

TECHNICKÁ ZPRÁVA

STAVBA: Oprava trati v úseku Tanvald – Kořenov

STUPEŇ DOKUMENTACE: DSP a PDPS

STAVEBNÍ OBJEKT: SO 03-17-01 Tunel Desenský km 29,438 - 29,690

Obsah

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	4
1.1	Údaje o stavbě	4
2	SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ	6
2.1	Výchozí podklady	6
2.2	Hlavní související provozní soubory a stavební objekty	6
2.3	Přehled použitých norem, předpisů, vzorových listů apod.	6
2.3.1	Normy	6
2.3.2	Technické kvalitativní podmínky	6
2.3.3	Předpisy	7
2.3.4	Technická literatura a informační zdroje	7
2.4	Odchytky od platných norem a předpisů	7
3	ÚČEL A ROZSAH PŘEDMĚTU DÍLA	7
3.1	Obecně	7
3.2	Základní popis objektu Desenského tunelu	8
3.3	Dostupné informace z historických zdrojů	9
3.3.1	Geotechnické podmínky a zajištění líce výrubu	9
3.3.2	Obnova obezdívky a zajištění stability výrubu	10
3.3.3	Drenážní a hydroizolační systém tunelu	11
3.4	Předmět projektu Desenského tunelu SO 03-17-01	11
3.5	Koncepce technického řešení v dokumentaci	11
4	POUŽITÁ TERMINOLOGIE	12
5	PROVĚŘENÍ PROSTOROVÉ PRŮCHODNOSTI TUNELU	12
5.1	Prověřované průjezdné průřezy	13
5.2	Stanovení délky tunelových pásů	14
5.3	Poloha portálů a délka tunelu	14
5.4	Směrové a výškové vedení po úpravě GPK	14
6	POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO TUNELU	15
7	TYPY ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD TUNELŮ	15
7.1	Typy vad tunelové obezdívky / ostění	15
7.2	Drenážní systém tunelu	19
7.3	Kabelovody a zajištění vedení inženýrských sítí	20
7.4	Portálové stěny a portálová křídla	20
8	NEJISTOTY V OKRAJOVÝCH PODMÍNKÁCH A VYPLÝVAJÍCÍ RIZIKA	20
8.1	Nejistoty v okrajových podmínkách technického řešení	20
8.2	Rizika vyplývající z nejistoty okrajových podmínek	21
9	POUŽITÉ TECHNOLOGIE A MATERIÁLY	21
9.1	Stříkaný beton	21
9.2	Stříkaná hydroizolační membrána	22
9.3	Těsnící injektáž a spárování zdiva	24
9.3.1	Těsnící injektáž spár kamenného / betonového zdiva	24
9.3.2	Těsnící injektáž ostění z monolitického	25

9.3.3	Spárování a injektování obezdívky – sanace vydrolených spár a průsaků	25
9.4	Drenážní potrubí	26
9.5	Kabelové žlaby – kabelovody	26
9.6	Sanační malty pro opravy betonových konstrukcí	27
10	OPRAVY A SANACE ZJIŠTĚNÝCH VAD KLENBY TUNELU	28
10.1	Průsaky ve spárách ve vrcholu klenby (typ T2)	28
10.2	Průsaky stávajícím „deštníkem“ ze stříkaného betonu (typ T3)	28
10.3	Vady na ostění z monolitického betonu (typ T5)	29
10.4	Průsaky na portálových stěnách (typ T7)	29
10.5	Zdegradované nebo poškozené svodnice (typ T8)	29
10.6	Vady nouzových výklenků (typ T9)	29
11	OPRAVA DRENÁŽNÍHO SYSTÉMU TUNELU	29
12	OPRAVA PORTÁLOVÝCH STĚN A KŘÍDEL	30
13	OBNOVA KABELOVODŮ	30
14	ZNAČENÍ V TUNELU	31
14.1	Požadavky předpisu SŽ S6 (2018)	31
14.2	Požadavky evropského předpisu TSI SRT	33
15	SEZNAM DOKUMENTACE	33

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

1.1 Údaje o stavbě

Název stavby:	Oprava trati v úseku Tanvald – Kořenov
Specifikace stavby:	Veřejná drážní stavba liniového charakteru
Stupeň dokumentace:	DSP a PDPS
Dílní část – objekt (SO/PS):	SO 03-17-01 Tunel Desenský km 29,438 - 29,690
Charakter dílní části:	Oprava železniční trati
Kraj:	Liberecký
Okres:	Jablonec nad Nisou
Katastrální území:	Šumburk nad Desnou [765031]; Tanvald [765023]; Desná [563552]; Desná I [625574]; Desná III [625591]; Polubný [669750]
Místo stavby:	km 27,533 – km 34,115
Trať dle Prohlášení o dráze:	507 00 Tanvald – Harrachov státní hranice
Traťový úsek TU:	TU 1671 Liberec – Harrachov státní hranice
Trať dle NJŘ:	548 Harrachov – Liberec
Kategorie dráhy:	Regionální
Období realizace:	předpoklad – 2023

Údaje o stavebníkovi:

Stavebník/investor:	Správa železnic, státní organizace Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 - Nové Město IČ: 70994234, DIČ: CZ 70994234
Zástupce investora:	Oblastní ředitelství Hradec Králové U Fotochemy 259 501 01 Hradec Králové

Údaje o zpracovateli dokumentace a části dokumentace:

Hlavní projektant stavby: (dle SOD)	TÝM/SAGASTA – Tanvald – Kořenov Moskevská 532/60 101 00 Praha 10 Hlavní projektant stavby: Ing. Miroslav Rykl ČKAIT – 0400329 Autorizovaný inženýr pro dopravní stavby
--	---

Odpovědný projektant: (dílčí části SO/PS)	SAGASTA s.r.o. Novodvorská 1010/14 142 00 Praha 4 IČ: 04598555, DIČ: CZ 04598555 Odpovědný projektant SO: Ing. Libor Mařík ČKAIT – 0007841 Autorizovaný inženýr pro geotechniku Báňský projektant OBÚ 4893/06
Ostatní zpracovatelé: (dílčí části SO/PS)	SAGASTA s.r.o. Novodvorská 1010/14 142 00 Praha 4 IČ: 04598555, DIČ: CZ 04598555 Zpracovatel SO: Ing. Martin Svoboda
Ostatní zpracovatelé: (dílčí části SO/PS)	SAGASTA s.r.o. Novodvorská 1010/14 142 00 Praha 4 IČ: 04598555, DIČ: CZ 04598555 Zpracovatel SO: Ing. Petr Lapiš
Ostatní zpracovatelé: (dílčí části SO/PS)	SAGASTA s.r.o. Novodvorská 1010/14 142 00 Praha 4 IČ: 04598555, DIČ: CZ 04598555 Zpracovatel SO: Bc. Jakub Vladík

2 SEZNAM VSTUPNÍCH PODKLADŮ

2.1 Výchozí podklady

Pro zpracování dokumentace pro stavební povolení byly použity následující podklady:

- Zvláštní technické podmínky (25.5.2020)
- Vstupní porada (vč. pochůzky) konaná dne 16.9.2020 na adrese Nádraží 344/1, Liberec
- Záměr projektu neinvestiční akce „Oprava trati v úseku Tanvald – Kořenov“
- Digitální katastrální mapa
- Archivní podklady získané od Státního oblastního archivu v Praze
- Zaměření stávajícího stavu (SŽG)
- Geodetické doměření jednotlivých míst a laserové skenování povrchu tunelu
- Místní šetření v průběhu zpracování dokumentace a fotodokumentace poruch
- Kopané sondy pro ověření tvaru počvy tunelu, polohy kabelovodů a drenáží

2.2 Hlavní související provozní soubory a stavební objekty

SO 00-10-01 Výstroj trati

SO 00-21-01 Přeložky kabelů

SO 03-10-01 Desná (mimo) - Dolní Polubný (mimo), železniční svršek

SO 03-11-01 Desná (mimo) - Dolní Polubný (mimo), železniční spodek

2.3 Přehled použitých norem, předpisů, vzorových listů apod.

2.3.1 Normy

- ČSN 737501 Navrhování konstrukcí ražených podzemních objektů - společná ustanovení (01/1993)
- ČSN 737508 Železniční tunely (09/2002)
- ČSN 736320 Prostorová průchodnost na dráze celostátních, dráhách regionálních a místních a vlečkách normálního rozchodu – Národní požadavky (02/2019)
- ČSN EN 206-1 Beton – část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 1: Obecná pravidla
- ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – část 2: Průzkum a zkoušení základové půdy
- ČSN EN 14487-1 Stříkaný beton – část 1: Definice, specifikace a shoda
- ČSN EN 14488-1 Zkoušení stříkaného betonu - část 1: Odběr vzorků čerstvého a ztvrdlého betonu

2.3.2 Technické kvalitativní podmínky

- TKP 3 Zemní práce, třetí aktualizované vydání, změna č. 6 (07/2008)
- TKP 4 Odvodnění tratí a stanic, třetí aktualizované vydání, změna č. 6 (07/2008)
- TKP 7 Kolejové lože, třetí aktualizované vydání, změna č. 8 (03/2013)
- TKP 12 Chráničky a kolektory, třetí aktualizované vydání, změna č. 8 (03/2013)
- TKP 17 Beton pro konstrukce, třetí aktualizované vydání, změna č. 8 (05/2013)
- TKP 18 Betonové mosty a konstrukce, třetí aktualizované vydání, změna č. 8 (03/2013)

Technická zpráva

TKP 20 Tunely, třetí aktualizované vydání, změna č. 2 (01/2002)

TKP 22 Izolace proti vodě, třetí aktualizované vydání, změna č. 1 (11/2001)

TKP 23 Sanace inženýrských objektů, třetí aktualizované vydání, změna č. 5 (09/2006)

2.3.3 Předpisy

SŽ S4 Železniční spodek (01/2021)

SŽDC S6 Správa tunelů (09/2018)

2.3.4 Technická literatura a informační zdroje

Metodická příručka pro přípravu sanací tunelů (Amberg Engineering Brno, a.s. 03/2016)

https://www.ita-aites.cz/files/edice_CTuK/161209-sanace-tunelu.pdf

Permanent Sprayed Concrete Linings (ITA Report No. 24 - 10/2020)

Design Guidance For Spray Applied Waterproofing Membranes (ITAtch Report No. 2 - 04/2013)

<https://about.ita-aites.org/wg-committees/itatch/publications>

2.4 Odchyly od platných norem a předpisů

Podle čl. 3.43 se pro potřeby normy ČSN 737508 rekonstrukcí tunelu rozumí takové stavební práce při, kterých dochází zpravidla k výměně a zesilování tunelového ostění v rozsahu celého objektu, případně se přitom zvětšuje světlý tunelový průřez; zpravidla dochází ke změně polohy jednotlivých konstrukcí s ohledem na směrovou nebo výškovou úpravu osy tunelu. V případě rekonstrukce tunelu je pak nutno postupovat podle příslušných ustanovení této normy.

Zásahy do konstrukčního systému (tunelové portály, obezdívky a ostění) spojené s opravami objektů tunelů na trati Tanvald – Kořenov proto nejsou ve smyslu znění čl. 3.43 normy ČSN 737508 považovány za rekonstrukci tunelu. I když tunelové objekty po provedení opravy nebudou splňovat požadavky této normy, nejedná se v případě navržených technických řešení a úprav o technická řešení vyžadující výjimku z této normy.

3 ÚČEL A ROZSAH PŘEDMĚTU DÍLA

3.1 Obecně

Trať Tanvald – Kořenov je dle kategorie železničních drah podle zákona č. 266/94 Sb. o drahách drahou regionální, vlastníkem je ČR zastoupena SŽ, státní organizace, provozovatelem dráhy je SŽ, státní organizace. Jedná se o jednokolejnou, neelektrifikovanou trať. V předmětném úseku je trať ozubnicová. Jde o jednu z posledních normálně rozchodných ozubnicových železnic v Evropě a také o nejstrmější železnici v Čechách. V roce 1992 ji Ministerstvo kultury prohlásilo za kulturní památku.

Předmětem opravy je komplexní oprava traťového úseku Tanvald (mimo) – Kořenov (mimo), dopravní D3 Desná a odbočné výhybky na vlečku Preciosa Ornela a.s. (zatím v majetku vlečkaře) a zajistit tak bezpečné a spolehlivé provozování drážní dopravy a dlouhodobé udržení požadovaných parametrů trati (adhezní i ozubnicový provoz). Oprava proběhne v km 27,533 – 30,590; 30,730 – 34,115. Dopravní D3 Dolní Polubný není součástí této stavby a bude řešena samostatnou investiční stavbou. Součástí opravných prací bude oprava železničního svršku vč.

Technická zpráva

nové ozubnice na Y pražcích, železničního spodku, sanace skalních zářezů, sanace železničního spodku na přejezdech, oprava odvodnění, nástupišť (zast. Kořenov, dopravná D3 Desná), stezek, osvětlení, osazení EOY a elektromotorických přestavníků na krajních výhybkách v dopravně D3 Desná a s tím spojené zřízení technologického objektu, výpichy pro DDTS, oprava mostů, tunelů, zdí a propustků a oprava přejezdů P5545, P5546, P5547, P5548, P5550 a P5551.

Projektová dokumentace tunelu zcela naplňuje požadavky zadávací dokumentace na opravy a dále technicky řeší i vady, které byly zjištěny v průběhu zpracování projektové dokumentace po vyhodnocení místního šetření a dostupných informací o konstrukčním řešení a geotechnických podmínkách horninového masivu, ve kterém je tunel vyražen.

V původním staničení ŽKM před rekonstrukcí celého traťového úseku byla poloha tunelu dána staničením 29,438 450 až 29,690 500. Pod tímto označením je evidován v celé řadě dokumentů a statistik. Při úpravě geometrické polohy koleje (GPK) došlo vlivem úprav ke změně staničení, která se s přibývajícím délkou od počátku úseku zvětšuje. Na výkresové dokumentaci je proto z hlediska kontinuity pouze v názvu tunelu uváděno původní staničení, pro určení polohy portálů a konstrukcí v tunelu je již v situaci a řezech používáno nové staničení po úpravě GPK.

3.2 Základní popis objektu Desenského tunelu

Tunel délky 252 m se nachází v definičním úseku Desná - odbočka vlečky PRECIOSA Ornela a.s. Jeho vjezdový portál je ve staničení km 29,438 450 a výjezdový portál je ve staničení km 29,690 500 na trati Liberec – Kořenov. Vjezdový portál je obezděn ve stejném stylu jako portály Žďárského tunelu. Ostění je v tunelu dvojího typu. První typ je obezdívka z kamenných kvádrů, druhý je betonové ostění. Světlý průřez tunelu je stejný jako u Žďárského tunelu 550/550 cm. Vjezdový předzářez je skalnatý, s poměrně strmými svahy. Na části skal předzářezu jsou po obou stranách ukotveny záchytné sítě, dále jsou pak po obou stranách zárubní zdi dosahující až k tunelu. Výjezdový portál je opět obložen žulovými kvádry a ostění na konci tunelu je kamenné. Výjezdový předzářez je také skalnatý a poměrně hustě porostlý vegetací. Žádné obkladní stěny ani záchytné sítě zde nejsou. Tunel na rozdíl od Žďárského má bezpečnostní výklenky, které jsou umístěny vždy dva naproti sobě po zhruba čtyřiceti metrech.

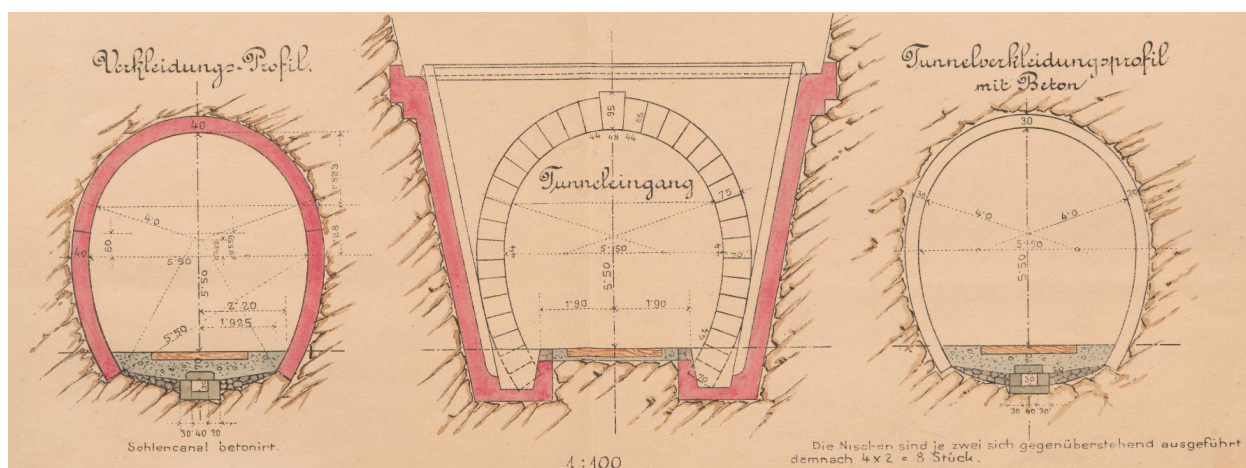
Z hlediska směrových a výškových poměrů tunel začíná přímkou dlouhou 118,69 m, po které následuje pravostranný směrový oblouk bez přechodnic o poloměru $R = 200$ m. V celém tunelu je stejný podélný sklon 10,6 ‰, který stoupá ve směru staničení. Díky relativně malému podélnému sklonu také není v tunelu kolej opatřena ozubnicí. Desenský tunel je jediný ze čtyř na trati Tanvald – Kořenov, u kterého odvodnění zajišťuje stále střední tunelová stoka. Ta vyúsťuje u vjezdového portálu do podélného odvodnění při patě levé zárubní zdi.

V tunelu je použit železniční svršek A s ocelovými pražci. Podle stávajícího technického stavu je tunel hodnocen stupněm 2 ve smyslu čl. 4.7.5 předpisu SŽDC S6, tj. stavební stav tunelu, který vyžaduje opravu nad rámec běžných údržbových prací. Jedná se například o místní opravu tunelové trouby, tunelových stok a příkopů, výměnu jednotlivých segmentů ostění, místní utěsnění injektáží atd. Z hlediska průsaků podzemní vody do tunelu je tunel hodnocen stupněm zavodnění V3 (plošné zamokření podle předpisu SŽDC S6). Tunel má nefunkční izolaci v portálových pasech P1, P2 a dále v pasech 8 a 9. Další poruchou je zanešené podélné odvodnění. V tunelových pasech 8 a 9 dochází k opadávání betonu.

V rámci opravy koleje je podle zadání nutné obnovit podélné odvodnění tunelu, vyměnit ostění v tunelových pasech č. 8 a č. 9, opravit a instalovat svodnice a opravit odvodnění portálů).

3.3 Dostupné informace z historických zdrojů

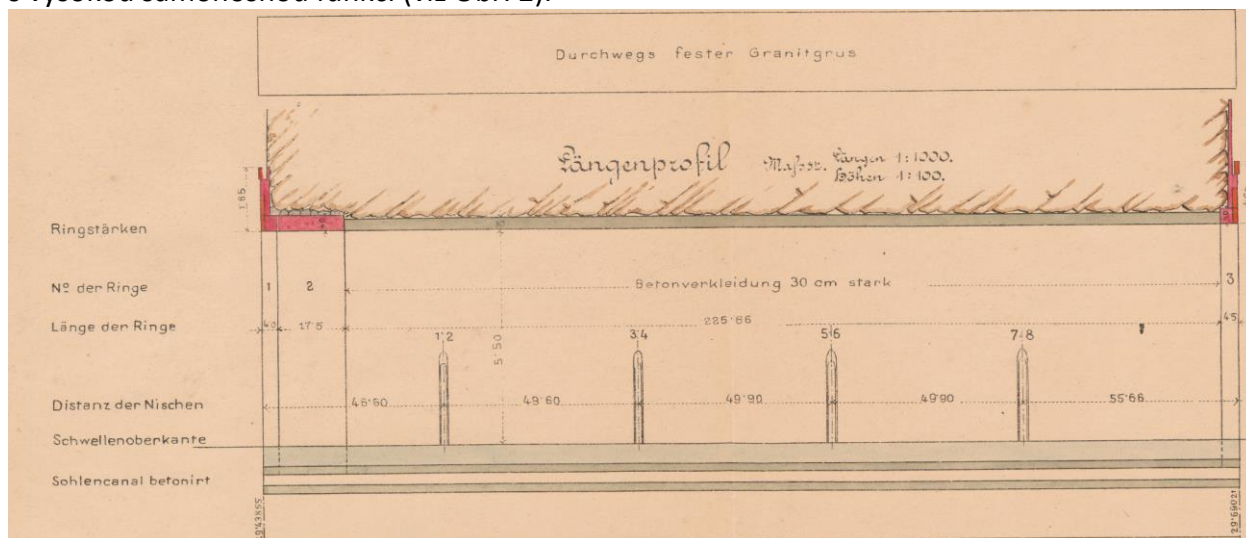
Pro návrh oprav patří k základním okrajovým podmínkám informace o výstavbě tunelu, stavu horninového masivu a stavebních úpravách, které v průběhu provozování prodělal. Ve Státním oblastním archivu v Praze se podařilo objevit výkresovou dokumentaci tunelu (kolaudační elaboráty z 11/1902) se zakreslením základních typů obezdívky v podélném směru, situováním záchranných výklenků a stručným popisem geotechnických podmínek. Základní typy dispozičního uspořádání příčného řezu ukazují Obr. 1.



Obr. 1 Příčné řezy tunelem podle archivní dokumentace 11/1902

3.3.1 Geotechnické podmínky a zajištění líce výrubu

Z roku 1902 jsou i základní informace o horninovém masivu. Z nich vyplývá, že kromě velmi krátkých portálových úseku tvoří horninový masiv pevná až tvrdá hornina (granodiorit) s vysokou samonosnou funkcí (viz Obr. 2).



Obr. 2 Historický podélný řez s popisem geotechnických podmínek

Technická zpráva

Kvalitě horninového masivu odpovídal i způsob zajištění stability výrubu. Vjezdový a výjezdový portál tvořila kamenná obezdívka tloušťky 400 mm (na vjezdovém portále v délce 21.5 m na výjezdovém portále 4,5 m), která přecházela do tunelových pásů monolitického betonového ostění s konstantní tloušťkou 300 mm v celé zbývající délce tunelu.

3.3.2 Obnova obezdívky a zajištění stability výrubu

Sanace Desenského tunelu probíhala v letech 1956 až 1959. Při prohlídce, která proběhla v květnu roku 1955, bylo zjištěno, že betonová obezdívka v pase č. 13 se vlivem hladové vody na několika místech vydrolila. Tato degradace se postupně rozrůstala do plochy i do hloubky, což by časem mohlo ohrozit stabilitu tunelové trouby.

Projekt se zabýval obnovou tunelového pasu č. 13 v délce 11,7 m. Původní návrh byl kompletní výměna obezdívky v pase č. 13 a zajištění nové obezdívky proti účinkům hladové vody. Součástí sanace bylo také rozdělení pasu č. 13 na dva nové pasy č. 13 a 14 o délkách 5,7 m a 6 m. Následně byly zcela rekonstruovány tunelové pásy 4 až 7, 11 až 19, 24 a 25. Všechny práce na opravě tunelu musely být provedeny za nepřerušného provozu (byla zavedena pouze pomalá jízda). Nová tunelová obezdívka byla provedena z lomového kamene s obkladem z kopáků a s rubovou izolací. S ohledem na účinky hladové vody se uvažovalo s úzkými spárami a s použitím sádro-struskového cementu, popřípadě vysokopecního cementu s vysokým obsahem struskové báze.

Vlastní tunelová obezdívka byla na rubu opatřena vyrovnávací vrstvou (mazaninou). Na tuto mazaninu byla přilepena rubová asfaltová izolace s hliníkovou vložkou o tloušťce 1 cm, která byla dále opatřena ochrannou lepenkou. Na izolaci byla nanесena vrstva maltového lože tloušťky 2 cm, do které se jako ochrana izolace vložily ostře pálené cihly. Spáry cihelného obkladu byly zality asfaltem. Zbytek prostoru (cca 30 cm) byl vyplněn střídavě vibrovaným štěrkem a pilíčky z lomového kamene. Odvedení vody bylo zajištěno pomocí rour o průměru $\varnothing = 15$ cm, který byly zaústěny do stávající střední tunelové stoky. Spáry mezi pasy 12. a 13. a 14. a P2 byly opatřeny izolací po celém obvodu tak, aby bylo zabráněno pronikání vody na novou obezdívku.

Pro podskružení staré tunelové obezdívky byly použity ocelové skruže (celkově 10). Vzdálenost skruží se pohybovala mezi 90–120 cm. Samotné práce probíhaly z lešení, které nesmělo zasahovat od průjezdného průřezu, který byl snížen o hodnotu 15 cm na výšku a 20 cm na šířku na každé straně.

Zdění nové obezdívky započalo vyzděním základů, na ty se následně postavily opěrové šablony a vyzdily se opěry. Zdění opěr probíhalo střídavě na obou stranách po dvou až třech vrstvách. Po zhotovení rubové izolace na obou stranách se za rubem opěr provedlo vyzdění zaopěrových pilířků z lomového kamene a vibrovaného štěrku. Při zdění klenby probíhalo zároveň pokládání asfaltové izolace, s vložkou s pilířků z kamene a štěrku. Pracovní postup je uveden ve výkresu příčného řezu a pracovního postupu.

Součástí částečné přestavby bylo také zřízení dvou nových záchranných výklenků ve staničení km 29,580 95. Byly provedeny symetricky podle osy tunelu a mají rubovou izolaci.

Další součástí byla také injektáž a povrchová úprava staré tunelové obezdívky. Injektáž se prováděla ve staničeních km 29,488 05, km 29,512 05, km 29,559 05, km 29,611 75 a km 29,674 25 závěrné zídky na rubu nové tunelové obezdívky o síle 30 cm až do horninového masivu.

Původním záměrem bylo elektrifikovat trať a ve všech tunelech zřídit trakční vedení. Injektáže měly zabránit stékání vody na trakční vedení. Z tohoto důvodu byla také na vrcholu

klenby provedena vrstva stříkaného betonu v tloušťce 6 cm v délce 164 m, která měla sloužit jako „deštník“. Stříkaný beton byl vyztužen pomocí sítí $\varnothing = 8$ mm s velikostí ok 100 x 100 mm. Sít je nenosná a je ukotvena do obezdívky pomocí kotevních želez $\varnothing = 12$ mm, hloubka kotev v obezdívce je 150-300 cm, vzdálenost se pohybuje mezi 300 až 400 mm. Před nanášením stříkané vrstvy betonu bylo nutné opět očistit povrch, stříkaný beton se nanášel ve vrstvách po 10 mm.

3.3.3 Drenážní a hydroizolační systém tunelu

Po rekonstrukci provedené v letech 1956 až 1959 tvoří drenážní a hydroizolační systém tunelu v úsecích kamenné klenby rubová drenážní vrstva po celém obvodu klenby tunelu z vibrovaného štěrku tl. cca 300 mm, hydroizolační asfaltové desky s hliníkovou vložkou tl. 10 mm jsou od štěrkové drenážní vrstvy odděleny ostře pálenými cihlami s cementovou maltou a cementovou mazaninou tl. cca 20 mm. Stejně tak jsou hydroizolační desky odděleny od kamenné klenby cementovou mazaninou tl. cca 30 mm. Puklinová voda prosakující do štěrkové drenáže je příčnými svody odváděna do původní centrální tunelové stoky a gravitačně je vedena k vjezdovému portálu. V případě původního betonového ostění tl. 300 mm se informace o drenážním systému nedochovaly. Lze předpokládat, že za ostěním jsou instalovány v místě zastižených přítoků podzemní vody svodnice.

3.4 Předmět projektu Desenského tunelu SO 03-17-01

V rámci opravy koleje je podle požadavků zadávací dokumentace nutné obnovit podélné odvodnění tunelu, opravit (vyměnit) ostění v tunelových pasech 8 a 9, opravit odvodnění portálů a portálových pásů P1 a P2.

Cílem oprav prováděných v Desenském tunelu je zejména:

- a) Zamezení průsaků podzemní vody do tunelu (obnova hydroizolační funkce).
- b) Sanace poruch tunelové obezdívky nebo tunelového ostění.
- c) Obnova drenážního systému.
- d) Obnova kabelovodů.

Technické řešení je navrženo s cílem zvýšení životnosti tunelových konstrukcí a minimalizace nákladů spojených s provozem a údržbou tunelů.

3.5 Koncepce technického řešení v dokumentaci

- a) Tunel je rozdělen na úseky podle typu zajištění stability výrubu podle Tab. 2
- b) Pro tunel je vypracovaná podrobná pasportizace vad včetně fotodokumentace po tunelových pasech
- c) Vady jsou označeny typem vady T1 až T9 podle Tab. 3 a Tab. 4. A pro typy poruch je navržen návrh opravy nebo sanace.
- d) Označování typů zajištění stability výrubu, vad a jejich oprav je jednotné pro všechny tunely na traťovém úseku.
- e) Hodnocení poruch a popis typu sanace je provedeno pro každý tunelový pás v příloze č. 8.

4 POUŽITÁ TERMINOLOGIE

V rámci projektové dokumentace tunelových objektů na traťovém úseku Tanvald – Kořenov je pro zvýšení přehlednosti dokumentace používána jednotná, níže uvedená terminologie. Další terminologie používaná v projektové dokumentaci odpovídá znění uvedeném v normě ČSN 737508 a předpise SŽDC S6 (09/2018).

- Obezdivka:** Zděná konstrukce z betonových nebo kamenných kvádrů, která zajišťuje stabilitu výrubu.
- Ostění:** Nosná konstrukce z monolitického nebo stříkaného betonu, která zajišťuje stabilitu výrubu.
- Tunelový metr:** Pro potřeby návrhu technického řešení tunelu je v projektové dokumentaci pro každý tunel zaveden pojem "tunelový metr" (označení TM), který definuje v ose tunelu vzdálenost od vjezdového k výjezdovému portálu (koresponduje se směrem staničení tratě). Staničení v tunelových metrech je lokálně zavedeno pro každý tunel samostatně. Tunelový metr TM 0,000 je definován jako průsečík roviny portálu s osou tunelu. Značení v tunelových metrech usnadňuje polohu navržených opatření a následně orientaci pracovníků během realizace stavebních prací.
- Délka tunelu:** Podle požadavků normy ČSN 737508 je délka tunelu ve čl. 3.39 určena jako „průměrná vzdálenost mezi líci čelních portálových zdí (portálových věnců) vjezdového a výjezdového portálu, měřená po obou tunelových opěrách ve výši 1,0 m nad niveletou koleje“. Tuto definici doslovně přebírá i Příloha A (normativní) předpisu SŽDC S6.
- Tunelový pás:** Evidenční část tunelu umožňující orientaci v tunelu, obvykle vymezená dělicími spárami od sousedních tunelových pásů nebo značením na líci ostění, obezdivky nebo v úsecích bez zajištění na líci výrubu. Portálové pásy se označují P1 a P2, za portálovým pásem P1 následuje pás č. 1. Délka tunelových pásů u opravovaných tunelů není zpravidla konstantní a po opravě bude zachována podle původního rozdělení i značení.
- Typ zajištění:** Typ tunelového ostění nebo obezdivky zajišťující stabilitu výrubu. Tam, kde je stabilita výrubu zajištěna samonosností horninového masivu bez jakéhokoli dalšího opatření je jako typ zajištění uveden „skalní líc“

5 PROVĚŘENÍ PROSTOROVÉ PRŮCHODNOSTI TUNELU

Provedení oprav souvisejících se zajištěním stability výrubu, vodonepropustnosti tunelu nebo sanacemi původní obezdivky nebo ostění je závislé na prostorových možnostech stávajícího tunelu. Základním principem je nezasahování do obezdivky z betonových nebo kamenných kvádrů, která je obecně v relativně dobrém stavu. V případě ostění z monolitického nebo stříkaného betonu se lokálně předpokládá odstranění degradovaných míst nebo celkové odstranění poškozené části ostění a jeho náhrada.

Proto bylo před zahájením prací na projektové dokumentaci provedeno zaměření stávajícího světlého líce tunelu pomocí laserového skenování mračnem bodů. Mračna bodů z laserového skeneru Trimble SX10 byla georeferencována přímo v terénu. Připojení bylo provedeno metodou zpětného protínání s orientací na body ŽBP. Georeferencované skeny byly převedeny do jednotného mračna bodů. Dalším krokem byla finalizace mračna bodů. Nejprve byl stanoven maximální rozsah mračna. Následovalo očištění mračna od šumu a selekce na světlý líc tunelu a ostatní objekty. Výsledné mračno bodů bylo „naředěno“ na minimální vzdálenost mezi body 1 cm.

Pro prověření prostorové průchodnosti tunelu bylo použito 3D modelu stávajícího světlého líce tunelu, do kterého bylo na příslušnou variantu GPK nasazeno 3D těleso příslušného průjezdného průřezu (viz dále).

V programu CloudCompare byla vyšetřena vzájemná poloha tělesa průjezdného průřezu a 3D polohy světlého líce tunelu. Proces vyhledávání GPK se zohledněním vazby na další objekty trasy probíhal ve spolupráci s traséry „iteračně“, až bylo při zajištění požadované prostorové průchodnosti dosaženo optimální geometrické polohy koleje a vzájemné polohy průjezdného průřezu a líce tunelového ostění.

5.1 Prověřované průjezdné průřezy

Tímto postupem je vzhledem k přesnosti laserového zaměření a použitím 3D modelu průjezdného průřezu i líce tunelového ostění zaručeno, že je prostorová průchodnost prověřena kontinuálně v celé délce a ploše líce tunelu.

Prostorová průchodnost byla po naskenování světlého líce tunelu prověřována pro tyto průjezdné průřezy:

- a) Průjezdný průřez Z-GC
- b) **Průjezdný průřez Z-G2**
- c) Průjezdný průřez Z-GC Z3
- d) Průjezdný průřez M-GC

Průjezdný průřez byl do 3D modelu zadán s tolerancí 50 mm. Každý z uvedených průjezdných průřezů byl ještě prověřován s volným postranním prostorem (VPP dle čl. 3.6 ČSN 736320) šířky 2500 mm, 2200 mm a bez tohoto prostoru. Dále byla prověřována možnost umístění volného schůdného a manipulačního prostoru (VSMP dle č. 3.7 ČSN 736320). Průjezdné průřezy byly zkonstruovány se zohledněním všech rozšíření plynoucích ze směrového a výškového vedení tratě.

Princip průkazu prostorové průchodnosti tunelu je patrný z Obr. 3, na kterém jsou červeně vyznačena místa kolize průjezdného průřezu se světlým lícem tunelu.



Obr. 3 Průkaz prostorové průchodnosti na 3D modelu (Ždárský tunel)

Výsledkem optimalizace GPK a prostorové průchodnosti v tunelech je zajištění prostorové průchodnosti pro **průjezdny průřez Z-G2 s VPP šířky 2200 mm bez VSMP s tolerancí 50 mm**. V projektové dokumentaci navržené tunelové konstrukce a vestavby v žádném případě nezasahují takto definovaného průjezdného průřezu.

5.2 Stanovení délky tunelových pásů

Skenování mračnem bodů bylo využito kromě stanovení prostorové průchodnosti i k přesnému stanovení rozhraní tunelových pásů. Po zaměření tunelu skenováním bylo zjištěno, že délky tunelových pásů z dostupné dokumentace neodpovídají rozhraní a délce tunelových pásů podle zaměření. Proto je v projektové dokumentaci používána poloha a délka tunelových pásů stanovená na základě skutečného zaměření. Značení ani počet tunelových pásů se nemění, aby byla zachována kontinuita s dříve prováděnými prohlídkami a sledováním stavu tunelu.

5.3 Poloha portálů a délka tunelu

Pro potřeby projektové dokumentace byla na základě skutečného zaměření a v souladu s požadavky normy ČSN 737508 stanovena poloha vjezdového a výjezdového tunelu a z ní stanovena skutečná délka tunelu. Tab. 1 uvádí vztah mezi staničením tratě v km a lokálním staničením tunelu v TM na vjezdovém a výjezdovém portále tunelu včetně výšky TK pro optimalizovanou GPK.

Tunel	Vjezdový portál			Výjezdový portál		
	km	TM	Výška TK	km	TM	Výška TK
Desenský	29,445 660	0,000	505,143	29,697 633	251,973	507,618

Tab. 1 Vztah staničení km a TM - upřesnění polohy portálů

5.4 Směrové a výškové vedení po úpravě GPK

Po vyhodnocení prostorové průchodnosti tratě v tunelu byla provedena úprava směrové a výškové vedení trasy tak, aby byl bez zásahu do nosných konstrukcí tunelu zachován požadovaný průjezdny průřez. Z hlediska směrových poměrů tunel leží od vjezdového portálu v přímé délce 127.273 m. Na přímý úsek navazuje přechodnice délky 25 m a směrový oblouk o poloměru $R = 170$ m, $v=40$ km/h délky 29,637 m. Na tento směrový oblouk přímo navazuje další

oblouk o poloměru $R=240$ m, $v=40$ km/h. Z hlediska výškových poměrů celá trať v tunelu stoupá v jednotném sklonu 9,821 ‰ směrem k výjezdovému portálu.

6 POPIS KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ STÁVAJÍCÍHO TUNELU

Desenský tunel je rozdělen ve smyslu předpisu SŽDC S6 na celkem 27 tunelových pásů označených P1 (vjezdový portál), P2 (výjezdový portál) a mezilehlé tunelové pásy 1 až 25. Pro potřeby projektové dokumentace jsou typy zajištění definovány pro všechny tunely s tím, že příslušný tunel nemá obecně všechny typy zajištění. Označení typů je uvedeno v Tab. 2.

Typ zajištění	Zkratka	Popis
Obezdivka z kamenných bloků	A	Spárované zdivo z kamenných bloků
Obezdivka z betonových tvárnic	B	Spárované zdivo z betonových tvárnic
Ostění z betonu	C	Monolitické ostění (zpravidla nevyztužené)
Ostění z „prepakt-betonu“	D	Ostění prováděné technologií prolévání šterkového skeletu cementovým mlékem (prepakt-beton).
Ostění z vyztuženého stříkaného betonu	E	V ostění ze stříkaného betonu byly při prohlídce identifikovány výztužné sítě.
Ostění z nevyztuženého stříkaného betonu	F	Ostění ze stříkaného betonu, ve kterém při prohlídce nebyla identifikována výztuž
Skalní líc bez zajištění	G	Skalní masiv je samonosný bez dalšího zajištění. Voda prosakující diskontinuitami je lokálně zachycována pomocí svodnic. Může docházet k lokálním nestabilitám a vypadávání skalních bloků ohraničených systémem diskontinuit.

Tab. 2 Typy zajištění stability výrubu

V Desenském tunelu se vyskytují typy zajištění stability výrubu A a C.

7 TYPY ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD TUNELŮ

7.1 Typy vad tunelové obezdivky / ostění




Základní principy oprav a sanací vyplývají z charakteru poruchy a možností jejich opravy a jsou uvedeny v Tab. 3, která představuje základní katalog poruch a možností jejich oprav. Při opravě Desenského tunelu budou použity typy sanace T2, T3, T5 a T7 až T9.




Popis poruchy	Typ	Možnosti opravy/sanace
Průsaky mezi kvádry obezdivky (z kamenných nebo betonových kvádrů) na boku a v patě klenby.	T1	Přespárování a těsnící injektáž spáry mezi kvádry obezdivky. Vyčištění příčných svodnic.
Průsaky mezi kvádry obezdivky (z kamenných nebo betonových kvádrů) ve vrcholu klenby.	T2	Podle charakteru průsaku a geometrických možností buď přespárování a těsnící injektáž spáry mezi kvádry obezdivky nebo provedení „deštníku“ ze stříkané hydroizolační membrány a stříkaného betonu.




Průsaky stávajícím „deštníkem“ ze stříkaného betonu, kterým byly dříve sanovány průsaky ve spárách původní obezdívky z kamenných nebo betonových kvádrů.	T3	V případě neporušeného povrchu stříkaného betonu a jeho dobré přilnavosti k podkladu bude po očištění využit jako podklad pro nástřik hydroizolační membrány a vrstvu stříkaného betonu. V případě nekvalitního stříkaného betonu bude odstraněn a nahrazen podkladní vrstvou jemnozrnného stříkaného betonu, stříkanou hydroizolační membránou a vrstvou stříkaného betonu.
Vady (odprsky) na ostění ze stříkaného betonu doprovázené průsaky (výluhy) v trhlinách.	T4	Odstranění stávajícího ostění ze stříkaného betonu, provedení podkladní vrstvy, stříkané hydroizolační membrány a závěrečné vrstvy stříkaného betonu.
Vady (odprsky) na ostění z monolitického betonu nebo prepakt-betonu doprovázené průsaky v trhlinách.	T5	Odstranění degradované vrstvy monolitického betonu až na kvalitní podklad. Nástřik podkladní vrstvy hydroizolační membrány z jemnozrnného stříkaného betonu, nástřik hydroizolační membrány a závěrečné vrstvy stříkaného betonu.
Nestabilita horninového masivu v úsecích bez ostění a výrony puklinové vody.	T6	Odstranění uvolněných bloků horniny, provedení svodnic podle situování puklin, aplikace podkladní vrstvy z jemnozrnného stříkaného betonu, stříkané hydroizolační membrány a závěrečné vrstvy stříkaného betonu.
Průsaky na portálových stěnách a povrchové poškození portálových stěn.	T7	Vyčištění a oprava všech odvodňovacích prvků (žlaby nad portály). Odstranění náletové vegetace nad portálem, která může pádem ohrožovat bezpečnost provozu. Injektáže portálových stěn a sanace povrchů v souladu s požadavky předpisu TKP23.
Zdegradované nebo poškozené svodnice.	T8	Obnova svodnic a jejich případné doplnění do diskontinuit vedoucích podzemní vodu nebo na líci stávajícího ostění/obezdívky.
Vady nouzových výklenků, popraskaný beton podlahy, průsaky, poškozené hrany, vypadlý kvádr/tvárnice z obezdívky apod.	T9	Doplnění chybějících částí ostění nebo podlahy výklenku, těsnění pomocí injektáže a spárování zdiva.

Tab. 3 Typy poruch a návrh opravy/sanace

Příklady reálných poruch na fotodokumentaci jsou uvedeny v Tab. 4.

Typ poruchy	Popis poruchy	Příklad na fotodokumentaci tunelu
T1	Průsaky mezi kvádry obezdívky (z kamenných nebo betonových kvádrů) na boku nebo v patě klenby.	
T2	Průsaky mezi kvádry obezdívky (z kamenných nebo betonových kvádrů) ve vrcholu klenby.	
T3	Průsaky stávajícím „deštníkem“ ze stříkaného betonu, kterým byly dříve sanovány průsaky ve spárách původní obezdívky z kamenných nebo betonových kvádrů.	

T4	Vady (odprsky) na ostění ze stříkaného betonu doprovázené průsaky (výluhy) v trhlinách.	
T5	Vady (odprsky) na ostění z monolitického betonu nebo prepaktbetonu doprovázené průsaky v trhlinách.	
T6	Nestabilita horninového masivu v úsecích bez ostění a výrony puklinové vody.	

T7	Průsaky na portálových stěnách a povrchové poškození portálových stěn.	
T8	Zdegradované nebo poškozené svodnice.	
T9	Vady nouzových výklenků, popraskaný beton podlahy, průsaky, poškozené hrany, vypadlý kvádr/tvárnice z obezdívky apod.	

Tab. 4 Reálné příklady typů poruch (T1 až T9)

7.2 Drenážní systém tunelu

Podle archivní dokumentace bylo odvodnění Desenského tunelu zajištěno centrální tunelovou stokou a dostředným sklonem počvy tunelu. Prostor na obou stranách centrální tunelové stoky byl vyrovnán kameny, kterými podzemní voda proudila z rubové drenáže po počvě

tunelu do centrální tunelové stoky (viz Obr. 1). Při rekonstrukci tunelu v letech 1956 až 1959 byl tento systém zachován.

Základním předpokladem pro návrh technického řešení oprav a sanací průsaků je odvedení podzemní vody za stávajícím ostěním/obezdívkou pomocí systému svodnic nebo drenážních žeber, a puklinový systém proudění podzemní vody s možností odvodnění lokálních přítoků. V rámci oprav Desenského tunelu se nepředpokládá úplné odstranění stávajícího ostění, a tím ani zásah do rubové drenáže tunelu.

7.3 Kabelovody a zajištění vedení inženýrských sítí

V tunelu jsou pravděpodobně použity prefabrikované kabelové žlaby, jejichž technický stav odpovídá době instalace a provozování. V průběhu zpracování projektové dokumentace se nepodařilo získat podklady, ze kterých by bylo možné o stávajících kabelových žlabech získat jakékoli informace.

7.4 Portálové stěny a portálová křídla

Portálové stěny vjezdového i výjezdového portálu jsou tvořeny kamenným zdivem, stejně jako portálová křídla vjezdového portálu. Podle místního šetření spárami ve zdivu prosakuje voda, spárování je lokálně poškozené, ve spárách a na povrchu kamenných kvádrů se drží náletová vegetace a mech (viz Obr. 4 a Obr. 5).



Obr. 4 Vjezdový portál Desenského tunelu



Obr. 5 Výjezdový portál Desenského tunelu

8 NEJISTOTY V OKRAJOVÝCH PODMÍNKÁCH A VYPLÝVAJÍCÍ RIZIKA

8.1 Nejistoty v okrajových podmínkách technického řešení

Výstavba tunelů na trati Tanvald – Kořenov probíhala v letech 1899 až 1902 a z tohoto období byla v archivu objevena dokumentace, ze které by bylo možné získat podrobnější informace zejména o tvaru dna tunelového profilu a drenážním systému. Další dostupnou dokumentací jsou projekty oprav a sanací tunelů, které vznikly v 50. a 60. letech minulého století. Mezi původní dokumentací z přelomu 19/20. století a projekty z poloviny 20. století jsou však disproporce, které mohou mít dopad do návrhu technického řešení, resp. provádění navržených opatření po sejmutí kolejového lože a zjištění skutečného technického stavu. Vzniklou situaci pouze částečně upřesnily kopané sondy prováděné ve všech tunelech.

K zásadním nejistotám v okrajových podmínkách technického řešení patří:

- a) Funkce rubové drenáže a tunelových svodnic.
- b) Poloha tunelových drenáží pro odvodnění pláně železničního svršku. Podle původních výkresů je ve všech tunelech navržena střední tunelová stoka, podle dokumentace pro rekonstrukci tunelů se tento předpoklad ne vždy potvrzuje. Není jisté, jestli při rekonstrukci nedošlo k zabetonování/poškození středových drenáží.
- c) Technický stav tunelových drenáží. Ke střední tunelové stoce se nebylo možné vůbec dostat a její stav bude možné zjistit až po sejmutí železničního svršku při realizaci oprav.
- d) Průchodnost příčných propojení z rubu tunelového ostění do drenážního systému pro odvodnění pláně.
- e) Poloha a výška vstupu a výstupu drenážního potrubí na portálech.

Pro všechny tunely je podle původní dokumentace charakteristický příčný řez tunelu se střední stokou.

8.2 Rizika vyplývající z nejistoty okrajových podmínek

Pro návrh technického řešení je nutno v případě nejistoty zvolit předpoklady, za kterých je technické řešení navrženo. Případě, že se při vlastní rekonstrukci ukáže, že předpoklad nebyl správný, může to vést k nutnosti změny technického řešení v průběhu výstavby. Pokud je to možné, je návrh technického řešení volen tak, aby se riziko změny technického řešení během výstavby minimalizovalo. Návrh technického řešení a předpoklady návrhu jsou podrobně popsány v dalším textu a ve výkresové dokumentaci.

Při návrhu technického řešení se vychází:

- a) z dostupné projektové dokumentace,
- b) z výsledků kopaných sond
- c) z výsledků místního šetření a fotodokumentace pořízené v průběhu místního šetření
- d) ze zaměření skutečného líce tunelů (lic ostění nebo líc výrubu v úsecích bez ostění)

9 POUŽITÉ TECHNOLOGIE A MATERIÁLY

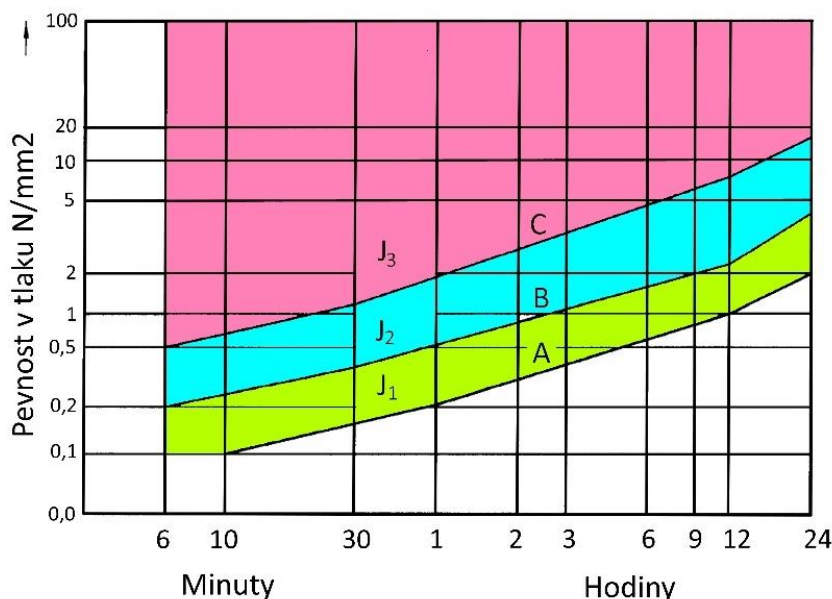
9.1 Stříkaný beton

Stříkaný beton bude technologicky prováděn mokřým způsobem nástřiku. Suchá směs bude použita pouze v případě, že by v době provádění byly zastíženy silné přítoky puklinové podzemní vody, které by nebylo možné zvládat pomocí organizovaných svodů. Před nástřikem betonu je nutné líc výrubu nebo stávajícího ostění či obezdívky očistit od nečistot, mastnoty z exhalací výfukových plynů lokomotiv, uvolněných částí původního ostění nebo horniny apod. Případné výrony vody musí být organizovaně svedeny pomocí svodnic tak, aby nemohlo dojít k rozplavení betonové směsi vodou.

Stříkaný beton podkladní vrstvy pod hydroizolační membránu bude proveden z jemné frakce 0-4 mm, aby byla spotřeba následně prováděné hydroizolační membrány při požadované tloušťce minimální.

Stříkaný beton je navržen v pevnostní třídě C25/30-X0 s požadovanou třídou rané pevnosti J2 podle ČSN EN 14487-1 a bude proveden jako nevyztužený. Nárůst pevnosti v prvních minutách po nástřiku má, vedle významu pro nástřik nad hlavou v odpovídajících tloušťkách

vrstev, také velký vliv na spad, protože při příliš rychlém nárůstu pevnosti stříkaný beton bezprostředně po nanesení na stěnu ztvdne a hrubší částice následujícího stříkaného betonu se již nemohou uložit a ztuhnout. Proto nesmí hodnota pevnosti po 2 minutách (např. zkouška penetrační jehlou) přestoupit hodnotu 0,2 MPa, aby se za normálních poměrů pro nanášení stříkaného betonu snížil spad. Při silném přítoku vody nebo při nevhodném povrchu podkladu je vyšší pevnost v prvních minutách potřebná, je však nutno přitom počítat krátkodobě s větším množstvím spadu.



Obr. 6 Nárůst rané pevnosti stříkaného betonu podle ČSN EN 14487-1

Pro stříkaný beton budou před jeho aplikací v tunelu provedeny zkoušky dle platných norem a předpisů.

9.2 Stříkaná hydroizolační membrána

K zamezení průsaků podzemní vody do tunelu je zvolena technologie stříkané hydroizolační membrány v předpokládané tloušťce min. 3 mm. Pokud je tloušťka menší než 2 mm, nepovažuje se membrána za vodotěsnou a je nutné tloušťku zvýšit nástřikem další vrstvy. Tloušťky vyšší než 10 mm se nedoporučují z důvodu rizika nedokonalého vyzrání membrány.

Důvodem použití je značná flexibilita oproti hydroizolační fólii, možnost použití na nerovných površích ve stávajících úsecích bez zajištění líce výrubu, snížení spotřeby krycí vrstvy stříkaného betonu, která může být prováděna pouze v požadované tloušťce bez nároků na dodržení geometrického tvaru líce ostění ze stříkaného betonu. Nástřik membrány bude prováděn ve třech vrstvách. Pro snadnou vizuální kontrolu tloušťky nástřiku je pro každou vrstvu zvolen jiný barevný odstín.

Stříkaná hydroizolační membrána se vyznačuje dobrou přídržností k materiálu z obou stran a trvale pružným chováním. Výrobce obecně garantuje schopnost protažení membrány 100 %, maximálně však 3 mm. Chování mezilehlé hydroizolační membrány v kompozitní struktuře s betonem ukazuje Obr. 7.



Obr. 7 Stříkaná hydroizolační membrána a její chování při zatížení

Jako mezilehlá hydroizolace vytváří s oběma vrstvami stříkaného betonu (podkladní a krycí) sendvičovou konstrukci. Vznikne tak zcela svázaný systém izolace proti vodě, který zaručuje dobré vodotěsné vlastnosti a zabraňuje migraci vody ve spáře mezi izolací a oběma vrstvami stříkaného betonu. Předpokladem správné funkce systému jako celku je odvedení puklinové vody systémem rubových svodnic tak, aby podzemní voda ostění (hydroizolační souvrství) ze stříkaného betonu a hydroizolační membrány nezatěžovala hydrostatickým tlakem.

Požadované vlastnosti materiálu hydroizolační membrány:

Odolnost proti tlakové vodě:	min. 3,0 bar (0,3 MPa)
Aplikační tloušťka (celé souvrství):	min. 3 mm, max. 6 mm
Aplikační teplota vzduch:	+ 5°C až + 40°C
Aplikační teplota podklad:	+ 5°C až + 40°C
Mez pevnosti hmoty v tlaku (při 20 °C, po 28 dnech):	min. 1,0 MPa
Tažnost při přetržení (při 20 °C, po 28 dnech):	min. 100 %
Přidržitost k betonu (po 28 dnech):	min. 1,0 MPa
Tvrdost podle Shore A:	min. 70
Hořlavost:	samozhášivý (podle ČSN EN 13501-1)

Nástřik hydroizolační membrány se provádí na čistý, suchý a soudržný povrch. Před nástřikem je nutné povrch očistit tlakovou vodou (min. 140 bar). Vlastní nástřik membrány je možný pouze po oschnutí podkladu, není možné ji aplikovat na aktivní průsaky vody a na zvlhlá místa. V případě, že po povrchu určeném k nástřiku stéká voda, je bezpodmínečně nutné průsakům, příp. výronům vody vhodným technologickým zásahem zabránit. Stejně tak je nutné zabránit výronům a stékání vody po již provedeném nástřiku hydroizolační membrány, aby nedocházelo k rozplavení a degradaci doposud nevyzrálé hydroizolační vrstvy. Proto je nutné

případné výrony vody lokalizovat a před nástřikem podkladní vrstvy hydroizolační membrány organizovaným svodem nebo utěsněním zabránit průsakům přes tuto vrstvu.

Kvalita provedení hydroizolační membrány i spotřeba materiálu výrazně závisí na kvalitě podkladu. První vrstvu hydroizolačního sendviče proto tvoří vrstva jemnozrnného stříkaného betonu frakce 0-4 mm. Pro případnou lokální úpravu problematických míst se doporučuje zbroušení hrubého povrchu nebo přestěrkování. Nástřik hydroizolační membrány se provádí ve třech vrstvách, přičemž první vrstva je prováděna materiálem řidší konzistence jako penetrace podkladu, další dvě vrstvy jsou prováděny materiálem stejných vlastností již jako hydroizolační vrstvy. V průběhu provádění je nutno kontrolovat kvalitu podkladu i vlastního provádění hydroizolační membrány (teplota, očištění, soudržnost a integrita podkladní vrstvy stříkaného betonu, eliminace defektů a tloušťka penetrační vrstvy, měření celistvosti, tvrdosti a tloušťky dalších dvou vrstev).

Kontrola protažení membrány (přemostění trhlin): S protažením membrány souvisí její křehkost a plasticita. Většinou se zkoušky protažení membrány provádí pouze v přípravné fázi stavby, nikoli ve fázi výstavby. Nicméně na stavbě kontrolovatelné parametry ovlivňující tuto vlastnost jsou tloušťka membrány, vodní součinitel aplikované hydroizolační směsi, tvrdost membrány (ShoreA) a vhodné podmínky pro zrání (teplota, vlhkost, rychlost proudění vzduchu). Konkrétní parametry závisí na použitém výrobku a podmínkách výrobce na přípravu a provádění a budou podrobně navrženy v realizační dokumentaci.

9.3 Těsnící injektáž a spárování zdiva

V případě Desenského tunelu bude těsnící injektáž používána na utěsnění spár mezi kamennými kvádry nebo pro těsnění spár v ostění z monolitického betonu. Není určena pro těsnění puklin horninového masivu nebo prostoru za obezdívkou/ostěním. Tlak injektážní směsi musí být v případě těsnění spár ostění nastaven podle viskozity použité látky tak, aby došlo pouze k vyplnění ložné spáry mezi kamennými kvádry obezdívky a nedošlo k poškození hydroizolace z asfaltových desek za obezdívkou. Nepředpokládá se tlak větší než 3 bary. Podrobněji bude řešeno pro konkrétní materiály a technologické postupy v RDS.

9.3.1 Těsnící injektáž spár kamenného / betonového zdiva

Podle dochovaných historických zdrojů jsou za stávající obezdívkou asfaltové hydroizolační desky chráněné cihelnou přízdívkou a cementovou mazaninou. Prostor mezi cihelnou přízdívkou a lícem výrubu je vyplněn drenážní vrstvou šterku tl. cca 300 mm. Vzhledem k charakteru horninového masivu lze předpokládat, že šterková drenážní vrstva za ostěním není zanesena jemnou frakcí a je funkční. K průsakům spárami dochází v místě pravděpodobných vad hydroizolace. Technickým řešením je utěsnění spár injektáží a hloubkovým spárováním míst průsaků tak, aby se podzemní voda cestou nejmenšího odporu vrátila do rubových drenáží. Na obezdívce budou místa průsaků před zahájením prací vyznačena a těsnící injektáž se spárováním bude provedena v rozsahu min. 0,5 m od hranice vyznačené oblasti. Tímto způsobem nebude puklinová voda za obezdívkou uzavřena a po zabránění průsakům bude odváděna stávajícím drenážním systémem. Ostění tak i nadále nebude zatíženo hydrostatickým tlakem.

9.3.2 Těsnící injektáž ostění z monolitického

Při pochůzce byly identifikovány pracovní spáry nebo trhliny v ostění, ze kterých při větším zvodnění horninového masivu vytéká voda. To se projevuje jednak vlhkými mapami nebo úkapy, jednak vyluhováním sintru. Horninový masiv vykazuje vysokou samonosnost, takže horninový tlak na ostění je minimální a trhliny nejsou způsobeny statickým zatížením, ale kombinací průsaků ostěním a mrazových cyklů, kdy se spára vlivem objemových změn rozšiřuje. Z hlediska vývoje šířky trhliny v čase se jedná o trhliny pasivní, které v ostění vznikly, a kromě případného mechanického působení mrazu se nerozvírají. Při větším promáčení povrchové vrstvy betonu dochází k lokálním odpryskům betonu, které při oddalování sanace postupují dále do průřezu ostění.

Vzhledem k tomu, že trhlinou prosakuje do tunelu voda, je zřejmé, že hloubka trhliny odpovídá tloušťce ostění. Pokud není povrch ostění degradován, nebo jinak poškozen, lze přistoupit přímo k injektování pracovních spár a trhlín těsnící injektáží pomocí pakrů. Pokud jsou průsaky ostěním doprovázeny plošnou degradací povrchu betonu, je nutno nejprve v souladu s požadavky předpisu TKP23 provést odstranění degradované vrstvy betonu. Následně je provedena těsnící injektáž spár a trhlín. Těsnící injektáž bude prováděna injektážní pryskyřicí na bázi polyuretanu. Injektáž bude probíhat přes pakry tlakem do 25 barů. Kritériem pro ukončení injektáže je dosažení limitního tlaku, nebo vytékání injektážní směsi ze sanovaného místa ostění.

Po ukončení injektážních prací a odstranění pakrů budou vzniklé otvory zapraveny sanačním materiálem. Na závěr je povrch ostění sanován v souladu s požadavky předpisu TKP23 nebo je provedena vrstva stříkaného betonu a hydroizolační membránou (v závislosti na tloušťce odstraněného materiálu)

9.3.3 Spárování a injektování obezdívky – sanace vydrolených spár a průsaků

Vypadávající spárování bude řešeno hloubkovým spárováním do hloubky min. 70 mm od líce obezdívky. Tato technologie sestává z několika důležitých kroků, přičemž všechny musí být dodrženy.

a) Vyčištění spár mezi kameny/tvárniciemi obezdívky

V místech, kde spárovací malta ještě drží, musí být spáry vyčištěny a vyřezány tlakovou vodou na hloubku minimálně 70 mm, doporučeně 100 mm. Je nutné dosáhnout rovnoměrné tloušťky nového spárování. Postup odstranění spárovací hmoty bude po menších plochách, aby nedošlo k vypadávání zdících kamenů/betonových tvárnic. Prázdné spáry bez pojiva je možné vyčistit pouze stlačeným vzduchem.

b) Materiál pro spárování

Spárovací hmota musí splňovat požadavky na vodonepropustnost, mrazuvzdornost a objemovou roztažnost (při vytvrdnutí vyplní lépe spáry). Volba materiálu pro spárování v zásadě koresponduje se základním materiálem obezdívky. Pro obezdívku z tvrdého kamene nebo z betonových tvárnic bude použita spárovací malta na bázi cementu, neboť v tomto případě nehrozí nebezpečí, že kámen obezdívky bude degradovat a výplň spár zůstane. Z hlediska výsledné vodotěsnosti je nezbytné, aby spárovací objemově kompenzovaná cementopolymerní malta měla objemové změny menší než 0,4 mm/m (smrštění spárovací malty).

c) Spárování

Spárování bez ohledu na použitý materiál lze bez zvláštních opatření provádět pouze při teplotách nad +5°C. Nesmí být prováděno v mrazech. Vzhledem ke sklonu tunelu se uplatňuje komínový efekt a tunel promrzá do větších vzdáleností od portálu. Požadované teploty lze dosáhnout uzavřením portálů, případně vyhříváním tunelu, což je ale velmi nákladné a musí být zvážena hospodárnost tohoto opatření i s ohledem na délku výluky. Při větších plochách s vypadaným nebo zvětralým spárováním lze s výhodou využít technologii strojního spárování. Dojde tím ke kvalitnějšímu vyplnění spár, postup je rychlejší. Další způsob, jak provádět hloubkové spárování, je nejdříve ručně nebo strojně provést první vrstvu malty na hloubku min. 70 mm. Při použití spárovací pistole bude použit tlak do 0,5 MPa. Následně po vytvrdnutí spárovací hmoty bude provedena výplňová a těsnící injektáž prostřednictvím pakrů.

d) Injektování spár zdiva

Před zahájením injektáže je nutné zdivo přespárovat na hloubku nejméně 70 mm, aby nedošlo k výronům suspenze na povrchu zdiva. Těsnící injektáž bude prováděna injektážní pryskyřicí na bázi polyuretanu. Injektáž bude probíhat přes pakry osazené do spárovací hmoty. Po dokončení injektáže a odstranění pakrů budou poškozená místa spárování po pakrech zapravena sanační hmotou.

9.4 Drenážní potrubí

Pro odvodnění tunelů smí být podle požadavků TKP 20 používány pouze výrobky k tomuto účelu určené, které odpovídají příslušným normám, předpisům i konkrétním podmínkám stavby. Odvodňovací potrubí musí bez poškození snášet vnitřní přetlak 12 MPa (čištění tlakovou vodou). Částečně perforované drenážní trubky musí mít pro zajištění správné polohy při ukládání a vycentrování perforované části označení jejího vrcholu. Odvodňovací plastové potrubí musí být uvnitř (v místech mimo spoj) zcela hladké.

Pro střední tunelovou drenáž jsou navrženy plnostěnné polypropylenové drenážní trubky DN 300 s perforací šířky 5 mm na 120°. Za předpokladu, že bude drenážní potrubí osazeno do prostoru původní středové tunelové stoky a bude tak chráněno před přímými účinky zatížení od kolejové dopravy, je možné použít drenážní potrubí třídy kruhové tuhosti SN 8 s frakcí obsypu 8/16 mm. Pokud by se středová tunelová stoka nedochovala, je nutné použít drenážní potrubí třídy kruhové tuhosti SN16 a frakci obsypu změnit na 4/8 mm.

9.5 Kabelové žlaby – kabelovody

Pro převedení inženýrských sítí budou použity prefabrikované železobetonové žlaby s překrytím odnímatelnými prefabrikovanými železobetonovými deskami. Vzhledem k tomu, že dispoziční řešení příčného řezu tunelu neumožňuje situování kabelových šachet, je voleno technické řešení s volným přístupem do kabelového žlabu (tj. nejsou použity multikanály nebo zabetonované chráničky v kombinaci s kabelovými šachtami). Předpokládaný vnější rozměr kabelového žlabu 230 x 180 mm (šířka x výška) zaručuje, že jeho konstrukce s rezervou nezasahuje do minimálního rozměru kolejového lože. Při zpracování projektové dokumentace bylo ověřeno, že tento typ prefabrikátu je na trhu dostupný. Konkrétní výrobek bude upřesněn a

odsouhlasen po výběru zhotovitele. Polohu a konstrukční řešení stávajících kabelovodů se nepodařilo při zpracování projektové dokumentace zjistit ani kopanými sondami ověřit.

9.6 Sanační malty pro opravy betonových konstrukcí

Pro opravu betonových konstrukcí budou použity vhodné materiály k tomu určené, které odpovídají požadavků skupiny norem ČSN 1504. Požadavky na sanační materiály pak definuje norma ČSN EN 1504-3, ze které pro sanaci konstrukcí bez statické funkce platí požadavky uvedené v Tab. 5.

P. č.	Funkční vlastnost	Referenční podklad (EN 1766)	Zkušební metoda	Požadavek	
				Bez statické funkce	
				Třída R2	Třída R1
1	Pevnost v tlaku	Žádný	EN 12190	>15 MPa	>10 MPa
2	Obsah chloridových iontů	Žádný	EN 1015-17	< 0,05 %	
3	Soudržnost	MC(0,40)	EN 1542	> 0,8 MPa	
4	Vázané smršťování/rozpínání	MC(0,40)	EN 12617-4	Soudržnost po zkoušce >0,8 MPa	Žádný požadavek
7	Tepelná slučitelnost Část 1, Zmrazování a tání	MC(0,40)	EN 13687-1	Soudržnost po 50 cyklech > 0,8 MPa	
8	Tepelná slučitelnost Část 2, Náporové skrápění	MC(0,40)	EN 13687-2	Soudržnost po 30 cyklech >0,8 MPa ^a	Vizuální prohlídka po 30 cyklech
9	Tepelná slučitelnost Část 4, Cyklování za sucha	MC(0,40)	EN 13687-4	Soudržnost po 30 cyklech >0,8 MPa	Vizuální prohlídka po 30 cyklech
10	Proti smykové vlastnosti	Žádný	EN 13036-4	Třída I: > 40 jednotek při zkoušce mokrého povrchu Třída II: > 40 jednotek při zkoušce suchého povrchu Třída III: > 55 jednotek při zkoušce mokrého povrchu	
11	Součinitel teplotní roztažnosti	Žádný	EN 1770	Jsou-li provedeny zkoušky 7, 8 nebo 9, není vyžadován. V opačném případě deklarovaná hodnota.	
12	Kapilární absorpce	Žádný	EN 13057	<0,5 kg m ⁻² h ^{0,5}	Žádný požadavek

Tab. 5 Požadavky na funkční vlastnosti výrobků pro opravy bez statické funkce

10 OPRAVY A SANACE ZJIŠTĚNÝCH VAD KLENBY TUNELU

10.1 Průsaky ve spárách ve vrcholu klenby (typ T2)

Průsaky ve spárách ve vrcholu klenby mohou v zimním období bezprostředně ohrožovat tvorbou rampouchů bezpečnost provozu, resp. zvyšují provozní náklady spojené se zajištěním provozuschopnosti trati. Podle charakteru průsaku a geometrických možností (prostorová průchodnost) je jako opravu možné použít buď přespárování a těsnící injektáž spáry mezi kvádry obezdívky nebo provedení „deštníku“ ze stříkané hydroizolační membrány a stříkaného betonu.

- a) V případě lokálních průsaků na menší ploše obezdívky bude použito popsané přespárování vadných míst s následným provedením těsnící injektáže.
- b) V případě plošných průsaků ve spárách obezdívky bude provedeno odstranění stávajícího spárování do hloubky max. 50 mm, očištění obezdívky od mastnoty a nečistot tak, aby byla zajištěna soudržnost mezi obezdívkou a podkladní vrstvou jemnozrnného stříkaného betonu tl. min. 40 mm pro nástřik hydroizolační membrány. Ta bude nanášena v tl. min. 3 mm nástřikem ve třech vrstvách s barevným rozlišením, aby bylo možné vizuálně kontrolovat kontinuitu jednotlivých vrstev. Vrstva hydroizolační membrány bude před mechanickým poškozením ochráněna vrstvou stříkaného betonu.

10.2 Průsaky stávajícím „deštníkem“ ze stříkaného betonu (typ T3)

Průsaky ve vrcholu klenby byly při dřívějších sanacích řešeny nástřikem betonu.

- a) Pokud je stříkaný beton ve vrcholu klenby porušený, nemá dostatečnou přilnavost k podkladu, nebo jím prosakuje v trhlinách voda, budou poškozená místa odstraněna, povrch očištěn od nečistot a volných úlomků a připraven pro nástřik podkladní vrstvy jemnozrnného stříkaného betonu frakce 0-4 mm v tl. do max. 40 mm jako podkladu pro nástřik hydroizolační membrány. Nástřik bude proveden minimálně v rozsahu stávající plochy stříkaného betonu. Pokud zpod stávajícího deštníku ze stříkaného betonu vytéká na bocích voda, bude nástřik hydroizolační membrány proveden min. 1 m za touto hranicí a rozsah deštníku tak bude odpovídajícím způsobem zvětšen. Ve výkazu výměr je vzhledem k obtížně zjistitelnému rozsahu poškození předpokládána kompletní výměna. Pokud bude stávající stříkaný beton odpovídat požadavkům pro nástřik hydroizolační membrány, je možné jej ponechat.
- b) V případě neporušeného povrchu stříkaného betonu a jeho dobré přilnavosti k podkladu bude po očištění od nečistot a úlomků využit jako podklad pro nástřik hydroizolační membrány a ochrannou vrstvu stříkaného betonu.
- c) V případě zcela nekvalitního stávajícího stříkaného betonu bude odstraněn v plném rozsahu a nahrazen podkladní vrstvou jemnozrnného stříkaného betonu, stříkanou hydroizolační membránou a ochrannou vrstvou stříkaného betonu.

Ve všech případech platí stejné požadavky na tloušťku:

- podkladní vrstvu hydroizolační membrány 10 – 40 mm,
- hydroizolační membrány min. 3 mm,
- ochranné vrstvy ze stříkaného betonu max. 100 mm (z důvodu zachování průjezdného průřezu).

10.3 Vady na ostění z monolitického betonu (typ T5)

Jedná se o vady (odprisky) na ostění z monolitického betonu nebo prepakt-betonu doprovázené průsaky v trhlinách. Oprava bude provedena:

- odstraněním degradované vrstvy monolitického betonu až na kvalitní podklad (min. 150 mm),
- sanace trhlin v betonovém ostění těsnící injektáží dle dříve popsání postupu;
- nástrík podkladní vrstvy hydroizolační membrány z jemnozrnného stříkaného betonu frakce 0-4 mm v tl. do 40 mm,
- nástrík hydroizolační membrány v tl. min. 3 mm,
- nástrík závěrečné vrstvy stříkaného betonu do tloušťky odstraněné vrstvy degradovaného betonu.

10.4 Průsaky na portálových stěnách (typ T7)

Oprava bude provedena:

- vyčištěním a opravou všech odvodňovacích prvků (žlaby nad portály).
- odstraněním náletové vegetace nad portálem, která může pádem ohrožovat bezpečnost provozu.
- těsnící injektáží portálových stěn a sanací povrchů portálových a bočních stěn (křídel) vjezdového portálu v souladu s požadavky předpisu TKP23.

10.5 Zdegradované nebo poškozené svodnice (typ T8)

Svodnice budou použity pro zachycení průsaků v příčných spárách mezi tunelovými pásy.

10.6 Vady nouzových výklenků (typ T9)

Tento typ oprav řeší vady specifické pro nouzové výklenky. Jedná se o:

- vyčištění výklenků od nečistot;
- opravu poškozených hran dozděním (vypadlý kvádr obezdívky) nebo dobetonováním (uražená hrana u monolitického ostění);
- opravu poškozeného dna výklenku vybetonováním nové betonové podlahy;
- sanace průsaků podle dříve popsání postupů.

11 OPRAVA DRENÁŽNÍHO SYSTÉMU TUNELU

Drenážní systém tunelu tvoří:

- Rubové drenáže za stávající obezdívkou nebo ostěním tunelu. Ty tvoří buď svodnice, nebo šterková drenážní vrstva, která jímá puklinovou vodu z horninového masivu a odvádějí ji příčnými svody do podélné středové tunelové drenáže. Návrh drenážního systému je proveden za předpokladu, že tento typ drenáží za stávající obezdívkou je funkční a nelze sanovat.
- Příčné svody, které odvádí podzemní vodu z rubových drenáží do podélné středové drenáže (tunelové stoky). Tyto příčné svody budou v rámci prováděných oprav vyčištěny tlakovou vodou, případně dojde k odstranění mechanických nečistot po otevření stávajících podélných odvodňovacích žlabů.

- Podélná tunelová drenáž, které je podle dobové dokumentace tvořena tunelovou stokou situovanou v ose tunelu. Středová stoka bude po opravě tunelu ponechána jako ochrana drenážního potrubí DN 300, SN 8 s perforací šířky 5 mm v rozsahu 120⁰, které bude uložena do prostoru tunelové stoky.

Technický návrh obnovení drenážního i hydroizolačního systému tunelu vychází z předpokladu, že:

- horninový masiv má puklinový režim podzemní vody;
- stávající systém rubové drenáže a příčných drenážních svodů je funkční;
- hydroizolační systém nebude vzhledem k funkčnímu rubovému drenážnímu systému zatížen tlakovou vodou (deštníkový systém);
- prostorové možnosti stávajícího tunelu neumožňují vytvoření šachet na čišťení tunelové drenáže;
- profily drenážního potrubí jsou navrženy s dostatečnou kapacitní rezervou;
- s ohledem na dobu provozování tunelu se nepředpokládá vyluhování jemných částic z horninového masivu a při daném podélném sklonu tunelu a rychlosti proudění vody v potrubí ani jejich případná sedimentace;
- použití stříkané hydroizolační membrány a puklinový režim podzemní vody neumožňuje proudění podzemní vody podél ostění ze stříkaného betonu, resp. hydroizolace, čímž je minimalizováno riziko vzniku sintru v drenážním potrubí. Stříkaná hydroizolační membrána je použita buď jako deštník na stávající kamennou obezdívku nebo celoplošně na stávající ostění z monolitického betonu po obroušení jeho degradované vrstvy.

V celé délce tunelu bude v místě původní střední tunelové stoky instalováno drenážní potrubí DN 300. Drenážní potrubí bude uloženo v betonovém lůžku tak aby voda přitékající po vyspádaném dně tunelu, stékala do drenážního potrubí a gravitačně odtékala k níže položenému vjezdovému portálu. Umístění drenážního potrubí pod kolejovým ložem v ose tunelu neumožňuje provedení revizních šachet na čišťení drenáže. Vzhledem k tomu, že drenáž nebude možné čistit, je volen průměr drenážního potrubí s rezervou, která zaručí funkčnost tunelové drenáže po celou dobu životnosti tunelu (100 let).

12 OPRAVA PORTÁLOVÝCH STĚN A KŘÍDEL

Portálové stěny i křídla vjezdového portálu tvoří konstrukce z lomového kamene. Povrch je mírně navětralý s mechem a náletovou vegetací.

Sanace bude probíhat:

- Vyčištěním odvodňovacích žlabů nad portálem od vegetace a napadaného materiálu, obnovení odvodňovací funkce.
- Utěsněním lokálních průsaků spárami v portálové konstrukci těsnicí injektáží a spárováním podle dříve uvedeného postupu.

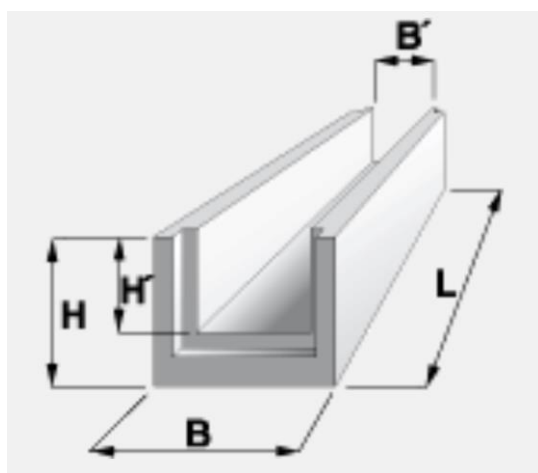
13 OBNOVA KABELOVODŮ

Prostorové podmínky v tunelu odpovídají stávajícím rozměrům a při návrhu technického řešení kabelovodů je nutno tyto podmínky respektovat. Vzhledem k tomu, že prostorové poměry neumožňují vytvoření kabelových šachet pro zatahování kabelů, je zvolen typ prefabrikovaného kabelového žlabu s překrytím betonovou krycí deskou o vnějších rozměrech 230 x 180 (šířka x výška) a světlém vnitřním

rozměru min. 130 x 130 mm. Tento typ kabelovodu umožňuje přístup po otevření krycích desek v celé jeho délce. Při návrhu technického řešení bylo ověřeno, že kabelovod uvedených rozměrů existuje a je možné ho v tunelu použít (např. kabelový žlab ŽPSV typ TK2.).

Protože stávající konstrukce kabelových žlabů je lokálně poškozena, rozsah poškození nelze bez sejmutí šterkového přesypu nebo otevření kabelového žlabu zjistit a oprava by byla časově náročná bez zaručení požadovaného výsledku, budou kabelové žlaby v celé délce tunelu obnoveny a vyměněny za nové.

V letech 2022 – 2024 má být současně realizována stavba „opravy trati Tanvald – Kořenov“ a stavba D1, která zahrnuje zejména montážní práce k pořízení technických zařízení souvisejících s namontováním rozsáhlejšího a složitějšího zabezpečovacího zařízení než dosud, což znamená nová návěstidla se signálními a ovládacími kabely, počítače náprav se signálními a ovládacími kabely. Pro realizaci stavby D1 je nutné vybudovat v tunelech předem technická zařízení a zajistit stavební připravenost umožňující namontovat velké množství nových kabelových tras, které budou vedeny vnitřkem tunelů a podél celé trati. Je navrženo technické řešení, které zahrnuje v tunelu po obou stranách koleje uložit kabelový žlab š. 230 mm a výšky 180 mm (prefabrikovaný betonový žlab – viz Obr. 8), do kterého je možné volně vložit další kabely bez nutnosti jejich zatahování přes kabelové šachty.



Rozměry (cm)					Třída betonu	Objem (m3)	Hmot. (kg)
L	B	H	B'	H'			
100	23	18	13	13	C 25/30-XF1	0,0245	60

Obr. 8 Prefabrikovaný kabelový žlab

14 ZNAČENÍ V TUNELU

14.1 Požadavky předpisu SŽ S6 (2018)

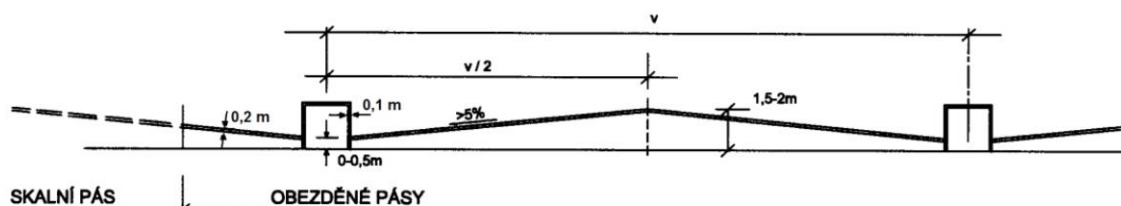
Značení v tunelu je předmětem normativní přílohy G předpisu SŽ S6. Značení podle tohoto předpisu nesouvisí s bezpečností provozu, ale s bezpečností osob provádějících práce v tunelu (záchranné výklenky a nejkratší cesta k nim) a lokalizací zjištěných nedostatků v tunelu (značení tunelových pasů). Obrys výklenků bude označen bílým pruhem v šířce 100 mm na straně líce obezdívky a po vnitřní straně hrany výklenku. Pro informaci o vzdálenosti k nejbližším záchranným výklenkům budou na bocích tunelu vyznačeny bílé pruhy s vrcholem uprostřed

vzdálenosti mezi výklenky klesající směrem k záchrannému výklenku. Požadavky na rozměry viz Obr. 9.

Příloha G (normativní)

Vzor bezpečnostního značení

ORIENTAČNÍ PÁSY

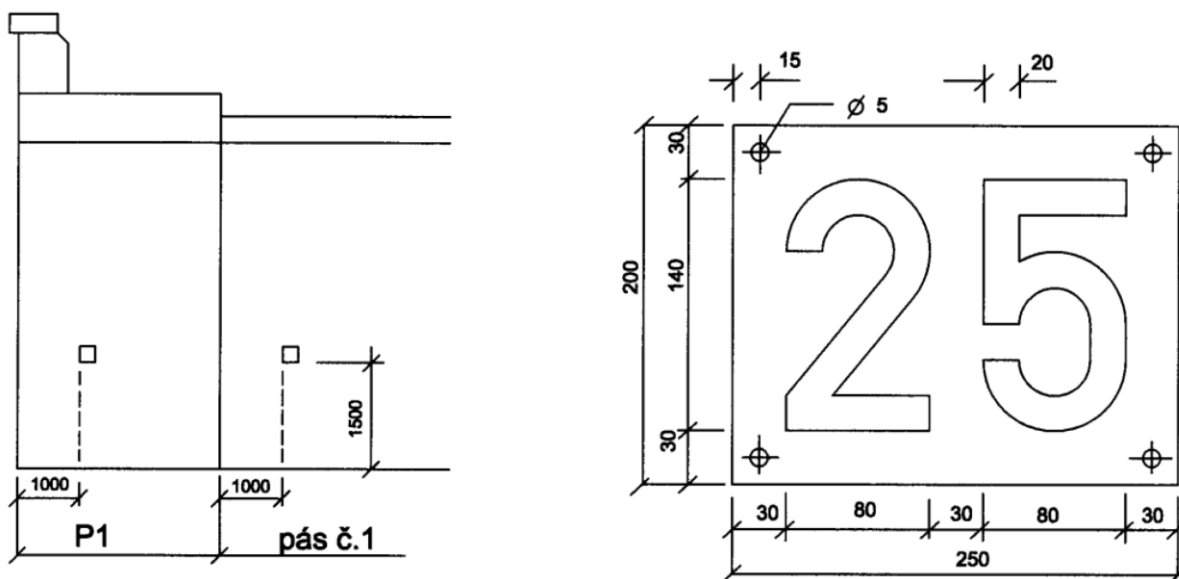


OBRYŠ ZÁCHRANNÉHO VÝKLENKU JE OPATŘEN BÍLÝM TRVANLIVÝM NÁTĚREM V PRUHU ŠÍŘKY 0,1 m VNĚ I DOVNITŘ OD JEHO HRANY

Obr. 9 Značení záchranných výklenků a směrů úniku

V souvislosti s údržbou tunelu a lokalizací případných závad v tunelu je nutné obnovit svislým značením na ostění tunelu hranice mezi tunelovými pásy a tabulky s čísly tunelových pásů. S ohledem na kontinuitu sledování technického stavu tunelu budou rozhraní mezi tunelovými pásy vyznačeny ve stejné poloze, jako před rekonstrukcí.

OZNAČENÍ TUNELOVÝCH PÁSŮ



Obr. 10 Značení tunelových pásů

Technická zpráva

14.2 Požadavky evropského předpisu TSI SRT

Značení únikových cest v tunelu se bez ohledu na jejich délku řídí evropským předpisem TSI SRT. Požadavky předpisu souvisí se zajištěním bezpečnosti provozu. V době zpracování projektové dokumentace se jedná o NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) č. 1303/2014

ze dne 18. listopadu 2014 o technické specifikaci pro interoperabilitu týkající se „bezpečnosti v železničních tunelech“ železničního systému Evropské unie ve znění Nařízení Komise (EU) 2016/912 ze dne 9. června 2016 a Prováděcího nařízení Komise (EU) 2019/776 ze dne 16. května 2019. V článku 4.2.1.5.5 tohoto předpisu se uvádí:

a) Značení únikových cest označuje únikové cesty, **vzdálenost a směr k bezpečné oblasti.**

b) Vzhled všech značek odpovídá požadavkům směrnice 92/58/EHS ze dne 24. června 1992 o minimálních požadavcích na bezpečnostní nebo zdravotní značky na pracovišti a specifikacím, na které je uveden odkaz v indexu 1 dodatku A.

c) Únikové značky musí být instalovány **na bočních zdech** podél únikových chodníků.

d) Největší vzdálenost mezi únikovými značkami **musí být 50 m.**

e) Značky se do tunelu umísťují také z důvodu označení umístění nouzového vybavení, pokud se v tunelu takové vybavení vyskytuje.

f) Všechny dveře vedoucí k únikovým cestám nebo propojkám musí být označeny.

V tunelu budou ve vzdálenosti po 50 m instalovány značky s vyznačením směru a vzdálenosti k oběma portálům.



15 SEZNAM DOKUMENTACE

Č. přílohy	Název přílohy	Měřítko
E.1.7.2-01	Technická zpráva -	
E.1.7.2-02	Situace 1:500	
E.1.7.2-03	Podélný řez v ose tunelu	1:500
E.1.7.2-04	Vzorové příčné řezy tunelu	1:50
E.1.7.2-05	Charakteristické příčné řezy tunelu	1:100
E.1.7.2-06	Neobsazeno	
E.1.7.2-07	Neobsazeno	
E.1.7.2-08	Vyhodnocení zjištěných závad	
E.1.7.2-09	Sanace vjezdového portálu	
E.1.7.2-10	Sanace výjezdového portálu	1:50