

Zmáhání závalů na stavbě tunelu Jablunkovský č.2

OSTRAVA, 25. ZÁŘÍ 2013
Ing. Petr Středula
Ing. Pavel Ďurkáč

Mimořádná událost ze dne 15.11 a 17.11.2009

Zával části tunelu v délce 120 m vyraženého primární ostění.



Projev závalu v tunelu ze strany portálu P1



Projev závalu v tunelu ze strany portálu P2



Zajištění závalu konstrukcí PIŽMO



Událost způsobila přerušení ražby tunelu na cca 1,5 roku a vyvolala podstatnou změnu projektu pro dokončení ražby tunelu.

Vlastní realizace zmáhání rozdělena na tři stavební etapy

ETAPA I

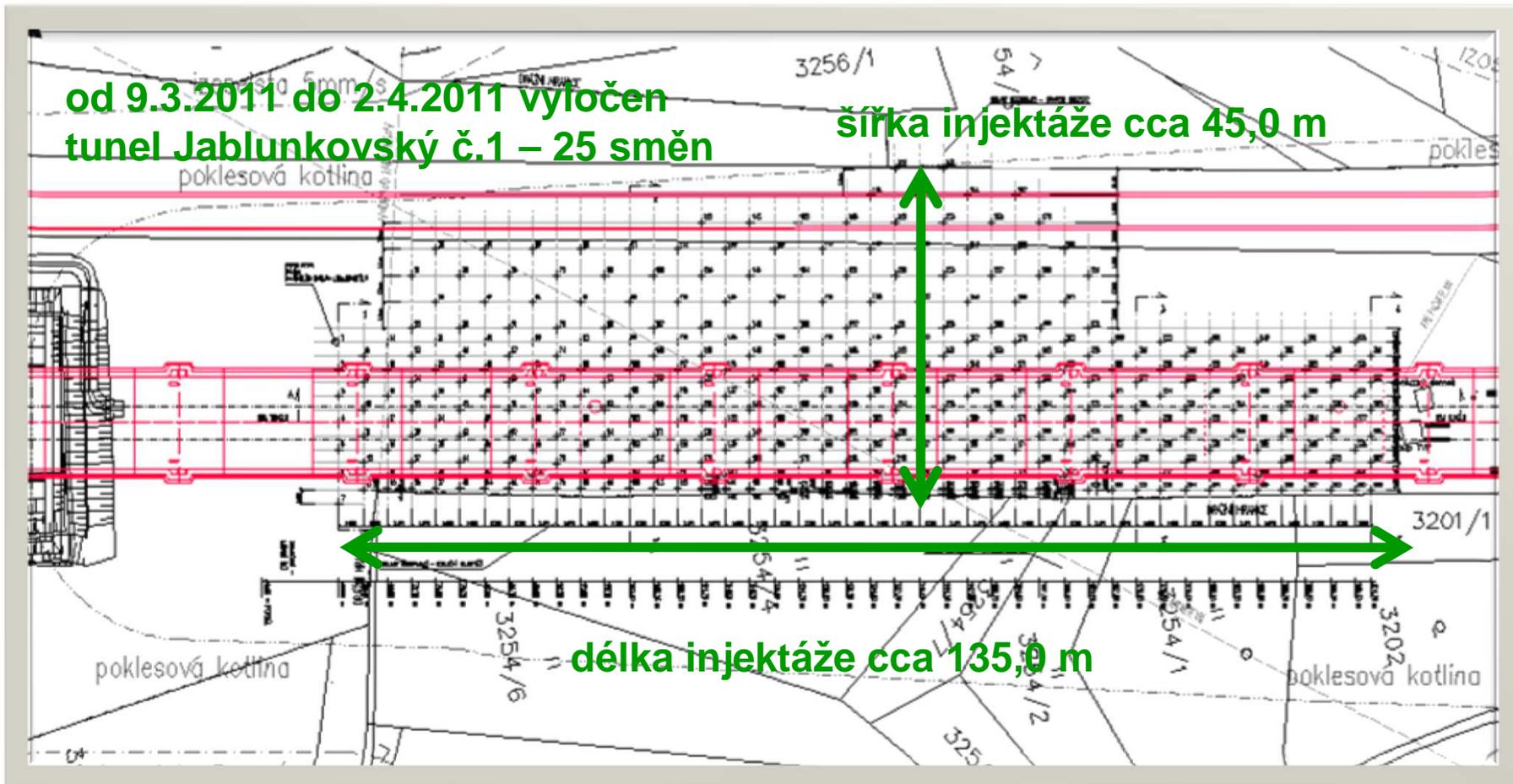
- sanační injektáž
- realizace březen až červen 2011

ETAPA II

ETAPA III

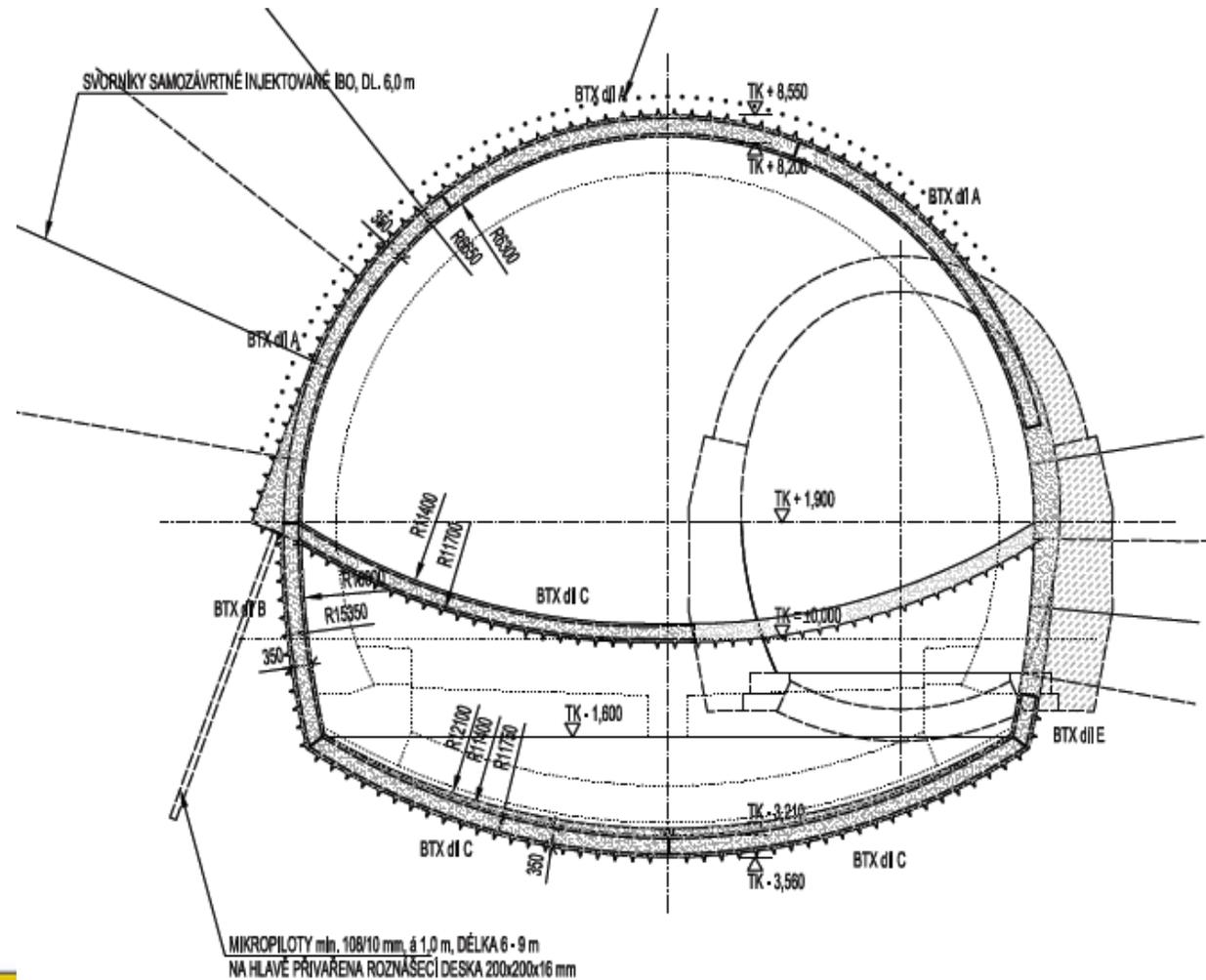
- zmáhání závalu, varianta ražená, výztuž HBX
- realizace červen 2011 – září 2012
- úprava portálu P1 stavební jámy (slovenská část) – během přestrojování tunelu

Rozsah sanační injektáž



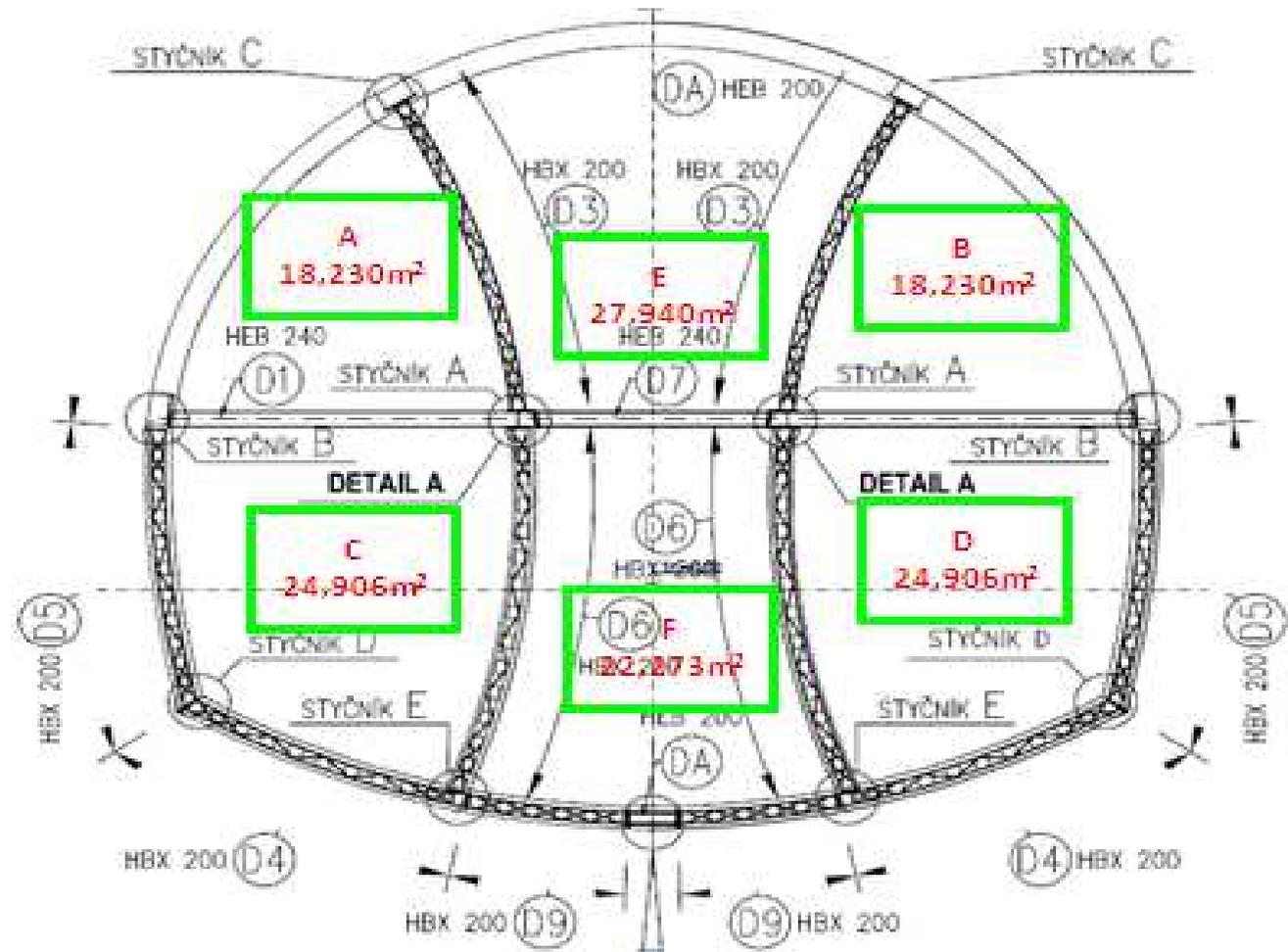
Původní přestavba tunelu

Projekt ražby
před závalem



Zmáhání závalu, varianta ražená, výztuž HBX

Projekt ražby
po závalu



ETAPA I - sanační injektáž

Provedla se sanace horninového prostředí v místě závalu injektáží s cílem vytvoření nehomogenního geokompozitu ve složení:

- zbytky havarovaného ostění,
- přemístěné úlomky původních hornin,
- zásypového materiálu (hlušina z odvalu),
- injekčních hmot,

které vyplní mezilehlé nebo volné prostory i kaverny.

ETAPA I - sanační injektáž

Realizátor těchto prací – Zakládání staveb a.s.

- průměr vrtu 145 mm,
- délky vrtů od 8,0 m do 35,0 m,
- sklon vrtů od 0° do 10°,
- zálivka jílocementová, popř. s vodním sklem,
- celkový počet vrtů 386.

Fotografie sanace nad tunelem

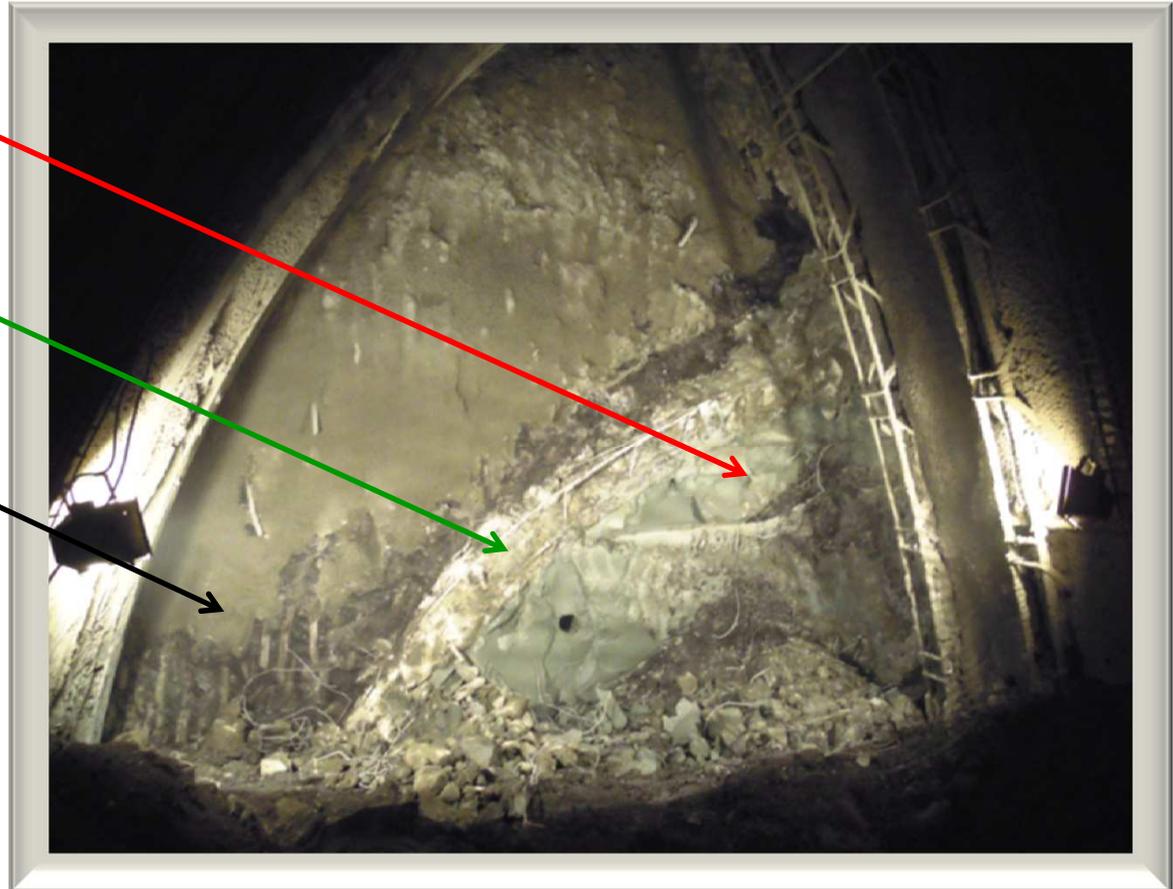


Výsledný efekt samotné injektáže ve štolách

Injektáž v horní štole „A“

**Zbytky havarovaného
ostění z levé části tunelu**

**Přemístěné úlomky původní
hornin v profilu štoly**



Výsledný efekt samotné injekece ve štolách

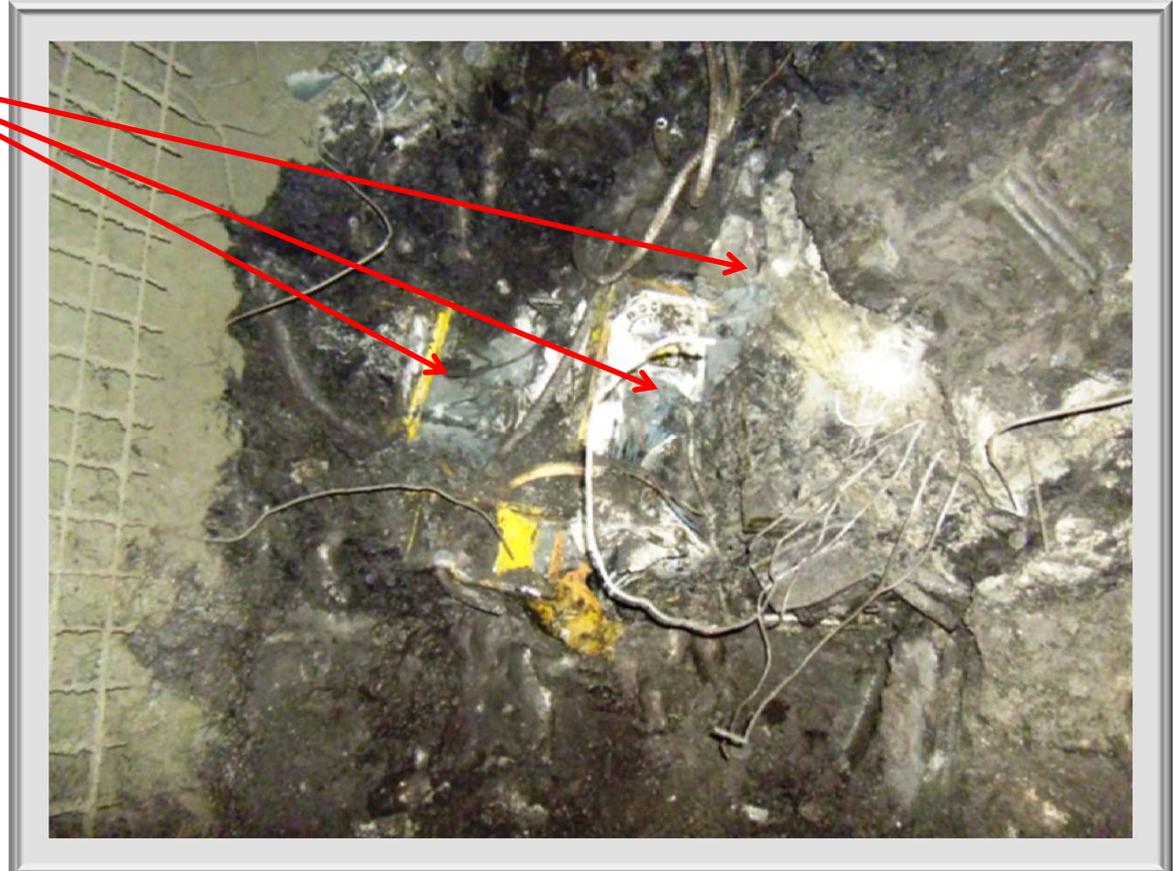
Injektáž spodní štoly „D“

Pozitiv injekece

Injektáž vyplnila okolí pracovní plošiny

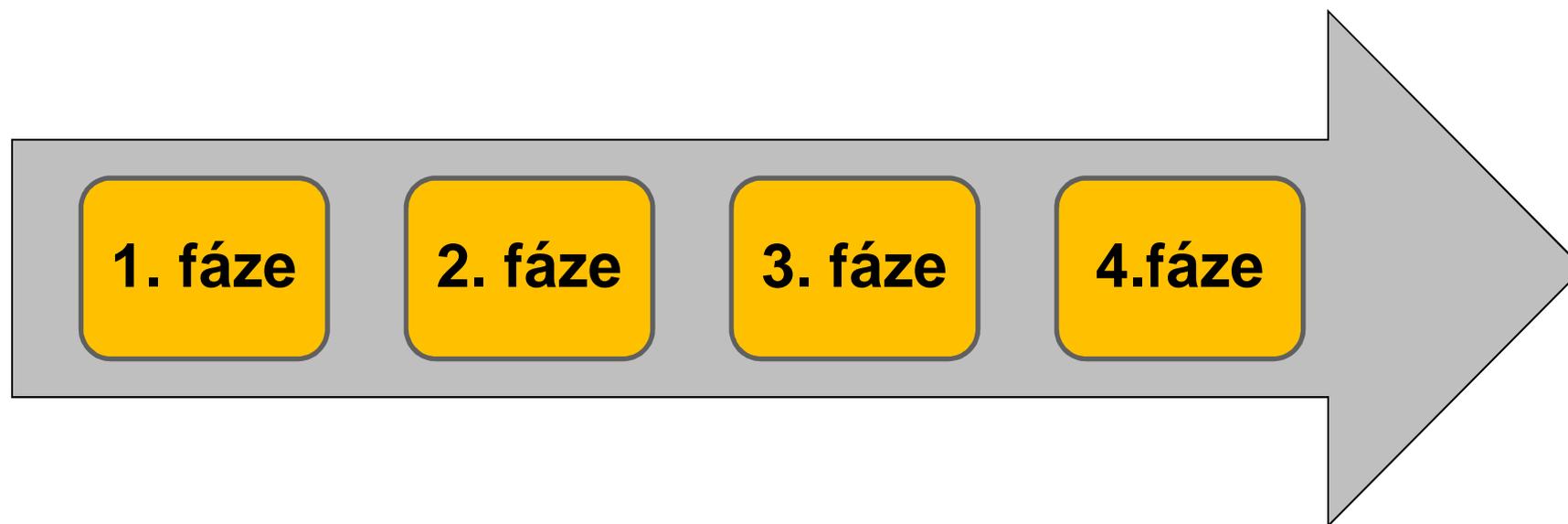
Negativ injekece

Náročné práce při odstraňování injekeční hmoty z okolí pracovní plošiny



ETAPA II – Zmáhání závalu, varianta ražená, výztuž hbx

Zmáhání závalu – chronologický postup

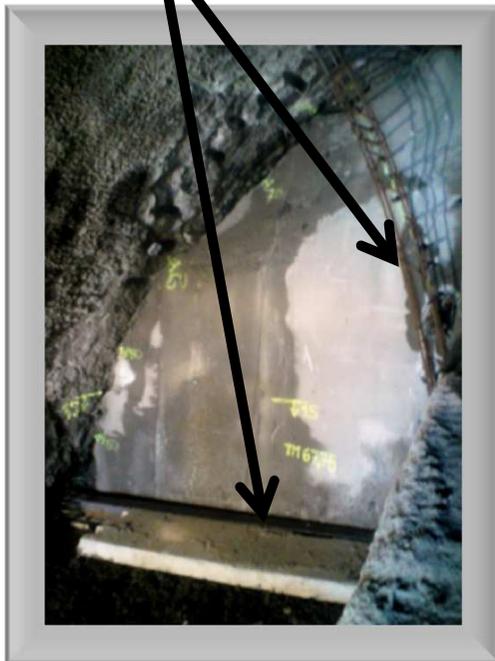


1. fáze – ražba horních bočních štol A,B

- od TM 70 do TM 198
- s odstupy štol min. 8,0 m
- během ražby prováděn podrobný geologicko - geotechnický sled
- ve štola A realizován systematicky průzkumný jádrový předvrt
o průměru 150 mm
- proražením se zajistilo přirozené větrání a druhá úniková cesta
- rovněž se předpokládalo i gravitační odvodnění prostoru závalu

Zahájení ražby horních štol A,B

- zajištění čelby SB
- navrtání MPD č.1
- postupné odstranění přítěžovací lavice až na první rám HBX v horní štole



Dodatečná opatření před zahájením ražeb štol A,B

Dodatečné opatření v realizaci :

- příčná clona pomocí tryskové injektáže v TM 93 z povrchu, pro opření prvního MPD
- navrtání 25 m MP deštníku od TM 68 do TM 93 v počtu 33 ks.

Při prvním odebírání dochází k výtoku vody a vyjíždění horniny

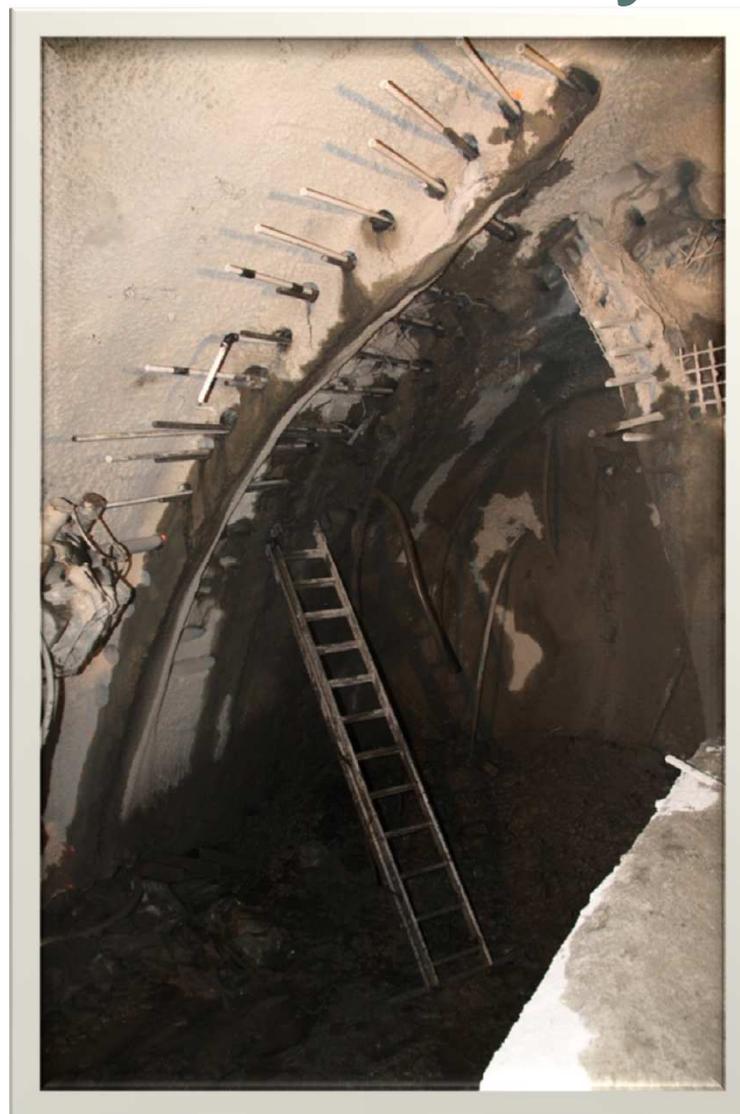
- stabilizuje se okolí výrubu injektovanými jehlami dl. 8 m.

Fotografie dodatečných opatření



SUBTERRA 3

Fotografie dodatečných opatření



Fotografie dodatečných opatření

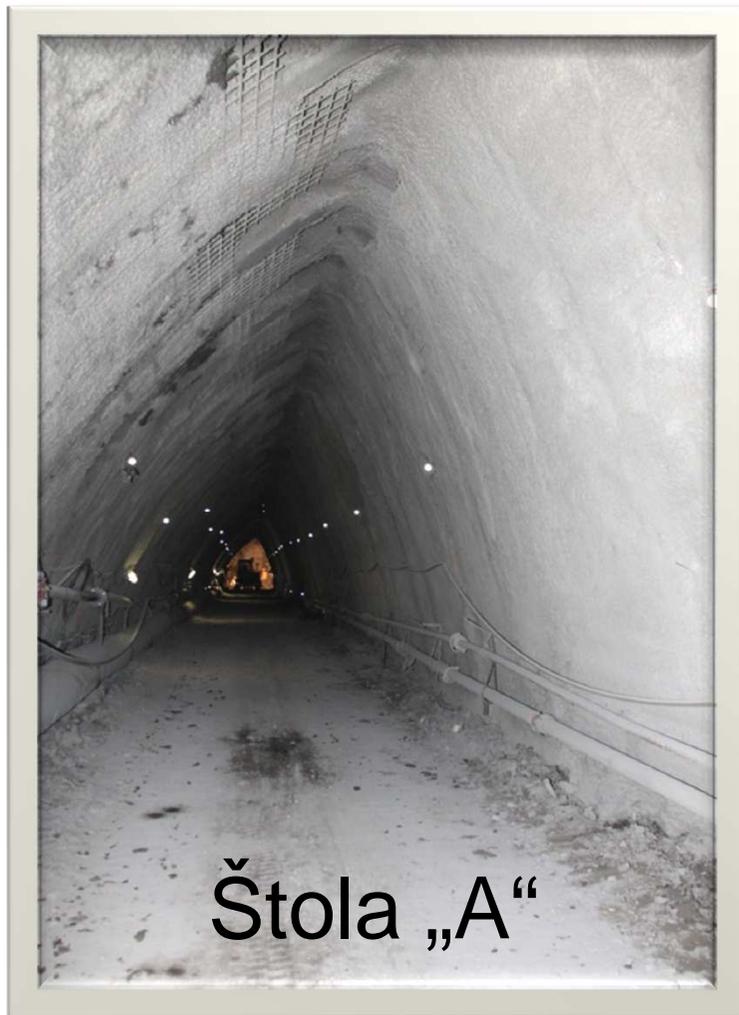


SIBTERA

Fotografie ražby horních štol A,B



Fotografie ražby horních štol A,B



Štola „A“



Štola „B“

Dodatečná opatření během ražeb horních štol A,B

Při ražbě štoly A vzhledem ke zvýšeným konvergencím se realizuje

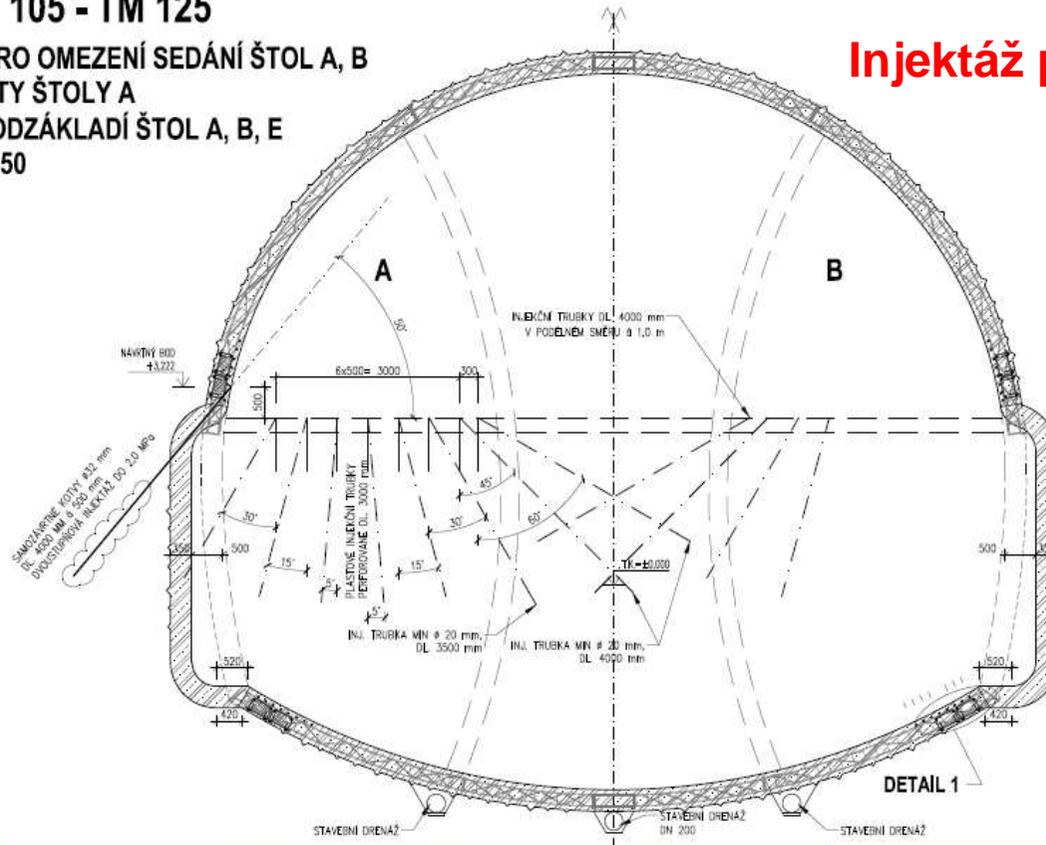
- injektáž podzákladí v TM 105-125,
- injektáž vnějšího okolí profilu C od TM 55 do TM 105.

Dodatečná opatření během ražeb horních štol A,B

ÚSEK TM 105 - TM 125

OPATŘENÍ PRO OMEZENÍ SEDÁNÍ ŠTOL A, B
KOTVENÍ PATY ŠTOLY A
INJEKTÁŽ PODZÁKLADÍ ŠTOL A, B, E
ŘEZ A-A 1:50

Injektáž podzákladí v TM 105-125



- 12 ks trubek ve vějíři
- celkem 240 ks
- délky 3,5 m; 4,0m; 5,0 m
- injektážní trubka \varnothing 20 mm
- min. \varnothing vrtu 32 mm

2 fáze injektáže

- zálivka cementovou směsí
- injektáž vzestupná po etážích 0,5 m
- tlakem do 2,0 MPa

Injektáž podzákladí v TM 105-125

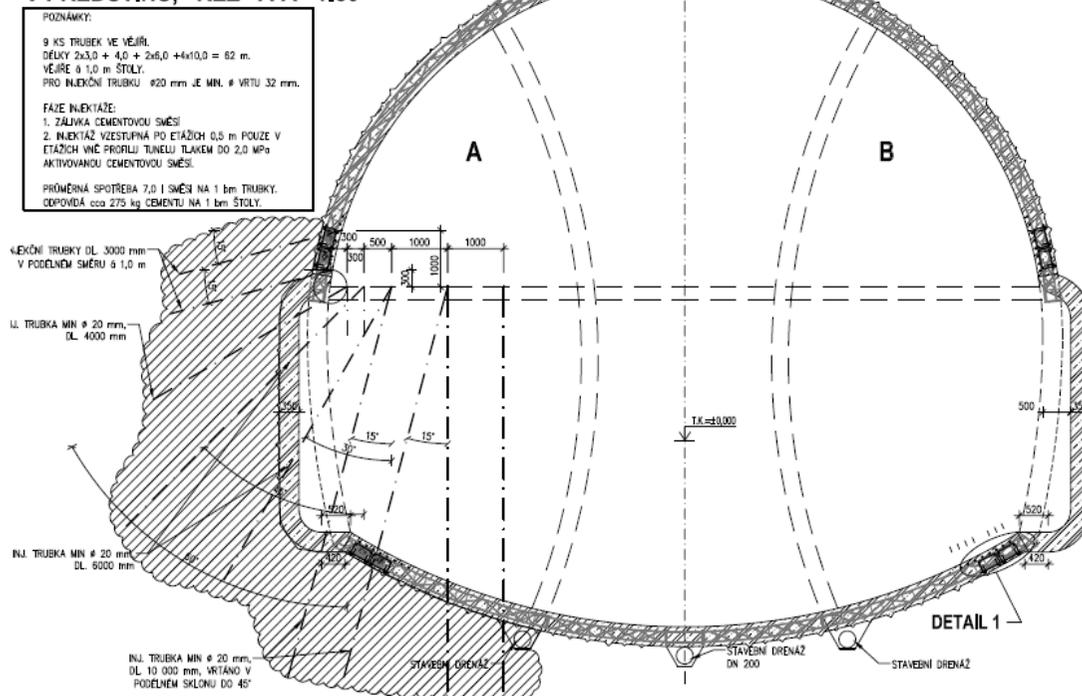
Fotografie injektáže ve štole „A“



Dodatečná opatření během ražeb horních štol A,B

SCHÉMA INJEKTÁŽE 4 - koncept INJEKTÁŽ VNĚJŠÍHO OKOLÍ PROFILU C ZE ŠTOLY A V PŘEDSTIHU, ŘEZ A-A 1:50

Injektáž vnějšího okolí profilu C od TM 55 do TM 105



- 9 ks trubek ve vějíři
- vějíře á 1,0 m ve štole
- délky 2,0 m; 4,0 m; 6,0 m; 10,0 m
- injektážní trubka \varnothing 20 mm
- min. \varnothing vrtu 32 mm

2 fáze injektáže

- zálivka cementovou směsí
- injektáž vzestupná po etážích 0,5 m
- tlakem do 2,0 MPa
- průměrná spotřeba od 4,0 do 10,0 l směsi 1 bm trubky

Injektáž vnějšího okolí profilu C od TM 55 do TM 105



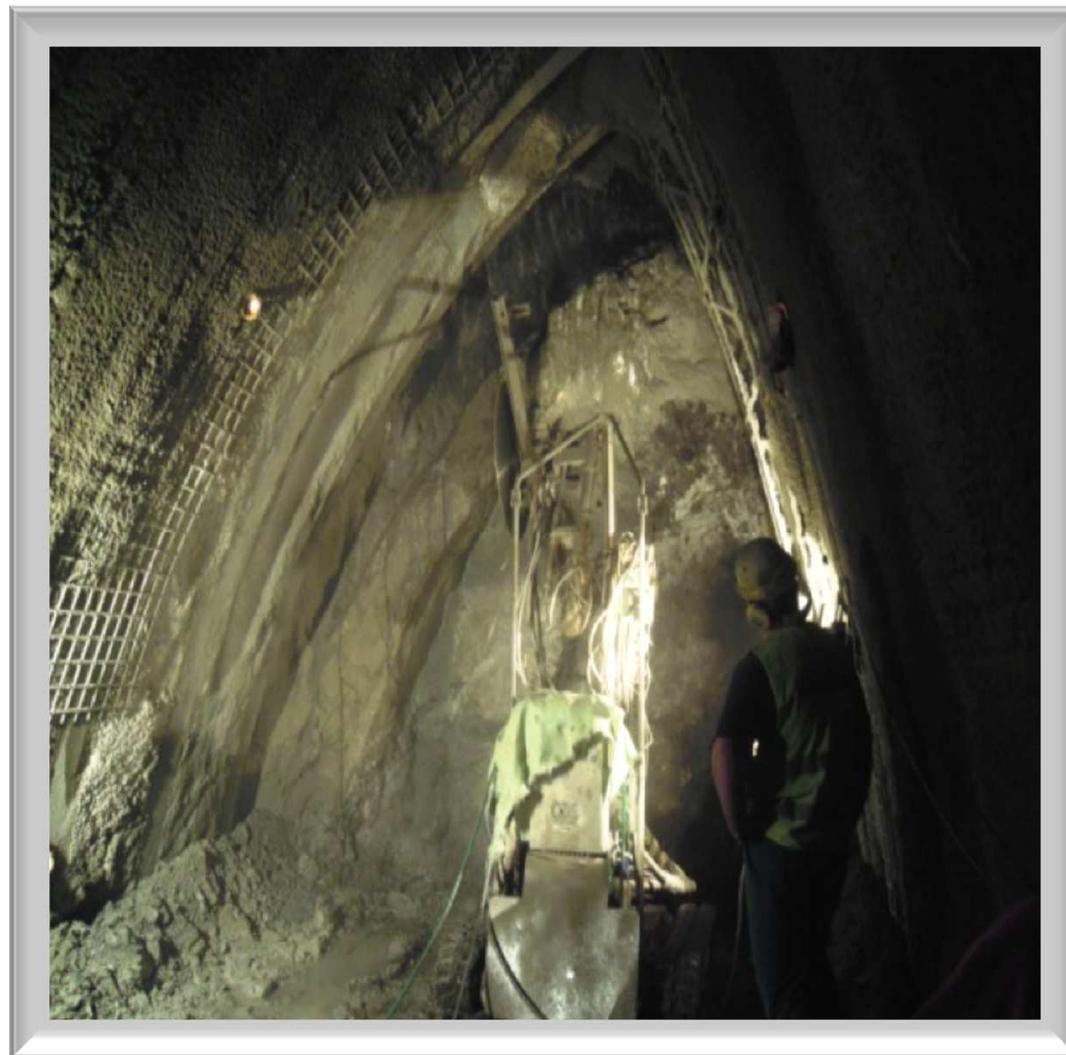
Fotografie ražby horních štol A,B



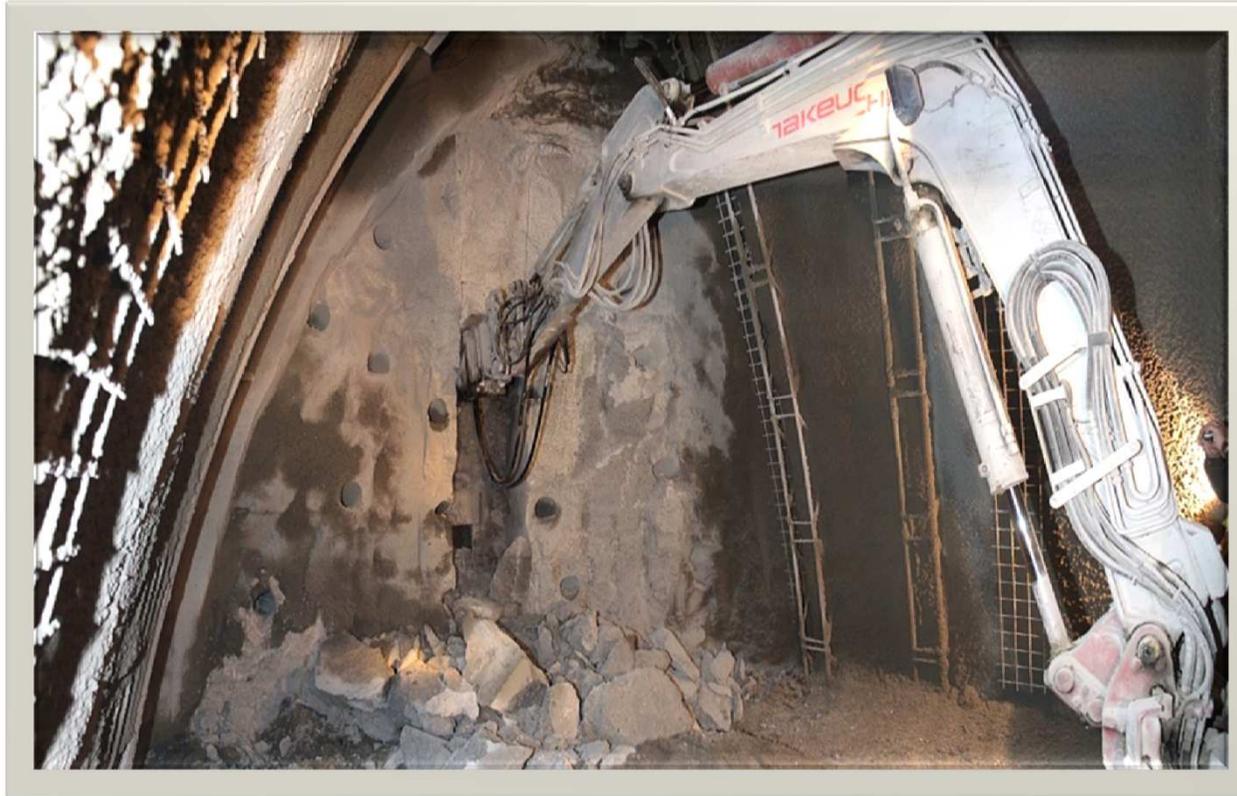
- malý pracovní prostor
18,230 m²
- nemožnost nasazení
silnějších mechanismů při
ražbě
- delší čas na realizaci
jednoho záběru (1,0 m)
- při zmáhání betonového
špuntu realizace jednoho
záběru cca 3 dny
- složité ovládání
jednotlivých mechanismů
ve štolě

mechanické rozpojování ve štolách

Fotografie řezání horních štol A,B



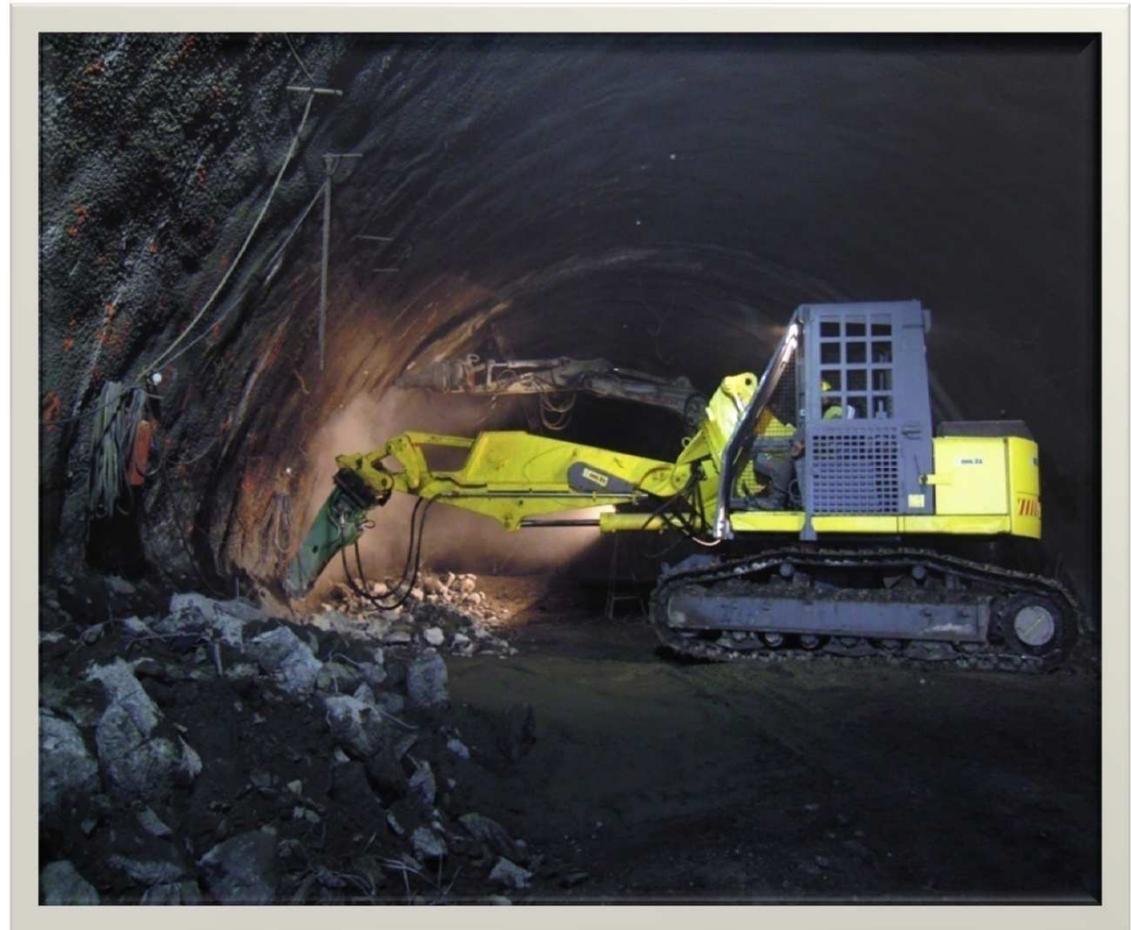
Fotografie sbíjení horních štol A,B



- od TM cca 162 v profile výrubu se vyskytuje betonová zátka do TM 189,9
- Zmáhání - realizace 19 ks vrtů ve štole
 - řezání betonového ostění
 - vkládání hydraulických klínů pro roztrhání betonu
 - mechanické sbíjení betonu

2. fáze – přestrojení stávající kaloty od TM 70 do TM 12

- v sekcích A,B,E
- pomocí oblouků HBX 200 a rozpěrných prvků HEB 240
- postup od čela směrem k portálu P1



Přestrojení stávající kaloty od TM 70 do TM 12 - řezání

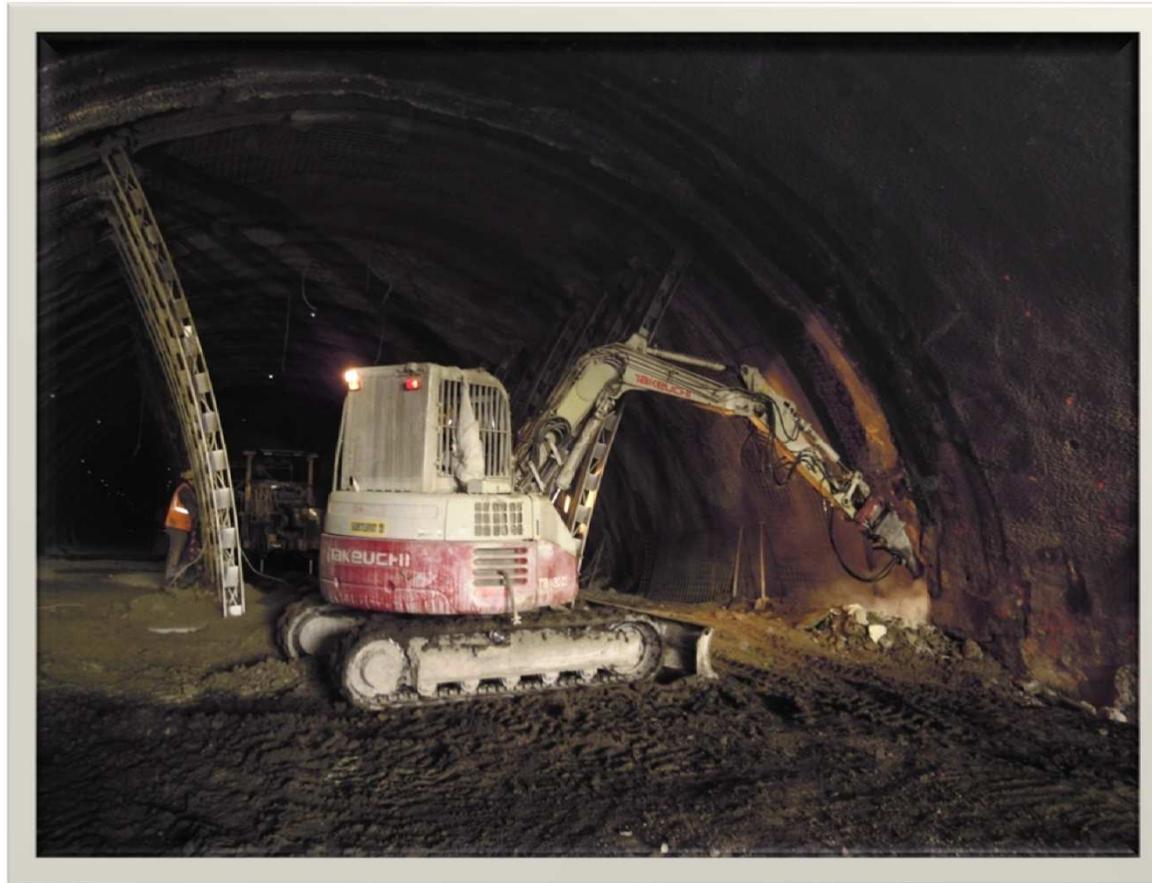


řezání primárního ostění pro vložení
zesilující výztuže pomocí stěnové pily

vkládání zesilující výztuže do
původního primárního ostění



Přestrojení stávající kaloty od TM 70 do TM 12



sbíjení kaloty po řezání stěnovou pilou

Přestrojení stávající kaloty od TM 70 do TM 12



odstranění zbytku prvního MPD v TM 48,0 v kalotě

Přestrojení stávající kaloty od TM 70 do TM 12

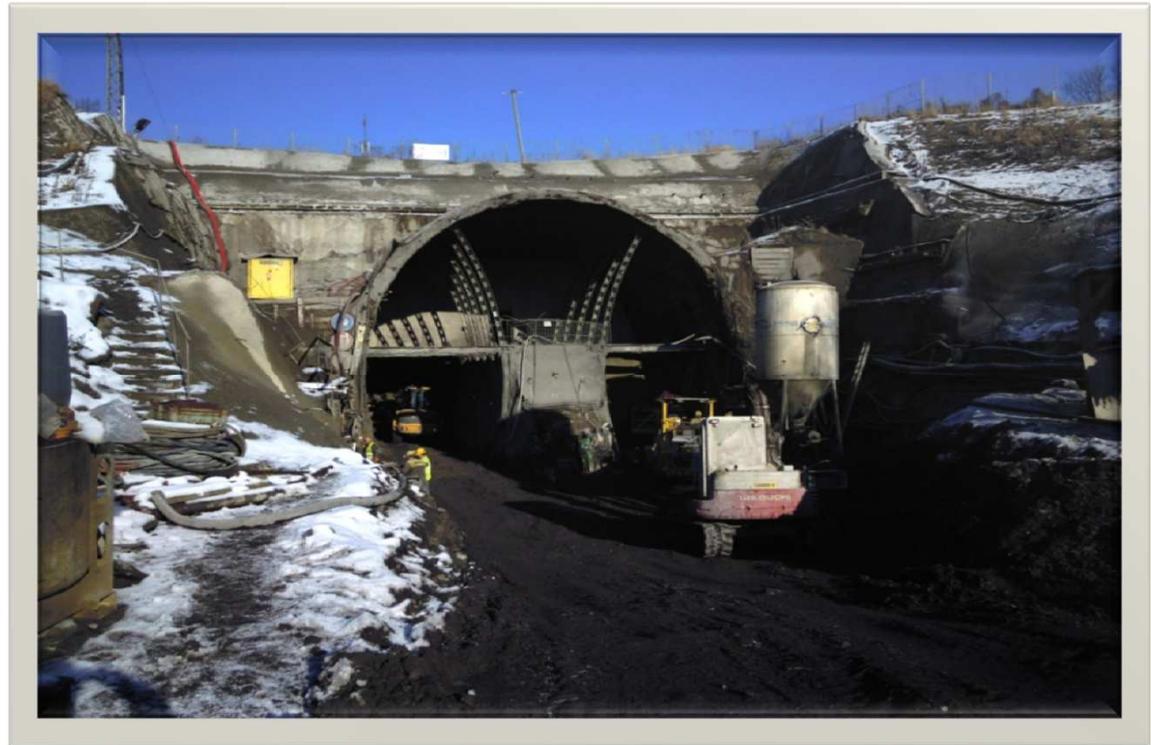


Přestrojení stávající kaloty od TM 70 do TM 12



3. fáze - prohloubení stavební jámy – portál P1

- provedení sjížděcí rampy
- odtěžení na úroveň počvy plného profilu
- ražba spodních štol v pořadí C,D,F
- ražba ve směru staničení (od portálu po zával)
- vzájemné odstupy spodních štol min. 8 m



Prohloubení stavební jámy – portál P1



Prohloubení stavební jámy – portál P1 zajištění levé strana jámy



Prohloubení stavební jámy – portál P1 zajištění pravé strana jámy



Prohloubení stavební jámy – portál P1



Prohloubení stavební jámy – portál P1 konečná podoba pro realizaci spodních štol C,D,F



4. fáze - pokračování ražby na plný profil od TM 12 do TM 198

- včetně horní štoly E, trvale ražené pod MPD
- prorážka jednotlivých štol v TM 188,8
- po ukončení ražby:
 - ❑ demontáž kce. PIŽMO
 - ❑ likvidace betonových žeber 2 x 3,0 m
 - ❑ likvidace ochranného 6,0 m železobetonového prstýnku
 - ❑ přestrojení stávajícího primárního ostění od TM 188,8 do TM 204,0



Pokračování ražby na plný profil od TM 12 do TM 198



- ražba štoly „C“
- vyraženo cca 12,0 m
- výron vody na levé straně štoly „C“
- postupné odkrývání pískovcové staré základky (rovnánina z kamene)
- směr základky z levá směrem k starému ostění tunelu

Výron vody s prvními příznaky pískovcové základky



Pískovcová základka ve štole „C“



Pískovcová základka ve štole „C“



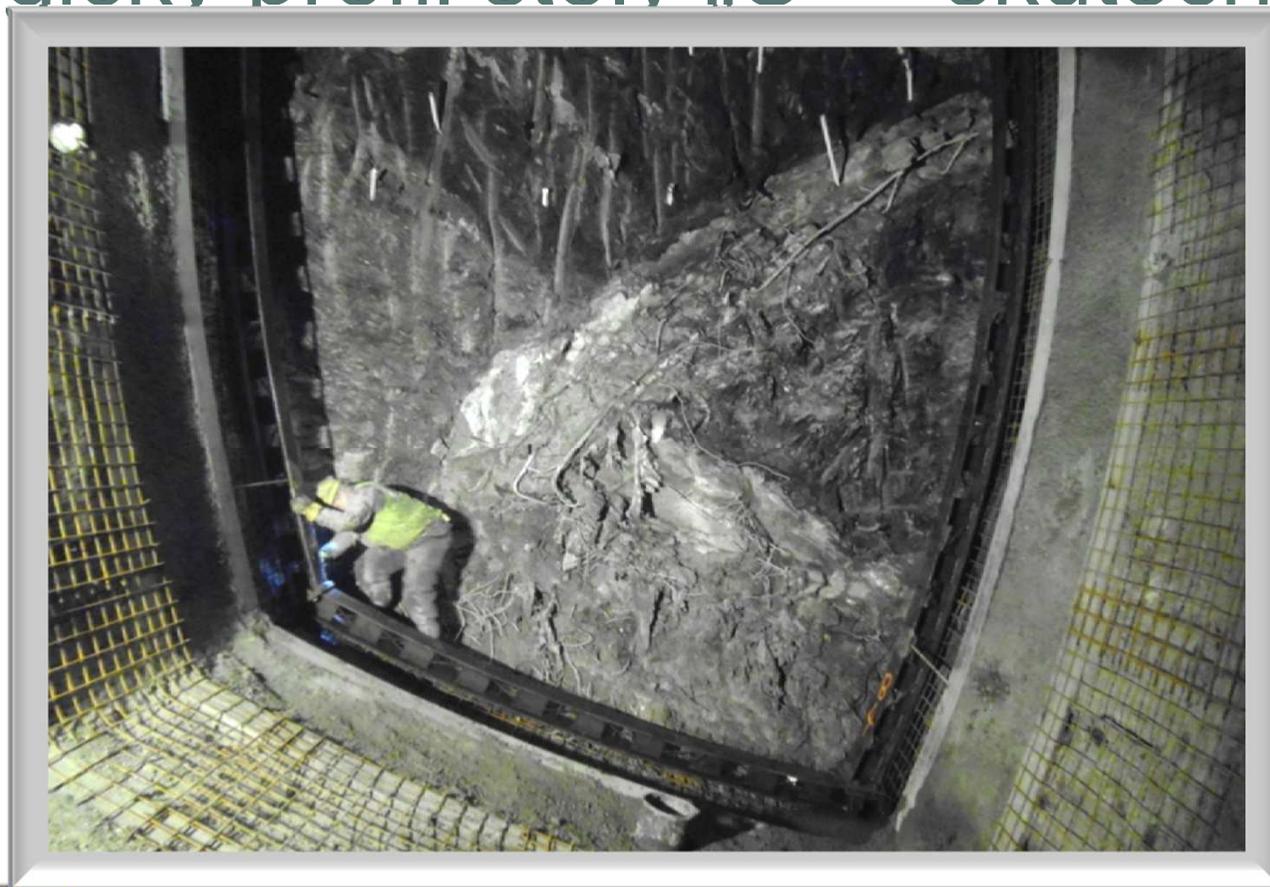
Pokračování ražby přes zával od TM 70 do TM 198 nalezená plošina na rozhraní štol „D“ – „F“



Pokračování ražby přes zával od TM 70 do TM 198 nalezená plošina na rozhraní štol „D“ – „F“

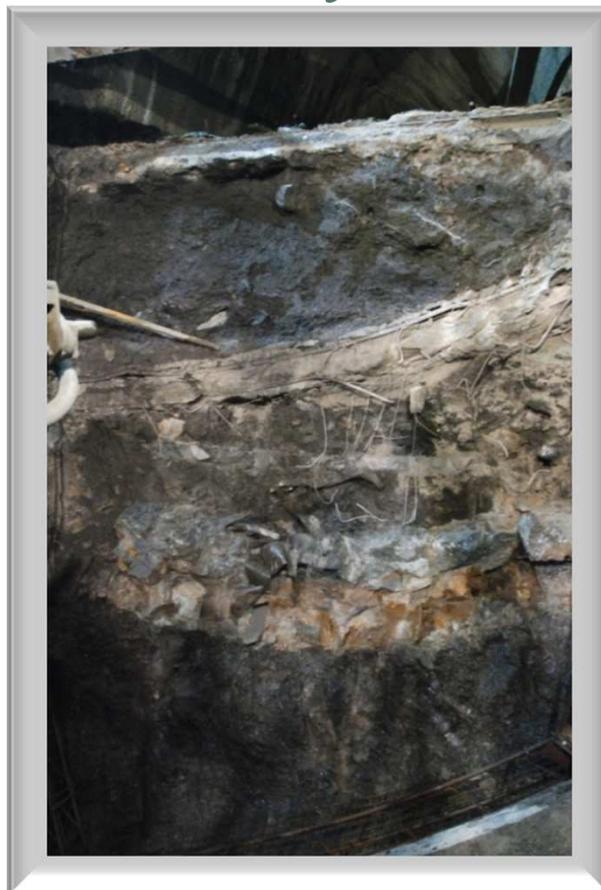


Pokračování ražby přes zával od TM 70 do TM 198 geologický profil štoly „C“ – skutečný stav

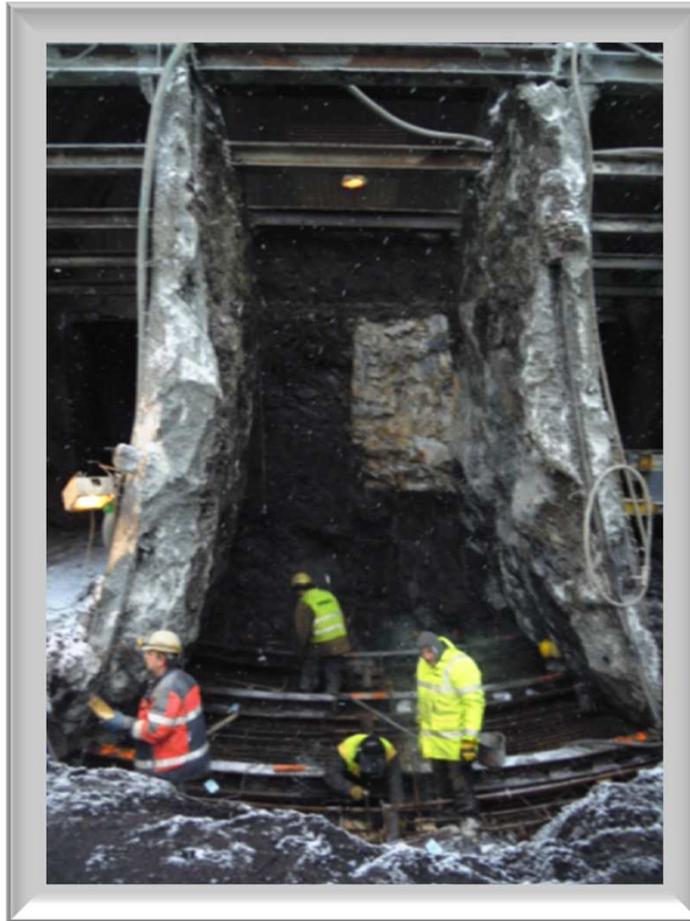


Pokračování ražby přes zával od TM 70 do TM 198

geologický profil štoly „D“ – skutečný stav



Pokračování ražby přes zával od TM 70 do TM 198 geologický profil štoly „F“ – skutečný stav



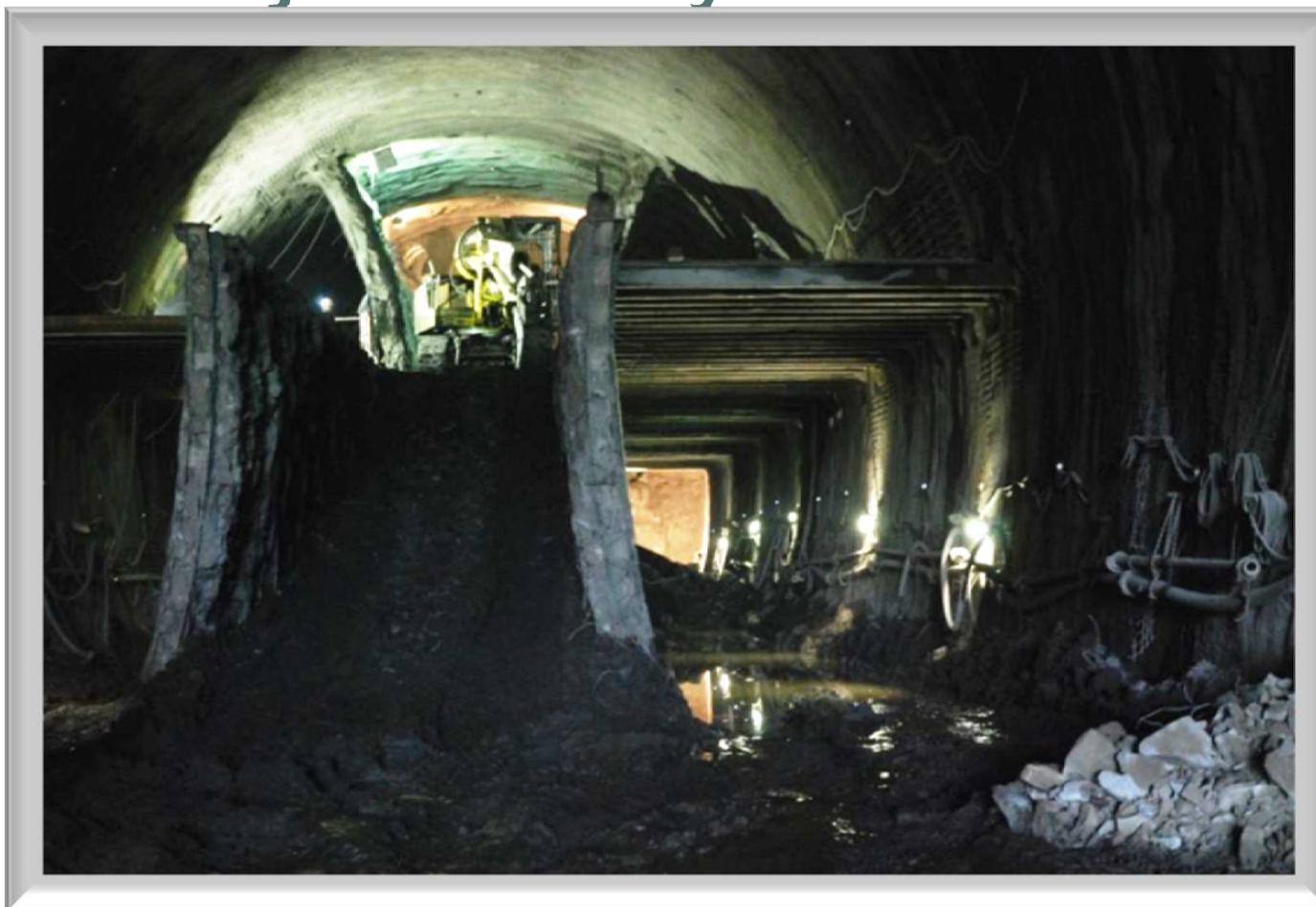
Ražba horní středové štoly „F“ Vrtání a osazování MPD – 12 krát



Mikropilotové deštníky

- Cílem mikropilotových deštníků bylo zvýšit stabilitu dílčího výrubového prostoru štoly „E“.
- Mikropilotový deštník tvořil vždy vějíř ze 14 ks mikropilot, z ocelových trubek TR 114x10 mm o délkách 17 000 mm, vrtaných z čelby.
- Krok zhotovení jednotlivých deštníků byl 8,0 m.
- U mikropilotových deštníků se v celé délce každé mikropiloty prováděla výplňová „zálivka“ na bázi cementových hmot.

Postupné odstraňování výztuže jednotlivých štol



Postupné odstraňování výztuže jednotlivých štol



Postupné odstraňování výztuže jednotlivých štol



Stříhání vnitřních vzpěr



SUBTERRA 3

Postupná podoba primárního ostění po odbourání štol



Demontáž kce, PIŽMO



Bourání betonových žeber



SUBTERRA 

Dokončení zmáhání závalů



SUBTERRA 

ZDAŘ BŮH



Ing. Petr Středula
Ing. Pavel Ďurkáč