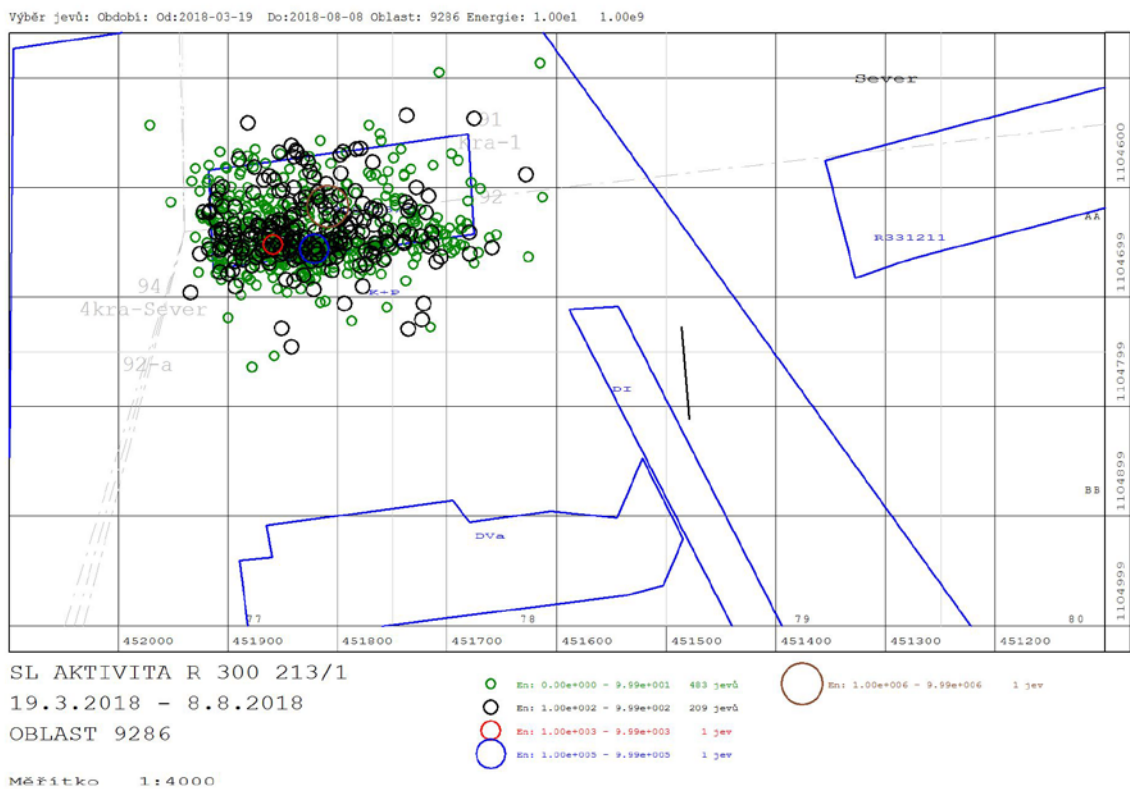
2.4.2.2 Seismicita při dobývání v oblasti ochranného pilíře jam ČSM Sever ve 2a. kře

Seismická aktivita v oblasti ochranného pilíře jam (dále OPJ) ČSM Sever je zde doložena dvěma příklady. První dokládá seismicitu při dobývání porubu 293 200/4 ve sloji 29b sp.l. a je zobrazen na Obr. 7. V průběhu dobývání vznikl pouze jeden významný jev o energii řádu 10^4 J. Odpovídá to i geomechanickému předpokladu, že při dobývání spodní lávky je seismicita nízká.

Také seismická aktivita při dobývání sloje 30 porubem 300 213/1 byla zastoupena pouze jevy řádu do 10^2 J. Jejich četnost byla značná, jak je zřejmé z Obr. 8. Celkem vzniklo při dobývání 692 jevů proti pouze 3 jevům vyššího energetického řádu, avšak 13.4.2018 zde došlo k otřesu doprovázenému 2 významnými seismickými jevy s povrchovými záchvěvy. V další fázi postupu porubu pak již opět seismická aktivita klesla a docházelo jen k pravidelnému uvolňování napětí nízkoenergetickými jevy.

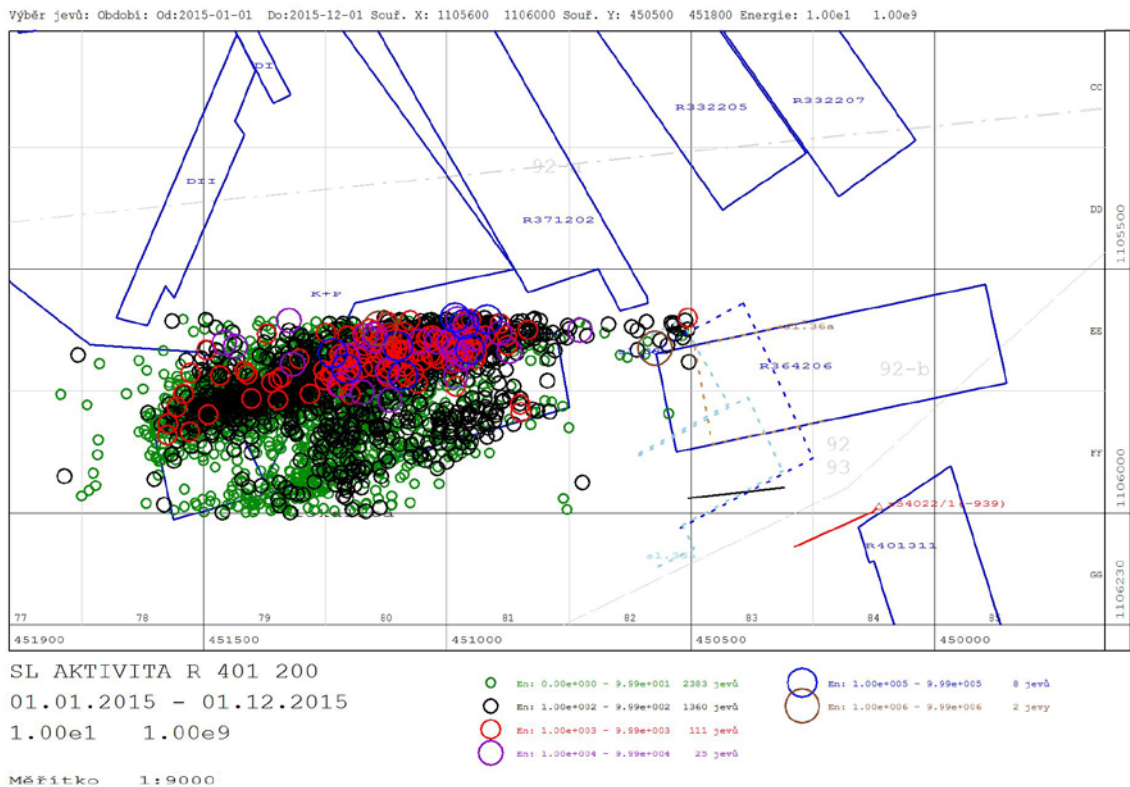


Obr. 7 Seismická aktivita při dobývání porubu 293 200/4 ve sloji 29b sp.l. ve 2a. kře



Obr. 8 Seismická aktivita při dobývání porubu 300 213/1 ve sloji 30 v 2a. kře

2.4.2.3 Seismická aktivita při dobývání porubu 401 200 v jižní části 2a. kry

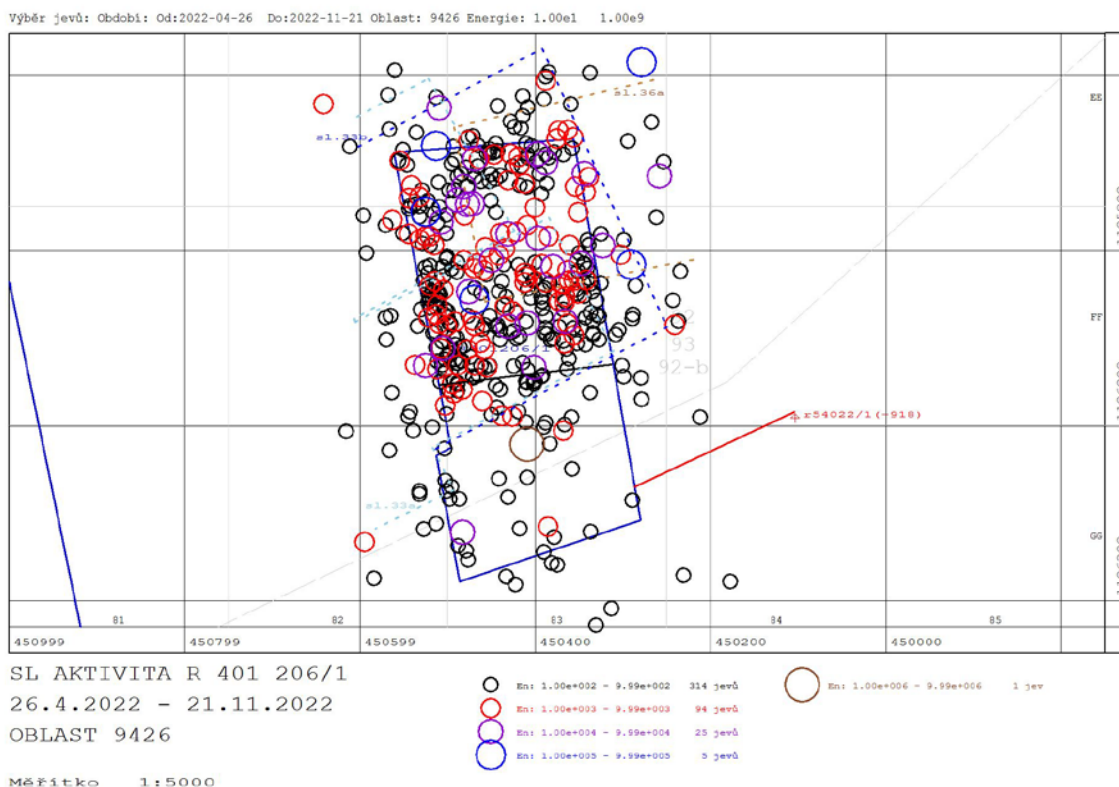


Obr. 9 Seismická aktivita při dobývání porubu 401 200 ve sloji 39 v 2a. kře

Porub 401 200/1 ve sloji 39a a porub 402 200/1 ve sloji 40 budou částečně dobývány v jižní části OPJ ČSM Sever. Budou rozšiřovat již vydobytou plochu dřívějšími poruby 401 200, 401 202, 402 200 a 402 202 v obou zmíněných slojích, a to k severu na celkovou šířku zhruba 600 m, čímž vznikne vyrubaná plocha 600×650 m. Seismická aktivita při dobývání porubu 401 200 tj. od 1.1.2015 do 1.12.2015 je zobrazena na Obr. 9. Přestože sumární zobrazení všech jevů při dobývání v roce 2015 není zcela přehledné, je potřeba říct, že z celkového počtu 3889 monitorovaných seismických jevů, je pouze 35 jevů významných, tj. o vyšší energii než 10^4 J. Znamená to, že tvoří pouze necelé 1% všech jevů a většina potenciální energie byla vyzářena nízkoenergetickými jevy (nepocitovanými ani v dole). Za významné z pohledu lokalizace významných seismických jevů považují jejich plošný výskyt na severní straně odrubávané plochy, což lze očekávat i při dobývání porubů 401 200/1 a 402 200/1. Při dobývání porubu 401 200 bylo registrováno celkem 28 případů povrchových záchvěvů bez významných destruktivních projevů na povrchové objekty.

2.4.2.4 Seismická aktivita při dobývání porubu 401 206/1 v jižní části 2b. kry

V oblasti, kde bude dobývána sloj 39 poruby 401 206/1 a 401 208/1 a do jisté míry i porub 401 200/1 v jižní části OPJ Sever, byl v poslední době dobýván porub 401 206/1. Seismická aktivita při jeho dobývání je dokumentována v Obr. 10. Zahrnuje celkem 439 jevů, přičemž podíl významných jevů je pouze 7 %. K povrchovým záchvěvům došlo jen ve 3 případech jevů o energetickém řádu 10^3 J. K žádným poškozením povrchových objektů přitom nedošlo.



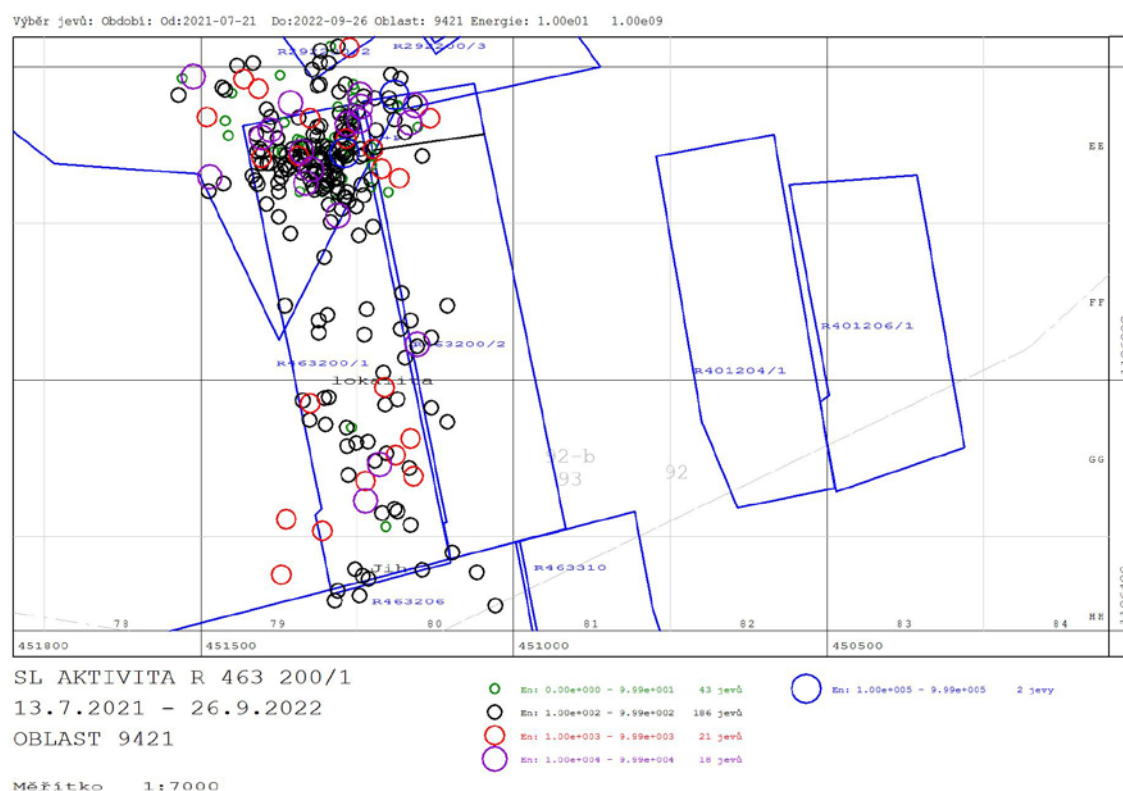
Obr. 10 Seismická aktivita při dobývání porubu 401 206/1 ve sloji 39 v 2b. kře

2.4.2.5 Seismicita při dobývání porubů ve sloji Natan v jižní části 2b. kry

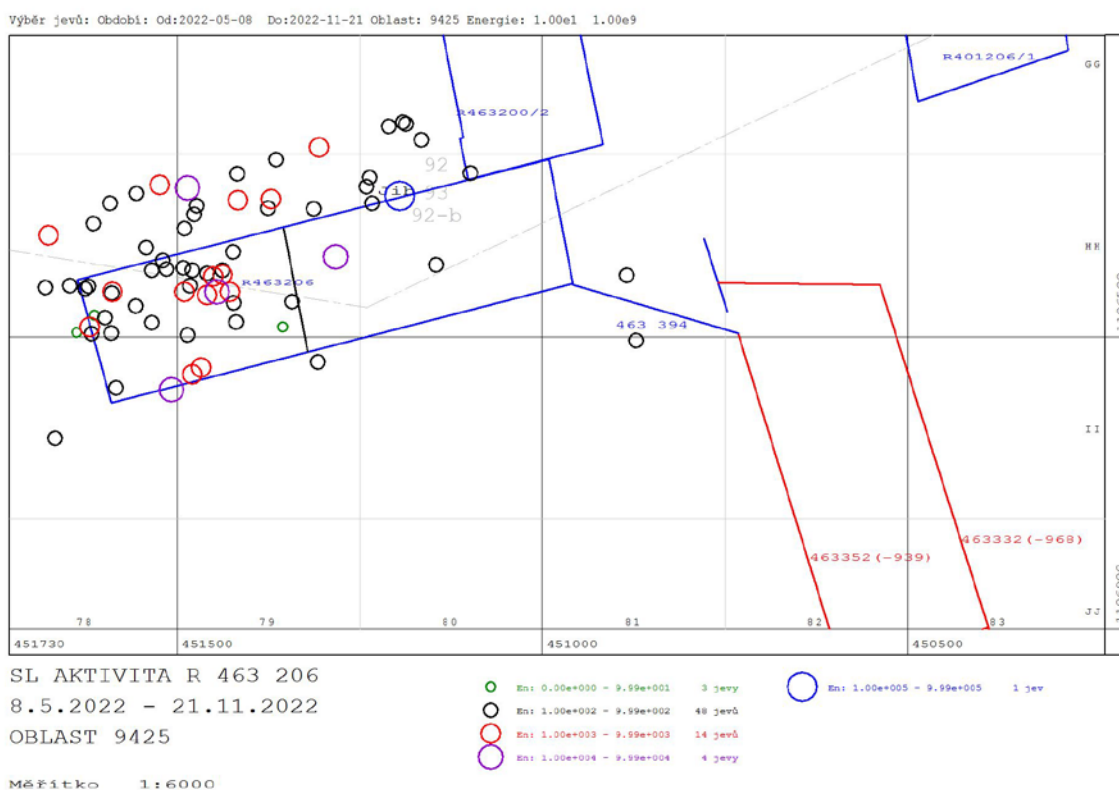
Pro porovnání a technický odhad seismické aktivity při dobývání porubů ve sloji Natan v jižní části 2b. kry byly pro dokumentaci zvoleny 2 příklady dobývání této sloje. Prvním je porub 463 200/1, vedený od severu k jihu a druhý pak 263 206 dobývaný od západu k východu, v poněkud odlišné geometrické pozici.

Při dobývání sloje Natan porubem 463 200/1 došlo celkem k 270 seismickým jevům, přičemž podíl významných jevů je 7 %, tedy velmi nízký (Obr. 11). Ve 12 případech otřesů byl pocíťován záchvěv povrchu, což je oproti předchozím oblastem relativně vysoký podíl. Zřetelně je vidět kumulace jevů v první fázi dobývání, rozvíjení porubní fronty od výchozí prorážky. Při dalším postupu porubní fronty pak již počet jevů zřetelně klesl. Obdobný trend zaujímají i Významné seismické jevy.

V kontrastu s tím je na Obr. 12 dokumentována seismická aktivita při dobývání porubu 463 206 ve stejné sloji Natan ve stejné části kry navíc v severní části OPJ ČSM Jih. Přestože porub je dosud dobýván a do 31.10.2022 postoupil od výchozí prorážky zhruba 250 m, je seismická aktivita nižší, zejména ve fázi rozvíjení porubní fronty od výchozí prorážky. Dosud bylo registrováno pouze 70 seismických jevů, z toho 5 Významných jevů, z toho pouze jeden se projevil povrchovým záchvěvem.



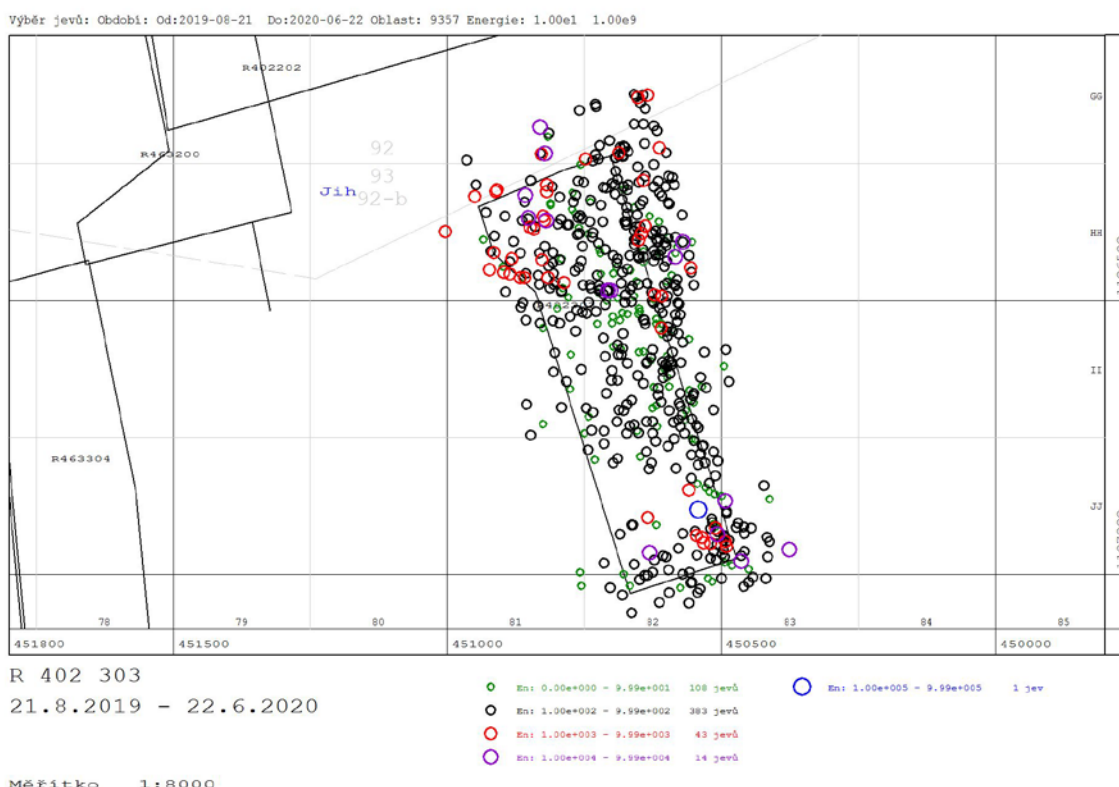
Obr. 11 Seismická aktivita při dobývání porubu 463 200/1 ve sloji Natan ve 2b. kře



Obr. 12 Seismická aktivita při dobývání porubu 463 206 ve sloji Natan ve 2b. kře

2.4.2.6 Seismicita při dobývání porubu 402 303 ve sloji 40 ve 3. kře

Poslední analyzovanou oblastí je oblast 3. kry v jižní části dobývacího prostoru. Je zde plánováno dobývání sloje 40 poruby 402 301 a 402 305. Pro srovnání a pro technický odhad vývoje seismicity při jejich dobývání byl vybrán porub 402 303, jehož seismickou aktivitu dokumentuje Obr. 13. Celkem bylo v oblasti při dobývání porubu registrováno 549 seismických jevů a podíl významných jevů je pouze 2.7 %. K povrchovým záchvěvům došlo přitom jen ve 4 případech, vyjma jednoho všechny ve fázi rozvíjení porubní fronty od výchozí prorážky. Ani v tomto případě nedošlo k destruktivním projevům na povrchovou zástavbu.



Obr. 13 Seismická aktivita při dobývání poruby 402 303 ve sloji 40 ve 3. kře

2.5 Posouzení nebezpečí otřesů a seismických jevů v dobývacích krách

2.5.1 Oblast 0. kry

Hornické podmínky v oblasti

V 0. kře závodu Sever je plánováno dobývat sloj 40 sedlových vrstev. Dosahuje mocnosti 3,7 m. Dobývání bude realizováno poruby 400 000, 400 004.

Celá oblast 0.kry je historicky exploatována již počínaje slojí 30. Díky značné tektonické porušenosti a četným erozím slojí v 0. kře jsou sloje dobývány pouze ostrůvkovitě. S ohledem na geologické vlastnosti především na uvedenou značnou tektonickou porušenost nedochází při exploataci k významnějším koncentracím napětí v ponechaných pilířích. Přesto nelze vyloučit, především při dobývání bazální sloje 40 použití rozsáhlejší bezvýlomové trhací práce v nadloží dobývaných porubů. Rovněž nelze zcela vyloučit, že zejména dobývání sloje 40 může být doprovázeno seismickou aktivitou, která může ovlivnit i povrch v epicentru dobývání.

Geologické a geomechanické vlastnosti

0. kra je ohraničena na severu demarkací mezi Dolem ČSM a Dolem Darkov, na východě těšínským zlomem, na jihu poruchou "X" a na západě albrechtickou poruchou.

Produktivní karbon je zastoupen souvrstvím ostravským i karvinským. Mocnost sedlových vrstev karvinského souvrství, kde bude vedena hornická činnost kolísá od cca 180 do 200 m. Dále uvedený popis se zabývá jejich geologickým složením od sloje 33ab po sloj 40, tedy stratigrafickou sekvencí, jejíž složení ovlivní dobývání v rámci příštích let. Pod slojí 33ab leží mocné souvrství pískovců a písčitých prachovců. Dosahuje až 60 m. Prachovce a jílovce se

vyskytují v malých mocnostech pouze kolem nebilančních slojí 35b a 36a. Také v nadloží sloje 36b je cca 10 m mocná vrstva pískovce, avšak nad ní leží málo pevné vrstvy doprovázející sloj 36a. Totéž lze říci i o zbylé části sedlových vrstev až po sloj 40. Zhruba 100 m mocné souvrství mezi slojemi 36b a 40 je tvořeno převážně pískovcovými lavicemi a méně pevné horniny jsou v těsném okolí slojí 37a, 37b, 38a a 39a. Sloj 39a v 0. kře je vyvinuta samostatně sloj 40 leží pod ní zhruba 40 m. Úklon vrstev je subhorizontální s generálním úklonem 2° až 5° k SV. Horninové složení je tedy charakteristické pro spodní část sedlových vrstev a současně patří k takovým, které způsobují náchylnost ke vzniku otřesů. Za významný prvek z hlediska rozložení napětí v nadloží sloje 40 považují také erozní výmoly.

Posouzení rizika otřesů a zvýšené seismicity

Na základě posouzení geologických a geomechanických vlastností byla 0. kra v oblasti sedlových vrstev zařazena jako náchylná ke vzniku otřesů. Nelze proto zde zcela vyloučit výskyt silných seismických jevů, které mohou, díky předchozí hornické činnosti v nadloží ovlivnit svými účinky povrch v epicentru dobývání. Avšak ani u významných seismických jevů se neočekávají jevy, jejichž rychlost kmitání by na povrchu přesáhla mezní hodnoty pro poškození objektů.

2.5.2 Oblast 2a. kry

Hornické podmínky v oblasti

Ve 2a. kře je plánováno dobývat sloje:

- 29b vr.l. porubem 292 207,
- 29b sp.l. poruby 293 201/1, 293 200/2, 293 200/3 a 293 200/4
- 30 poruby 300 201/3 a 300 201/2,
- 39 porubem 401 200/1 (na hranici mezi 2a a 2b krou)
- 40 poruby 402 200/1 (na hranici mezi 2a a 2b krou), 402 204, 402 206, 402 206/2 a 402 208
- Natan poruby 463 202, 463 204 a 463 208

Oblast 2a kry byla exploatována počínaje sušskými vrstvami. Exploatace, zohledňující geologickou stavbu znamenala často ponechání nerubatelných částí slojí a vznik pilířů a hran nevýrubů. Specifickou část 2a kry tvoří ochranný pilíř jam ČSM Sever. V souvislosti s ukončováním těžby bylo zahájeno dobývání uvnitř chráněného prostoru, a to ve slojích 29b vr.l. a 29b sp.l. Kromě toho v něm bylo v minulosti realizováno pokusné dobývání chodbicemi ve sloji 30. S geomechanickým působením výrubů chodbic dosud nejsou dostatečná zkušenosti, avšak obecně je nutno předpokládat alespoň částečné odlehčení v horninovém masivu v jejich okolí. Dobývání výše uvedených porubů bude probíhat postupně podle časového harmonogramu uvedeného v Tab. 7. Sloj 29b vr.l. bude dobývána pouze porubem 292 207 ve východní části 2a kry, izolovaně od ostatních plánovaných porubů, a spodní lávka sloje 29b postupně poruby 293 200/4, 293 200/3 a 293 200/2. Nad časový rámec roku 2025 je plánováno dobývání porubu 293 201/1 severně od ochranného pilíře jam ČSM Sever. Dva porubní bloky ve sloji 30 plánované v severní a západní části OPJ jsou projektovány první na přelomu let 2024 a 2025 a druhý po roce 2025. V souvislosti s dobýváním v západní části 2a kry je potřeba uvést rovněž dobývání slojí 39 a 40 v jižním prostoru OPJ. Poruby 401 200/1 a 402 200/1 bude rozšířena plocha vyrubaná již dříve v těchto slojích. Jsou plánovány v časovém horizontu po roce 2025. Časové a prostorové vazby dobývání ve všech výše uvedených slojích dodržují požadavky pravidel protiotřesové prevence.

Ve východní části 2a kry je plánováno dobývání porubů v pořadí 402 206, 402 204, 402 206/2 a závěrem porub 402 208. Přitom poslední dva porubní bloky jsou plánovány dobývat po roce 2025. V této části 2a kry jsou projektovány i bloky ve sloji Natan v podloží. Jsou to poruby 463 202, 463 204 a 463 208. První z nich je plánován dobývat v roce 2025, ostatní po roce 2025. Přestože slojová vzdálenost slojí 463 a 40 je více než 170 m, je potřeba, v souladu s báňskými předpisy pro sloje s nebezpečím otřesů dodržet časový a prostorový postup v obou slojích tak, aby se vzájemně neovlivňovaly svým napětím, a nevytvářely situace koncentrace napětí při dobývání.

Geologické a geomechanické vlastnosti

2a. kra je ohraničena na severu poruchou "A", na východě těšínským zlomem, na jihu poruchou "B" a na západě albrechtickou poruchou (v západní části kry leží ochranný pilíř centrálních jam ČSM sever). Porucha B se v západní části, jižně od OPJ ČSM Sever štěpí do více ploch o menší poklesové amplitudě (pravděpodobně kompenzační zlomy u horizontálních posunů). Vytváří tak rozsáhlejší pásmo porušení více zlomy o amplitudě řádu metr. To znesnadňuje dobývání avšak vytváří oblast nižšího napětí v horninovém masivu.

Stratigraficky do -1400 m jsou zde zastoupeny vrstvy doubravské až jaklovecké. Litologická stavba posuzovaná podle geologických vrtů představuje typický vývoj ve spodních sušských a sedlových vrstvách. Převažují psamitické horniny, přičemž zejména pískovce tvoří mocné kompetentní lavice. Méně pevné horniny reprezentované prachovci a výjimečně jílovci se nacházejí v těsném nadloží a podloží slojí. Porubská sloj Natan leží, jak bylo uvedeno, více než 170 m pod slojí 40. Velice obecně řečeno, litologický charakter porubských vrstev se výrazně liší od charakteru vrstev sedlových. Podíl psamitických hornin, pískovců a slepenců zde výrazně klesá, avšak i v nadloží sloje Natan jsou podle dostupné dokumentace polohy pevných pískovců, v nichž může být koncentrováno napětí, a to i s ohledem na hloubku pod povrchem, která je více než 1200 m.

Posouzení rizika otřesů a zvýšené seismicity

Oblast 2a. kry na Dole ČSM je na základě výsledků regionální prognózy zařazena podle § 4 Vyhlášky Českého báňského úřadu v Praze čj. 659/2004 Sb., jako masiv s nebezpečím otřesů. Výjimku tvoří nejsvrchnější část horského masivu dobývané stratigrafické sekvence slojí zahrnující sloj 30. Ta je vedena jako část horského masivu bez nebezpečí otřesů. Především při dobývání slojí 39 a 40 (poruby 401 200/1 a 402 200/1) v jižní části OPJ nelze zcela vyloučit výskyt silných seismických jevů, které mohou, díky předchozí hornické činnosti v nadloží i v této sloji ovlivnit svými účinky povrch zejména v epicentru dobývání. U těchto jevů nelze zcela vyloučit jevy, jejichž rychlost kmitání by na povrchu, a především v epicentru přesáhla mezních hodnot malých stupňů poškození povrchových objektů.

2.5.3 Oblast 2b. kry

Hornické podmínky v oblasti

V 2b. kře je plánováno dobývat sloje sedlových a porubských vrstev. Budou dobývány sloje:

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

Postup dobývání je rovněž zřejmý z dříve uvedené Tab. 7. Postup dobývání sloje 39 bude

nejprve porubem 401 206/1, který bude vyrubán v roce 2022, následně, na přelomu let 2023 a 2024 bude dobýván porub 401 208/1 a porub 401 210/1 je plánován dobývat po roce 2025. sloj 40 bude dobývána následně ve stejných plochách postupně poruby 402 204/1 v roce 2025 a ostatní dva 402 206/1 a 402 208/1 po roce 2025. Protože po roce 2025 není podrobné časování, podotýkám, že je nezbytné dodržet postup odrubů jednotlivých porubů od západu k východu tak, aby se vzájemně neovlivňovaly svým přídatným napětím. Porub 402 202 bude vyrubán v západní části 2b. kry izolovaně od plochy, kde bude probíhat dobývání předchozích porubů a vzájemně se nebudou ovlivňovat.

Také sloj Natan bude v 2b. kře dobývána ve stejné ploše jako sloje 39 a 40 a bude tedy nutno koordinovat časové a prostorové vazby těchto porubů s dobýváním nadložních slojí, přestože mezoslojová vzdálenost je více než 170 m.

Geologické a geomechanické vlastnosti

2b. kra je ohraničena na severu poruchou B, o jejímž charakteru je uvedeno v textu otektonické členitosti ve 2a. kře. Na východě tvoří hranici těšínský zlomek na státní hranici s Polskem, na jihu pak porucha C a na západě albrechtická porucha. Stratigraficky jsou zde do -1400 m zastoupeny vrstvy doubravské až jaklovecké, obdobně jako ve 2a. kře.

Litologický vývoj v meziloží slojí 33a a 40 je typický pro vrstvy sedlové. Převažují v něm psamitické horniny reprezentované slepenci, pískovci a písčitými prachovci. Zastoupení méně pevných vrstev je velmi malé. Vyskytují se stejně jako tomu je ve stratigrafických sekvencích v ostatních krátech pouze v těsném okolí dobývaných slojí.

Posouzení rizika otřesů a zvýšené seismicity

Část horského masivu 2b. kry, v níž budou dobývány poruby ve slojích 33a až 40 je zařazena jako část s nebezpečím otřesů. Z analýzy horninové skladby a s přihlédnutím k celkové hornické situaci lze usuzovat, že při dobývání slojí nelze vyloučit aplikaci rozsáhlejších protiotřesových opatření spočívajících i v trhacích pracích v nadložních horninách, především ve slojích 39 a 40. Rovněž nelze zcela vyloučit ani vznik seismicky významných jevů. Jejich vliv na povrch však lze očekávat pouze minimální. Ani malá poškození povrchových objektů se neočekávají.

2.5.4 Oblast 3. kry

Hornické podmínky v oblasti

V oblasti 3. kry je plánováno dobývání následujících slojí:

- 40 poruby 402 301 a 402 305
- Natan poruby 463 310 a 463 312

Časový plán dobývání těchto slojí je rovněž zřejmý z Tab. 7. S ohledem na dobývání pouze dvou porubů ve sloji Natan, přičemž ukončení dobývání porubu 463 310 bude ještě v roce 2022 a porubu 463 312 v roce 2023, není reálné vzájemné ovlivnění dobývání v obou slojích, mimo jiné i pro jejich značnou vertikální odlehlost.

Geologické a geomechanické vlastnosti

3. kra je ohraničena na severu poruchou "C", na východě průběhem státní hranice s Polskem respektive těšínským zlomem, na jihu poruchou E₁ případně reliéfem karbonu a na západě albrechtickou poruchou, případně rovněž reliéfem karbonu. Stratigraficky do -1400 m jsou zde zastoupeny spodní část vrstev doubravských až vrstvy hrušovské. Také zde je možno použít hodnot geomechanických vlastností uvedených v Tab. 7.

Posouzení rizika otřesů a zvýšené seismicity

S ohledem na dosavadní znalosti o vlastnostech horninového masivu a s ohledem na dosavadní i plánovaný způsob odrubávání slojí se nepředpokládá zvýšená seismicity, která by mohla ovlivňovat svými účinky povrch.

3 Závěrečné shrnutí

V letech 2022 až 2025 a dále v dosud nespecifikovaném časovém úseku bude na Dole ČSM vedena hornická činnost ve 4 krách. Pro posouzení možného vlivu seismicity na povrchu byly analyzovány geologické, geomechanické a hornické podmínky v těchto oblastech. Současně byla porovnána seismická aktivita při dobývání porubů v obdobných geologických a geomechanických podmínkách. Na základě této analýzy lze konstatovat, že při dobývání v oblastech 0., 2b. a 3. kry a rovněž ve východní části 2a. kry je riziko vzniku vysokoenergetických seismických jevů relativně nízké. Ani seismicity při dobývání ve 2a. kře s největší pravděpodobností nepřekročí dosud monitorované hodnoty energií projevů. V západní části této kry probíhá dobývání v ochranném pásmu jámy ČSM Sever. Jsou zde dobývány sloje spodní sušské a sedlové, které mohou narušovat dočasnou rovnováhu napětí, a to zejména v jižní části při dobývání porubů 401 200/1 a 402 200/1. Zejména při dobývání porubu 401 200/1 (sloj 39) v ní nelze jednoznačně vyloučit ojedinělý a nahodilý výskyt velmi silného seismického jevu, při kterém by mohlo být dosaženo hodnot rychlosti kmitání povrchu překračujících meze pro nejnižší stupně poškození povrchových objektů (v závislosti na jejich vzdálenosti od epicentra seismického jevu, na třídě odolnosti objektu a na druhu základových půd v místě objektu). V oblasti OPJ ČSM Sever je plánováno dobývat rovněž sušské sloje 29b vr.l., 29b sp.l. a 30. Také při jejich dobývání lze očekávat zvýšenou seismickou aktivitu, avšak s ohledem na relativně malé plochy dobývání těchto porubů, neměly by dosahovat extrémních hodnot seismické energie.

Pokud se týká sledování seismicity v polském příhraničí, platí zde tytéž závěry, jako je uvedeno v předchozím odstavci. Dosud, od roku 2015 nebyly podle podkladů, na polských stanicích Kaczyce a Pogwizdow zaznamenány seismické jevy o vyšší rychlosti kmitání, než je podle české normy udáváno pro poškození povrchových objektů.

3.1 Opatření

K omezení nebezpečí vzniku otřesů při dobývání na Dole ČSM v letech 2022 až 2025 je nezbytné dodržet časovou a prostorovou koncepci dobývání, předloženou Dolem ČSM k posouzení.

Při časoprostorovém plánování dobývání dalších předložených porubních bloků, po roce 2025, důsledně dodržovat zásady časového a prostorového vedení důlních děl a stanovená opatření protiotřesové prevence v těchto důlních dílech. Ta budou aktualizována dlouhodobou koncepcí hornické činnosti, podle konkrétních podmínek geologických, provozních a ekonomických.

Považuji za nanejvýš potřebné kontinuální sledování seismické aktivity v letech 2023 až 2025, pro něž je zpracována studie EIA, a současně pokračovat ve sledování seismicity a jejího možného vlivu na povrchové objekty i po ukončení hornické činnosti, neboť reologické změny v takto dlouhodobě ovlivňovaném horninovém masivu, jakým celá česká část hornoslezské pánve, doznívají relativně dlouhou dobu a mohou způsobit nepříznivé změny svým dynamickým účinkem.

Citovaná 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, Disertační práce doktorského studia, VŠB-TU, Ostrava

Znalecká doložka

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím Krajského soudu v Ostravě ze dne 2. 10 2006 čj. Spr. 3462/2006 pro základní obor těžba, bezpečnost práce v hornictví, odvětví těžba uhlí, geologie, spec. geomechanika. Znalecký posudek je zapsán pod pořadovým číslem 2287 ve Znaleckém deníku. Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle připojené likvidace na základě dokladu čís. 2287.

Podpis znalce:

