



HORSKÉ OTŘESY A JEJICH VLIV NA DŮLNÍ CHODBY

PETR KONÍČEK
Ústav geoniky AV ČR

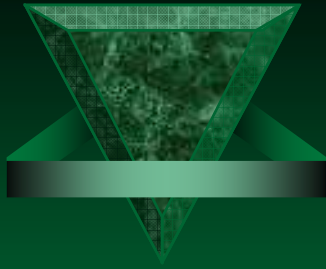
DŮLNÍ OTŘES – NEBEZPEČNÝ FENOMÉN





O B S A H:

1. Podmínky vzniku otřesů, příčiny vzniku, definice
2. Přírodní a hornické podmínky
3. Legislativa
4. Prognóza vzniku otřesů
5. Aktivní prostředky protiotřesové prevence
6. Pasivní prostředky protiotřesové prevence
7. Příklady



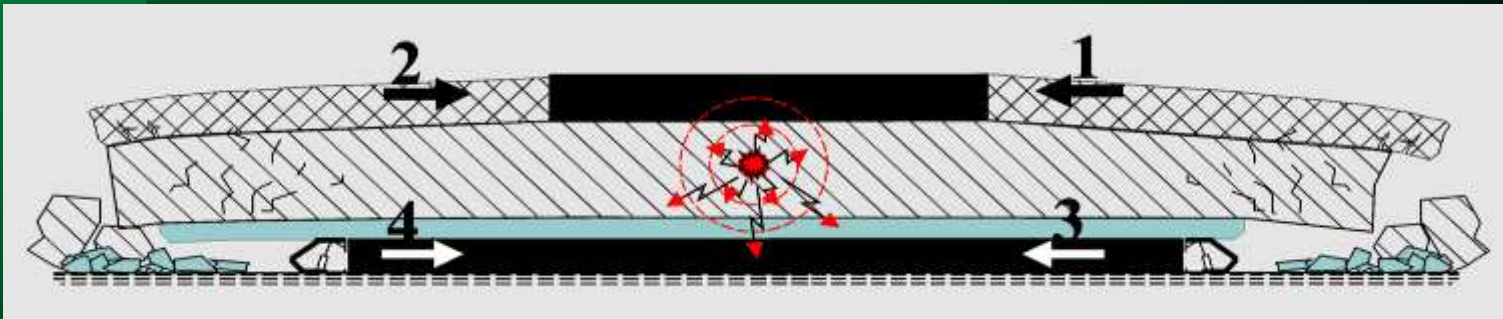
PODMÍNKY VZNIKU

HLAVNÍ PŘÍČINY:

- **Geologické (primární):**
 - přírodní vlastnosti masivu,
 - strukturně tektonická stavba.
- **Hornické (druhotné):**
 - ponechané pilíře,
 - hrany nevýrubů v nadloží,
 - nevhodná časová a geometrická orientace vedení důlních děl.

PŘÍČINY

V horském masivu dojde vlivem hornické činnosti k nepříznivé distribuci napětí, jeho koncentraci v některé části masivu a uvolnění nashromážděné potenciální pružné energie. Nastalé deformace v důlních dílech způsobí jejich porušení tak, že přestane plnit svoji funkci provozní a bezpečnostní.



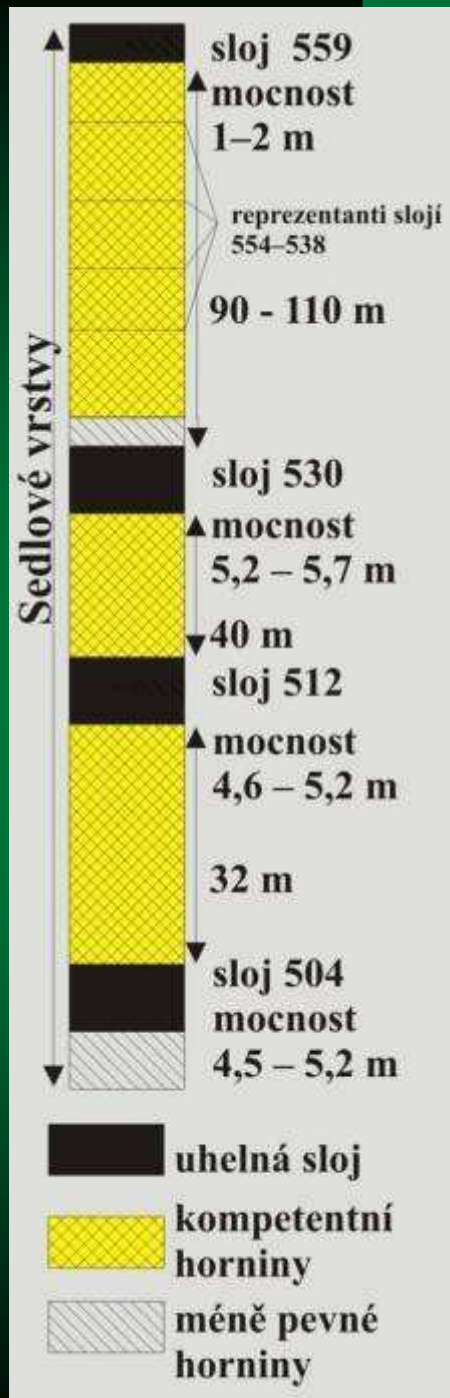
- Více než 80 % deformací na chodbách (prorážkách)
- Porubní fronta zajištěna moderními posuvnými výztužemi odolnými proti dynamickým projevům.

DEFINICE (Vyhláška ČBÚ č. 659/2004 Sb.)

Důlní otřes – přírodní jev náhlého porušení horského masivu, 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 kapalné komponenty obsažené v horském masivu nepodílejí podstatnou měrou.

slojové otřesy

otřesy z vyššího nadloží



PŘÍRODNÍ PODMÍNKY

- Výskyt kompetentních pevných hornin v okolí slojí – pískovce a slepence (60 – 90 %).
- Výskyt mocných uhelných slojí (530, 512 a 504 (mocnost 5 – 6 m).
- Nepravidelná sedimentace a mocnost vrstev.
- Výskyt plošných erozí.
- Obrovská variabilita pevnostně–přetvárných vlastností hornin.
- Složitá strukturně tektonická stavba

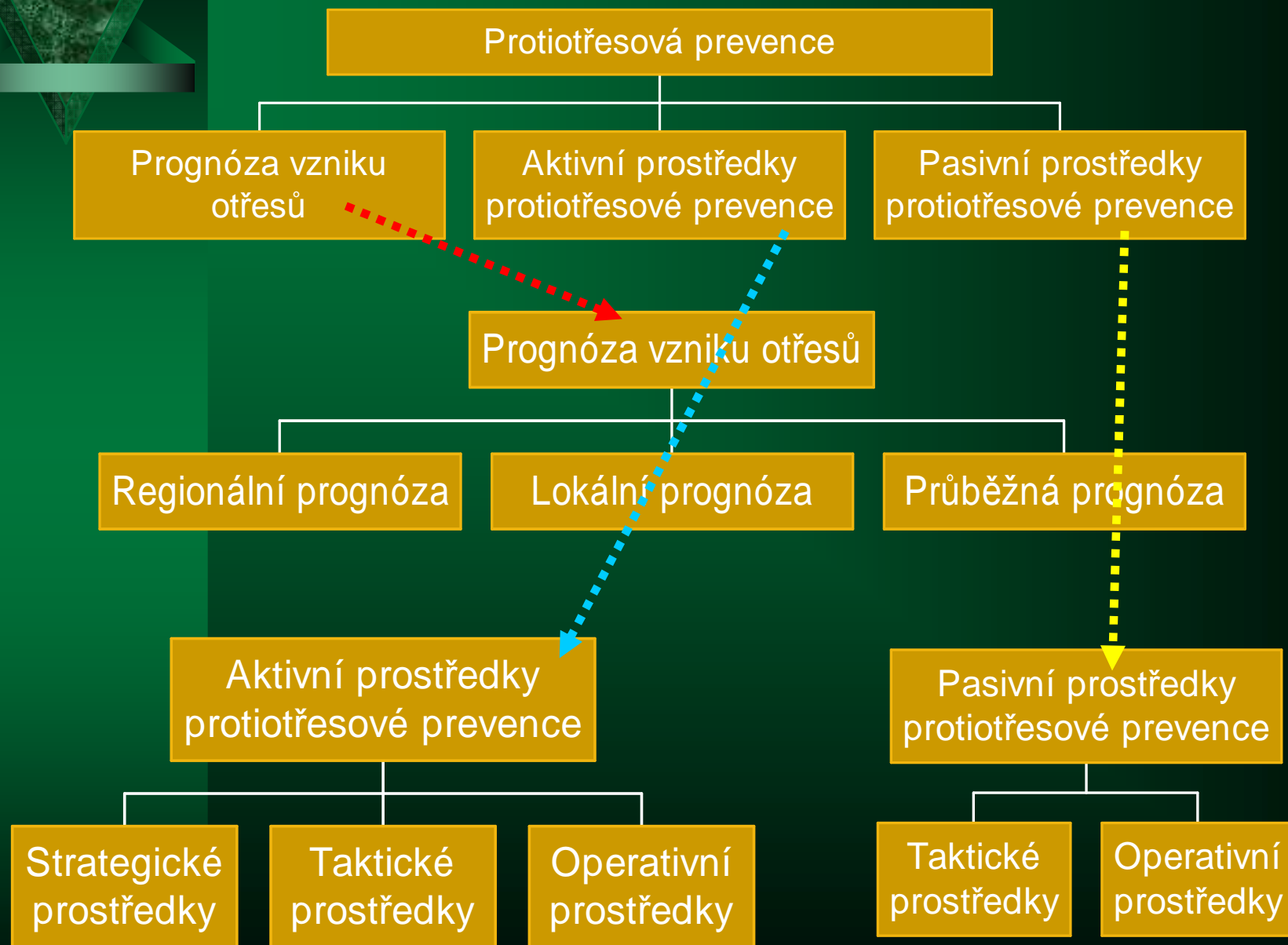
HORNICKÉ PODMÍNKY

- Dlouhá doba exploatace (více než 200 let).
- Vydobyty desítky slojí (stěnování na řízený zával)
- Postup do velkých hloubek (700 – 1000 m)
- Výskyt mnoha hran nevýrubů v nadloží
- Vyztužování chodeb – ocelová oblouková vyztuž

LEGISLATIVA

- Vyhláška ČBÚ č. 22/1989 Sb.
- Vyhláška ČBÚ č. 659/2004 Sb.
- Pokyny (Pracovní pravidla) k Vyhlášce ČBÚ č. 659/2004 Sb.
- Navazující Metodické postupy
 - Regionální prognóza
 - Prostředky protiotřesové prevence
 - Testovací vrtání
 - Odlehčovací vrtání
 - Zavlažování
 - Trhací práce
 - Kontinuální seismologické sledování
 - Kontinuální seismoakustické sledování

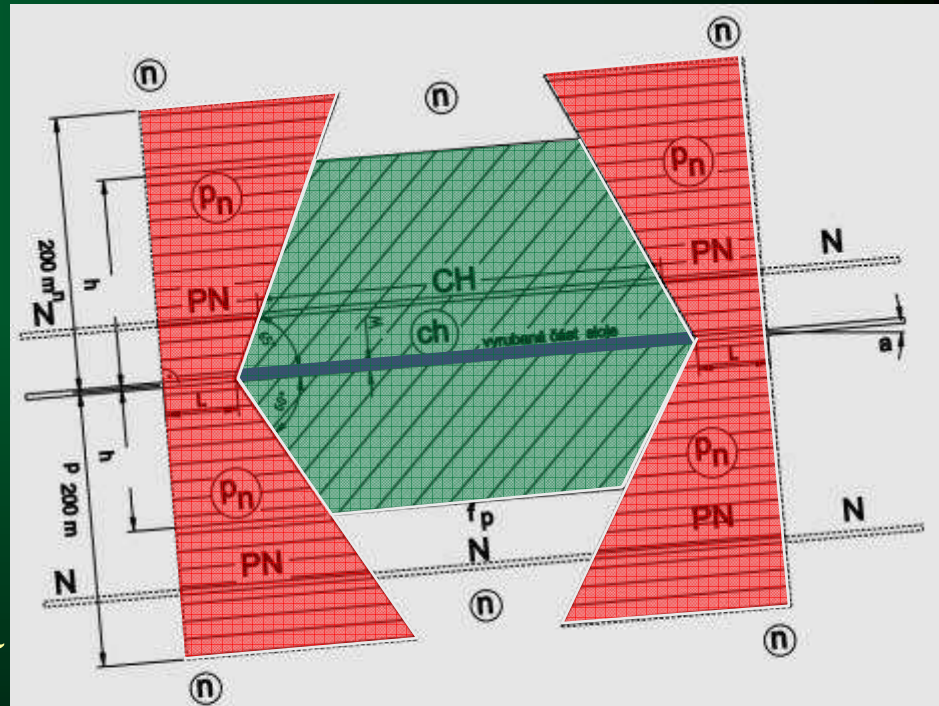
PROTIOTŘESOVÁ PREVENCE



LOKÁLNÍ PROGNOZA

Souhrn činností umožňujících
zařadit důlní dílo do stupňů nebezpečí otřesů, již ve
fázi plánování a projektování.

- Hloubka pod povrchem
- Mocnost sloje
- Výskyt chráněné oblasti (od vydobyté nadložní nebo podložní sloje)
- Výskyt působení přídatných napětí od vydobytých části ložiska (v nadloží, v podloží, v dobývané sloji)
- Zařazení do 1., 2. nebo 3. stupně nebezpečí otřesu.

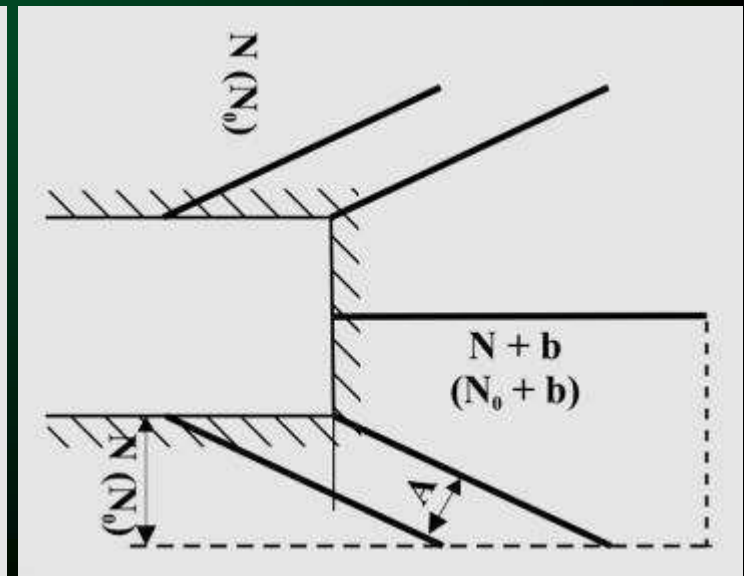
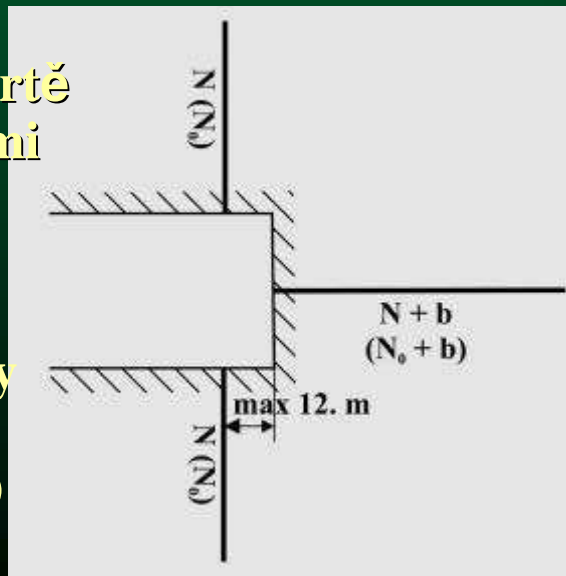


a - úklon sloje
CH - část sloje v chráněné oblasti
PN - část sloje v oblasti přídatných napětí
N - část sloje v neovlivněné oblasti
 h_n - výškový dosah ochranného účinku do nadloží,
 h_p resp. do podloží. Je funkcí mocnosti vydobyté
sloje, její hloubky pod povrchem a rozměru
vydobyté plochy
L - šířka zóny přídatných napětí ve vydobyté sloji
je funkcí "w" a "H"
w - mocnost vydobyté sloje
H - hloubka pod povrchem
a, b - rozměry vydobyté plochy
ch - chráněná oblast
 p_n - oblast přídatných napětí
n - oblast neovlivněná přídatným napětím

PRŮBĚŽNÁ PROGNOZA

Souhrn činností ... pro vymezení míst zvýšených napětí, ověření ochranné zóny a kontrolu účinnosti aktivních prostředků

- Individuální pozorování
- Kontinuální seismologické sledování
- Testovací vrtání ve sloji
 - Testovací vrty (\varnothing 42 mm)
 - Indikační odlehčovací vrty (\varnothing 115 a 200 mm)
- Měření výnosu vrtné drtě – porovnání s kritickými hodnotami
- Vyhodnocování doprovodných jevů (vtahování nebo výhozy vrtného nářadí, časté stropní a pilířové rány)



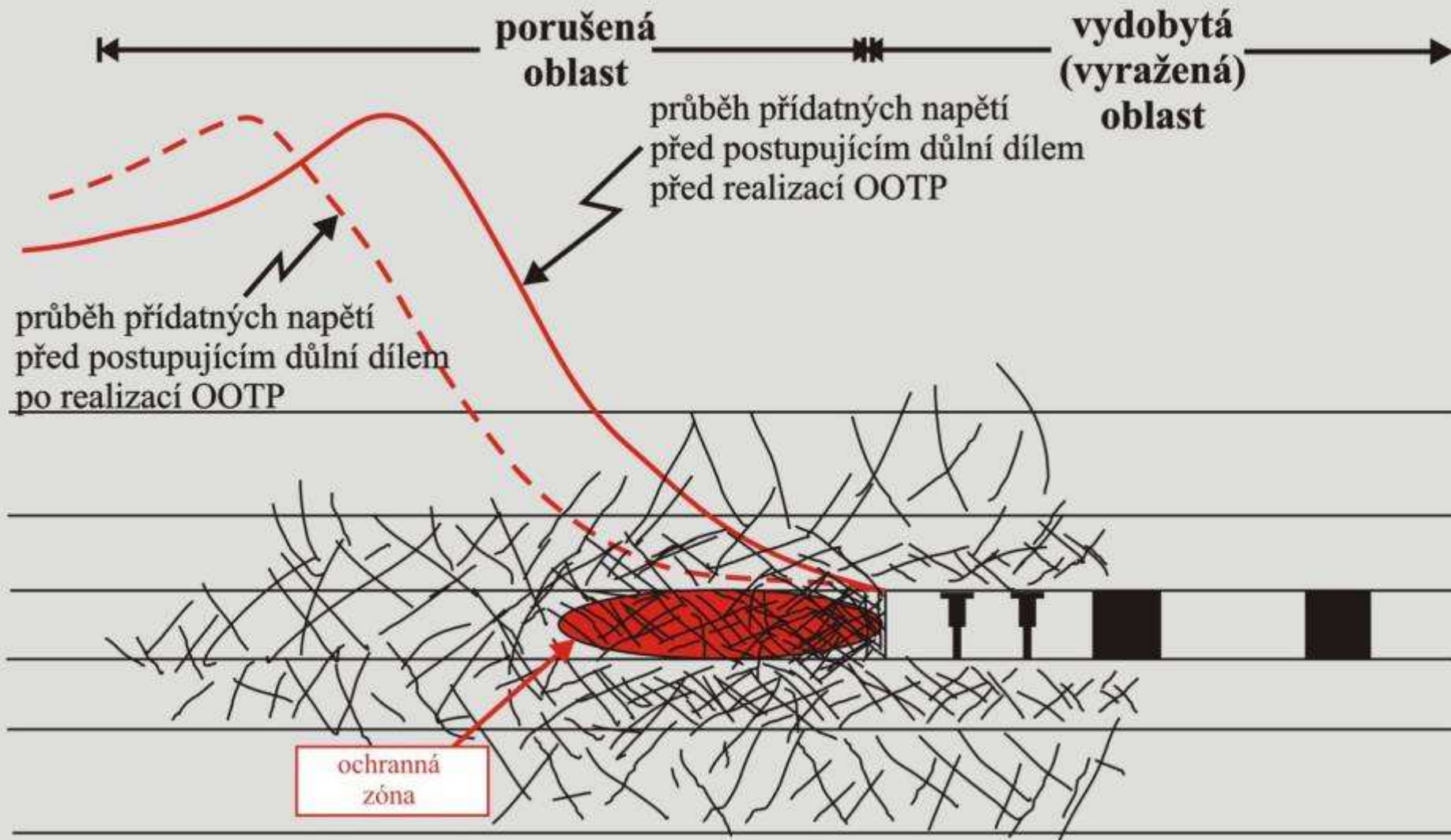


AKTIVNÍ PROSTŘEDKY

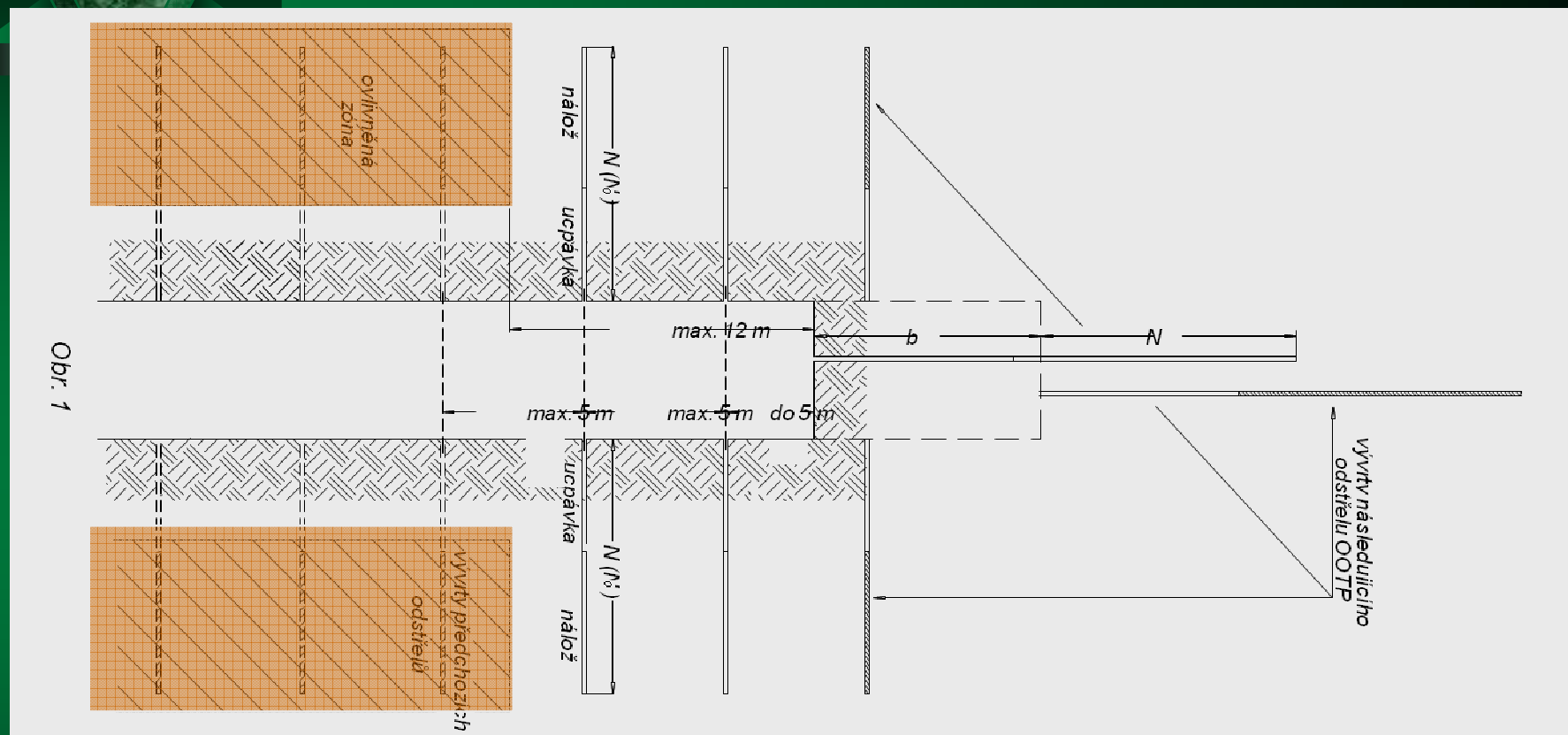
Souhrn činností směřujících ke snížení rizika vzniku otřesu.

- Časoprostorové vedení důlních děl
- Bezvýlomové trhací práce ve sloji – OOTP (desítky kg DBT1)
- Bezvýlomové trhací práce v nadložních horninách slojí – BTPVR (stovky až tisíce kg skalních trhavin)
- Zavlažování sloje a hornin
- Odlehčovací vrtání ve sloji (\varnothing 115 a 200 mm)
- Volba technologie

AKTIVNÍ PROSTŘEDKY - OOTP

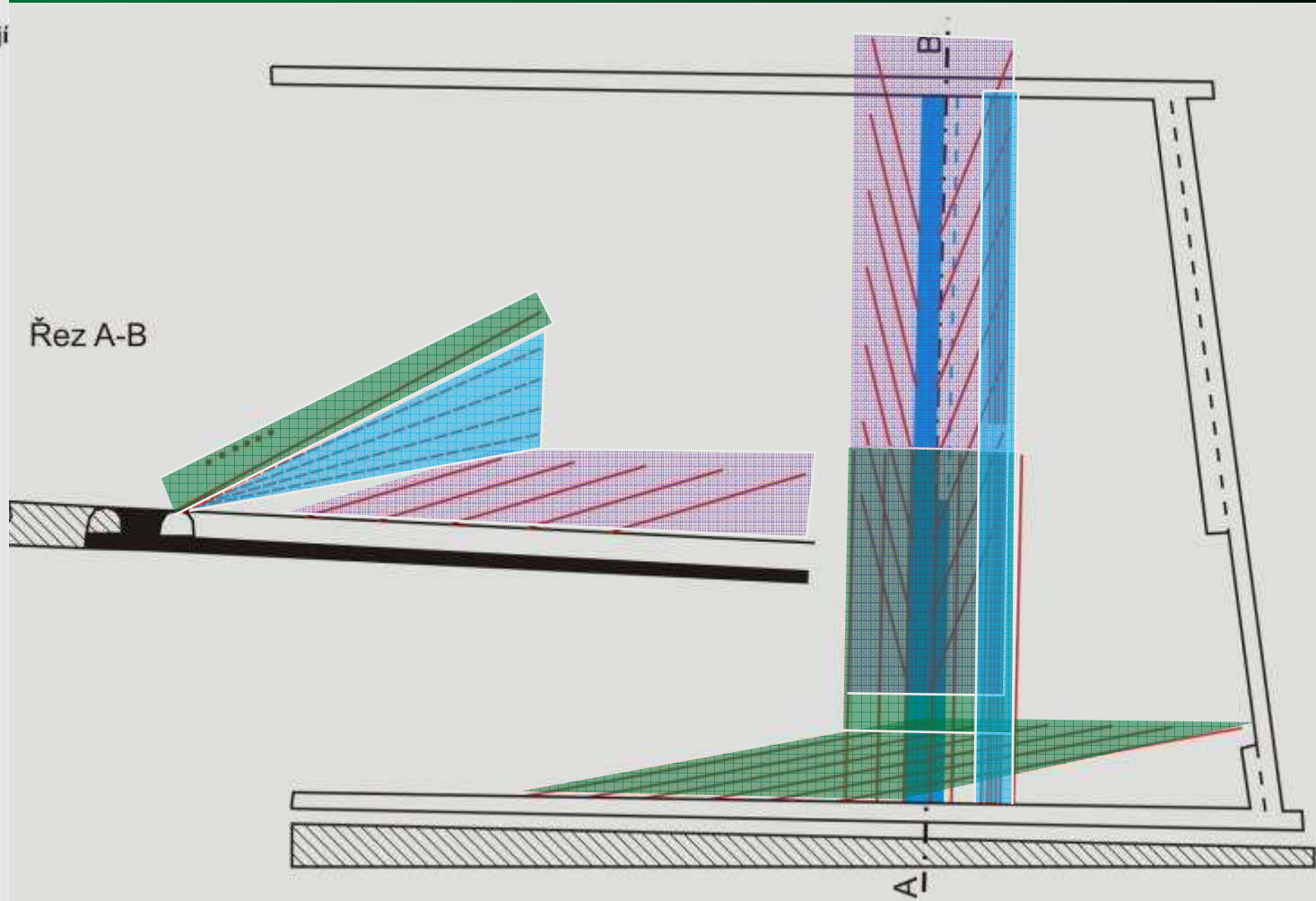
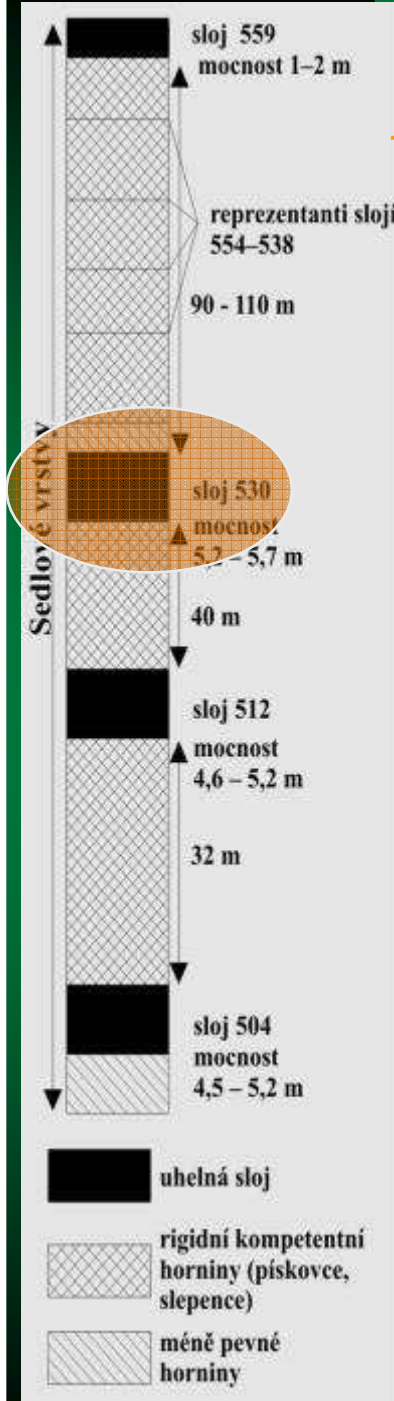


AKTIVNÍ PROSTŘEDKY - OOTP



- Pravidelná realizace s postupem chodby.
- Vrtvy $\varnothing 42$ mm délky 9 – 20 m, rozteč 5 m.
- Nálož trhaviny DBT1 v 1 vrtu 5 – 10 kg.

AKTIVNÍ PROSTŘEDKY-BTPVR



Ražba porubní prorážky ve velmi složitých geomechanických podmínkách – Důl LAZY, 7. kra



AKTIVNÍ PROSTŘEDKY BEZVÝLOMOVÉ TP V HORNINÁCH

- **Vrty průměru 75 – 105 mm do nadložních kompetentních hornin.**
- **Úklon vrtů do 30°.**
- **Délky vrtů do 100 m.**
- **Rozteč vrtů 5 – 12 m (dle účelu a situace).**
- **Pneumatické nabíjení trhavin do vývrtů.**
- **Použití skalních trhavin (Perunit a Danubit).**
- **Odpal v jednom časovém stupni.**
- **Odpalované nálože 400 kg – 4780 kg.**

PASIVNÍ PROSTŘEDKY

- Výztuž důlních děl
- Injektáž a kotvení
- Bezpečnostní dutiny a kompenzační prostory
- Vyvolání otřesu
- Výlomová trhací práce
- Omezení počtu zaměstnanců
- Znepřístupnění nepotřebných důlních děl
- Odvolání zaměstnanců
- Dálkové ovládání strojů
- Umístění zařízení
- Vypínání elektrických zařízení

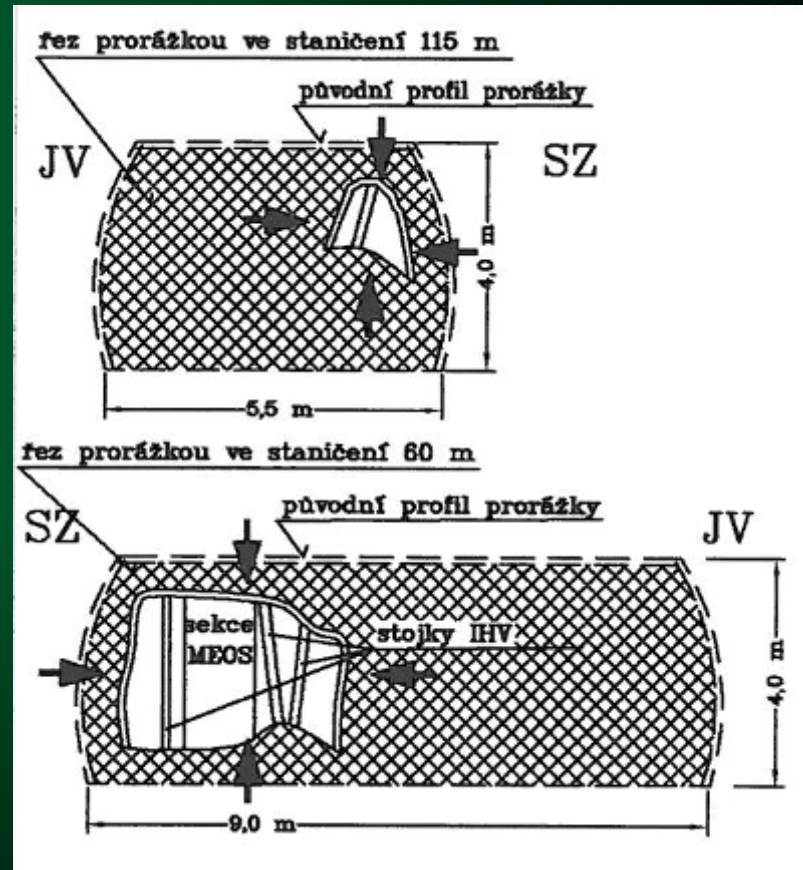


RAŽBA ROZŠIŘOVÁNÍ PORUBNÍ PRORÁŽKY – DŮL LAZY

■ Prognóza

- Pravidelné vrtné testy \varnothing 42 mm (čelba $N+b = 16$ m, boky $N = 9$ m) – nezjištěn nepříznivý stav
- Pravidelné seismologické a seismoakustické sledování – nezjištěn nepříznivý stav (nízká úroveň registrované SL i SA aktivity)
- **Aktivní prostředky**
 - Pravidelná OOTP v uhlí (čelba + boky)
 - Pravidelná BTPVR v nadložních horninách.
- **Pasivní prostředky**
 - Rozšířená ohrožená oblast (400 m od prorážky)
 - Omezený počet pracovníků v ohrožené oblasti (při zásahu do masivu max. 9 bez zásahu do masivu max. 14)
 - Zesílení výztuže:
 - Přikotvování bočních oblouků přes TH rovinu (svorníky Boltex $l=2,5$ m, rozteč 1 m)
 - Instalace sekcí porubní výztuže před rozšiřování prorážky.

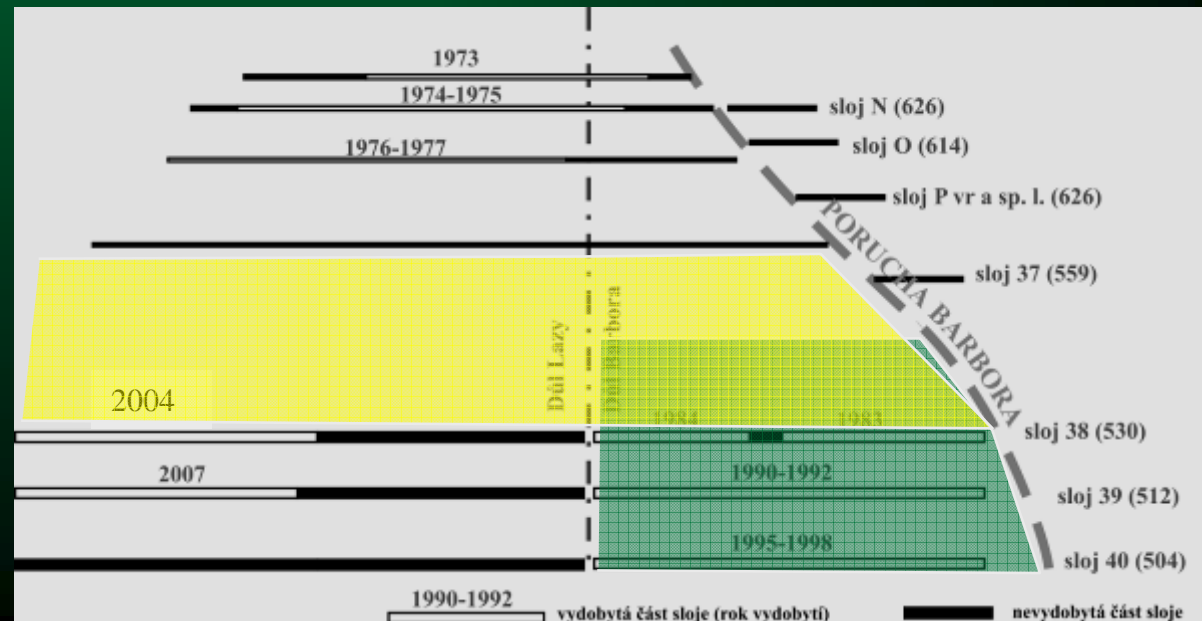
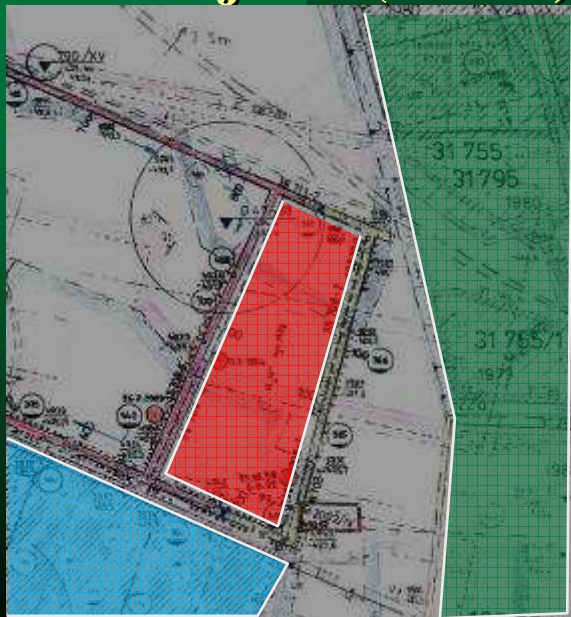
RAŽBA ROZŠIŘOVÁNÍ PORUBNÍ PRORÁŽKY – DŮL LAZY



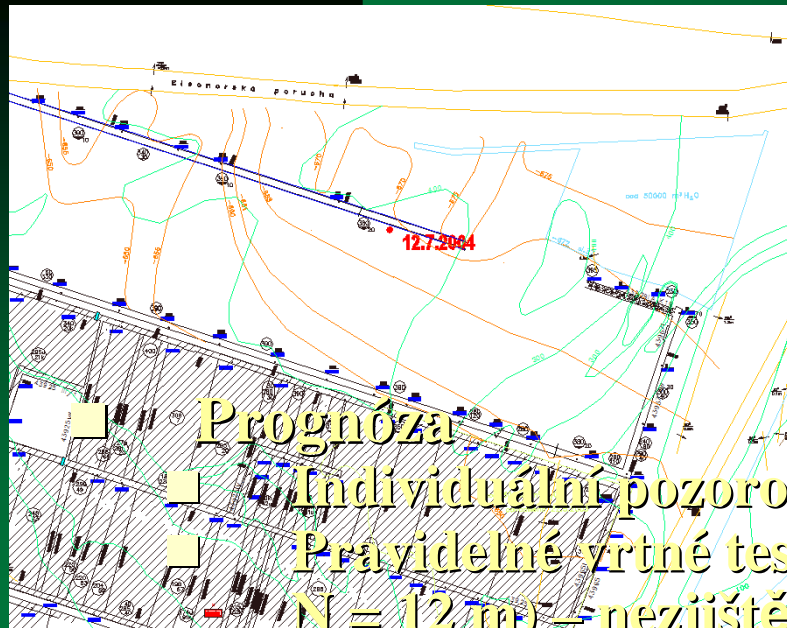
- Hloubka 680 m, profil ROV 5,5 x 4 m (resp. 5,5 x 9 m), TH 29, rozteč oblouků 0,5 m, ve sloji o mocnosti cca 5 m.
- Důlní otřes 11. 3. 2004, $E = 3,0 \times 10^6$ J (silný povrchový záchvěv), 12 úrazů (7 smrtelných).

RAŽBA ROZŠIŘOVÁNÍ PORUBNÍ PRORÁŽKY – DŮL LAZY

- Vliv přídatných napětí od hran nevýrubů v nadloží
- Vliv přídatných napětí od stařin předchozího porubu
- Vliv přídatného napětí od uhlénoho pilíře ponechaného za výchozí prorážkou
- Nerespektování přirozených hranic kry a vydobytí slojí v sousedních dolech s velkým předstihem
- Výskyt mocných partií kompetentních hornin v nadloží sloje 38 (110 m)



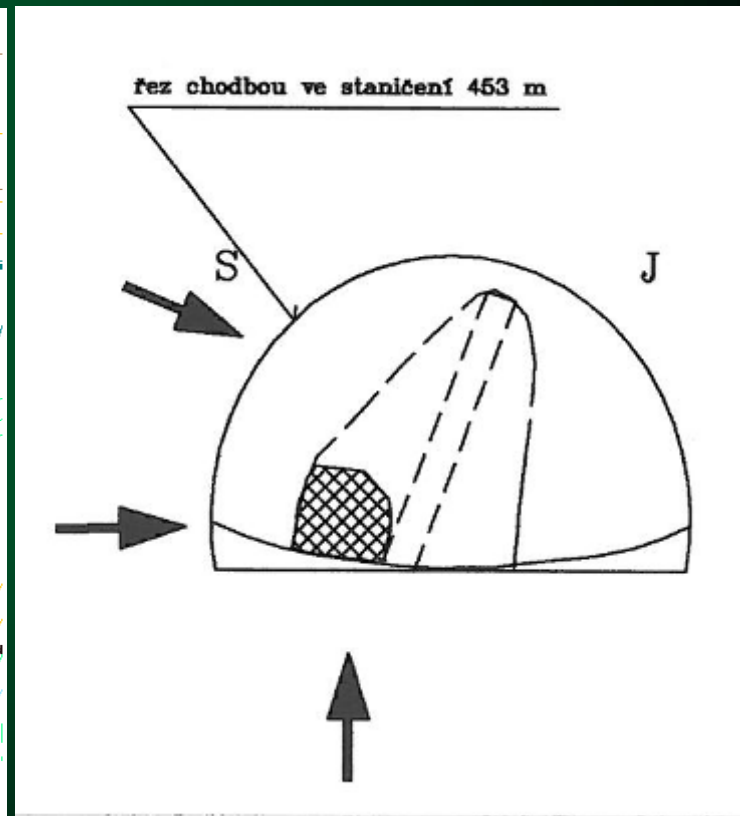
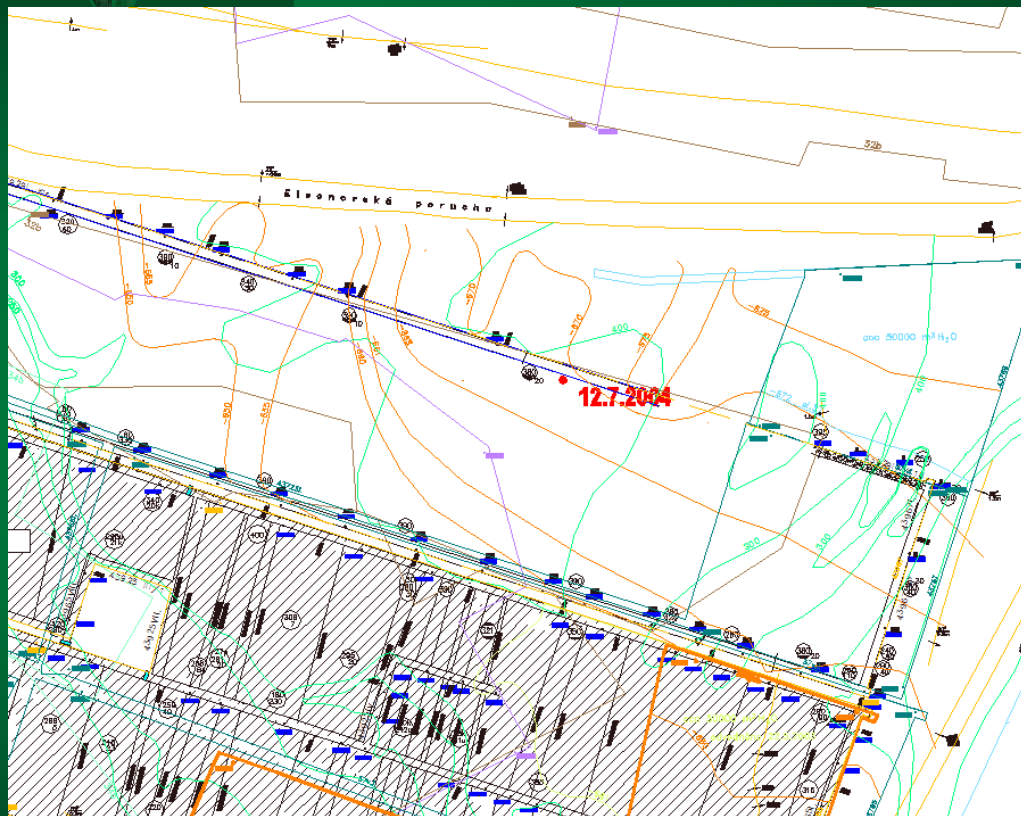
RAŽBA CHODBY DŮL DOUBRAVA



Prognóza

- Individuální pozorování – nezjištěn nepříznivý stav
- Pravidelné vrtné testy \varnothing 42 mm (čelba N+b = 22 m, boky N = 12 m) – nezjištěn nepříznivý stav
- Pravidelné seismologické a seismoakustické sledování – nezjištěn nepříznivý stav (nízká úroveň registrované SL i SA aktivity)
- Aktivní prostředky
 - Pravidelná OOTP v uhlí (čelba + boky, 24 kg DBT1)
- Pasivní prostředky
 - Omezený počet pracovníků v ohrožené oblasti (při zásahu do masivu max. 14 bez zásahu do masivu max. 23)
 - Zesílení výztuže:
 - Budování protiklenby (zpoždění max. 35 m od čelby)
 - Střední stojkořadí (dřevěné stojky, rozteč 0,5 m, zpoždění max. 50 m od čelby)

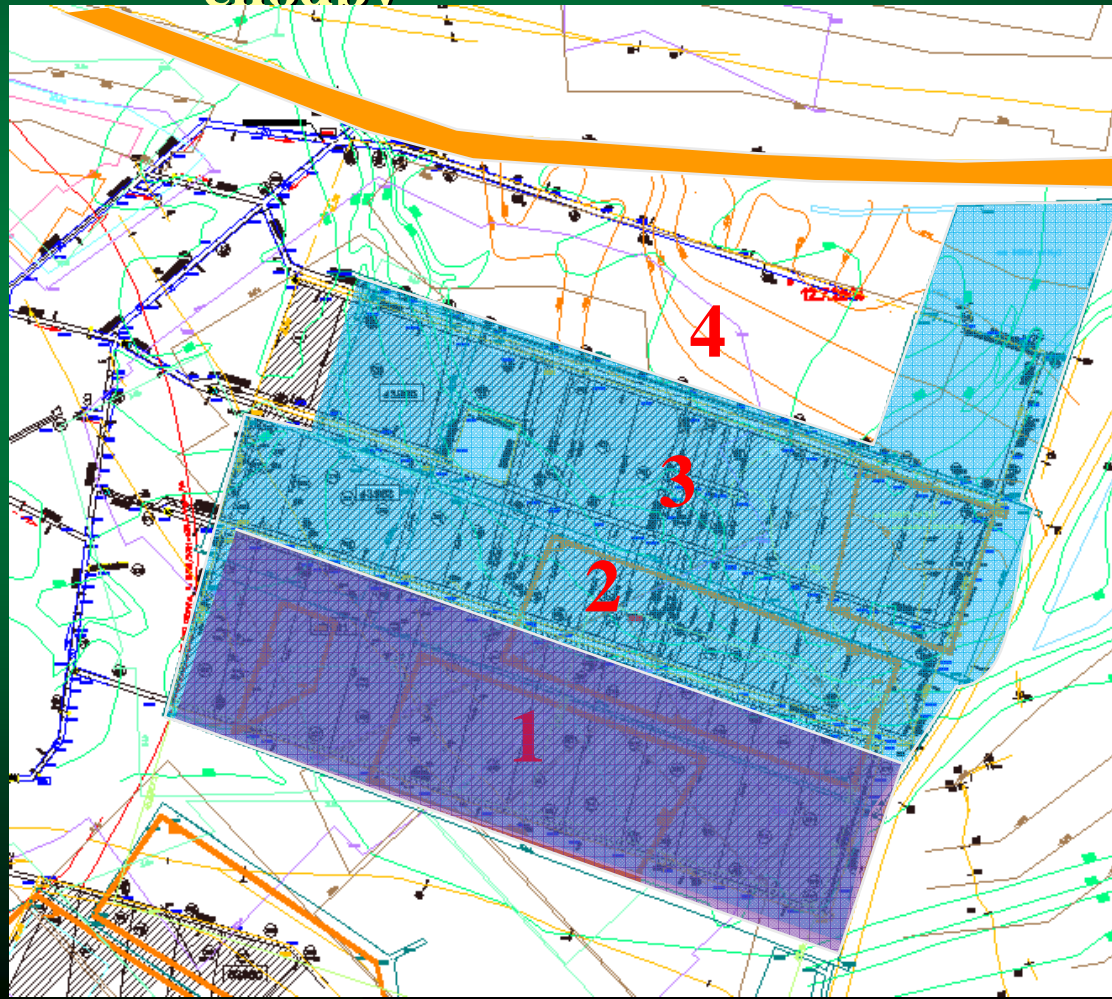
RAŽBA CHODBY – DŮL DOUBRAVA



- Hloubka 900 m, profil OO-U-16/12 s protiklenbou, hm. stupeň P28, rozteč oblouků 0,5 m, ve sloji o mocnosti 3,5 m
- Důlní otřes 12. 7. 2004, $E = 5,2 \times 10^5$ J, 1 smrtelný úraz.

RAŽBA CHODBY– DŮL DOUBRAVA

- Vliv přídatných napětí od hran nevýrubů v nadloží (37 a 32b)
- Vliv pásma tektonické poruchy Eleonora severně od ražené chodby



- Porub připravován jako poslední porub kry ve sloji 39 mezi stařinami a tektonickou poruchou Eleonora po zahájení exploatace další sloje (40) na jihu kry.

RAŽBA CHODBY DŮL DOUBRAVA

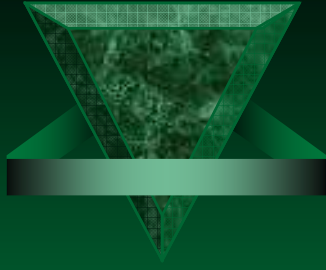


- St. 400 – 480 m, výrazné deformace profilu chodby, prokluzy mezi všemi díly TH výztuže, výrazné deformace TH oblouků (gotika), devastace výstroje chodby.
- St. 480 – 504 m deformace horních TH oblouků výztuže, vyznívání deformací směrem do čelby
- Staničení čelby – 504 m.

ZÁVĚR

Kontinuálně probíhající výzkum zdokonalování celého procesu protiotřesové prevence (novelizace metodiky).

- **Hlavní směry:**
 - **Zdokonalování pasivních opatření na chodbách:**
 - **Používání těžších výztuží**
 - **Použití kotvení**
 - **Kombinované výztužné systémy (ocelová oblouková výztuž a vysoké kotvení)**
 - **Injektáž horninového masivu**
 - **Hodnocení dynamických účinků na kotevní a kombinované výztužné systémy**
 - **Hodnocení účinnosti BTPVR (uvolnění napětí)**
 - **Zpřesňování lokalizace registrovaných seismických jevů**
 - **Hodnocení účinků indukované seismicity na povrch**



DĚKUJI VÁM ZA POZORNOST!

KONTAKT:

Ing. Petr Koníček, Ph.D.

Oddělení geomechaniky a báňského výzkumu

Ústav geoniky AV ČR

Studentská 1768

708 00 Ostrava-Poruba

Czech Republic

E-mail: petr.konicek@ugn.cas.cz

Tel.: +420 596 979 224