

Podzemné stavby
Časť 2: Kontinuálne razenie

Technické podmienky

účinnosť od 1.12. 2006

Obsah:

| | | |
|-----------|--|----|
| 1 | Úvod | 3 |
| 1.1 | Predmet technických podmienok | 3 |
| 1.2 | Účel technických podmienok | 3 |
| 1.3 | Súvisiace a citované právne predpisy | 3 |
| 1.4 | Súvisiace a citované normy (domáce a zahraničné) | 3 |
| 1.5 | Súvisiace a citované technické predpisy | 4 |
| 1.6 | Vypracovanie technických podmienok | 4 |
| 1.7 | Distribúcia technických podmienok | 4 |
| 1.8 | Účinnosť technických podmienok | 4 |
| 2 | Názvoslovie | 4 |
| 2.1 | Technické pojmy | 4 |
| 2.2 | Zobrazené pojmy | 6 |
| 3 | Kontinuálne razenie | 7 |
| 3.1 | Kontinuálne razenie v skalných horninách | 7 |
| 3.2 | Súťaž na výber zhotoviteľa na vykonanie prác | 8 |
| 3.3 | Ponuka na výber zhotoviteľa na vykonanie prác | 9 |
| 3.4 | Nadvýlom | 10 |
| 3.5 | Priradenie vlastníctva rizík | 13 |
| 3.6 | Geotechnický a geologický dozor | 13 |
| 4 | Razenie pomocou TBM | 14 |
| 4.1 | Súťaž na výber zhotoviteľa na vykonanie prác | 14 |
| 4.2 | Pravidlá fakturácie a výkazy výmer | 16 |
| 4.3 | Realizácia | 17 |
| 5 | Štítovanie | 17 |
| 5.1 | Všeobecne | 17 |
| 5.2 | Štítovanie s pretlakom vzduchu | 18 |
| 5.3 | Štítovanie s pretlakom suspenzie alebo podopretím zeminou | 19 |
| 6 | Výstroj | 20 |
| 6.1 | Segmenty | 20 |
| Príloha A | Tunelovacie stroje pre kontinuálne razenie podľa 3.1.2 a 3.1.3 (informatívna) .. | 22 |
| Príloha B | Nasadenie raziacich a štítovacích strojov (informatívna) | 23 |
| Príloha C | Strojno-technické údaje | 24 |
| Príloha D | Tolerancie rozmerov železobetónových segmentov | 26 |

1 Úvod

1.1 Predmet technických podmienok

Predmetom technických podmienok (TP) je najmä určovanie vstrojovacích tried (VT) pri kontinuálnom razení líniových podzemných stavieb potrebné k fakturácii raziacich prác, t.j. definovanie a ocenenie položiek stavebných prác. Sú technickým podkladom na vypracovanie popisovníka tunelových prác, v zmysle platnej legislatívy v SR (pozri súvisiace právne predpisy)

Princípy TP sú v súlade s obdobnými aktuálnymi zahraničnými predpismi. V EÚ nie je zjednotený prístup k určovaniu VT pri razení tunelov. Pri spracovaní podmienok sa vychádzalo z ustanovení pre kontinuálne razenie v švajčiarskych normách SIA 198 „Untertagbau – Ausführung“ (Podzemné staviteľstvo – realizácia), SIA 118/198 „Allgemeine Bedingungen für Untertagbau“ (Všeobecné podmienky pre podzemné staviteľstvo) a v rakúskej norme ÖNORM B 2203-2 „Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm – Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb (Stavebné práce v podzemí – Norma pre zmluvy o dielo – Časť 2: Kontinuálne razenie).

1.2 Účel technických podmienok

Tieto TP dopĺňajú platné normy a ostatné TP, TKP pre potreby výstavby razených líniových podzemných stavieb (pozri súvisiace a citované technické predpisy) a sú nástrojom pre:

- obstarávateľa pri príprave výstavby líniových podzemných stavieb (najmä tunelov), pri súťažiach na vykonanie prác a pri dozornej činnosti počas realizácie,
- projektanta pri tvorbe súťažných podkladov pre obstarávateľa, pri kalkulácii nákladov na výstavbu líniových podzemných stavieb v pred- tendrových etapách projektovania,
- zhotoviteľa pri vypracovaní ponuky na vykonanie prác, pri fakturácii stavebných prác počas realizácie.

1.3 Súvisiace a citované právne predpisy

- [1] Zákon č. 135/1961 Zb. o pozemných komunikáciách (cestný zákon) v znení neskorších predpisov,
- [2] Vyhláška č. 35/1984 Zb. ktorou sa vykonáva zákon o pozemných komunikáciách (cestný zákon),
- [3] Zákon č. 51/1988 Zb. o banskej činnosti, výbušnínach a o štátnej banskej správe v znení neskorších predpisov,
- [4] Zákon č. 18/1996 Z. z. o cenách v znení neskorších predpisov,
- [5] MP MVR č. 1/2004 o Triedniku stavebných prác.

1.4 Súvisiace a citované normy (domáce a zahraničné)

| | |
|---------------------------------|--|
| STN 73 1001 | Zakladanie stavieb. Základová pôda pod plošnými základmi |
| STN EN ISO 14688-2 (72 1003) | Geotechnický prieskum a skúšky. Pomenovanie a klasifikácia zemín. Časť 2: Princípy klasifikácie |
| STN 73 1010 | Názvoslovie a značky v geotechnike |
| STN 73 1201 | Navrhovanie betónových konštrukcií |
| STN 73 6100 | Názvoslovie pozemných komunikácií |
| 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 tunelov na pozemných komunikáciách |
| STN EN 206-1 (73 2403) | Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda |

| | |
|---------------------------------|--|
| STN EN 815 (27 7993) | Bezpečnosť neštítových tunelových raziacich strojov a šachtových beztyčových raziacich strojov pri práci v horninách |
| STN P ENV1992-1-1 (73 1201) | Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby |
| STN P ENV 1992-1-2 (73 1201) | Eurokód 2. Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-2: Všeobecné pravidlá. Navrhovanie konštrukcií na účinky zaťaženia požiarom |
| STN EN 12110 (27 5522) | Tunelové stroje. Uzavreté tlakové priestory. Bezpečnostné požiadavky |
| STN EN 12336 (27 7953) | Tunelové raziace stroje. Štítové stroje, rotačné a nárazové vŕtacie stroje. Bezpečnostné požiadavky |
| SIA 118/198 | Allgemeine Bedingungen für Untertagbau (Všeobecné podmienky pre podzemné staviteľstvo), 2004, |
| SIA 198 | Untertagbau – Ausführung (Podzemné staviteľstvo – realizácia), 2004, |
| ÖNORM B 2203-2 | Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm – Teil 2: Kontinuierlicher Vortrieb (Stavebné práce v podzemí – Norma pre zmluvy o dielo – časť 2: Kontinuálne razenie), 2005. |

1.5 Súvisiace a citované technické predpisy

- [1] TSV 0702 Technicko-ekonomické hodnotenie etapizácie výstavby tunelov, MDPT:2002;
- [2] TS 1003 Dokumentácia tunelov, MDPT : 2003;
- [3] TKP č.26 Tunely, MDPT: 2004;
- [4] TP SSC 08/2002 Smernica o dokumentácii cestných stavieb, SSC: 2002,
- [5] TP 05/2006 Tunelové názvoslovie, MDPT : 2006;
- [6] TP 06-1/2006 Podzemné stavby. Časť 1: Cyklické razenie. MDPT SR, 2006,

1.6 Vypracovanie technických podmienok

Na základe požiadavky SSC TP vypracovala firma Amberg Engineering Slovakia, s.r.o., Bratislava – Ing. Martin Bakoš, CSc., Ing. Marek Šúň.

1.7 Distribúcia technických podmienok

Technické podmienky sú uverejnené na webovej stránke Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií SR <http://www.telecom.gov.sk> v sekcii Doprava, časť Cestná infraštruktúra, prípadne na <http://www.ssc.sk> - technické predpisy.

Distribúciu v tlačenej forme vykonáva Amberg Engineering Slovakia, s.r.o., Záhradnícka 27, 811 07 Bratislava, info@amberg.sk.

1.8 Účinnosť technických podmienok

Technické podmienky nadobudnú účinnosť dňom uvedeným na titulnej strane TP.

2 Názvoslovie

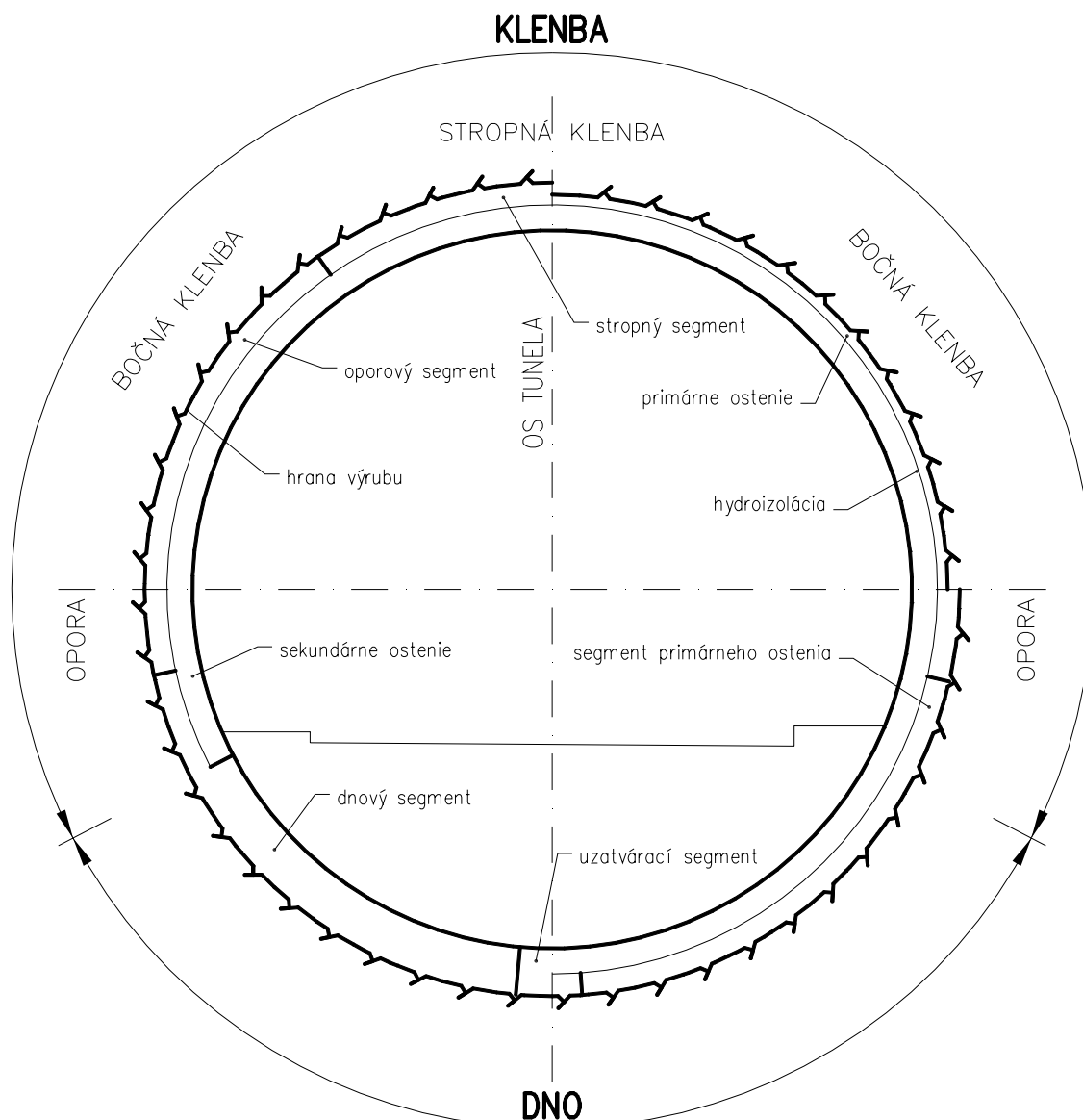
2.1 Technické pojmy

- 2.1.1 *kontinuálne razenie*: razenie pomocou tunelovacieho stroja (TBM, štítovací stroj), pri ktorom sa jednotlivé pracovné postupy rozpojovania, nakladania a vystrojovania vykonávajú súčasne

- 2.1.2 pilotná štôľňa: štôľňa razená v profile budúcej tunelovej rúry za účelom zlepšenia pracovných podmienok v oblasti čelby pri razení plného profilu alebo za účelom použitia TBE
- 2.1.3 vystrojovanie: stavebno-technologická činnosť zabezpečujúca stabilitu a tvar výrubu pomocou vystrojovacích prvkov
- 2.1.4 vystrojovací prvok: prvok výstroja, resp. primárneho ostenia ako je striekaný betón, kotva, betonárska výstuž, ocelová oblúková výstuž, pažnica, segment, drevená stojka apod.
- 2.1.5 vystrojovacia trieda: zatriedenie vystrojovania výrubu podľa spôsobu, množstva a miesta osadenia vystrojovacích prvkov
- 2.1.6 segment: prefabrikovaný prvok ostenia z betónu, ocele alebo liatiny na zhotovenie primárneho alebo sekundárneho ostenia pri kontinuálnom razení
- 2.1.7 trieda rozpojiteľnosti: zatriedenie horninového masívu podľa nákladov potrebných na rozpojovanie určitého úseku pomocou mechanických prostriedkov
- 2.1.8 trieda vrtateľnosti: zatriedenie horninového masívu podľa rozdielných nákladov na prerazenie určitého úseku
- 2.1.9 tunelovací stroj: strojné zariadenie, ktoré razí celý prierez výrubu plným profilom pomocou frézovacej hlavy alebo po častiach pomocou vhodných rozpojovacích zariadení; rozlišuje sa plnoprofilový raziaci stroj (TBM), rozširovací raziaci stroj (TBE) a štítovací stroj
- 2.1.10 plnoprofilový raziaci stroj (TBM): strojné zariadenie na mechanické rozpojovanie skalnej horniny pomocou frézovacej hlavy, ktoré rozpojuje celú čelbu (plný profil); skr. TBM podľa Tunnelbohrmaschine (nem.) alebo Tunnel Boring Machine (angl.)
- 2.1.11 rozširovací raziaci stroj (TBE): strojné zariadenie na mechanické rozpojovanie horniny pomocou veľkostne odstupňovaných dvoch, resp. troch frézovacích hláv, ktoré rozpojujú kruhovú čelbu na dvoch, resp. troch miestach v určitých odstupoch; skr. TBE podľa Tunnelbohrerweiterungsmaschine (nem.)
- 2.1.12 pracovný úsek: miesto vo výrubu, kde sa vykonávajú rôzne vystrojovacie opatrenia; rozlišuje sa úsek čelby L1, úsek razenia L2 a zadný úsek L3
- 2.1.13 pracovná zóna: časť pracovného úseku pri kontinuálnom razení, v ktorom sa realizuje vystrojovanie
- 2.1.14 štít: ocelová konštrukcia na dočasné podopretie horninového prostredia razeného podzemného objektu, resp. na zaistenie pracovnej bezpečnosti
- 2.1.15 štítovací stroj: tunelovací stroj so štítom na mechanické rozpojovanie zeminy
- 2.1.16 efektívny priemer výrubu (D_E): skutočne vyfrézovaný priemer výrubu, ktorý sa priebežne mení podľa opotrebovania rozpojovacích nástrojov
- 2.1.17 maximálny efektívny priemer výrubu (D_{ME}): uchádzačom ponúknutý priemer výrubu pri neopotrebovaných rozpojovacích nástrojoch

- 2.1.18 nominálny priemer výrubu (D_N): minimálny priemer výrubu stanovený v súťažných podkladoch, ktorý zhotoviteľ nesmie podkročiť aj pri (dovolenom) opotrebovaní rozpojovacích nástrojov
- 2.1.19 prstencová štrbina: priestor medzi horninovým masívom a rubom segmentov
- 2.1.20 zväčšený presah (p_z): zväčšenie nominálneho priemeru výrubu nariadené zo strany obstarávateľa
- 2.1.21 presah pre technologicky podmienený nadvýlom (p_{ton}): presah k hraničnej čiare A zadaný obstarávateľom v súťažných podkladoch a zohľadnený zhotoviteľom na základe odhadu
- 2.1.22 presah pre dočasný nadvýlom (p_{dn}): časť nominálneho priemeru výrubu, ktorej účelom je zahrnutie očakávaných deformácií horninového masívu okolo výrubu
- 2.1.23 strojný presah (p_s): zväčšenie priemeru výrubu zo strany zhotoviteľa kvôli opotrebovaniu rozpojovacích nástrojov, razenie v smerových a výškových oblúkoch, dodatočné tolerancie

2.2 Zobrazené pojmy



Obr. 1 Priečny rez kontinuálne razeného tunela

3 Kontinuálne razenie

3.1 Kontinuálne razenie v skalných horninách

Kontinuálne razenie v skalných horninách sa realizuje pomocou plnoprofilových raziacich strojov (TBM). TBM rozpojuje skalnú horninu plným profilom pomocou frézovej hlavy. Vystrojovanie výrubu sa vykonáva väčšinou s časovým a priestorovým odstupom od čelby.

Rozlišujú sa plnoprofilové raziace stroje bez štítu, so štítom, resp. s dvojitým štítom. Výber typu TBM závisí od inžiniersko-geologických a hydrogeologických pomerov a od spôsobu vystrojovania. Prehľad typov TBM a ich možné nasadenie sú uvedené v prílohách A a B.

3.1.1 Členenie výrubu

Pri kontinuálnom razení sa nepoužíva členenie výrubu, výlom sa realizuje na plný profil. Iba pri použití rozširovacieho raziaceho stroja sa výrub člení a výlom sa realizuje na 2, resp. 3-krát (vrátane pilotnej štólne).

3.1.2 TBM bez štítu

Pri výbere a dimenzovaní stroja sa musia zohľadniť predpokladané inžiniersko-geologické a hydrogeologické pomery s ohľadom na frézovú hlavu, priestorové pomery v úseku stroja, tvar a usporiadanie frézovej hlavy, umiestnenie rozpier, vystrojovanie atď.

3.1.3 TBM so štítom

Pri výbere a dimenzovaní sa musia zohľadniť predpokladané inžiniersko-geologické a hydrogeologické pomery s ohľadom na nebezpečenstvo zovretia stroja, možnosti dočasného nadvýrubu, tvar a usporiadanie frézovej hlavy, silu potrebnú na posun štítu, možnosť vykonať predvrty atď.

3.1.4 Rozširovací raziaci stroj (TBE)

Pri väčších priemeroch sa môžu nasadiť rozširovacie raziace stroje, ktoré rozširujú výrub okolo pilotnej štôlne.

3.1.5 Kontinuálne razenie šácht

Pri razení šácht sa rozlišujú nasledovné spôsoby kontinuálneho razenia:

- raisedrill (raiseboring),
- šachtový raziaci stroj.

3.1.6 Kontinuálne razenie v zeminách

3.1.6.1 Pod kontinuálnym razením v zeminách - štítovaním sa rozumie plnoprofilové razenie frézovou hlavou pod ochranným štítom alebo razenie s čiastočným záberom pomocou rozpojovacieho zariadenia pevne namontovaného do ochranného štítu.

V prílohách A a B je uvedený prehľad a možnosti nasadenia štítov.

3.1.6.2 Čelba pri štítovaní sa môže podoprieť podľa potreby pretlakom vzduchu, pretlakom suspenzie alebo zeminou. Spôsob podopretia čelby musí zodpovedať daným inžiniersko-geologickým a hydrogeologickým pomerom.

3.1.6.3 Hustota, resp. viskozita podopierajúcej suspenzie sa musí prispôbiť priepustnosti neporušeného zeminového masívu.

3.1.6.4 Pri podopretí stlačeným vzduchom treba prihliadať na nebezpečenstvo úniku vzduchu na čelbe.

3.1.6.5 Pri výbere štítovacieho stroja sa musia zohľadniť predpokladané inžiniersko-geologické a hydrogeologické pomery s ohľadom na veľkosť štítu, oporný tlak, tvar a usporiadanie častí frézovej hlavy, ako aj s ohľadom na sily potrebné na posun štítu, dopravníkový a separačný systém, drviče atď.

3.2 **Súťaž na výber zhotoviteľa na vykonanie prác**

3.2.1 Vystrojovacie triedy (VT)

Vystrojovacími triedami sa zohľadňuje obmedzovanie postupu razenia vystrojovaním.

3.2.1.1 Vystrojovacie triedy členíme na šesť nasledujúcich tried:

VT I: vystrojovanie nezapríčiňuje obmedzenie postupu razenia,

VT II: vystrojovanie zapríčiňuje malé obmedzenie postupu razenia,

VT III: vystrojovanie zapríčiňuje výrazné obmedzenie postupu razenia,

VT IV: vystrojovanie zapríčiňuje rozsiahle obmedzenie postupu razenia (okamžité vystrojovanie po každom zábere),

- VT V:** vystrojovanie zapríčiňuje veľmi rozsiahle obmedzenie a je podmienené okamžitým zaistením čelby alebo v predstihu použitými pomocnými stavebnými opatreniami,
- VT S:** vystrojovanie výrubu sa vykonáva osadzovaním segmentov v štíte TBM alebo v štítovacom stroji.

3.2.1.2 Vystrojovacie triedy sa stanovujú v súťažných podkladoch. Smerodajné hodnoty v tabuľke 2 platia ako zmluvne dohodnuté, pokiaľ nie je stanovené inak. Ak sú uvedené v tabuľke pri jednej vystrojovacej triede viaceré vystrojovacie opatrenia, potom pre zatriedenie stačí jedno z týchto opatrení.

3.2.1.3 Lokálnym rozšíreniam výrubu a výklenkom sa priradujú vystrojovacie triedy hlavného razenia nezávisle na tom, či sa razia súčasne s hlavným razením alebo sa razia dodatočne.

3.2.1.4 Pri zatriedovaní do vystrojovacej triedy sú rozhodujúcimi ukazovateľmi spôsob, množstvo a miesto osadenia vystrojovacích prvkov.

3.2.1.5 Bezpečnostné opatrenia, ktoré pozostávajú z rovnakých prvkov ako vystrojovacie opatrenia, sa zohľadnia v určení vystrojovacej triedy.

3.2.1.6 Výber a nasadenie stavebných mechanizmov sú záležitosťou zhotoviteľa a nemajú vplyv na stanovenie vystrojovacej triedy.

3.2.2 Pracovné úseky

3.2.2.1 Výlomové práce a vystrojovanie sú vzájomne sa obmedzujúce činnosti. Spôsob, množstvo a miesto osadenia vystrojovacích prvkov ovplyvňujú raziace výkony. Z tohto dôvodu sa v tuneloch rozlišujú pracovné úseky. Pracovné úseky platia len pre razenie v skalných a poloskalných horninách.

3.2.2.2 Pracovné úseky v tuneloch sa označujú takto: L1, L2, L3. Úsek L1 sa meria od čelby, úseky L2, L3 následne za sebou. Rozdelenie pracovných úsekov pri razení pomocou TBM je zobrazené na obr. 3.

3.2.2.3 Pracovné úseky sa určujú v súťažných podkladoch.

3.2.3 Rozpojovateľnosť horninového masívu

3.2.3.1 Rozdielna rozpojovateľnosť horninového masívu sa zohľadňuje v triedach vŕtateľnosti pri razení pomocou TBM a v triedach rozpojovateľnosti pri štítovaní.

3.2.3.2 Úseky tunela v rovnakých alebo vo vzťahu k rozpojovateľnosti v porovnateľných geologických pomeroch sa zatriedia do úsekov s rovnakými triedami rozpojovateľnosti, resp. vŕtateľnosti.

3.2.3.3 Pri prechode z jedného horninového celku do druhého sa môžu vyskytnúť rôzne zatriedovacie podmienky na danej dĺžke. Pokiaľ nie je v súťažných podkladoch upravené inak, stanoví sa trieda rozpojovateľnosti, resp. vŕtateľnosti na základe pomerov v osi tunela.

3.3 Ponuka na výber zhotoviteľa na vykonanie prác

3.3.1 Prílohy k ponuke

3.3.1.1 Údaje na razenie pomocou TBM:

- pracovné úseky L1, L2, L3 a pracovné zóny L1*, L2* a L3*,

- spôsob možných vystrojovacích prác v každom pracovnom úseku,
- požadované množstvo vody s cieľom obmedzenia prašnosti, chladenie motorov a nástrojov,
- strojno-technické údaje podľa prílohy C.

3.3.1.2 Údaje na štítovanie

- rozmery segmentov vrátane výrobných tolerancií,
- výroba, skladovanie a ošetrovanie segmentov,
- dopravné zariadenia a zariadenie na osadzovanie segmentov,
- účinky - zaťaženie segmentov pri výrobe, skladovaní, preprave a osadzovaní segmentov,
- účinky - zaťaženie segmentov, resp. ostenia zo segmentov od štítovacieho komplexu.

3.3.1.3 Údaje o dopravných zariadeniach vrátane nakladacích a vykladacích zariadení ako aj o drvičoch balvanov podľa prílohy C.

3.4 Nadvýlom

3.4.1 Výlom pre zväčšený presah

3.4.1.1 Požadovaný zväčšený presah p_z musí zadať obstarávateľ pre každý razený úsek.

3.4.1.2 O vplyvoch zväčšeného presahu na cenu výlomových prác a časovo viazaných nákladov sa musia uviesť pravidlá špecifické pre daný projekt v súťažných podkladoch.

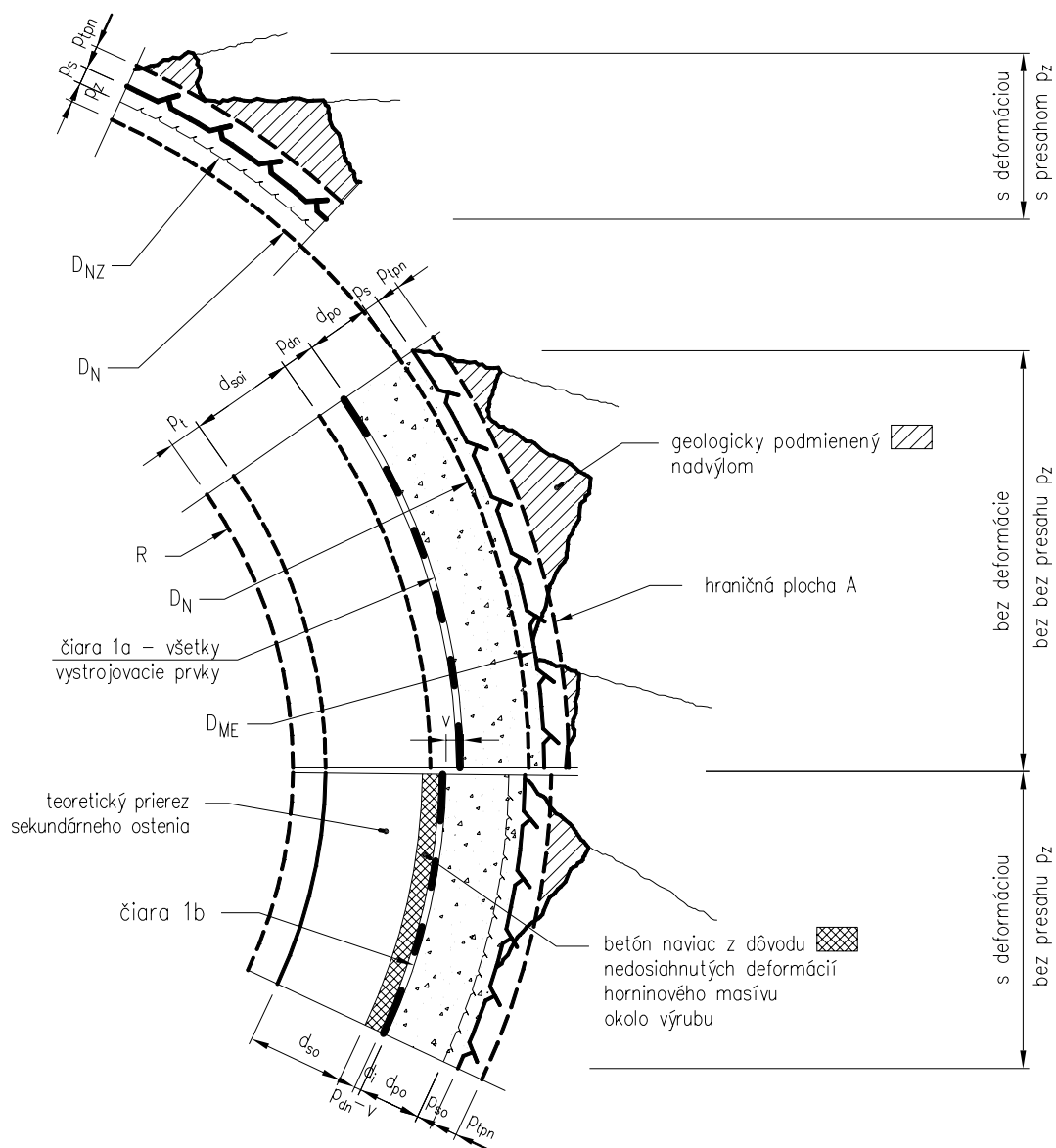
3.4.2 Nadvýlom nad hraničnou plochou A

3.4.2.1 Pre nakladanie a odvoz rúbaniny z nadvýlomu nad hraničnou plochou A sa uvažuje pri použití TBM bez štítu, TBE so samostnou položkou nezávislou na VT.

3.4.2.2 Ďalej sa uvažujú položky na zmenšovanie, nakladanie a prepravu blokov horniny z dna do miesta odvozu.

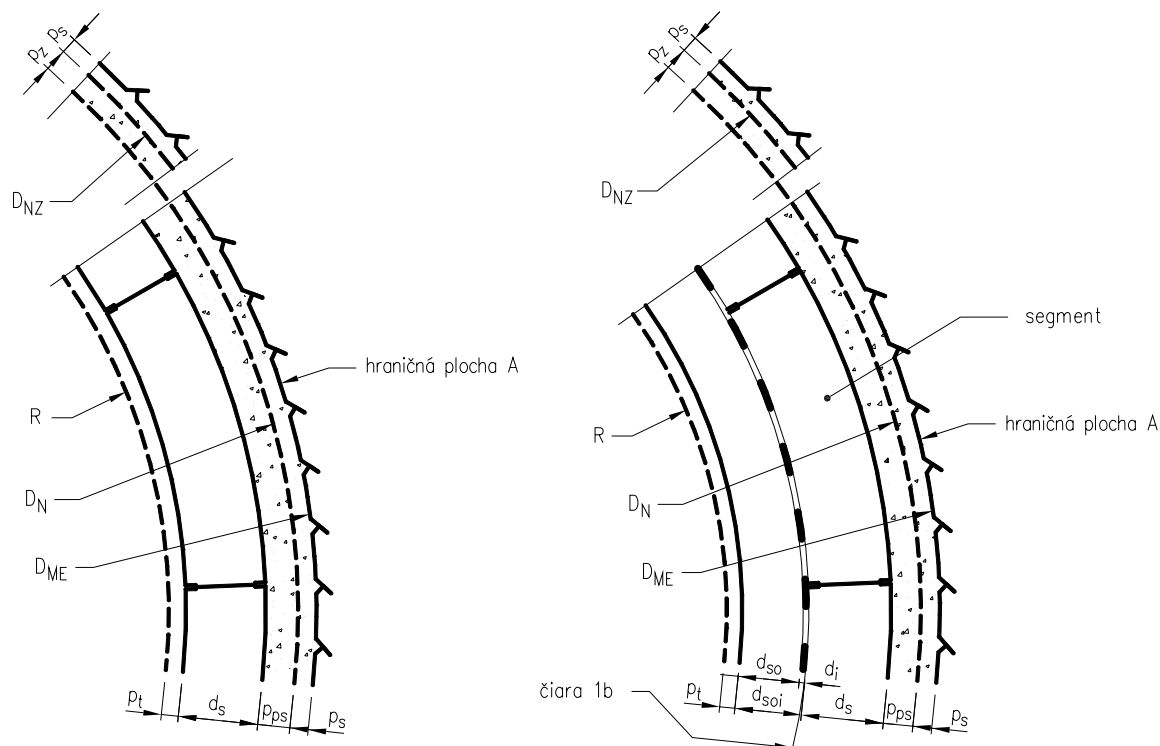
3.4.2.3 O vplyvoch nadvýlomu na časovo viazané náklady sa musia v súťažných podkladoch uviesť pravidlá špecifické pre daný projekt.

3.4.2.4 Pri použití TBM s jednoduchým, dvojitým štítom a štítovacieho stroja sa neuvažuje s osobitnými položkami pre nadvýlom nad hraničnou plochou A.



- | | |
|--|--|
| R ... polomer svetlého prierezu | p_{tpn} ... presah k hraničnej čiare A zadaný v súťažných podkladoch a zohľadnený zhotoviteľom na základe odhadu |
| p_t ... presah zadaný v súťažných podkladoch na kompenzáciu odchýlok pri razení a tolerancií pre debnenie; zadaný obstarávateľom | p_z ... zväčšený presah |
| d_{soi} ... projektovaná hrúbka sek. ostenia vrátane izolačného súvrstvia ($d_{soi} = d_{so} + d_i$) | p_{dn} ... presah pre dočasný nadvýlom; stanovený obstarávateľom v súťažných podmienkach |
| d_{so} ... projektovaná hrúbka sek. ostenia | D_N ... nominálny priemer výrubu predpísaný obstarávateľom; $D_N = 2(R + p_t + d_{soi} + p_{dn} + d_{po})$ |
| d_i ... projektovaná hrúbka izolačného súvrstvia | D_{NZ} ... nominálny priemer výrubu so zväčšeným presahom; $D_{NZ} = D_N + 2 p_z$ |
| v ... dosiahnutá deformácia horninového masívu okolo výrubu | D_E ... efektívny priemer výrubu (premenlivý) |
| d_{po} ... stanovená hrúbka primárneho ostenia zo striekaného betónu | D_{ME} ... max. efektívny priemer výrubu s neopotrebovanými nástrojmi |
| p_s ... presah v pôsobnosti zhotoviteľa kvôli opotrebovaniu nástrojov, razeniu v smerových a výškových oblúkoch; zadaný zhotoviteľom | A ... hraničná plocha, určená prostredníctvom $D_{ME} + p_{tpn}$ |

Obr. 2 Zúčtovacie čiary pri kontinuálnom razení s primárnym ostením zo striekaného betónu (podľa ÖNORM B 2203-2)



- R ... polomer svetlého prierezu
 p_t ... presah zadany v súťažných podkladoch na kompenzáciu odchýlok a tolerancií pri razení a betonáži; zadaný obstarávateľom
 d_s ... hrúbka segmentu
 p_{ps} ... prstencová štrbina
 p_z ... zväčšený presah
 p_s ... presah v pôsobnosti zhotoviteľa kvôli opotrebovaniu nástrojov, razeniu v smerových a výškových oblúkoch; zadaný zhotoviteľom
 D_N ... nominálny priemer výrubu predpísaný obstarávateľom; $D_N = 2(R + p_t + d_{soi} + p_{dn} + d_{po})$
 D_{NZ} ... nominálny priemer výrubu so zväčšeným presahom; $D_{NZ} = D_N + 2 p_z$
 D_E ... efektívny priemer výrubu (premenlivý)
 D_{ME} ... max. efektívny priemer výrubu s neopotrebovanými nástrojmi
A ... hraničná plocha, určená prostredníctvom

- R ... polomer svetlého prierezu
 p_t ... presah zadany v súťažných podkladoch na kompenzáciu odchýlok a tolerancií pri razení a betonáži; zadaný obstarávateľom
 d_{soi} ... projektovaná hrúbka sek. ostenia vrátane izolačného súvrstvia ($d_{soi} = d_{so} + d_i$)
 d_{so} ... projektovaná hrúbka sek. ostenia
 d_i ... projektovaná hrúbka izolačného súvrstvia
 d_s ... hrúbka segmentu
 p_{ps} ... prstencová štrbina
 p_z ... zväčšený presah
 p_s ... presah v pôsobnosti zhotoviteľa kvôli opotrebovaniu nástrojov, razeniu v smerových a výškových oblúkoch; zadaný zhotoviteľom
 D_N ... nominálny priemer výrubu predpísaný obstarávateľom; $D_N = 2(R + p_t + d_{soi} + p_{dn} + d_{po})$
 D_{NZ} ... nominálny priemer výrubu so zväčšeným presahom; $D_{NZ} = D_N + 2 p_z$
 D_E ... efektívny priemer výrubu (premenlivý)
 D_{ME} ... max. efektívny priemer výrubu s neopotrebovanými nástrojmi
A ... hraničná plocha, určená prostredníctvom $D_{ME} + p_{tpn}$

Obr. 3 Zúčtovacie čiary pri kontinuálnom razení s ostením zo segmentov (podľa ÖNORM B 2203-2)

3.5 Priradenie vlastníctva rizík

3.5.1 Zvláštne riziká v podzemnom staviteľstve

V podzemnom staviteľstve existujú zvláštne riziká v spojitosti s vlastnosťami horninového masívu nezavinené zhotoviteľom stavby. Z tohto dôvodu sa odporúča zmluvné priradenie rizík.

3.5.2 Razenie TBM

3.5.2.1 V pôsobnosti obstarávateľa sú:

- väčšie deformácie v priečnom reze ako sú prípustné podľa zmluvy o dielo a ich dôsledky: zovretie stroja, hlbšie sadnutie už osadených dnových segmentov, prestavba debnenia na zmenšený profil, rozširovanie už vyrazeného profilu, prestavba stroja na väčší priemer,
- parametre horninového masívu mimo rozsah uvedený v zmluve o dielo a ich dôsledky: výrazne nevýhodnejšia vŕtateľnosť, nemožnosť rozopretia stroja, neúnosné dno,
- sťažené razenie v zeminách alebo v silne podrvených horninách (mimo rozsah uvedený v zmluve o dielo) – napr. lokálna nestabilita čelby.

3.5.2.2 V pôsobnosti zhotoviteľa stavby sú:

- zlá vŕtateľnosť kvôli rozdielne pevným častiam horniny v tom istom profile,
- poruchy pri odťažbe a preprave rúbaniny, napr. v dôsledku lepkivosti rozrušeného materiálu alebo veľkej blokovitosti.

3.5.3 Štítovanie

3.5.3.1 V pôsobnosti obstarávateľa sú:

- sťažené razenie kvôli cudzím telesám v zeminovom masíve ako sú: murivo, rúry, kotvy, pilóty, vrátane ich odstraňovania (mimo rozsah uvedený v zmluve o dielo),
- prerušenie razenia v dôsledku prerušených vedení všetkého druhu počas prevádzky v úseku ovplyvňujúcom razenie.

3.5.3.2 V pôsobnosti zhotoviteľa stavby sú:

- poruchy pri odťažbe a preprave rúbaniny, napr. v dôsledku lepkivosti rozrušeného materiálu alebo v dôsledku jednotlivých veľkých blokov.

3.6 Geotechnický a geologický dozor

3.6.1 Inžiniersko-geologická dokumentácia

Geotechnický a geologický dozor obstarávateľa priebežne počas razenia dokumentuje inžiniersko-geologické a hydrogeologické pomery.

Hlavným účelom je hodnotenie zistených pomerov na stanovenie opatrení pri razení a zatrieďovaní horninového masívu

Dokumentácia ďalej poskytuje podklady na porovnanie predpokladaných pomerov so skutočnými a na krátkodobé prognózy.

Po ukončení raziacich prác geotechnický a geologický dozor obstarávateľa vypracuje záverečnú správu o inžiniersko-geologických pomeroch v trase razenia.

4 Razenie pomocou TBM

4.1 Súťaž na výber zhotoviteľa na vykonanie prác

4.1.1 Všeobecne

Náklady na výlom závisia od VT a triedy rozpojovateľnosti, čomu zodpovedajú položky stavebných prác uvedené v tabuľke 1.

Tab. 1 Členenie položiek výlomu pri razení pomocou TBM

| Vystrojovacia trieda | Triedy rozpojovateľnosti | | |
|----------------------|--------------------------|-------|-------|
| | x | y | z |
| VT I | I x | I y | I z |
| VT II | II x | II y | II z |
| VT III | III x | III y | III z |
| VT IV | IV x | IV y | IV z |
| VT V | V x | V y | V z |
| VT S | S x | S y | S z |

4.1.2 Vystrojovacie triedy primárneho ostenia tunelov a šácht

Tab. 2 Vystrojovacie triedy pre tunely a šachty razené pomocou TBM

| VT | Strojní úsek L1 | Prívesný úsek L2 | Zadný úsek L3 |
|--------|---|---|---|
| VT I | - | - ochranná sieťovina pripevnená kotvami alebo svorníkmi alebo rovnocenné opatrenia, - dnové segmenty v prípade, že sú predpokladané vo všetkých triedach | Vystrojenie výrubu je v úseku L3 bezvýznamné pre zatriedenie do VT. V prípade, ak by sa vystrojenie použilo, treba počítať s položkami na prerušenie prác. |
| VT II | - sieťovina ako ochrana pred odpraskami na $\leq 1/3$ obvodu pripevnená s $\leq 0,4$ kotvami/ m^2 | - $>0,4$ kotiev/ m^2 s časťami oblúkov po $>1/4$ obvodu, - sieťovina a striekaný betón alebo striekaný betón s rozptýlenou výstužou na $\leq 1/2$ obvodu | |
| VT III | - sieťovina na $>1/3$ obvodu s $>0,4$ kotvami/ m^2 a s jednotlivými pažiacími prvkami, - časti oblúkov na $\leq 3/4$ obvodu * | - sieťovina, $>0,4$ kotiev/ m^2 a striekaný betón alebo striekaný betón s rozptýlenou výstužou po celom obvode okrem dna, - časti oblúkov na $\leq 3/4$ obvodu ** | |
| VT IV | - uzavretý prstenec z ocelových oblúkov s ocelovou sieťovinou alebo pažením * - prihradové oblúky na $>3/4$ obvodu so sieťovinou a kotvami * - striekaný betón na $>1/4$ obvodu - prvky na roznos tlaku od rozpier | - vystrojenie dna striekaným betónom alebo liatym betónom pokiaľ sa nepoužijú dnové segmenty, - uzavretý prstenec z ocelových oblúkov, eventuálne podopretý na dnovom segmente, - prihradové oblúky na $>3/4$ obvodu so sieťovinou a kotvami ** | |
| VT V | - uzavretý prstenec s ocelových oblúkov s pažením - ocelové oblúky z plnostenných profilov - ihly | - nie je smerodajné | |
| VT S | - uzavretý prstenec zo segmentov | - nie je smerodajné | |

* v tuneloch s $\varnothing > 6$ m, ** v tuneloch s $\varnothing \leq 6$ m

4.1.2.1 Ak vystrojenie pozostáva z okamžite a priebežne osadzovaného prstenca zo segmentov, platí vystrojovacia trieda S.

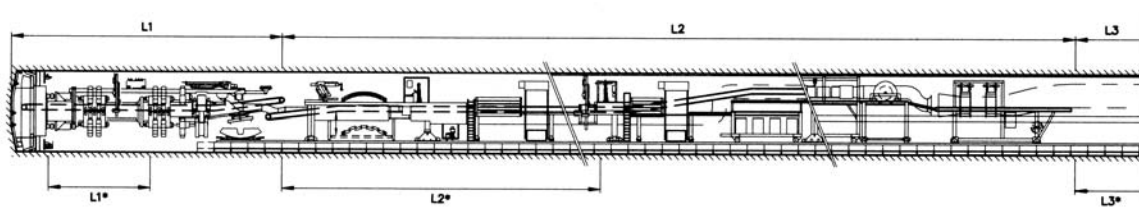
4.1.2.2 Pracovné úseky pri razení TBM sa označujú takto:

L1: strojný úsek,

L2: príviesny úsek,

L3: zadný úsek do 200 m za príviesom.

4.1.2.3 V rámci úsekov L1, L2, L3 sa vyčleňujú pracovné zóny L1*, L2*, L3*, v ktorých sa vykonáva vystrojovanie výrubu na základe požiadaviek projektu a možností stroja (viď obr. 3).



Obr. 3 Pracovné úseky a zóny pri razení pomocou TBM

4.1.2.4 Zhotoviteľ stavby označí vo svojej ponuke dĺžky pracovných úsekov a pracovných zón do schémy plánovaného TBM a uvedie aké vystrojovacie práce sú realizovateľné pri uvedených výkonoch. Zhotoviteľ pritom zohľadní podmienky pre miesto osadenia vystrojovania výrubu uvedené v súťažných podkladoch.

4.1.2.5 Zatriedenie do vystrojovacích tried primárneho ostenia sa posudzuje rovnako pre tunely a šikmé šachty.

4.1.2.6 Pre zvislé šachty, ktoré sa razia zdola nahor, sa zatriedenie do VT nepoužíva.

4.1.2.7 Pre zvislé šachty, ktoré sa razia zhora nadol, platí zatriedenie podľa tabuľky 3.

Tab. 3 Vystrojovacie triedy pre šachty razené zhora nadol

| Vystrojovacia trieda | Vystrojovanie po každej etape výlomu | Etapa výlomu |
|----------------------|--|--------------|
| VT I | - sieťovina ako ochrana pred odpraskami pripevnená kotvami | max. 5 m |
| VT II | - $\leq 0,4$ kotiev/ m^2 po obvode výrubu a striekaný betón s/bez sieťoviny alebo striekaný betón s rozptýlenou výstužou; avšak nie po každom zábere | max. 4 m |
| VT III | - $>0,4$ kotiev/ m^2 po obvode výrubu a striekaný betón s/bez sieťoviny alebo striekaný betón s rozptýlenou výstužou po každom zábere | max. 3 m |
| VT IV | - oceľové oblúky s/bez paženia, nie však hnané paženie | max. 1 m |

4.1.3 Triedy vŕtateľnosti

4.1.3.1 Pri zatriedovaní horniny do tried vŕtateľnosti sú smerodajné náklady na rozpojovanie skalnej horniny pomocou TBM.

4.1.3.2 Triedy vŕtateľnosti definuje obstarávateľ na základe stanovených parametrov horniny a horninového masívu.

4.1.3.3 Úseky s rovnakou triedou vŕtateľnosti je potrebné čo najlepšie charakterizovať tými parametrami horniny a horninového masívu, ktoré sú smerodajné pre vnikanie a opotrebovanie vrtného náradia (valivé dláta).

4.1.3.4 Postupy na stanovenie tried vŕtateľnosti a požadované skúšky sa musia stanoviť v súťažných podkladoch. Trieda vŕtateľnosti môže byť napríklad určená prostredníctvom vnikania skúšobného zariadenia. Ak nie je dohodnuté inak, platí táto metóda ako záväzná.

4.1.4 Triedy opotrebovania

4.1.4.1 Opotrebovanie frézovacích nástrojov (rezných a valivých dlát) sa započítava do nákladov na výlom. V extrémne abrazívnych horninách, t.j. pri CAI (koeficiente abrazivity podľa Cerchara) > 4, sa osobitne fakturuje sťaženie razenia podľa tabuľky 4.

Tab. 4 Sťaženie razenia podľa abrazivity

| Trieda opotrebovania | CAI |
|----------------------|-------------|
| 1 | 4,01 – 4,49 |
| 2 | 4,50 – 4,99 |
| 3 | > 5,00 |

4.1.4.2 Abrazivita podľa Cerchara (koeficient CAI) sa stanovuje na vzorkách veľkosti zápalkovej škatuľky až päste z vrtného jadra. Stavebný, resp. geotechnický dozor obstarávateľa spoločne so zhotoviteľom stavby odoberú 6 typických skúšobných vzoriek. Na každej vzorke sa zistí abrazivita CAI – vždy dvakrát kolmo k vrstvám a rovnobežne s vrstvami. Výsledný koeficient CAI sa stanoví ako aritmetický priemer z 24 zistených hodnôt.

4.1.4.3 Na účely spätného zistenia koeficientu CAI sa denne odoberie dostatočný počet vzoriek, ktoré sa musia najmenej na tri mesiace uložiť u stavebného, resp. geotechnického dozoru.

4.1.4.4 Počet požadovaných skúšok abrazivity podľa Cerchara sa určí podľa dohody medzi zhotoviteľom a stavebným, resp. geotechnickým dozorom obstarávateľa. Skúšky vykonáva stavebný, resp. geotechnický dozor.

4.2 Pravidlá fakturácie a výkazy výmer

4.2.1.1 Nasledujúce ustanovenia platia v rovnakej miere pre tunely, uklonené tunely a šachty.

4.2.1.2 Výlomové práce sa fakturujú v bm tunela.

4.2.1.3 Situácia s nestabilnou čelbou a časti výrubu nad frézovacou hlavou sa posudzuje ako mimoriadny prípad. Nároky na stabilizáciu a odstraňovanie závalov sa fakturujú osobitne a musia sa zohľadniť v zmluvnej dobe razenia.

Pokiaľ sa materiál odstraňuje strojne, platia položky pre geologicky podmienený nadvýlom.

Pokiaľ toto nie je alebo len z časti možné, uskutočňuje sa fakturácia podľa nákladov.

Pokiaľ sa vystrojovanie môže vykonať v pracovnej zóne L1* s vystrojovacími prvkami podľa súťažných podkladov, uskutočňuje sa fakturácia podľa položiek v súpise položiek.

Ak toto nie je možné, uskutočňuje sa fakturácia podľa nákladov.

4.2.1.4 Ak sa dohodne stanovenie triedy vŕtateľnosti pomocou skúšobného posunu (penetrácie), vykonáva sa takéto stanovenie periodicky, napr. denne v približne rovnakom dennom čase. Rámcové podmienky pre skúšobný posun sa musia zmluvne dohodnúť, t.j. dĺžka posunu, stredná sila na posun stroja (brutto), stav rozpojovacích nástrojov a ich stupeň opotrebovania, úsek pre ktorý platí takto stanovená trieda vŕtateľnosti.

4.2.1.5 Pokiaľ sa dohodne stanovenie triedy vŕtateľnosti na základe popisu geologických pomerov, platí posudzovanie vo vrchole klenby tunela.

4.2.1.6 V extrémne abrazívnych horninách sa môžu faktúrovať príplatky za sťaženie razenie v zmysle tried opotrebovania podľa 4.1.4.

4.2.1.7 Nadmerné množstvá výlomových prác a prác na ostení, ktoré pri razení TBM vznikajú zo strojno-technických dôvodov (efektívny priemer výrubu väčší ako vypísaný), sa zahŕňajú do jednotkových cien. Vystrojovanie sa však fakturuje podľa efektívnych výmer.

4.3 Realizácia

4.3.1 Prerušenia prác pri razení pomocou TBM

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

- časovo závislé réžijné náklady stavby vo fáze razenia budú hradené pomocou položiek výkazu výmer pre skutočnú dobu nasadenia,
- produktívne mzdové náklady raziaceho tímu budú hradené naďalej počas potrebnej doby nasadenia (napr. pomocou východísk z pôvodnej kalkulácie; raziaci tím x „MLP“ – viď Časť 1), pokiaľ nebudú hradené z iných položiek.
- náklady závislé od množstiev pre ostatné práce sa hradia primárne cez existujúce položky výkazu výmer a až následne cez zmenené alebo dodatočné výkony.

V priebehu 7 pracovných dní treba zistiť, do akej miery je možné zvýšenie alebo zníženie nasadenia existujúcich zdrojov. Časovo závislé náklady stavby, náklady na prístrojovú techniku stavby a produktívne mzdové náklady treba podľa toho zhodne prispôbiť (napr. cez faktúry a dohodu o vyúčtovaní).

Doba prerušenia prác až po opätovné pokračovanie razenia sa pripočíta k zmluvnej dobe razenia.

5 Štítovanie

5.1 Všeobecne

5.1.1 Súťaž na výber zhotoviteľa na vykonanie prác

5.1.1.1 Pri štítovaní v zeminách sa rozlišuje medzi:

- otvoreným štítom s čiastočným záberom, s/bez mechanického podopretia čelby,
- plnoprofilovým štítom s podopretím čelby (mechanickým, pretlakom vzduchu, pretlakom suspenzie, zeminou).

5.1.1.2 Rozdelenie do tried rozpojovateľnosti (X, Y, Z) sa riadi podľa vlastností zeminového masívu (inžiniersko-geologických a hydrogeologických pomerov, geotechnických parametrov

atď.) a stanoví sa v súťažných podkladoch pre konkrétny projekt. Variácia vystrojenia v konkrétnom tuneli spravidla nie je zadaná, preto sa pri štítovaní nerozlišujú vystrojovacie triedy (viď tabuľka 5).

Tab. 5 Členenie položiek výlomu pri štítovaní

| Typ štítu | Trieda rozpojovateľnosti | | |
|--------------------------------|--------------------------|---|---|
| otvorený štít s/bez podopretia | X | Y | Z |
| štít s mechanickým podopretím | X | Y | Z |
| štít s pretlakom vzduchu | X | Y | Z |
| štít s pretlakom suspenzie | X | | |
| zeminový štít | X | | |

5.1.1.3 Úseky tunela v rovnakých alebo vo vzťahu k rozpojovateľnosti porovnateľných geologických pomeroch sa zatriedia do úsekov s rovnakými triedami rozpojovateľnosti.

5.1.2 Pravidlá fakturácie a výkazy výmer

Množstvá navyše pri výrube a sekundárnom ostení vyplývajúce zo strojno-technologických dôvodov (efektívna plocha výrubu väčšia ako uvedená v súťažných podkladoch) sa zahŕňajú do položiek na vystrojenie, resp. sekundárne ostenie. Primárne ostenie sa fakturuje podľa efektívnej výmery.

5.2 Štítovanie s pretlakom vzduchu

5.2.1 Súťaž na výber zhotoviteľa na vykonanie prác

5.2.1.1 Obstarávateľ zverejní v súťažných podkladoch rozhodujúce okrajové podmienky:

- prieskum horninového masívu v trase tunela, geologické/ geotechnické charakteristiky,
- hydrogeologické pomery,
- poloha hladiny podzemnej vody,
- vrchná a spodná hranica tlaku v dne,
- obmedzenia vyplývajúce z okolitých podmienok (zástavba apod.),
- účinky na existujúce vedenia alebo vegetáciu.

5.2.1.2 Obstarávateľ stanoví v súťažných podkladoch:

- spôsob odovzdávania denných správ,
- požiadavky na dokumentáciu výkonov (výsledky).

5.2.1.3 Zhotoviteľ vypracuje DVP na podopretie čelby pretlakom vzduchu na základe hydrogeologických údajov. Návrhy sa prerokujú s obstarávateľom.

5.2.1.4 Pokiaľ nie je predpísané v súťažných podkladoch inak, zhotoviteľ je zodpovedný za:

- bezporuchovú prevádzku všetkých zariadení na zaistenie konštantného tlaku vzduchu,
- sledovanie a udržiavanie tlaku vzduchu,
- údržbu všetkých zariadení alebo jednotlivých častí vrátane náhradných zariadení, ďalej ručí za všetky škody spôsobené nedostatočnou funkčnosťou alebo nefunkčnosťou,
- ochranné opatrenia proti úniku vzduchu (vrátane rezervy stlačeného vzduchu).

5.2.2 Pravidlá fakturácie a výkazy výmer

5.2.2.1 Pri štítovaní s pretlakom vzduchu sa fakturujú osobitne nasledujúce výkony:

- montáž, demontáž a údržba špeciálnych zariadení (kompresory, vzdušnice pre osoby a materiál, záložné zdroje),

- prevádzka zariadení s pretlakom vzduchu,
- sledovanie celého zariadenia.

-

5.2.2.2 Osobitne sa fakturujú nasledujúce opatrenia:

- pohotovosť náhradných zariadení,
- pohotovosť záložných zdrojov v prípade výpadku elektrického prúdu.

5.2.2.3 Náklady na dokumentáciu vykonania prác a na požadované technologické predpisy na vykonanie prác sa zahŕňajú do jednej ocenennej položky.

5.2.2.4 Náklady spojené s prerušením prác pri úniku vzduchu sa fakturujú osobitne.

5.2.2.5 Tvorba a doručovanie denných správ a dokumentácie dosiahnutých výkonov sú obsiahnuté v položkách za výlom.

5.3 Štítovanie s pretlakom suspenzie alebo podopretím zeminou

5.3.1 Súťaž na výber zhotoviteľa na vykonanie prác

5.3.1.1 Pri štítovaní s podopretím zeminou alebo s pretlakom suspenzie sa spravidla definuje len jedna trieda rozpojovateľnosti. Výnimky môžu tvoriť prechodové úseky zo skalných a poloskalných hornín do zemín.

5.3.1.2 Zlepšovanie zeminového masívu nemá vplyv na zmenu triedy rozpojovateľnosti.

5.3.1.3 Rozmery blokov (balvanov), ktoré sa musia pri razení rozdrviť a odstrániť sa stanovujú v súťažných podkladoch s ohľadom na možné sťaženie razenia v súvislosti s ich rozdrvením a odstránením.

5.3.1.4 V závislosti na technológii štítovania resp. podopretia čelby sa zemina mieša s prísadami. V súťažných podkladoch sa stanoví ako sa bude zaobchádzať s materiálom a aký stupeň separácie je treba dodržať.

5.3.2 Pravidlá fakturácie a výkazy výmer

5.3.2.1 Vplyv vystrojenia (segmenty s alebo bez tesnenia) a triedy rozpojovateľnosti na výkon razenia a na opotrebovanie nástrojov je zahrnutý do položiek za výlom.

5.3.2.2 Fakturačnou jednotkou výlomu je bežný meter tunela, resp. tunelovej rúry.

5.3.2.3 Ťažkosti pri drvení a odstraňovaní blokov sa fakturujú ako príplatky za sťažené razenie.

5.3.2.4 Odstraňovanie cudzích predmetov (kotiev, častí základov) pred čelbou sa fakturuje osobitne.

5.3.2.5 Náklady na spracovanie zmiešaného materiálu z horninového masívu sú zahrnuté v položkách za výlom. Likvidácia materiálu zmiešaného s prísadami sa fakturuje osobitne.

5.3.2.6 Separácia rúbaniny od prímiesí sa fakturuje osobitne.

6 Výstroj

6.1 Segmenty

6.1.1 Všeobecne

6.1.1.1 Použitie segmentov:

- segmenty ako primárne a sekundárne ostenie súčasne (jednovrstvové ostenie),
- segmenty len ako primárne ostenie (dvojrstvové ostenie),
- dnové segmenty (okamžite zaťažiteľné, resp. pojazdne dno).

6.1.1.2 V projekte sa určí:

- druh použitých stavebných materiálov,
- požiadavky na stavebné materiály,
- rozmery,
- požiadavky na presnosť výroby,
- konštrukčné spracovanie (povrch, druh a tvar škár, výstuž).

6.1.1.3 Pred začiatkom výroby sa definujú a v projekte zohľadnia sily pôsobiace na segmenty od strojného zariadenia, ako aj zaťažovacie stavy pri ich výrobe, preprave, skladovaní a osadzovaní.

6.1.1.4 V projekte sa ďalej stanovujú požiadavky na vyplňovanie dutín medzi ostením a povrchom výrubu:

- druh výplne (materiál, podperná a/ alebo drenážna funkcia),
- postup pri vyplňovaní (čas, výška výplne),
- chemické vplyvy podzemnej vody.

Pred vŕhaním rovnostranného výplňového materiálu sa kruhová medzera za ostením v dne spravidla vyplní cementovou maltou.

6.1.2 Výroba

6.1.2.1 Pre betónové segmenty platia normy STN 73 1201, STN P ENV 1992-1-1, STN P ENV 1992-1-2 a STN EN 206-1.

6.1.2.2 Ak sa nestanovia osobitné požiadavky na pevnosť v tlaku, platí pevnosť betónu v tlaku podľa triedy C 35/45.

6.1.2.3 Tolerancie sa definujú podľa požiadaviek konkrétneho projektu. Ak sa v projekte nestanoví inak, platia hodnoty tolerancií uvedené v prílohe D.

Pri jednovrstvovom ostení sa z dôvodu vysokých požiadaviek na tesnosť ostenia stanovujú spravidla veľmi vysoké požiadavky na presnosť výroby a osadenia segmentov.

6.1.2.4 Pri tvrdnutí betónu parou sa pre konkrétny projekt stanovujú:

- smerodajné maximálne teploty pri výrobnom procese,
- podmienky platné pre ochladzovanie.

6.1.2.5 Dodržiavanie požiadaviek je nutné priebežne sledovať a dokumentovať prostredníctvom vhodných opatrení, resp. zariadení, ak treba upraviť jednotlivé procesy.

6.1.3 Súťaž na vykonanie prác

6.1.3.1 Obstarávateľ stanoví v súťažných podkladoch nasledovné kritériá:

- tolerancie rozmerov segmentov,
- pevnosť betónu v tlaku v čase pri osadzovaní; segmenty sa musia skladovať pokiaľ nedosiahnu požadovanú pevnosť,
- požiadavky na vzhľad, nepriepustnosť, povrch atď.,
- pri dvojvrstvovom ostení maximálne dovolené hodnoty odsadenia ako aj maximálne dovolené veľkosti odbitých rohov a hrán za účelom dosiahnutia požiadaviek na podklad pre hydroizoláciu.

6.1.4 Vykonanie prác

6.1.4.1 Dutiny medzi ostením a povrchom výrubu je nutné rýchlo a kvalitne vyplniť, aby sa dosiahlo bezchybné uloženie prstenca zo segmentov. Tým sa zamedzí rozvoľneniu masívu, sadaniu alebo nesymetrickému namáhaniu prstenca. Vyplnenie sa môže realizovať pribežne zo zadnej časti štítu ako aj dodatočne cez injektážne rúrky.

6.1.4.2 Výplňový materiál nesmie ovplyvňovať trvalú funkciu odvodnenia. Nemá podporovať tvorbu sintru v prvkoch odvodnenia. Musí sa zamedziť možnému vyplaveniu výplne. Podľa použitého stroja (napr. hydroštítu) sa môžu stanoviť zvláštne požiadavky na výplňový materiál.

6.1.4.3 Ak škáry prstenca zo segmentov tvoria súčasť odvodňovacieho systému, nesmú byť vyplnené maltou alebo nečistotami. Pri silných prítokoch vody a/alebo potenciáli tvorby sintru je nutné na škáry z vnútornej strany segmentov osadiť nopové pásy s dostatočnou drenážnou kapacitou.

6.1.4.4 Pri jednovrstvovom ostení s tesnením je nutné navrhnuť a odsúhlasiť takú metódu postupného osadzovania segmentov a tesniacich pásov, aby sa tesniace pásy pri osadzovaní nepoškodili.

6.1.4.5 Malé poškodenia na povrchu segmentov, napríklad odlomené hrany sa opravujú podľa požiadaviek konkrétneho projektu. Pri väčších poškodeniach sa musí stanoviť postup opravy, a to prípad od prípadu.

Pri dvojvrstvovom ostení sa tým má zamedziť poškodeniu medziľahlej hydroizolačnej fólie pri jej ukladaní, resp. betonáži. Nutné je dodržať požiadavky na rovnosť (hladkosť) podkladu.

6.1.5 Pravidlá fakturácie a výkazy výmer


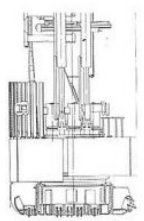
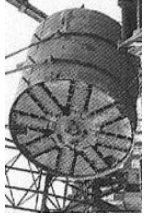
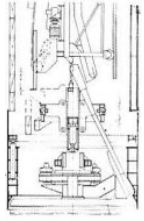

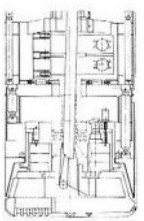
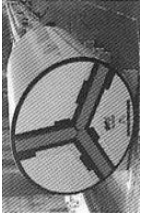
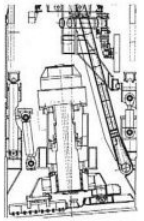

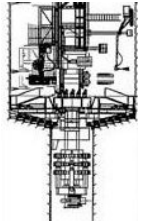

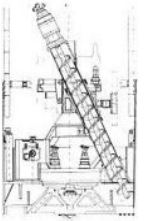

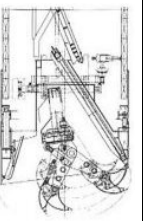

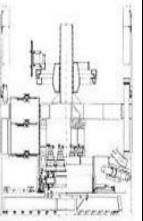

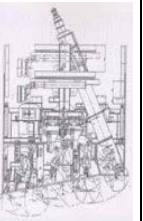

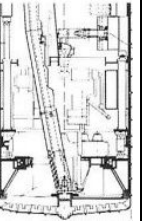

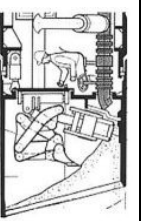

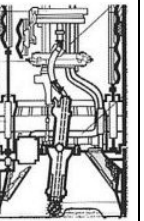
6.1.5.1 Nasledovné výkony sa fakturujú osobitne:

- dodávka, t.j. výroba, preprava a skladovanie na stavenisku,
- dodávka a kladenie výstuže segmentov,
- doprava na miesto osadenia a osadenie segmentov, vrátane všetkých spojov a tesnení škár.

6.1.5.2 Vyplnenie prstencovej štrbiny sa fakturuje samostatne podľa použitého stavebného materiálu a na bežný meter tunela.

6.1.5.3 Vyrovnávanie odsadení ako aj opravy rohov a hrán potrebné na osadenie hydroizolácie sa nefakturujú osobitne.

Príloha A Tunelovacie stroje pre kontinuálne razenie podľa 3.1.2 a 3.1.3 (informatívna)

| Druh stroja | Typ stroja | Obrázok | Schéma | Druh stroja | Typ stroja | Obrázok | Schéma |
|---|--|---|---|-------------------------------|--------------------------|--|--|
| | bez štítu (otvorený TBM) |  |  | | bez podopretia |  |  |
| Pinoprofilový raziaci stroj (TBM) | so štítom resp. s dvojitým štítom (uzavretý TBM) |  |  | Pinoprofilový štítovací stroj | s mechanickým podopretím |  |  |
| | raziaci stroj s postupným rozširovaním výrubu |  |  | | zemínový štít |  |  |
| | bez podopretia |  |  | | hydroštít |  |  |
| Štítovací stroj s čiastočným záberom | s čiastočným mechanickým podopretím |  |  | | pretlakový štít |  |  |
| | s pretlakom vzduchu |  |  | | | | |
| | s pretlakom suspenzie |  |  | | | | |
| Štítovacie stroje, ktoré môžu striedavo podopierať čelbu s rôznymi médiami, sa označujú ako mixštitly. | | | | | | | |
| Zdroj: 1/ DAUB/FCU – „Empfehlungen zur Auswahl und Bewertung von Tunnelvortriebsmaschinen“, časopis Tunnel 5/1999, Bertelsmann 1999; 2/ materiály firm: CTS, Herrenknecht, Hlachi, Lovat, Mitsubishi, NFM, Robbins, Wirth | | | | | | | |

Príloha B Nasadenie raziacich a štítovacích strojov (informatívna)

| K r i t é r i á | Skalná hornina | | | Zeminy | | | | |
|-------------------|--|---|---|---|--|---|----------------------|----------|
| | stabilné až mierne | nestabilná čelba | nestabilná čelba | stabilná čelba | nestabilná čelba ($c_u < \sigma_v / 6$) | obvod výrubu nestabilný | | |
| | pevnosť v tlaku / geotechnické kritériá | plastické zóny okolo výrubu $1,5\sigma_v < \sigma_c < 2\sigma_v$ | splastizovanie / nestab. čelba $\sigma_c < 1,5\sigma_v, c < \sigma_v / 6$ | dostatočná pevnosť > primár. napätie $c_u > \sigma_v / 2$ | nedostatočná pevnosť < primár. napätie $\sigma_v / 2 > c_u > \sigma_v / 6$ | nesúdržné | | |
| | popis zeminy | | | konsolidovaný II | konsolidovaný II | štrk – piesok – (II) | plasticke a napučavé | zmiešané |
| | klasifikácia zemín USCS podľa STN EN ISO 14688-2 | Poznámka: K posúdeniu stabilných pomerov v skalných horninách musia byť zohľadnené okrem geomechanických vlastností aj diskontinuity a tektonická stavba | | | | | | |
| N a s a d e n i e | TBM bez štítu | | | CL, CH nad HPV: ML, GM, SM | CL, CH | nad a pod HPV: GW, GP, SW, SP pod HPV: GM, SM, ML | CL, CM, GC, SC | |
| | TBM so štítom | | | | | | | |
| | TBM s mechanickým podopretím čelby | | | | | | | |
| | štít s mechanickým podopretím čelby | | | | | | | |
| | štít s pretlakom vzduchu | | | | 1 | 2 | | |
| | štít s pretlakom suspenzie | | | | 3 | 4 | | |
| | zeminový štít | | | | 5 | 6 | | |

Prehľad možností nasadenia raziacich a štítovacích strojov

Legenda: : vhodný : menej vhodný : nevhodný

HPV – hladina podzemnej vody, σ_v – závislé primárne napätie, c – kohézia

Všeobecné poznámky:

- tabuľka poskytuje len všeobecný prehľad možností nasadenia, založený na malom výbere kritérií.

- pri veľkom nadoži a súčasne nevhodných vlastnostiach horninového masívu hrozí pri štítovaní zovretie stroja v dôsledku veľkých konvergencií.

1: nutná kontrola prítokov vody
 2: hrozba úniku vzduchu a kolapsu čelby
 3: eventuality ku kontrole prítokov vody

4: lepiivosť a upchávanie
 5: veľká abrazivita
 6: s prísadami

Príloha C Strojno-technické údaje

(príloha k ponuke na výber zhotoviteľa na vykonanie prác)

C.1 Údaje o plnoprofilovom raziacom stroji TBM

- výrobca, typ, rok výroby a spôsob rozpojovania,
- menovitý priemer d_n a vyfrézovaný priemer d (priemer vŕtania),
- hmotnosť,
- otáčky,
- celkový inštalovaný výkon stroja,
- príkon frézovacej hlavy (v kW) a druh pohonu,
- počet otáčok frézovacej hlavy za minútu,
- krútiaci moment hlavy (pri menovitom výkone, ako aj pri spúšťaní),
- maximálna štartovacia elektrická energia stroja pri odpovedajúcom elektrickom napätí,
- sila na posun stroja (brutto),
- sila na rozopretie stroja,
- frézovacie nástroje (počet, druh a priemer),
- vzdialenosť frézovacích nástrojov (Spacing),
- stredná sila potrebná na posun (prítlačná sila na frézovací nástroj),
- zdvih hydraulického valca na posun stroja,
- možnosť zmeny vyfrézovaného priemeru,
- zariadenia pre počiatočné zaradenie stroja,
- príves a ostatné zariadenia,
- meracie zariadenia a popis riadenia stroja.

C.2 Údaje o plnoprofilovom štítovacom stroji (doplnenie údajov z odseku C.1)

- druh frézovacej hlavy, nástroje na rozpojovanie, usporiadanie frézovacej hlavy,
- dopravný systém, dopravné čerpadlá,
- pomocné zariadenia (drvič balvanov, tryskové systémy, potrubia),
- zariadenia na injektovanie dutín (počet, spôsob, poloha),
- zariadenie v zadnom úseku (zmiešavacie a separačné zariadenia atď.),
- výpočet tlaku na podopretie čelby,
- odstraňovanie bludných balvanov.

C.3 Údaje o štíte (otvorený štít, TBM so štítom, štít plnoprofilového štítovacieho stroja)

- výrobca, rok výroby,
- vonkajší priemer reznej časti a plášťa,
- hrúbka plechu zadnej časti štítu, tesnenie zadnej časti štítu,
- dĺžka štítu,
- hmotnosť štítu s a bez rozpojovacích zariadení,
- počet hydraulických valcov na posun štítu (rozdelenie po obvode),
- maximálna sila na posun štítu,
- roznos síl na posun (tlačný prstenec, tlačné pätky),
- zdvih hydraulických valcov,
- predpoklad statického zaťaženia štítu.

C.4 Spôsob podopretia pri otvorenom štíte

- počet pracovných plošín,
- počet a veľkosť podopierajúcich dosiek na čelbe,
- možnosť injektáže cez štít (počet, druh a priemer štrbín).

C.5 Údaje o nožovom štíte

- popis konštrukcie,
- výrobca, rok výroby,
- vonkajší priemer rezania,
- počet, šírka a spojenie nožov,
- hrúbka plechu zadnej konštrukcie,
- dĺžka celej konštrukcie,
- dĺžka betonárskej plošiny,
- vodiace oblúky a ich podopretie,
- spôsob a miesto vyplňovania dutín medzi ostením a povrchom výrubu,
- spôsob a miesto posunu jednotlivých nožov,
- možnosť dočasného zväčšenia sily na posun,
- sila na posun jedného noža,
- predpoklad statického zaťaženia štítu,
- posúdenie prenosu síl z vodiacich oblúkov do podložia,
- debnenie,
- riadenie štítu.

C.6 Údaje o prevádzke pásového dopravníka

- šírka pásu,
- rýchlosť pásu,
- pohon a výkon pohonu,
- pásový zásobník,
- protihlukové a protiprachové opatrenia.

C.7 Údaje o drviacom zariadení

- druh drviča,
- výkon drviča v t/hod,
- objem násypky v m³,
- inštalovaný výkon,
- hmotnosť zariadenia.

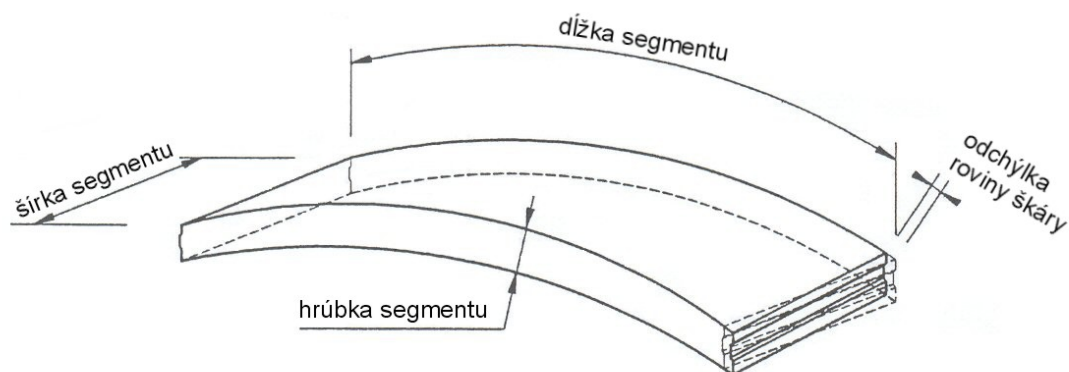
Príloha D Tolerancie rozmerov železobetónových segmentov

Doleuvedené tolerancie rozmerov platia pri razení pomocou TBM so štítom, resp. dvojitým štítom a pri štítovaní, keďže je nutné, aby škáry prstenca zo segmentov prenášali veľké sily v dôsledku razenia a zaťaženia zemným tlakom.

Tab. 6 Tolerancie železobetónových segmentov

| | Dovolené odchýlky | |
|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| | jednovrstvové ostenie | dvojrvtstvé ostenie |
| dĺžka segmentu | $\pm 1,0$ mm | $\pm 2,0$ mm |
| šírka segmentu | $\pm 0,5$ mm | $\pm 1,0$ mm |
| hrúbka segmentu | $\pm 1,0$ mm | $\pm 1,0$ mm |
| rovina škáry segmentu | $\pm 0,5$ mm | $\pm 1,0$ mm |

Pre dnové segmenty sa môžu tolerancie v rámci konkrétneho projektu rozšíriť.



Obr. 4 Zobrazenie rozmerov segmentu