

**Ministerstvo dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR
Sekcia cestnej dopravy a pozemných komunikácií**

TP 021

**TECHNICKÉ PODMIENKY
VYSTROJOVACIE TRIEDY
ČASŤ 1: CYKLICKÉ RAZENIE**

účinnosť od: 01. 12. 2016

OBSAH

1	Úvodná kapitola	4
1.1	Vzájomné uznávanie	4
1.2	Predmet technických podmienok (TP)	4
1.3	Účel TP	4
1.4	Použitie TP	4
1.5	Vypracovanie TP	4
1.6	Distribúcia TP	4
1.7	Účinnosť TP	4
1.8	Nahradenie predchádzajúcich predpisov	5
1.9	Súvisiace a citované právne predpisy	5
1.10	Súvisiace a citované normy	5
1.11	Súvisiace a citované technické predpisy rezortu	7
1.12	Súvisiace zahraničné predpisy	7
1.13	Použitá literatúra	8
1.14	Použité skratky	8
2	Termíny a definície	8
3	Ustanovenia o postupe	11
3.1	Poznámky pre DP a vypracovanie ponúk	11
3.1.1	Všeobecne	12
3.1.2	Údaje	13
3.2	Ďalšie upozornenia pre skladbu podkladov do súťaže	14
3.2.1	Časovo závislé náklady a náklady na stroje a nástroje na stavenisku	14
3.2.2	Rozdelenie do vystrojovacích tried	16
3.2.3	Položky razenia	19
3.2.4	Alternatívne modely na klasifikáciu VT a výúčtovanie	20
3.2.5	Nadvýrub, nadprofil	20
3.2.6	Horninová voda	22
3.2.7	Vystrojovacie opatrenia	24
3.2.8	Práce na utesnení	24
3.2.9	Práce na sekundárnom ostení	24
3.2.10	Geotechnické a geodetické merania	25
3.2.11	Zvláštne opatrenia	25
3.2.12	Ďalšie položky	25
3.2.13	Zjednodušené pravidlá odúčtovania	25
3.2.14	Podklady o stave pred začatím prác	26
3.3	Výkony, ktoré sa na stavbe zabezpečujú obstarávateľom	26
3.3.1	Geodetické prípravné práce	26
3.4	Znalec pre tunelovú stavebnú techniku	26
3.5	Dokumentácia	26
3.5.1	Inžiniersko-geologická dokumentácia	26
3.5.2	Geotechnická dokumentácia	26
3.5.3	Dokumentácia o tunelovej stavebnej technike	26
4	Zmluvné podmienky	27
4.1	Všeobecne	27
4.2	Materiály	27
4.3	Vyhotovenie	27
4.3.1	Zameranie	27
4.3.2	Zaistenie dôkazov	28
4.3.3	Razenie	28
4.3.4	Odvodňovacie práce	29
4.3.5	Utesňovacie práce	30
4.3.6	Práce na sekundárnom ostení	30
4.3.7	Geotechnické a geodetické merania	30
4.3.8	Zvláštne opatrenia	30
4.4	Vedľajšie výkony	31
4.5	Rozsah a výúčtovanie	31

4.5.1	Všeobecne.....	31
4.5.2	Zisťovanie rozsahu	31
4.5.3	Vyúčtovanie	35
4.6	Záruka.....	35
5	Záverečné poznámky a odporúčania	36
6	Stavebno - tunelárske termíny	37
PRÍLOHA 1 Príklady.....		38
PRÍLOHA 2 Geotechnický návrh podzemných stavieb.....		64

1 Úvodná kapitola

1.1 Vzájomné uznávanie

V prípadoch, kedy táto špecifikácia stanovuje požiadavku na zhodu s ktoroukoľvek časťou slovenskej normy ("Slovenská technická norma") alebo inej technickej špecifikácie, možno túto požiadavku splniť zaistením súladu s:

- a) normou alebo kódexom osvedčených postupov vydaných vnútroštátnym normalizačným orgánom alebo rovnocenným orgánom niektorého zo štátov EHP a Turecka;
- b) ktoroukoľvek medzinárodnou normou, ktorú niektorý zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu alebo kódex osvedčených postupov;
- c) technickou špecifikáciou, ktorú verejný orgán niektorého zo štátov EHP a Turecka uznáva ako normu; alebo
- d) európskym technickým posúdením vydaným v súlade s postupom stanoveným v nariadení (EÚ) č. 305/2011.

Vyššie uvedené pododseky sa nebudú uplatňovať, ak sa preukáže, že dotknutá norma nezaručuje náležitú úroveň funkčnosti a bezpečnosti.

„Štát EHP“ a Turecko znamená štát, ktorý je zmluvnou stranou dohody o Európskom hospodárskom priestore podpísanej v meste Porto dňa 2. mája 1992, v aktuálne platnom znení.

“Slovenská norma” (“Slovenská technická norma”) predstavuje akúkoľvek normu vydanú Úradom pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky vrátane prevzatých európskych, medzinárodných alebo zahraničných noriem.

1.2 Predmet technických podmienok (TP)

Tieto TP sa zaoberajú hlavne problematikou súťažných podkladov, návrhom vystrojovacích tried ako aj zmluvnými podmienkami pri cyklickom razení podzemných objektov.

Predmetom Prílohy 2 týchto TP je Geotechnický návrh podzemných stavieb riešený v čase projektovej prípravy a počas realizácie stavby.

1.3 Účel TP

Tieto TP slúžia na spracúvanie jednotlivých stupňov projektovej dokumentácie a pri realizácii tunelov a štôlní razených cyklickým spôsobom v skalnatých horninách a zeminách.

1.4 Použitie TP

Tieto TP sa používajú na definovanie vystrojovacích tried pri cyklickom razení podzemných objektov. Tieto TP sú určené najmä na projektovanie a výstavbu nových tunelov a štôlní. Tieto TP sú určené hlavne projektantom, ale aj dodávateľom a stavebníkom tunelov a v primeranej miere aj správcom tunelov a orgánom štátnej správy.

1.5 Vypracovanie TP

Tieto TP na základe objednávky Slovenskej správy ciest (SSC) vypracovala spoločnosť GEOCONSULT, spol. s r.o., Tomášikova 10/E, 821 03 Bratislava.

Zodpovední riešitelia:

Ing. Peter Štefko, CSc., tel. č.: +421 905 206 345, e-mail: peter.stefko@geoconsult.sk

Ing. Ľuboš Rojko, PhD., tel. č.: +421 905 204 275, e-mail: lubos.rojko@geoconsult.sk

1.6 Distribúcia TP

Elektronická verzia TP sa po schválení zverejní na webovom sídle SSC: www.ssc.sk (technické predpisy rezortu).

1.7 Účinnosť TP

Tieto TP nadobúdajú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane.

1.8 Nahradenie predchádzajúcich predpisov

Tieto TP nahrádzajú TP 021 Podzemné stavby. Časť 1: Cyklické razenie, vystrojovacie triedy, MDPT SR: 2006 (pôvodné označenie TP 06-1/2006) v celom rozsahu.

1.9 Súvisiace a citované právne predpisy

- [Z1] Zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z2] zákon č. 51/1988 Zb. o banskej činnosti, výbušnínach a o štátnej banskej správe v znení neskorších predpisov;
- [Z3] vyhláška SBÚ č. 89/1988 Zb. o racionálnom využívaní vyhradených ložísk, o povoľovaní a ohlasovaní banskej činnosti vykonávanej banským spôsobom v znení neskorších predpisov;
- [Z4] vyhláška SGÚ č. 9/1989 Zb. o registrácii geologických prác, o odovzdávaní a sprístupňovaní ich výsledkov o zisťovaní starých banských diel a vedení ich registra v znení neskorších predpisov;
- [Z5] vyhláška MŽP SR č. 33/2015, ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona č. 44/1988 Zb. o ochrane a využití nerastného bohatstva (banský zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z6] vyhláška MH SR č. 208/1993 Z. z. o požiadavkách na kvalifikáciu a o overovaní odbornej spôsobilosti pracovníkov pri banskej činnosti a činnosti vykonávanej banským spôsobom;
- [Z7] zákon č. 215/1995 Z. z. o geodézii a kartografii v znení neskorších predpisov;
- [Z8] vyhláška MH SR č. 333/1996 Z. z., ktorou sa ustanovujú obvody pôsobnosti obvodných banských úradov;
- [Z9] vyhláška MH SR č. 1/1993 Z. z., o banskomeračskej dokumentácii pri banskej činnosti a niektorých činnostiach vykonávaných banským spôsobom;
- [Z10] Metodický pokyn MVRR SR č. 1/2004 o Triedniku stavebných prác;
- [Z11] zákon č. 364/2004 Z. z. o vodách a o zmene zákona SNR č. 372/1990 Zb. o priestupkoch v znení neskorších predpisov (vodný zákon);
- [Z12] zákon č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z13] zákon č. 126/2006 Z. z. o verejnom zdravotníctve a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov;
- [Z14] zákon č. 569/2007 Z. z. o geologických prácach (geologický zákon) v znení neskorších predpisov;
- [Z15] vyhláška MŽP SR č. 51/2008 Z. z., ktorou sa vykonáva geologický zákon v znení neskorších predpisov;
- [Z16] zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon);
- [Z17] vyhláška FMD č. 35/1984 Zb. ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon);
- [Z18] zákon č. 133/2013 Z. z. o stavebných výrobkoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov;
- [Z19] vyhláška MDVRR SR č. 162/2013 Z. z., ktorou sa ustanovuje zoznam skupín stavebných výrobkov a systémy posudzovania parametrov v znení neskorších predpisov.

1.10 Súvisiace a citované normy

STN 73 0202	Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Základné ustanovenia
STN 73 0212	Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Kontrola presnosti
STN 73 0220	Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Navrhovanie presnosti stavebných objektov
STN 73 0275	Presnosť geometrických parametrov vo výstavbe. Kontrolné meranie líniových stavebných objektov
STN 73 0422	Presnosť vytyčovania líniových a plošných stavebných objektov
STN 73 1311	Skúšanie betónovej zmesi a betónu. Spoločné ustanovenia
STN 73 1326	Stanovenie odolnosti povrchu cementového betónu proti pôsobeniu vody a chemických rozmrazovacích látok
STN 73 1370	Nedeštruktívne skúšanie betónu. Spoločné ustanovenia
STN 73 3050	Zemné práce. Všeobecné ustanovenia
STN 73 5530	Sklady výbušnín a výbušných predmetov
STN 73 6101	Projektovanie ciest a diaľnic
STN 73 6615	Zachytávanie podzemnej vody
STN 73 7501	Navrhovanie konštrukcií razených podzemných objektov. Spoločné ustanovenia

STN 73 7505	Kolektory a technické chodby pre združené trasy podzemných vedení
STN 73 7507	Projektovanie cestných tunelov
STN 75 7241	Kvalita vody. Kontrola odpadových a osobitných vôd
STN EN 206 (73 2403)	Betón. Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda
STN EN 447 (72 2431)	Injektážna malta na predpínaciu výstuž. Základné požiadavky
STN EN 495-5 (72 7645)	Hydroizolačné pásy a fólie. Stanovenie ohybnosti pri nízkych teplotách. Časť 5: Plastové a gumové pásy a fólie na hydroizoláciu striech
STN EN 933-1 (72 1186)	Skúšky na stanovenie geometrických charakteristík kameniva. Časť 1: Stanovenie zrnitosti. Sitový rozbor
STN EN 1090-2+A1 (73 2601)	Zhotovovanie oceľových a hliníkových konštrukcií. Časť 2: Technické požiadavky na oceľové konštrukcie (Konsolidovaný text)
STN EN 1097-6 (72 1187)	Skúšky na stanovenie mechanických a fyzikálnych vlastností kameniva. Časť 6: Stanovenie objemovej hmotnosti zŕn a nasiakavosti
STN EN 1992-1-1+A1 (73 1201)	Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy (Konsolidovaný text)
STN EN 12350-1 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 1: Odber vzoriek
STN EN 12350-2 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 2: Skúška sadnutím
STN EN 12350-3 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 3: Skúška Vebe
STN EN 12350-4 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 4: Skúška zhutniteľnosti
STN EN 12350-5 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 5: Skúška rozliatím
STN EN 12350-7 (73 1312)	Skúšanie čerstvého betónu. Časť 7: Obsah vzduchu. Tlakové metódy
STN EN 12390-2 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 2: Výroba a príprava skúšobných telies na skúšky pevnosti
STN EN 12390-3 (73 1302)	Skúšanie zatvrdnutého betónu. Časť 3: Pevnosť v tlaku skúšobných telies
STN EN 12620+A1 (72 1502)	Kamenivo do betónu (Konsolidovaný text)
STN EN 13670 (73 2400)	Zhotovovanie betónových konštrukcií
STN EN 13687-1 (73 2124)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie tepelnej kompatibility. Časť 1: Zmrazovacie a rozmrazovacie cykly s rozmrazovacou soľou
STN EN 13687-2 (73 2124)	Výrobky a systémy na ochranu a opravu betónových konštrukcií. Skúšobné metódy. Stanovenie tepelnej kompatibility. Časť 2: Cyklické zaťaženie búrkovým dažďom (tepelný šok)
STN EN 14487-1 (73 2431)	Striekaný betón. Časť 1: Definície, špecifikácia a zhoda
STN EN 14487-2 (73 2431)	Striekaný betón. Časť 2: Zhotovovanie
STN EN 14488-1 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 1: Odber vzoriek čerstvého a zatvrdnutého betónu
STN EN 14488-2 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 2: Pevnosť v tlaku mladého striekaného betónu
STN EN 14488-3 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 3: Pevnosť pri ohybe (prvý vrchol, medzná a reziduálna) trámových skúšobných telies vystužených vláknami
STN EN 14488-4+A1 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 4: Pevnosť v súdržnosti vývrtov v čistom ťahu (Konsolidovaný text)
STN EN 14488-5 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 5: Stanovenie schopnosti absorpcie doskových telies vystužených vláknami
STN EN 14488-6 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 6: Hrúbka betónu na podklade

STN EN 14488-7 (73 1305)	Skúšanie striekaného betónu. Časť 7: Obsah vlákien vo vystuženom betóne
STN EN 14889-1 (73 1309)	Vlákná do betónu. Časť 1: Ocelové vlákna. Definície, špecifikácie a zhoda
STN EN 14889-2 (73 1309)	Vlákná do betónu. Časť 2: Polymérové vlákna. Definície, špecifikácie a zhoda

Poznámka: Súvisiace a citované normy vrátane aktuálnych zmien, dodatkov a národných príloh.

1.11 Súvisiace a citované technické predpisy rezortu

[T1]	TP 020	Tunelové názvoslovie, MDPT SR: 2006;
[T2]	TP 022	Podzemné stavby. Časť 2: Kontinuálne razenie, MDPT SR: 2006;
[T3]	TP 089	Inžinierskogeologický prieskum pre tunely, MDPT SR: 2015;
[T4]	TP 090	Ochrana tunelov proti vode a odvodnenie tunelov, MDVRR SR: 2015;
[T5]	TKP 0	Všeobecne, MDVRR SR: 2012;
[T6]	TKP 16	Debnenie, lešenie a podperné skruže, MDVRR SR: 2013;
[T7]	TKP 17	Výstuž do betónu, MDVRR SR: 2013;
[T8]	TKP 18	Betón na konštrukcie, MDVRR SR: 2013;
[T9]	TKP 26	Tunely, MDVRR SR: 2015;
[T10]	TKP 28	Geotechnický monitoring pre tunely a prieskumné štôlne, MDVRR SR: 2016;
[T11]	VL 5	Tunely, MDVRR SR: 2011.

Poznámka: MDVRR SR v súlade so schváleným Metodickým pokynom č. 38/2016 pre tvorbu, schvaľovanie a zverejňovanie technických predpisov v rezorte MDVRR SR schválilo s účinnosťou od 1.7.2016 prečísľovanie databázy platných technických podmienok. Prevodná tabuľka je umiestnená na webovom sídle SSC <http://www.ssc.sk/sk/Technicke-predpisy-rezortu/Zoznam-TP.ssc>.

1.12 Súvisiace zahraničné predpisy

[T12]	ÖNORM A 2050	Vergabe von Aufträgen über Leistungen – Ausschreibung, Angebot, Zuschlag – Verfahrensnorm, [Služby obstarávania – obstarávanie, ponuka, príplatok - procesná norma];
[T13]	ÖNORM B 2061	Preisermittlung für Bauleistungen – Verfahrensnorm, [Stanovenie ceny stavby - procesná norma];
[T14]	ÖNORM B 2110	Allgemeine Vertragsbestimmungen für Bauleistungen – Werkvertragsnorm, [Všeobecné podmienky pre stavebné práce – zmluva o dielo];
[T15]	ÖNORM B 2111	Umrechnung veränderlicher Preise von Bauleistungen – Werkvertragsnorm, [Prepočet variabilných cien pre stavebné práce – zmluva o dielo];
[T16]	ÖNORM B 2203-1	Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm. Teil 1: Zyklischer Vortrieb Ausgabe: 2001-12-01, [Podzemné stavby – Norma pre ZoD. Časť 1: Cyklické razenie, 2001-12-01];
[T17]	RVS 9.242	Bautechnische und geotechnische Vorarbeiten – Stadtbereich, [Technické a geotechnické prípravné práce – Intravilán];
[T18]	Richtlinie Spritzbeton	Herausgeber: Österreichische Vereinigung für Beton und Bautechnik (ÖVBB), Karlsgasse 5, 1040 Wien, [Smernica pre striekaný betón, Vydavateľ: Rakúsky zväz pre betón a stavebnú techniku];
[T19]	Richtlinie Innenschalenbeton	Herausgeber: Österreichische Vereinigung für Beton und Bautechnik (ÖVBB), Karlsgasse 5, 1040 Wien, [Smernica pre sekundárne ostenie, Vydavateľ: Rakúsky zväz pre betón a stavebnú techniku];
[T20]	Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb	Herausgeber: Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG), Paracelsusstraße 2, 5020 Salzburg, [Smernica pre geomechanický návrh podzemných stavieb cyklickým razením, Vydavateľ: Rakúska geomechanická spoločnosť];

- [T21] Richtlinie für die Geomechanische Planung von Untertagebauarbeiten mit zyklischem Vortrieb
Herausgeber, Österreichische Gesellschaft für Geomechanik (ÖGG), Oktober 2001, [Smernica pre geomechanické projektovanie podzemných stavieb pri cyklickom razení, Rakúska spoločnosť pre geomechaniku, Október 2001].

1.13 Použitá literatúra

- [L1] Austrian Society for Geomechanics; The Austrian Practice of NATM Tunneling Contracts; 2011, [Rakúska spoločnosť pre geomechaniku; Rakúska prax pri obstarávaní NRTM, 2011].

1.14 Použité skratky

d_i	projektovaná hrúbka vnútorného ostenia vrátane drenáže a izolácie
d_{in}	plánovaná hrúbka vnútorného ostenia
d_n	dočasný nadvýrub
DP	dokumentácia na ponuku
d_s	stanovená hrúbka striekaného betónu ako súčasti výstrojných prostriedkov primárneho ostenia
HČ	hraničná čiara, vonkajšia hrana vnútorného ostenia
ks	kus
n_p	nadprofil
n_v	nadvýrub
PD	projektová dokumentácia
R	polomer svetlého profilu
SD	stavebný dozor
v	skutočné deformácie horninového prostredia
VK	výška kaloty
VS	výška stupňa
v_r	rýchlosť razenia
VT	vystrojovacia trieda
ZoD	zmluva o dielo
NRTM	Nová rakúska tunelovacia metóda

2 Termíny a definície

Okrem nižšie uvedených termínov a definícií sa používajú v týchto TP aj termíny z STN 73 7507 a STN 73 7501.

tunel - líniový podzemný objekt s celkovou plochou výrubu $\geq 16 \text{ m}^2$ a pozdĺžnym sklonom do 45°

razený tunel – tunel budovaný razením bez odstránenia nadložia

štôľňa – líniový podzemný objekt s celkovou plochou výrubu do 16 m^2 a pozdĺžnym sklonom do 45°

šachty (vertikálne alebo naklonené) - líniové vertikálne alebo veľmi naklonené (nad 45°) podzemné stavebné diela

kaverna - podzemný priestor s pomerne krátkou dĺžkou a vo všeobecnosti s väčšou plochou výrubu ako pri tuneloch

výrub – podzemný priestor vytvorený rozpojovaním horniny bez odstránenia nadložia

technologicky podmienený nadvýrub (n_v) - výrub presahujúci plochu výrubu stanovenú v dokumentácii

projektovaný profil výrubu - výrubový profil definovaný podľa vzorového priečneho rezu včítane dočasného nadvýrubu

dočasný nadvýrub (d_n) - časť projektovaného profilu výrubu, ktorá vykryva očakávané pretvorenia horninového masívu

razenie - činnosti pri zhotovení podzemného priestoru, zahŕňujúce hlavne rozpojovanie horniny, nakladanie a odvoz rúbaniny a vystrojovanie výrubu

cyklický spôsob razenia - razenie s časovo oddelenými a pravidelne sa opakujúcimi pracovnými činnosťami

úsek čelby - pracovný priestor v čelbe s definovanou dĺžkou, v ktorej prebiehajú raziace a vystrojovacie práce

skutočná doba razenia - pre jednotlivé stavebné úseky alebo pre celé stavebné dielo čas potrebný na razenie, vrátane zastavenia alebo prerušenia razenia

predpokladaná doba razenia - doba razenia vypočítaná z predpokladaného rozdelenia vystrojovacích tried uvedených v dokumentácii pre súťažný návrh (DP) a zo zmluvne dohodnutých výkonov razenia, vrátane očakávaného zastavenia alebo prerušenia razenia

zmluvná (zúčtovateľná) doba razenia - doba razenia vypočítaná zo skutočného rozdelenia vystrojovacích tried a zo zmluvne dohodnutých výkonov razenia, vrátane uznaných časov za zastavenie alebo prerušenie razenia

zastavenie razenia - doba, počas ktorej v jednotlivých úsekoch čelby nie sú vykonávané žiadne raziace práce, okrem osvetlenia, vetrania a odvodnenia

prerušenie razenia - doba, počas ktorej v jednotlivých úsekoch čelby sú vykonávané raziace práce, ale iba tie, ktoré sa nedajú zúčtovať podľa zmluvných vystrojovacích tried, a ktoré nie sú súčasťou projektovej dokumentácie

základné razenie - položka razenia v metroch, zohľadňujúca minimálne množstvo prvkov výstroja a dodatočných opatrení

kombinovaná čelba (podmienky) - podmienky pri zábere (razení), ak sú v čelbe zastúpené horniny s veľmi rozdielnym stupňom rozpojovateľnosti t.j. skalné horniny (trhaním) a súčasne zeminy (bagrom, frézou ap.)

záber - časť výrubu vyrazená počas jedného pracovného cyklu

dĺžka záberu – stredná vzdialenosť dvoch po sebe nasledujúcich čelieb

dĺžka otvorenia - maximálna dĺžka záberu dna, alebo spodnej klenby pred aplikovaním výstroja

vystrojovacie prostriedky - prostriedky potrebné pre zaistenie stability horninového masívu

vystrojovacie prvky – prvky primárneho ostenia; patria sem kotvy, vopred hnaná výstuž, ocelové oblúky, striekaný betón a výstuž

výstroj – zaistenie vnútornej líčnej plochy výrubu

okamžitý výstroj - zaistenie líčnej plochy výrubu v úseku posledného záberu

dodatočný výstroj - zaistenie líčnej plochy výrubu mimo úseku razenia

vystrojovacie triedy - zatriedenie raziacich prác podľa stavebno-technických opatrení, ktoré slúžia na zúčtovanie razenia a na určenie doby razenia

vystrojovacie číslo - koeficient zo sumy množstva a druhu vystrojovacích prvkov primárneho ostenia na meter tunela a príslušnej hodnotiacej plochy (viď obrázok 1)

charakteristika systému - správanie sa celkového systému, pozostávajúceho z horninového masívu a navrhnutých stavebných opatrení

členenie čelby - členenie projektovaného profilu výrubu, pre účely razenia

Poznámka: Aj bočná stôlna môže byť horizontálne delená.

vonkajšie (primárne) ostenie – vonkajšia časť konštrukcie podzemného stavebného diela zhotovená pri razení za účelom zabezpečenia stability a tvaru výrubu

vnútorné (sekundárne) ostenie - vnútorný konštrukčný prvok podzemného stavebného diela pre trvalé zabezpečenie stability a tvaru

vzorový priečny rez - projektovaný priečny rez podzemného stavebného diela

kotva - tyč, rúra alebo lano spletané z drôtov, zabudovaná pre zaistenie a zlepšenie horninových vlastností v okolí výrubu

vysokotlaková injektáž - proces injektovania pozostávajúci z utesnenia, spevnenia alebo výmeny zemín a tektonicky porušených hornín injekčnou zmesou na báze cementu vháňanou s vysokou energiou, čím dochádza k rozpusteniu štruktúry zemín

tlaková injektáž - vyplnenie umelo vzniknutých priestorov v hornine injektážnou zmesou pod tlakom

vopred hnaná výstuž - ihly, rúry, pažnice a pod., ktoré istia obvod profilu výrubu a sú zabudované do horninového masívu v predstihu pred samotným razením

pažnice - dosky z profilovaného oceľového plechu, ktoré sa počas razenia zabudujú plocho po obvode vnútornej (lícnej) plochy výrubu; podľa typu môžu byť zabudované vopred, alebo až po výrube

injektáž čelby - vyplnenie prirodzene vzniknutých dutín a trhlín v hornine injektážnou zmesou pod tlakom, pričom sa štruktúra horninového masívu zásadne nezmení; na rozdiel od tlakovej injektáže je pri injektáži čelby v určitom časovom intervale aplikovaný vždy konštantný tlak

zvláštne opatrenia - opatrenia ako mikropilóty, dáždnik, vysokotlaková injektáž, zmrazovanie a pod., ktoré sú potrebné vo výnimočných prípadoch a pre aplikáciu ktorých, bežne používané strojové vybavenie v tuneloch nie je dostačujúce

horninový masív - horninové teleso v prírodnom stave, ktorého celistvosť je porušená diskontinuitami (napr. plochami vrstevnatosti, bridličnatosti, puklinami, zlomovými poruchami a pod.). Podľa povahy horninového materiálu sa rozlišujú skalné masívy a zemné masívy

druh horninového masívu - horninový masív s rovnakými geologickými, hydrogeologickými alebo geotechnickými vlastnosťami

typ správania sa horninového masívu - označenie pre horninový masív s rovnakým typom správania sa pri razení celého prierezu, v závislosti na časovom a priestorovom pretvorení ako aj na mechanizme zlyhania, bez uvažovania prvkov výstroja a dodatočných opatrení

hornina - na základe prírodných procesov vzniknutý agregát minerálnych komponentov, pozostávajúci z pevných a nepevnených hornín vrátane nehomogenít, tektonických porúch a puklín vyplnených tekutinami alebo plynmi, charakterizovaný druhom a množstvom obsahujúcich minerálov a zrnitosťou štruktúrou

skalná hornina (pevná hornina) – hornina s pevnými kryštalickými alebo cementačnými väzbami

zemina (nespevnená hornina) – nespevnená alebo slabo spevnená hornina, t. j. hornina bez pevných štruktúrnych väzieb

druh horniny - nespevnená, alebo pevná hornina, s rovnakými vlastnosťami

plochy nespojitosti - dvojrozmerné, vo všeobecnosti úplné, prerušenie mechanických väzieb skalných hornín vyvolané tektonickou činnosťou alebo v nadväznosti na proces vzniku z titulu lomového porušenia pri prekročení pevnosti materiálu; potenciálne plochy nespojitosti sú spôsobené modifikáciami štruktúry (vrstevnatosť a pod.) a mechanickými nerovnorodosťami

nadbetón - množstvo betónu prevyšujúce stanovené množstvo betónu vnútorného (sekundárneho) ostenia v dokumentácii pre ponuku

scenáre ohrozenia - možné kritické situácie alebo nežiaduce udalosti, ktoré sa môžu vyskytnúť počas výstavby a prevádzky podzemného objektu

frézovanie - mechanické rozpojovanie horniny strojným zariadením s plným alebo čiastočným profilom

výložníková fréza - stroj na mechanické rozpojovanie horniny (frézovacia hlava) pri cyklickom razení s čiastočným záberom

čiasťkové plochy - plochy, ktoré horizontálne podrobnejšie členia čelbu, a po vyrazení musia byť zabezpečené okamžitým výstrojom

pracovný raziaci tím - pracovníci stavby, ktorí vykonávajú práce prevažne v podzemí počas razenia

dodatočné opatrenia - výkony, ktoré môžu byť vykonané v bezprostrednej spojitosti s raziacimi prácami; pre aplikáciu dodatočných opatrení je bežne používané strojové vybavenie v tuneloch dostačujúce

vedľajšie výkony - pomerne malé výkony, ktoré sa podľa potreby vhodne vykonávajú aj vtedy, ak neboli uvedené v dokumentácii na ponuku, a to len do tej miery, ak sú nevyhnutné pre realizáciu zmluvných výkonov a ak sú s nimi v priamej súvislosti. V každom prípade sú ocenené podľa dohodnutých cien.

Ďalšie termíny použité v týchto TP sú zobrazené na obrázku 4 a obrázku 5 v kapitole 6.

3 Ustanovenia o postupe

3.1 Poznámky pre DP a vypracovanie ponúk

Tunelovanie vyniká medzi jednotlivými technickými odbormi do značnej miery pre jeho nepredvídateľnosť. Jedná sa najmä o geologické neistoty, ktoré vyzývajú na prístup/riešenie, ktorý sa líši od mnohých iných inžinierskych disciplín.

Jeho zvláštnosťou je potreba intenzívnej spätnej väzby medzi predpokladmi a skutočnosťou.

Informácie musia byť zhromažďované neustále na základe skutočných terénnych podmienok, vlastností, skutočného správania sa hornín a interakcie medzi horninovým masívom a zvolenej metódy tunelovania (vystrojovanie a stavebné procesy).

Pre optimálne rozhodovanie priamo na stavbe, je potrebné stanoviť nasledujúce podmienky počas ponukovej fázy pre cyklické razenie:

- prieskum a popis horninového prostredia podľa [T3],
- interpretácia prognózy, inžinierskych a geomechanických aspektov,
- projekt, ktorý pokrýva očakávaný rozsah horninového správania,
- formulácia kritérií a cieľov, ktoré sú rozhodujúce pre potvrdenie výberu tunelovacej metódy, zadefinuje obstarávateľ v zadávacích podmienkach, alebo rozhodnutie prenechá na zhotoviteľa. Toto rozhodnutie obstarávateľa závisí hlavne od stupňa poznania geológie horninového prostredia.

Ak má byť metóda tunelovania bezpečná a hospodárna, potrebuje zohľadňovať príslušné úpravy v závislosti od geologických podmienok pomocou flexibilných konštrukčných metód.

Stavebné zmluvy o výstavbe preto musia zohľadňovať požiadavku flexibility, a práve tu je potreba využiť silné stránky NRTM, ktoré sú predovšetkým v prispôsobivosti tejto metódy. V týchto TP sa riešia tieto požiadavky.

Zmluva o výstavbe musí byť vypracovaná spôsobom, ktorý bude slúžiť ako najlepšia možná pomoc pre optimálne rozhodovanie. "Flexibilná" Zmluva o výstavbe v súlade s týmito TP tak splňa tieto zásady:

- Geologické riziko, - riziko zo zmeny vlastností a správania sa horninového prostredia nesie obstarávateľ (alokácia rizík namiesto rozdelenia rizika).
- Zmluva o výstavbe obsahuje jednotkové ceny za všetky tunelárske položky na základe dokumentácie na ponuku.
- Platba sa vykonáva na základe skutočne vykonanej práce na tuneli, lepšie než na základe položiek stanovených v projekte.
- Položky výkazu výmer a platobných modelov sú formulované tak, že v prípade zmeny v platení tunelových prác je platba upravená do značnej miery bez nutnosti vystavenia zmenového príkazu.
- Zmluva o výstavbe zaisťuje možnosť pre rozhodovanie na čelbe tunela, na základe vzájomnej dohody medzi obstarávateľom a zhotoviteľom. Tieto rozhodnutia sú založené hlavne na výsledkoch kontroly na mieste, geologickej a hydrogeologickej dokumentácii, geotechnického monitoringu a na interpretácii týchto informácií.
- V prípade, že súhlas nemôže byť dosiahnutý, rozhodne autoritatívne tunelový expert. Ten je menovaný zmluvou a robí sprostredkovateľa medzi obstarávateľom a zhotoviteľom, ktorí ho prizývajú v prípade rozporov v technických otázkach.

Riziká a zodpovednosti

Tieto TP poskytujú bez výslovného pridelenia alokáciu rizika, v predpise je aplikovaný nasledujúci princíp rozdelenia rizika medzi obstarávateľom a zhotoviteľom:

Riziká a zodpovednosť obstarávateľa zahŕňajú:

Všetky informácie poskytnuté obstarávateľom (napr. prípravné práce, projektová dokumentácia, zadávacie podklady, realizačná dokumentácia) a informácie o horninovom prostredí.

Geologické riziko môže byť na strane obstarávateľa, na strane zhotoviteľa alebo rozdelené medzi nimi. Tieto TP vychádzajú z predpokladu, že geologické riziko – riziko zo zmeny vlastností a správania sa horninového prostredia nesie obstarávateľ. TP zmieňujú výraz "charakteristika horninového prostredia (horninového masívu)" namiesto popisu. Táto charakteristika má byť vypracovaná v súlade so všeobecnými zásadami pre geotechnické navrhovanie podzemných stavieb podľa Prílohy 2 tohoto TP. Podľa tejto prílohy sa nejedná len o charakteristiku vlastností horninového prostredia, ale najmä o správanie sa horninového prostredia. Táto jednoznačná alokácia vrátane správania sa horninového prostredia je na strane rizík obstarávateľa, čo je špeciálna črta tohto predpisu, ktorá presahuje medzinárodnú zmluvnú prax stanovenú v FIDIC Červenej knihe z roku 1999. Tieto TP stanovujú aj vypracovanie súhrnnej geotechnickej správy, ktorá je tiež v rámci zodpovednosti obstarávateľa.

Poznámka: Pre porovnanie: Bod 4.10 "Site Data" insitu údaje podľa FIDIC Červená kniha uvádza "podpovrchové a hydrologické podmienky" a stanovuje zhotoviteľom zodpovednosť za ich interpretáciu.

Riziká a zodpovednosť zhotoviteľa zahŕňajú:

Všetky predpoklady dodávateľa na základe súťažných podkladov ako výpočet ceny a konštrukcie; všetky opatrenia prijaté zhotoviteľom, jeho dodávateľov a jeho subdodávateľov.

3.1.1 Všeobecne

Ak obstarávateľ nestanoví inak, treba uvádzať výkony kompletne s popisom a rozsahom a rozčleniť ich tak, aby sa pod jednou položkou uviedli len výkony rovnakého druhu a rovnakej cenovej tvorby. Rozsiahle zoznamy výkonov treba rozčleniť do väčších odsekov, pričom sa na začiatku každého odseku uvedie všeobecný popis.

Skupiny položiek rovnakého druhu a rovnakej cenovej tvorby treba pre prípadné zmeny jednotkových cien následkom odlišných množstiev stanoviť podľa kapitoly 4. Týka sa to napr. výrubu, striekaného betónu, výstroja bez striekaného betónu, obsahu vody.

Zmluvu s jednotkovými cenami zvyčajne tvoria dve kategórie položiek:

- Jednorazové platby za položky (s paušálnou platbou, ako sú zariadenie staveniska, vyčistenie priestranstva atď.)
a
- Položky závislé na množstve (položky pre platby podľa množstva ako razenie tunela, vystrojovacie prvky atď.), a to:
 - náklady na pracovnú silu;
 - náklady na materiál;
 - náklady na prevádzku zariadení a opotrebenie.

Flexibilná zmluva o výstavbe poskytuje ďalšiu položku za:

- Časovo závislé platby zohľadnené vo všeobecných položkách.
Ide o položky, ktoré sú nepriamo závislé na množstve, pričom sú priamo závislé na dobe výstavby. Sú to:
 - náklady na stavbyvedúcich, inžinierov, geodetov, kalkulátorov atď. a pre pomocný personál na stavbe (napr. čistiace práce),
 - náklady na zariadenie staveniska, implicitné odpisy a úroky, tu patrí údržba (oprava) zariadenia iného ako je uvedené medzi nákladmi za jednotlivé kusy v rámci položiek závislých na množstve.
 - náklady na prevádzku špecifických zariadení (napr. ako dielňa, sklad, bývanie, jedálne),
 - náklady na vozový park v rámci staveniska,
 - ďalšie režijné náklady staveniska (napríklad nájomné, leasing, komunikačné siete, kúrenie, osvetlenie).

Platba za takéto položky musí byť vykonaná, aj keď kvôli nepredvídaným udalostiam neboli vykonané žiadne, alebo boli vykonané len znížené množstvá časovo závislých položiek. Platby časovo závislých položiek a v dôsledku toho aj časovo závislé náklady zvyčajne zostávajú bezo zmeny v priebehu takejto fázy. Časovo závislé kategórie položiek sú určené pre zabezpečenie realistického riadenia úhrad za normálnu prácu, ktorá je aj naďalej potrebná počas nepredvídaných udalostí.

V prípade výskytu udalostí súvisiacich s geológiou alebo iné neočakávané prípady (ktoré sú v sfére rizík a zodpovednosti obstarávateľa), ktoré ovplyvňujú bežnú prevádzku tunelovania, sú časovo závislé položky hradené na základe doby, ktorá ubehla, až do doby obnovenia razenia. Okrem toho, zhotoviteľ má nárok na platbu za všetky položky závislé od množstva a / alebo za všetky jednotkové položky realizované počas tohto obdobia.

Myšlienka časovo závislých platobných položiek je, okrem iného, aby sa zabránilo akýmkoľvek výhodám alebo nevýhodám pre zhotoviteľov ako dôsledok neočakávaných scenárov razenia. Počas týchto fáz, zhotoviteľ dostane platbu za väčšiu časť práce, ktorá by bola vykonaná pri bežnom štandardnom postupe razenia (platba mesačného postupu razenia). Týmto sa minimalizuje konflikt záujmov a zároveň sa podporuje požadovaný a optimálny rozhodovací proces.

3.1.2 Údaje

Okrem údajov požadovaných v príslušných TKP a STN, je treba uviesť najmä údaje z čl. 3.1.2.1.

3.1.2.1 Všeobecné údaje o:

- a) ochranných zónach, t. j. zákonom, nariadeniami a inými úradnými úkonmi označené územia (krátke zóny, povodia, školy, nemocnice);
- b) mimoriadnych opatreniach z dôvodu starostlivosti o krajinu, ochrany prírody a životného prostredia;
- c) druhu a rozsahu mimoriadnej ochrany stromov, porastov, vegetačných plôch, stavebných častí, stavebných diel, susedných pozemkov, hraničných kameňov a pod.;
- d) úradných nariadeniach (napr. vodoprávne podmienky) ako aj o právach a záväzkoch voči tretím osobám (napr. využitie cudzích pozemkov);
- e) záväzkoch na údržbu ciest a príjazdových komunikácií;
- f) skládkach;
- g) druhu a rozsahu potrebných súhlasov a úradných povolení;
- h) spracovaní, zhodnotení a skladovaní vyrúbaného materiálu;
- i) relevantných rozmeroch z hľadiska tunelového staviteľstva;

- j) dĺžke raziacich úsekov pre každý čiastkový prierez;
- k) obvyklých zúčtovacích hodnotách pre každý čiastkový prierez;
- l) rozmerových toleranciách.

3.1.2.2 Charakteristika horninového masívu

Charakterizovanie horninového masívu sa vykonáva podľa Prílohy 2 týchto TP.

3.1.2.3 Prognózy

Na realizáciu výrubu treba vypracovať nasledovné prognózy s rozdelením, záberom a miestnym priradením:

- a) druhy horninového masívu, typy správania sa horninového masívu ako aj vystrojovacie triedy;
- b) výskyt vody v masíve, očakávané zosuvy a príp. ich trvanie, vodné tlaky, chemické zloženie vody, neobvyklé teploty vody;
- c) vplyv vody na horninu a horninové prostredie, druh a spôsob prítoku vody, stupne sťaženia s príslušnými množstvami vody;
- d) vplyv vody na projektovaný výstroj;
- e) plyny vystupujúce z horninového prostredia;
- f) miera deformácie;
- g) použiteľnosť rúbaniny;
- h) neobvyklá teplota horninového prostredia.

3.1.2.4 Popis projektu

Popis projektu obsahuje:

- a) počet miest záberu, okenných štôlní a prístupových šácht;
- b) počet stavebných úsekov ako aj dôsledky z posunu hraníc stavebných úsekov;
- c) termíny výstavby, taktiež aj medziľahlé termíny;
- d) známe alebo predpokladané prekážky v podzemí a nad zemou, lavínové čiary a pod.
- e) údaje k priebehu stavby;
- f) účinky, ktoré siahajú mimo stavebného úseku (napr. ak treba zabudovať rúbaninu vo vedľajšom stavebnom úseku);
- g) údaje ku geotechnickému manažmentu bezpečnosti;
- h) údaje pre mimoriadne technické požiadavky.

3.1.2.5 Stanovenie stavebno-technických opatrení

Postup k opakovateľnému určeniu stavebno-technických opatrení počas projektovania sa realizuje podľa Prílohy 2 týchto TP.

3.2 Ďalšie upozornenia pre skladbu podkladov do súťaže

Ako doplnok k požadovaným položkám sa podľa potreby uvažuje v zozname výkonov s položkami pre nasledovné výkony:

3.2.1 Časovo závislé náklady a náklady na stroje a nástroje na stavenisku

Pre časovo závislé náklady staveniska (réžia staveniska) a náklady na stroje na stavenisku treba vyhradiť zvláštne položky, pokiaľ sa nedajú uplatniť zjednodušené pravidlá vyúčtovania. Stroje a nástroje, ktoré sa použili na rôzne výkony (ako napr. vŕtacie zariadenia), sa môžu zohľadňovať podľa priebehu stavby v príslušných nákladoch na stroje a nástroje.

- a) Pri stavebných prácach v podzemí na väčšom pozdĺžnom úseku treba tieto položky rozdeliť podľa priebehu stavby:
 1. práce od začiatku výstavby po začiatok razenia; pevný čas;
 2. razenie; variabilný čas;
 3. razenie so súčasným zhotovením sekundárneho ostenia; variabilný čas;
 4. zhotovenie sekundárneho ostenia po zmluvnom ukončení razenia; variabilný alebo pevný čas;
 5. práce po zhotovení sekundárneho ostenia; pevný čas.

V prípade zložitých pracovných postupov, najmä ak viac čelieb a nadzemných prác je realizovaných súčasne, by mal byť za súbežnú realizáciu, vzájomné závislosti a možné komplikácie zahrnutý príspevok pre tieto súbehy.

Kým fázy 1., 4. a 5., sú považované za nezávislé na geologických podmienkach, fáza 2. a 3., sú priamo závislé na podmienkach razenia, najmä na správaní sa horninového masívu, vystrojovacích triedach, doplnkových opatreniach a špeciálnych opatreniach.

Je preto nevyhnutné, aby sa rýchlosti postupov razenia pre jednotlivé vystrojovacie triedy, ako aj sadzby pre postupy doplnkových a špeciálnych opatrení dohodli zmluvne. Tieto rýchlosti postupov (sadzby) by mali byť súčasťou ponuky predloženej uchádzačom.

- b) Treba popísať časový priebeh stavby, ktorý slúžil ako podklad na výpočet doby trvania stavby.
- c) Ak v rámci jedného projektu prebieha súčasne razenie na viacerých miestach, iné stavebné práce v podzemí a na povrchu, je treba zohľadniť možné kolízie, stanoviť vzájomné závislosti a kritickú cestu.
- d) Na razenie treba počítať s variabilným trvaním, čo je treba zohľadniť v zúčtovacích jednotkách.
- e) V časovo závislom pracovnom postupe razenia (napr. výrub celého prierezu, len samotnej kaloty alebo iné postupy výrubu) treba zohľadňovať údaje o raziacej rýchlosti od účastníka súťaže, rozdelené podľa vystrojovacích tried.
- f) Počet zúčtovacích jednotiek, ktoré účastník súťaže musí v ponuke zohľadňovať, sa vypočíta z rozdelenia tried razenia, ktoré uvádza obstarávateľ a z rýchlosti pri razení, ktorú udáva účastník súťaže, plus prerušenia razenia, zastavenia razenia, prípadné sťažené podmienky a ostatné pevné časy. Obstarávateľ môže uviesť maximálnu a minimálnu dobu razenia vzhľadom na vypísané rozdelenie vystrojovacích tried.
- g) Jednotlivé rýchlosti postupov razenia sú stanovené uchádzačmi. Sú závislé predovšetkým na:

- vzorových priečnych rezoch,
- vystrojovacích triedach a ich dĺžkach, vrátane typických výkresov vystrojovacích prvkov,
- metódach razenia,
- delení čelby (horizontálne a vertikálne), kritériách pre pozdĺžne odstupy čelieb, kritériách pre uzavretie celého profilu,
- geologickej charakteristike (správanie sa horninového masívu, geotechnický pozdĺžny profil).

Pre odchýlky skutočného počtu vystrojovacích prostriedkov od zmluvného počtu vystrojovacích prostriedkov a z toho vyplývajúcej zmeny zmluvnej rýchlosti razenia sa definujú pravidlá. V prípade potreby sa uvedie obmedzenie maximálnej rýchlosti razenia z titulu geomechanických podmienok.

- h) Na zhotovenie sekundárneho ostenia treba uviesť údaje od účastníka súťaže o rýchlosti betónovania, pokiaľ nie sú dohodnuté pevné časy. Treba jednoznačne definovať začiatok betonáže.

Na zvláštne opatrenia (napr. vysokotlaková injektáž, zmrazovanie a pod.) treba uviesť samostatné položky.

Dodávateľ dodá ku každej VT príslušný cyklogram, vrátane popisu sledovania skutočného postupu prác pre účely overenia rýchlostí razenia obstarávateľom. V prípade delenej čelby na kalotu, stupeň a dno musí byť cyklogram dodaný aj pre tieto časti, osobitne pre každú VT zvlášť. V ponuke predložené časy jednotlivých cyklov VT môžu byť počas realizácie po vzájomnej dohode medzi obstarávateľom a zhotoviteľom prehodnotené a aktualizované. Ku kontrole cyklogramov môžu slúžiť napr. aj tzv. časozberné fotografie alebo iný odsúhlasený systém kontroly, ktorý dokumentuje jednotlivé činnosti razenia v závislosti na čase.

Doba jedného cyklu pre jednu dĺžku záberu sa počíta s ohľadom na všetky dostupné súťažné informácie, najmä informácie o geológii, o správaní sa horninového masívu, okrajové podmienky projektu a slúži ako základ pre výpočet rýchlosti razenia jednotlivých vystrojovacích tried. Dĺžka záberu pre jednotlivé triedy sa uvažuje ako horná hranica definovaného rozsahu.

PRÍKLAD: Cyklogram pre VT 5 / 2,21

Vŕtanie, nabíjanie	90 min
Trhanie, vetranie	20 min
Odťažba	120 min
Osadenie oceľových sietí a oblúkov	40 min
Postrek striekaný betón	90 min
Kotvenie	40 min
Ostatné	10 min

Spolu**410 min / 60 min / h = 6.8 h na cyklus**

Na základe dĺžky záberu 1,7 m (pre VT 5) a denného pracovného času 24 hodín / deň, je výsledný denný postup:

$$24 \text{ h} / \text{d} / 6.8 \text{ h} / \text{cyklus} \times 1,7 \text{ m} / \text{cyklus} = 6,0 \text{ m} / \text{d}$$

Touto metodikou sa stanovujú denné postupy pre všetky navrhované VT a následne budú zohľadnené v harmonograme výstavby. Predpokladaná doba pre razenie tunela sa potom vypočítava zo sumy dĺžok všetkých ponukových VT a z denných postupov.

Mzdové položky časovo závislých nákladov sú súťažné a ponúkané ako paušálne sumy tak, aby bolo možné porovnanie nákladov pri vyhodnocovaní jednotlivých ponúk.

PRÍKLAD: Prepočet časovo závislých jednorazových (paušálnych) platieb (JP) do platobných jednotiek (PJ):

Následujúci príklad ukazuje spôsob konverzie JP týkajúcej sa predpokladanej doby razenia do PJ pri zadaní zákazky tak, aby bola umožnená platba počas výstavby.

Platobná položka v ponuke:

Položka xxx Časovo závislé náklady za razenie 1 JP 996,265,- €

Táto suma sa vzťahuje k predpokladanej dobe razenia – 104,65 dní, počítanej z ponukových rýchlostí razenia (sadzieb) a z očakávaných dĺžok VT.

Položka v zmluve:

Položka xxx Časovo závislé náklady za razenie

104,65,- PJ po 9,519.97,- € za každý deň = 996,265,- €

3.2.2 Rozdelenie do vystrojovacích tried

Geotechnický návrh podzemných stavieb je definovaný v Prílohe 2 týchto TP. Táto príloha je kópiou [T21].

Pri raziacich prácach treba uviesť technické metódy rozpojovania (napr. trhavinové, mechanické rozpojovanie), rozdelenie čiastkových prierezov a pozdĺžny vývoj priebehu razenia.

Raziaci proces sa delí do vystrojovacích tried, pritom treba dodržať čl. 3.1.2.2 týchto TP.

Rozdelenie vystrojovacích tried, ktoré sa účelne zobrazuje v matici, treba zabezpečiť nasledovným spôsobom:

- razenie kaloty, stupňa alebo prierezu kaloty a stupňa sa rozdeľuje podľa dĺžky záberu, z tohto vyplýva 1. určujúce číslo;
- otvorenie spodnej klenby sa rozdeľuje podľa dĺžky otvárania;
- zabezpečovacie alebo dodatočné opatrenia kaloty, stupňa alebo prierezu kaloty a stupňa sa ohodnotia podľa tabuľky 3 a počet vystrojovacích prostriedkov sa vypočíta ako 2. určujúce číslo; veľkosť oblasti platnosti 2. určujúceho čísla treba stanoviť na hraniciach tabuľky 4;
- 2. určujúce číslo na otvorenie dna/spodnej klenby sa určuje podľa tabuľky 2.

Vzor matice pre vystrojovacie triedy je v tabuľke 1 na razenie kaloty, stupňa alebo kaloty a stupňa.

Pri výskyte podmienok kombinovanej čelby sa ohodnotenie realizuje zásadne podľa tried pre trhacie práce. V podmienkach kombinovanej čelby, ktoré si z geomechanických dôvodov vyžadujú rozpojovanie pomocou bagra alebo výložníkovej frézy a následnú prácu s trhavinou, treba na zapltenie zvýšených nákladov počítať s položkami špecifickými pre konkrétny projekt.

Tabuľka 1 - Matica tried razenia na razenie kaloty, stupňa, resp. kaloty a stupňa

Prvé určujúce číslo	Dĺžka záberu do				Opora	Druhé určujúce číslo												
	Kalota	resp.	Kalota + opora			Vystrojovacie číslo												
						1	2	3	4	5	6	7	8	9				
1	nie je obmedzené				špecifikované projektom													
2	4,0 m																	
3	3,0 m																	
4	2,2 m								4/2,4	4/3,6								
5	1,7 m									5/4,5	5/6,1							
6	1,3 m										6/5,5	6/7,5						
7	1,0 m																	
8	0,8 m																	
9	0,6 m																	

Tabuľka 2 - Matica tried razenia na otvorenie dna (spodnej klenby)

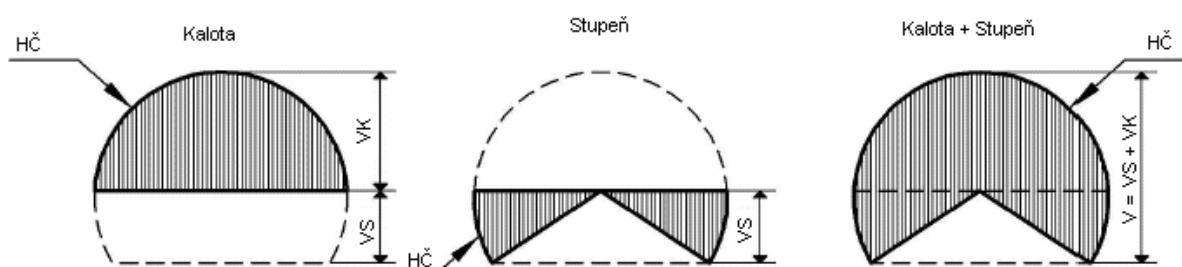
Prvé určujúce číslo	Dĺžka záberu (otvorenia) do	Druhé určujúce číslo			
		Vystrojenie			
		Otvorené dno	Dno so základovou doskou	Spodná klenba s pozdĺžnym delením	Spodná klenba bez pozdĺžneho delenia
		1	2	3	4
1	nie je obmedzené	1/1			
2	36,0 m		2/2		
3	24,0 m		3/2	3/3	
4	12,0 m				4/4
5	6,6 m				5/4
6	4,4 m				
7	2,2 m				

Tabuľka 3 - Ohodnotenie vystrojovacích prostriedkov a dodatočných opatrení

Vystrojovacie prostriedky a dodatočné opatrenia		Hodnotiaci faktor na jednotku množstva	Jednotka množstva	Poznámky
Kotvy	Swellex alebo rovnocenné	0.8	m	
	SN kotvy s cementovým tmelom	1.1	m	
	Zavrtávacie kotvy	1.7	m	
	Kotvy s injektážnou rúrou	2.0	m	
	Predpäté kotvy s cementovým tmelom	2.5	m	
Kotvy čelby	Počet kotiev v zábere	8.0	ks	1)
	Osadenie kotevnej dosky bez predpätia	1.7	ks	2)
	Osadenie kotevnej dosky s predpätím	5.0	ks	2)
Ihly	Zarážané ihly	0.5	m	
	Ihly bez cementového tmelu	0.6	m	
	Ihly s cementovým tmelom	0.9	m	
	Zavrtávacie ihly	1.3	m	
	Ihly s injektážnou rúrou	1.6	m	
Injektáž nad 10 kg na meter dĺžky kotvy, ihly, piloty		0.1	kg	
Výstužné siete	Pri vonkajšom povrchu s oblúkmi	1.0	m ²	3)
	Pri vnútornom povrchu s oblúkmi	1.5	m ²	3)
	Pri vonkajšom povrchu bez oblúkov	2.0	m ²	3)
	Dno kaloty	0.8	m ²	3)
	Prídavná výstuž, výstuž čelby	2.0	m ²	3), 4)
Oblúky a výstupy		2.0	m	
Striekaný betón	Kalota a stupeň	20.0	m ³	5)
	Dno kaloty, päta kaloty	12.0	m ³	5)
	Čelba	14.0	m ³	5)
	Výplň nadvýlomu	14.0	m ³	5), 6)
Deformačné zárezy (drážky)	bez stlačiteľných prvkov	3.5	m	7)
	so stlačiteľnými prvkami	5.0	m	7)
Pažnice		5.5	m ²	
Piloty v päte	Piloty v päte s priemerom < 38 mm	4.5	m	
	Piloty v päte s priemerom > 38 mm	5.0	m	
Čiastkové plochy		22.0	ks	8)
Výrub - rozšírenie päty kaloty		50.0	m	9)
Výrub spodnej klenby kaloty pri razení stupňa		50.0	m	10)
Poznámky: 1) Počet kotiev v jednotlivých záberoch. V ohodnocovacom faktore je zohľadnené osadenie, skracovanie a zťažené podmienky pri odstraňovaní 2) Počet kotevných dosiek osadených na každej čelbe 3) Teoretické množstvo, bez zohľadnenia presahov v pozdĺžnom a priečnom smere 4) Výstužená plocha (v pohľade) - nie je započítaná styková výstuž kalota/stupeň a stupeň/dno 5) Teoretické množstvo bez zohľadnenia nadvýlomu a odpadu 6) Vyplnenie projektovaných zásekov (pri použití pažníc a pod.) alebo vyplnenie uznaného nadvýlomu za hraničnou plochou A 7) Bežné metre podzemnej steny 8) Zohľadnia sa iba čiastkové výlomy, a to ako čiastkové plochy, ktoré sú bezprostredne po otvorení zabezpečené prvotným ístením 9) Pre obidve päty kaloty na bežný meter tunela 10) Dĺžka spodnej klenby kaloty pri jednotlivom zábere stupňa, nezávisle na prípadných potrebných čiastkových výlomoch				

Tabuľka 4 - Rozsah platnosti 2. určujúceho čísla

Dĺžka záberu kaloty do	Max. platnosť pre 2. určujúce číslo (počet vystrojovacích prostriedkov) kaloty	Dĺžka záberu stupňa do	Max. platnosť pre 2. určujúce číslo (počet vystrojovacích prostriedkov) stupeň
nie je obmedzená	$\pm 0,35$	nie je obmedzená	$\pm 0,45$
4,0 m	$\pm 0,35$		
3,0 m	$\pm 0,45$		
2,2 m	$\pm 0,60$	3,0 m	$\pm 0,70$
1,7 m	$\pm 0,80$	2,0 m	$\pm 1,20$
1,3 m	$\pm 1,00$		
1,0 m	$\pm 1,30$		
0,8 m	$\pm 1,60$	1,0 m	$\pm 2,10$
0,6 m	$\pm 2,10$		



Obrázok 1 - Hodnotiace plochy, schematické zobrazenie

Legenda:

VK	je výška kaloty
VS	je výška stupňa
HČ	je hraničná čiara (vonkajšia hrana vnútorného ostenia)
VK, VS, HČ	musia sa určiť zmluvne

Vystrojovacie prostriedky, vrátane vopred hnanej výstuže, istenia čelby a dodatočných opatrení treba pre každú VT uviesť podľa druhu a množstva, podľa miesta a časového okamihu zabudovania. Hodnotiace plochy treba stanoviť podľa schematického zobrazenia (podľa obrázka 1), pričom sú vzhľadom k zúčtovacím čiaram nemenné.

Vystrojovacie prostriedky sa stanovujú pre hornú hranicu príslušnej dĺžky záberu. Kalkuláciu v rámci jedného záberu treba nechať na dodávateľa. Stanovené zabezpečovacie opatrenia sa hodnotia podľa tabuľky 3. Počet zabezpečovacích prostriedkov (2. určujúce číslo) sa vypočíta sumarizáciou hodnotených zabezpečovacích prostriedkov na meter dĺžky tunela, delené hodnotiacou plochou.

Na určenie počtu vystrojovacích prostriedkov pri rozdielnej skutočnej výške kaloty oproti výške predpokladanej v dokumentácii na ponuku treba uviesť pravidlá. Na extrapoláciu susedných maticových polí treba stanoviť pravidlá.

Podľa potrieb konkrétneho projektu treba uviesť druh výstroja spodnej klenby (betón spodnej klenby bez výstuže alebo s výstužou, striekaný betón, kotvy a pod.) ako aj miesto a termín ich aplikácie.

Pre triedy sťažených podmienok spôsobených vodou 2, 3 a 4 podľa tabuľky 5, sa určia vlastné položky na udržiavanie pojazdného povrchu dna pre všetky fázy výstavby.

3.2.3 Položky razenia

Na razenie kaloty a stupňa treba navrhnuť buď:

- jednu položku na každú triedu razenia so mzdou a ostatné v m³, alebo
- jednu položku so mzdou raziaceho tímu pre každú časovú jednotku (vrátane ostatných časovo závislých nákladov, ktoré sa nenachádzajú v časovo viazaných nákladoch stavby). Množstvo sa vypočítava z ponúkaných rýchlostí razenia a z rozdelenia tried razenia v dokumentácii na ponuku podobne ako pri výpočte časovo závislých nákladov. Na časť

ostatných nákladov, ktorá nie je časovo viazaná, treba počítať s jednou položkou v m³ pre každú dĺžku záberu (1. určujúce číslo).

Ak sa tento model uplatňuje aj pre stupeň, ktorý sa razí nezávisle od kaloty, potom aj pre stupeň treba získať rýchlosti razenia.

Spodnú klenbu treba vypísať v m³ razenia alebo v metroch dĺžky spodnej klenby pre každú VT razenia (tabuľka 2).

Pre výklenky rovnakého typu s max. objemom výrubu 50 m³, ktoré sa razia mimo úseku čelby, sa vypisujú položky podľa kusov. Tieto položky obsahujú nielen razenie, ale aj zbúranie existujúcich a zabudovanie nových výstrojných prostriedkov, okrem kotiev. Tieto platia nezávisle na VT.

Pre výklenky, ktoré sa vyrazia v rámci úseku čelby, platia položky pre razenie. Okrem toho treba stanoviť položku pre obtiažnosť podľa metrov kubických, nezávislú od vystrojovacích tried a typu výklenkov. Pre vyúčtovanie sa stanoví kubatúra podľa typu výklenkov.

3.2.4 Alternatívne modely na klasifikáciu VT a vyúčtovanie

Ako alternatívu ku klasifikácii podľa 2. určujúceho čísla sa môžu uplatňovať aj iné modely vyúčtovania, ak to obstarávateľ považuje z osobitných dôvodov za účelné. Pritom treba zohľadniť dopady zmien v postupe razenia vzhľadom na množstvo resp. druh vystrojovacích prostriedkov spôsobom použitým v maticovom modeli. Dodržiavajú sa nasledovné zásady:

- Zmluvná doba výstavby je variabilná a závisí od realizovaného zabezpečenia výrubu na základe skutočného správania sa horninového masívu (obdobne k matici tried razenia).
- Pre geotechnicky rovnaké zóny treba stanoviť vždy jedno alebo viacero základných razení. Pre tieto si treba od uchádzača zistiť zmluvné rýchlosti razenia. V prípade, že budú pre rovnaké dĺžky razenia vypísané rôzne základné razenia, je potrebné uviesť jednoznačné rozlišovacie kritéria špecifické pre konkrétny projekt.
- Treba definovať, vplyv zmien v objeme razenia a množstvách vystrojenia (v porovnaní so základným razením), ktoré sa realizovali na základe prispôbovania sa pomerom v čelbe, na zmluvnú (zúčtovateľnú) dobu razenia. Ak nie je žiadna zmena v spôsobe/druhu výkonu resp. okolností pri realizovaní výkonov, zostávajú jednotkové ceny na razenia a vystrojenie nezmenené.
- Kvantitatívny vplyv týchto odchýlok (množstvo a druh vystrojovacích prostriedkov, dĺžka záberu, dodatočné opatrenia, zvláštne opatrenia a pod.) na vyúčtovanie a stanovenie doby výstavby sa uskutoční na základe údajov uvedených v ponuke uchádzača (napr. vstupy kalkulácie alebo špeciálne na to vyžiadané údaje vyhlasovateľa súťaže). V prípade, ak sa na tento výpočet vyžadujú údaje o uchádzačovi, môže obstarávateľ súťaže stanoviť horné a dolné hranice. Prepojenie medzi množstvenými zmenami a stanovením doby výstavby treba popísať na základe matematického modelu a výpočtového príkladu.
- Na základe množstvenného rámca, ktorý stanoví obstarávateľ súťaže a jeho časových údajov, vypočíta uchádzač dobu výstavby (dobu razenia). Táto vypočítaná doba výstavby ako aj všetky údaje uchádzača podliehajú súťaži.

3.2.5 Nadvýrub, nadprofil

3.2.5.1 Nadprofil (n_p)

Obstarávateľ súťaže stanoví, aký nadprofil sa dá v jednotlivých triedach razenia očakávať na základe PD. Pre jednotlivé nadprofile treba uviesť rozmery a zabezpečovacie prostriedky.

3.2.5.2 Nadvýrub ležiaci na strane horninového masívu od hraničnej plochy A

V súťažných podkladoch je potrebné uviesť hraničnú plochu A pre kalotu a stupeň tak, že sa stanoví technologicky podmienený nadvýrub (n_v) (viď obrázok 2) pre každú dĺžku výrubu. Stanoví sa aj poloha kotiev vzhľadom na ostatné vystrojovacie prostriedky (ako oblúky, výstuž, striekaný betón). Potrebný nadvýrub je obsiahnutý v hodnote n_v .

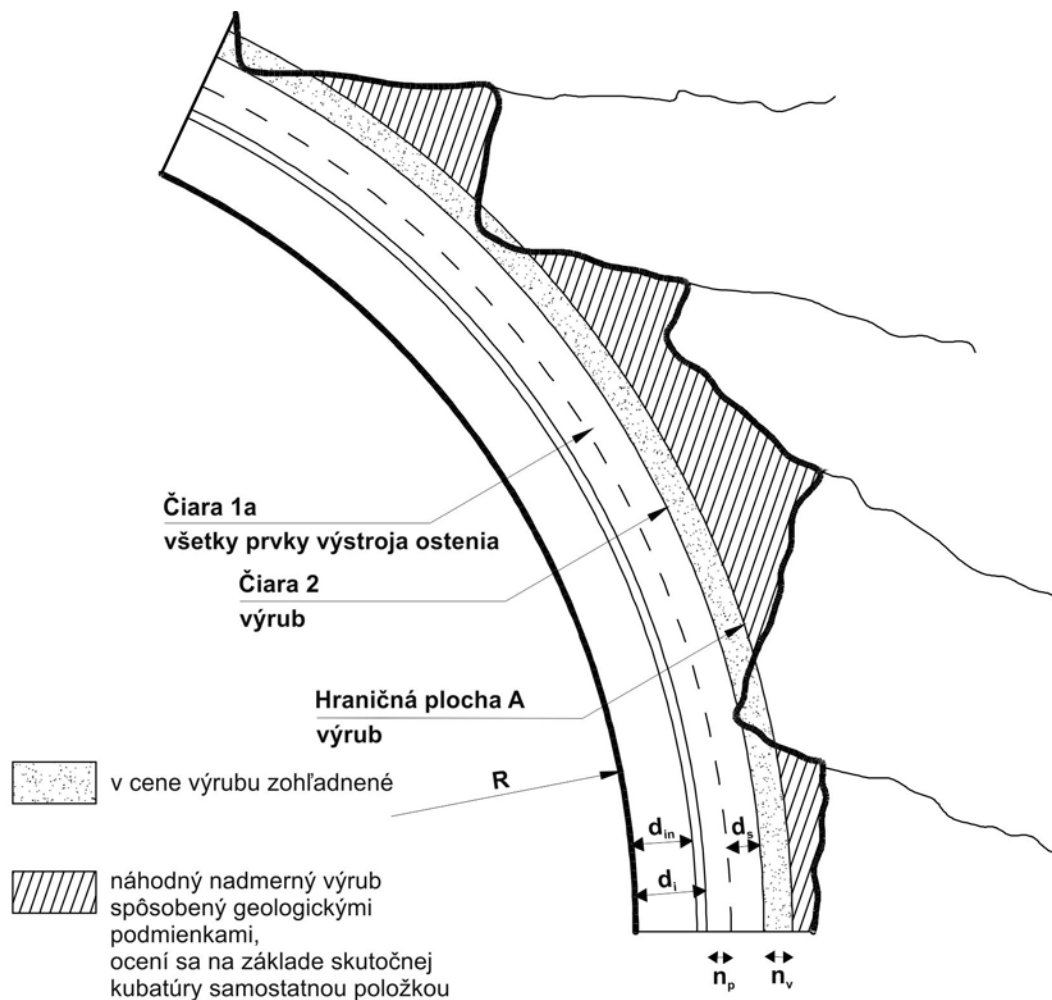
Pri zvláštnych opatreniach so silne zazubeným výrubom sa určia osobitné pravidlá.

3.2.5.3 Nadvýrub ležiaci na strane horninového masívu od hraničnej plochy A

Na nakladanie a odvoz rúbaniny z nadvýrubu ležiaceho na strane horninového masívu od hraničnej plochy A treba navrhnuť samostatnú položku, ktorá je nezávislá od vystrojovacích tried. Na vplyv nadvýrubu na časovo závislé náklady sa stanovia v súťažných podkladoch projektu špecifické pravidlá.

3.2.5.4 Nadvýrub v spodnej klenbe

Ak sa pri otváraní spodnej klenby nedá zabrániť nadvýrubu, potom sa jeho objem určuje osobitnými dohodnutými pravidlami.



Obrázok 2 - Vyúčtovacie čiary, výrub a výstrojné prostriedky - zobrazené pred deformáciou

Legenda:

R polomer svetlého profilu

d_i projektovaná hrúbka vnútorného ostenia vrátane drenáže a izolácie

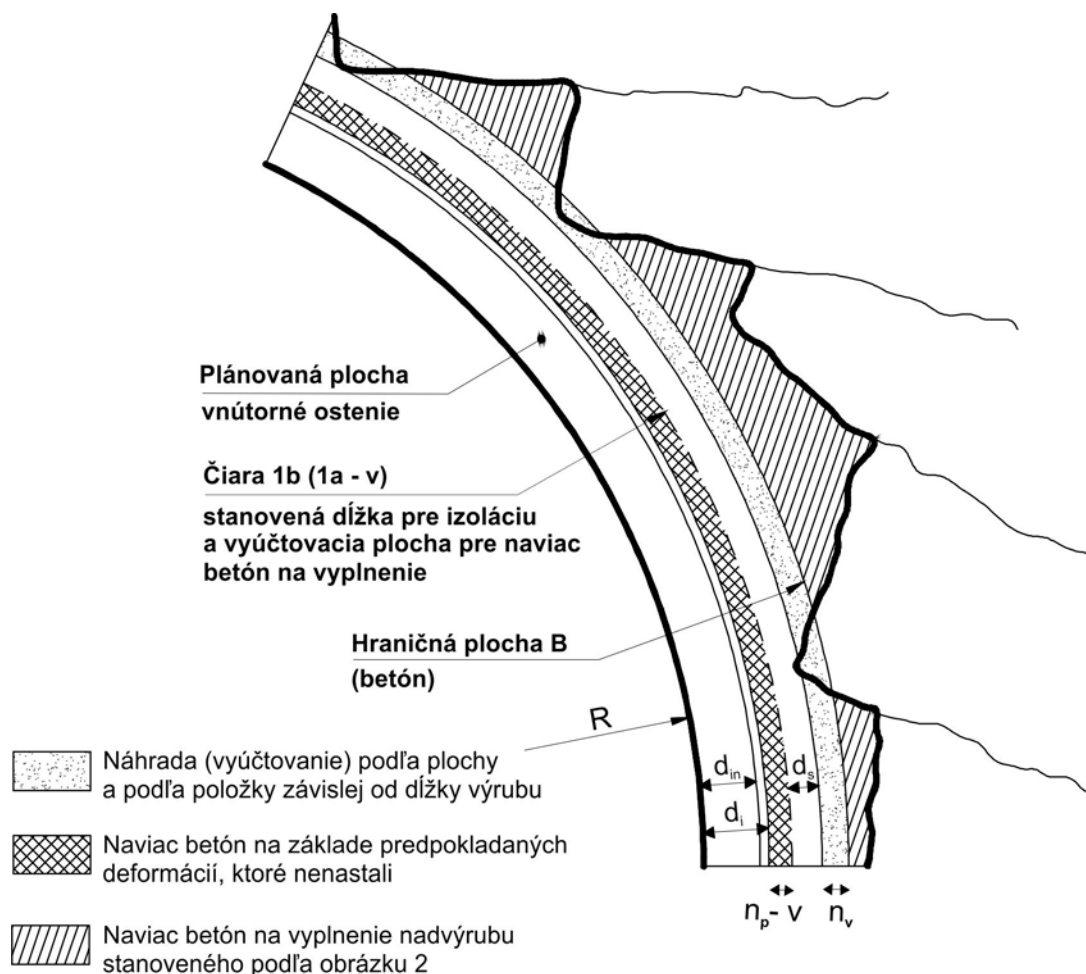
d_{in} plánovaná hrúbka vnútorného ostenia

d_s stanovená hrúbka striekaného betónu ako súčasti výstrojných prostriedkov primárneho ostenia

n_v technologicky podmienený nadvýrub – stanovený obstarávateľom v súťažných podkladoch

n_p nadprofil – stanovený v PD pre vystrojovacie triedy na základe predpokladaných deformácií

v skutočné deformácie horninového prostredia



Obrázok 3 - Vyúčtovacie čiary, betón a naviac betón - zobrazené po deformácii

Legenda:

R polomer svetlého profilu*d_i* projektovaná hrúbka vnútorného ostenia vrátane drenáže a izolácie*d_{in}* plánovaná hrúbka vnútorného ostenia*d_s* stanovená hrúbka striekaného betónu ako súčasť výstrojných prostriedkov primárneho ostenia*n_v* technologicky podmienený nadvýrub – stanovený obstarávateľom v súťažných podkladoch*n_p* nadprofil – stanovený v PD pre vystrojovacie triedy na základe predpokladaných deformácií*v* skutočné deformácie horninového prostredia

3.2.6 Horninová voda

3.2.6.1 Sťažené podmienky spôsobené vodou

Sťažené podmienky prítokom podzemných vôd sa hradia dodatočnými časmi razenia (vyúčtovacie jednotky), ktoré sa vypočítajú pomocou redukčných faktorov. K tomu sa musia uviesť okrem položiek na časovo závislé náklady stavby aj položky pre mzdové náklady raziacich tímov pre každú časovú jednotku (vrátane ostatných časovo závislých nákladov, ktoré sa v časovo viazaných nákladoch stavby nezahŕňajú).

- a) Pre sťažené podmienky spôsobené vodou treba uviesť údaje oddelene pre dovrchné a úpadnicové razenie, v závislosti od výdatnosti vody z horninového masívu a od stupňa sťaženia podľa tabuliek 5 a 6.

Rozdielny vplyv vody na horninový masív ako aj miesto výronu vody v priereze výrubu sa popíše a priradí podľa tabuľky 5 špecificky pre projekt, podľa stupňa sťaženia spôsobeného vodou.

V prípade, ak razenie stupňa a spodnej klenby nie je súčasťou kritickej cesty (t. j., že sú razené súbežne s kalotou), treba pre tieto čiastkové prierezy uviesť len položky pre raziaci tím a žiadne iné položky z časovo závislých nákladov. Pre stupeň a spodnú klenbu sa neuvedie samostatný výpočet zúčtovacích jednotiek, ale ich počet sa preberie z kaloty.

- b) V prípade, ak razenie stupňa a otváranie spodnej klenby ležia na kritickej ceste takisto ako razenie kaloty, potom majú samostatné údaje o rýchlosti razenia ako aj samostatné položky časovo závislých nákladov. Zúčtovacie jednotky v sťažených podmienkach spôsobených horninovou vodou sa vypočítajú samostatne, obdobne ako pri kalote. V tomto prípade je potrebné zistiť redukčné faktory (tabuľka 6) aj pre tieto čiastkové prierezy.
- c) Maximálne množstvá vody, ktoré sa zohľadnia v rozpočte, sa stanovujú podľa daného projektu. Podľa potreby sa určujú aj spodné hranice množstva vody podľa projektu. Pri chýbajúcich údajoch dolných resp. horných hraničných hodnôt platia zadané hodnoty podľa tabuľky 6.
- d) Obstarávateľ musí uviesť počet pracovných dní v sťažených podmienkach spôsobených vodou pre jednotlivé čiastkové prierezy a rozdeliť ich podľa stupňa sťaženia a množstva vody. Počet zúčtovacích jednotiek sa vypočíta z počtu pracovných dní, ktorý uvádza obstarávateľ a z redukčných faktorov, ktoré uvádza dodávateľ v rámci zadaných hraníc podľa tabuľky 6. Pracovné dni, ktoré zadáva obstarávateľ, sa vypočítajú z raziacich úsekov so sťaženými podmienkami spôsobenými horninovou vodou a z raziacich rýchlostí, ktoré obstarávateľ predpokladá bez prítomnosti horninovej vody.
- e) Zúčtovacie jednotky pre sťažené podmienky spôsobené vodou, ktoré určujú dobu výstavby, sa zohľadnia v súčte v zúčtovacích jednotkách pre výrub.
- f) Druh, miesto a frekvencia merania množstva vody z horninového masívu sa uvedie oddelene pre dovrchné a pre úpadnicové razenie pre jednotlivé pracovné úseky.
- g) Položky pre sťažené podmienky spôsobené vodou pri zabudovávaní zabezpečovacích prostriedkov a vnútorného výstroja sa navrhnu špecificky podľa projektu.

Tabuľka 5 - Stupne sťaženia

Vplyv vody na horninový masív	Miesto prítoku podzemnej vody v priereze výrubu	
	Dno / Spodná klenba	Klenba / Čelba
zanedbateľný	1	2
stredný	2	3
veľký	3	4

Poznámka:
V tejto tabuľke sa definujú uvedené miesta takto:
- Klenba a čelba je priestor od 1,0 m nad daným skutočným dnom (dočasnou spodnou klenbou) až po vrchol koruny klenby.
- Dno je priestor od daného skutočného dna (alebo dočasnej spodnej klenby) do 1,0 m nad dno.

Tabuľka 6 - Vzorová tabuľka redukčných faktorov razenia pri sťažení vodou

Stupeň sťaženia	priaznivý				stredný				nepriaznivý				veľmi nepriaznivý			
	1				2				3				4			
Veľkosť prítoku podzemnej vody	Zadá obstarávateľ			Zadá dodávateľ	Zadá obstarávateľ			Zadá dodávateľ	Zadá obstarávateľ			Zadá dodávateľ	Zadá obstarávateľ			Zadá dodávateľ
		min	max			min	max			min	max			min	max	
l/s	deň	%	%	%	deň	%	%	%	deň	%	%	%	deň	%	%	%
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
od 0,5 do 2																
od 2 do 5																
od 5 do 10																
od 10 do 20																
od 20 do 40																

[illegible]

Poznámka: Obstarávateľ určí na základe stupňa sťaženia a veľkosti prítoku podzemnej vody, počet pracovných dní a min./max. redukčné faktory. Obstarávateľom stanovené redukčné faktory musia byť pre nepriaznivejšiu kombináciu väčšie ako pre priaznivú. Redukcia o 20 % znamená, že rýchlosť razenia klesne z pôvodných 100 % na 80 %.

3.2.6.2 Čerpanie vody

- a) Na odvodnenie čelby, odvedenie a prečerpávanie vody až k miestu určenému zo strany obstarávateľa, ako aj na zachovanie a udržiavanie odvodňovacieho systému po celej trase sa určia samostatné položky.
- b) Na opatrenia na odvádzanie vody počas razenia ako napr. odľahčovacie vrty, vákuové odvodňovanie, filtračné rúry a pod. je potrebné určiť položky.
- c) V prípade, ak sa pri úpadnicovom razení počíta so značnými prítokmi vody, je potrebné stanoviť aj položky pre odvodňovacie zariadenia, ktoré sa nainštalujú a sú pripravené v prevádzkyschopnom stave.
- d) Na odvodňovanie počas výstavby treba uviesť:
 - druh, miesto a časový interval merania vody,
 - množstvo a časový interval na prípadné odvádzanie vody zo susedného stavebného úseku,
 - zaobchádzanie s vodou z horninového masívu alebo s prevádzkovými vodami podľa predpisov životného prostredia a ich odvádzanie do kanalizácie,
 - množstvo a chemické zloženie očakávanej vody z horninového masívu,
 - náklady na poplatky za odvádzanie vody.

3.2.7 Vystrojovacie opatrenia

Navrhnuté vstrojovacie prostriedky sa vypíšu v samostatných položkách výkonov nezávisle od vstrojovacích tried, pričom sa nezapočítajú vstrojovacie prostriedky do výklenkov s výnimkou kotiev, ktoré sú podľa čl. 3.2.3 účtované podľa počtu kusov.

Na zabudovanie zabezpečovacích prostriedkov mimo navrhutej trasy razenia sa stanovia samostatné položky.

Na vyplnenie nadvýrubu zo strany horninového masívu od hraničnej plochy B pomocou striekaného betónu sa určí samostatná položka.

3.2.8 Práce na utesnění

Utesnenie sa stanoví s ohľadom na očakávaný rozsah, tlak, teplotu, chemické zloženie a očakávané vyzrážanie vody z horninového masívu.

Treba počítat so samostatnými položkami tesniacich prostriedkov, ochrannej vrstvy, izolačnej fólie a tesniacich pásov do škár. Predpisu sa kvalitatívne požiadavky na jednotlivé materiály a ich odskúšanie.

Pre prácu navyše pri utesňovaní výklenkov rovnakého typu sa navrhnu samostatné položky podľa počtu kusov.

3.2.9 Práce na sekundárnem ostení

3.2.9.1 Všeobecne

Uvedie sa druh sekundárneho ostenia.

Výstuž sekundárneho ostenia, základovej dosky, spodnej klenby a prípadná zvláštna výstuž sa uvedie v samostatných položkách.

3.2.9.2 Striekaný betón

Na striekaný betón sekundárneho ostenia sa určí pevnostná trieda betónu, minimálna hrúbka, krytie ako aj tolerancie podľa STN EN 206 a STN EN 14487-2.

V prípade použitia rozptýlených výstužných vlákien treba špecifikovať typ vlákien a stanoviť ich minimálne množstvo.

V prípade potreby sa určí kvalita povrchu.

3.2.9.3 Liaty betón

Pre liaty betón sekundárneho ostenia sa určí minimálna hrúbka, dĺžka bloku ako aj tolerancia rozmerov.

Na vyplnenie nadvýrubu zo strany výrubu od hraničnej plochy B (pozri obrázok 3) vrátane potrebného debnenia čela sa určia samostatné položky, ktoré závisia od dĺžky výrubu (1. určujúce číslo) a ktoré sa vypíšu podľa m^2 .

Na betón, ktorý sa spotrebuje navyše na vyplnenie výrubu dôsledkom nevzniknutých deformácií horninového masívu ($n_p - v$, podľa obrázka 3), ako aj na vyplnenie nadvýrubu zo strany horninového masívu od hraničnej plochy B pri betónovaní sekundárneho ostenia sa stanoví samostatná položka nezávislá od tried razenia a ktorá sa vypíše podľa m^3 .

V súťažných podkladoch sa uvedie, akým spôsobom sa vypočítava kubatúra betónu následkom nevzniknutých deformácií horninového masívu ($n_p - v$).

V súťažných podkladoch sa uvedie, podľa akej metódy sa vypočítava kubatúra betónu potrebná navyše na vyplnenie nadvýrubu zo strany horninového masívu od hraničnej plochy B.

Pre výklenky rovnakého typu sa uvedie položka podľa počtu kusov.

Na spodnú klenbu sa uvedú samostatné pravidlá.

3.2.10 Geotechnické a geodetické merania

Geotechnické a geodetické merania sa vykonávajú podľa [T10].

3.2.11 Zvláštne opatrenia

Pre zvláštne opatrenia sa uvedú príslušné položky oddelene, podľa zariadenia, pohotovosti na stavbe, výkonu a odstránenia.

Opatrenia zlepšujúce horninové prostredie sú najmä:

- vysokotlaková iniektáž,
- rúrový ochranný dáždnik,
- systematická iniektáž,
- systematické opatrenia na odvodňovanie dopredu (gravitačné a vákuové),
- stlačený vzduch,
- metóda zmrazovania.

Uvádzajú sa najmä tieto údaje o:

- plánovanom účele osobitných opatrení,
- parametroch, ktoré sú potrebné špeciálne pre tieto osobitné opatrenia, najmä výsledky zo skúšky priepustnosti vody,
- vrtoch (priemer, dĺžka, druh a pod.),
- iniektážnych metódach a zložení iniektážneho prostriedku,
- čase a mieste opatrenia vzhľadom na razenie,
- skúškach vhodnosti a kvalite,
- účinkoch na dĺžku razenia.

3.2.12 Ďalšie položky

Podľa potreby treba uviesť položky na nasledovné výkony:

- a) vrty na zabránenie tlaku vody na výstroj;
- b) stále merania vlievania sa prameňov alebo stavu hladiny spodných vôd;
- c) osobitné bezpečnostno-technické opatrenia z havarijného plánu;
- d) zaistenie dôkazov, pokiaľ to nerealizuje obstarávateľ;
- e) zvláštne delenie a likvidácia materiálov;
- f) prerušenia razenia.

3.2.13 Zjednodušené pravidlá odúčtovania

Odúčtovanie podľa zjednodušených pravidiel sa môže uplatniť vtedy, ak sú splnené nasledovné kritériá:

- realizácia stavebno-technických a geotechnických prípravných prác,
- taká úroveň poznania horninového masívu, ktorá dovoľuje obstarávateľovi súťaže jednoznačné zhodnotenie spôsobu a času razenia,
- ak sú raziace opatrenia a vystrojenie stanovené nadradenými bezpečnostnými predpismi, ako napr. z dôvodu zástavby na povrchu a pod.

Pri uplatnení zjednodušených odúčtovacích pravidiel obstarávateľ súťaže predpisuje časy pre výstavbu razeného objektu (razenie a sekundárne ostenie). Vyúčtovanie sa realizuje podľa bežných

metrov s jedným alebo viacerými základnými razeniami, ktorým sú priradené položky na krytie geologických a hydrogeologických variabilít.

Prípadné časové účinky vyššie uvedených položiek sa priradia jednotkovým cenám a nemenia dobu výstavby (razenie a sekundárne ostenie).

3.2.14 Podklady o stave pred začatím prác

V súťažných podkladoch sa určí forma, druh (digitálne alebo kópie) a rozsah podkladov o stave pred začatím prác, ktoré vypracuje dodávateľ.

3.3 Výkony, ktoré sa na stavbe zabezpečujú obstarávateľom

3.3.1 Geodetické prípravné práce

Pri rozsiahlych stavebných zámeroch treba aby obstarávateľ vytvoril základnú polohovú sieť primeranú pre tento zámer. Zamerania potrebnej siete pevných bodov sa vykoná nezávisle od nadradeného štátneho systému.

- a) Označenie smerodajných hraníc pozemkov, vytyčovacích čiar, osí a výškových bodov.
- b) Prieskum relevantných, hydrogeologických a geotechnických daností.
- c) Povolenia na odvedenie vôd z masívu do recipientov.
- d) Vypracovanie plánu pre bezpečnosť a ochranu zdravia.

3.4 Znalec pre tunelovú stavebnú techniku

Najmä pri zložitých stavebných zámeroch treba stanoviť z dôvodov poradenstva v oblasti geotechniky a tunelárstva pre zmluvných partnerov, ako aj na rozhodovanie pri rozdielnych názoroch na razenie znalca z odboru podzemného staviteľstva (nejedná sa o súdneho znalca), ktorý sa predtým nezaoberal daným projektom a ktorý má dlhoročné skúsenosti a odborné znalosti z danej problematiky.

Je potrebné zabezpečiť, aby znalec dostával od začiatku výstavby priebežne všetky informácie o razení vrátane kompletnej dokumentácie.

K jeho úlohám patrí:

- a) geotechnické poradenstvo, najmä pri razení s malým nadloží, a razení ktoré je citlivé na sadanie;
- b) prípadné znalecké zastupovanie voči tretím osobám v otázkach razenia a vystrojenia;
- c) urovanie sporu pri rozdielnych technických názoroch medzi obstarávateľom a dodávateľom.

3.5 Dokumentácia

Dokumentácia je k dispozícii rovnako pre obstarávateľa ako aj pre dodávateľa. V súťažných podkladoch treba definovať výkony dodávateľa.

3.5.1 Inžiniersko-geologická dokumentácia

Geológ stavebného dozora priebežne eviduje súbežne s raziacimi prácami geologické a hydrogeologické pomery.

Hlavnou úlohou je charakterizácia druhov horninového masívu za účelom stanovenia opatrení potrebných pri razení. Okrem toho slúži dokumentácia na porovnanie očakávaných pomerov so skutočnými pomermi a na krátkodobé prognózy.

Po ukončení raziacich prác je potrebné zhrnúť všetky záznamy a podstatné charakteristiky do záverečnej správy.

3.5.2 Geotechnická dokumentácia

Výsledky geotechnických meraní ako aj ich interpretáciu a realizáciu pri raziacich prácach treba zdokumentovať formou správ alebo zápisníc z rokovaní.

Po ukončení raziacich prác obstarávateľ zosumarizuje všetky záznamy a podstatné charakteristiky do jednej záverečnej správy.

3.5.3 Dokumentácia o tunelovej stavebnej technike

Po ukončení prác obstarávateľ zdokumentuje ustanovenia na razenie a pre sekundárne ostenie. Táto dokumentácia obsahuje podľa druhu razenia pre jednotlivé prierezy nasledovné údaje:

- vystrojovacie triedy, charakteristiku systému,
- rozsah a druh jednotlivých zabezpečovacích prostriedkov,
- zvláštne opatrenia,
- úpravu spodnej klenby,
- miesto a druh hlavných meracích prierezov,
- výsledky meraní deformácií,
- výskyt vody z horninového masívu v oblasti výrubu,
- čiaru vodných množstiev pri portáli,
- odvádzanie vody a utesnenia,
- triedy betónu, výstuž, hrúbku sekundárneho ostenia,
- druh a miesto meracích prierezov na sekundárnom ostení,
- rýchlosť nárastu deformácií v čase zabudovania sekundárneho ostenia,
- údaje pre statický výpočet,
- zvláštnosti.

4 Zmluvné podmienky

Ak nie je v ZoD ustanovené inak, platia nasledovné ustanovenia.

4.1 Všeobecne

Tieto TP sa zaoberajú problematikou VT pri cyklickom razení podzemných objektov.

V tejto kapitole sú stanovené Zmluvné podmienky pre realizáciu podzemných stavieb cyklickým razením. Sú v súlade s ustanoveniami rakúskej normy [T14]. V ZoD medzi obstarávateľom a dodávateľom musia byť jasne definované Zmluvné podmienky ako napr. Zmluvné podmienky FIDIC červená a žltá kniha alebo iné.

Pre zmenu ceny v dôsledku rozdielov v množstvách sa môžu použiť ďalej uvedené pravidlá.

Pri prekročení množstva položky uvedenej v zmluve o viac ako 100 % alebo pri nevyčerpaní o viac ako 50 % je na základe požiadavky jednej zmluvnej strany potrebné dohodnúť novú jednotkovú cenu (zmiešanú cenu) na skutočne zrealizované množstvo s ohľadom na navyš náklady alebo menej náklady, ak toto bolo vzhľadom na kalkuláciu spôsobené len samotnou zmenou množstiev.

Pri prekročení alebo nevyčerpaní celkovej ceny skupiny položiek rovnakého druhu a rovnakej cenovej tvorby (čl. 3.1.2) o viac ako 20 % je po požiadavke jednej zmluvnej strany potrebné dohodnúť novú jednotkovú cenu (zmiešanú cenu) na skutočne realizované množstvo s ohľadom na navyš náklady alebo menej, ak to bolo vzhľadom na kalkuláciu spôsobené len samotnou zmenou množstiev.

Túto požiadavku si treba uplatniť čo najskôr, preukázateľne podľa príčiny.

Zmenu jednotkových cien treba vykonať v cenových podkladoch a cenovej základni zmluvy. Termíny použité v tejto kapitole sú definované v kapitole 2 týchto TP.

4.2 Materiály

Ak sa v súťažných podkladoch alebo v ponuke neuvedie inak, výkony obsahujú aj dodávku príslušných materiálov. Materiály, ako napr. polotovary a prefabrikáty, ktoré má poskytnúť obstarávateľ, musia byť nové a nepoužité, pokiaľ nie je vo výkaze výmer uvedené inak. Použité materiály musia zodpovedať príslušným slovenským technickým normám (STN) alebo atestom alebo európskym certifikátom. V prípade, že by sa nejednalo o stavebné alebo pracovné materiály, ktoré sú popísané v STN, zákonoch alebo nariadeniach, preukazujú sa vlastnosti látok/materiálov akreditovanými skúšobňami alebo osvedčeniami zo slovenských skúšobní.

4.3 Vyhotovenie

4.3.1 Zameranie

4.3.1.1 Základné a stavebné zameranie

- a) Obstarávateľ odovzdá dodávateľovi pred začiatkom výstavby projekt kontrolných meraní.
- b) Kontrolu smerového a polohového napojenia a smerových a výškových parametrov trasy v podzemí vykonáva zhotoviteľ najmenej dvakrát, nezávisle od seba. Prvé (základné) sa vykoná dvakrát, ak je to možné, kontroluje pomocou inej meracej metódy.
- c) Body základnej vytyčovacej siete, ktoré musia plniť svoju funkciu aj po ukončení stavby, sú to zvyčajne body vo vrchole polygónu trasy alebo body, z ktorých sa vytyčuje a kontroluje

postup razenia (body križenia a pod.), Tieto treba stabilizovať a zabezpečiť tak, aby sa nestratili ani po zhotovení sekundárneho ostenia (výklenky pre pevné body, vybudovanie náhradných bodov). Po dokončení stavby plnia tieto body funkciu vzťažnej sústavy pre dlhodobé kontrolné merania.

- d) Stančenie stavby sa označí tabuľami v dostatočných vzdialenostiach, spravidla každých 50 m.

4.3.1.2 Kontrolné merania

- a) Dodávateľ pravidelne kontroluje body vytyčovacej siete a vzťažné body za účelom zistenia ich stability.
- b) Pre kontrolné merania obstarávateľa je potrebné ponechať priestor merania v takom stave, aby sa mohli meračské práce vykonať bez prekážok. Harmonogram realizácie meraní sa stanoví po predošlej dohode.
- c) Kontrolné merania pri razení realizované dodávateľom sa periodicky kontrolujú osobitnými kontrolnými meraniami, pokiaľ nie je ustanovené inak.
- d) Dodávateľ kontroluje projektovanú polohu stavebného diela s ohľadom na prípustné tolerance.

4.3.1.3 Výsledky merania

Všetky výsledky merania sa zaznamenávajú a poskytnú formou správ a záznamov z merania a vyhodnotení výsledkov meraní obom zmluvným partnerom.

4.3.2 Zaistenie dôkazov

Zaistené dôkazy musí obstarávateľ poskytnúť dodávateľovi. Ak dodávateľ považuje ďalšie zaistenie dôkazov za potrebné, musí to oznámiť obstarávateľovi.

4.3.3 Razenie

4.3.3.1 Všeobecné ustanovenia

Medzi obstarávateľom a dodávateľom sa jednomyseľne stanovia rozhodujúce opatrenia pre razenie; obstarávateľ pritom dbá predovšetkým na stabilitu vyrazeného priestoru a dodávateľ predovšetkým na bezpečnosť zamestnancov.

Rozhodnutia sa vykonávajú podľa stavu a správania sa horninového masívu pred príslušnou realizáciou výrubu a po účinnosti opatrení vykonaných na zlepšenie stavu horninového prostredia s ohľadom na existujúce skúsenosti a hodnoty merania podľa kritérií stanovených v zmluve. V prípade, že sa stanovené vystrojovacie prostriedky ukážu ako nepostačujúce, stanovia sa dodatočné vystrojovacie prostriedky.

Pri rozdelených prierezoch, kde sa čiastkové prierezy razia nezávisle od seba, treba opatrenia pre razenie stanoviť osobitne pre každý čiastkový prierez.

Zvláštne opatrenia nie sú vystrojovacími prostriedkami v zmysle tohto článku.

Obstarávateľ stanoví veľkosť dočasného nadvýrubu v rámci razenia na základe očakávaných deformácií podľa geotechnických pomerov.

V prípade, že skutočné deformácie sú menšie ako hodnoty, ktoré sa v rámci razenia stanovili, zodpovedá dodávateľ za dodržanie predpísaného prierezu.

V prípade, že na základe rozdielných názorov medzi obstarávateľom a dodávateľom nedôjde k dohode o vystrojovacích prostriedkoch pre razenie, tak sa potrebné opatrenia pre bezprostredné pokračovanie stanovia obstarávateľom, po konzultácii so znalcom pre tunelovú stavebnú techniku.

V prípade nepredvídateľnej udalosti (najmä, pri nebezpečí z omeškania), ktorá si vyžaduje okamžité opatrenia, je dodávateľ povinný tieto sám stanoviť a vykonať. Obstarávateľa treba ihneď informovať.

4.3.3.2 Výrub

- a) Uvoľnenie horniny sa vykoná takou technikou, ktorá šetrí horninové prostredie. Zvolia sa také pracovné metódy, ktoré podľa možnosti zabraňujú škodlivým deformáciám, rozvoľneniu alebo uvoľneniu hornín.
- b) Ak nie je inak definované, tak výrubové práce zahŕňajú rozvoľnenie hornín, nakladanie, odvoz a vykladanie rúbaniny na skládke blízko portálu alebo na prekladisku.

Tvar čelby definuje projektant pre každú VT samostatne v PD. Zmena tvaru čelby nie je možná bez súhlasu zodpovedného projektanta.

4.3.3.3 Vystrojovacie prostriedky

4.3.3.3.1 Všeobecne

Vystrojovacie prostriedky sa zosúladiť so skutočnými požiadavkami a pomermi priamo v čelbe.

Technicky bezchybné a včasné zabudovanie vystrojovacích prostriedkov je vecou dodávateľa, ktorý je zodpovedný za bezpečnosť raziaceho mužstva. Dodávateľ je povinný stále kontrolovať vystrojené a nevystrojené okraje výrubu. Ak dôjde k tvorbe trhlín v striekanom betóne, treba tieto trhliny zaznamenať a pozorovať ich vývoj.

4.3.3.3.2 Kotvy

Typ kotiev sa zvolí podľa pomerov v horninovom prostredí. Ak sú pre jeden typ horninového masívu vhodné rôzne typy kotiev, rozhodne o ich výbere obstarávateľ.

Na výrobok, ktorý navrhne dodávateľ, musí obstarávateľovi predložiť požadované doklady o kvalite.

4.3.3.3.3 Striekaný betón

Na výrobu a kontrolu striekaného betónu treba dodržať požadované predpisy o kvalite. Pre nevyskúšané metódy striekaného betónu je potrebný súhlas obstarávateľa.

4.3.3.3.4 Oceľové skruže

Pri použití oceľových skruží treba dbať na zabezpečenie kontaktu s horninovým prostredím prostredníctvom striekaného betónu. Pre typy, ktoré navrhuje dodávateľ, sa zaobstará dokumentácia o výrobku požadovaná v súťažných podkladoch, pričom podlieha odsúhlaseniu obstarávateľom.

4.3.3.3.5 Pažnice

Pri zatlačaní pažníc treba zabrániť nakypreniu horninového prostredia. Dutiny medzi pažnicami a horninovým prostredím sa vyplnia striekaným betónom, betónom, maltou alebo výplňovým prostriedkom predpísanej kvality.

4.3.3.3.6 Ihly

Ak sa ihly zamaltujú, zatláčajú alebo injektujú, treba dbať na dostatočné stuhnutie výplňového materiálu pred ďalším výlomom.

4.3.3.3.7 Drevené vystrojovacie prvky

Drevo sa môže použiť na zabezpečenie horninového prostredia len výnimočne a to pre čiastkové výlomy, prechodové profily, miestne ohraničené čiastkové oblasti a na krátkodobé rýchle opatrenia (podopretie čelby ap.).

4.3.3.3.8 Ďalšie vystrojovacie prostriedky

Pre vystrojovacie prostriedky, ktoré nepatria pod čl. 4.3.3.3.2 až 4.3.3.3.7, treba dohodnúť osobitné vykonávacie ustanovenia.

4.3.4 Odvodňovacie práce

4.3.4.1 Všeobecne

- a) Pri úpadnicovom ako aj pri dovrchnom razení treba zabezpečovať bezškodové odvádzanie prevádzkových vôd a vody z horninového masívu a zabrániť najmä poškodeniu a rozmočeniu spodnej klenby, a to aj v čiastkových prierezoch.
- b) Na stanovenie množstvo vody treba zriadiť meracie prierezy.

4.3.4.2 Vodný režim

- a) Prevádzkové vody a vody presakujúce z horninového masívu sa odvádzajú najkratšou možnou cestou do provizórneho alebo definitívneho odvodňovacieho systému (potrubia, rigolu a iné).
- b) Pri úpadnicovom razení treba vybudovať odvodňovacie zariadenia s kapacitou, ktorá zodpovedá množstvu vody uvedeného v zmluve.
- c) Dodávateľ počas výstavby zaistí stálu funkčnosť odvodňovacích zariadení. Nekontrolovaný odtok vôd pretekaním rigolov alebo netesnosťami v potrubíach treba ihneď odstrániť.

4.3.4.3 Odvodňovacie zariadenia

- a) Dodávateľ udržiava odvodňovacie zariadenia (potrubia, šachty, nádrže a iné) vo funkčnom stave až do prevzatia stavebného výkonu.
- b) Po ukončení stavebných prác sa pred prevzatím potrubí obstarávateľom vyčistia všetky odvodňovacie zariadenia stlačeným vzduchom alebo stlačenou vodou a skontrolujú pomocou videokamery. Tieto činnosti treba zdokumentovať.

4.3.5 Utesňovacie práce

Pred zhotovením plošnej izolácie sa zachytia presakujúce vody, ktoré v podstatnej miere sťažujú práce na zhotovovaní izolácie a negatívne ovplyvňujú ich kvalitu a odvedú sa do zberných potrubí. Rozsah týchto prác sa stanoví dohodou.

Podklad alebo nosná vrstva izolácie musí byť v takom stave, aby zvolený tesniaci systém (ochranná vrstva, tesniaci pás a pod.) podľa možnosti čo najviac priliehal bez jeho nadmerného zaťaženia a poškodenia. Príslušne pripravený podklad pred nanášaním tesniaceho systému, skontroluje odborná firma a potvrdí jeho prevzatie.

Obstarávateľovi treba predložiť aspoň dva mesiace pred začatím utesňovacích prác skúšobné osvedčenie pre tesniace pásy, ochranné vrstvy a príp. tesniace pásy do škár.

Na utesnenie škár treba použiť elastické tesniace pásy do škár odolné proti starnutiu. Tesniace pásy do škár, ktoré prichádzajú do kontaktu s tesniacim systémami, sa musia s nimi znášať. To isté platí aj pre utesnenie prechodov rôznych tesniacich systémov.

4.3.6 Práce na sekundárnom ostení

4.3.6.1 Suchý striekaný betón

Pri zhotovení sekundárneho ostenia zo suchého striekaného betónu je potrebné predložiť požadované doklady o kvalite.

4.3.6.2 Striekaný betón

Pri zhotovení sekundárneho ostenia zo striekaného betónu je potrebné predložiť požadované doklady o kvalite.

4.3.7 Geotechnické a geodetické merania

Zmluvní partneri interpretujú výsledky geotechnických meraní, ktoré sú podkladom na stanovenie opatrení pri razení.

Potrebné stavebné výkony, ako napr. vrty, lešenia, injektáže a pod., ako aj asistenciu pri preprave a zabudovaní meracích a skúšobných zariadení realizuje dodávateľ tak, aby sa merania mohli uskutočniť včas.

Zabudované meracie a skúšobné zariadenia ako aj meracie úseky treba nechať voľné na umožnenie merania. Poškodené meracie a skúšobné zariadenia treba nahradiť.

4.3.8 Zvláštne opatrenia

Pri výbere zvláštnych opatrení treba brať ohľad na charakteristiku horninového prostredia vzhľadom na použité materiály. Podľa potreby sa vykonávajú pokusy na overenie vhodnosti. Za účelom kontroly a vyúčtovania opatrenia (merače množstiev, tlakomery, teplotné snímače a pod.) treba poskytnúť ciachované technické zariadenia a meracie prístroje.

4.4 Vedľajšie výkony

Nasledovné vedľajšie výkony sa platia dohodnutými cenami:

- a) Poskytnutie a údržba ochranných a bezpečnostných opatrení bežného druhu pre osoby a veci, napr. obmedzenia a výstražné značky.
- b) Všetky ostatné profylaktické opatrenia na ochranu života a zdravia vlastných zamestnancov a ostatných osôb na základe zákonných predpisov.
- c) Prívod vody, plynu a elektrického prúdu k odberným miestam z prípojných miest na stavenisku, ktoré zabezpečil obstarávateľ, pokiaľ je to pre zabezpečenie výkonov dodávateľa potrebné. Zriadenie merného zariadenia, ako aj úhrada všetkých prípadných poplatkov a nájomov za to. Povolenie na využitie existujúcich potrubí inými dodávateľmi.
- d) Poskytnutie a údržba všetkých malých prístrojov, malých lešení a nástrojov, ktoré sú bežné a potrebné podľa druhu a rozsahu prác.
- e) Vykladanie, preprava na miesto skladovania a bezpečné uskladnenie materiálov, súčiastok akéhokoľvek druhu, ktoré sa dodali pre vlastné práce, ich preprava na miesto použitia a prípadná preprava späť. Tieto ustanovenia platia aj pre materiály, súčiastky a stavebné diely, ktoré sa dodali zo strany obstarávateľa, vrátane ich riadneho odovzdania a vyúčtovania, okrem vykladania a prepravy na miesto skladovania.
- f) Odstránenie všetkých znečistení, odpadov a zvyškov z materiálov ako aj zvyškov takých materiálov, ktoré sú potrebné pre plnenie dohodnutého výkonu. Ako vedľajšie výkony sa neklasifikujú také výkony ako napr. likvidácia znečistení, materiálov a odpadov, ktoré patria do kategórie nebezpečný odpad a ktoré vznikajú na základe existujúceho stavebného fondu pri plnení dohodnutého výkonu.
- g) Výroba, prevádzka a kontrola vetracieho zariadenia.
- h) Výkon meraní koncentrácie plynu.
- i) Údržba, čistenie a upratovanie zariadení na odvádzanie vody (drenáže, šachta a pod.).
- j) Vytvorenie zberných odvodňovacích jamiek ako aj ich zabetónovanie. Prípadné potrebné prečerpanie vody počas vyhotovenia vodných priekop, drenáží alebo betónu spodnej klenby a pod. sa osobitne nehradí.
- k) Geodetické práce vrátane zaistenia vzťažných bodov a umiestnenia stavby.
- l) Umožnenie a podpora geotechnických meraní a geologických záznamov.
- m) Ostatné výkony podmieňujúce technické vyhotovenie, ako je odobratie potrebných vzoriek, dodávka a spracovanie drobného materiálu.
- n) Odebrenie čiel pri betónovaní sekundárneho ostenia, aj pri nadvýruboch.
- o) Injektáž vo vrchole klenby po vybudovaní sekundárneho ostenia.

4.5 Rozsah a vyúčtovanie

4.5.1 Všeobecne

Zistenie rozsahu sa vykonáva podľa dĺžky v metroch alebo podľa plochy v metroch štvorcových alebo podľa priestoru v metroch kubických alebo podľa objemu v litroch alebo podľa hmotnosti v kilogramoch alebo podľa času v hodinách resp. mesiacoch alebo podľa kusov v celých jednotkách alebo podľa zúčtovacích jednotiek.

Dĺžkové, plošné a objemové miery sa zaokrúhľujú na dve desatinné miesta.

Rozsah výkonu sa zisťuje na základe projektovaných rozmerov. Pokiaľ to nie je možné, zistenie sa vykonáva na základe mapovania. Realizačný projekt tvorí vyúčtovací podklad pre šachty, štôlny a tunely. Dĺžky oblúkov sú merané v osi priečného rezu.

4.5.2 Zisťovanie rozsahu

Pokiaľ sa nestanovili žiadne vyúčtovacie pravidlá podľa čl. 3.2.13, platí nasledovné:

4.5.2.1 Časovo viazané režijné náklady stavby a náklady na prístrojovú techniku

Tieto náklady sa stanovujú podľa času v mesiacoch alebo podľa zúčtovacích jednotiek, ktoré sa vypočítajú z dohodnutého postupu výstavby a zo zmluvnej doby razenia.

Pri zistení rozsahu sa zohľadní skutočné rozdelenie vystrojovacích tried, uznané doby odstávok, prerušenia razenia a iné pevné časy. Spotreba vystrojovacích prostriedkov navyšiac následkom dočasného nadvýrubu d_n sa zohľadní pri stanovení počtu vystrojovacích prostriedkov.

Dočasný nadvýrub d_n sa zohľadní pre tie zábery, pri ktorých sa výrubová plocha skutočného vyhotoveného nadvýrubu líši od hodnoty uvedenej v prognóze o viac ako ± 3 %. Nadvýlomy veľkého

rozsahu sa musia merať geodeticky hneď po zábere, tak aby sa predišlo možným sporom medzi obstarávateľom a dodávateľom.

Rýchlosť razenia sa prispôsobuje v pomere k výrubovým plochám.

Platby za časovo závislé tunelárske práce sa doporučujú vykonávať na základe zmluvnej doby pre razenie a nie na základe skutočnej doby pre razenie.

V tabuľke 7 je spôsob stanovenia zmluvnej doby pre razenie z VT.

Tabuľka 7 - Spôsob stanovenia zmluvnej doby pre razenie z VT

VT	Predpokladaná dĺžka v m	Skutočná dĺžka v m	Zmluvná rýchlosť razenia v m / deň	Predpokladaná doba razenia v dňoch	Zmluvná doba razenia v dňoch	Skutočná doba razenia v dňoch
1	2	3	4	5	6	7
VT 5/2,21	53,2	94,0	6,00	8,9	15,7	18,0
VT 5/3,53	80,0	78,0	5,20	15,4	15,0	12,0
VT 5/4,93	66,8	28,0	4,00	16,7	7,0	9,0
Prerušenie razenia				0,0	1,0	1,0
Spolu	200,0	200,0		41,0	38,7	40,0

V tabuľke 7 je pre dĺžku tunela 200 m predpokladaná dĺžka každej VT zobrazená v stĺpci 2. Dodávateľ dodal zmluvné rýchlosti razenia vopred (napr. 6,00 m / deň VT 5 / 2,21 v stĺpci 4. Predpokladaná doba razenia, počítaná z predpokladaných dĺžok VT a zmluvných rýchlostí razenia, je uvedená v stĺpci 5.

Skutočné dĺžky razenia jednotlivých VT sú uvedené v stĺpci 3. Zmluvná doba razenia, je uvedená v stĺpci 6, bola vypočítaná zo skutočnej dĺžky VT a zmluvnej rýchlosti razenia.

Stĺpec 7 ukazuje, že dodávateľovi trvalo dlhšie urobiť VT 5 / 2,21 a VT 5 / 4,93 a menej času potreboval pre VT 5 / 3,53 (porovnaj stĺpec 7 a stĺpec 6). S časom razenia 40,0 dní, bol dodávateľ pomalší o celkovo 1,3 dňa oproti času uvedenom v zmluve.

Platba za túto časovo závislú nákladovú položku nie je založená na skutočnom čase razenia 40,0 dní, ale na zmluvnej dobe razenia 38,7 dňa. Je to na základe skutočnosti, že zvýšená doba razenia 1,3 dňa spadá do sféry dodávateľa. Tento model tak zaväzuje dodávateľa dohnať stratu doby razenia v ďalšej časti tunela. Zároveň tento model motivuje dodávateľa, aby urýchlil práce a tým získal nejakú zálohu/rezervu nad zmluvnými dobami razenia, ktorú môže využiť ako vankúš pre následné práce.

Delenie rizika a zodpovednosti:

Zmena zapríčinená v tomto prípade prerozdelením VT, spôsobila zníženie doby razenia z 41,0 dní na 38,7 dní a spadá do sféry riziká a zodpovednosti Obstarávateľa. Táto zmena "patrí" obstarávateľovi preto, lebo je výsledkom zmenených geologických podmienok.

Riziko a zodpovednosť dodávateľa je za nezrealizovanie zmluvných rýchlostí razenia v triedach VT 5 / 2,21 a VT 5 / 4,93, pričom toto oneskorenie nebolo úplne nahradené zvýšením rýchlostí razenia v VT 5 / 3,53. Zvyšok doby razenia 40,0 - 38,7 = 1,3 dňa musí byť tvorený pri následných prácach. Pokiaľ sa jedná o dodatočné náklady, tieto idú na ťarchu dodávateľa.

4.5.2.2 Prerušenie razenia

Ak sa vyskytujú v rámci razenia udalosti, ktoré spôsobia prerušenie razenia, alebo ktoré si vyžadujú také raziace práce, ktoré sa nemôžu vyúčtovať podľa dohodnutých vystrojovacích tried, treba postupovať nasledovne:

- časovo závislé režijné náklady stavby vo fáze razenia sa budú hradiť pomocou položiek výkazu a výmeru pre skutočnú dobu nasadenia;
- výrobné mzdové náklady raziaceho tímu sa budú hradiť naďalej počas potrebnej doby nasadenia (napr. pomocou východísk z pôvodnej kalkulácie), pokiaľ nebudú hrazené z iných položiek;
- náklady závislé od množstiev pre ostatné práce sa hradia primárne cez existujúce položky výkazu a výmer a až následne cez zmenené alebo dodatočné výkony.

V priebehu 7 pracovných dní treba zistiť, do akej miery sa môže zvýšiť alebo znížiť nasadenia existujúcich zdrojov. Časovo závislé náklady stavby, náklady na prístrojovú techniku stavby a výrobné mzdové náklady treba podľa toho zhodne prispôbiť, (napr. cez faktúry a dohodu o vyúčtovaní).

Potrebná doba výstavby až po opätovné pokračovanie razenia sa pripočíta k zmluvnej dobe razenia.

V prípade, že postupnosť prác (tunelovanie, betonáže a pod.) boli prerušené z dôvodov, ktoré nie sú v rámci zodpovednosti dodávateľa, platby za časovo závislé náklady ktoré vznikli v priebehu tohto obdobia ostávajú nezmenené na základe príslušných položiek výkazu výmer.

Mzdové náklady na posádky musia byť takisto hrazené, iba ak tieto nemôžu vykonávať iné práce na stavbe, kde môže byť generovaný výnos. Takáto úhrada obvykle vyžaduje dodatok k zmluve, ktorý má byť dohodnutý.

Informácie získané z geotechnických a geodetických meraní, geologickej dokumentácie, vizuálnej kontroly tunela a čelby tvorí základ pre rozhodovanie o opatreniach, po vzájomnej dohode medzi obstarávateľom a dodávateľom, ktoré sa majú prijať pre plánované raziace práce. Výsledky rozhodnutí o prijatých opatreniach musia byť dokumentované. Tento druh on-site rozhodovania prebieha na dennej báze. Ak nie je dosiahnutá dohoda na mieste medzi obstarávateľom a dodávateľom, o rozhodnutí sa požiadajú nezávislí odborníci na tuneli. Rozhodnutie musí zabrániť resp. minimalizovať prestoje v razení z dôvodu zmluvných sporov.

4.5.2.3 Vystrojovacie triedy

Raziace práce sa zaraďujú podľa plných alebo čiastkových priereзов stanovených v súťažných podkladoch do príslušnej matice raziacich tried podľa tabuliek 1 a 2 týchto TP.

Prvé určujúce číslo vyplýva zo stanovenej dĺžky záberu.

Druhé určujúce číslo vyplýva zo stanoveného rozsahu a druhu zabezpečovacích prostriedkov s ohľadom na stanovenú dĺžku záberu hodnotiacich plôch kaloty a stupňa s príslušnými hodnotiacimi faktormi a vysvetlivkami z tabuľky 3 týchto TP. Pri tomto vyšetrowaní sa zohľadnia všetky zabezpečovacie prostriedky zabudované v stanovených prierezoch, pokiaľ nie sú zabudované kotvy na čelbe, s výnimkou vystrojovacích prostriedkov zabudovaných mimo oblasti razenia, ale vrátane vopred zabudovaných vystrojovacích prostriedkov. To isté platí aj pre výklenky, ktoré sa razia v rámci oblasti razenia (pri nezmenenej hodnotiacej ploche). Vopred zabudované vystrojovacie prostriedky treba premietnuť na dĺžku výrubu, ktorá sa razí pod ich ochranou. Pri určení počtu vystrojovacích prostriedkov sa zohľadní spotreba vystrojovacích prostriedkov navyše následkom n_p . Hodnotiacia plocha je stanovená v zmluve a je nezávislá od skutočných zúčtovacích hraníc. Ponúkané jednotkové ceny a rýchlosti razenia platia pre oblasť, ktorá je ohraničená dĺžkou záberu (1. určujúce číslo) a platnosťou 2. určujúceho čísla (tabuľka 4 týchto TP).

Pre kalotu a stupeň platí: Ak je 2. určujúce číslo mimo rozsahu platnosti stanovených vystrojovacích tried, tak sa rýchlosti razenia a jednotkové ceny pre výrub pre tieto triedy môžu zisťovať lineárnou extrapoláciou. V prípade, ak pri príslušnom 1. určujúcom čísle sú viac ako dve vystrojovacie triedy, tak sa extrapolujú podľa vyrovnávacej krivky (príklad P1.2). Tieto ustanovenia platia len pre vystrojovacie triedy bezprostredne susediace so stanovenými triedami razenia s rovnakým 1. určujúcim číslom.

Na otvorenie dna a vystrojenie spodnej klenby sa použije matica raziacich tried podľa tabuľky 2 týchto TP.

V prípade, že čiastkové prierezy sa oddelene nevypíšu podľa čl. 3.2.2, zaraďuje sa celý prierez do dĺžky záberu na základe dĺžky záberu kaloty.

V prípade že VT obsahuje projektantom navrhnuté oporné jadro, musí byť jeho tvar definovaný v rámci geotechnickej porady priamo na stavbe. V prípade, že materiál oporného jadra je rozvoľnený a teda nespĺňa svoju funkciu, môže byť nahradený napr. dočasným kotvením čelby.

V prípade delenej čelby na čiastkové, je poradie razenia čiastkových čelieb definované projektantom na základe statického výpočtu. Toto poradie je záväzné pre dodávateľa.

4.5.2.4 Výrubové práce

4.5.2.4.1 Výrub podľa plánu

Stanovenie výrubu podľa plánu sa realizuje podľa normálnych priereзов, skutočných dĺžok a podľa stanoveného vystrojenia. Ak nie je inak stanovené, tak sa rozmery odbočiek a križovatiek určujú podľa plánovaných rozmerov.

4.5.2.4.2 Nadvýrub zo strany výrubu od hraničnej plochy A (technologicky podmienený nadvýrub n_v)

Nadvýrub zo strany výrubu od hraničnej plochy A (technologicky podmienený nadvýrub n_v) sa osobitne nezisťuje, pretože tento nadvýrub sa zohľadní už v jednotkových cenách.

4.5.2.4.3 Nadprofil (n_p)

Rozsah nadprofilu sa určuje podľa obrázka 2, čiara 2.

4.5.2.4.4 Úprava podprofilov

Ak sa zistia skutočné deformácie väčšie, ako sú hodnoty nadvýrubu, ktoré sa stanovili v rámci razenia, tak treba osobitne zistiť rozsah prác na dodatočnú úpravu profilu.

4.5.2.4.5 Nadvýrub zo strany horninového masívu od hraničnej plochy A

Určí sa výhradne pre tie oblasti, pre ktoré sa na základe zistených skutočností písomne na mieste pred zabudovaním striekaného betónu zhodlo, že nadvýrub zo strany horninového od hraničnej plochy A masívu bol nevyhnutný, napriek odbornému vyhotoveniu práce.

Stanovenie kubatúr podľa obrázka 2 sa vykoná pred zabudovaním striekaného betónu.

4.5.2.4.6 Nadvýrub spôsobený neodbornou prácou

Nadvýrub spôsobený neodbornou prácou sa nezohľadňuje.

4.5.2.5 Vystrojovacie prostriedky

Množstvo kotiev a ihliel sa stanoví podľa počtu kusov v závislosti od druhu, únosnosti, dĺžky a času zabudovania. Pri stanovení dĺžky sa zohľadňuje aj hlava kotvy.

Pre dočasné ako aj trvalé zaistenie čelby projektant v rámci PD definuje pre každú VT minimálne počty a množstvá vystrojovacích prvkov (hrúbka striekaného betónu, siete, kotvy...).

Injektážny materiál pri rúrových injektovaných kotvách a ihlách sa určí osobitne.

Stanovenie rozsahu prác pri zabudovaní striekaného betónu sa vykoná podľa plánovanej plochy s uvedením hrúbky (podľa obrázka 2, čiara 1a) zabudovaného betónu. Množstvo striekaného betónu zo strany horninového masívu od hraničnej plochy B sa stanoví v m^3 podľa čl. a). Striekaný betón na vyplnenie nadvýlomu zo strany horninového masívu od hraničnej plochy B (obrázok 3) sa zisťuje podľa čl. 4.5.2.4.5 len v tých úsekoch, pre ktoré existuje na toto zhodné stanovisko.

Stanovenie množstva výstuže pre striekaný betón sa vykoná nezávisle od polohy výstuže podľa čiary 1a na obrázku 2. Presahy v tangenciálnom smere sa nezohľadňujú.

Stanovenie množstva oceľových skruží a roznašacích prvkov sa vykoná oddelene podľa druhu a dĺžky. Dĺžka oceľových skruží sa stanoví podľa čiary 1a, obrázok 2.

Množstvo pažníc sa stanoví podľa zabudovanej plochy pažníc.

Pri výklenkoch, ktoré sa razia v rámci úseku čelby sa vyúčtujú skutočne zabudované zabezpečovacie prostriedky, podľa predpísaných hodnôt uvedených v súťažných podkladoch (nadmnožstvá oproti vzorovému profilu).

Hrúbku nástreku striekaného betónu na čelbách definovaných v PD skontroluje SD. Na tento účel sa doporučuje Dodávateľovi používať dištančné prvky v dostatočnom počte.

4.5.2.6 Odvodňovacie práce

4.5.2.6.1 Sťažené podmienky spôsobené vodou

Výrubové položky a dohodnuté raziace rýchlosti obsahujú až do uvedeného hraničného množstva vody všetky sťažené podmienky spôsobené vodou, znížené výkony a dodatočné výkony, ktoré vznikajú priamo alebo nepriamo v súvislosti s prístupom vody.

Priradenie do tried pre sťažené podmienky spôsobené vodou sa vykoná spoločným stanovením druhu a miesta výskytu vody a zistením vplyvu vody na horninové prostredie podľa čl. 3.2.6.1. Meranie množstva vody z horninového prostredia sa vykoná vždy pre výrub, ktorý sa realizoval na posledných 20 m. Výsledok platí pre meranie nasledujúcich záberov.

Náklady na sťažené podmienky sa zistia cez zúčtovacie jednotky, ktoré vyplývajú zo zmluvných rýchlostí pri razení (bez sťažených podmienok spôsobených vodou) a z údajov o znižujúcich faktoroch zo strany uchádzačov (tabuľka 6 týchto TP).

4.5.2.6.2 Vodný režim

Rozsah odvodnenia sa stanoví po zriadení, prestavbe a rušení, dispozícii a prevádzke zariadení podľa doby, čerpaného množstva vody a spotreby elektrickej energie.

4.5.2.6.3 Odvodňovacie zariadenia

Množstvo odvodňovacích potrubí sa stanoví podľa projektovaných rozmerov bez odpočtu tvaroviek a šácht.

4.5.2.7 Utesňovacie práce

Stanovenie rovinatosti primárneho ostenia pre účely hydroizolácie je možné vykonať aj geodeticky po vzájomnej dohode medzi Obstarávateľom a Dodávateľom.

Stanovenie množstva (podkladná vrstva, ochranná vrstva, tesniaca fólia) sa vykoná podľa rozsahu realizovaných teoretických plôch v m², merané v polohe čiary č.1b na obrázku 3, bez ohľadu na plochy naviac, na nadpájanie. Množstvo tesniacich pásov do škár, škárových tesniacich plechov a špeciálnych vyhotovení sa určí podľa projektovanej dĺžky. Pri výklenkoch rovnakého typu sa množstvo stanoví podľa počtu kusov.

Množstvo pri vopred realizovanom utesňovaní sa určí podľa m² skutočnej plochy a podľa položenej drenáže, potrubí a hadíc.

4.5.2.8 Práce na sekundárnom ostení

4.5.2.8.1 Betón sekundárneho ostenia

Objem betónu na sekundárne ostenie sa stanovuje v m³. Ako podklad pre určenie objemu sa použije projektovaná prierezová plocha vnútorného ostenia a dĺžka výrubu. Množstvá pre výklenky rovnakého typu sa určujú podľa kusov.

4.5.2.8.2 Betón naviac zo strany výrubu od hraničnej plochy B

Rozsah vyúčtovacej plochy pre betón naviac v oblasti n_v zo strany výrubu od hraničnej plochy B (obrázok 3) sa určí v m² s ohľadom na stanovený nadvýrub a veľkosť deformácií horninového prostredia, ktoré nenastali, oddelene podľa dĺžok záberu pozdĺž vyúčtovacej čiary 1b, obrázok 3.

4.5.2.8.3 Betón naviac na základe očakávaných deformácií horninového prostredia, ktoré nenastali

V prípade, že nastanú menšie deformácie horninového prostredia, aké sa pri stanovení nadprofilu (n_p) očakávali, tak sa určí kubatúra, ktorá nebola deformáciami horninového prostredia využitá.

Stanovenie kubatúr sa vykoná na základe výsledkov geotechnických meraní deformácií a výpočtového modelu stanoveného v zmluve.

4.5.2.8.4 Betón naviac zo strany horninového prostredia hraničnej plochy B

Kubatúra betónu naviac resp. striekaného betónu na vyplnenie nadvýrubu zo strany horninového prostredia hraničnej plochy B (obrázok 3) sa zisťuje podľa čl. 4.5.2.4.5 len v takých oblastiach, v ktorých existuje na toto zhodné stanovisko.

4.5.3 Vyúčtovanie

Výkony, ktoré sa zrealizovali podľa čl. 4.3, sa vyúčtujú na základe množstiev stanovených podľa čl. 4.5.2.

Technicky podmienené rozšírenie plánovaného prierezu:

V prípade, že profil razenia alebo výrubu sa oproti predpísanej veľkosti rozšíril z dôvodov, za ktoré zodpovedá dodávateľ, tak dodávateľ má nárok na odmenu len za dohodnuté množstvá. dodávateľ hradí okrem toho pri takýchto nadprofiloch všetky náklady, ktoré z tohto vyplývajú pre dodatočné opatrenia, ktoré sú potrebné na technicky bezchybné zhotovenie stavebného diela podľa zmluvy.

4.6 Záruka

Na záruku sa vzťahujú ustanovenia podľa uzatvorených dohôd, v súlade s platnými legislatívnymi predpismi.

5 Záverečné poznámky a odporúčania

Veľkou pomocou pri optimalizácii, rozhodovaní a úpravách projektu na stavbe je skutočnosť, že cenová štruktúra flexibilnej stavebnej zmluvy, má nízky potenciál pre konflikt záujmov. Cieľom je dospieť k situácii, kedy zhotoviteľ nebude čeliť ani výhodám ale ani nevýhodám z akýchkoľvek zmien vyplývajúcich z projektu. Akýkoľvek zisk alebo strata by mala predovšetkým vyplývať z výkonu zhotoviteľa v rámci jeho vlastných rizík a jeho zodpovednosti. Tento cieľ možno dosiahnuť za predpokladu, že výkaz výmer, platobné modely a oceňovanie budú v súlade so zásadami stanovenými v týchto TP.

Tieto TP poskytujú stimuly pre primeranú cenotvorbu prostredníctvom týchto opatrení:

- kvalitatívne požiadavky pre súťažné návrhy a dokumentáciu na ponuku,
- realistické hodnoty pre výkaz - výmer,
- prehľadné a dobre definované rozdelenie sfér rizík,
- podrobný opis platobných modelov,
- zrozumiteľná konečná faktúra.

Cyklické razenie považuje proces tunelovanie ako komplexný systém interakcie medzi človekom a prírodou, alebo inými slovami, medzi tunelovacími opatreniami a horninovým prostredím. Systémy takejto komplexnosti nie je možné kontrolovať podľa vopred definovaného " , ak - potom" riešenia. Kontrola a overovanie projektu razeného podľa zásad cyklické razenie preto vyžaduje kontinuálny systém spätnej väzby. Hlavné procesy spätnej väzby sú:

- vykonávanie geotechnických meraní a interpretáciu výsledkov,
- doplňujúca dokumentácia a aktualizáciu predpovedí horninových podmienok,
- inšpekcie na čelbe,
- v prípade potreby spätné analýzy,
- komplexný výklad všetkých získaných informácií.

"Real-time" využitie všetkých týchto kumulatívnych informácií vyžaduje vysokú odbornú úroveň a kompetencie predovšetkým pre nasledujúce pracovníkov:

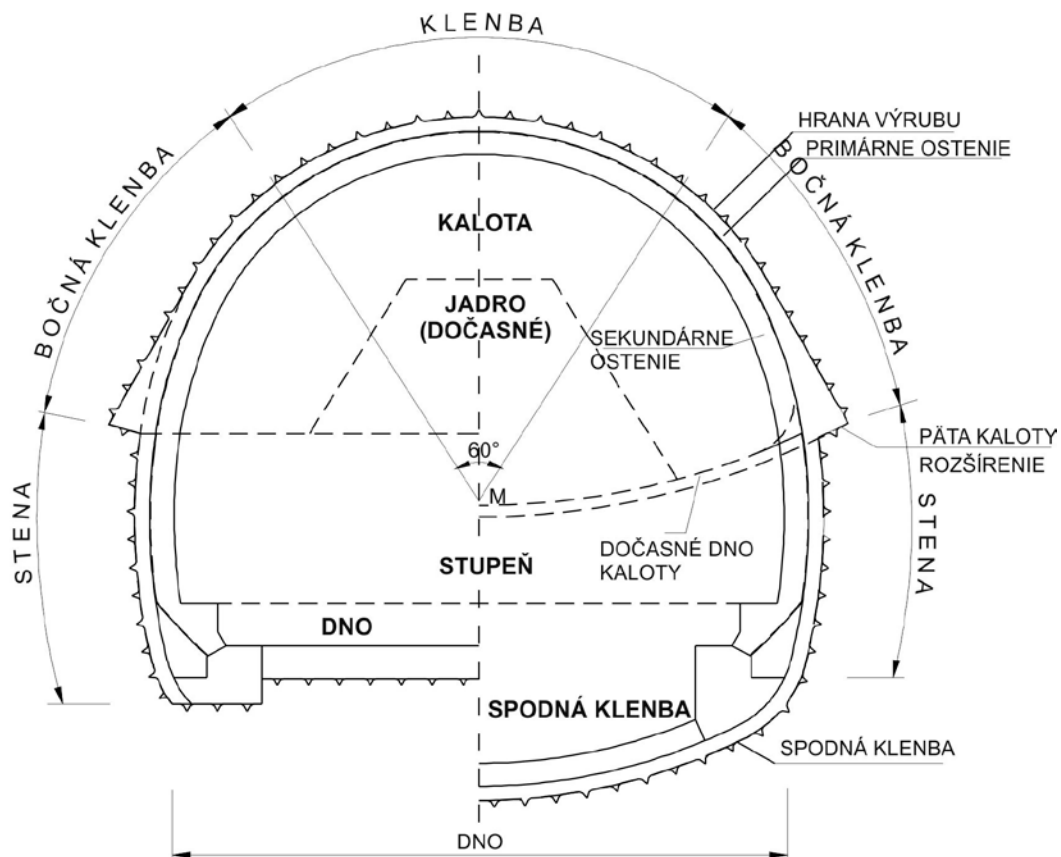
- tunelovacie posádky na čelbe,
- projektantov,
- geológov na stavbe,
- geodetov a banských meračov na stavbe,
- geotechnika na stavbe,
- vedenie stavby zhotoviteľa,
- dozor na stavbe,
- vedenie projektu.

Flexibilná zmluva o dielo v kombinácii s kompetentným pracovným tímom, tvorí pevný základ pre úspešnú výstavbu podzemného diela.

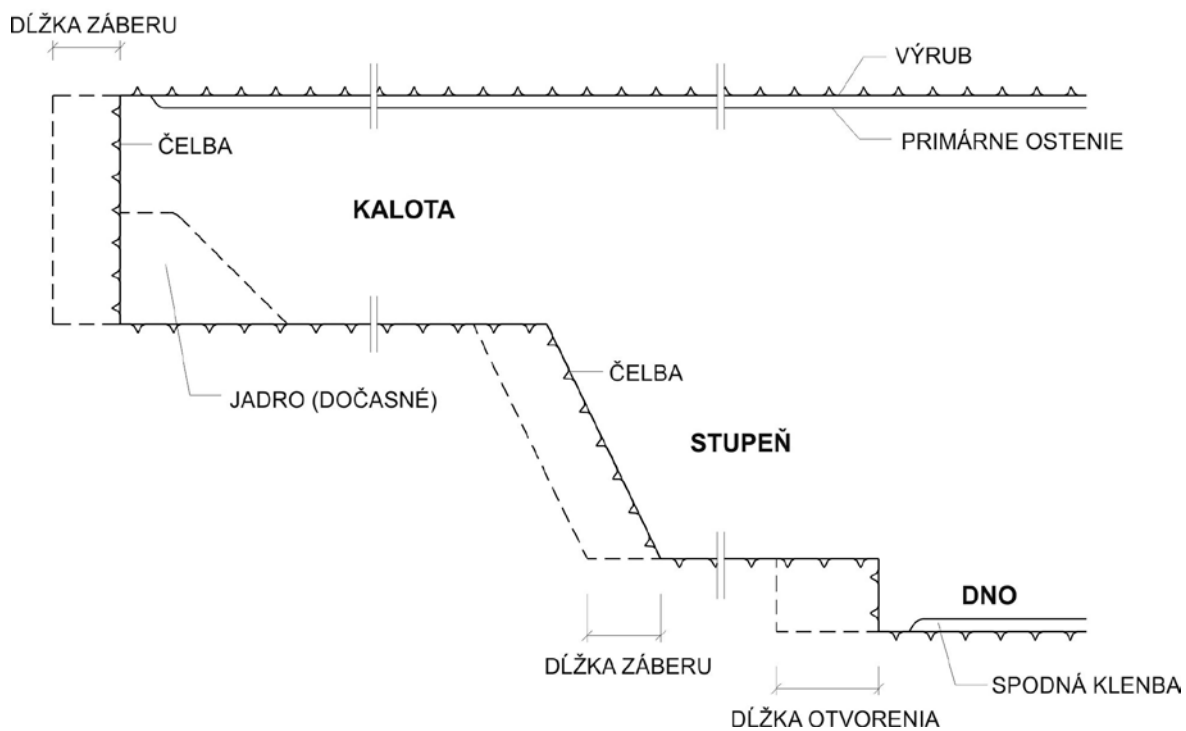
V prípade, ak je na jednej stavbe viac tunelových rúr, čelieb alebo dodávateľov odporúča sa viesť stavebný denník pre každú časť samostatne.

6 Stavebno - tunelárske termíny

Stavebno – tunelárske termíny sú uvedené na obrázkoch 4 a 5.



Obrázok 4 - Priečný rez



Obrázok 5 - Pozdĺžny rez

PRÍLOHA 1 Príklady**P1.1 Určenie čísla vystrojenia**

Hodnoty priečneho profilu:

Výška kaloty VK = 5,00 m

Výška stupňa VS = 3,75 m

Hodnotiacia plocha kaloty 47,70 m²Hodnotiacia plocha stupňa 22,40 m²

Kalota	Dĺžka záberu 1,3 m => 1. určujúce číslo = 6							
Vystrojovacie prvky	na meter Tunela	Jednotka množstva	Hrúbka / Dĺžka	Jednotka množstva	Množstvo / m	Jednotka množstva	Zhodnocovací faktor (tabuľka 3 týchto TP)	Ohodnotenie vystrojovacích prvkov
Striekaný betón kalota	16,60	m ²	0,25	m	4,15	m ³	20,0	83,00
Striekaný betón čelba	28,00	m ²	0,10	m	2,80	m ³	14,0	39,20
Striekaný betón - dočasná spodná klenba kaloty	11,00	m ²	0,20	m	2,20	m ³	12,0	26,40
Výrub päty kaloty	1,00	m	1,00	-	1,00	m	50,0	50,00
Výstužné siete pri vonkajšom povrchu	16,60	m	1,00	m	16,60	m ²	1,0	16,60
Výstužné siete pri vnútornom povrchu	16,60	m	1,00	m	16,60	m ²	1,5	24,90
Výstužné siete v dočasnej spodnej klenbe kaloty	11,00	m	1,00	m	11,00	m ²	0,8	8,80
Výstužné siete dodatočné	2,10	m	1,00	m	2,10	m ²	2,0	4,20
Oblúky	12,77	m	1,00	-	12,77	m	2,0	25,54
Injektované ihly	18,00	ks	3,00	m	54,00	m	0,9	48,60
SN kotvy s cementovým tmelom	4,61	ks	4,00	m	18,44	m	1,1	20,28
SN kotvy s cementovým tmelom	1,54	ks	6,00	m	9,24	m	1,1	10,16
Spolu								357,68
Číslo vystrojenia = 2. Určujúce číslo = Suma ohodnotenia vystrojovacích prvkov / Hodnotiacia plocha kaloty =								7,50

Rozsah platnosti VT kaloty: **6 / 7,50** podľa tabuľky 4: **od 6,50 do 8,50**

Stupeň	Dĺžka záberu 2,6 m => 1. určujúce číslo = 3							
Vystrojovacie prvky	na meter Tunela	Jednotka množstva	Hrúbka / Dĺžka	Jednotka množstva	Množstvo / m	Jednotka množstva	Zhodnocovací faktor (tabuľka 3 týchto TP)	Ohodnotenie vystrojovacích prvkov
Striekaný betón stupeň	7,60	m ²	0,25	m	1,90	m ³	20,0	38,00
Výlom dočasnej spodnej klenby kaloty	1,00	m	1,00	-	1,00	m	50,0	50,00
Výstužné siete pri vonkajšom povrchu	7,60	m	1,00	m	7,60	m ²	1,0	7,60
Výstužné siete pri vnútornom povrchu	7,60	m	1,00	m	7,60	m ²	1,5	11,40
Oblúky	2,93	m	1,00	-	2,93	m	2,0	5,86
SN kotvy s cementovým tmelom	3,08	ks	4,00	m	12,32	m	1,1	13,55
Spolu								126,41
Číslo vystrojenia = 2. Určujúce číslo = Suma ohodnotenia vystrojovacích prvkov / Hodnotiaci plocha stupňa =								5,64

Rozsah platnosti VT stupňa: **3 / 5,64** podľa tabuľky 4: **od 4,94 do 6,34**

P1.2 Extrapolácia vystrojovacích tried

a) Lineárna extrapolácia v prípade 2 vystrojovacích tried

V ponuke Dodávateľa boli uvedené pre prvé určujúce číslo 5. tieto dve VT:

- VT 5/5,4
- VT 5/6,1

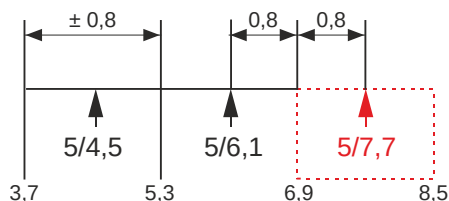
K týmto dvom VT boli Dodávateľom priradené nasledujúce jednotkové ceny a rýchlosti razenia, ktoré sú zmluvne stanovené:

- VT 5/5,4 jednotková cena JC = 41,0 €/m³ a rýchlosť v_r = 2,0 m/deň
- VT 5/6,1 jednotková cena JC = 52,0 €/m³ a rýchlosť v_r = 1,7 m/deň

Počas realizácie, z dôvodu zhoršených geotechnických podmienok v čelbe, nastane potreba navýšenia vystrojovacích prvkov rovnajúcich sa 2. určujúcemu číslu = 8,1. Nakoľko boli Dodávateľom určené len dve VT - lineárnou extrapoláciou sa stanoví nová tretia VT nasledovne:

Rozsah platnosti druhého vystrojovacieho čísla, pri prvom vystrojovacom čísle 5 je podľa tabuľky 1 rovný ±0,8. Týmto sa vypočíta nasledujúce vyššie 2. určujúce číslo:

$$6,1 + 0,8 + 0,8 = 7,7$$



Obrázok P1.1 - Stanovenie nasledujúcej vyššej vystrojovacej triedy

Takto vznikne nová vyššia VT 5/7,7, ktorá má rozsah platnosti druhého vystrojovacieho čísla od 6,9 až do 8,5, teda zahŕňa aj požadované 2. vystrojovacie číslo 8,1. Následne sa pre túto VT stanoví jednotková cena a rýchlosť razenia:

- JC: $52 + (52 - 41) = 63,0 \text{ €/m}^3$
- v_r : $1,7 - (2,0 - 1,7) = 1,4 \text{ m/deň}$

b) Kvadratická extrapolácia v prípade 3 vystrojovacích tried

V ponuke Dodávateľa boli uvedené pre prvé určujúce číslo 5. tieto tri VT:

- VT 5/5,4
- VT 5/6,1
- VT 5/7,7

K týmto trom VT boli Dodávateľom priradené nasledujúce jednotkové ceny a rýchlosti razenia, ktoré sú zmluvne stanovené:

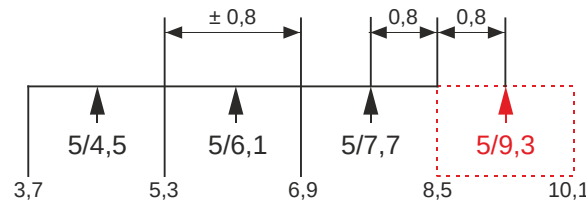
- | | | | |
|------------|---------------------------|---|---------------------------|
| • VT 5/5,4 | JC = $41,0 \text{ €/m}^3$ | a | $v_r = 2,0 \text{ m/deň}$ |
| • VT 5/6,1 | JC = $52,0 \text{ €/m}^3$ | a | $v_r = 1,7 \text{ m/deň}$ |
| • VT 5/7,7 | JC = $69,0 \text{ €/m}^3$ | a | $v_r = 1,3 \text{ m/deň}$ |

Počas realizácie, z dôvodu zhoršených geotechnických podmienok v čelbe, nastane potreba navýšenia vystrojovacích prvkov rovnajúcich sa 2. určujúcemu číslu = 9,1. Nakoľko boli Dodávateľom určené tri VT - kvadratickou extrapoláciou ($y(x) = a \times x^2 + b \times x + c$) sa stanoví nová tretia VT.

Rozsah platnosti druhého vystrojovacieho čísla, pri prvom vystrojovacom čísle 5 je podľa tabuľky 1 rovný $\pm 0,8$. Týmto sa vypočíta nasledujúce vyššie 2. určujúce číslo:

$$7,7 + 0,8 + 0,8 = 9,3$$

Rovnica $y(x) = a \times x^2 + b \times x + c$, má tri neznáme (a, b, c), x v tejto rovnici reprezentuje vystrojovacie číslo a y jednotkovú cenu resp. rýchlosť razenia.



Obrázok P1.2 - Stanovenie nasledujúcej vyššej VT

$$\underbrace{\begin{pmatrix} 4,5^2 & 4,5 & 1 \\ 6,1^2 & 6,1 & 1 \\ 7,7^2 & 7,7 & 1 \end{pmatrix}}_A * \underbrace{\begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}}_B = \underbrace{\begin{pmatrix} 41,0 \\ 52,0 \\ 69,0 \end{pmatrix}}_{EP} \text{ resp. } \underbrace{\begin{pmatrix} 2,0 \\ 1,7 \\ 1,3 \end{pmatrix}}_v$$

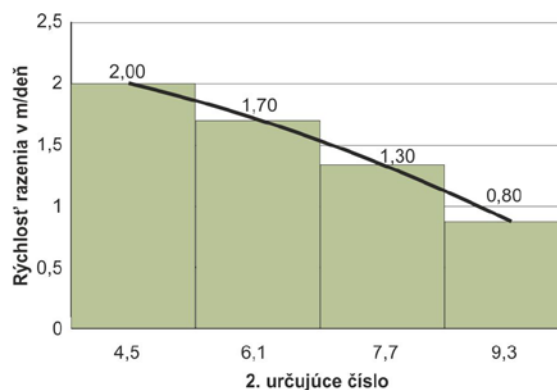
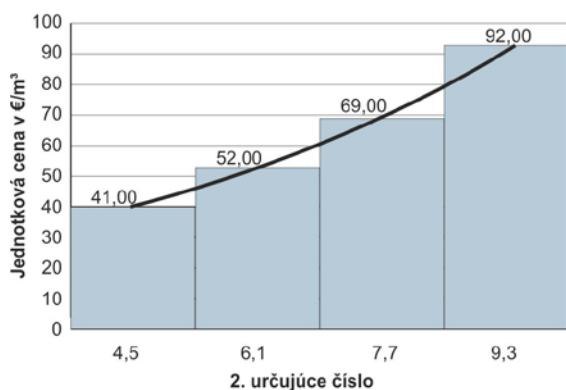
Riešenie vyplýva z: $B = A^{-1} \times JC$ resp. $B = A^{-1} \times v$

Z toho vyplývajú nasledujúce parametre kvadratickej funkcie:

- Parameter JC: $a = 1,172$; $b = -5,547$; $c = 42,231$
- Parameter v : $a = -0,02$; $b = -0,02$; $c = 2,308$

S týmito parametrami sa dajú pre VT 5/9,3 vypočítať jednotková cena a rýchlosť razenia. Táto trieda zahŕňa aj požadované 2. vystrojovacie číslo 9,1 ($9,3 - 0,8 = 8,5 \leq 9,1$), viď obrázok P1.3.

- JC: $92,0 \text{ €/m}^3$
- v_r : $0,8 \text{ m/deň}$



Obrázok P1.3 - Kvadratická extrapolácia jednotkovej ceny a rýchlosti razenia

P1.3 Výpočet času razenia a časovo závislých nákladov

Výpočet ponúkaného času razenia (kalota)

Vystrojovacia trieda VT	Kalkulovaná dĺžka VT v m	Ponúknuté rýchlosti razenia v m/deň	Ponúknuté časy razenia v dňoch
VT 5/2,21	24,0	6,0	4,00
VT 5/3,53	95,0	5,2	18,27
VT 5/4,93	60,0	4,0	15,00
VT 6/4,96	124,0	3,0	41,33
VT 6/6,45	56,0	2,15	26,05
Celkom	359,0		104,65

Výpočet zmluvného času razenia (kalota)

Vystrojovacia trieda VT	Skutočná dĺžka VT v m	Zmluvné rýchlosti razenia v m/deň	Zmluvné časy razenia v dňoch
VT 5/2,21	68,00	6,0	11,33
VT 5/3,53	89,10	5,2	17,13
VT 5/4,93	76,50	4,0	19,13
VT 5/6,53	13,60	2,19	6,22
VT 6/4,96	71,50	3,00	23,83
VT 6/6,45	32,50	2,15	15,12
VT 6/8,45	7,80	1,30	6,00
Celkom	359,00		98,76

Časovo závislé náklady razenia (kalota)

Ponúknutá paušálna suma za časovo závislé náklady:
996 265,00 €

Výmena paušálnej sumy za „náklady na pracovný deň“:
= 996 265,00/104,65 = **9 519,97 €**

Platba časovo závislých nákladov za skutočný čas razenia:
= 9 519,97 x 98,76 = **940 192,37 €**

P1.4 Projektovanie: projektový stupeň – návrh

Všeobecný popis projektu: Tunel v horninovom masíve s rozmanitou stavbou hornín v mramoroch, dolomitoch, kremencoch a bridlicových hornín. Výskyt vody až do niekoľko desiatok l/s v bezprostrednej blízkosti výrubu, nadložie do max. 900 m.

Projektový stupeň: návrh

Informačný podklad: výsledky z geologického mapovania terénu

P1.4.1 Druh horninového masívu

Rozhodujúcimi parametrami sú:

- litológia
- vzdialenosť bridlicových plôch: podľa definície [LP1.1]
- rozkladanie: odhad rozkladania horninového masívu; uvoľnené telesá väčšie alebo menšie ako 20 cm,
- vlastnosti deliacich plôch: rozdelenie podľa tvaru plôch, drsnosti a prípadných existujúcich mazľavých ílových vrstiev,
- pevnosť v tlaku: odhad na základe terénnych pokusov [LP1.1].

Na základe týchto parametrov sa vykonáva hrubý odhad očakávaných variantov druhov horninových masívov.

Tabuľka P1.1 - Zoznam očakávaných horninových druhov

DRUH HORNINY	Hornina	ROZHODUJÚCE PARAMETRE											
		Vzdialenosť puklín				Stupeň roznožnenia		Charakter puklín			Tlaková pevnosť pri jednoosom namáhaní		
		> 60 cm	60 – 20 cm	20 – 6 cm	< 6 cm	> 20 cm	≤ 20 cm	zvlnené, drsné	zvlnené, hladké	rovné, hladké, masťné	< 50 MPa	50 – 100 MPa	> 100 MPa
DHM1	Vápencový-/ Dolomitický mramor	☐				☐		☐					☐
DHM2			☐			☐		☐				☐	
DHM3			☐				☐		☐			☐	
DHM4				☐			☐	☐	☐			☐	
DHM5		☐				☐		☐		☐			
DHM6				☐		☐			☐	☐			
DHM7	Kvarcit			☐		☐		☐					☐
DHM8				☐			☐	☐				☐	
DHM9	Fylit				☐		☐		☐		☐		
DHM10					☐		☐			☐	☐		
DHM11	Rozvoľnené horniny	Kataklasit, so štruktúrou porušených zŕn, veľkosť zŕn > 1 cm											
DHM12		Kataklasit, so štruktúrou porušenej matrice, veľkosť zŕn < 1 cm											

P1.4.2 Typ správania sa horninového masívu

Ovplyvňujúce parametre na stanovenie typov správania sa horninových masívov

- **Orientácia rozhodujúcej sústavy deliacich plôch:** Posúdenie orientácie rozhodujúcej(cich) sústavy (sústav) deliacich plôch resp. ich prepojenia k stavebnému dielu.

Rozdiel:

- priaznivé: žiadny kinematický potenciál k vyklíznutiu alebo vypadnutiu uvoľnených častí do podzemného priestoru,
- mierne: obmedzený resp. lokálne existujúci potenciál k vyklíznutiu alebo vypadnutiu uvoľnených častí do podzemného priestoru,
- nepriaznivé: kinematický potenciál k vyklíznutiu alebo vypadnutiu uvoľnených častí do podzemného priestoru.

- **Zaťaženie: Odhad pomeru medzi napätiami v blízkosti podzemného priestoru a pevnosťou horninového masívu.**

Predpoklady:

- pevnosť horninového prostredia = 1/3 pevnosti hornín, (predpoklad je založený na analytických modelových výpočtoch);
- napätia v blízkosti podzemného priestoru: analyticky vypočítané sekundárne napätia [LP1.2]

Rozdiel:

- pevnosť horninového masívu > zaťaženie: napätia v blízkosti podzemného priestoru sú menšie ako pevnosť horninového masívu;
- pevnosť horninového masívu ≈ zaťaženie: napätia v blízkosti podzemného priestoru sú zhruba také ako pevnosť horninového masívu;
- pevnosť horninového masívu < zaťaženie: napätia v blízkosti podzemného priestoru sú väčšie ako pevnosť horninového masívu.

- **Výskyt vody:** výron vody z čelby a z boku (ovplyvnenie trecích vlastností deliacich plôch)
- Rozdiel:**
 - nie: sucho až vlhko
 - áno: tečúce

Geometria výrubu pre navrhovaný projekt podriadený význam a neberie sa preto do úvahy ako rozhodujúci parameter pri ďalšom posudzovaní.

Metodika na určenie typov správania sa horninového masívu

Vypracované druhy horninových masívov sa kombinujú s rozhodujúcimi ovplyvňujúcimi parametrami podľa prevládajúcich resp. očakávaných charakteristík horninového masívu. Pre takto vzniknuté kombinácie parametrov sa na základe analytických východísk odhadlo správanie sa horninového masívu pri razení a rozdelilo sa do kategórií typov správania sa horninového prostredia.

Tabuľka P1.2 - Určenie typov správania sa horniny kombináciou rozhodujúcich parametrov zodpovedajúcich očakávaným pomerom

TYP SPRÁVANIA SA HORNINY	ROZHODUJÚCE PARAMETRE								
	Druh horniny	Orientácia hlavných deliacich plôch			Namáhanie			Prítoky horninovej vody	
		príaznivé	mierne	nepriaznivé	Pevnosť horniny > Zatiaženie	Pevnosť horniny = Zatiaženie	Pevnosť horniny < Zatiaženie	nie	áno
DSH1	DHM1	☐	☐		☐			☐	☐
DSH2	DHM2, DHM7		☐		☐			☐	☐
DSH2	DHM3, DHM4, DHM8	☐	☐		☐				☐
DSH3	DHM3, DHM4, DHM6		☐	☐		☐			☐
DSH3	DHM9			☐		☐		☐	
DSH3	DHM10		☐			☐		☐	
DSH3	DHM5	☐				☐	☐	☐	
DSH4	DHM9			☐		☐		☐	
DSH4	DHM6, DHM9, DHM10		☐				☐	☐	
DSH4	DHM14	☐					☐	☐	
DSH5	DHM1, DHM2, DHM7						☐	☐	☐
DSH7	DHM11				☐			☐	
DSH8	DHM12				☐			☐	
DSH9	DHM12				☐				☐

P1.5 Projektovanie: projektový stupeň Dokumentácia pre súťažný návrh

Všeobecný popis projektu: Tunel v horninovom masíve s rozmanitou stavbou hornín v mramoroch, dolomitoch, kremencoch a bridlicových hornín. Výskyt vody až do niekoľko desiatok l/s v bezprostrednej blízkosti výrubu, nadložie do max. 900 m.

Projektový stupeň: dokumentácia pre súťažný návrh

Informačný podklad: výsledky z detailného geologického prípravného prieskumu a vrtného programu a laboratórnych pokusov z mechaniky hornín a mineralogických analýz.

P1.5.1 Druh horninového masívu

Parametre na rozlíšenie rôznych druhov horninových masívov:

Pre rôzne úseky horninového masívu sa definujú také parametre, ktoré sú potrebné pre typické rozlíšenie horninového masívu.

- Litológia
- Bridlicová štruktúra/anizotropia: rozlíšenie podľa vzdialenosti bridlicových plôch (podľa definície z [LP1.1]). V závislosti od litológie sa berú do ohľadu rôzne intervaly vzdialeností deliacich plôch. Vzdialenosť bridlicových plôch sa berie ako miera pre anizotropiu horninového masívu.
- Minimálna dĺžka hrán uvoľnených telies:
 - >20 cm
 - 20-6 cm
 - 6-2 cm
 - <2 cm
- Vlastnosti deliacich plôch: Trecie vlastnosti rozhodujúcich sústav deliacich plôch, oddelene podľa bridlicovej štruktúry a rozkladu.
- Uvoľnené plochy: rovné, stupňovité, drsné, hladké, ílové plnené prachovitým pieskom
- Bridlicové plochy: rovné, málo vlnité, drsné, hladké, s ílovitým povlakom
- Dĺžka výlomu deliacich plôch [LP1.1]:
 - nízka < 3m
 - vysoká ≥ 3m
- Otváranie deliacich plôch:
 - zatvorené
 - otvorené
- Vlastnosti deliacich plôch:
 - Trecí uhol φ [°]
 - Uhol zvyšného trenia φ_{rest} [°]
- Pevnostné hodnoty horniny podľa vyhodnotenia laboratórnych pokusov:
 - Jednoaxiálna pevnosť v tlaku UCS [MPa]
 - Konštanta Hoek m_i [-]
 - Kohézia c [MPa]
 - Uhol vnútorného trenia φ [°]
 - Poissonove číslo ν [-]
 - E-modul E [MPa]
- Abrazivita:
 - Index abrazivity Cechar CAI [-]
- Pevnostné hodnoty horninového masívu: Pomocou parametrov hornín získaných z laboratória a z odhadovaného rozkladu horninového masívu sa spätne vypočítala pevnosť horninového masívu so začiatkom výpočtu podľa E.Hoek ([LP1.3], [LP1.4]) a s využitím hodnoty „GSI“. Okrem toho sa vykonal prepočet na parametre horninového masívu podľa Mohr-Coulomb. Použitím štatistických metód ([LP1.5], [LP1.6]) sa zistili parametre horninového masívu ako stredné hodnoty s príslušnou štandardnou odchýlkou.
 - Geology Strength Index GSI [-]
 - Jednoaxiálna pevnosť v tlaku UCS [MPa]
 - Kohézia c [MPa]
 - Uhol vnútorného trenia φ [°]
 - E-modul E [MPa]

Metodika

Podľa rôzneho popisu parametrov horninového masívu sa horninový masív rozdeľuje na druhy horninových masívov. Hodnotenie resp. rozdelenie parametrov sa vykonáva podľa horninového masívu na mieste, resp. podľa očakávaných variácií horninových masívov.

Ako príklad sú v tabuľkách P1.3 až P1.6 uvedené rôzne druhy horninových masívov s príslušnými parametrami. Parametre, ktoré sa nemôžu priradiť, resp. pre ktoré neseď príslušný druh horninového masívu, zostávajú nezhodnotené.

Tabuľka P1.3 - Usporiadanie horninového masívu Typ 3, podľa Hoeka

Horninový masív Typ 3			
Litologický typ	Vápencovo-/dolomitový mramor		
Bridličnatosť/Anizotropia	60 - 20cm / s nízkou anizotropiou		
Veľkosť puklín/trhlín	20 - 6 cm		
Povaha deliacich plôch	bridličnatosť a puklinavosť: zvlnená, drsná		
Dosah deliacich plôch	prevažne nízky		
Otvorenie deliacich plôch	prevažne uzavreté		
Geotechnická charakteristika hornín	priemerná hodnota	štandardná odchylka	počet pokusov
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	102.4	29.0	26
Hoeková kpnštanta - m_i ()	13.4	6.2	20
Kohézia - c (MPa)	24.2	8.2	20
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	40.7	4.9	20
Modul deformácie - E_{def} (MPa)	68 300	17 900	23
Poissonovo číslo - ν ()	0.19	0.05	23
Index abrazivity podľa Cerchara - CAI ()	1.4	0.4	18
Geotechnická charakteristika deliacich plôch			
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	35 - 45		
Zvyškový uhol vnútorného trenia - φ (°)	30 - 40		
Geotechnická charakteristika horninového masívu	priemerná hodnota	štandardná odchylka	
Geologický pevnostný index - GSI ()	60.0	10.0	
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	23 800	8 400	
Kohézia - c (MPa)	6.0	2.0	
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	35.6	4.7	
Modul deformácie - E_{def} (MPa)	19.7	10.9	

Poznámka: Tieňom podložené hodnoty sú získané odhadom

Tabuľka P1.4 - Usporiadanie horninového masívu Typ 4, podľa Hoeka

Horninový masív Typ 4			
Litologický typ	Vápencovo-/dolomitový mramor		
Bridličnatosť/Anizotropia	60 - 20cm / s nízkou anizotropiou		
Veľkosť puklín/trhlín	20 - 6 cm		
Povaha deliacich plôch	bridličnatosť drsná; puklinavosť drsná; plnivo tvorené siltom a ílom		
Dosah deliacich plôch	prevažne nízky		
Otvorenie deliacich plôch	otvorené		
Geotechnická charakteristika hornín	priemerná hodnota	štandardná odchylka	počet pokusov
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	102.4	29.0	26
Hoeková kpnštanta - m_i ()	13.4	6.2	20
Kohézia - c (MPa)	24.2	8.2	20
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	40.7	4.9	20
Modul deformácie - E_{def} (MPa)	68 300	17 900	23
Poissonovo číslo - ν ()	0.19	0.05	23
Index abrazivity podľa Cerchara - CAI ()	1.4	0.4	18
Geotechnická charakteristika deliacich plôch			
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	10 - 20		
Zvyškový uhol vnútorného trenia - φ (°)	10 - 20		
Geotechnická charakteristika horninového masívu	priemerná hodnota	štandardná odchylka	
Geologický pevnostný index - GSI ()	40.0	10.0	
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	13 900	4 900	
Kohézia - c (MPa)	3.9	1.3	
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	30.5	4.5	
Modul deformácie - E_{def} (MPa)	6.2	3.4	

Poznámka: Tieňom podložené hodnoty sú získané odhadom

Tabuľka P1.5 - Usporiadanie horninového masívu Typ 15, podľa Hoeka

Horninový masív Typ 15			
Litologický typ	Fyllit		
Bridličnatosť/Anizotropia	<6 cm / veľká anizotropia		
Veľkosť puklín/trhlín	<20 cm		
Povaha deliacich plôch	bridličnatosť čiastočne mazlavá; puklinavosť drsná;		
Dosah deliacich plôch	prevažne nízky		
Otvorenie deliacich plôch	prevažne uzavreté		
Geotechnická charakteristika hornín	priemerná hodnota	štandardná odchyľka	počet pokusov
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	28.2	13.6	19
Hoeková kpnšanta - m_i ()	14.5	6.0	6
Kohézia - c (MPa)	10.8	3.1	6
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	31.7	1.5	6
Modul deformácie - Edef (MPa)	26 700	19 100	18
Poissonovo číslo - ν ()	0.43	0.18	5
Index abrazivity podľa Cerchara - CAI ()	2,5 až 3		
Geotechnická charakteristika deliacich plôch	priemerná hodnota	štandardná odchyľka	počet pokusov
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	33.7	6.3	15
Zvyškový uhol vnútorného trenia - φ (°)	28.5	5.6	23
Geotechnická charakteristika horninového masívu	priemerná hodnota	štandardná odchyľka	
Geologický pevnostný index - GSI ()	40.0	5.0	
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	3 900	2.0	
Kohézia - c (MPa)	1.1	0.5	
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	31.3	3.6	
Modul deformácie - Edef (MPa)	3.0	1.0	

Poznámka: Tieňom podložené hodnoty sú získané odhadom

Tabuľka P1.6 - Usporiadanie horninového masívu Typ 17, podľa Hoeka

Horninový masív Typ 17			
Litologický typ	Fyllit- Katakazit; komponenty horniny v ílovitej až pieskovej štruktúre		
Bridličnatosť/Anizotropia	neaplikovateľná / s výraznou izotropiou		
Veľkosť puklín/trhlín	neaplikovateľná		
Povaha deliacich plôch	neaplikovateľná		
Dosah deliacich plôch	neaplikovateľná		
Otvorenie deliacich plôch	neaplikovateľné		
Geotechnická charakteristika hornín	priemerná hodnota	štandardná odchyľka	počet pokusov
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	28.2	13.6	19
Hoeková kpnšanta - m_i ()	14.5	6.0	6
Kohézia - c (MPa)	10.8	3.1	6
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	31.7	1.5	6
Modul deformácie - Edef (MPa)	26 700	19 100	18
Poissonovo číslo - ν ()	0.43	0.18	5
Index abrazivity podľa Cerchara - CAI ()	2,5 až 3		
Geotechnická charakteristika deliacich plôch			
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	neaplikovateľný		
Zvyškový uhol vnútorného trenia - φ (°)	neaplikovateľný		
Geotechnická charakteristika horninového masívu	priemerná hodnota	štandardná odchyľka	
Geologický pevnostný index - GSI ()	20.0	5.0	
Pevnosť v prostom tlaku - UCS (MPa)	2 000	1.0	
Kohézia - c (MPa)	0.6	0.6	
Uhol vnútorného trenia - φ (°)	25.2	3.8	
Modul deformácie - Edef (MPa)	0.8	0.3	

Poznámka: Tieňom podložené hodnoty sú získané odhadom

Celkom sa rozlišuje medzi 18 rôznymi druhmi horninových masívov (vrátane drobivej horniny). Tabuľka P1.7 prezentuje zostavenie všetkých prognózovaných druhov horninových masívov v projektovanom úseku. Z dôvodu prehľadnosti tu nie sú uvedené parametre o horninách a deliacich plochách.

Tabuľka P1.7 - Zhrnutie všetkých druhov horninových masívov zistených v projekte s uvedením geologických parametrov.

	Nespevnená (rozvolnená) hornina	Druh horniny DHM1	Druh horniny DHM2	Druh horniny DHM3	Druh horniny DHM4	Druh horniny DHM5
Litológia	V nadloží suť zo svahu z potokov, miešaná zrnitosť, heterogénna, podopretá komponentami	Vápenco/dolomitný mramor	Vápenco/dolomitný mramor	Vápenco/dolomitný mramor	Vápenco/dolomitný mramor	Vápenco/dolomitný mramor
Bridličnosť / anizotrópia	nepoužíva sa	> 60 cm	> 60 cm	60 - 20 cm	60 - 20 cm	20 - 6 cm
Veľkosť uvoľnených telies	nepoužíva sa	> 20 cm	> 20 cm	20 - 5 cm	20 - 5 cm	prevažne < 5 cm
Deliace plochy - vlastnosti	nepoužíva sa	Br.,r.: drsné	Br.:drsné r.:drsné príp. ílovité výplne	Br.,r.: drsné	Br.:drsné r.:drsné príp. ílovité výplne	drsné
Deliace plochy - diskontinuity	nepoužíva sa	prevažne nízke	prevažne nízke	prevažne nízke	prevažne nízke	vysoké
Otváranie	nepoužíva sa	prevažne zatvorené	otvorené	prevažne zatvorené	otvorené	prevažne zatvorené
	Druh horniny DHM6	Druh horniny DHM7	Druh horniny DHM8	Druh horniny DHM9	Druh horniny DHM10	Druh horniny DHM11
Litológia	Vápenco/dolomitný mramor	Vápenco/dolomitný mramor - kataklazit	Vápenno - pórovitý mramor	Pórovitý dolomit	Pórovitá slúda	Kremenec
Bridličnosť / anizotrópia	nepoužíva sa	> 60 cm	> 60 cm	60 - 20 cm	60 - 20 cm	20 - 6 cm
Veľkosť uvoľnených telies	nepoužíva sa	> 20 cm	> 20 cm	20 - 5 cm	20 - 5 cm	prevažne < 5 cm
Deliace plochy - vlastnosti	nepoužíva sa	Br.,r.: drsné	Br.:drsné r.:drsné príp. ílovité výplne	Br.,r.: drsné	Br.:drsné r.:drsné príp. ílovité výplne	drsné
Deliace plochy - diskontinuity	nepoužíva sa	prevažne nízke	prevažne nízke	prevažne nízke	prevažne nízke	vysoké
Otváranie	nepoužíva sa	prevažne zatvorené	otvorené	prevažne zatvorené	otvorené	prevažne zatvorené
	Druh horniny DHM12	Druh horniny DHM13	Druh horniny DHM14	Druh horniny DHM15	Druh horniny DHM16	Druh horniny DHM17
Litológia	Kremenec	Kremenec - kataklazit	Kremenec miestami s fylitom	Fylit	Fylit	Fylit - kataklazit
Bridličnosť / anizotrópia	20 - 6 cm	Zväčša izotropne	20 - 6 cm čiastočne vysoko izotropne	< 6 cm	60 - 20 cm	Zväčša izotropne
Veľkosť uvoľnených telies	prevažne < 5 cm	nepoužíva sa	> 20 cm	> 20 cm	< 20 cm	nepoužíva sa
Deliace plochy - vlastnosti	Br.: čiastočne masťná	nepoužíva sa	Br.: čiastočne masťná	Br.: čiastočne masťná	Br.: plochovlnité, veľmi hladké, prevažne ílovité	nepoužíva sa
Deliace plochy - diskontinuity	nepoužíva sa	nepoužíva sa	prevažne nízka	prevažne nízka	vysoká	nepoužíva sa
Otváranie	zatvorené	nepoužíva sa	zatvorené	prevažne zatvorené	prevažne zatvorené	nepoužíva sa

Poznámka: Br. – bridličnosť r. – rozloženie

P1.5.2 Typ správania sa horninového masívu

Ovplyvňujúce parametre

Ako ovplyvňujúce parametre na rôzne druhu horninových masívov sa pre posúdenie typov správania sa horninového masívu použili:

- orientácia sústav hlavných deliacich plôch (v závislosti od smeru razenia),
- stav primárnych napätí,

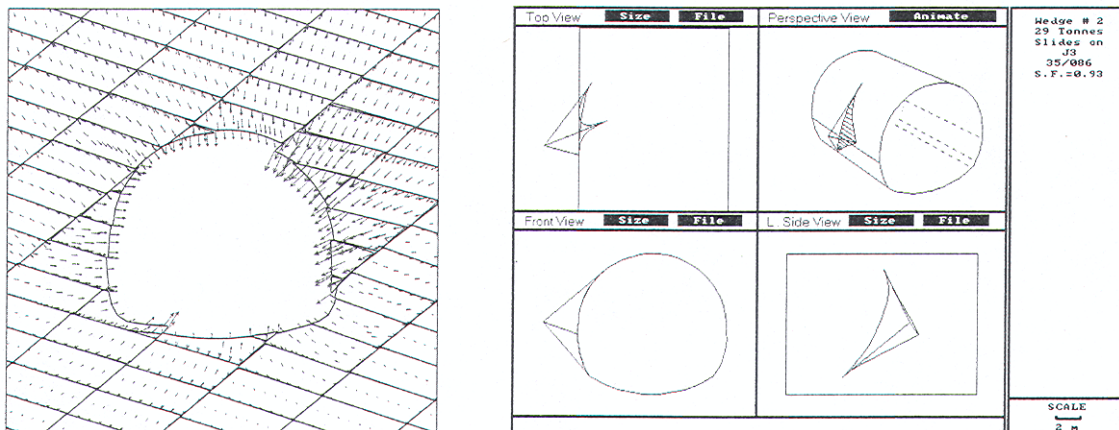
- prierez výlomu,
- výskyt vody.

Metodika

Odhad správania sa horninového masívu:

Pomocou numerických modelových výpočtov [LP1.7] sa zistí správanie sa horninového masívu pri razení tunela nezávisle od spôsobu stavby a bez vplyvu vystrojenia. Potenciál na gravitačné zlyhanie blokov z tunelových stien a tým možnosť tvorenia nadprofilov sa odhadne pomocou Block Stability Software [LP1.8].

Obrázok P1.4 zobrazuje na jednom príklade výsledky týchto prieskumov



Obrázok P1.4 - Príklad zobrazenia výsledkov výpočtov na zistenie správania sa horninového masívu pre rozdielne druhy horninových masívov s rôznymi ovplyvňovacími faktormi

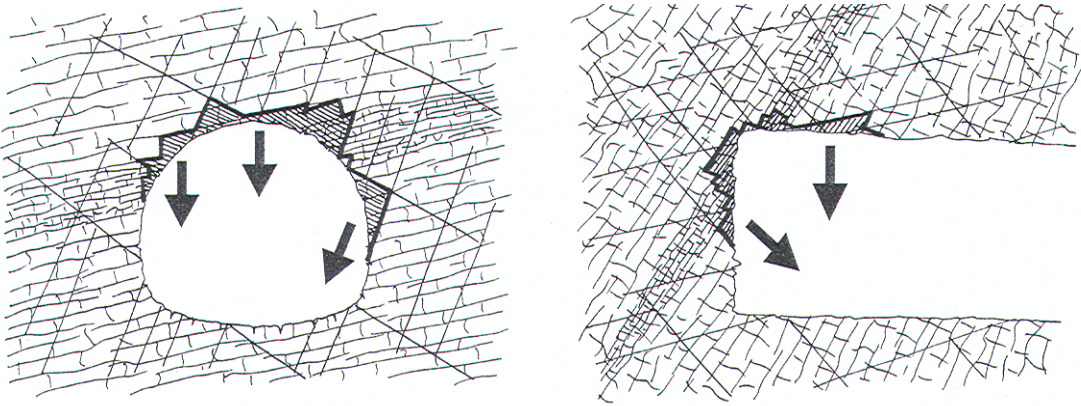
Zistenie typov správania sa horninového masívu

Typ správania sa horninového masívu vyplýva z kombinácie druhu horninových masívov a prognózovaných ovplyvňujúcich faktorov. Kombináciou rôznych ovplyvňujúcich parametrov môže z jedného druhu horninového masívu vzniknúť viac typov správania sa horninového masívu.

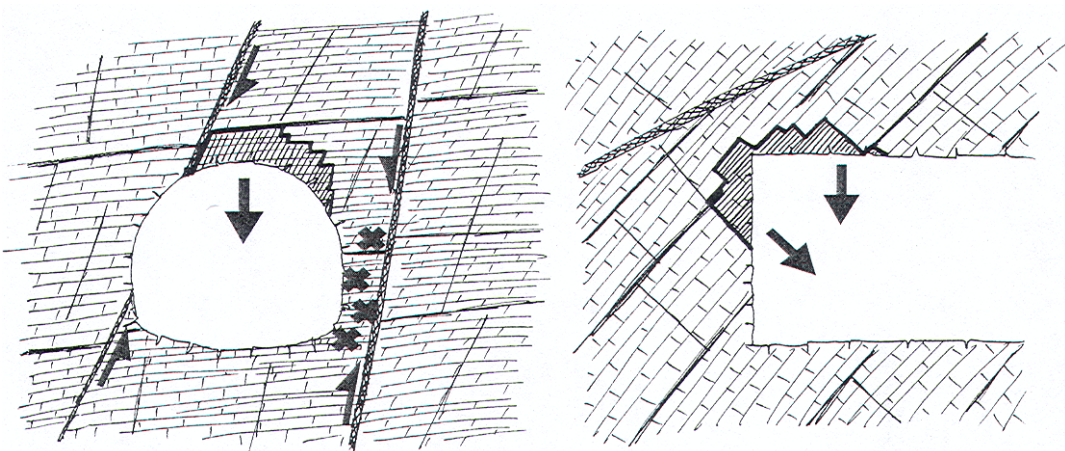
Typy správania sa horninového masívu sa rozdelia do kategórií podľa tabuľkovej zostavy v hlavnej časti smernice. Jednej kategórii prislúcha niekedy viac typov správania sa horninového masívu.

Príklady rôznych typov správania sa horninového masívu sú v tabuľkách P1.8 až P1.10. Jednotlivé typy správania sa horninového masívu v tabuľkovej forme sú doplnené symbolickým zobrazením jednej typickej situácie pri razení.

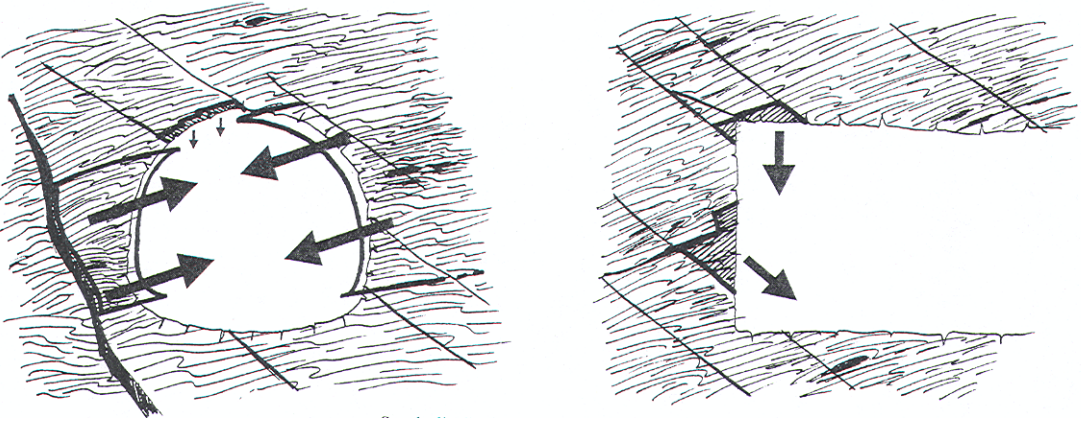
Tabuľka P1.8 - Zobrazenie typu správania sa horninového masívu 2/1 s rozhodujúcimi ovplyvňujúcimi faktormi

Typ správania sa horninového masívu 2/1	
	
Symbolické zobrazenie pre mramory	
Druhy horninových masívov	DHM 3, DHM 11
Orientácia sústav hlavných deliacich plôch	Prevažne strmé deliace plochy.
Primárne napätie	Zaťaženie sa nachádza jasne pod pevnosťou horninového masívu.
Výskyt vody	Lokálne prítoky vody z trhlín až do 10 l/s.
Správanie sa horninového masívu (výlomové správanie, druh preťaženia/lámavosť)	Systematické uvoľňovanie telies zo steny resp. z čelby; žiadne zlyhanie napätí; výskyt vody má na základe veľmi dobrého zazubenia deliacich plôch len podriadený vplyv na správanie horninového masívu.
Radiálna deformácia	niekoľko milimetrov

Tabuľka P1.9 - Zobrazenie správania sa horninového prostredia 3/1 s rozhodujúcimi ovplyvňujúcimi faktormi

Typ správania sa horninového masívu 3/1	
 Symbolické zobrazenie pre mramory	
Druhy horninových masívov	DHM 2, DHM 4, DHM 6, DHM 8, DHM 10, DHM 15, DHM 16
Orientácia sústav hlavných deliacich plôch	Klzné plochy alebo poruchy, ktoré prebiehajú približne súbežne a v blízkosti tunelovej osi. V bridlicových oblastiach je bridlicová štruktúra plošne alebo stredne strmá k smeru razenia.
Primárne napätie	Tlakové napätia v horninovom masíve prekračujú lokálne pevnosť horninového masívu.
Výskyt vody	Lokálne prístupy vody z trhlín do 10 l/s, bridlicové oblasti horninového masívu sú prevažne suché.
Správanie horninového masívu (výlomové správanie, druh preťaženia / lámavosť)	Klzné plochy a poruchy blízko podzemného priestoru spôsobujú koncentráciu napätí, čím môžu vzniknúť lokálne preťaženia horninového masívu a tým aj zlyhanie v strihu malého rozsahu na stenách a na čelbe. Prítomná voda z trhlín znižuje pevnosť v strihu deliacich plôch pri druhoch horninových masívov GA2, GA4 a GA6.
Radiálna deformácia	niekoľko centimetrov

Tabuľka P1.10 - Zobrazenie typu správania sa horninového masívu 4/1 s rozhodujúcimi ovplyvňujúcimi faktormi

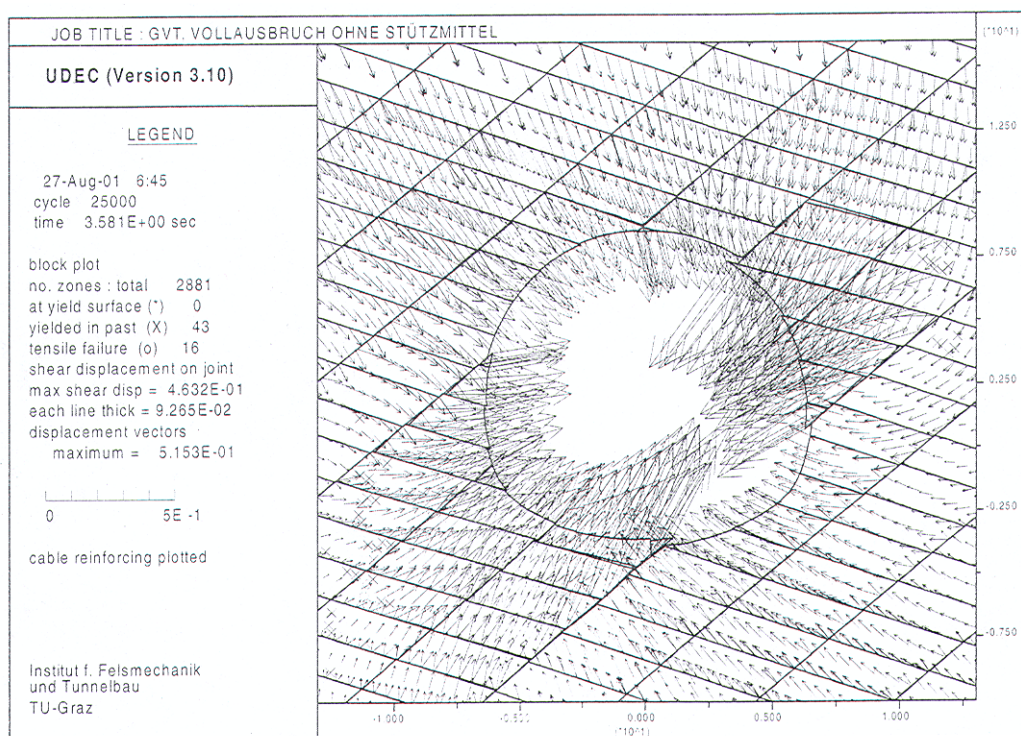
Typ správania sa horninového masívu 4/1	
 Symbolické zobrazenie pre mramory	
Druhy horninových masívov	GA15
Orientácia sústav hlavných deliacich plôch	Bridlicové plochy sú plošne až stredne strmé k smeru razenia.
Primárne napätie	Úroveň napätí je v oblasti pevnosti horninového masívu.
Výskyt vody	Prevažne sucho, zriedkavo kvapkajúca voda.
Správanie sa horninového masívu (výlomové správanie, druh preťaženia / lámavosť)	Horninový masív má sklon k tvorbe nadprofilov. Nízka pevnosť v strihu na deliacich plochách spôsobuje silne anizotropné správanie sa horninového masívu podmienené štruktúrou (napr. uvoľnenie napätí sklzom po bridlicových plochách). Pri klzných plochách a poruchách blízko podzemného priestoru môže dôjsť k lokálnemu preťaženiu horninového masívu, čo môže zapríčiniť nový hlboký zlom v horninovom masíve (v oblasti čelby sa môžu vyskytnúť uvoľnenia, ktoré sú podmienené deliacimi plochami a lokálne zlyhania v strihu).
Radiálna deformácia	Podmienené štruktúrou, niekoľko centimetrov.

P1.6 Zistenie systémového správania

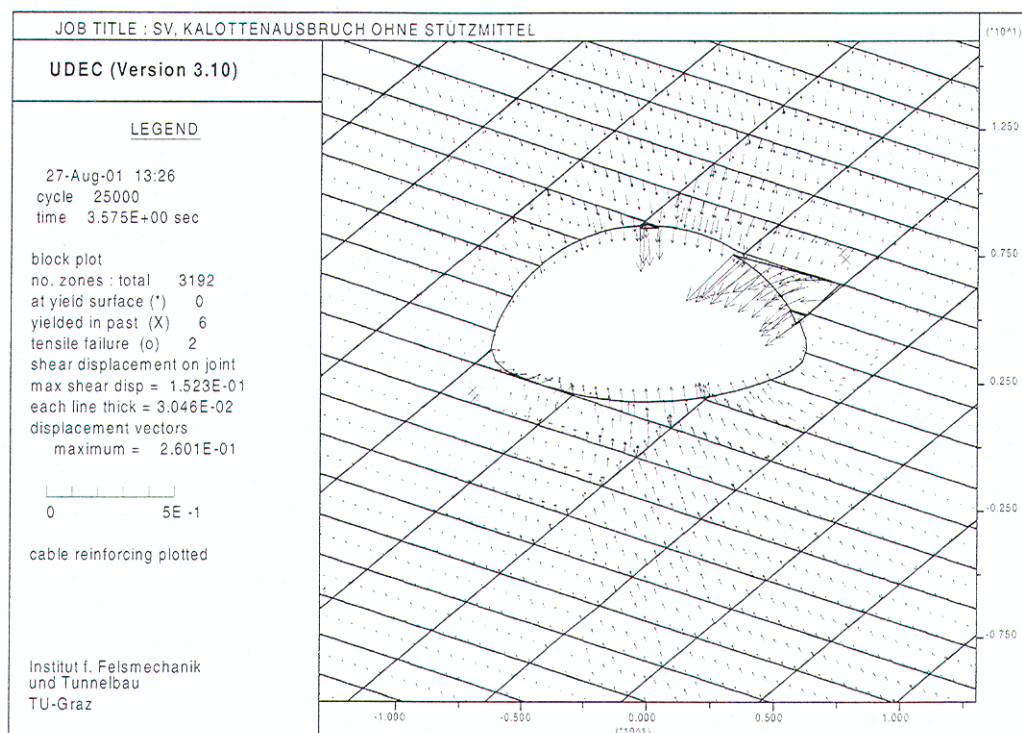
Na základe typu systémového správania sa pomocou numerických výpočtov preskúmalo vzájomné pôsobenie „horninový masív – podzemný priestor – vystrojenie“. Preto sa jednotlivé ovplyvňujúce faktory ako tvar prierezu (rozdelenie do čiastkových prierezov) a/alebo vystrojovacie prostriedky (druh, množstvo a termín zabudovania) obmeňovali tak dlho, pokiaľ sa nedosiahlo želané systémové správanie (požiadavka).

Pre zobrazený typ správania sa horninového masívu č.4, hlboké preťaženie (obrázok P1.5) sa na základe hĺbkovej polohy tunela neočakáva žiadne sadania na povrchu. Požadované systémové správanie (požiadavka) sa vzťahovalo preto prevažne na stabilitu podzemného priestoru. Na zistenie systémového správania sa realizovali numerické výpočty [LP1.7] pre rôzne štádia výlomu a vystrojenia. Na obrázkoch P1.5 až P1.8 je zobrazený priebeh na základe posunov jednotlivých výpočtov. Posunové vektory majú na nasledovných obrázkoch rovnakú veľkosť mierku.

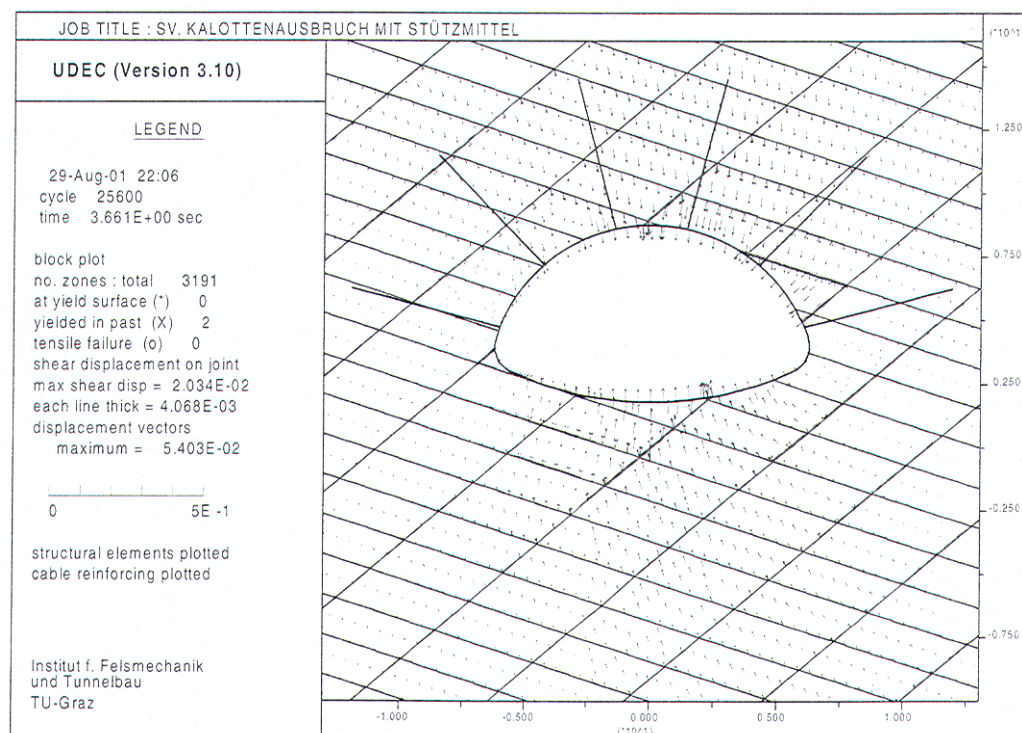
Obrázok P1.5 zobrazuje situáciu po vyrazení celkového prierezu bez vystrojovacích opatrení. Na základe sklzov paralelných k deliacim plochám resp. gravitačného uvoľnenia sa blokov v podzemnom priestore dôjde k veľkým posunom.



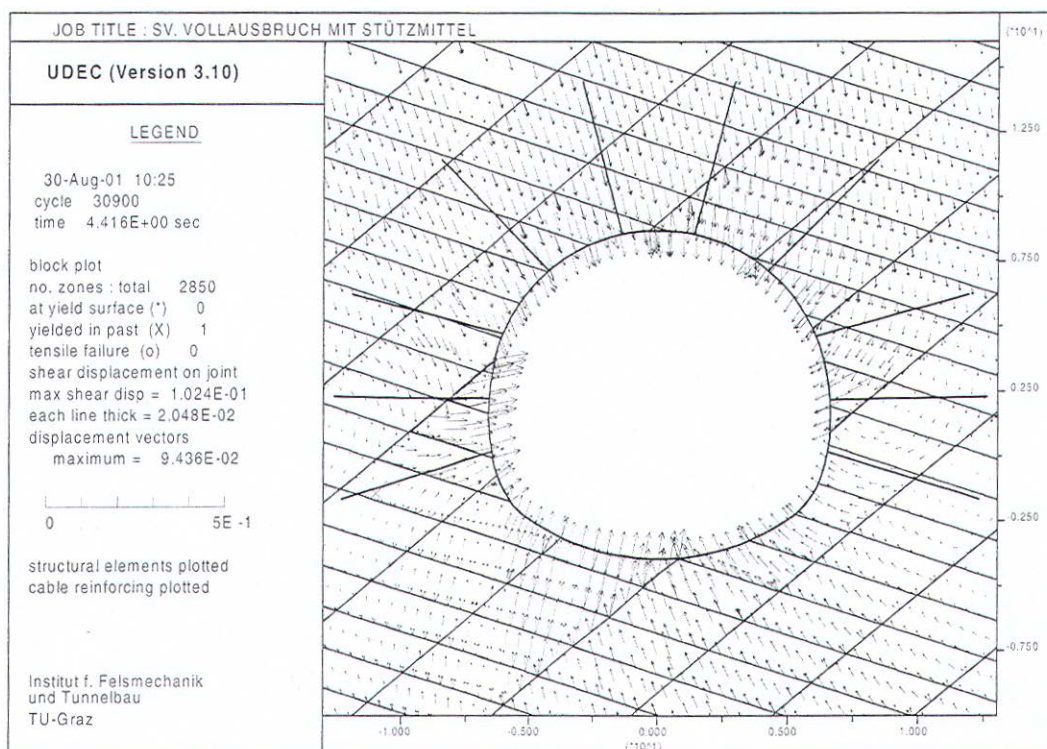
Obrázok P1.5 - Vektory posunutí z výpočtu UDEC [LP1.7] (plný prierez s výstrojnými prostriedkami)



Obrázok P1.6 - Vektory posunutí z výpočtu UDEC [LP1.7] (kalota bez výstrojných prostriedkov)



Obrázok P1.7 - Vektory posunutí z výpočtu UDEC [LP1.7] (kalota s výstrojnými prostriedkami)



Obrázok P1.8 - Vektory posunutí z výpočtu UDEC [LP1.7] (plný prierez s výstrojnými prostriedkami)

Na skúmanie systémového správania sa vykonali výpočty so zmenenými prierezmi (čiastkové prierezy) a vystrojovacími opatreniami. Na obrázku P1.6 je zobrazené deformačné správanie po vyrazení čiastkového prierezu (kaloty). Parametre horninového masívu sa pritom nezmenili. Po vyrazení kaloty bez zabudovania vystrojovacích prostriedkov sa ukazuje jednoznačná redukcia posunov a zlomov v horninovom masíve blízko podzemného priestoru. Napriek tomu dôjde k gravitačným odpraskám? pri stope a k poklzmom kinematicky voľných blokov do podzemného priestoru.

Skúmalo sa aj systémové správanie so zabudovanými vystrojovacími prostriedkami. Obrázok P1.7 zobrazuje výsledok numerického výpočtu pre kalotový prierez s aplikovaným striekaným betónom a s kotvami. Deformácie sú malé a systém „horninový masív-podzemný priestor - výstroj“ je stabilný.

Deformačné správanie celého prierezu po razení stupňa a dna a so vystrojovacími prostriedkami je zobrazené na obrázku P1.8. Podzemný priestor zostáva stabilný, dodatočné posuny spôsobené výlomom zostávajú v reláciách posunov čiastkového prierezu.

P1.7 Postup počas výstavby

Všeobecný popis projektu: tunel v kremičitom fylite a kremičitej bridlici; výskyt vody < 1 l/s v bezprostrednej oblasti razenia, nadložie do max. 100 m, poloha blízko svahu, v blízkosti povrchu lokálne tvorenie posunutých horninových kryh súbežne k bridličnatosti, miestne hlboké zvetranie.

Fáza výstavby: razenie kaloty.

Informačný podklad: projektové podklady, stavebno-geologická dokumentácia, výsledky z geotechnického merania, pozorovania na mieste.

P1.7.1 Určenie druhu horninového masívu

P1.7.1.1 Všeobecné

V projektovej fáze (prognóza) sa vykazovalo 5 zásadne rôznych druhov horninových masívov, pričom sa napríklad popísal druh horninového masívu č.2 ako horninový masív, ktorý sa uvoľní a rozkladá do horninových kryh a druh horninového masívu č.4 ako málo rozkladaný, kompaktný horninový masív.

Na začiatku výstavby sa stanovilo, že druh horninového masívu č.4 sa rozdelil do troch podkategórií (DHM 4.1 až 4.3), aby sa získal detailnejší popis horninového masívu. Rozdelenie druhu horninového masívu č.2 sa neuviedlo.

Následne sa pre druhy horninového masívu č.2 a č.4 spísali rozhodujúce kľúčové parametre. V druhom stĺpci sú uvedené numerické hodnoty resp. kvalitatívny popis pre kategórie parametrov.

P1.7.1.2 Druh horninového masívu č.2

Kľúčové parametre

Litológia

Pevnosť horniny (UCS)

Vzdialenosť bridlicových plôch /BP/

Povlaky na bridlicových plochách

Veľkosť uvoľnených telies z trhlín

Kompaktnosť štruktúry trhlín

Klzné plochy / hlavné trhliny

Kataklaizity

Zvetrávanie

Kategórie parametrov

kremičitý fylit, fylit

5 MPa – 50 MPa, veľké kontrasty

2 cm – 20 cm

ílovité

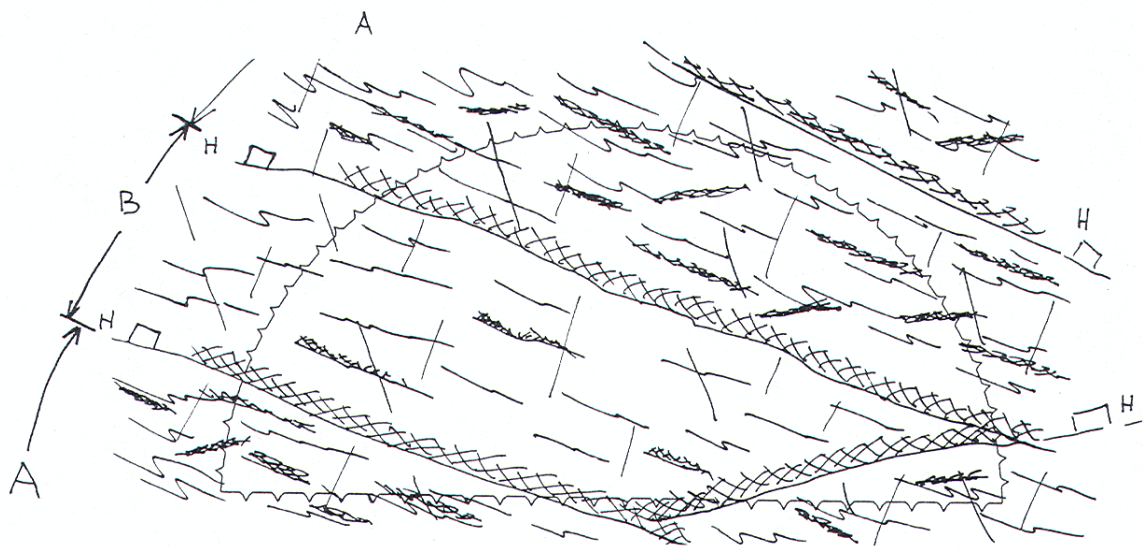
6 cm – 60 cm

čiastočne otvorené deliace plochy

výskyt v sústavách, normálne vzdialenosti deliacich plôch medzi cca. 1 m až 3 m, malé trenie ílovité kataklaizity (šupinaté) s hrúbkou až do 30 cm

nezvetrané, pevné kryhy, okolitý horninový masív silne zvetraný

Obrázok P1.9 znázorňuje snímok čelby v DHM 2, pričom sú zobrazené len geologické štruktúry rozhodujúce pre vypracovanie priestorového modelu horninového masívu a ktoré sú extrapolované ďalej cez steny tunela. Vykazovali sa dve oblasti (A a B) a údaje sa zisťovali oddelene. Oblasť označovaná ako A pozostáva zo zvetraných, málo pevných fylitov s tenkou bridlicovou štruktúrou. Oblasť B sa charakterizuje ako kryha pevnejšie horninového masívu.



Obrázok P1.9 - Snímok čelby (DHM 2) s rozhodujúcimi geologickými štruktúrami (extrapolované).

Obrázok P1.10 zobrazuje formulár na zaznamenanie geologických parametrov na mieste výrubu. Zo zistených hodnôt sa podľa definície stanovuje druh horninového masívu č.2. Nevyplnené kolónky nie sú rozhodujúce pre tento druh horninového masívu.

Geologický popis: Striedavá vrstevnatosť kremenného fylitu – chloritového fylitu, šošovkovito strihané s ílovitými kataklazitmi hrúbka v mm, zvetrané oblasti sa striedajú s málo zvetranými, kompaktnými strihanými šošovkami.									
Zvodnenie: vlhko									
Druh prístupu: vlhko množstvo: l/s teplota: °C el. vodivosť μS/cm									
Čiastková oblasť A									
Hornina:	%	UCS (Mpa)	poznámky:				zvetranosť:		
Fylit	60	5 - 25	strihané				nezvetrané		
Kremenný fylit	40	25 - 50					DP sfarbené		
							X Hornina čiast. sfarbená Horn.s nízkou pevnosťou		
Vzdialenosť BP	štruktúra BP:	veľkosť telies z trhlín:		kompaktn. telies z trhlín:					
> 60 cm	súbežná	> 60 cm		X DB zatvorené					
60 - 20 cm	vráskavá	60 - 20 cm		DP čiastočne otvorené					
X 20 - 6 cm	X šošovitá	X 20 - 6 cm		DP prevažne otvorené					
6 - 2 cm	BP-povlaky:	< 6 cm							
< 2 cm	ílovité								
Šmykové zóny, kataklazity:									
Orientácia: súbežne k BP		Hrúbka:		štruktúra:					
		X < 1 cm 10-100 cm		strihaná					
Početnosť: 3,0 /m		1-10 cm >100 cm		X ílovitý kataklazit					
Čiastková oblasť B									
Hornina:	%	UCS (Mpa)	poznámky:				zvetranosť:		
Kremenný fylit	100	25 - 25	strihané				X nezvetrané		
							DP sfarbené		
							Hornina čiast. sfarbená		
							Horn.s nízkou pevnosťou		
Vzdialenosť BP	štruktúra BP:	veľkosť telies z trhlín:		kompaktn.telies z trhlín:					
>60 cm	X súbežná	> 60 cm		DB zatvorené					
X 60-20 cm	vráskavá	X 60 - 20 cm		X DP čiast. otvorené					
20 – 6 cm	šošovitá	20 - 6 cm		DP prevažne otvorené					
6 – 2 cm	BP-povlaky:	< 6 cm							
< 2 cm	hematit								
Šmykové zóny, kataklazity:									
Orientácia:		Hrúbka:		štruktúra:					
		< 1 cm 10 - 100 cm		strihaná					
Početnosť:		1-10 cm >100 cm		ílovitý kataklazit					
Deliace plochy /DP/:									
typ	orientácia	vlnenie	drsnosť	výplň	otváranie	vzdialenosť/cm/	dĺžka trhlín /m/	lineárne	pozn.
BP	042 / 24	vlnité	hladké	ílovitá	1 mm	1, 2, 5,	>6		
H	296 / 36	rovné	leštené	ílovitá	10 cm	200,	>12>6		
H	052 / 17	rovné	leštené	ílovitá	15		>6		
Geotechnické poznámky:									
vysoká čiastočná pohyblivosť súbežne k bridlicovým plochám /BP/									
Druh horninového masívu: DHM 2				vzorky:				fotky: X	

Obrázok P1.10 - Formulár pre geologický záznam (druh horninového masívu č.2)

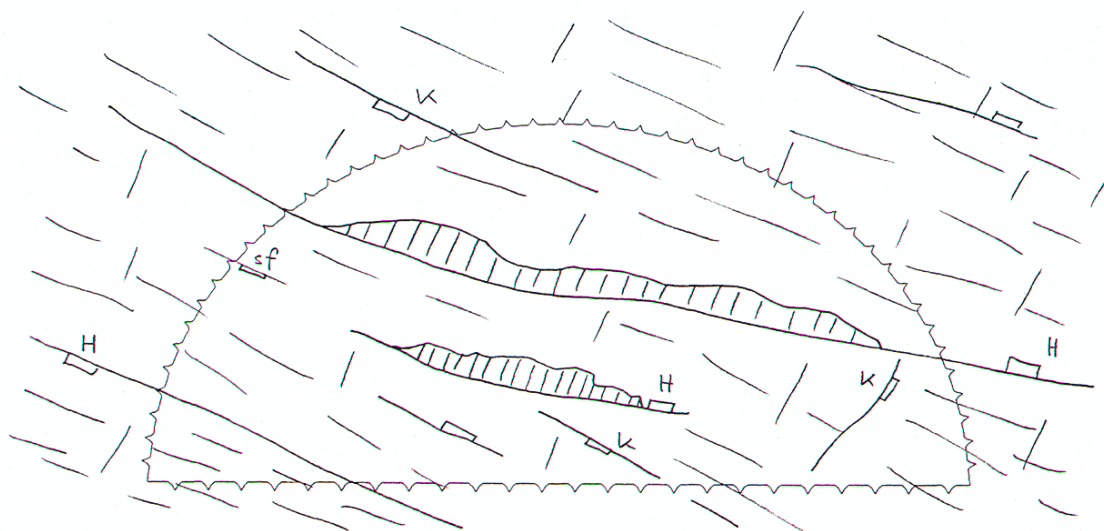
P1.7.1.3 Druh horninového masívu č. 4.2**Kľúčové parametre**

Litológia
 Pevnosť horniny (UCS)
 Vzďialenosť bridlicových plôch /BP/
 Povlaky na bridlicových plochách
 Veľkosť uvoľnených telies z trhlín
 Kompaktnosť štruktúry trhlín
 Klzné plochy / hlavné trhlíny

Kategórie parametrov

kremenný fylit, kremenná bridlica
 > 25 MPa
 20 cm – 60 cm
 žiadne
 > 60 cm
 žiadne otvorené deliace plochy
 výskyt v sústavách, normálne vzdialenosti
 deliacich plôch medzi cca. 1 m až 3 m

Obrázok P1.11 znázorňuje snímok čelby v DHM 4.2, pričom sa zobrazili len geologické štruktúry rozhodujúce pre vypracovanie priestorového modelu horninového masívu, a ktoré sa extrapolovali ďalej cez steny tunela.



Obrázok P1.11 - Snímok čelby (DHM 4.2) s rozhodujúcimi geologickými štruktúrami (extrapolované).

Obrázok P1.12 zobrazuje formulár na zaznamenanie geologických parametrov na mieste výrubu. Zo zistených hodnôt sa podľa definície stanovuje druh horninového masívu č. 4.2. Nevyplnené kolónky nie sú pre tento druh horninového masívu rozhodujúce.

Geologický popis: Kremenná bridlica s medzivrstvami kremenného fylitu (s plynulými prechodmi), čiastočne vráskavité (relácia - cm – dm).									
Zvodnenie: na ľavom boku a dole v II. čelbe									
Druh prístupu: kvapkajúco množstvo: l/s teplota: °C el. vodivosť: μS/cm									
Čiastková oblasť A									
Hornina:	%	UCS (Mpa)	poznámky:				zvetranosť:		
Kremenná bridl.	90	>50	X				nezvetralé, čerstvé		
Kremenný fylit	10	25-50					DP sfarbené		
							Hornina čiastočne sfarbená		
							Horn.s nízkou pevnosťou		
Vzdialenosť BP		Štruktúra BP:		veľkosť telies z trhlín:		kompaktn.telies z trhlín:			
> 60 cm		X súbežná		X > 60 cm		X DB zatvorené			
X 60-20 cm		vráskavá		60 - 20 cm		DP čiast. otvorené			
20 – 6 cm		šošovitá		20 - 6 cm		DP prevažne otvorené			
6 – 2 cm		BP-povlaky		< 6 cm					
< 2 cm		sericit							
Šmykové zóny, kataklazity:									
Orientácia:		Hrúbka				štruktúra:			
		< 1 cm		10 - 100 cm		strihaná			
Početnosť:		/m		1 - 10 cm		>100 cm		ílovitý kataklazit	
Deliace plochy /DP/:									
typ	orientácia	vlnenie	drsnosť	výplň	otváranie	vzdialenosť/cm/	dĺžka trhlín /m/	lineárne	pozn.
BP	346 / 22	vlnité	hladké			10, 30, 80,	1, 1.8, 2.5 >3		
H1	296 / 36	vlnité	hladké	ílovitá	5 mm	120	>12, 4,		
H	094 / 22	vlnité	hladké				>3,		
K	105 / 30	rovné	hladké				2.5		
K	176 / 64	stupňovité	hladké				2.2		
Geotechnické poznámky:									
Druh horninového masívu: DHM 4.2						vzorky:		fotky: X	

Obrázok P1.12 - Formulár pre geologický záznam (druh horninového masívu č. 4.2)

P1.7.2 Priradenie správania sa horninového prostredia

P1.7.2.1 Všeobecne

Pomocou údajov, ktoré sa získali na mieste výrubu, sa stanovil príslušný typ správania sa horninového masívu, resp. priradený definovanému typu z projektu. Realizovalo sa príslušné upresnenie, resp. aktualizácia modelu horninového masívu, pretože poznatky o horninovom prostredí sa oproti projekčnej fáze značne zlepšili priamym pozorovaním pri výrube na mieste.

Stále sa modeloval, resp. bral do úvahy taký objem horninového masívu, ktorý bol rozhodujúci pre správanie sa horninového masívu (cca. jeden priemer mimo profilu výrubu).

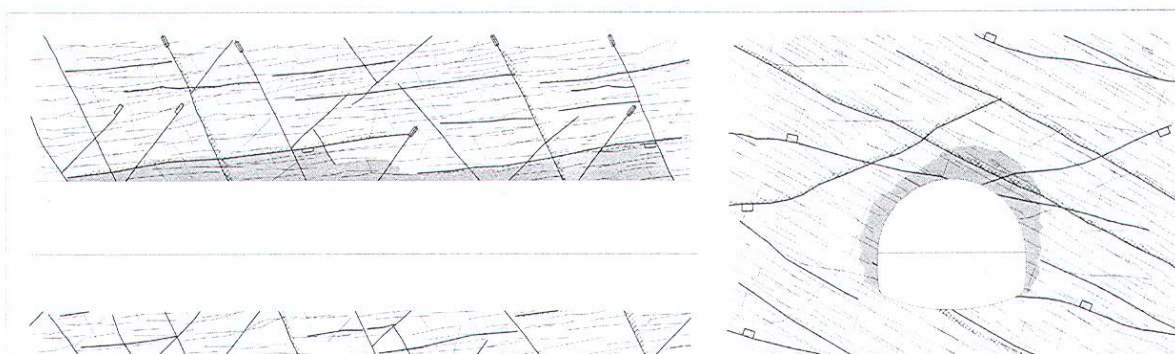
Na základe priestorového modelu horninového masívu a s ohľadom na geotechnické ovplyvňujúce faktory sa prognózovalo správanie sa horninového masívu pri razení tunela nezávisle od spôsobu výstavby a bez vplyvu výstroja.

Počas výstavby vystačilo šesť zásadne rôznych typov správania sa horninového masívu. Následne sa vybrali dva typy správania sa horninového masívu, na základe ktorých bol popísaný postup.

P1.7.2.2 Typ správania sa horninového masívu č. 3 s druhom horninového masívu č. 2

Na základe údajov, ktoré sa získali na mieste výrubu, sa vypracoval upresnený model horninového masívu pre druh horninového masívu č. 2 (obrázok P1.13). Pre tento príklad sa geotechnické ovplyvňujúce veličiny definovali nasledovne:

- **deformácie:** max. posuny v oblasti niekoľko málo decimetrov, rýchlosti posunov sa stále znižujú;
- **napät'ová situácia:** napätia v horninovom masíve sa nachádzajú v oblasti pevnosti horninového masívu;
- **výskyt vody:** sucho, resp. kvapkajúca voda;
- **kinematika:** priaznivá (pozri čl. P1.7.2.4).



Obrázok P1.13 - Typ správania sa horninového masívu č. 3 s druhom horninového masívu 2

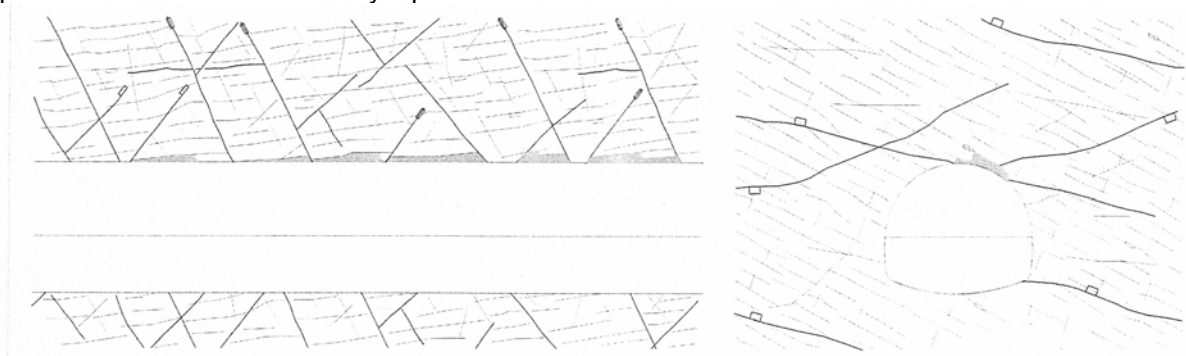
Pre správanie sa horninového masívu bola rozhodujúca mechanicky účinná a úzka bridličnatosť, ako aj čiastočne otvorené klzné plochy alebo trhliny v horninovom masíve. Tieto oblasti s potenciálom pre následné výlomy spôsobené svojou štruktúrou, v kombinácii so zlomovými zjavmi horninového masívu v bezprostrednej blízkosti podzemného priestoru, sa označia tmavošedým pozadím.

P1.7.2.3 Typ správania sa horninového masívu 2/1 s druhom horninového masívu č. 4.2

Obrázok P1.14 znázorňuje upresnený model horninového masívu pre DHM 4.2. Geotechnické ovplyvňujúce veličiny sa pre tento príklad definované nasledovne, resp. vyjadrili nasledovnými hodnotami:

- **deformácie:** max. posuny v oblasti málo centimetrov, posuny ustanú rýchlo;
- **napät'ová situácia:** nízke zaťaženie horninového masívu, (napätia sú jednoznačne nižšie ako pevnosť horninového masívu);
- **výskyt vody:** sucho resp. kvapkajúca voda;
- **kinematika:** priaznivá (pozri čl. P1.7.2.4).

Na základe nízkeho zaťaženia je tento typ správania sa charakterizovaný správaním sa pri výlome (kinematická situácia). Oblasti s potenciálom pre následné výlomy v blízkosti podzemného priestoru sa označia tmavošedým pozadím.



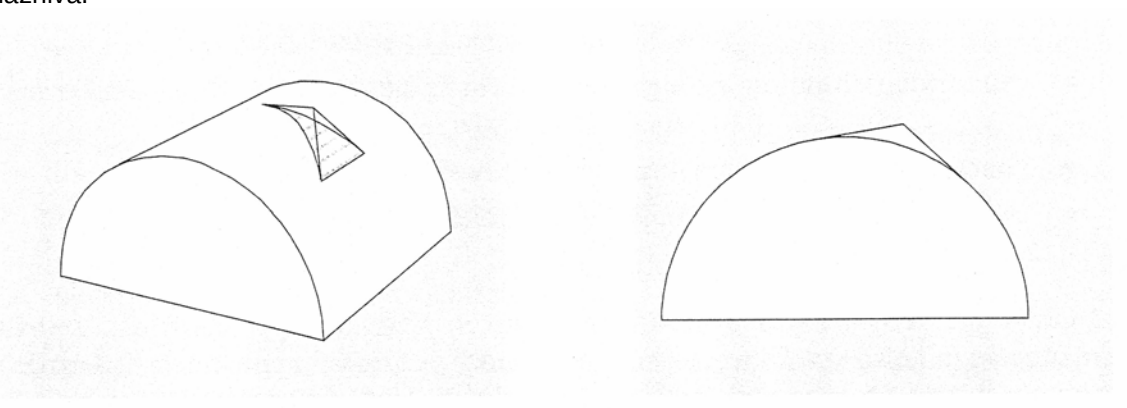
Obrázok P1.14 - Typ správania sa horninového masívu 2/1 s druhom horninového masívu č. 4.2

Popísaný typ správania sa horninového masívu sa podľa tabuľky P2.3 týchto TP priradil ku kategórii 2 (následné výlomy podmienené štruktúrou). Pri predmetnom projekte sa pre tento typ správania sa definovali dve podkategórie (DSH 2/1 a 2/2), pričom podstatnou rozlišovacou charakteristikou je kinematika (priaznivá alebo nepriaznivá). Na schematickom príklade z obrázka P1.14 vzniká na základe priaznivej kinematickej situácií typ správania sa horninového masívu 2/1.

P1.7.2.4 Kinematický prieskum

Na odhad potenciálu na gravitačné zlyhanie blokov z tunelovej steny a tým na tvorbu nadprofilov sa vykonali kinematické prieskumy. Na základe analýzy zistenej štruktúry deliacich plôch sa pomocou softwarového programu UNWEDGE [LP1.8] vypracuje modelovanie geometrie a veľkosti kinematicky voľných blokov.

Obrázok P1.15 znázorňuje výsledok kinematického prieskumu. Najväčší voľný blok vykazuje maximálnu dĺžku hrán vo veľkosti 4 m (v pozdĺžnom smere tunela) a maximálnu výšku (= hĺbka nadvýlomu) v hodnote cca. 0,8 m. Na základe analýzy sa kinematická situácia klasifikovala ako priaznivá.



Obrázok P1.15 - Kinematický prieskum štruktúrnej situácie

P1.7.3 Určenie stavebno-technických opatrení a prognóza systémového správania

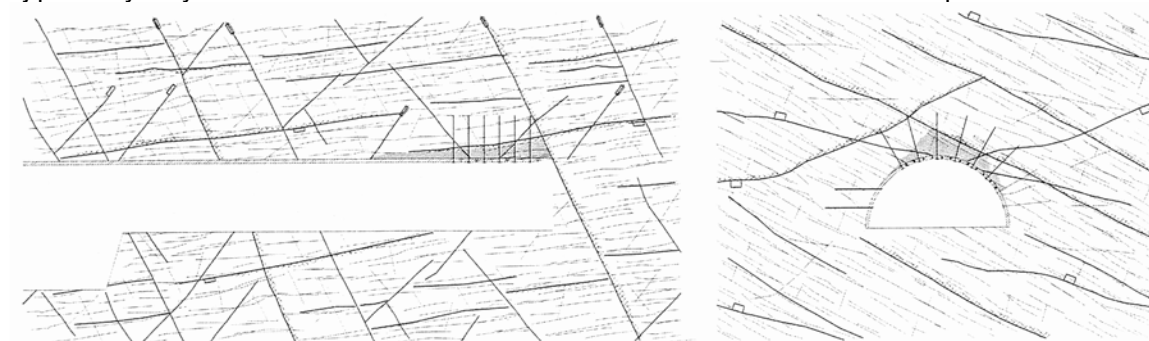
P1.7.3.1 Všeobecne

Počas projektovania sa jednotlivým typom správania sa horninového masívu priradilo rozdelenie prierezu a škála záberových dĺžok a vystrojovacích prostriedkov.

Počas razenia sa na základe poznatkov a pozorovaní na mieste výrubu prispôbili a upresnili stavebno-technické opatrenia.

P1.7.3.2 Typ správania sa horninového masívu č.3

Obrázok P1.16 znázorňuje príklad pre priradenie stavebno-technických opatrení k typu správania sa horninového masívu č.3. Rozdelenie prierezu na kalotu a stupeň redukovalo možný objem následného výlomu podmieneného štruktúrou a znížilo sa nebezpečenstvo vypadávania blokov na čelbe. Okrem toho sa redukoval objem následných výlomov obmedzením dĺžky záberu ($a = 1,3$ m) a aplikáciou ihiel. Oblúky a relatívne tuhé primárne ostenie zo striekaného betónu znížili možné nakyprenie v horninovom masíve. Rýchlo účinné ukotvenie práve vo vrchole a opore klenky zabránilo aj pri veľkých rýchlostiach razenia tvoreniu väčších tlačiacich sa zaťažení v strope.



Obrázok P1.16 - Stanovenie stavebno-technických opatrení u DSH 3

S použitím popísaných stavebno-technických opatrení sa prognózovali toto systémové správanie:

- **celkové posuny:** celkové posuny – cca 8 cm až 10 cm; rýchlosti posunov sa stále znižujú;
- **stabilita výrubu:** žiadne systematické nadprofily; lokálne sa môžu vyskytnúť nadvýlomy malého objemu;
- **vyťaženosť vystrojovacích prostriedkov:** stupeň vyťaženia v primárnom ostení striekaného betónu pod 100 % (žiadne preťaženie, resp. trhliny v striekanom betóne).

P1.7.3.3 Typ správania sa horninového masívu 2/1

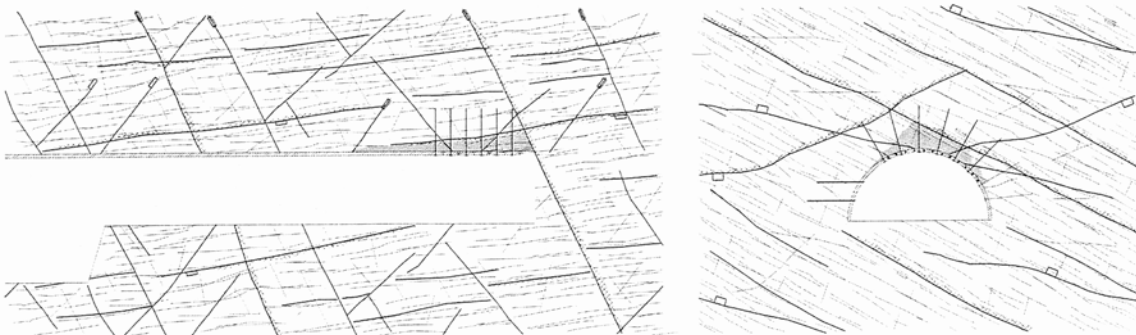
Následne je popísaný postup pri priradení stavebno-technických opatrení pri type správania sa horninového masívu 2/1.

Rozdelenie prierezu výrubu do kaloty a stupňa pri tomto type správania sa netreba, (t. j. je možné razenie plného prierezu). Razenie sa realizovalo ale oddelene – razenie kaloty a razenie stupňa, pretože si to vyžadovali susedné úseky a zmena spôsobu razenia by nebola hospodárna.

Správanie sa charakterizovalo hlavne gravitačným vyklíznutím blokov zo štruktúry horninového masívu (systematické nadprofily). Pri type správania sa horninového masívu 2/1 bolo potrebné rozhodnúť, či by sa systematický nadprofil mohol tolerovať alebo nie. Preto sa mohlo rozhodnúť zásadne medzi dvomi rôznymi postupmi.

P1.7.3.4 Systematický nadprofil bol tolerovaný

Za predpokladu, že by sa mohol tolerovať systematický nadprofil, sa dĺžka záberu obmedzila (napr. $a = 2,2 \text{ m} - 3,0 \text{ m}$). Použitie vystrojovacích prostriedkov sa obmedzilo na minimum (striekanie ochrany hlavy ako aj lokálne kotvenie, pozri obrázok P1.17).



Obrázok P1.17 - Stanovenie stavebno-technických opatrení pri DSH 2/1

Predpovedalo sa nasledovné systémové správanie:

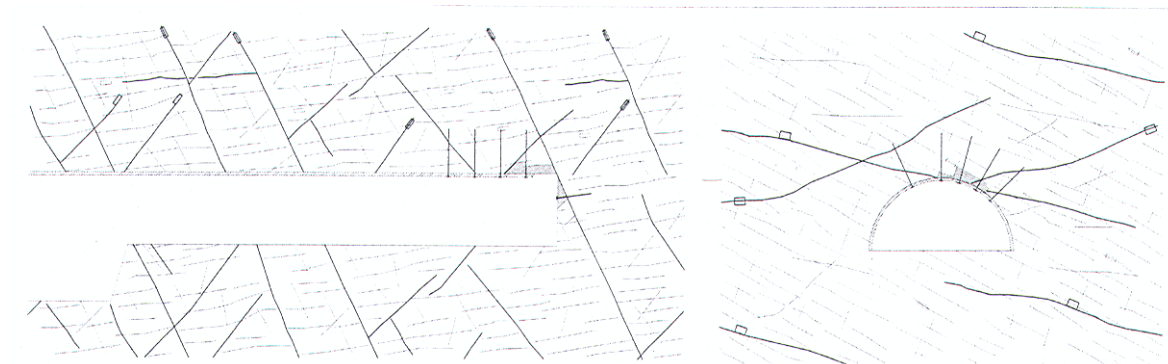
- **celkové posuny:** celkové posuny $< 1 \text{ cm}$; posuny rýchlo ustanú;
- **stabilita výrubu:** systematické vyskytujúce sa nadprofily s priemernou hĺbkou cca 50 cm až 70 cm; lokálne sú možné väčšie hĺbky.

P1.7.3.5 Systematický nadprofil nebol tolerovaný

Za predpokladu, že systematický nadprofil sa nemohol tolerovať, sa prostredníctvom zvýšených stavebno-technických opatrení zabránilo možným nadprofilom (obrázok P1.18). Opatrenia pozostávali z obmedzenia dĺžky záberu (napr. $a = 2,0 \text{ m} - 2,2 \text{ m}$), z použitia rýchlo účinného systémového kotvenia vo vrchole a pravej opore klenby, z použitia kotiev na čelbe na zabezpečenie klinov na čelbe, ako aj z tenkej škrupiny zo striekaného betónu (s jednou vrstvou výstuže).

S použitím popísaných stavebno-technických opatrení sa prognózovalo nasledovné systémové správanie:

- **celkové posuny:** celkové posuny < 1 cm; posuny rýchlo ustanú,
- **stabilita výrubu:** nevyskytujú sa systematické nadprofily.



Obrázok P1.18 - Stanovenie stavebno-technických opatrení u DSH 2/1

P1.7.4 Pozorovanie a overenie systémového správania

Pri type správania sa horninového masívu č. 3 sa vykonalo pozorovanie a overenie prognózovaného systémového správania sa na základe nameraných posunov a vyskytnutých posunov a nadprofilov. Vyskytli sa celkové posuny od 7 cm do 11 cm, rýchlosti posunov sa stále zmenšovali (v cca 2 tunelových prierezoch sa posuny zastavili po prechode čelby). Systematické nadprofily sa tiež nevyskytli. V škrupine zo striekaného betónu sa nepozorovali žiadne trhliny (t. j. stupeň vyťaženia < 100 %).

Pri type správania sa horninového masívu 2/1 záviselo pozorovanie a overenie prognózovaného systémového správania vo veľkej miere od toho, či bol systematický nadprofil vzhľadom na hĺbku a veľkosť v odhadovanom rozsahu.

Keď sa systémové správanie ukázalo ako priaznivejšie, (žiadne systematické nadprofily), na základe malého počtu použitých stavebno-technických opatrení sa upustilo od ďalšej optimalizácie.

Pri nepriaznivejšom správaní bola potrebná rýchla zmena k postupu, ktorý je popísaný v čl. P1.7.3.5 To znamená, že sa vynakladalo viac stavebno-technických opatrení, aby sa zabránilo systematickým nadprofilom. Týmto sa zvýšil aj komfort pre raziace tímy počas raziacich prác.

P1.8 Použitá literatúra

- [LP1.1] ISRM Commission on Testing Methods. (1993). In Brown, E. T. (ed.) Rock Characterization Testing and Monitoring. Pergamon Press. [ISRM Poverenie o skúšobných metódach];
- [LP1.2] Feder, G. (1977). Zum Stabilitätsnachweis für Hohlräume in festem Gebirge bei richtungsbetontem Primärdruck. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 122 (4), 131 -140. [Potvrdenie stability dutín v pevnej hornine pri zdôraznení smeru primárneho tlaku];
- [LP1.3] Hoek, E. & Brown, E.T. (1997). Practical Estimates of Rock Mass Strength. Int. J. Rock Mech. & Min. Sei. & Geomech. Abstracts, 34(8), 1165-1186. [Praktické odhady pevností horninového masívu];
- [LP1.4] Hoek, E. (1999). Support for very weak rock associated with faults and shear zones. Rock Support and Reinforcement Practice in Mining, Proc. intern. symp., Australia, Kalgoorlie, March 1999. [Podpora pre veľmi slabé skalné podložie so zlomami a šmykovými zónami];
- [LP1.5] Thurner, R. (2000). Probabilistische Untersuchungen in der Geotechnik mittels deterministischer Finite Elemente-Methode. Dissertation, Technische Universität Graz. [Pravdepodobnostné štúdie v geotechnike pomocou určujúcej metódy konečných prvkov];
- [LP1.6] Rosenblueth, E. (1975). Point estimates for probability moments. Proc. Nat. Acad. Sei. USA, October 1975, Vol. 72(10), 3812-3814. [Bodové odhady pre pravdepodobnostné momenty];
- [LP1.7] UDEC, Itasca Consulting Group, Inc. Minnesota USA.
- [LP1.8] Unwedge, Roc Science, Toronto, Kanada, (<http://www.roscience.com>)

PRÍLOHA 2 Geotechnický návrh podzemných stavieb

P2.1 Stanovenie cieľa

Cieľom všetkých činností v rámci geomechanického plánovania je ekonomická optimalizácia stavebno-technických opatrení pri zabezpečení príslušných bezpečnostných požiadaviek s využitím miestnych pomerov v horninovom masíve.

Táto príloha by mali slúžiť ako príručka pre systematický postup a kontrolovateľnosť konceptov, úvah a rozhodnutí pri stanovovaní raziacich a vystrojových opatrení.

Táto požiadavka je poznačená mnohými neistotami vzhľadom na charakteristiku horninového masívu, správanie sa materiálu, napäťovú situáciu a výskyt vody v horninovom masíve. V popredí posudzovania sú preto stále vlastnosti horninového masívu ako aj správanie sa horninového masívu, ktoré s tým súvisí.

Existujúce schematicky hodnotiace metódy správania sa horninového masívu a stavebno-technických opatrení, ktoré sú z toho odvodené, sa obvykle vyvinuli vždy na špeciálne pomery v horninovom masíve, pretože aplikácia takýchto hodnotiacich metód vedie pre nedostatok všeobecnej platnosti často k neúspechom [LP2.1]. Cielené plánovanie a cielenú stavebnú realizáciu je z technického a ekonomického hľadiska sa môže zabezpečiť nakoniec len takým postupom, ktorý je špecifický pre horninové prostredie a konkrétny projekt.

Na zabezpečenie kontrolovateľného inžinierskeho plánovania a zhotovenia podzemných priestorov treba napriek všetkým neistotám stratégia dimenzovania, ktorá obsahuje viac krokov a ktorá pritom spája jasný geomechanický dimenzačný koncept s optimálnym prispôbením stavebných opatrení na príslušné miestne pomery. Geomechanické plánovanie má tieto dve fázy:

Fáza č. 1: Projektová príprava

Určenie očakávaných vlastností horninového masívu (druhy horninového masívu) a očakávaného správania sa horninového masívu (typy správania sa horninového masívu) ako aj stanovenie stavebno-technických opatrení a výpočet vystrojovacích tried.

V rámci plánovania treba okrem toho vypracovať rámcový plán o tunelovej stavebnej technike. V ňom treba jasne popísať, aké pomery horninového masívu a aké iné predpoklady tvorili podklad pre plánovanie. Rámcový plán musí obsahovať aj jednoznačné stanovenia, ktoré stavebno-technické opatrenia platia na mieste ako nemenné, resp. ktoré opatrenia a podľa akých kritérií treba prispôbovať miestnym podmienkam.

Všetky výsledky jednotlivých krokov geomechanického plánovania treba popísať v geomechanickej správe.

Fáza č. 2: Realizácia stavby

Zápis geomechanicky relevantných vlastností horninového masívu ako aj priradenie aktuálneho správania sa horninového masívu k príslušnému typu správania sa horninového masívu. Stanovenie stavebných opatrení s ohľadom na údaje z rámcového plánu tunelovej stavebnej techniky a z geotechnického plánu bezpečnostného manažmentu.

Pokračovanie geomechanického plánovania, najmä rámcového plánu tunelovej stavebnej techniky pre ešte nerazené úseky podzemnej priestorovej stavby na základe pribúdajúcich poznatkov o ďalšom stavebnom priestore s cieľom ekonomickej optimalizácie s ohľadom na práve potrebnú bezpečnosť.

V oboch fázach by sa podklady a predpoklady pre jednotlivé stanovenia mali kontrolovateľne zdôvodniť a zdokumentovať. Okrem toho treba v rámci plánovania a realizácie zabezpečiť, rozpracovať a analyzovať všetky účelné informácie, ktoré poskytujú údaje o vlastnostiach a správaní sa horninového prostredia.

P2.2 Fáza č. 1 – Projektová príprava

P2.2.1 Zásadný postup

V rámci celkového tunelového plánovania treba vykonať aj geomechanické plánovanie, ktoré tvorí podklad pre schvaľovacie konania, na vypracovanie súťažných podkladov (zistenie vystrojovacích tried a ich rozdelenie) ako aj pre stanovenie stavebno-technických opatrení na mieste (rámcový plán tunelovej stavebnej techniky) [LP2.3].

Vývojový diagram (obr. č. 1) ukazuje zásadný priebeh geomechanického plánovania počnúc od stanovenia druhu horninového masívu až po stanovenie vystrojovacích tried. Pritom treba postupovať v piatich krokoch:

1. krok – určenie druhu horninového masívu

V prvom kroku sa popíšu geomechanicky relevantné parametre horninového masívu a ich vlastnosti. Podľa týchto vlastností sa určujú druhy horninového masívu. Počet druhov horninového masívu závisí od projektu a vyplýva z predmetných geologických pomerov v území, kde sa projekt realizuje.

2. krok – určenie typov správania sa horninového masívu

V druhom kroku sa kombinujú druhy horninového masívu s miestnymi pomermi výskytu vody z horninového masívu, s priestorovou orientáciou deliacich plôch ako aj s napätiami na mieste a prípadne s inými faktormi, ktoré ovplyvňujú správanie sa horninového masívu. Z tohto kroku vyplýva stanovenie typov správania sa horninového masívu špecifické pre projekt.

Pri tomto kroku je dôležité, aby sa zaznamenalo a popísalo také správanie sa horninového masívu, ktoré by nastalo v celom priereze bez vplyvu cielených opatrení pri razení.

3. krok – určenie výlomu a zabezpečenia

Na základe určených typov správania sa horninového prostredia, ktoré je špecifické pre projekt, sa v treťom kroku stanovujú stavebné opatrenia v súlade s príslušným typom správania sa horninového masívu.

Z kombinácie správania sa horninového masívu a zvolených stavebných opatrení vyplýva systémové správanie. Zistené systémové správanie treba porovnať s definovanými požiadavkami (kritéria vhodnosti použitia). Pri nedostatočnom súlade sa spôsob výstavby a/alebo zabezpečovacie prostriedky mení tak dlho, pokiaľ sa nezíska zhoda.

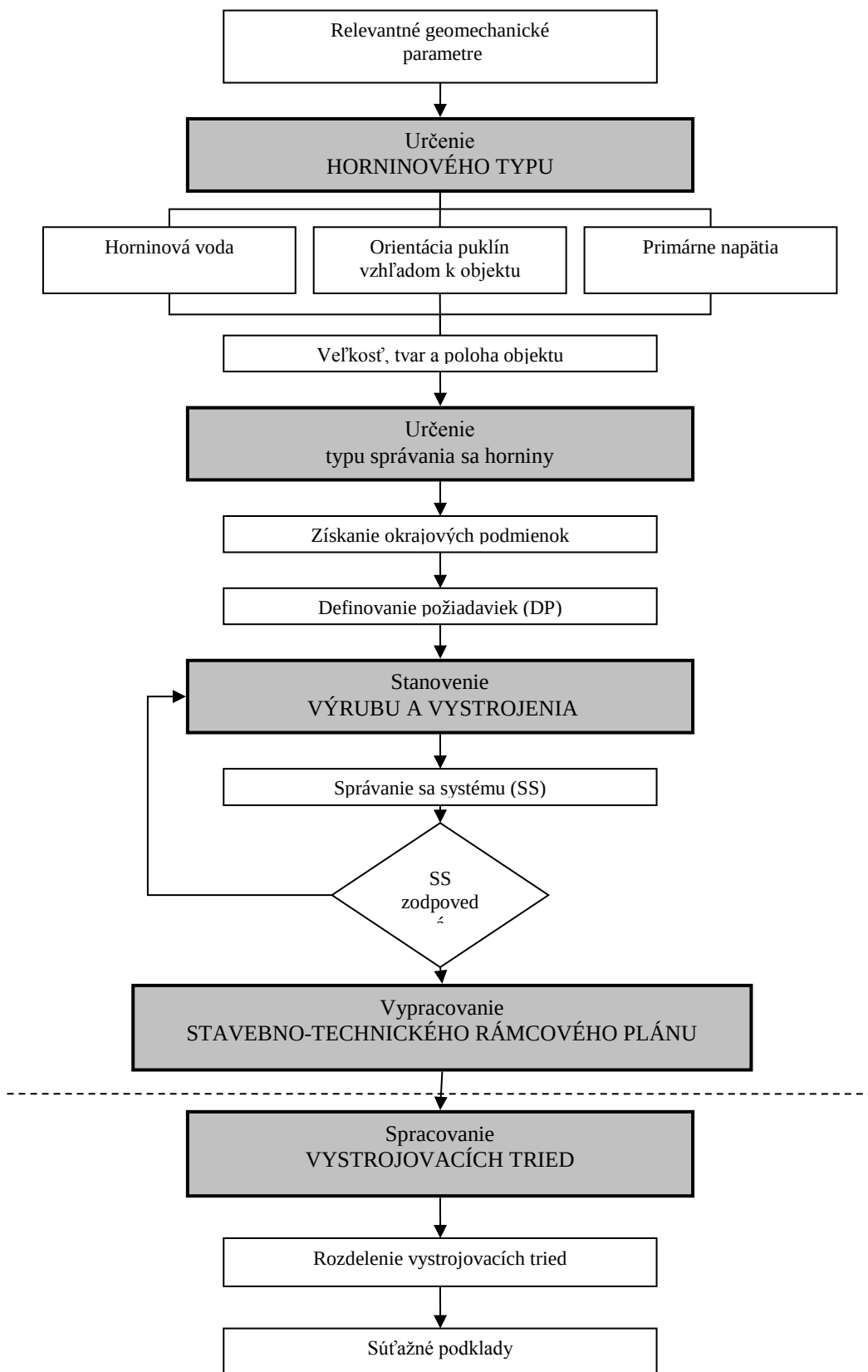
4. krok – určenie rámcového plánu tunelovej stavebnej techniky

Na základe krokov č.1 až 3 z geomechanického plánovania treba urobiť ohraničenia raziacich úsekov, ktoré sú z hľadiska stavebnej techniky rovnaké. Pre tieto treba vypracovať rámcový plán tunelovej stavebnej techniky s jasnými predpismi na výrub a zabezpečenie ako aj s inými údajmi a ustanoveniami.

5. krok – určenie vystrojovacích tried

Piaty krok obsahuje zistenie vystrojovacích tried, ktoré vyplývajú z hodnotenia stavebných opatrení (podľa technickej smernice pre vystrojovacie triedy) a ktoré slúžia na vypracovanie pravidiel odmeňovania v súťažných podkladoch.

Aby sa mohol realizovať výpočet množstiev pre zoznam výkonov, treba na základe predpokladaného rozdelenia typov správania sa horninového masívu vypracovať prognózu o rozdelení vystrojovacích tried po celej dĺžke priestoru, ktorý treba raziť.



Obrázok P2.1 - Schematický priebeh geomechanického plánovania

P2.2.2 Určenie druhov horninových prostredí

Horninové prostredie je geotechnicky významný objem hornín vrátane jeho deliacich plôch a tektonických štruktúr (horninový masív), ktorý je rovnaký vzhľadom na nasledovné vlastnosti:

- v pevnej hornine: parametre pevnosti (hornina – horninový masív), vlastnosti deliacich plôch, hornina, štruktúra zŕn, stav horniny a horninového masívu, typy deliacich plôch;
- v uvoľnenej hornine: parametre zmesi zŕn, parametre komponentov pôdy, parametre matice, voda v pôde.

Rôzne druhy horninového masívu vykazujú rôzne vlastnosti, ktoré vplývajú na ich správanie. Preto treba k popisu rôznych druhov horninových masívov definovať ich príslušné kľúčové parametre. Horninové komplexy s podobnými kombináciami podľa druhu a veľkosti smerodajných parametrov sa zahŕňajú vždy do jedného horninového druhu.

Určenie druhov horninových masívov treba vykonať na základe príslušného stavu vedomostí s ohľadom na ich význam na zhotovenie stavebného diela. Počet druhov horninových masívov je preto špecifický pre každý projekt a vyplýva z komplexnosti geologických pomerov. V skorších fázach projektovania spravidla postačuje hrubé rozdelenie. S pribúdajúcim poznaním a pribúdajúcim stupňom plánovania sa môže resp. účelne ďalej rozdeliť.

Na koniec sa priradujú k jednotlivým úsekom podzemného stavebného priestoru (prognóza) očakávané druhy horninového prostredia.

P2.2.2.1 Metodika

Geotechnicky relevantné vlastnosti horninového masívu sa popíšu vybranými parametrami [LP2.4]. Tabuľka 1 má slúžiť ako pomoc pre výber geotechnicky rozhodujúcich parametrov v závislosti od rôznych druhov hornín. Podľa daností špecificky pre projekt môžu vzniknúť aj iné významy týchto parametrov. V každom prípade treba skontrolovať, či sú zvolené parametre postačujúce na účelný popis vlastností horninového masívu ([LP2.5], [LP2.6]).

Príloha A obsahuje zoznam parametrov o horninách, deliacich plochách a horninových prostrediach s príslušnými odkazmi na literatúru.

Na stanovenie jednotlivých parametrov by sa mali vybrať zásadne miestne bežné štandardy. Použitie iných spôsobov by sa malo zdôvodniť.

Vo všetkých fázach spracovania by sa malo okrem potrebného uvádzania počtu použitých resp. vyhodnotených údajov usilovať o uvedenie minimálnych a maximálnych hodnôt (tzv. „most probable/best estimate“) (alebo statická forma rozloženia, momentov, kvantilov atď.).

Rovnaké druhy hornín so signifikantne rôznymi deliacimi plochami a/alebo rôznymi vlastnosťami hornín treba rozdeliť do viacerých druhov horninových prostredí, pokiaľ sa vyskytujú v predmetnom navrhovanom území v objemoch, ktoré sa môže evidovať a ohraničiť.

Druh parametrov závisí od druhu stavebného diela, ktoré treba zhotoviť a od horninového prostredia. Počet jednotlivých parametrov, ktoré sa používajú počas jednotlivých projektových fáz budú rozdielne na definíciu druhov horninových prostredí, resp. ich rozdelenie do tried (napr. v tabuľke .2). Na stanovenie a ohraničenie druhov horninových prostredí treba v každom prípade zisťovať aj mechanické správanie sa a hydraulické vlastnosti horninového prostredia.

V skorších fázach projektovania (napr. pri štúdiu vhodnosti, prípravnej štúdiu) sa môžu použiť jednoduché hodnotiace spôsoby ([LP2.7], [LP2.8]), pričom pri parametroch hornín a horninových prostredí treba využiť literatúru a skúsenosti. Vždy treba uviesť zdroj použitých hodnôt.

V neskorších fázach projektovej dokumentácie sa môžu použiť na zistenie vlastností reprezentatívneho horninového objemu empirické spôsoby [LP2.9] alebo numerické metódy ([LP2.10], [LP2.11], [LP2.12]).

Okrem pevnosti horninového masívu a deformačných vlastností sa uvedú aj špeciálne charakteristiky (napr. silná anizotropia [LP2.13], malé trenie na deliacich plochách, prítomnosť iných druhov hornín atď.).

Tabuľka P2.1 - Príkladné priradenie geotechnicky rozhodujúcich parametrov k nadradeným druhom hornín

DRUH HORNINY	ROZHODUJÚCE PARAMETRE																
	VLASTNOSTI HORNINY											VLASTNOSTI DELIACICH PLŔCH					
	Obsah minerálov	Obsah fľovitých minerálov (kvalitatívne)	Obsah fľovitých minerálov (kvantitatívne)	Cementácia	Veľkosť zŕn	Textúra	Pomer matice / komponenty	Pórovitosť	Zostarnutosť / zvetralosť	Fenómén rozpustnosti	Napúčavacie vlastnosti	Pevnostné vlastnosti	Anizotropia	Orientácia dominujúcich vrstiev	Počet a orientácia vrstiev	Intenzita rozloženia	Sklon deliacich plôch
PEVNÉ HORNINY	Plutonické Horniny	■			■	■			□			■			■	■	□
	Vulkanické Horniny (masív)	□				□		■	■			■			■	■	□
	Vulkanoelastické Horniny	□	□		□		■	■	■		□	□					
	Hrubozrné Klastické horniny (masív)	□		□	■	□	■	□	□			■			□	□	□
	Jemnozrné Klastické horniny (masív)		■	■	■				□		■	□			□	□	
	Hrubozrné Klastické horniny (vrstevnaté)	□		□	■		■	□	□			■	■	■			■
	Jemnozrné Klastické horniny (vrstevnaté)		■	■	■				□		■		■	■			■
	Vápencové horniny (masív)	■								■		■			□	■	□
	Vápencové horniny (vrstevnaté)	■								■		■		■	■		□
	Sulfátové Horniny	■								■	■	□					
	Premenené Horniny (masív)	■			■	■			□			■			■	■	□
	Premenené Horniny (vrstevnaté)	■			■	■			□			■	■	■	■	□	■
	Porušené Horniny	□	■	■	■		■		□		■	■					
NESPEVNENÉ HORNINY	Hrubozrné zeminy (štrk)				■		■	□				■					
	Hrubozrné zeminy (piesok)				■		□	□				■					
	Strednozrné zeminy	□		■	■		■	□			□	■					
	Jemnozrné zeminy (bridličnaté)				■			□				■					
	Jemnozrné zeminy (II)	□		■	■			□			■	■					

Vysvetlivky: ■ vlastnosť s nadradeným významom □ vlastnosť s podradeným významom

Tabuľka P2.2 - Príklad smerodajných parametrov a možných metód ich získavania v závislosti od projektovej fázy

Projektová fáza	Smerodajný/rozhodujúci parameter	Zisťovanie parametrov
Štúdia	Druh horniny	Regionálne geologické mapy, literatúra, obhliadka, fotodokumentácia
	Vlastnosti hornín (napr. pevnostné vlastnosti, ...)	Literatúra, porovnávacie hodnoty
	Vlastnosti deliacich plôch (napr. orientácia dominujúcej hlavnej skupiny)	Literatúra, porovnávacie hodnoty, obhliadka, fotodokumentácia
Dokumentácia na územné rozhodnutie	Druh horniny	Mapovanie, vrty, geofyzika, fotodokumentácia
	Vlastnosti hornín (napr. pevnostné vlastnosti, ...)	Hrubá klasifikácia podľa obhliadky terénu a vrto
	Vlastnosti deliacich plôch (napr. orientácia dominujúcej hlavnej skupiny, intenzita rozloženia)	Klasifikácia podľa obhliadky terénu, satelitnej a i. fotodokumentácie
Dokumentácia na stavebné povolenie	Druh horniny	Detailne mapovanie, vrty, geofyzika, fotodokumentácie
	Vlastnosti hornín (geotechnické parametre, zastúpenie minerálov, veľkosť zŕn, pomer matica/komponenty, zvetranie, pórovitosť)	Klasifikácia podľa detailného mapovania, vrty, výsledky laboratórnych skúšok
	Vlastnosti deliacich plôch, poruch. zón, (napr. orientácia, početnosť, zvetranie, drsnosť)	Klasifikácia podľa statického vyhodnotenia (detailné mapovanie, vrty, geofyzikálne vrtné pokusy, vybrané metódy)
Dokumentácia na súťažný návrh	Druh horniny	Prehľadné poznatkov v geotechnicky kritických úsekoch, modelové výpočty
	Vlastnosti hornín	
	Vlastnosti deliacich plôch	

P2.2.3 Určenie typov správania sa horninového prostredia

Najprv sa v jednotlivých úsekoch podzemného stavebného diela eviduje orientácia smerodajných štruktúr vzhľadom k podzemnému priestoru. Potom sa zisťuje správanie sa horninového masívu v príslušných úsekoch s ohľadom na prevládajúce primárne napätia a na výskyt vody. V ďalšom kroku sa určujú v navrhovanom území očakávané typy správania sa horninového masívu a stanovuje sa prognóza ich rozdelenia pozdĺž podzemnej stavby.

Typy správania sa horninového masívu tvoria dôležitý základ pre plánovanie priebehu razenia a potrebných zabezpečovacích opatrení. Opíšu správanie sa horninového masívu pri výlome plného konečného prierezu bez vplyvu na rozdelenie prierezu a zabezpečovacie opatrenia.

P2.2.3.1 Metodika

V tomto kroku treba zásadne pri dlhých podzemných otvoroch vychádzať z nekonečne dlhého nezabezpečeného podzemného otvoru. Všetky stavebno-technické opatrenia sú kontrolovateľne odvodené zo správania sa nezabezpečeného horninového masívu.

Pri podzemných stavebných dieloch s obmedzenou pozdĺžnou dimenziou (napr. rozšírenia, kaverny atď.) sa posudzujú v celej dĺžke.

Pri stanovení typu správania sa horninového masívu sa všeobecne zohľadňujú tieto ovplyvňujúce faktory:

- druh horninového masívu;
- stav primárnych napätí;
- (odhad napäťových pomerov v nenarušenom horninovom masíve;
- tvar, veľkosť a poloha podzemného otvoru, metóda riešenia (priemer a tvar prierezu v konečnom stave vystrojenia, nie pre jednotlivé medzištádia vystrojenia);
- orientácia stavebného diela k štruktúre a textúre deliacich plôch (popisuje polohu stavebného diela k rozhodujúcim sústavám deliacich plôch; slúži ako podklad pre kinematické úvahy a na zistenie napäťových zmien následkom skladby;
- voda v horninovom masíve, tlak prúdenia, hydrostatický tlak.

Na určenie typov správania sa horninového masívu sa odporúčajú okrem iného nasledovné prieskumy:

- Kinematika: Kinematické prieskumy na evidenciu následných výlomov podmienené štruktúrou a textúrou horniny, resp. vyšmyknutie prasknutých telies.
Metódy: napr. Key Block Theory [LP2.14], analýza polohovej gule [LP2.15], [LP2.16]
- Zaťaženie: Vyplýva z pomeru medzi primárnym stavom napätí, ktoré pôsobia v oblasti razenia tunela a pevnostnými a deformačnými vlastnosťami horniny.
Metódy: analytické metódy [LP2.17], [LP2.18], [LP2.19], [LP2.20]
- Zlomové mechanizmy: Je potrebné skúmať možné zlomové mechanizmy a popísať ich aspoň kvalitatívne (napr. krehký zlom s malou hĺbkou, šmykové porušenie pri nízkej hladine napätí na deliacich plochách s malým trením, šmykový zlom, atď.)
Metódy: modelové pokusy, analytické metódy, numerické metódy, ktoré modelujú tvorenie diskretných zlomov, vypracované a meraniami podložené príklady prípadov.

Pokiaľ sa jednotlivé vplyvajúce faktory nemôžu určiť s príslušnou istotou, zhotoví sa štúdia variantov s očakávanou kolísavosťou parametrov.

Na tvorenie modelu sa zásadne hodia všetky analytické a numerické metódy, ktoré môžu zobrazit' charakteristiky príslušného horninového masívu s ohľadom na dané rámcové podmienky čo najbližšie k realite.

Stanovené typy správania sa horninového masívu sa priradia k jedenástim kategóriám z tabuľky 3. Ak sa identifikuje viac typov správania sa horninového masívu, ktoré patria do tej istej kategórie, ale predsa sa rozlišujú v detailoch, treba zaviesť podkategórie (napr. 2/1, 2/2 atď. pri horninovom masíve s následnými výlomami s rôznymi kombináciami alebo orientáciou deliacich plôch).

Tabuľka P2.3

Nadradené kategórie typov správania sa horninového masívu
(podľa doporučení Rakúskej geomechanickej spoločnosti pre geomechanické projektovanie
podzemných stavieb pri cyklickom razení, z Októbra 2001)

Kategória	Typ správania sa horninového masívu	Popis správania sa horninového masívu (bez výstrojných prostriedkov)	Trieda razenia podľa 1. určujúceho čísla
1	Stabilná hornina	Stabilná hornina s možnosťou vypadávania alebo vyšmyknutia uvoľnených telies s malým objemom v dôsledku pôsobenia gravitačných síl	(3), 4
2	Následné výlomy podmienené štruktúrou a textúrou horniny	Do hĺbky zasahujúce následné výlomy podmienené štruktúrou a textúrou horniny a tiež pôsobením gravitačných síl, ojedinelé lokálne prekročenie šmykových pevností na deliacich plochách	(4), 5
3	Prekročenie únosnosti v blízkosti výrubu	Oslabenie, prípadne plastizácia horniny, v blízkosti výrubu podmienená napätím v hornine, v kombinácii s následnými výlomami podmienenými štruktúrou a textúrou horniny	(4), (5), 6
4	Hlboko siahajúce prekročenie únosnosti	Hlboko siahajúce oslabenie prípadne plastizácia horniny podmienené napätím v hornine vyvolávaným veľkými deformáciami	5, 6, (7)
5	Odprasky	Spontánne odpraskávanie horniny v dôsledku vysokého napätia v kombinácii s krehkou horninou	
6	Vzper vrstvy	Strata stability (vybočenie) štíhlych dosiek, často v kombinácii so zlyhaním v šmyku	(6), 7
7	Šmykové porušenie (zlyhanie) pri nízkej hladine napätí	Potenciál k veľkoobjemovým následným výlomom a progresívnemu šmykovému zlyhaniu v dôsledku nízkej hladiny napätí (v klenbe)	(6), 7
8	Sypká (drolivá) hornina	Vytekание vo väčšine prípadov nesúdržnej, suchej až vlhkej horniny	
9	Tečúca hornina	Vytekание horniny s vysokým obsahom vody	
10	Napučavá hornina	Časovo závislé zväčšovanie objemu horniny spôsobené fyzikálno-chemickými reakciami horniny a vody v kombinácii so znižovaním napätia	7
11	Hornina s prudko sa meniacimi deformačnými vlastnosťami	Silná variácia napätí a deformácií podmienená blokovou štruktúrou (napr. heterogénne poruchové zóny, tektonické zmiešaviny melange)	7

katégórie správania sa horninového masívu ktoré sa pri razení tunela Višňové nevyskytnú

P2.2.3.2 Údaje

Minimálne údaje pre každý typ správania sa horninového masívu sú:

- náčrt očakávanej štruktúry horninového masívu a mechanizmov zlyhania,
- druh(y) horninových masívov,
- orientácia smerodajných deliacich plôch relatívne k podzemnému priestoru,
- popis zaťaženia horninového masívu,
- výskyt vody, množstvo a vplyv na správanie sa horninového masívu,
- správanie sa horninového masívu (správanie výrubu a čelby vzhľadom na výlomy, druh nadmerného zaťaženia, zlomové mechanizmy, dlhodobé správanie),
- posunutie okraju podzemného priestoru, odhad veľkosti a smeru.

Jednotlivé typy správania sa horninového masívu sa môžu rozlišovať navzájom v rámci jednej kategórie podľa nasledovných hľadísk:

- druh horninového masívu,
- štruktúra horninového prostredia,

- výskyt vody,
- kinematika, druh zlyhania,
- veľkosti posunov.

P2.2.4 Stanovenie výlomu a zabezpečenie

Po predchádzajúcich krokoch určenia druhov horninových druhov a typov správania sa horninového masívu sa stanovujú stavebné opatrenia (výlom, zabezpečenie možných opatrení na zlepšenie druhu horninového masívu) a skúma sa systémové správanie a porovnávajú sa s požiadavkami.

P2.2.4.1 Ovpływujúce faktory

Ovpływujúce faktory pre systémové správanie sú:

- typ správania sa horninového prostredia,
- tvar a veľkosť výrubu,
- trojdimenzionálny vývoj priebehu stavby,
- časovo závislé vlastnosti stavebného podložia a zabezpečovacích prostriedkov, pokiaľ sú relevantné,
- zabezpečovacie prostriedky a ich miesto a čas zabudovania.

P2.2.4.2 Metodika

Metodika prieskumu je závislá od príslušných rámcových podmienok stavby. Hlavnú úlohu má rozptyl ovpływujúcich faktorov, ako aj možné účinky stavby na tretie faktory. Používajú sa tieto metodické pomôcky:

- analytické metódy,
- numerické metódy,
- porovnávacie prieskumy na základe skúseností z podobných stavieb.

Ovpływujúce faktory obvykle nie sú deterministickými veličinami na odhad systémového správania. Účinky variácie kritických ovpływujúcich faktorov na systémové správanie by sa mali skúmať v štúdií parametrov.

P2.2.4.3 Dôkazy

Prieskumom systémového správania sa dokazuje:

- stabilita vo všetkých štádiách výstavby,
- dodržanie prípustných účinkov na životné prostredie (sadania, otrasy, zásahy do prírody, atď.),
- dodržanie posunov v rámci stanovených tolerancií (prípustnosť, spôsobilosť použitia, znášanlivosť, atď.).

V prípadoch, kde sa príslušné parametre nedajú dopredu určiť s požadovanou presnosťou, treba v rámci geotechnického manažmentu bezpečnosti (čl. P2.4) uviesť metódy a postupy na overenie predpokladov súbežne s výstavbou, na odhad a zaručenie stability, na dodržiavanie prípustných účinkov na životné prostredie ako aj na riadenie a stanovenie potrebných stavebno-technických opatrení.

P2.2.5 Vypracovanie rámcového plánu pre tunelovú stavebnú techniku

Rámcový plán tunelovej stavebnej techniky na razenie a zabezpečenie slúži na prehľadné zobrazenie výsledkov geomechanického plánovania a mal by v krátkosti obsahovať nasledovné údaje:

- geologickú prognózu s rozdelením očakávaných druhov horninového masívu a typmi správania sa horninového prostredia;
- ohraničenie oblastí razenia, kde platia isté parametre na stanovenie na mieste;
- parametre pre výlom a zabezpečenie (napr. dĺžky výrubu, postupy ťažby, nadprofil, rýchlosti razenia, podmienky ukončenia dna, zabezpečovacie a zaisťovacie opatrenia, atď.);
- uvedenie takých opatrení, ktoré treba stanoviť na mieste (napr. zabezpečovacie opatrenia dopredu, zabezpečenie čelby, atď.);
- údaje k systémovému správaniu (správanie vzhľadom na výlomy a deformácie, stupeň vyťaženia zabezpečovacích prostriedkov atď.);
- údaje v rámci geotechnického manažmentu bezpečnosti (výstražné kritéria, opatrenia, atď.).

P2.2.6 Zistenie vystrojovacích tried

Po stanovení všetkých stavebno-technických opatrení pre jednotlivé typy správania sa horninového masívu sa vykonáva zistenie vystrojovacích tried podľa technických podmienok. Tieto slúžia výhradne pre popis výkonov, kalkuláciu a odmeňovanie vykonaných prác. Vystrojovacie triedy sa definujú prostredníctvom dvoch hlavných parametrov - dĺžka výrubu a počet zabezpečovacích prostriedkov.

Ku každému typu správania sa horninového masívu nekoreluje jedna vlastná vystrojovacia trieda, pretože za istých okolností sú tie isté stavebno-technické opatrenia účelné pre rôzne typy správania sa horninového masívu. Opačne môže nastať potreba, aby sa pre jeden typ správania sa horninového masívu plánovali viac vystrojovacích tried, ak príslušných typ správania sa horninového masívu pokrýva väčšiu škálu zabezpečovacích prostriedkov.

Na zistenie množstiev treba vypracovať prognózu na rozdelenie vystrojovacích tried. Túto treba vypracovať pre najpravdepodobnejší plán (mediánová hodnota) ako aj pre optimistický a pesimistický predpoklad. Pritom treba zohľadňovať nielen rôzne geologické a geotechnické pomery, ale aj heterogenitu a rôznorodosť horninového masívu pozdĺž trasy. Proces na rozhodovanie o zmene stavebných opatrení určujúce vystrojovaciu triedu trvá pri zistení lepšieho stavu horninového masívu vždy dlhšie ako v opačnom prípade. V silne heterogénnom horninovom masíve sa prispôsobenie v krátkych úsekoch na „dobrý horninový masív“ nemusí ukázať ako účelné resp. hospodárne.

P2.2.7 Geomechanická správa

Výsledky geomechanického plánovania treba zhrnúť do osobitnej geomechanickej správy, v ktorej treba jednotlivé kroky, ktoré sú v týchto TP zobrazené, prehľadne a kontrolovateľne popísať.

Geomechanická správa sa zakladá na odborných posudkoch jednotlivých odborných znalcov pre stavebné podložie a mala by sa vypracovať spoločne od zodpovedného tímu z odborných znalcov v oblasti základovej pôdy a zakladania, mechaniky zemín a tunelových projektantov s ohľadom na čiastkové zodpovednosti odvodené z príslušného obsahu zákazky.

Geomechanická správa musí hlavne obsahovať:

- krátke zobrazenie výsledkov prieskumu stavebného podložia a jeho interpretáciu ako podklad na geomechanické plánovanie;
- popis druhov horninového masívu ako aj uvedenie parametrov, ktoré sú pre nich rozhodujúce;
- popis typov správania sa horninového masívu ako aj uvedenie rozhodujúcich ovplyvňujúcich faktorov, realizovaných prieskumov, predpokladaných geomechanických modelových predstáv;
- správu o stanovení zabezpečenia výrubu ako aj rozhodujúce rizikové faktory použitých výpočtových metód ako aj realizovaných skúšok;
- rámcový plán pre tunelovú stavebnú techniku (opatrenia na mieste, systémové správanie, výstražné kritéria, atď.);
- správu o určení vystrojovacích tried ako aj ich prognostikované rozdelenie po dĺžke podzemného priestoru, ktorý treba raziť.

P2.3 Fáza č. 2 – Realizácia stavby

P2.3.1 Zásadný priebeh

Pretože pomery v horninovom masíve pred začiatkom výstavby väčšinou sa nemôžu dôkladne preskúmať a nemôžu byť preto úplne známe, je treba na dosiahnutie cieľa uvedeného v čl. P2.1 zvyčajne pokračovať a upresniť prognózy ako aj prispôsobenie stavebno-technických opatrení počas výstavby. Konečné priradenie stavebno-technických opatrení k existujúcim pomerom v horninovom masíve (stanovenie spôsobu razenia a zabezpečenia) je možné väčšinou až na mieste. Na zabezpečenie potrebnej bezpečnosti pri takomto postupe, treba uviesť príslušný manažment bezpečnosti (pozri čl. P2.4).

Obrázok 2 znázorňuje schematický zásadný postup pre jeden prierez.

1. krok – určenie aktuálneho druhu horninového masívu

V prvom kroku sa geologický prieskum počas výstavby cielene orientuje na evidenciu parametrov na zistenie aktuálneho druhu horninového masívu.

2. krok – priradenie aktuálneho typu správania sa horninového masívu

Doplnkové pozorovania v už vyrazenej oblasti, ako napr. príznaky preťaženia, mechanizmy pretvarovania a zlomov ako aj prípadne opatrenia na prieskum dopredu sa používajú na stálu aktualizáciu geologického modelu.

Ďalej treba zaznamenať a zobraziť reakciu stavebného podlažia na zásah v rámci zhotovenia podzemného priestoru vhodným geotechnickým meracím programom.

Na základe týchto pozorovaní treba vypracovať krátkodobú prognózu a priradiť najbližšiemu záberu typ správania sa horninového masívu.

3. krok – stanovenie razenia a vystrojenia

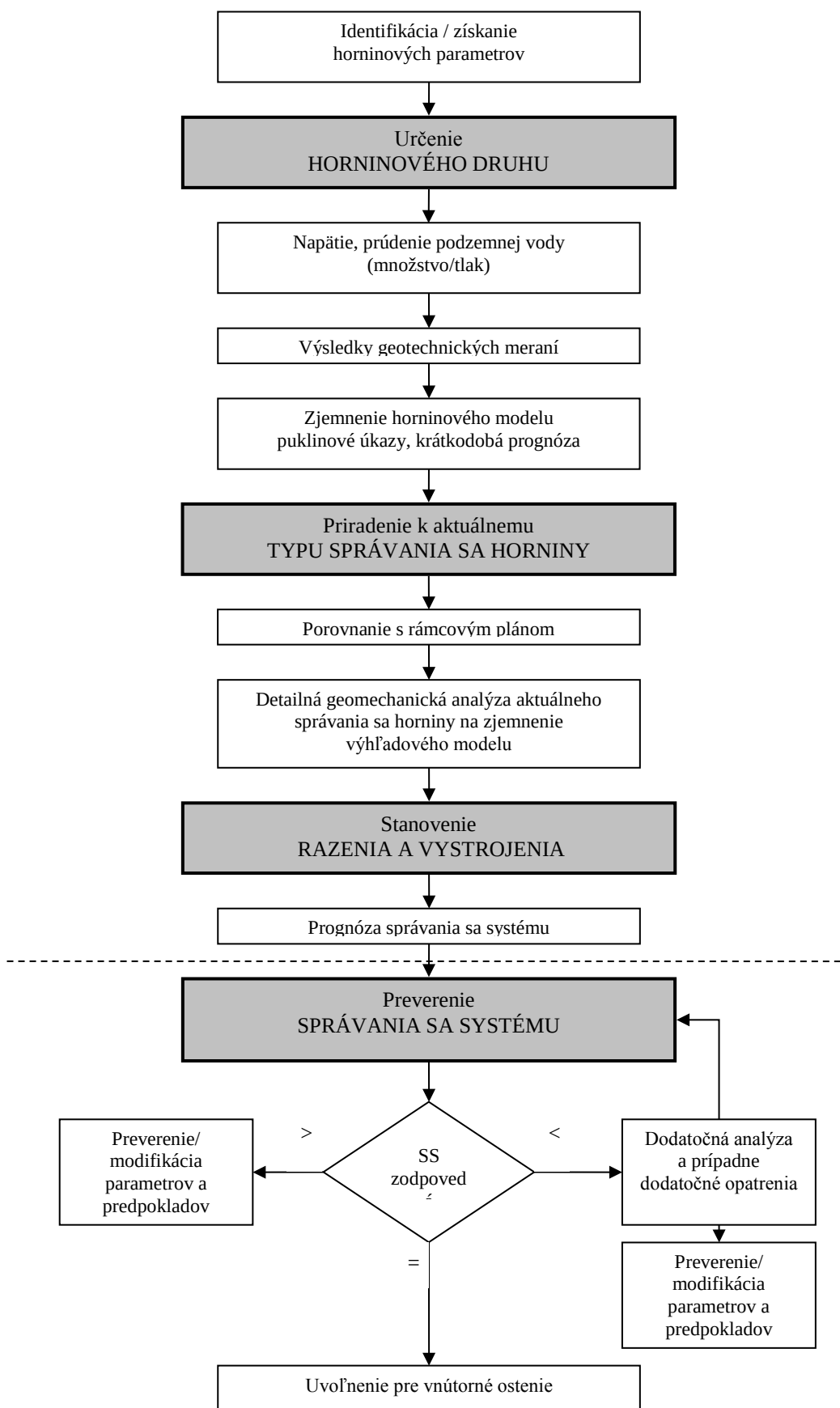
Stanovenie razenia a vystrojenia sa zásadne vykonáva v rámci parametrov z rámcového plánu tunelovej stavebnej techniky. Najskôr treba skontrolovať do akej miery sa skutočné pomery v horninovom masíve (druh horninového masívu, typ správania sa horninového prostredia) zhodujú s predpokladmi z rámcového plánu. Ďalej treba zrealizovať detailnú analýzu aktuálneho správania sa horninového masívu na spresnenie modelu prognóz. Na základe všetkých poznatkov získaných na mieste treba určiť stavebno-technické opatrenia s podmienkou, aby v každej fáze sa zabezpečil tak hospodárne, ako aj bezpečné razenie.

Na základe stanovených opatrení treba definovať resp. zaznamenať očakávané správanie sa systému v príslušnej oblasti razenia.

Stavebno-technické opatrenia sa zväčša stanovia pred razením. Po vyrazení sú zvyčajne možné už len menšie úpravy (napr. miestne ukotvenie, zahustenie a zmena dĺžka kotiev). Rozhodnutie sa zakladá preto aj v tejto fáze zväčša na (upresnenej) prognóze.

4. krok – Overenie systémového správania:

Overenie či systémové správanie zodpovedá definovaným požiadavkám, resp. kritériám geotechnického plánu manažmentu bezpečnosti sa vykonáva pozorovaním počas razenia a po vyrazení prierezu (vizuálne a meraniami). Ak sú deformácie alebo zaťaženia na vystrojenie väčšie alebo menšie ako boli očakávané pre tento úsek, je v každom prípade potrebné skontrolovať použité parametre a predpoklady. V prípade, že posuny alebo zaťaženia sú vyššie ako sa predpokladalo pre očakávané správanie sa systému, vykoná sa doplnková analýza systému a zabezpečia sa príslušné opatrenia (napr. zosilnenie vystrojenia). V prípade, že sa použili parametre a predpoklady vyššie ako sa zistili, treba tieto preskúmať a v prípade potreby modifikovať. Týmto sa priebežne zlepšuje a upresňuje spôsob vystrojenia a postup razenia.



Obrázok P2.2 - Principiálny priebeh stanovenia a overenia stavebných opatrení počas výstavby

P2.3.2 Určenie aktuálneho druhu horninového masívu

Na diferencovanie jednotlivých druhov horninového masívu sa dopĺňajú údaje z prognózy údajmi, ktoré sa získajú alebo získali na mieste. V prípravnej fáze sa stanovujú pre jednotlivé očakávané druhy horninového masívu kľúčové parametre. Pri stanovení týchto parametrov treba dbať na to, aby sa na mieste dali rutinovane ľahko stanoviť.

P2.3.2.1 Metodika

Jednotlivé kľúčové parametre sa rozdelia do kategórií. Ak je to možné, mali by sa používať numerické hodnoty (napr. vzdialenosť deliacich plôch, orientácia deliacich plôch, otvorenie trhlín, atď.). Z praktických dôvodov sa niektoré parametre na mieste popíšu len kvalitatívne (napr. drsnosť).

Váhou a kombináciou jednotlivých parametrov sa definujú kritéria na určenie druhov horninového masívu. Priradenie sa vykonáva v tabuľkovej forme.

P2.3.2.2 Stanovenie parametrov in situ

Geologický prieskum in situ sa sústreďuje na evidenciu relevantných geotechnických údajov a štruktúry horninového masívu. Zistené parametre sa zapisujú do formulárov, z ktorých vyplýva druh horninového masívu podľa vopred definovaných kritérií. Pri heterogénnych horninových druhoch sa čelba rozdelí do oblastí, pre ktoré sa príslušné parametre stanovujú oddelene.

Geologický a geotechnický prieskum in situ slúži ako základ na extrapoláciu geologických a geotechnických pomerov do takého objemu horninového masívu, ktorý je rozhodujúci pre správanie sa horninového prostredia. Je preto potrebné, aby sa záznam resp. prognóza nerobili len pre čelbu, ale aj pre rozsiahlejší priestor v okolí.

P2.3.3 Priradenie aktuálneho typu správania sa horninového masívu

P2.3.3.1 Metodika

Okrem parametrov na zistenie druhu horninového masívu sa zaznamenávajú aj jednotlivé ovplyvňujúce faktory, napr. výskyt vody v horninovom masíve, systém puklín, situácia napätí, kinematické danosti a pozorovania správania sa vo vzťahu k výrubu.

Je potrebné tiež zaznamenať a zadokumentovať odozvu podložia vhodným geotechnickým meracím programom. Pričom sa priebežne merajú priestorové komponenty posunutia na okraji výrubu (prípadne aj na povrchu terénu). Výsledky meraní je potrebné odborne kvalifikovane spracovať.

V kombinácii s predpokladanou štruktúrou horninového masívu sa na prognózu správania sa horninového masívu úseku, ktorý leží bezprostredne pred čelbou zohľadňujú aj výsledky geotechnických meraní ako aj pozorovania in situ (napr. náznaky zlomov).

Na základe zaznamenaných ovplyvňujúcich faktorov sa po dohode s geológom a s tunelovými inžiniermi na mieste podľa kritérií definovaných v projekte priradí aktuálny typ správania sa horninového masívu.

Počas výstavby by sa model horninového masívu mal na základe projektových podkladov a skutočne zistených pomerov stále upresňovať a aktualizovať.

P2.3.4 Stanovenie razenia a vystrojenia

P2.3.4.1 Porovnanie s rámcovým plánom tunelovej stavebnej techniky

Na končenie stanovenie postupu razenia a vystrojovacích prostriedkov sa najskôr zistí, či a do akej miery sa zhodujú predpoklady z projektu vzhľadom na druh horninového masívu a správanie sa horninového masívu pre aktuálny úsek razenia so skutočnými charakteristikami horninového masívu. Najmä sa overí, či typ správania sa horninového masívu v úseku razenia je ten, ktorý je predpokladaný v rámcovom pláne tunelovej stavebnej techniky pre tento konkrétny úsek razenia alebo či sa aspoň prognózoval a popísal pre iné oblasti podzemného priestoru. V prípade, že tomu tak nie je, treba potrebné odsúhlasenie projektantom.

Ale ak predpoklady a podklady v platnom rámcovom pláne vystihli charakteristiky stavebného podložia na mieste, treba pri detailnom stanovení stavebno-technických opatrení zohľadňovať predpisy, stanovenia a iné údaje z rámcového plánu. Potrebné lokálne dodatočné opatrenia treba aj nasadiť aj v prípade, ak sa v rámcovom pláne výslovne nepožadovali.

P2.3.4.2 Geomechanická analýza detailov

Preskúmajú a popíšu sa geomechanické procesy v okolí podzemného priestoru s ohľadom na priestorovú a časovú súhrnu rôznych ovplyvňujúcich komponentov v rámci analýzy detailov aktuálneho správania sa horninového masívu. Pri geotechnicky náročných podzemných objektoch alebo stavbách s nezanedbateľným stupňom ohrozenia tretích osôb, sa vyžaduje prítomnosť skúseného geotechnika (inžinier pre tunelové staviteľstvo s geotechnickými skúsenosťami).

Metódy na analýzu správania sa horninového masívu na základe meraní posunov sú:

- analýza priestorového priebehu zmien vyhodnotením vplyvových čiar [LP2.21], [LP2.22],
- extrapolácia trendov posunutí [LP2.23],
- analýza vektora posunutí – orientácie a/alebo analýza pomerov posunov rôznych meracích bodov [LP2.24], [LP2.25], [LP2.26], [LP2.27].

Analýzy detailov zhotovené na mieste o aktuálnom správaní sa horninového masívu slúžia na zjemnenie prognózovaného modelu. Poznatky z tohto odvodené sa odzrkadlia v určení stavebno-technických opatrení (dĺžka záberu, dočasný nadvýrub, vopred realizované opatrenia, vystrojovacie prostriedky atď.).

P2.3.4.3 Rozhodnutia na mieste

Konečné stanovenie stavebno-technických opatrení sa vykoná na základe všetkých poznatkov získaných na mieste s podmienkou, aby sa v každej fáze zaručila bezpečná a hospodárna výstavba podzemného priestoru. Riešenie sa prijíma po vzájomnej dohode zástupcov objednávateľa a dodávateľa, ktorí sú na mieste zodpovední za stavebný dozor a za realizáciu stavby.

Pri rozdielnych názoroch technického charakteru sa podľa technickej smernice konzultuje s odborným znalcom z odboru tunelového staviteľstva.

P2.3.4.4 Upresnenie parametrových kategórií

Obvykle sa počas plánovania jednotlivých typov správania sa horninového masívu priraduje členenie priečneho rezu, ako aj škála dĺžok záberu a vystrojovacie prostriedky. Na základe informácií z razenia a pozorovania správania sa horninového masívu je možné počas výstavby túto škálu zúžiť.

Na istejšie stanovenie a odôvodnenie jednotlivých opatrení, sa počet parametrových kategórií môže zvýšiť o detailnejšie rozdelenie, prípadne sa definujú doplnkové kritéria. Nové priradenie je možné odôvodniť len v rámci upresnenia rámcového plánovania tunelovej stavebnej techniky (čl. P2.4).

P2.3.4.5 Spresnenie prognózy pre systémové správanie

Takisto ako je možné počas výstavby upresniť parametrové kategórie ako aj priradenie dĺžok záberu a vystrojovacie prostriedky vzhľadom k správaniu sa horninového masívu (čl. P2.3.4.4), väčšinou sa dá stále presnejšie popísať aj prognózované systémové správanie. Popíše sa čo najpodrobnejšie, s ohľadom na aktuálne vzory správania sa. Prognóza sa vypracuje a priebežne aktualizuje pre najbližších 10 m až 20 m.

Obsahom prognózy je:

- očakávaná veľkosť a smer posunov podzemného priestoru (prípadne aj povrchu) ako aj časový priebeh a priestorové rozdelenie posunov [LP2.28];
- očakávané správanie sa výrubu;
- očakávané využitie vystrojovacích prostriedkov.

Ďalej treba priebežne sledovať výstražné kritéria stanovené v geotechnickom pláne manažmentu bezpečnosti na základe skutočných pomerov a pozorovaní na mieste a v prípade potreby tieto revidovať (spätná analýza).

P2.3.5 Kontrola systémového správania

Pozorovaním správania sa výrubu, prípadných výskytov zlomov a na základe vyhodnotenia a analýzy meracích údajov sa zistené systémové správanie skontroluje a porovnáva s prognózovaným systémovým správaním. Doplnkové merania resp. vyhodnotenia sa môžu použiť napr. aspoň na približné určenie stupňa využitia vystrojovacích prostriedkov [LP2.29].

Odchýlky medzi predpokladaným a skutočným správaním treba starostlivo analyzovať.

P2.3.5.1 Pozorované systémové správanie je priaznivejšie ako sa predpokladalo

V prípade, že sa pozoruje priaznivejšie systémové správanie, napr. formou menších posunov ako sa predpokladalo, môže byť príčina v lepšom správaní sa horninového masívu alebo

v nesprávnom priradení parametrov resp. nesprávnych predpokladoch. Príčiny pre odlišnosť sa zanalyzujú. Ak by sa zistilo nevýstižné zhodnotenie ovplyvňujúcich faktorov, parametre sa modifikujú a modifikácia sa kontrolovateľne zdôvodní a zdokumentuje v rámci upresnenia geomechanického plánovania (čl. P2.3.6).

V prípade, že príčinou by sa nečakane zlepšila kvalita horninového masívu, prognózovaný model sa prepracuje a pri značných odchýlkach sa modifikujú predpisy pre výstroj a vystrojovacie tomto prípade sa spresní rámcový plán tunelovej stavebnej techniky.

P2.3.5.2 Pozorované systémové správanie je nepriaznivejšie ako sa predpokladalo

Pri systémovom správaní, ktoré je nepriaznivejšie ako sa prognózovalo, môže byť príčinou chybný odhad geologických a geotechnických pomerov alebo nevýstižné zhodnotenie ovplyvňujúcich faktorov a/alebo parametrov. Príčina odlišnosti sa zanalyzuje. V prípade, že zhodnotenie ovplyvňujúcich faktorov sa nevystihlo, je potrebné parametre modifikovať a modifikáciu kontrolovateľne odôvodniť a zdokumentovať v rámci upresnenia geomechanického plánovania (čl. P2.3.6).

V prípade, že príčinou je neočakávaná nízka kvalita horninového masívu, vystrojenie sa podľa potreby zosilní. Môže sa to vykonávať čiastočne aj dodatočne (napr. dodatočné kotvenie, zabudovanie kalotovej klenby, atď.), čiastočne môže zosilnenie vystrojenia v nasledujúcom zábere spôsobiť predpokladané účinky v úseku posledného záberu. V každom prípade sa prepracuje prognózovaný model a pri väčších odchýlkach aj rámcový plán tunelovej stavebnej techniky vzhľadom na predpisy pre výstroj a zabezpečovacie opatrenia pre ešte nerazené úseky.

P2.3.6 Postup projektovania

V rámci projektovania podzemného diela sa na základe existujúcich výsledkov meraní vypracuje množstvo predpokladov a prognóz, ktoré sa zapracujú do geomechanického plánovania a ktoré sú určujúce na ustanovenia v rámcovom pláne tunelovej stavebnej techniky a v súťažných podkladoch (napr. rozdelenie vystrojovacích tried atď.).

Pokiaľ súťažné podklady predstavujú podstatnú časť zmluvy o výstavbe tunela a sú určujúce na popis a na odmeňovanie výkonov, predstavuje rámcový plán tunelovej stavebnej techniky a príslušná geomechanická správa projektový podklad na stanovenie detailov stavebno-technických opatrení na mieste.

Na dosiahnutie cieľa uvedeného v čl. P2.1 treba v rámci realizácie na základe rastúcej hustotou prieskumov upresniť tie postupy, ktoré sú uvedené v geomechanickej správe (čl. P2.2.7) geomechanického plánovania.

To platí tak na určenie druhu horninového masívu a priradenie resp. kalibrovanie kľúčových parametrov, ako aj na určenie typov správania sa horninového masívu a prípadné účelné upresnenie /zjemnenie/ alebo znovupriradenie parametrových kategórií. Všetky tieto kroky slúžia na zlepšenie geologického- geotechnického prognózovaného modelu.

Predovšetkým to platí pre rámcový plán tunelovej stavebnej techniky a jeho stálemu prispôsobeniu sa poznatkom z miesta výrubu. Plán je rozhodujúci z hľadiska bezpečnosti a hospodárnosti celej stavby.

Geotechnik na mieste výrubu resp. tunelový inžinier, ktorý je poverený touto úlohou, ihneď oznámi projektantovi význačné odchýlky aktuálnych geologických a geotechnických pomerov (najmä vzhľadom na druh horninového masívu a typ správania sa horninového masívu) od platného rámcového plánu a sprostredkuje projektantovi po dohode s miestnym geológom a so zodpovednými pracovníkmi na stavbe detailnú správu s uvedením všetkých relevantných informácií. Projektant na základe toho upresňuje rámcový plán tunelovej stavebnej techniky a po ujasnení skutočností zdokumentuje v doplnkovej správe k geomechanickej správe.

P2.4 Geotechnický manažment bezpečnosti

V rámci geomechanického plánovania prislúcha otázke stability podľa aktuálnych charakteristík horninového masívu a podľa ostatných okrajových podmienok v projektovej fáze, ale najmä aj vo fáze stavebnej realizácie rôzna, v určitých prípadoch veľmi dôležitá úloha.

Statika inžinierskych konštrukcií definuje bezpečnosť zo známych zaťažení a tiež dobre popísateľných odporov, ktoré sa dajú odvodiť z použitých stavebných materiálov a jasne definovanej konštrukcie. Zaťaženia a odpory sa upravujú parciálnymi rezervami, aby sa zohľadnili štatisticky známe odchýlky vlastností a pravdepodobnosť zlyhania sa redukovala na minimum.

Na rozdiel od toho je výstavba podzemných priestorov poznačená veľkou škálou charakteristík podložia a tým aj zaťažení, statických systémov a odporov. Ani rozsiahle prieskumy

obvykle neprinesú dostatočne presnú definíciu okrajových podmienok, aby sa ich spoľahlivosť mohla porovnávať s ostatnými odbormi inžinierskeho staviteľstva. Preto je vhodné, aby sa absencia dostatočne presnej dopredu určitej pravdepodobnosti zlyhania vyrovnal prostredníctvom geotechnického systému manažmentu bezpečnosti.

V rámci geotechnického systému manažmentu bezpečnosti treba koncepty a zásady predovšetkým pre tieto tri oblasti [LP2.30]:

- koncept dimenzovania na určenie zabezpečenia, stavebnej metódy a parametrov na posúdenie stability podľa charakteristík stavebného podložia známych pred realizáciou;
- monitorovací koncept vrátane všetkých technických a organizačných preventívnych opatrení za účelom stáleho porovnávania plánu a skutočnosti;
- koncept manažmentu pre prípad odlišnosti charakteristík podložia mimo očakávanej škály priaznivej alebo aj nepriaznivej tendencie.

P2.4.1 Predbežný koncept dimenzovania

Geomechanické plánovanie podzemných stavieb v zmysle týchto TP sa zhotoví počas vlastnej projektovej fázy (pred začiatkom výstavby) a prispôbi sa aj počas realizácie stavby aktuálnym charakteristikám horninového masívu a upresní podľa nich. Na cieľnú realizáciu tohto procesu treba dimenzačný koncept, ktorý sa prispôbi okrajovým podmienkam projektu.

P2.4.2 Monitorovací koncept počas realizácie stavby

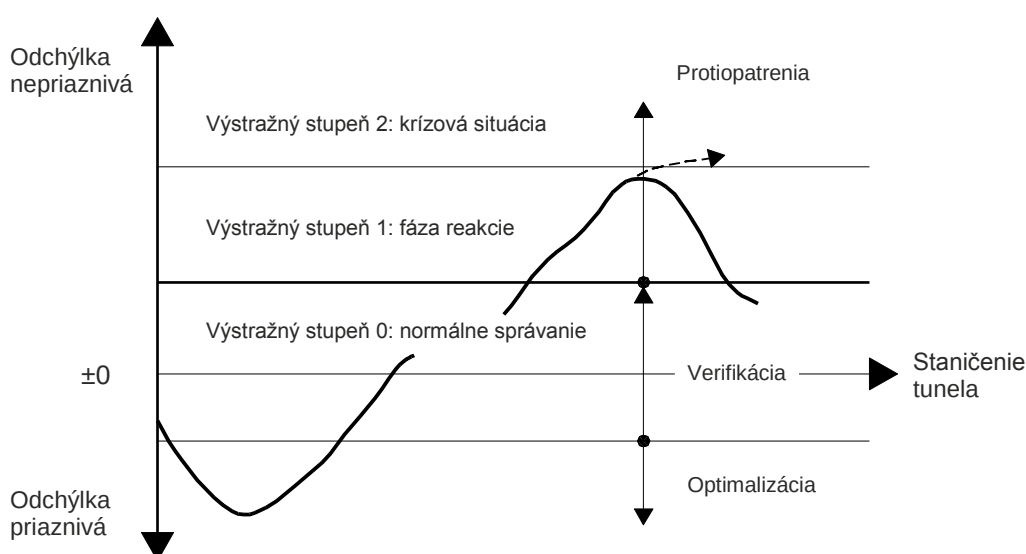
Okrem jednoznačných stanovení rámcovým plánom tunelovej stavebnej techniky sa geotechnický manažment bezpečnosti opiera počas realizácie stavby predovšetkým na tieto piliere:

- vhodná organizácia staveniska,
- technické predpoklady pre kvalitatívne vysokohodnotnú evidenciu vlastností horninového masívu a systémového správania,
- účinný tok informácií a upravený systém podávania správ.

P2.4.3 Koncept manažmentu pre prípad odchýliek (riadenie)

Manažment bezpečnosti počas realizácie stavby má obsahovať opatrenia a úpravy aspoň pre tieto situácie:

- systémové správanie v očakávanej škále:
stále porovnávanie so stanovenými údajmi z rámcového plánu (verifikácia)
- systémové správanie je priaznivejšie ako sa očakávalo:
hospodárna optimalizácia prispôbením sa rámcového plánu
- systémové správanie je nepriaznivejšie ako sa očakávalo:
protiopatrenia v rámci výstražného systému a realizácia krízového manažmentu.



Obrázok P2.3 - Príklad pre výstražné stupne a akčné úrovne geotechnického manažmentu bezpečnosti

P2.5 Použitá literatúra

- [LP2.1] Riedmüller, G., Schubert, W. (1999). Critical comments on quantitative rock mass classifications. *Felsbau* 17(3): 164-167. [Kritické pripomienky ku kvantitatívnej klasifikácii horninového masívu];
- [LP2.2] SIA 199 (1998). Erfassung des Gebirges im Untertagebau. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. [Evidencia horninového masívu v podzemnom staviteľstve];
- [LP2.3] Schubert, W., Goricki, A., Button, E., Riedmüller, G., Pölsler, P., Steindorfer, A., Vanek, R. (2001). Excavation and Support Determination for the Design and Construction of Tunnels. In P. Särkkä, P. Eloranta (eds.), *EUROCK 2001; Proc. intern. symp., Espoo*: 383-388. Rotterdam: Balkema. [Určovanie razenia a vystrojenia pri návrhu a výstavbe tunelov];
- [LP2.4] Riedmüller, G., Schubert, W. (2001). Project and Rock Mass Specific Investigation for Tunnels. In P. Särkkä, P. Eloranta (eds.), *EUROCK 2001; Proc. intern. symp., Espoo*: 369-376. Rotterdam: Balkema. [Projekt a špecifický prieskum horninového masívu pre tunely];
- [LP2.5] Liu, Q., Brosch, F.-J., Klima, K., Riedmüller, G., Schubert, W. (1999). Application of a Data Base System During Tunnelling. *Felsbau* 17(1): 47-50. [Aplikácia základného systému dát počas tunelovania];
- [LP2.6] Liu, Q., Riedmüller, G., Klima, K., (2001). Quantification of Parameter Relationship in Tunnelling. In P. Särkkä, P. Eloranta (eds.), *EUROCK 2001; Proc. intern. symp., Espoo*: 357-362. Rotterdam: Balkema. [Kvantifikácia vzťahov parametrov v tunelovaní];
- [LP2.7] Harer, G., Riedmüller, G. (1999). Assessment of ground conditions for the Koralm tunnel during the early stages of planning. *Felsbau* 17 (5), 374 – 380. [Posúdenie základových podmienok pre Koralmský tunel v prvých fázach plánovania];
- [LP2.8] Goricki, A., Schubert, W., Fuchs, R., Steidl, A. (2001). Geotechnical Assessment of the Route Corridor for the Koralm Base Tunnel. In P. Särkkä, P. Eloranta (eds.), *EUROCK 2001; Proc. intern. symp., Espoo*: 77-82. Rotterdam: Balkema. [Geotechnické posúdenie trasy koridoru Koralmského základného tunela];
- [LP2.9] Hoek, E. (1999). Putting numbers to geology - an engineer's viewpoint. *Felsbau* 17 (3), 139-151. [Zadávanie čísel v geológii – inžiniersky pohľad];
- [LP2.10] Schubert, P. (1993). Ein Weg zur Parameterfindung eines komplexen Gebirges. Vortrag L.v.Rabcewicz Kolloquium, Leoben, unveröffentlicht. [Jeden spôsob, ako nájsť parametre komplexného horninového masívu];
- [LP2.11] Amadei, B., Savage, W. Z. (1993). Effects of Joints on Rock Mass Strength and Deformability. *Comprehensive Rock Engineering, Volume 1*, 331 - 365. Hsg. Hudson J. A. et al. Pergamon Press, Oxford. [Účinky spojov horninového masívu na silu a pretvorenie];
- [LP2.12] Bashin, R., Hpeg, K. (1998). Numerical modelling of block size effects and influence of joint properties in multiply jointed rock. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 13, 181 – 188. [Numerické modelovanie účinkov veľkosti bloku a vplyv spojových vlastností skaly s viacnásobnými spojmami];
- [LP2.13] Blümel, M., Brosch, F.-J., Fasching, A. (1999). Investigations on fabrics and related mechanical properties of a highly anisotropic gneiss. In G. Vouille, P. Berest (eds.), *International Congress on Rock Mechanics; Proc. intern. symp., Paris*: 1001-1005. Rotterdam: Balkema. [Prieskum na tkaninách a súvisiace mechanické vlastnosti vysoko anizotropnej ruly];
- [LP2.14] Goodman, R.E., Shi, G.H. (1985). Block theory and its application to rock engineering. Prentice Hall Inc. Englewood Cliffs, New Jersey. [Bloková teória a jej aplikácia na horninové inžinierstvo];
- [LP2.15] John, K.W., Deutsch, R. (1974). Die Anwendung der Lagenkugel in der Geotechnik.

- Festschrift Leopold Müller-Salzburg, Karlsruhe. [Aplikácia tektonogramu v geotechnike];
- [LP2.16] Hoek, E., Kaiser, P.K., Bawden, W.F. (1995). Support of underground excavations in hard rock. A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield. [Vystrojenie pri podzemnom razení v skalných horninách];
- [LP2.17] Feder, G. (1977). Zum Stabilitätsnachweis für Hohlräume in festem Gebirge bei richtungsbetontem Primärdruck. Berg- und Hüttenmännische Monatshefte 122 (4), 131 -140. [Potvrdenie stability dutín v pevnej hornine pri zdôraznení smeru primárneho tlaku];
- [LP2.18] Feder, G. (1978). Versuchsergebnisse und analytische Ansätze zum Scherbruchmechanismus im Bereich tiefliegender Tunnel. Rock Mechanics 6, 71 -102. [Experimentálne výsledky a analytické prístupy k mechanizmom šmykových lomov v oblasti nízko vedeného tunela];
- [LP2.19] Sulem, J., Panet, M., Guenot, A. (1987). Closure analysis in deep tunnels. Int. Journal of Rock Mechanics and Mining Science (24), 145 -154. [Analýza uzáver pri hlbokých tuneloch];
- [LP2.20] Brown, E.T., Bray, J.W., Ladanyi, B., Hoek, E. (1983). Ground response curves for rock tunnels. J. Geotech. Engrg., ASCE, 109(1), 15-39. [Krivky základovej odozvy pre skalné tunely];
- [LP2.21] Vavrovsky, G.M., (1987) Entspannung, Belastungsentwicklung und Versagenmechanismen bei Tunnelvortrieben mit geringer Überlagerung, Dissertation Montanuniversität Leoben. [Relaxácia, vývoj zaťaženia a mechanizmy porušenia pri razení tunelov s nízkym nadloží];
- [LP2.22] Vavrovsky, G.M., Ayaydin N., Bedeutung der vortriebsorientierten Auswertung geotechnischer Messungen im oberflächennahen Tunnelbau. Forschung und Praxis, Band 32. [Význam interpretácie geotechnických meraní počas razenia pri tuneloch s nízkym nadloží];
- [LP2.23] Schubert, P., Vavrovsky, G.M., (1995) Advanced analysis of monitored displacements opens a new field to continuously understand and control the geotechnical behaviour of tunnels. T. Fuji (ed), Proc. 8th Int. Congress on Rock Mechanics, 1415 – 1419. [Pokročilá analýza sledovania posunov otvára nové pole kontinuálne pochopiť a kontrolovať geotechnické správanie sa tunelov];
- [LP2.24] Schubert, W., Steindorfer, A. (1998). Advanced Monitoring Data Evaluation and Display for Tunnels. In A. Negro Jr., A. A. Ferreira (eds.), Tunnels and Metropolises; Proc. intern. symp., Sao Paulo: 1205-1208. Rotterdam: Balkema. [Pokročilé monitorovanie vyhodnocovania dát a zobrazenie pre tunely];
- [LP2.25] Schubert, W., Steindorfer, A., Vavrovsky, G.M. (1997). Auswertung und Interpretation von Verschiebungsmeßdaten. In Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e. V. (Hsg.), Taschenbuch für den Tunnelbau, 21. Jg.: 137-168. Verlag Glückauf, Essen. [Vyhodnotenie a interpretácia meraných posunov];
- [LP2.26] Steindorfer A. (1997). Short Term Prediction of Rock Mass Behaviour in Tunnelling by Advanced Analysis of Displacement Monitoring Data. In Riedmüller, Schubert, Semprich (eds.), Gruppe Geotechnik Graz, Heft 1. [Krátkodobá predikcia správania sa horninového masívu v tunelovaní pomocou pokročilej analýzy monitorovaných dát posunov];
- [LP2.27] Vavrovsky, G.M., (1994). Gebirgsdruckentwicklung, Hohlraumverformung und Ausbaudimensionierung. In Felsbau 12 (5), 312-329. [Vývoj tlaku horniny, deformácie dutín a dimenzovanie vystuženia];
- [LP2.28] Sellner P. (1999). Prediction of displacements in tunnelling. In Riedmüller, Schubert, Semprich (eds.), Gruppe Geotechnik Graz, Heft 9. [Predikcia posunov pri razení tunelov];
- [LP2.29] Rokahr, R., Zachow, R. (1997) Ein neues Verfahren zur täglichen Kontrolle der Auslastung einer Spritzbetonschale, Felsbau 15 (6), 430-434. [Nová metóda pre každodenné sledovanie využitia striekaného betónu];

- [LP2.30] Vavrovsky, G.M., Schubert, P., Ayaydin, N., (2001). Geotechnisches Sicherheitsmanagement im oberflächennahen Tunnelbau, Felsbau 19, Nr. 5. [Geotechnický manažment bezpečnosti tunelov s nízkym nadložíím].