

Preveritev ocenjene vrednosti ter vse možne racionalizacije in optimizacije za projekt drugega tira nove železniške proge Divača - Koper

Razvojna faza: KONČNO POROČILO z dne 30.09.2016.

VSEBINA

1	UVOD	2
2	OSNOVNI POGOJI IN OKOLIŠČINE PROJEKTA	3
3	TRASA, VARSTVO OKOLJA, GEOLOŠKE PREISKAVE	6
4	GLAVNI OBJEKTI IN ELEMENTI PROJEKTA	13
5	ODLAGANJE VIŠKOV IZKOPANEGA MATERIALA IN PORAZDELITEV KOLIČIN	53
6	VARNOSTNE ZASNOVE	56
7	PROJEKTNO VODENJE IN RAZDELITEV PO GRADBIŠČIH	74
8	OVREDNOTENJE STROŠKOV IN PREGLED	79
9	ANALIZA TVEGANJA	103
10	VZDRŽEVANJE	110
11	INVESTICIJSKA DOKUMENTACIJA	119
12	PREDLOGI - POVZETEK	132
13	ZAKLJUČKI	136
14	BIBLIOGRAFIJA	137



NASLOV GEODATA Tunel doo
Trnjanska 140
10 000 Zagreb
Hrvatska
TEL +385-1-6050-447
FAKS +385-1-6130-062
WWW geodata.it

NASLOV GEODATA Engineering SpA
Corso Bolzano 14
10121 Torino
Italija
TEL +39-011-58-10-161
FAKS +39-011-59-74-40
WWW geodata.it

ZGODOVINA SPREMEMB

IZD.	UREJANJE GEODATA	PREGLED GEODATA		ODOBRITEV GEODATA		
	IME	IME	PODPIS	IME	PODPIS	DATUM
1	DKL, DPS, SEA, FEA, GRS, APO, SVI	LPI, GCA		DKL		30/07/16
2	DKL, DPS, SEA, FEA, GRS, APO, SVI, MAH, AMA, BIN, KRA	LPI, GCA, AMA		DKL		30/08/16
3	DKL, DPS, SEA, FEA, GRS, APO, SVI, MAH, AMA, BIN, KRA	LPI, GCA, AMA		DKL		13/08/16
4	DKL, DPS, SEA, FEA, GRS, APO, SVI, MAH, AMA, BIN, KRA	LPI, GCA, AMA		DKL		30/09/16

DOCUMENT NO. 1006-AU16_07_-REP-001
VERSION 1.0
ISSUE DATE 30 September 2016
GEODATA:
NO. PROJECT 1006 / AU16_07
PREPARED DKL, DPS, SEA, FEA, GRS, APO, SVI, MAH, AMA, BIN, KRA

CHECKED LPI, GCA, SEA
APPROVED DKL

1 UVOD

Udeleženci v izvedbi projekta:

- »Strokovnjak« : GEODATA Engineering
- »Naročnik« : Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo – Sektor za železnice
- »Inženir« : DRI
- »Projektant« : SŽ PP d.d., Ljubljana

1.1 Prejeta projektna dokumentacija

Po začetku projekta je Strokovnjak prejel projektno dokumentacijo na enem USB ključku, ki je vseboval podatke v velikosti 11,5 GB. V času odpiranja projekta je bilo postavljenih nekaj dodatnih vprašanj in Strokovnjak bo zaprosil za predložitev dodatnih dokumentov..

ID dokumenta	Ime dokumenta	Izdaja / velikost dokumenta	Datum dokumenta	Vrsta dokumenta
USB ključ	PGD 3610/3623 projects (31 delov)	DRI, Vol.1	30.06.2016	.pdf data (11,5 GB)

Zahtevani dokumenti, ki so bili predloženi dodatno, so:

- DRI: »investicijski program za 2 TDK – osnutek«, Ljubljana 2013
- 3623/UG: "Samostojni elaborat : Ureditev gradbišč na trasi drugega tira železniške proge Divača-Koper" : Meje varstvenih območij na projektu (voda, kraški rob, varstvo nacionalnega parka), Ljubljana 01.2016 (vrnjeno po vpogledu)
- ITF: Makovsek D., Bullock R., Sorgenfrei J. : »2. tir Divača – Koper – tveganja in možnosti, predstavitev v PowerPointu, Ljubljana, september 2015, str.34

1.2 Zgradba dokumenta

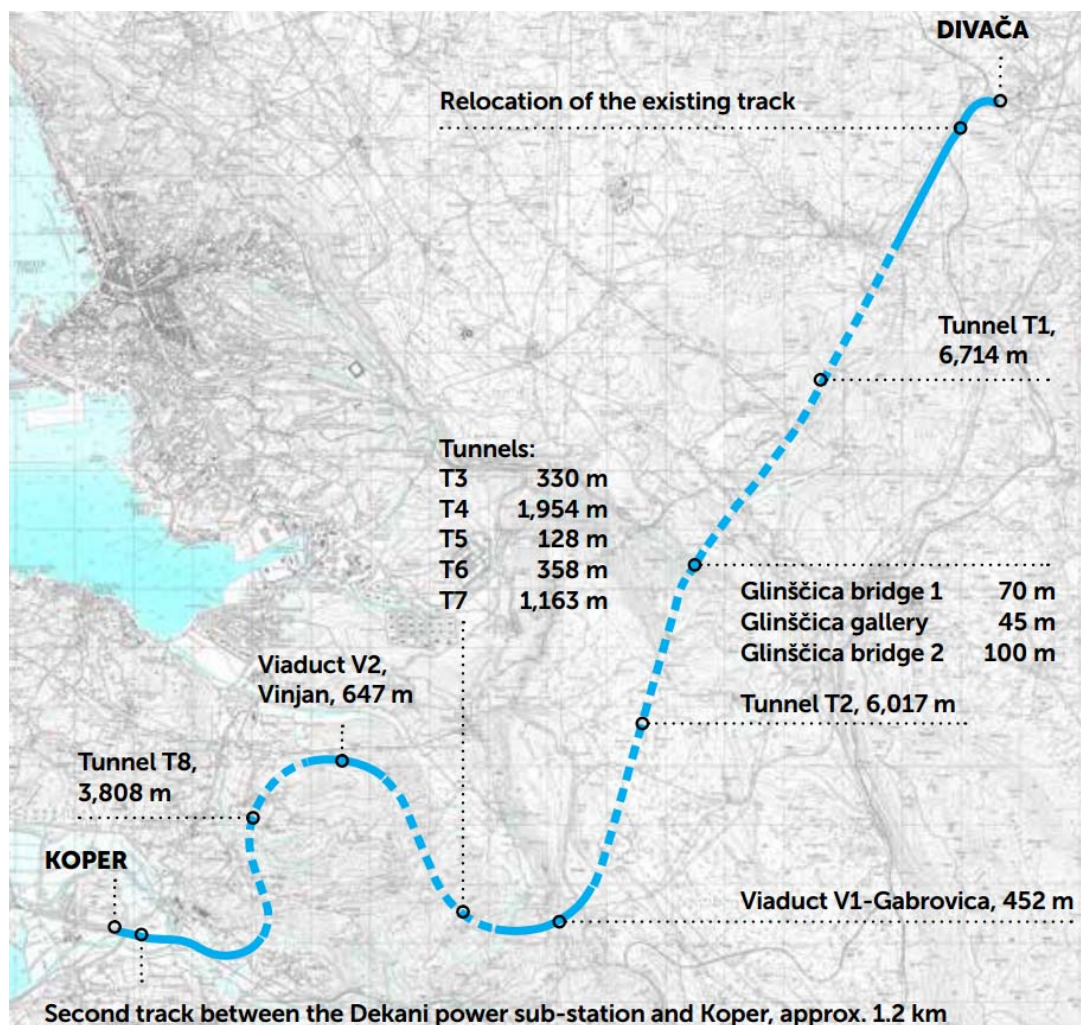
Geodata je proučil tehnično dokumentacijo z namenom zagotoviti zanesljiv vrednostni inženiring. V tem poročilu je v vseh poglavjih analiza projekta združena s predlagano optimizacijo.

Na koncu dokumenta (9. poglavje) je dodan register tveganj s presojo tveganj na projektu ter analizo stroškov vzdrževanja (10. poglavje) za progo.

2 OSNOVNI POGOJI IN OKOLIŠČINE PROJEKTA

2.1 Splošni položaj in pogoji projekta

V skladu z razvojem in zahtevami naraščajočega prometa na trasi pristanišče Koper – Ljubljana – EU je bila načrtovana nova proga, drugi tir med mestoma Koper in Divačo južno od glavnega mesta Ljubljane. Proga se bo uporabljala pretežno za prevoz tovora, ne da bi v trenutni fazi projektiranja izključili redni potniški promet. Po podrobni preučitvi različnih tras je bila izbrana naslednja različica.



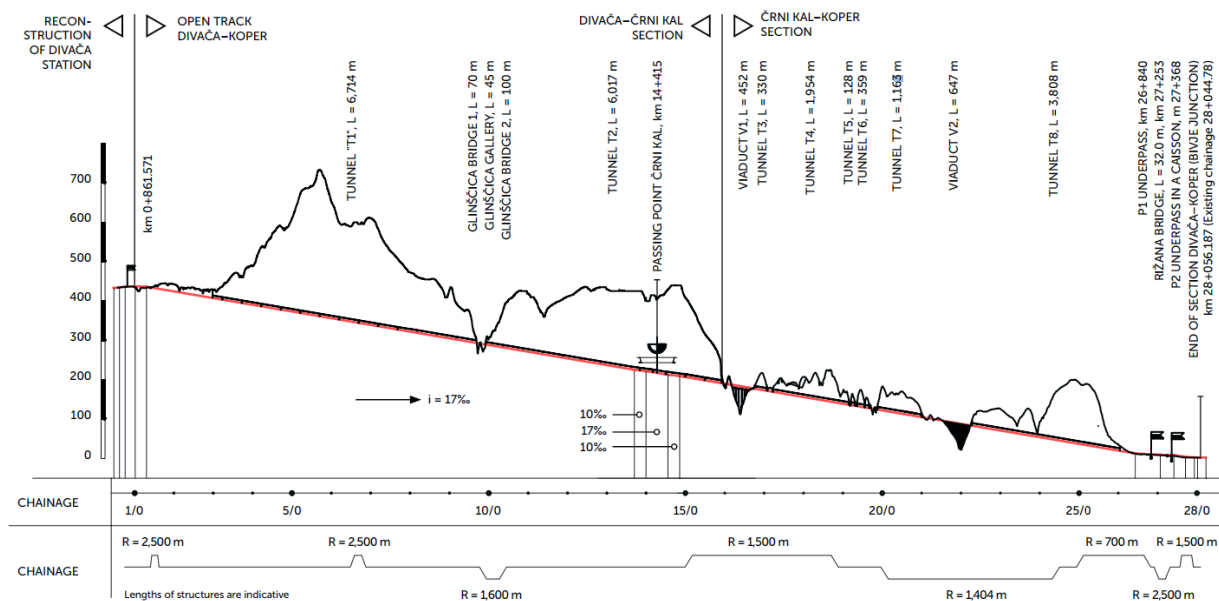
Slika 1 – Različica trase DK2 I/3

Lastnik železniške proge Divača - Koper je Republika Slovenija, ki je že pripravila celoten končni projekt za ves Projekt DK2 na podlagi klasične metode izkopavanja za vse predore.

Projekt v glavnem zajema 8 predorov, 2 viadukta in en odprt usek. Poleg glavne železniške infrastrukture so potrebne še ustrezne dostopne poti in odlagališča za viške izkopanega materiala.

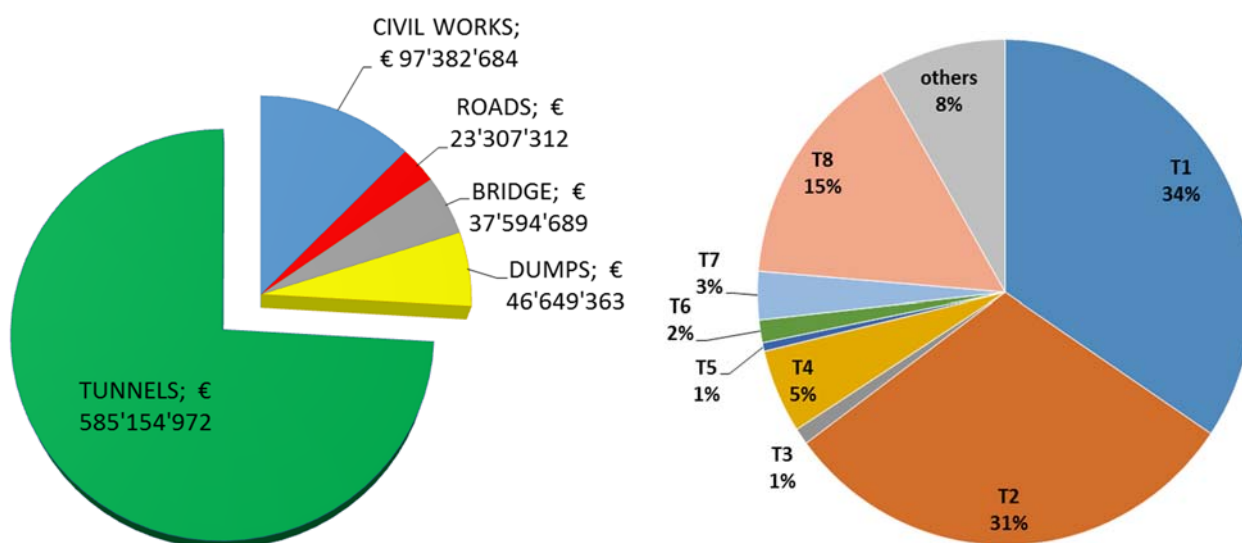
V nadaljevanju je prikazan vzdolžni profil izbrane trase, ki kaže konstanten nagib nivelete 17 ‰ za skoraj celotno progo. Jasno je prikazana celotna dolžina podzemnih objektov v primerjavi z ostalo infrastrukturo.

LONGITUDINAL PROFILE OF THE SECOND TRACK OF THE DIVAČA–KOPER LINE



Slika 2 - Projekt DK2 – Vzdolžni profil

Najpomembnejši in najdražji del Projekta zagotovo predstavljajo predori, ki zajemajo skoraj 75 % skupnih stroškov. Zlasti predori T1, T2 in T8 zajemajo 80 % skupnih stroškov za predore.



Slika 3 – Porazdelitev projektnih stroškov / Predori (brez DDV)
Vir: Izvleček iz PGD\4_Predračun\ 3649_0_SKUPNA REKAPITULACIJA_predracun

Glavne značilnosti novo načrtovanega tira in obstoječe trase so našteje v Tabela 1.

Tabela 1 – Primerjava osnovnih parametrov tras nove in obstoječe proge Divača - Koper.

Postavka (enota)	Novi tir	Obstoječa trasa
<i>Tehnične značilnosti gradnje</i>		
Dolžina trase (m)	27200	43830
Rmin (m)	1404 (600)	250
Imax (‰)	17	26
Število podvozov	2	19
Število mostov	3	6
Skupno št. / dolžina in oz. predorov (m)	8 / 20472	4/1030
Delež predorov (%)	75.28	2.35
Najdaljši predor (m)	6714	602.5
Skupno št. / dolžina in oz. viaduktov (m)	2 / 1100	6/230 (mostovi)
Delež mostov in viaduktov (%)	4.81	0.52
Najdaljši viadukt (m)	647	59 (most)
<i>Prometno tehnološke značilnosti</i>		
V (km / h)	160	75
Razdalja med tračnicama	GC	GB
Kategorija proge glede na zahtevano osno obremenitev	D4	D3
Št. postaj oz. zatočišč	1	5
Čas vožnje vlakov (v minutah)	17 (potniški), 25-34 (tovorni)	47 (potniški) ≥ 53 (tovorni)

3 TRASA, VARSTVO OKOLJA, GEOLOŠKE PREISKAVE

3.1 Trasa

Trasa nove proge teče približno 2 km iz postaje Divača po površini, na začetku (deloma) v nasipu in nato pretežno v useku (dolžina useka približno 1,5 km – z globino prek 20 m). Tir teče po kraškem terenu, dokler ne naleti na apnenčaste skale. Višina pobočja je 8 m z nagibom 3:1 in vmesnimi bermami (širine 3 m). Na vrhu pobočja je nagib običajno zmanjšan na 2:1 zaradi od vremena preperelih skal in vrhnje plasti zemlje (cca 2 do 3 m od površine).

Pred portalom prvega predora (T1-Di) se usek na dolžini 85 m razširi na širino 30 m. Portal je dovolj širok, da zadostuje za servisni predor in priključek na dostavno cesto T-1a.

Trasa v km 2+966 vstopi v prvi 6.714 m dolg predor T1. Trasa predora teče naravnost z izjemo blagega loka z radijem $R = 2500$ m.

Na levi strani predora T1 na razdalji 25,0 m teče servisna cev (SC-T1). Servisna cev je namenjena za reševanje potnikov v primeru nesreče v glavnem predoru. Najmanj na vsakih 500 m prečni prehodi povezujejo oba predora prek požarnih vrat, ki preprečujejo vdor dima v primeru požara.

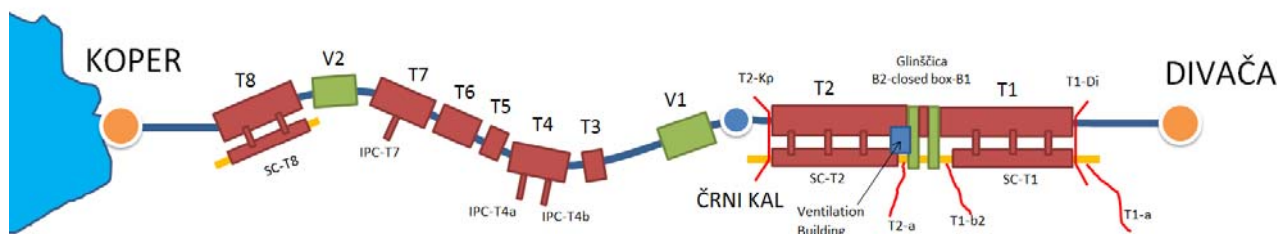
Predor se konča južno od vasi Mihela v zgornjem delu doline Glinščice (Val Rosandra) (km 9 + 680).

Za prečkanje Glinščice je bila proučevana zaprta rešitev prehoda prek dveh mostov z enostavno podporo in galerijami v naslednjem zaporedju:

- galerija T1 (dolžina 13 m 0)
- most Glinščica 1 (dolžina 74,0 m);
- galerija Glinščica (dolžina 41 m 0)
- most Glinščica 2 (dolžina 104,0 m);
- galerija T2 (dolžina 16.26 m)
-

Reševalna vozila lahko prečkajo isti objekt na strani servisnega predora. Ta sistem omogoča zagotavljanje zahtevanega prezračevanja z načinom ekstrakcije iz ene same zgradbe, locirane pri portalu T2-Di.

Vhod v drugi predor T2 (dolžine 6017.34 m) je določen v km 9 + 928.26 pri portalu T2-Di, kjer je locirana zgradba za prezračevanje in s tem povezana oprema. Vzporedno s predorom T2 teče servisni predor SC-T2, ki je povezan s T2 s prečnimi prehodi na enak način kot pri T1. Na koncu predora T2 je izogibalšče za vlake s kretnicami za drugi hitri tir. Predor je nato razširjen na dolžini 750 m. Pri portalu T2-Kp se konča prvi odsek projekta Divača-Črni Kal.



Slika 4 – Shematski načrt Projekta 2TDK

Trasa naslednjega segmenta od Črnega Kala do Kopra se začne pri portalu predora T2-Kp v km 15 + 945.600. Takoj za 53 m širokim in 240 m dolgim platojem je viadukt Gabrovica (V1 dolžine 452,3 m), ki prečka avtocestni viadukt. Za viaduktom V1 trasa teče zaporedno skozi predore T3, T4 T5, T6, T7, prek viadukta V2 in skozi predor T8 s servisnim predorom SC-T8.

3.1.1 Možne spremembe trase

Izbrana trasa (alternativa I/3) je rezultat več kot 15 let preučevanja, v analizah in terenskih kartiranjih je upoštevana celotna dolžina 27,2 km in največji nagib nivelete 17 ‰, ki predstavlja precej visoko vrednost za progo s prevladujočim tovarnim prometom.

Med našo analizo projektne dokumentacije so se pojavila nekatera splošna vprašanja glede trase in možnih optimizacij:

- 1) Ali je možno imeti traso z manj predorov in več viaduktov, da bi zmanjšali vpliv predorov?
- 2) Kaj pa, če bi spremenili nagib nivelete na obstoječo horizontalno traso?
- 3) Kaj se zgodi, če imamo krajšo toda strmejšo traso?

Izbrana trasa je verjetno najboljša glede okoljskih vplivov, gradbišč, soglasja z lokalnim prebivalstvom, pravilo vzdolžnega nagiba, družbene sprejemljivosti. Poleg tega je bila »pravica do poti« opredeljena z močnim sodelovanjem oblasti in lokalnih skupnosti: opredeljena je bila širina koridorja in tudi vpliv na okolje. Končno je bilo pridobljeno gradbeno dovoljenje na podlagi razlastitvenega postopka, ki bi moral biti končan že prej. Iz vseh teh razlogov se zdi, da bi bilo težko spreminjati horizontalno traso brez kakršnega koli sigurnega končnega rezultata in zagotovo bo prišlo do izgube časa, ki bo porabljen za spremembe.

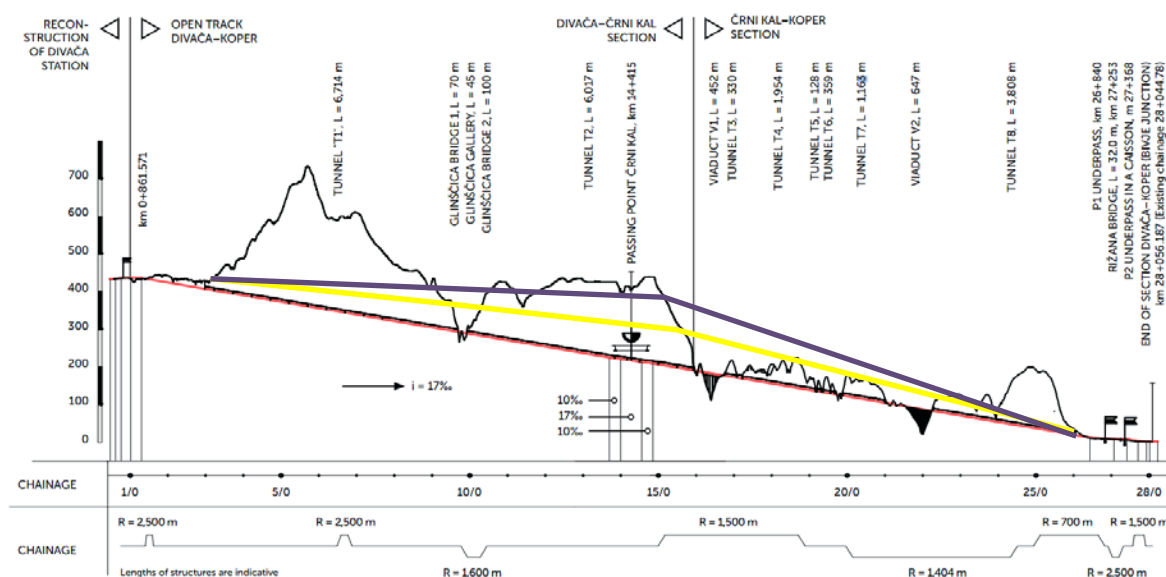
Vertikalna trasa je dosledno povezana z s horizontalno in v železniškem projektu je zelo zapleteno spremeniti nagib nivelete/strmino brez velikih vplivov na celotno traso. Pristanišče Koper leži na 2.5 m nadmorske višine, medtem ko je Divača na 435 m in ti dve točki je treba povezati. Nekaj splošnih vidikov je:

- a. Bolje bi bilo zmanjšati in ne povečati veljavni nagib nivelete trase. Nekaj pomembnih referenčnih podatkov kaže, da imata tako os predora Gotthard kot nova povezava med pristaniščem Genova in Milanom največji nagib nivelete 12,5 ‰. Poleg tega, kot smo doslej razumeli projektanta, je obstoječa strmina 17,0 ‰ rezultat analize optimalnega razpoložljivega nagiba nivelete ob upoštevanju stroškov uporabe in vzdrževanja lokomotiv v dolgem časovnem obdobju.



Slika 5. Najkrajša trasa med Koprom in Divačo.

- b. Vse rešitve za skrajševanje dolžine trase imajo za posledico splošno povečanje nagiba nivelete. Na primer, pri najkrajši možni trasi (17km – glejte naslednjo sliko) je nagib nivelete v vertikalni smeri večji od 25 ‰, kar je po Tehničnih specifikacijah za interoperabilnost (TSI) za infrastrukturo nesprejemljivo.
- c. Nemogoče je tudi spremeniti vertikalni profil T1 in T2, ne da bi veljavni nagib nivelete postal zelo kritično blizu tega, da bi bil v neskladju s standardi TSI.



Slika 6. Spreminjanje trase vertikalno na istem horizontalnem načrtu ima lahko za posledico stopnice, ki jih ni mogoče kompenzirati

- d. Pri višjih mostovih in krajših predorih lahko postanejo okoljski vplivi bolj kritični z vidika varnosti, onesnaževanja, hrupa in vizualnih vplivov.
- e. Glede obratovalnih stroškov je železnica lahko precej bolj konkurenčna, če ima ravninsko traso, naraščajoči vertikalni nagib nivelete pomeni porast pri obratovalnih stroških in stroških vzdrževanja. Zlasti zahteva večjo vlečno moč in še posebej več lokomotiv. Zelo podoben projekt je železniški koridor Corredor Biocanico Aconcagua, kjer omejitev na 20 ‰ pri vertikalnem naklonu in varnostne zahteve narekujejo uporabo vlakov s po 3 električnimi lokomotivami. Lokomotive predstavljajo pomemben investicijski strošek in imajo velik vpliv na stroške vzdrževanja, kajti čim bolj strm je vzpon proge, več denarja se porabi.

Glede na te razmisleke predlagamo, da se obdrži dejansko horizontalno in vertikalno traso z le manjšimi in lokalnimi spremembami, če so sploh potrebne.

3.2 Varstvo okolja

Raztegovanje trase v vertikalni in horizontalni smeri povzroča vpliv na okolje. Ustrezni vplivi so bili analizirani in opisani v različnih poročilih, ki so posvečeni varstvu: kraške regije, vodni izviri (vodnjaki), ki oskrbujejo s pitno vodo celotno območje slovenske obale, in okolje na splošno.

Večina rešitev, ki zagotavljajo varstvo omenjenih območij, je predstavljena v različnih načrtih in poročilih, ki so na voljo kot del celotne projektne dokumentacije. Zato bi vsak premik trase v vertikalni ali horizontalni smeri vplival na obstoječe rešitve varstva okolja, ki so že predlagane, sprejete in odobrene s strani odgovornih oblasti kot del procesa odobritve za izdajo gradbenega dovoljenja za projekt.

3.3 Geološki pogoji in program preiskave gradbišča ter rezultati

V času priprave projekta je bil načrtovan in izveden obsežen plan preiskave gradbišča, katerega rezultat je podroben geološki vzdolžni prerez in opis geologije ter območij pozemnih voda in pogojev.

Namen te študije je primerjati, ali predstavljeni podatki omogočajo nadaljnji razvoj projekta vključno z gradnjo in ali nivo in kakovost preiskave odgovarjata običajni mednarodni praksi

3.3.1 Geološki pogoji

Geološko-geomehanske preiskave so bile izvedene bodisi z neposrednimi ali posrednimi metodami.

Če se osredotočimo na predora T1 in T2, kjer je pomembna prisotnost krasa, lahko opazimo, da je prejšnja preiskava vključevala vrtnice s povprečno razdaljo približno 0,8 km in 0,6 km za T1 in T2, kakor tudi z največjo razdaljo približno 1,8 in 1,1 km.

Po drugi strani pa posredna preiskava vključuje geofizikalne metode (georadar, geoelektrika) in natančno morfološko študijo.

Rezultati so zelo učinkovito predstavljeni tudi s tridimenzionalnimi video predstavitvami.

Glede na geološki vidik ter predstavljene geološke in geotehnične materiale so podatki in informacije za predore na drugačni ravni kakovosti. Izvedene globoke vrtnice dajejo izjemno kakovostne rezultate, medtem ko so geofizikalni pregledi le omejeno v pomoč pri rekonstrukciji globokih geoloških površin.

Rezultat, ki se pojavlja, je točkasto neenakomeren projekt z nekaterimi dobro raziskanimi točkami, zagotovo pa ni reprezentativen za splošno situacijo, o kateri poročajo projektni profili. Nagubane strukture in prelomnice, s katerimi se zdi prekrizan masiv, niso bile raziskane v nobeni obliki. Njihova rekonstrukcija zato temelji na drugih elementih, ki niso opazni. Za velike gube in prelomnice predora T1 ni nobenih dokazil v preiskavi.

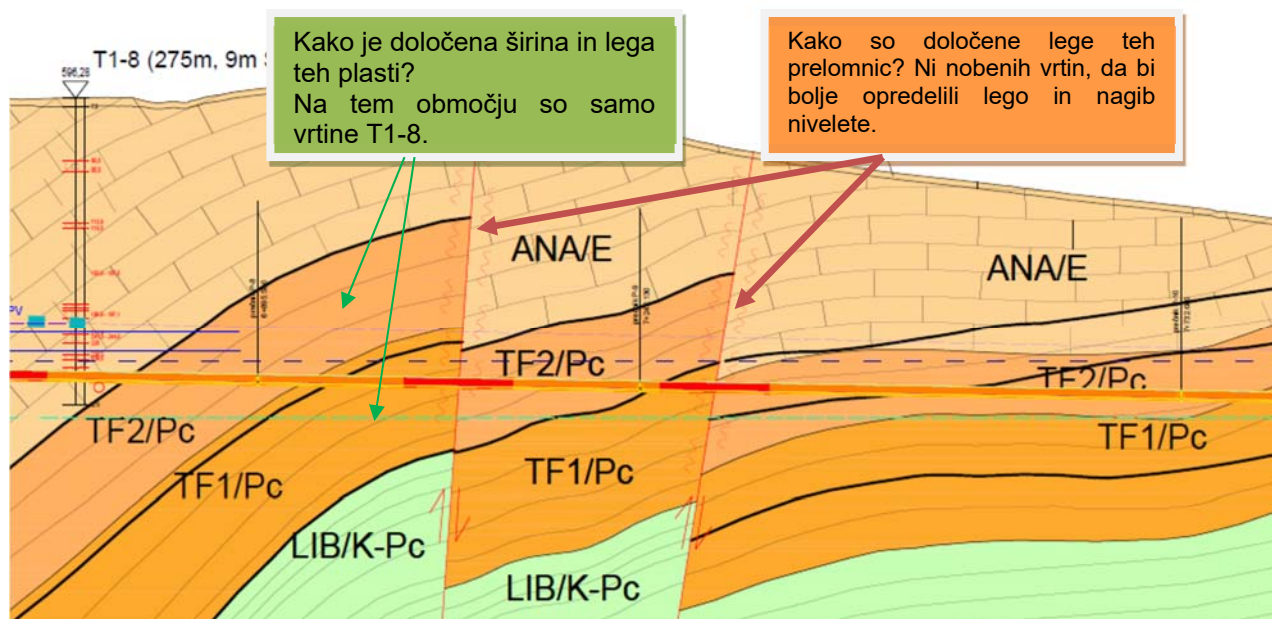
Geološko kartiranje (v kolikor je na voljo) tudi ne pomaga pri razumevanju geometrije. Geološko kartiranje je zelo pomanjkljivo vzdolž trase predora. Majhen odstotek izdankov ni v pomoč pri zbiranju podatkov za interpretacijo. Zbrani podatki so zgoščeni samo na nekaj območij.

Zato v celoti izdelani material ne zadošča v določenem geološkem obsegu in ni geomehansko zadovoljiv.

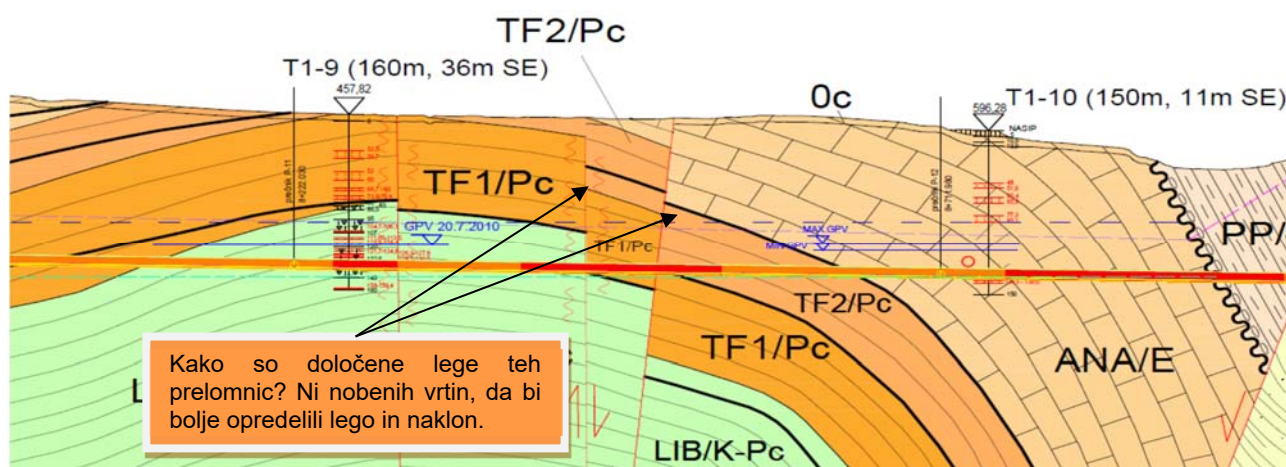
Nasprotno pa je položaj bolje poznan iz hidrogeološkega stališča. Obsežni kraški pojavi in njihove pojavne oblike zagotovo predstavljajo največje tveganje med izkopavanjem (odprte votline, vodnjaki, votline napolnjene z glinami ali bazeni vode, ki povzroča pritisk). Popis kraških struktur je skladen z zunanjo situacijo in zelo značilen za lokalni prostor.

Šibka točka je vsekakor geološki model. Vrtin je malo in zelo so razpršene. Priporočilo Nacionalne komisije ZDA za vrtanje predorov v ZDA (1984) predlaga, da bi bilo treba proračun za geotehnične preiskave terena povečati na 0,5 do 3 odstotke ocenjene cene projekta, po najboljši mednarodni praksi pa je razmerje med metri linearne dolžine predora in metri vrtnice (L preiskava/L predor) med 1 in 1,5. Na tem projektu je to razmerje 0,2 - 0,3.

Na naslednjih slikah je prikazano nekaj primerov kritičnega tolmačenja.



Slika 7. Predor T1- geološki profil: veliko opredelitev brez ogromne količine podatkov



Slika 8. Ni nobenih vrtin, da bi določili jasno razmejitev med dvema različnima območjema prelomnic

3.3.2 Povečanje zanesljivosti geoloških podatkov

Zaradi količine preiskav na terenu, ki je manjša od običajno zahtevane ali potrebne, so predlagane nekatere dodatne metode za povečanje zanesljivosti geoloških podatkov in sicer: metoda R-Index ali AMT Survey, kot je razloženo v nadaljevanju.

3.3.2.1 R-INDEX

Na splošno lahko zaključimo, da je mogoče v razumni meri izpeljati zadosten napredek preiskave za trenutno fazo projektiranja. Vendar pa ob upoštevanju, da bo tudi potencialna optimizacija projekta še nadalje analizirana (vključno s hipotezo strojnega izkopa s TBM stroji), in ob upoštevanju potrebne ocene tveganj menimo, da je primerno poglobljeno preučiti to problematiko, zlasti z uporabo pristopa z metodo R-Index (DeMatteis & Soldo, 2015).

Iz kvantitativne presoje različnih parametrov o geološko geomehanski zgradbi/pogojih in vrste/gostote/razdalje preiskave izhaja indeks, ki opisuje dejansko zanesljivost referenčnega modela, na podlagi katerega bo mogoče racionalno ovrednotiti potrebo po nadaljnjem raziskovanju, da bi zmanjšali tveganje na sprejemljivo raven.

Bolj podrobno metoda R-Index predstavlja verjetnostni pristop z upoštevanjem prave zapletenosti terena ter vseh pomembnih komponent, ki vplivajo na zanesljivost geološko geomehanskega modela.

V zanesljivi napovedi z geološkim modelom, izvedeni z metodo R-Index, so upoštevani naslednji vidiki:

- kakovost razpoložljivih geoloških preiskav,
- notranja zapletenost geološkega modela, ki je povezan z vrsto geoloških parametrov, tako imenovanih sistemskih parametrov.

Nobena od teh vrst raziskovanj sama po sebi ne vodi k opredelitvi zadovoljivega geološkega modela. Zato je mogoče predpostaviti, da bo najboljše poznavanje naravnega okolja doseženo le s kombinacijo podatkov, ki izhajajo iz teh treh različnih metod. Na vsakega od teh raziskovalnih parametrov pa vpliva določeno število spremenljivk (Tabela 2).

Tabela 2. Sinteza glavnih spremenljivk, ki vplivajo na kakovost raziskovalnih parametrov

Investigation parameters	Geological mapping	Geophysical investigations	Boreholes drilling, logging and tests
Variables influencing the quality of investigation parameters	Mapping scale	Number of available geophysical cross-sections	Number of available boreholes
	Extension of the mapped area	Quality of the survey (e.g. high vs. low resolution, etc.)	Quality of investigation (core-recovery, destructive)
	Accuracy of the survey technique	Average distance of the sections from the examined stretch	Tests and loggings
	Outcrop percentage	Depth reached by the investigation	Average distance from the examined stretch
			Depth reached by the investigation

Kakovost spremenljivk je podana v obliki številčnega rezultata. Jasno je, da kolikor višji je odstotek izdankov, toliko boljša je kakovost informacij pridobljenih iz geološkega kartiranja; čim večje je število vrtin, toliko boljša je kakovost zbranih informacij. Kvantifikacija kakovosti raziskovanja temelji na dajanju teže (od 0 do 1) ali ocen spremenljivkam, ki vplivajo na to kakovost.

Vsaka spremenljivka daje prispevek h kakovosti in zato vsak parameter izhaja iz poprečja vsote ocen. Pomembnost vsake spremenljivke bo združena s pomembnostjo drugih povezanih spremenljivk. Pri vrtinah, na primer, je pomen števila razpoložljivih vrtin večji, če je povprečna razdalja od preiskovanega odseka manjša. Prav tako, kjer je količina razpoložljivih vrtin enaka (enaka ocena), je pomen tega vidika večji, če so vrtine bližje obravnavanemu odseku predora. Kakovost parametrov preiskave je potem ponderirano povprečje vsote ocen.

Končni rezultat, dobljen z uporabo "Interaction Matrices" ali "Fully-Coupled Model (FCM)" (Hudson 1992; Jiao in Hudson 1995) je klasifikacija zanesljivosti geološko geomehanskega modela, prikazana v Tabela 3.

Tabela 3. Klasifikacija zanesljivosti geološko geomehanskega modela za projekte predorov z uporabo R-Indexa

R-Index		Reliability	Description
Class	Value		
A	10–7.6	Good to very good	Limits and faults reported in the section are definitely present and will be encountered within an interval of ± 25 –50 m; the margin of error for the thickness of lithological layers may be between 10% and 20%
B	7.5–5.1	Average to good	Limits and faults reported in the section are definitely present and will be encountered within an interval of ± 50 –100 m; the margin of error for the thickness of lithological layers may be between 30% and 50%. In addition to those indicated, other minor faults could be present
C	5–2.6	Poor to average	Limits and faults reported in the section are definitely present and will be encountered within an interval of ± 100 –200 m; the margin of error for the thickness of lithological layers may be between 50% and 100%. In addition to those indicated, other major faults could be present
D	2.5–1	Not all reliable or unreliable	Limits and faults reported in the section may be absent, and other elements may be present. The thickness of lithological layers is not defined. Geological elements other than those forecasted may be present

Kot je navedeno, bo na podlagi rezultatov metode R-Index mogoče ovrednotiti in lokalizirati priložnost za novo preiskavo z odločitvijo o najbolj primerni vrsti kot funkciji s tem povezane negotovosti.

3.3.2.2 *AMT survey*

Če bo rezultat pokazal potrebo po izboljšanju zanesljivosti referenčnega geološkega modela in nato zmanjšal tveganje za gradnjo, bi bili lahko ovrednotene tudi nekatere druge integrativne vrste raziskovanja, ki so videti obetavne, kot na primer AMT (Audio MagnetoTelluric method).

Če podamo samo hiter pregled te metode, sistemi MT systems (sistemi AMT so tisti, ki delajo s frekvenco $> = 10\text{Hz}$) pripadajo skupini elektromagnetnih (EM) pregledov.

Uporabljajo se za odkrivanje električne impedance na zemeljski površini s pomočjo serije istočasnih meritev nihanj lokalnega električnega in magnetnega polja.

Take meritve – s snemanjem podatkov, ki se spreminja od nekaj minut do nekaj ur (odvisno od ugotovljenih frekvenčnih pasov, čim nižja je frekvenca, daljši je čas snemanja) – se obdelujejo s Fourierovo transformacijo (operacija, ki razstavi signal na frekvence, ki ga sestavljajo) in nato shranijo kot spektri moči).

Moderni magnetno-telurski sistemi so zasnovani za beleženje sprememb v obeh poljih, magnetnem in električnem, v dveh pravokotnih smereh in te beležke uporabljajo za izračun impedance površine na mestu merjenja. V nadaljevanju je predstavljen primer značilnega rezultata.

3.4 Povzetek in predlogi

Predlagamo, da trasa ostane v vertikalni in horizontalni smeri v taki obliki, kot je bila načrtovana v različici I.3, ker nobena sprememba ne bi pomenila prednosti v smislu znižanja stroškov. (str. 8).

Glede preiskav terena predlagamo, da se dodatno poveča dolžina preiskovalnih vrtin z namenom, da se izboljša vzdolžni geološki profil. Če so na voljo še kakšni drugi dokumenti, ki bi jih lahko uporabili za izboljšanje in boljšo opredelitev geološkega profila, bi jih bilo treba uporabiti in vključiti med rezultate. Drugače pa bi bilo treba izvesti dodatne preiskave na terenu pred razpisom in/ali jih predvideti in zahtevati med fazo gradnje kot predhodne vrtnice med gradnjo predora. Da bi bili prepričani o dodatnih potrebnih ukrepih in dejanjih, je treba izvesti oceno obstoječih preiskav in opredeliti potrebne dodatne ukrepe (tudi z uporabo omenjene metode R-Index ali AMT), da bi omogočili nadaljnje postopke (str. 12).

4 GLAVNI OBJEKTI IN ELEMENTI PROJEKTA

4.1 Predori

Poleg predorov kot objektov bodo predmet preverjanja tudi njihove značilnosti v smislu prometnih zmogljivosti ter metodologija izkopavanja. Projektna dokumentacija bo teoretično primerjana z možnostmi TBM tehnologije, ker to ni bilo obravnavano kot del projektne rešitve ob upoštevanju izvedljivosti obeh tehnologij in ustreznih končnih stroškov

Projektna rešitev je zasnovana v skladu z določenimi referenčnimi standardi, ki so zelo običajni za železniške predore, t.j.:

1. TSI SRT, tehnična specifikacija za interoperabilnost v zvezi z varnostjo v železniških predorih v vseevropskem železniškem sistemu za konvencionalne in visoke hitrosti, odločba Komisije z dne 20. 12. 2007 (UL EU L 64 z dne 7.3.2008).
2. Kodeks UIC 779-9E, Sicherheit in Eisenbahntunneln [Varnost v železniških predorih], prva izdaja, avgust 2003
3. Standard SIA 197, Projektierung Tunnel: Grundlagen; 197/1, Projektierung Tunnel: Bahntunnel [Načrtovanje predorov: železniški predori]; prva izdaja 2004

Pomembno je omeniti, da je zdaj na voljo nova izdaja standardov TSI iz leta 2014 in zlasti TSI Varnost v predorih.

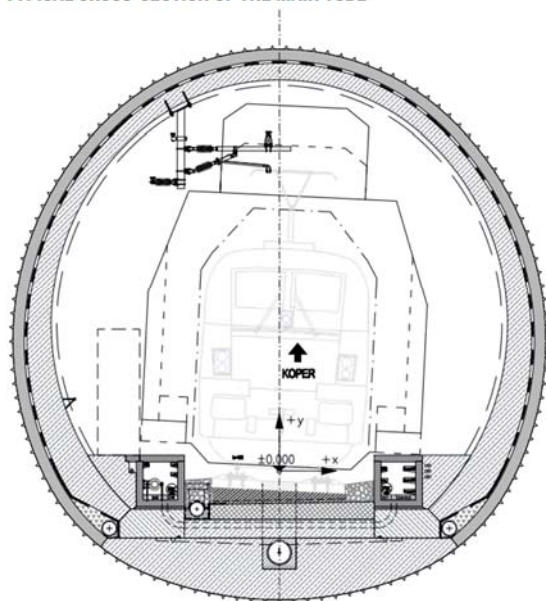
4.1.1 Geometrija prečnega prereza

Predori T1, T2 in T8 so zaradi varnosti v primeru potniškega prometa zasnovani z vzporednim servisnim predorom. Povprečna ploščina prečnega prereza glavnega predora je 70 m^2 , medtem ko je ploščina prereza servisnega predora 42 m^2 .

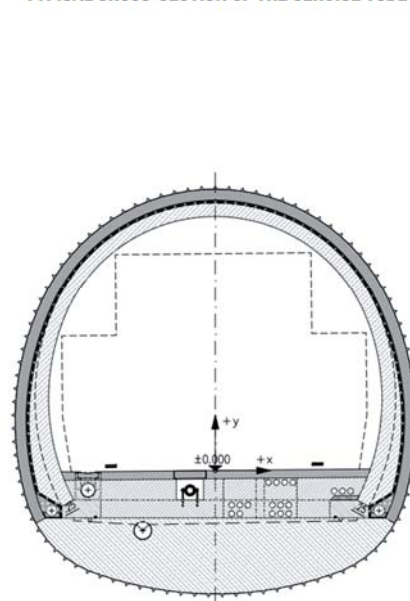
Velikost prečnega prereza servisnega predora je določena s profilom vozila za vzdrževanje in reševanje. Širina cestišča znaša 3,60 m (višina 4,0 m).

Predora T4 in T7 sta opremljena pravokotnim servisnim predorom 2 oz. 1.

TYPICAL CROSS-SECTION OF THE MAIN TUBE



TYPICAL CROSS-SECTION OF THE SERVICE TUBE



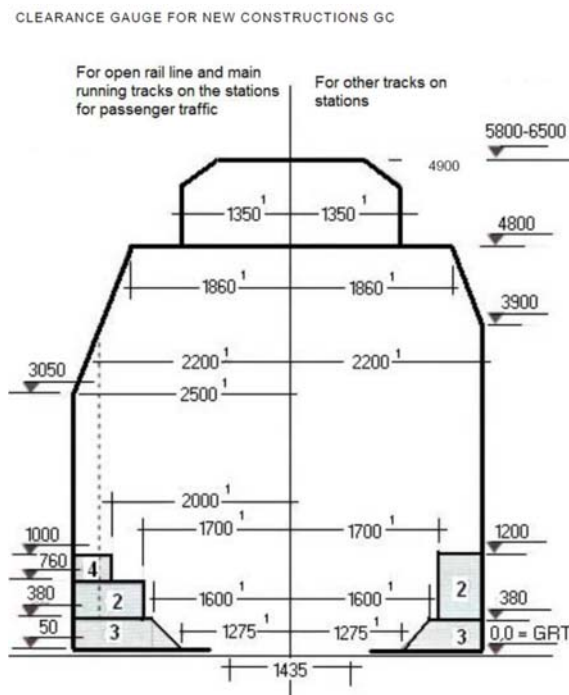
Slika 9 – Vrsta prereza glavnega predora in servisnega predora

4.1.2 Funkcionalni prečni prerez predora

Predlagani funkcionalni prečni prerez naj bi bil v skladu s svetlim profilom proge GC in vsemi zahtevami TSI. V vsakem primeru je v projektu in za vsak predor predviden dodaten gabarit za vozno mrežo in odjemne naprave.

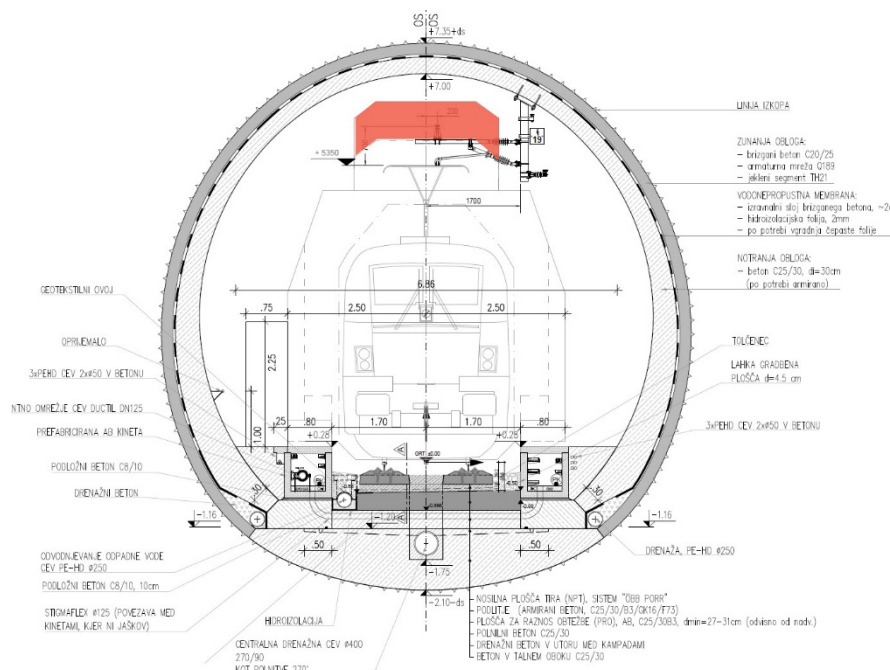
Ta dodaten prostor se zdi povezan s splošnim dokumentom o svetlem profilu proge Slovenskih železnic (PROGRAM OMREŽJA 2017 – PRILOGA 3D – SVETLI IN NAKLADALNI PROFIL). V tem dokumentu ima zgornji prostor, ki se uporablja za vozno mrežo, dvojno vrednost od najmanj 5800mm do največ 6500mm brez kakršne koli nadaljnje razlage.

Ni nobene navedbe za svetli profil proge v predorih.



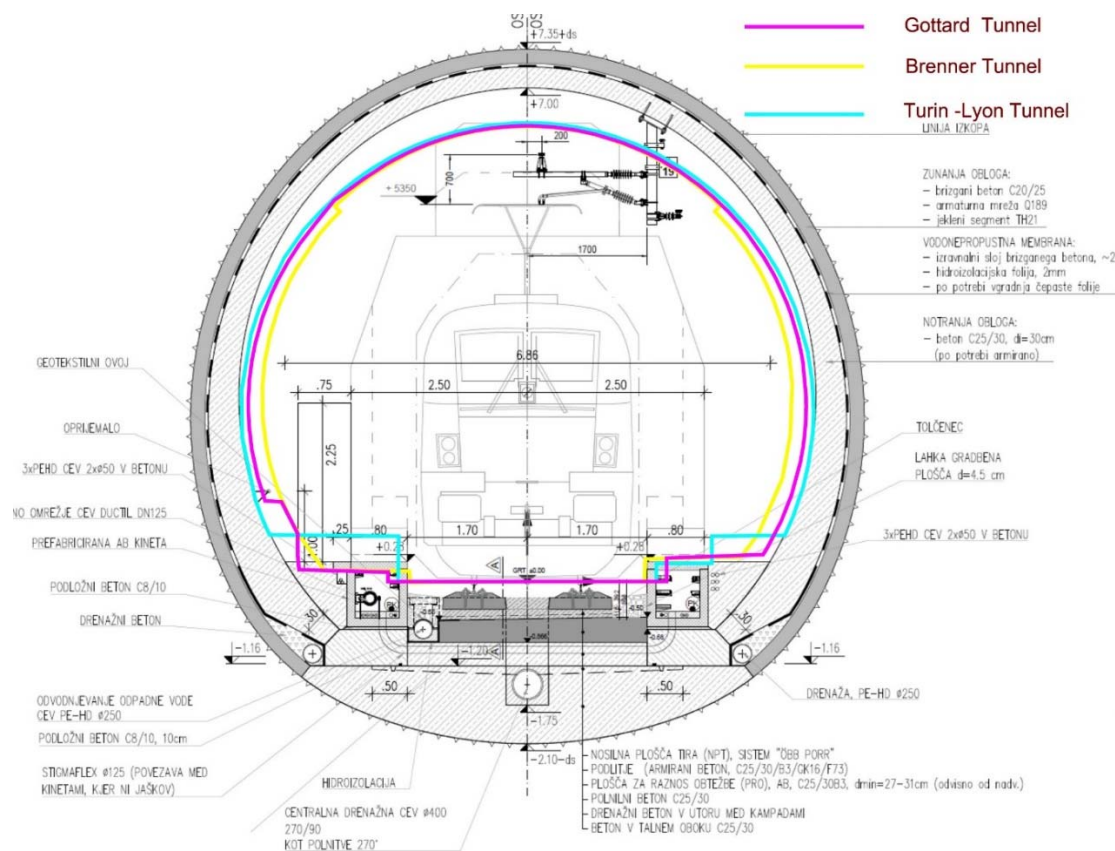
Slika 10. Svetli profil proge GC v skladu s Programom omrežja 2017 Slovenskih železnic

V okolju predora je možno imeti bolj strog nadzor nad vozno mrežo, kar zmanjšuje potrebo po prostoru za namestitve opreme. Zaradi tega bi lahko upoštevali le spodnjo vrednost za zgornji svetli profil proge GC.



Slika 11. Zgornji prostor (rdeče barve) bi lahko prihranili

Če vrhu tega še upoštevamo nedavne mednarodne izkušnje v Evropi, je zmanjšanje notranjega prereza predora mogoče šteti kot možno. Na naslednji sliki je primerjava med prerezom predora 2TDK s prerezi predora Gotthard, predora Brenner in baznega predora Lyon-Turin, ki se štejejo za 3 glavne referenčne predore na svetu.



Slika 12. Primerjava prereza predora 2TDK z drugimi ustreznimi referenčnimi predori

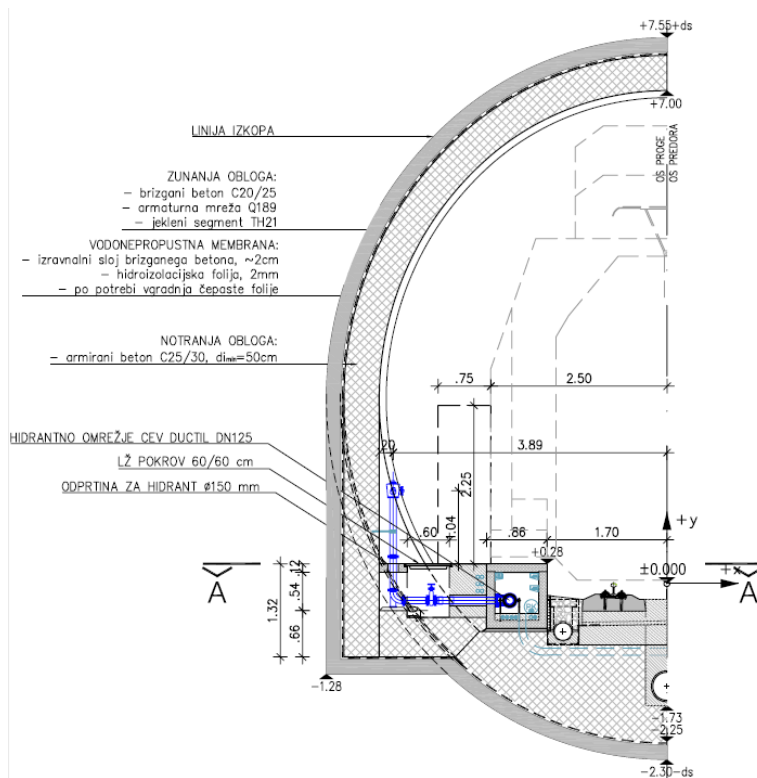
4.1.3 Predor T1

Predor T1 je dolg skupno 6714m in je bil zasnovan za kinematični prečni profil, ki je večji od standarda EU. Zaradi prisotnosti pitne in dragocene hribinske vode je predvideno, da se realizira nekaj odsekov predora brez izsuševanja. V projektu je vedno predviden dvojni sistem z drenažo in brez izsuševanja, odvisno od ugotovitev med izkopavanjem. V neizsušenem odseku je notranja obloga (podgradnja) predvidena, da zdrži do 10 bar obremenitve zaradi pritiska vode.

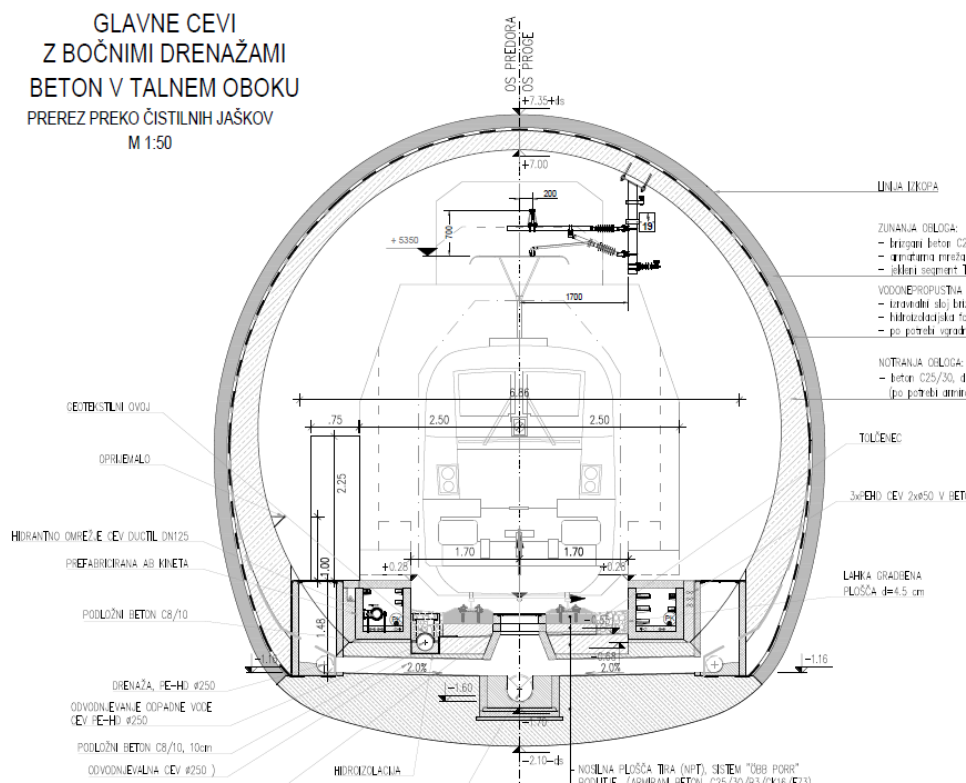
Predor T1 je izveden v kraškem območju.

V **glavnem predoru** T1 so prisotne naslednje vrste različnih odsekov (niše in drugi odseki izven okrogle oblike):

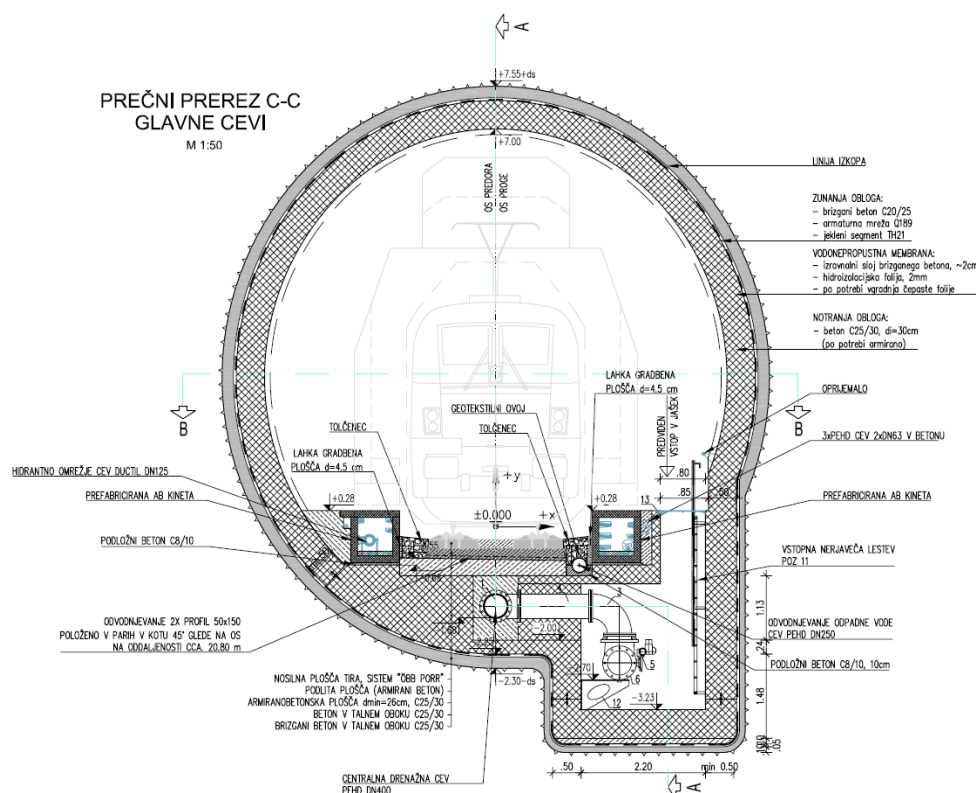
1. **Niše tipa "H"**: 1 vsakih 125m, skupaj cca 50 niš.
2. **Drenažne niše tipa "CN"**: 2 vsakih 60m, skupaj cca 110 niš.
3. **Prečni prehodi**: 1 vsakih 500m, 13 CPS. Predvidena sta 2 tipa CPS: CPS z izključno elektromehanskimi napravami in CPs z elektronapajalno postajo.
4. **Niše z ventili**: pri vsakem prehodu iz odseka predora z drenažo v odsek brez drenaže so ventili za regulacijo tlaka.



Slika 13 – Niša za hidrant tipa H



Slika 14 – Jaški drenažnega sistema



Slika 15 – Značilna niša z razbremenilnim ventilom

V vzporednem servisnem predoru so naslednje vrste odsekov:

1. Drenažne niše tipa "CN": 2 vsakih 60m, skupaj cca 110 niš.

2. **Prečni prehodi:** 1 vsakih 500m, 13CPS.
3. **Izogibališče pri lokaciji CPS:** pri vsaki lokaciji CPS je izogibališče dolžine 50m.
4. **Niše z ventili:** pri vsakem prehodu iz odseka predora z drenažo v odsek brez drenaže so ventili za regulacijo tlaka.

Vse te niše in razširitve bodo vključene v okrogli prerez ovoja v primeru, da bo izbrana metoda izkopa s TBM.

V spodnjem delu prereza je predviden poseben sistem za črpanje podzemne hribinske vode ter odpadnih voda.

4.1.4 Predor T2

Predor T2 ima skupno dolžino 6017m, izkopan pa je v kraškem območju.

V **glavnem predoru** so prisotne naslednje vrste različnih odsekov (niše in drugi odseki izven okrogle oblike):

1. **Niše tipa "H":** 1 vsakih 125m, skupaj cca 50 niš.
2. **Drenažne niše tipa "CN":** 2 vsakih 60m, skupaj cca 110 niš.
3. **Prečni prehodi:** 1 vsakih 500m, 13CPS.
4. **Niše z ventili:** pri vsakem prehodu iz odseka predora z drenažo v odsek brez drenaže so ventili za regulacijo tlaka.
5. **Del predora z dvotirno progo** dolžine 920m;

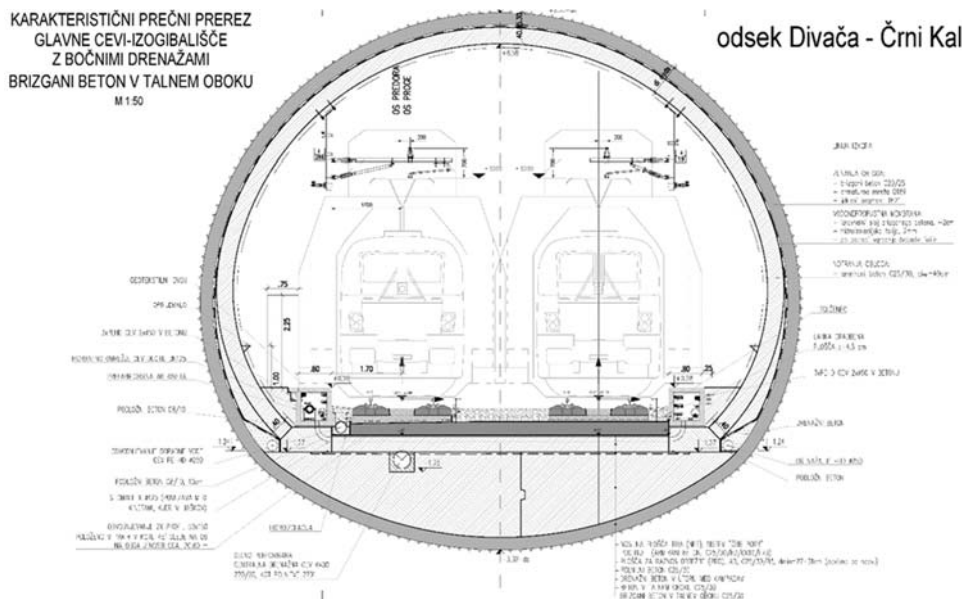
V **vzporednem predoru za pot umika in zasilni izhod** so naslednje posamezne točke:

1. **Drenažne niše tipa "CN":** 2 vsakih 60m, skupaj cca 110 niš kot so te, ki so prikazane v nadaljevanju.
2. **Prečni prehodi:** 1 vsakih 500m, 13CPS.
3. **Izogibališče na lokaciji CPS:** na vsaki lokaciji CPS je izogibališče dolžine 50m.
4. **Niše z ventili:** pri vsakem prehodu iz odseka predora z drenažo v odsek brez drenaže so ventili za regulacijo tlaka.

Vse te niše in razširitve bodo vključene v okrogli prerez ovoja v primeru, da bo izbrana metoda izkopa s TBM.

V spodnjem delu prereza je predviden poseben sistem za črpanje podzemne hribinske vode ter odpadnih voda.

V spodnjem delu predora T2 (km 14 + 415) je predviden velik odsek kot obvozna zanka (izogibalni tir), ki omogoča srečanje vlakov, če bi bilo potrebno.

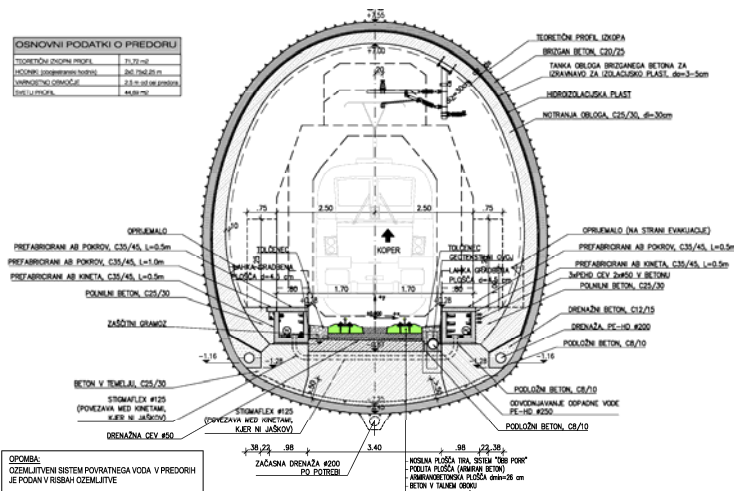


Slika 16. Votlina v km 14+415, kjer je predvidena obvozna zanka

4.1.5 Predori T3, T4, T5, T6, T7, T8

Bistvena razlika med predori na prvem odseku in tistimi na spodnjem delu trase je, da so predori T3, T4, T5, T6, T7 in T8 samo v flišnih kamninah, ki se razteza od Kraškega roba navzdol proti morju.

Ti predori imajo bolj zgoščen prerez, predvsem zaradi ugodnih hidroloških pogojev.



Slika 17. Glavni predor od T3 do T8 v flihu (izkopani prerez znaša 71.72 m²)

Predori T3, T4, T6, T7 in T8 (glavni in servisni) imajo omrežje hidrantov za gašenje požarov, ki se napajajo iz rezervoarjev predorov (T4, T7 in T8). Rezervoarji imajo kapaciteto 200 m³, kar je tudi v skladu z zahtevami TSI.

Odpadne vode se odvajajo v lovilce olja in rezervoarje za usedline, ki bodo nameščeni v nižje ležečih ravninah portalov predorov T3, T4, T6 (skupen bazen za T5 in T6), T7 in T8.

4.1.6 Nova avstrijska metoda izgradnje predora (NATM)

Kot je bilo obravnavano v prejšnjem poglavju, je prerez predora mogoče zmanjšati z možno optimizacijo funkcionalnega razporeda. V primeru zmanjšanja izkopanega območja na 65 m² (to je treba oceniti) je mogoče razmisliti o možnosti izgradnje predora v celotnem premeru plus talnem oboku naenkrat brez ločevanja na kaloto, stopnico in talni obok.

S to možnostjo optimizacije zaporedja gradnje bi lahko skrajšali terminski plan gradnje v dobro drugih gradbenih aktivnosti, kot je končna obloga in elektro-strojna oprema.

Pri konvencionalni gradnji predorov je predvideno mnogo niš in ventilov med odseki z drenažo in tistimi brez. Ta tehnologija zahteva čiščenje v teku let, kar zvišuje stroške vzdrževanja med obratovanjem. nasprotno pa bi bila lahko uvedena rešitev brez drenaže za 12 barov v segmentno oblogo, kot je opisano v naslednjem poglavju.

4.1.7 TBM

Od začetka načrtovanja idejne zasnove predora 2TDK so se tehnologije strojnega izkopa pomembno izboljšale. Tudi če je bila v zgodnjih fazah načrtovanja gradnje rešitev s TBM zavržena, bi bilo zdaj vredno ponovno oceniti možnost izkopa predora s TBM. Glavni razlogi za izbiro konvencionalne metode so bili:

- težek kraški teren
- velika pogostnost podzemnih kraških votlin
- podzemni vodonosniki, vir pitne vode

Izkušeni izvajalci so uspešno obvladovali kraške razmere v številnih ustreznih projektih (različni železniški projekti v Nemčiji: danes Ulm-Stuttgart, vodovodni predori na Kitajskem: projekt Wanjiazhai Yellow River Diversion, celo v Sloveniji za HE Plave – Doblar, ki je bil tudi zgrajen s TBM) in celo ob veliki gostoti kraških jam. Z uporabo obrnljivih transportnih trakov je bilo tedaj mogoče napolniti jame z zadostno količino viškov materiala in cementa, shranjenega na območju portala. Zaradi vlage v jami se je ta mešanica strdila kot beton in s tem omogočila napredovanje TBM ali uporabo pene.

Omembe vreden primer gradnje predora s TBM skozi pomembne vodonosnike pitne vode je bil izveden v Italiji, v bližini znanih vodnih izvirov S.Pellegrino ([1] Barla G. 2000). Predor je bil uspešno zgrajen, ne da bi bila prizadeta kakovost in količina pitne vode.

4.1.7.1 Uporabnost mehaniziranih tehnik v pogojih 2TDK

Ob upoštevanju vsega, kar je bilo povedano v prejšnjem poglavju, je pomembno analizirati vrste TBM, ki bi bili morda uporabni.

Od različnih vrst TBM, ki so na voljo, se za gradnjo predorov T1 & T2 lahko v bistvu uporabi:

- Odprti TBM.
- TBM z enojnim ščitom
- TBM z dvojnimi ščitom.

V nadaljevanju je poročilo o ocenjevanju zgoraj opisanih tehnik strojne gradnje izkopa v funkciji posebnih pogojev, predvidenih v predorih T1 & T2.

Cilji tega ocenjevanja so v bistvu, da bi izbrali pravi stroj ob upoštevanju vseh možnih tveganj. Ta ocenitev je predstavljena v Tabela 4, kjer je navedena ocena uporabnosti (o= težka uporaba, oo= uporabno, ooo= idealna uporaba) za vsak tip TBM v vseh pogojih in tveganjih.

Izvedene so bile tudi analize zgodovine primerov podobnih projektov, da bi ocenili vse mogoče dejavnike tveganja pri tem. Še zlasti lahko omenimo naslednje zanimive projekte:

- **Odprti TBM:** predori Evinos Morinos - Grčija (dolžina = 9300 m, premer = 4,04 m); bazni predor Gotthard – Švica (dolžina = 14000 m, premer = 8,8 m);
- **TBM z enojnim ščitom:** predor Pajares – Španija (dolžina = 24600 m, premer = 10,4 m);
- **TBM z dvojnimi ščitom:** predor Abdalajis – Španija (dolžina = 7100 m, premer = 10,2 m) in predor Guadarrama – Španija (dolžina = 28400m, premer = 9,5m); avtocesta Brisbane (dolžina = 9000m, premer 12,4m)

Tabela 4 – Ocena vpliva različnih osnovnih parametrov na izbiro tipa TBM

Pogoji gradnje predora	Tip TBM		
	Open	Z enojnim ščitom	Z dvojnimi ščitom
Zelo trda kamnina	ooo	oo	ooo
Velike deformacije / Zdrobljena hribina	o	oo/ooo	oo
Rušenje hribine / prelomi	o	oo	oo
Skalni podor, nestabilni klini v kamnini (→odvečni izkop za projektirano linijo)	oo	oo/ooo	oo/ooo
Vdor vode	o	oo	oo
Abrazivne kamnine	oo	oo	oo
ooo	oo	o	N.A.
Idealna uporaba	uporabno	težka uporaba	Ni uporabno

Zelo trda kamnina

V primeru trdne kamnine tlačna in natezna trdnost močno vplivata na uporabnost in produktivnost TBM.

Za vse tipe TBM velja, da strukturo stroja, vgrajeno moč na rezalni glavi in izbiro ter zasnovo rezalnih orodij in rezalne glave pogojuje trdnost hribine. TBM stroji z enojnim ščitom so občutljivi na veliko trdnost hribine, ker se sila reakcije na potisk prenaša prek zabijačev, ki vzdolžno delujejo na oblogo predora.

Velike deformacije / Velike konvergence

Velike konvergence lahko močno vplivajo na izbiro tipa TBM in njegove značilnosti.

Ker tako vedenje lahko povzroči deformacije in nestabilnost votline predora ter izrivanje in nestabilnosti čela predora, lahko pride do resnih problemov za odprte TBM stroje.

Pri TBM strojih s ščitom lahko pride do blokiranja ščita TBM in blazinic prijemal, kar povzroči probleme pri vodenju TBM.

Če se obloga predora postavlja na zadnjem delu ovoja ščita, je treba paziti na nevarnost odložene deformacije; pazljivo je treba preučiti zasnovo podpor in pri tem upoštevati prisotnost takega vedenja.

Da bi izognili stikanju ali ga omejili, je treba izvesti nekaj utrjevalnih ukrepov pred izkopavanjem s TBM. Poleg tega bo TBM opremljen z dodatno potisno zmogljivostjo, da bo možen ponoven zagon v primeru, da se TBM ustavi.

Rušenje hribine

Ta nevarnost se pričakuje v območjih prelomov in v prelomnih conah, kjer ima kamnina zelo majhno samonosilno sposobnost. Ta okoliščina zelo močno vpliva na izbiro tipa TBM in njegove značilnosti ter omejuje uporabo odprtih TBM strojev.

Uporaba odprtih TBM skupaj z predhodno obdelavo hribine pred čelom izkopa je normalna praksa, na projektu 2TDK pa bi bilo zaradi negotovosti o številu in mestih pojava takih območij vzdolž predora in tveganja socialnih vplivov potrebno sistematsko sondažno vrtnje.

Skalni podor, nestabilni klini v kamnini

Kamenine vzdolž 2TDK bodo razpokane, zdrobljene, nagubane in mestoma prelomljene, zato bo običajen pojav razrahljanje hribine in posledično prekomeren izkop za projektirano linijo prečnega profila predora.

To nevarnost je treba upoštevati ob izbiranju podpornega sistema TBM, omejiti uporabo odprtih TBM strojev in dati prednost vgradnji končne obloge neposredno pod zaščitnim ščitom.

Vdor vode

Prisotnost velikega pritiska vode in/ali materiala, ki lahko pospeši hitrost možnih pritokov bo omogočala uporabo strojev za odprt izkop, kadar bodo izvedeni spremljajoči ukrepi, kot je izboljšanje hribine, zmanjšanje pritiska vode itd.

4.1.7.2 Izbira stroja s ščitom

Izbira prave tehnologije izkopa je osnovni korak pri projektiranju, da bi pozneje dosegli zmogljivost, ki lahko izpolni časovne in stroškovne zahteve v varnih pogojih. Da bi upoštevali vse dejavnike, ki so vključeni v ta proces, so bile narejene naslednje ocene:

1. Analiza geomehanskih pogojev vzdolž trase.
2. Osnovna analiza tveganja za gradnjo predorov po tem scenariju.
3. Preučitev podobnih primerov v literaturi.
4. Opis stanja tehnike najnovejših TBM in tehnologije v skladu z geološkimi zahtevami in terminskim planom gradnje.
5. Ocena uporabnosti vsake od različnih tehnologij izkopa.

Za vsak rizični dogodek je naveden kratek opis načina ravnanja za vsako od tehnologij, ki so na voljo, v točki 4.1.7.3 pa so navedeni rezultati.

Glede na te rezultate je mogoče šteti stroj z dvojnimi ščitom (Double Shielded Machine) za najbolj učinkovito tehnologijo, ki je uporabna na projektu 2TDK. V primerjavi s strojem z dvojnimi ščitom ima odprti TBM predvsem naslednje pomanjkljivosti:

- tveganje, da se TBM uklešči v območjih prelomnih con zaradi nezmožnosti zadostnega oprijema prijemal v mehki hribini;
- nezmožnost zaščititi delavce, kjer se predvideva nevezan material in priliv vode;

V primerjavi s strojem z enojnim ščitom ima stroj z dvojnimi ščitom naslednje glavne pomanjkljivosti:

- dolžina ščita pri stroju z dvojnimi ščitom (DS) je običajno večja od tiste pri stroju z enojnim ščitom (SS), zato je pri zelo slabi kamninski masi tveganje, da bo prišlo do ukleščenja TBM, večje. V vsakem primeru pa se v primeru TBM strojev z velikim premerom (kot je ta) ta razlika zmanjša in v praksi je tveganje skoraj enako;

medtem ko so glavne prednosti:

- v prisotnosti dobre hribine (kot je apnenec 4a in 4b), ki sestavlja večino trase T1 in T2, lahko stroj z dvojnimi ščitom izkopava s potiskanjem ne proti segmentni oblogi temveč proti prijemalniku, medtem ko je treba pri stroju z enojnim ščitom vgraditi segmentno oblogo pred kakšnim koli napredovanjem izkopa, kar zmanjšuje učinkovitost ciklusov izkopavanja za 50 %!

Zaradi teh razlike smo ugotovili, da je stroj z dvojnimi ščitom najprimernejši za te primere. Sicer pa je treba poudariti, da je tudi stroj z enojnim ščitom tehnično primeren z nekaj manjšimi pomanjkljivostmi pri največji stopnji napredovanja. Po drugi strani pa je dobro znano, da je stroj z enojnim ščitom cenejši in na splošno enostavnejši za uporabo. Zato mora biti končna izbira med strojem z dvojnimi ščitom in strojem z enojnim ščitom v rokah Izvajalca.

4.1.7.3 Sistemi za ravnanje v posebnih pogojih

V zvezi s posebnimi pogoji, do katerih bo prišlo, so predvideni naslednji protiukrepi.

Trda kamnina – BT1

Izbrani TBM mora biti zasnovan z možnostjo delovanja v pogojih zelo trde kamnine. Priporočljivo je uporabiti 19-inčne rezalnike glave z diski. Dejansko imajo v primerjavi s 17-inčnimi 19-inčni rezalniki naslednje prednosti:

- lahko prenesejo višji pritisk in pritisk in obdelujejo po celotni površini rezalne glave;
- Število 19-inčnih rezalnikov je manjše in zato je razmik med njimi večji. S tem pri izkopavanju nastanejo večji okruški, ki jih je mogoče enostavno zdrobiti za ponovno uporabo pri izdelavi betona;
- manjše število rezalnih orodij pomeni manjše potrebe po vzdrževanju.

Velike deformacije – BT4

Da bi se izognili velikim konvergenkam/velikim deformacijam ali jih omejili, je mogoče uporabiti različne tehnične rešitve:

- Prekomerno izkopana hribina izven mej načrtovanega profila
- Stožčasta oblika ščita.
- Minimalna dolžina ščita.
- Napredovanje z veliko silo potiska.
- Uporaba vbrizgavanja mazivnega bentonita.

V posebnem poročilu bo predstavljena obširna študija o blokiranju TBM zaradi pojava zdrobljene hribine.

Na sliki 2TDK-TUN-TTU-013 je prikazan predlagani ukrep za utrditev.

Rušenje hribine – BT3/BT7

Zagotavljanje pritiska na čelu izkopa je najučinkovitejši protiukrep za tveganja, ki izhajajo iz srečanja z rušečo se hribino.

Skalni podor/nestabilni klini v kamnini (preveliki odlomi) – BT2

Z uporabo stroja z dvojnimi ščitom in vgradnjo končne obloge neposredno pod ščitom se tveganje prevelikih odlomov zmanjša na najmanjšo možno mero.

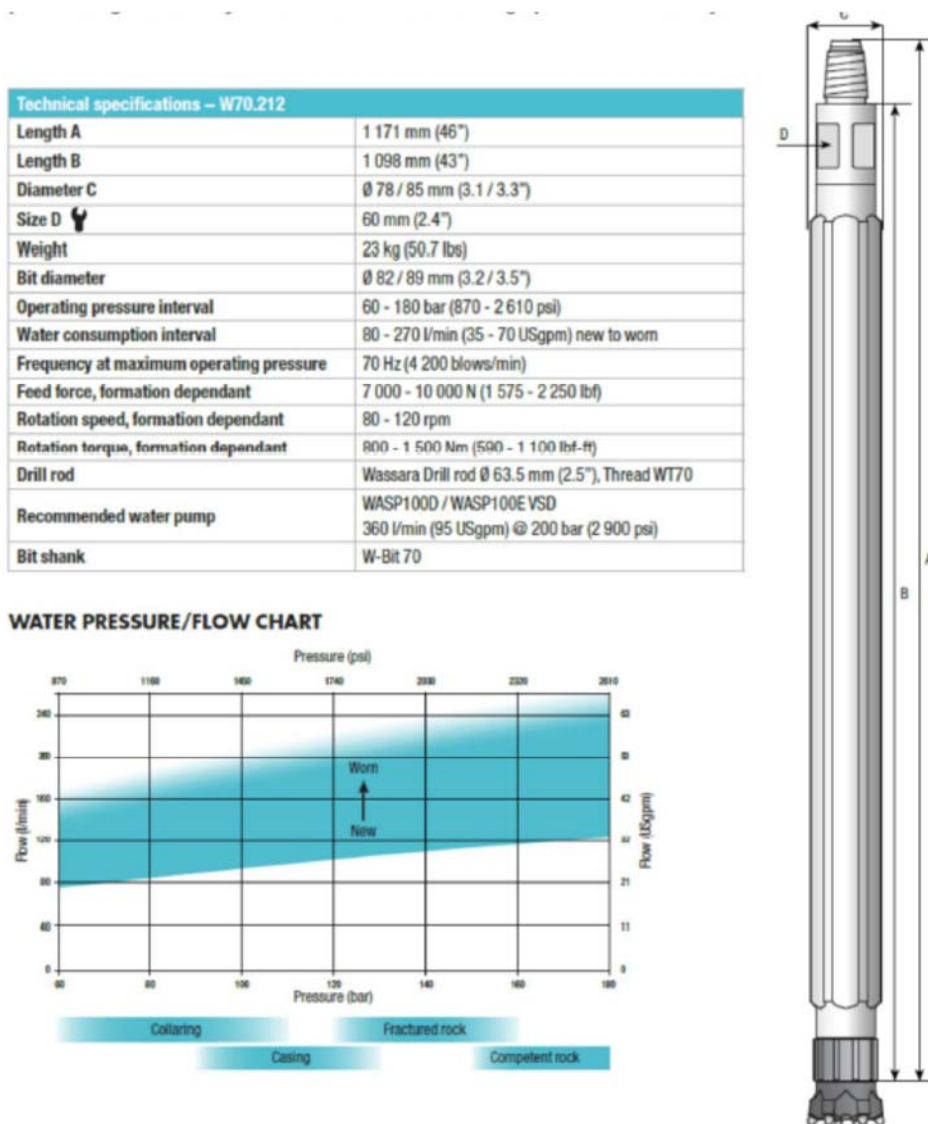
Vdor vode – BT9

Nevarnosti nepredvidenega vdora vode se je mogoče izogniti s sistematičnim sondažnim vrtanjem.

V primeru, velike verjetnosti pritiska vode bi bilo morda treba uvesti dodatne ukrepe za zmanjšanje tveganja, kot je drenaža.

Sondiranje na čelu, drenaža in priprava tal

Sondiranje na čelu je osnova operacija, ki zagotavlja možnost odkrivanja kritičnih situacij pred čelom izkopa. V postopkih napredovanja je treba predvideti sistematično sondažno vrtanje med izkopom s TBM. Predlagamo vgradnjo stroja za sondažno vrtanje (t.j. tip Wassara W70, kot je predstavljeno na in Slika 18) imenovanega "P1" na prvem TBM zadaj.



Slika 18 – Specifikacija za Wassara W70 DTH

Ta vrtni stroj tudi omogoča utrjevanje v kaloti predora pod kotom 240°.

Wassara W70 uporablja vodo za pogon kladiva DTH. To prinaša več prednosti:

- Velika natančnost;
- Manjša obraba;
- Manj porabe energije.

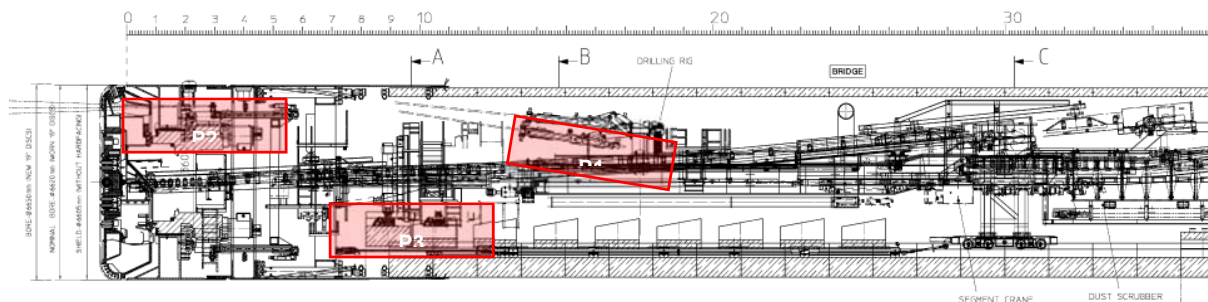
Med sondažnim vrtnjem se zabeležijo vsi vrtni parametri (hitrost napredovanja, moment in potisk) in jih je mogoče povezati s parametri zmogljivosti TBM.

Če podatki sondažnega vrtnja ne pokažejo nenormalnih pogojev, se uporabijo standardni postopki TBM. Če pa so ugotovljeni nenormalni pogoji, je treba ravnati kot sledi:

- ob prilivu sveže vode je lahko potrebna vnaprejšnja drenaža;
- razpokane kamnine je mogoče sanirati s tretiranjem hribine.

Kadar je potrebna vnaprejšnja drenaža ali tretiranje hribine, je treba namestiti drugo in tretjo visoko zmogljivo vrtno opremo.

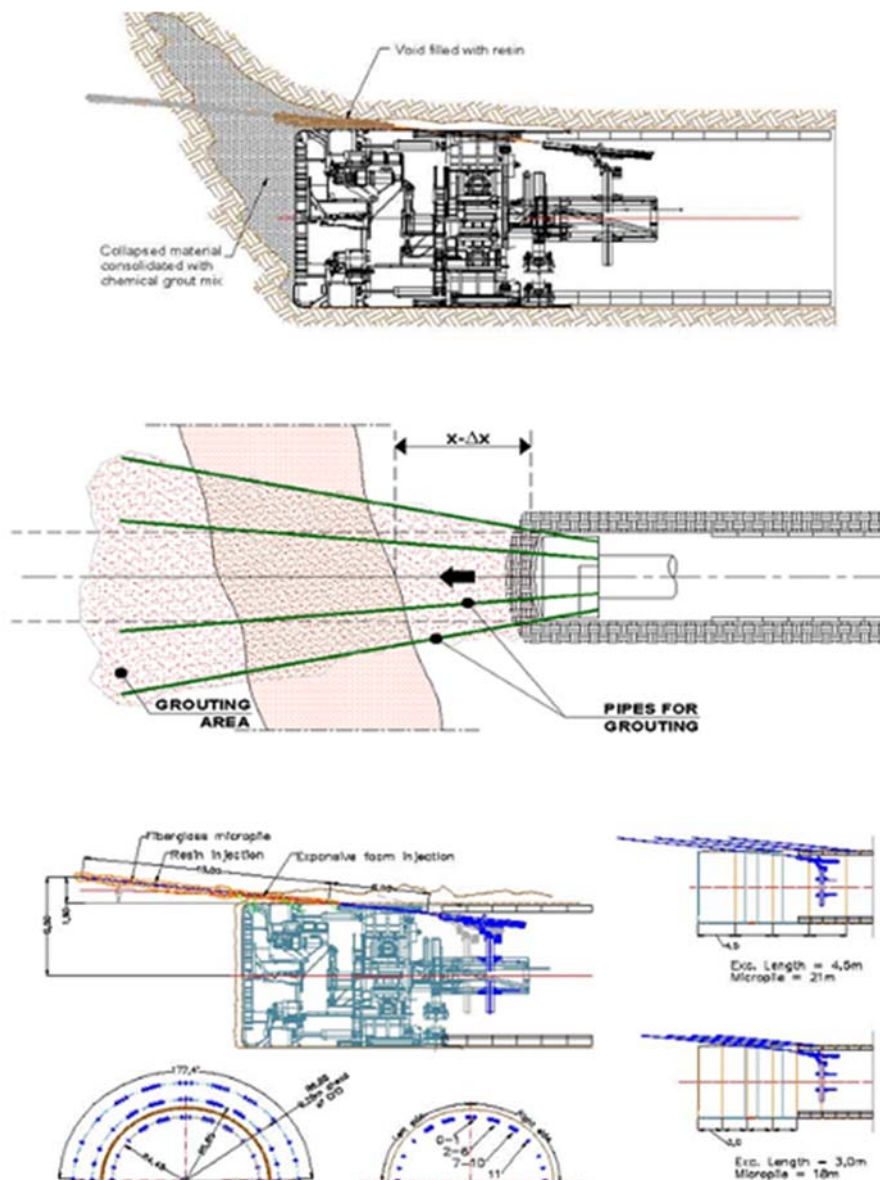
Druga vrtna naprava se namesti takoj za čelo rezalnika, omogoča pa 360° utrjevanje čela; medtem ko je tretjo vrtno napravo mogoče namestiti na del za postavljanje segmentov, omogoča pa napredovanje svedrov skozi ščit pod kotom približno 15° na predor samo v talnem oboku;



Slika 19 – Primer možnih lokacij za vrtalne stroje

Vodila ob obodu, vgrajena v ščit, omogočajo učinkovito pritrditev na steno predora. Bočna razdalja med vodili je minimalna, da omogoča zadostno oporo kamnine (na primer v primeru cevi na stropu). Možna tretiranja hribine, ki jih je mogoče doseči, so:

- Utrjevanje hribine z ventili in PVC cevmi ali cevmi iz steklenih vlaken;
- Podpora hribini s cevmi na stropu (>dežnik») s cementno malto pod pritiskom.



Slika 20 – Protiukrepi za votline in območja prelomnic s sondažnim vrtanjem in nanosom cementne malte pred čelom izkopa, da se ustvari zaščitno območje oz. dežnik nad predorom

Kot lahko vidimo, lahko TBM zagotavlja ustrezne ukrepe za obvladovanje votlin in prelomnih con s pomočjo orodij za sanacijo hribine in injekcijskih orodij, ki se predvidijo in namestijo na TBM.

Po drugi strani pa bi bilo treba glede na pogoje hribine z velikimi deformacijami izdelati ali predelati pravi TBM tako, da bi bila posebna pozornost posvečena:

- možnosti zadostnega prekomernega izkopa zunaj načrtovanega profila z rezilom »copy cutter«
- izdelavi stožčaste oblike ščita TBM

Ta dva ukrepa bi omogočila napredovanje TBM in hkratno zmanjšanje možnosti blokiranja TBM.

4.1.7.4 Sistem dvojnih tesnil

V sedanjem projektu so predvideni odseki z drenažo in brez drenaže, da se prepreči priliv vode pod velikim pritiskom. Dobro je znano, da podcenjevanje tveganj in nevarnosti pripelje do resnih problemov med gradnjo predora in po njej, kot se je to zgodilo pri predoru Pajares. Ta predor v Španiji dejansko pušča po vsej dolžini. Na naslednji sliki je jasno videti, da je bil v fazi projektiranja pritisk vode podcenjen. Pritisk je znašal približno 15 barov ob normalnem sistemu tesnil.



Slika 21 – Puščanje vode v predoru Pajares

Za zadržanje pritiska vode do 12 barov je mogoče uvesti sistem dvojnih tesnil, kot je prikazano na naslednji sliki. Za manjši začetni strošek za segmentno oblogo se kompenzira z manjšimi stroški vzdrževanja in tem, da ni več potrebe po drenaži kamninske mase ter ventilih med dreniranimi in nedreniranimi odseki.



Slika 22 – Dvojno tesnilo za segmentno oblogo

Vir : <http://sealing.datwyler.com/industry-solutions/civil-engineering/tunneling.html>

4.1.7.5 Zaključne opombe

To poročilo je namenjeno pretežno kot odgovor na osnovna vprašanja, ki se postavljajo glede izkopa predorov T1&T2 v smislu kritičnega pregleda geoloških tveganj, izvedljivosti izkopa s stroji TBM ter glede zahtev TBM v zvezi z geomehanskim vedenjem kamninske mase.

Po uvodni presoji je predlagan TBM s ščitom ob upoštevanju glavnih pričakovanih geoloških in geomehanskih tveganj.

Upošteva je kontekst predorov T1 in T2 je predlagan TBM z dvojnimi ščitom. Ob upoštevanju glavnih pričakovanih geoloških in geomehanskih tveganj mora biti stroj opremljen s posebno opremo, razloženo v točki 4.1.7.3.

Nadalje je bilo postavljeno vprašanje izvedljivosti predora T8 z uporabo TBM. Po uvodni analizi je treba omeniti naslednje:

- T8 bo imel popolnoma enak funkcionalni prerez kot predora T1 in T2;
- T8 bo zgrajen v flišu, ki ga sestavlja apnenec in laporji;
- T8 bo potekal skozi nekaj dolin, ki naj bi imele zelo nepovezan in drobljen material z nizkim nadkritjem.

Iz tega razloga in seveda zato, da bi dosegli čim boljše amortizacijo stroškov za TBM v okviru projekta 2TDK Project ter z upoštevanjem, da gre za enak tip funkcionalnega prereza, je treba ta T8 uporabiti isti TBM kot za T1 in T2.

T8 ima drugačne geološke pogoje kot T1 in T2 in na določenih mestih (kot so doline) bo morda treba izbrati TBM, ki lahko deluje v zaprtem načinu s protitlakom na čelu izkopa (kot so EPB, Slurry Shield ali EPB Variable density).

TBM stroj s pritiskom na čelu izkopa je zagotovo primeren tudi za predora T1 in T2, toda v pogojih dobre kamnine bo napredovanje omejeno (in stroški bodo sigurno višji kot za stroj DS ali DS). Zlasti ob upoštevanju kritičnih posebnosti Krasa v predorih T1 in T2 je stroj »EPB variable density« bolj primeren, če ga primerjamo s strojem »Slurry Shield«.

Iz vseh teh razlogov bi predlagani stroji TBM morali biti:

- za izkop predorov T1 in T2 samo stroj z dvojnimi ščitom (DS) z omenjeno opremo;
- za izkop predorov T1 in T2 ter T8 bi bil idealen stroj Dual Mode EPB, ki lahko dela v odprtem načinu v dobri kamnini in v zaprtem načinu v zelo prepecelem flišu. Na primer, na začetku pri T8 in v flišnem delu predora T2 je treba uporabiti zaprti način izkopavanja, ob prehodu v apnenec pa se uporabi odprti način z možnostjo zaprtja vrat in zatesnitve stroja v primeru velikega priliva vode, ga sondažno vrtanje in geofizikalnimi sistemi niso odkrili. Ob upoštevanju nabavnih stroškov za

stroj EPB in napreden sistem za upravljanje bi moral biti osnovni cilj načrtovanja opremiti stroj s ščitom za izkop predora T8. Glede na te koncepte so potrebne nadaljnje študije in analize pred dokončno izbiro za predor T8.

V primeru razdelitve na različna gradbišča bi bilo treba obdelati še druge vidike.

4.2 Mostovi

Projektna dokumentacija vsebuje 2 glavna viadukta daljša od more 500 m in več manjših premostitvenih objektov. Ti objekti bodo preverjeni in primerjani z mednarodno prakso.

Alternativni projekt za železniško progo Divača-Koper vključuje 7 mostov

- | | |
|--------------------------------------|--------|
| • Most Glinščica 1 – km 9+730 | L=74m |
| • Most Glinščica 2 – km 9+860 | L=104m |
| • Viadukt Gabrovica "V1" – km 16+405 | L=452m |
| • Viadukt Vinjan "V2" – km 21+918 | L=647m |
| • Podvoz "P1" – km 26+840 | L=3m |
| • AB Most "M1" – km 27+253 | L=32m |
| • Podvoz "P2" – km 27+368 | L=7,5m |

4.2.1 Most Glinščica 1

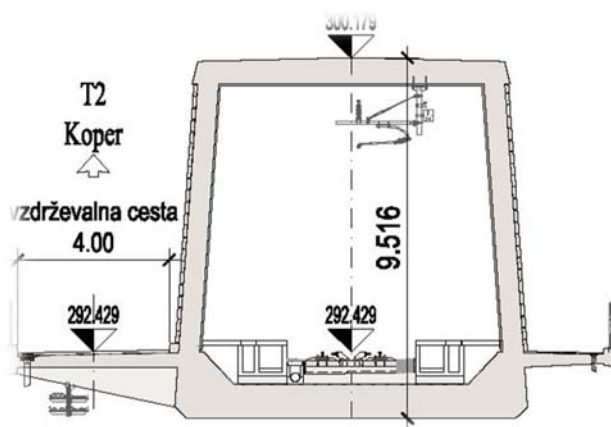
Most je del povezovalnega člena v predorih T1 in T2, ki ga sestavlja galerija T1, most Glinščica 1, galerija Glinščica, most Glinščica 2 in galerija T2, s skupno dolžino približno 280 m. Most Glinščica 1 je most z enim poljem, narejen iz prednapetega betona dolžine $L = 74$ m in je predviden v km 9 + 730.

Slika 23 – Načrt Glinščica 1+2

Prezračevalna enota za oba predora T1 in T2 je nameščena na južnem koncu povezave med obema predoroma v območju galerije T2. Za zagotovitev prezračevanja obeh predorov mora železnica potekati skozi vso vrsto most in galerij Glinščice v zaprtem prerezu predora s podobnim zaprtim profilom. Zato je za most Glinščica 1 predviden škatlast prerez s skupno višino $H = 9,52$ m, vlak gre skozi ta prerez. Na obeh koncih škatlastega prereza so načrtovane konzolni nosilci, po katerih tečejo spremljajoče trase. Konstrukcija je povezana prek ležišč s podporniki.



Slika 24 – Vzdolžni prerez Glinščica 1+2



Slika 25 – Prečni prerez Glinščica 1+2

Most Glinščica 1 ima razmerje med razpetino in globino $H/L = 9.52 \text{ m} / 74 \text{ m} = 0,13 \sim 1/8$; po naših izkušnjah je prečni prerez mostu zadosten.

Vzhodno od obeh predorov T1 in T2 je servisni predor, načrtovan za vsak predor. Ta dva servisna predora nimata nobene povezave v obliki mostov ali galerij, povezava je narejena s pomočjo železniških mostov in galerij vzdolž spremljajoče trase.

Za primer dvotirne razširitve železniške proge Divača-Koper je mogoče razširiti vsakega od servisnih predorov z enakim prečnim prerezem predora kot ga ima glavni predor. V tem primeru je treba tudi povezati drugi tir s serijo galerij in mostov. Zaradi velike razdalje med tiri mora imeti vsak tir svoj lasten most in ne moreta oba tira potekati po isti konstrukciji. Zasnova konstrukcij za vsak tir vedno ponuja možnost obratovanja po enem tiru, kadar potekajo nujne konstrukcijske obnove.

Če bodo predori zgrajeni s pomočjo TBM, je treba paziti, da bo most dokončan pravočasno in da bo prečni prerez zasnovan tako, da je tehnično in časovno omogočeno prečkanje TBM.

Tako na severnem kot na južnem koncu mostov in galerij Glinščice je treba zagotoviti dostopno cesto. Treba je zagotoviti, da bosta dostopni cesti zgrajeni pravočasno.

4.2.2 Most Glinščica 2

Most je del povezovalnega člena v predorih T1 in T2, ki ga sestavljajo galerija T1, most Glinščica 1, galerija Glinščica, most Glinščica 2 in galerija T2, s skupno dolžino približno 280 m. Most Glinščica 2 je most z enim poljem, zgrajen iz prednapetega betona, dolžine $L = 104 \text{ m}$ in je predviden v km 9 + 860.

Prezračevalna enota za oba predora T1 in T2 je nameščena na južnem koncu povezave med obema predoroma v območju galerije T2. Za zagotovitev prezračevanja obeh predorov mora železnica potekati skozi vso vrsto most in galerij Glinščice v zaprtem prerezu predora s podobnim zaprtim profilom. Zato je za most Glinščica 1 predviden škatlast prerez s skupno višino $H = 9,52 \text{ m}$, vlak gre skozi ta prerez. Na obeh koncih škatlastega prereza so načrtovane konzolni nosilci, po katerih tečejo spremljajoče trase. Konstrukcija je povezana prek ležišč s podporniki

Most Glinščica 2 ima razmerje med razpetino in globino $H/L = 9,52 \text{ m} / 74 \text{ m} = 0,13 \sim 1/8$; po naših izkušnjah je prečni prerez mostu zadosten.

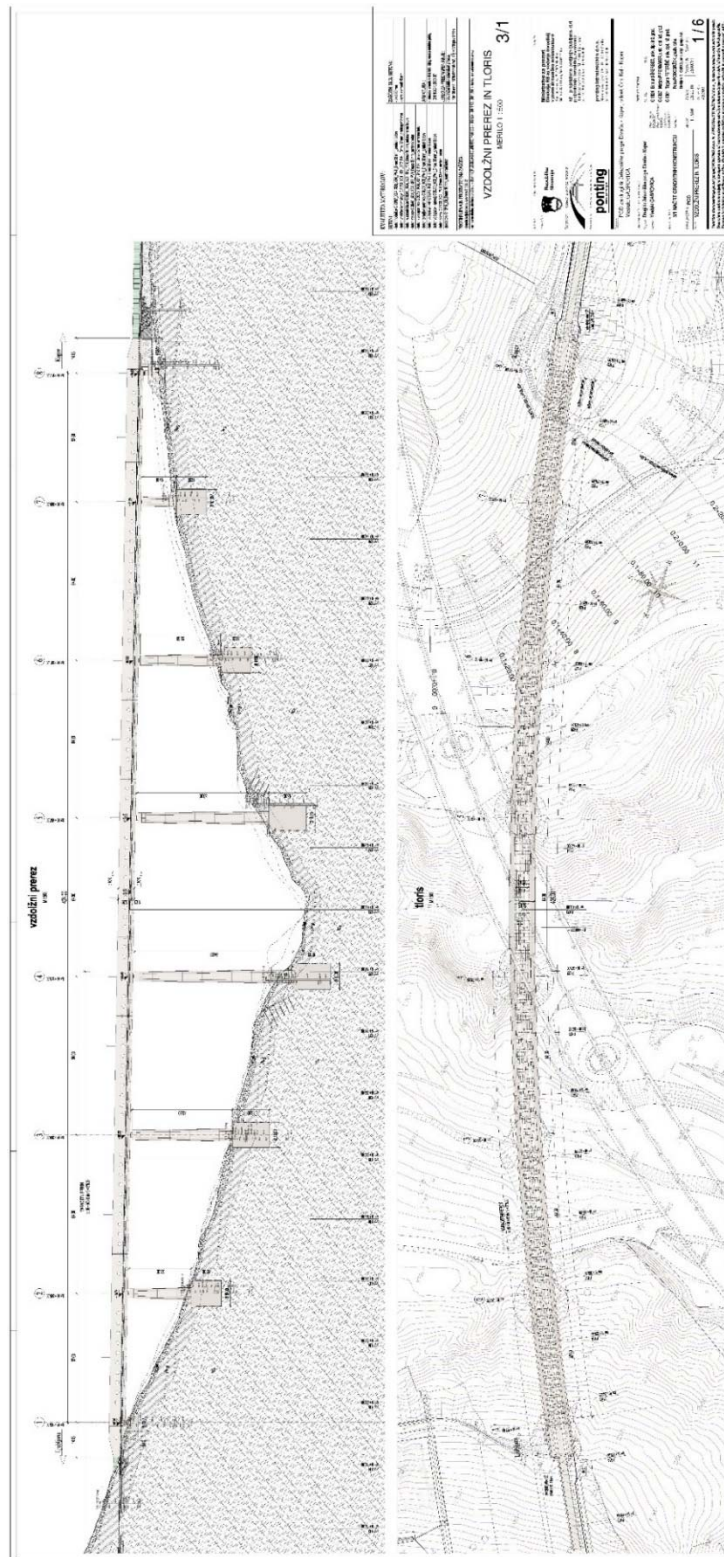
Za primer dvotirne razširitve železniške proge Divača-Koper je mogoče razširiti vsakega od servisnih predorov z enakim prečnim prerezem predora kot ga ima glavni predor. V tem primeru je treba tudi povezati drugi tir s serijo galerij in mostov. Zaradi velike razdalje med tiri mora imeti vsak tir svoj lasten most in ne moreta oba tira

Tako na severnem kot na južnem koncu mostov in galerij Glinščice je treba zagotoviti dostopno cesto. Treba je zagotoviti, da bosta dostopni cesti zgrajeni pravočasno.

Slika 26 – Načrt odseka Gabrovica V1



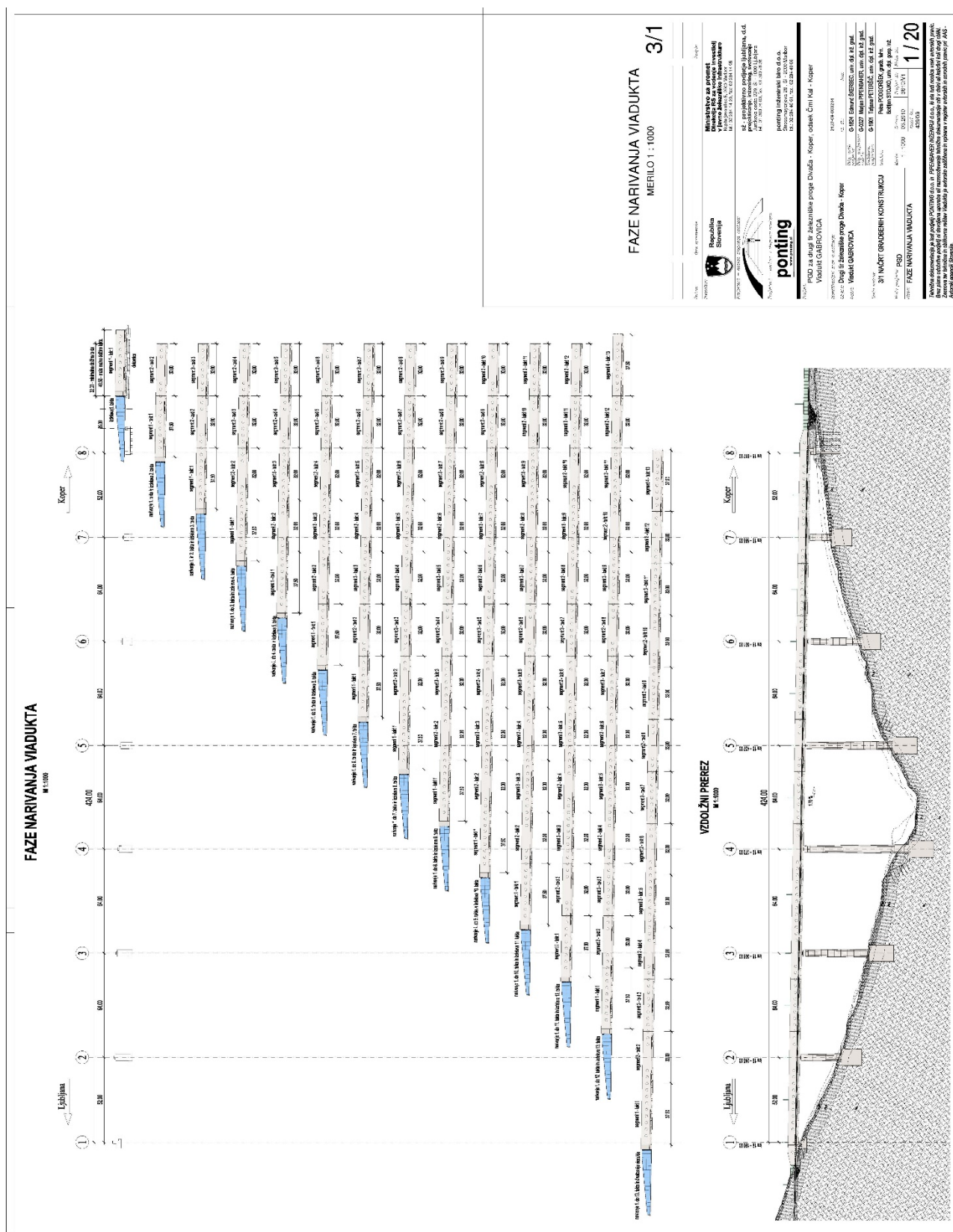
GEODATA
ENGINEERING



Slika 27 – Vzdolžni prežez Gabrovica V1



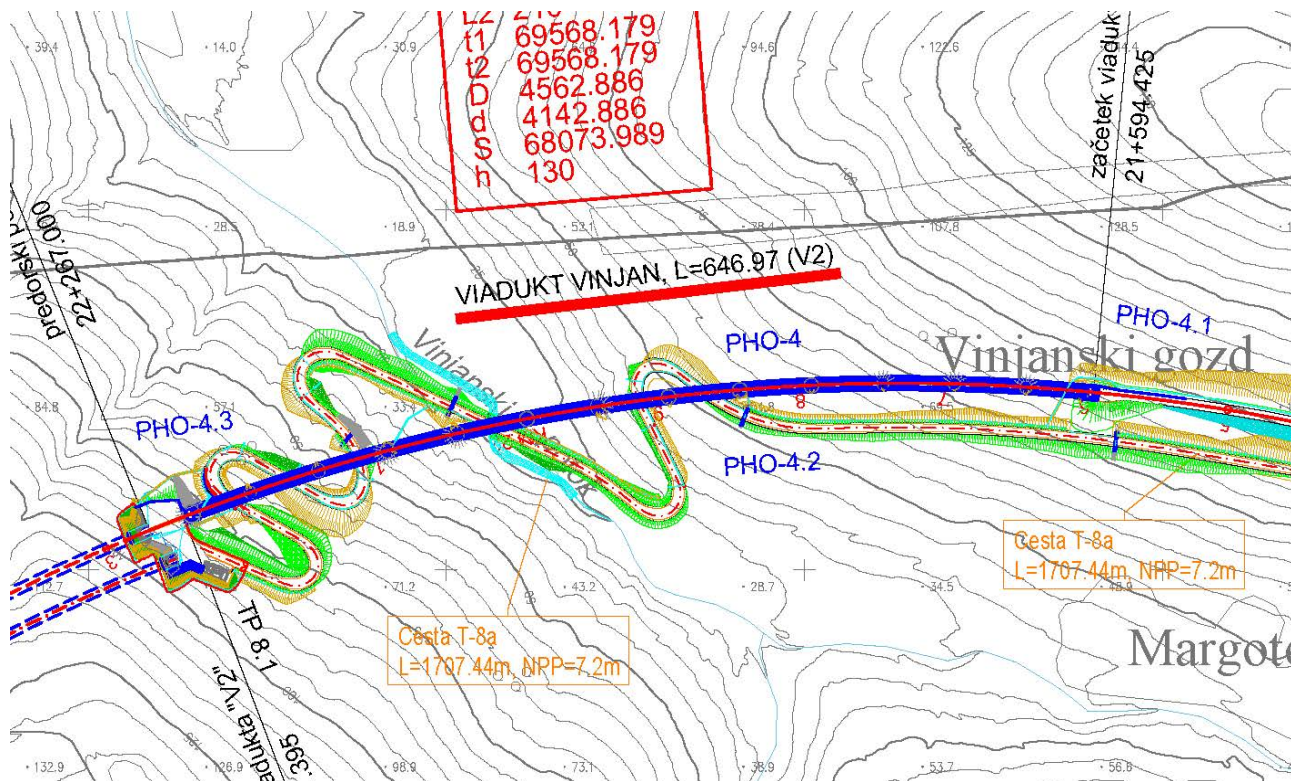
Dostopna cesta je predvidena na vzhodni in zahodni strani viadukta Gabrovica "V1". Za izdelavo in vstavljanje konstrukcije je postavljeno območje za opremo gradbišča med predor T3 in zahodnim opornikom. Zagotoviti je treba, da bosta dostopni cesti zgrajeni pravočasno.



Slika 29 – Vzdolžno narivanje Gabrovica V1

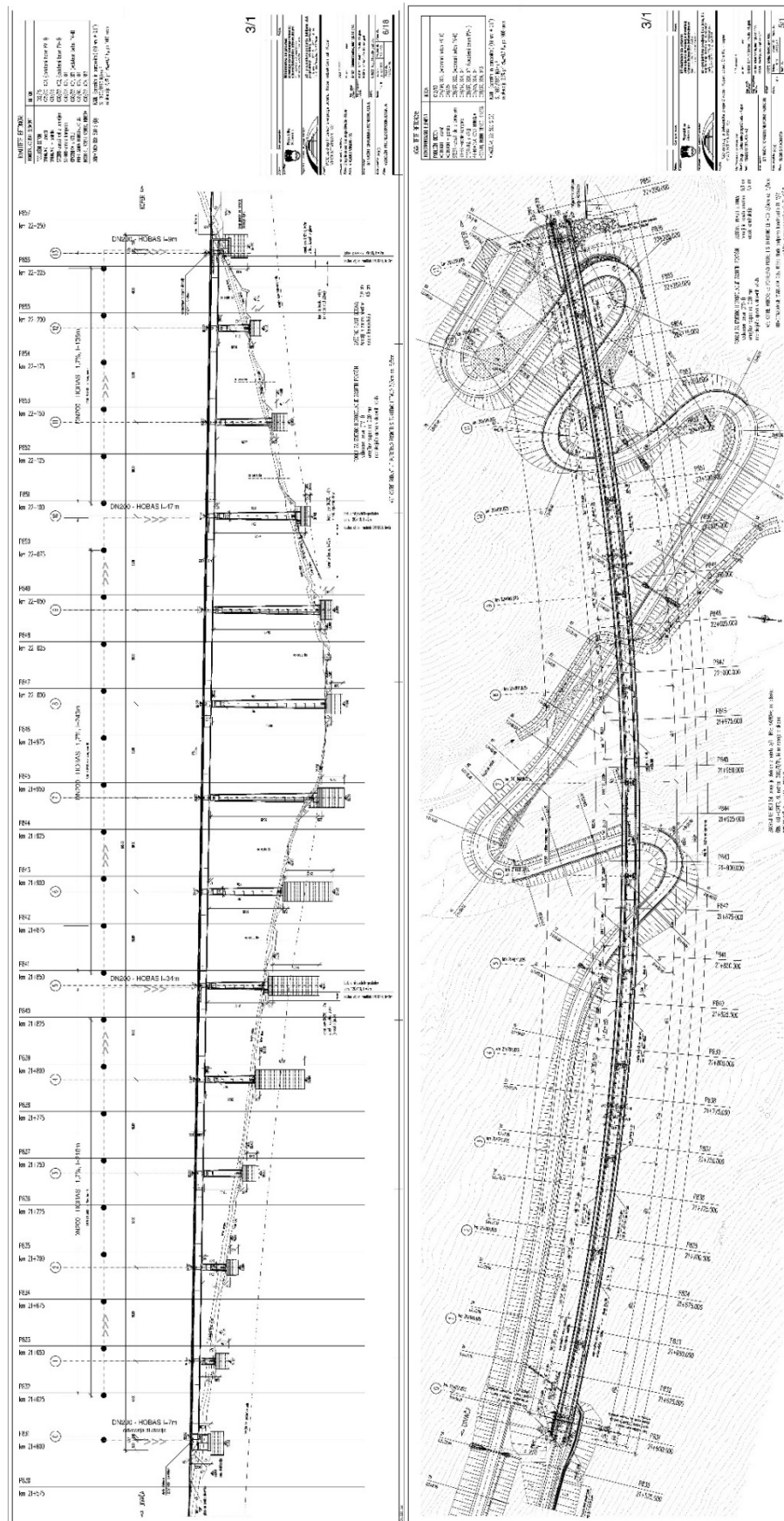
4.2.4 Viadukt Vinjan "V2"

Viadukt Vinjan "V2" je povezovalni člen med predoroma T7 in T8. To je most iz prednapetega betona s 13 polji in dolžino 674 m vključno z območji opornikov, stoji pa v km 21 + 918.

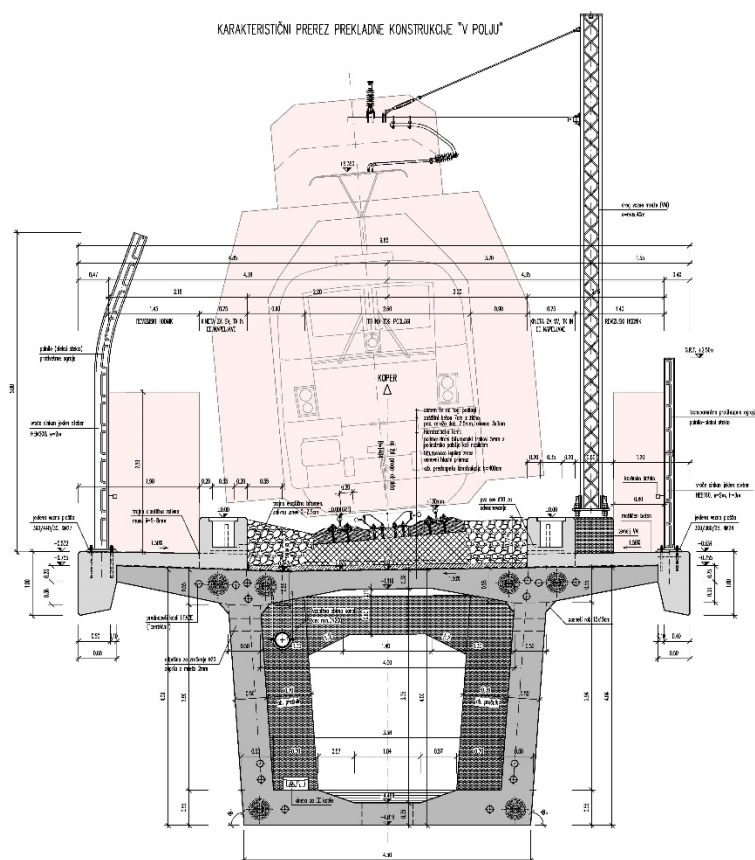


Slika 30 – Situacijski načrt Vinjan V2

Celotno razpetino konstrukcije 630 m sestavljajo posamezne razpetine dolžine 40 m + 11 x 50 m + 40 m. načrtovani most ima enoceličen škatlast prerez z višino 4,00 m, na obeh straneh škatle pa so konzolne plošče. Prečni prerez ima nespremenljivo višino po vsej dolžini. Viadukt ima globoke temelje, stebri pa so visoki do 60 m. Konstrukcija je pritrjena na opornike prek ležajev mostu in stebrov.



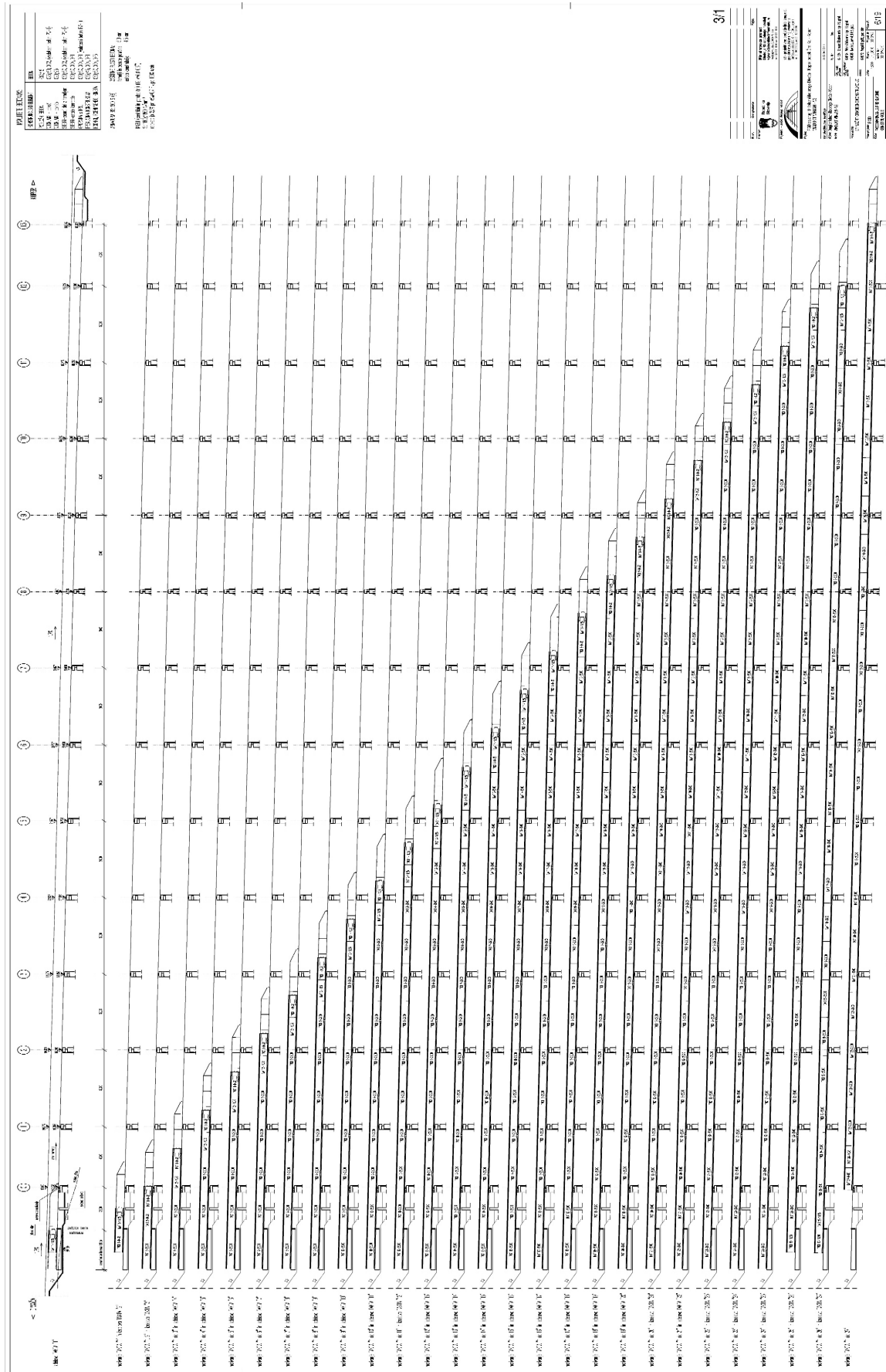
Slika 31 – Vzdolžni prerez Vinjan V2



Slika 32 – Prečni prerez Vinjan V2

Viadukt Gabrovica "V1" ima razmerje med razpetino in globino $H/L = 4\text{m} / 50\text{m} = 0.08 \sim 1/13$; po naših izkušnjah je prečni prerez mostu zadosten.

Za izdelavo konstrukcije je uporabljena tehnologija gradnje s postopnim narivanjem, ki poteka od zahoda proti vzhodu in tudi od višjega opornika proti nižjim. Pri tem postopku izdelave je predpisana konstantna višina konstrukcije.



Slika 33 – Vzdolžno narivanje Vinjan V2

4.2.6 AB Most "M1"

AB Most "M1" premosti reko Rižano z 32 m dolgim mostom, ki je postavljen v 27 + 253. Zaradi majhnega pomena za celoten projekt, ta most v nadaljevanju ni več obravnavan.

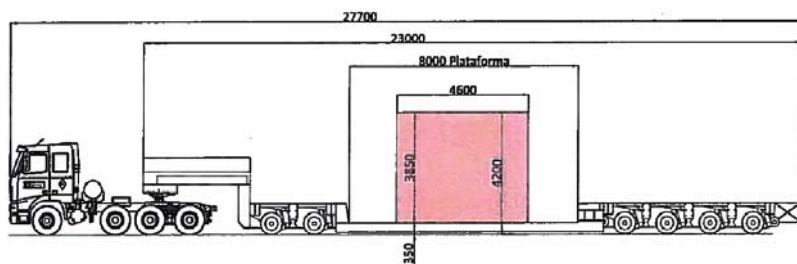
4.2.7 Podvoz "P2"

Most Podvoz "P2" je prehod pod železnico s 7,5 m dolgim mostom, ki je postavljen v km 27 + 368. Zaradi majhnega pomena za celoten projekt, ta most v nadaljevanju ni več obravnavan.

4.3 Ceste

Projektna dokumentacija vsebuje več cest, ki so deloma potrebne za izvedbo projekta, deloma pa bodo ostale v rabi tudi kasneje. Načrt za ceste se šteje za primerne za ta projekt.

V primeru, da bo za gradnjo predorov izbrana tehnologija TBM, bo potrebna še posebna pozornost. Preučiti je treba ceste iz Koprškega pristanišča v smislu izjemno zahtevnih prevozov. Treba je izračunati horizontalno in vertikalno traso z začetkom pri transportnih omejitvah in prav tako je treba statično oceniti mostove.



Slika 35 – Primer možnega prevoza TBM s tovornjakom

Gradbene ceste so na kritični poti. Če ocenimo načrtovanje gradnje bo njihova realizacija trajala od 12 do 20 mesecev. Pomembno izboljšanje terminskega plana je mogoče doseči pri predvidenem razpisu in gradnji vseh teh dostopnih cest.

4.4 Železniški tir

4.4.1 Klasični tir z gramozno gredo

Klasični tir z gramozno gredo je predviden med km 0 + 861.571 (ZKR 307) in km 2 + 890.200 ter od izhoda iz predora T8 v km 26 + 171.50 do konca trase v km 28 + 056,187.

Klasični tir progo z gramozno gredo sestavlja:

- UIC 60 E1 tirnice
- betonski pragovi dolžine 2,60 m
- PANDROL elastična sponka

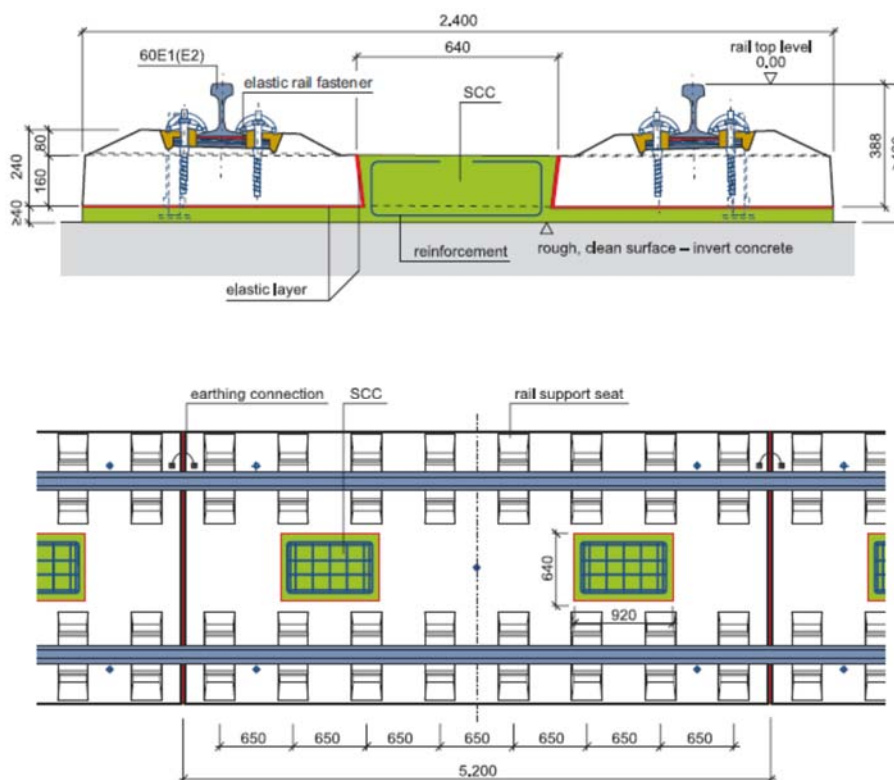
Ta rešitev je skladna z vsemi klasičnimi mednarodnimi standardi za nove tirnice tako za potniški kot za tovorni promet.

4.4.2 Sistem tira na togi podlagi (brez tirne grede)

Sistem tira na togi podlagi je projektiran za predore in viadukte v skupni dolžini 23,272m (odsek od km 2 + 890.200 do km 26 + 171.50).

Predlagani sistem je ÖBB–PORR z elastično podprto ploščo.

Glavni element tega sistema je elastično podprta toga podlaga oz. plošča. Plošča je montažna armiranobetonska nenapeta plošča z vgrajenimi podpornimi nasedi. Spodnja stran plošče, kot tudi konusno oblikovane odprtine so prevlečene s slojem elastomera. Posledica tega je dvoslojna elastičnost, zmanjšanje vibracij, manjše emisije hrupa iz konstrukcije in ločevanje od podporne podlage plošče. Dve plošči loči 40 mm širok spoj, ki kompenzira deformacije zaradi lezenja, krčenja ali temperaturnih sprememb. Spoji lahko služijo tudi za odvodnjavanje površinske vode ali kot prostor za križanje kablov. Plošče so podprte s tenko plastjo samozgoščevalnega betona (SCC) in nanj pritrjene. To omogoča homogeno strjevanje in, ker vibriranje betona ni potrebno, so s tem motnje končne trase tira zmanjšane na najmanjšo možno mero. Ko se beton strdi, konusni spoji delujejo kot sidra, ki vertikalno in horizontalno držijo ploščo na mestu.



Slika 36. Elastično podprt sistem tira na togi podlagi ÖBB-PÖRR

Ta rešitev je skladna z vsemi klasičnimi mednarodnimi standardi za nove tirnice tako za potniški kot za tovorni promet. Rešitev na togi podlagi, brez tirne grede, dobiva prednost po vsem svetu. Zlasti v konstrukcijsko omejenih območjih, kot je predor ali viadukt, je tir na togi podlagi najboljša možnost zaradi majhnih stroškov vzdrževanja in ker rabi manj prostora. Druge prednosti te rešitve so povezane z zagotavljanjem boljšega dostopa v predoru za potrebe reševalnih vozil in drugih vozil za nujno pomoč ali celo za lažje reševanje potnikov ali vlakovnega osebja.

V vsakem primeru je možno izbirati med več tehnologijami brez tirne grede. In vsak izvajalec lahko analizira in predlaga rešitve z enakovrednimi tehničnimi značilnostmi.

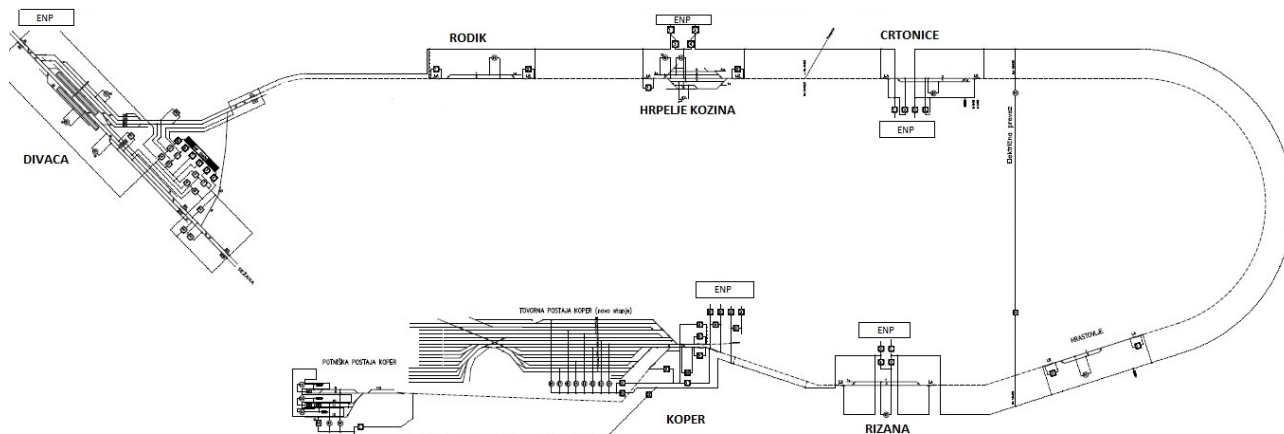
4.5 Strojna in električna oprema in sistem

4.5.1 Sistem vleke

Obstoječa enotirna proga Divača-Prešnica-Koper line je elektrificirana s sistemom 3kV =. Odsek se napaja prek elektronapajalnih postaj (ENP) na naslednjih lokacijah:

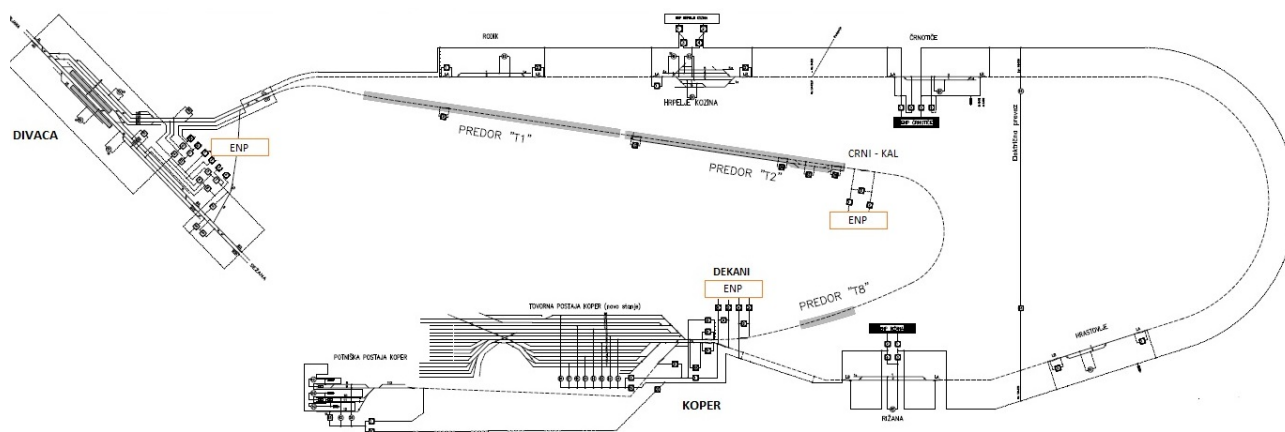
- Divača

- Hrpelje Kozina
- Črnotiče
- Rižana
- Dekani



Slika 37 – Napajanje obstoječe proge

Nove naprave bodo napajane iz dveh obstoječih napajalnih postaj ENP Dekani in Divača (obnovljena) ter iz nove ENP, ki bo zgrajena na ČRNEM KALU.



Slika 38 – Napajanje novega tira

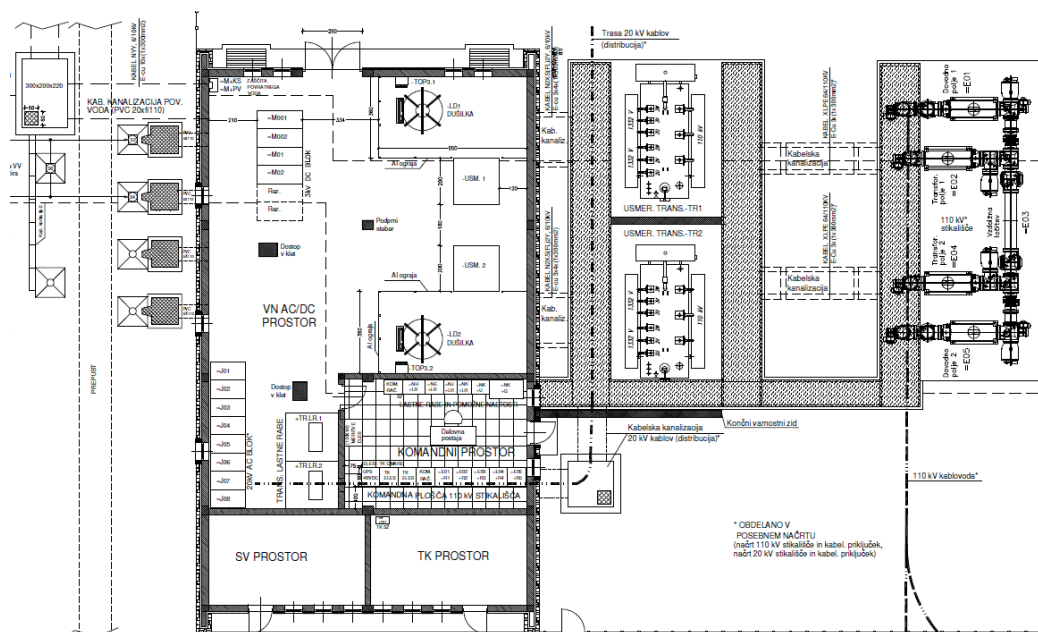
Novi odsek bo, enako kot obstoječi, elektrificiran z enosmerno napetostjo 3 kV, vendar bo projekt nove povezave vključeval vse potrebno za bodočo elektrifikacijo z izmenično napetostjo 25 kV, ki je standard za proge za velike hitrosti v Evropskem interoperabilnem omrežju.

Vsaka ENP bo opremljena s po dvema usmerniškima skupinama 7,2 MVA za 14,4 MVA skupne inštalirane moči. Skupna inštalirana moč na odseku je torej 43,2 MVA. Ob upoštevanju delne vključitve ENP Dekani in Divača (50 %) in v celoti za novi tir izkoriščene ENP ČRNI KAL, je mogoče grobo oceniti povprečno moč /kot ~ 1 MVA /km. Ta parameter lahko štejemo za ustreznega celo, če upoštevamo traso (strmina, največja hitrost, itd.) in značilnosti voznega parka.

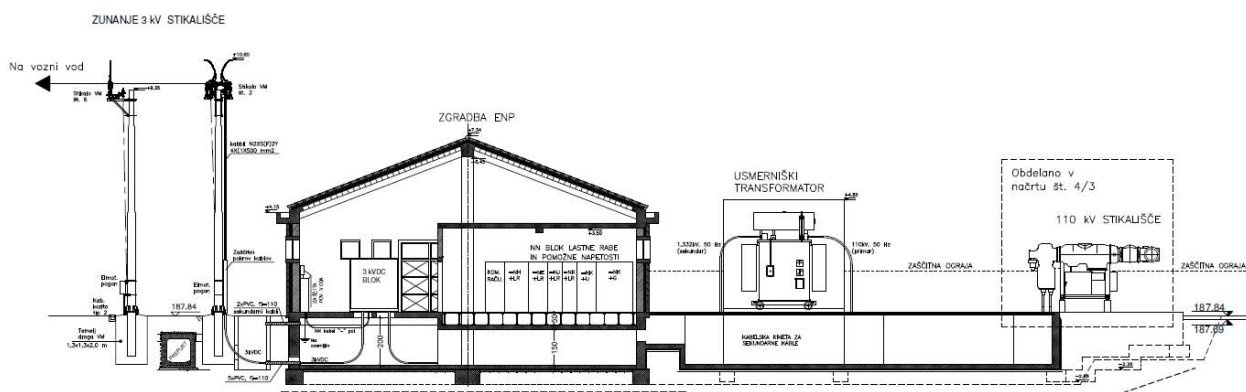
Vseeno pa je v projektni dokumentaciji predvidena predhodna verifikacija dimenzioniranja ENP.

Nova napajalna postaja ENP Črni Kal je sestavljena iz:

1. Odsek 110 kV, izoliran s plinom, povezan s 110 kV stikališči Divače in Kopra (dvojna povezava);
2. 2 110 kV/1332V transformatorja za vleko, nazivna moč 7272 kVA, z dvema sekundarnima navitjema;
3. 2 usmernika za 12-pulzno usmerjanje (1332 V_{AC}/3600V_{DC});
4. odsek 3 kV



Slika 39 – Tloris nove ENP Črni Kal

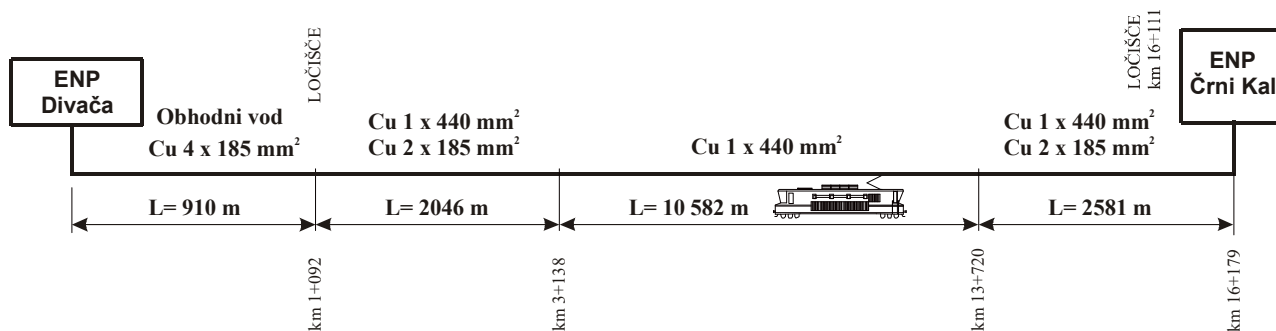


Slika 40 – Prerez nove ENP Črni Kal

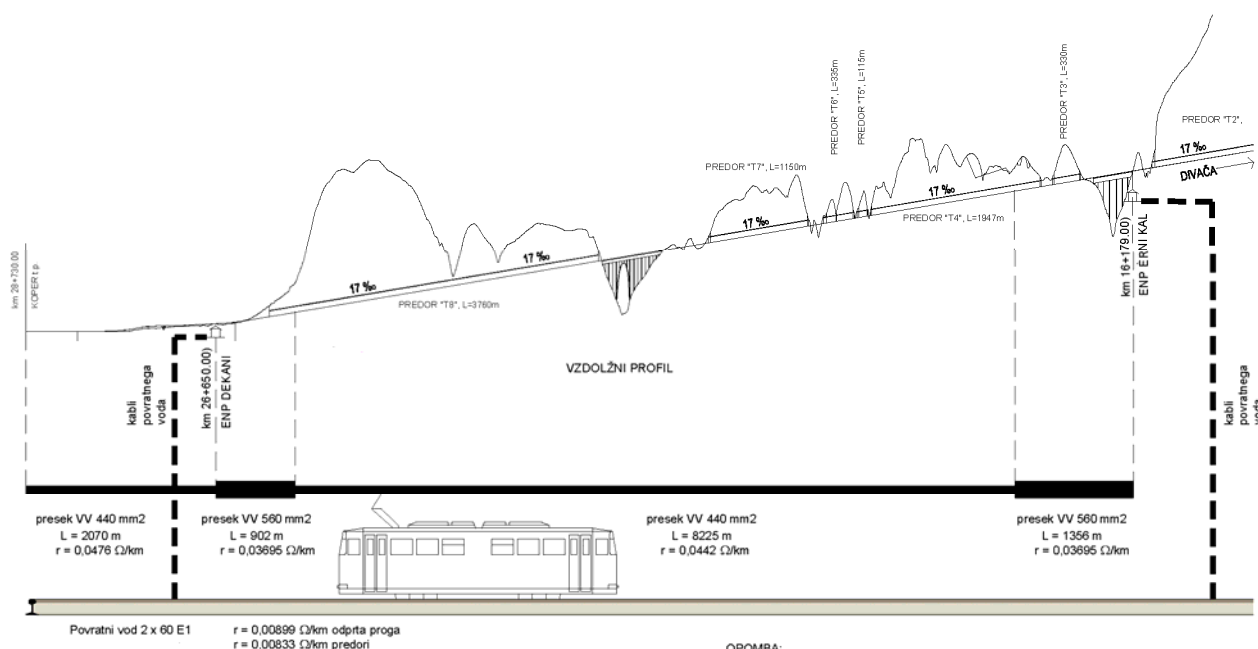
Sistem nadzemnega voznega voda, ki je projektiran za elektrifikacijo novega tira, bo zračni vod vozne mreže tako v predorih kot na odprtih odsekih. Uporabljen bo standardni presek 440 mm², ki ga sestavlja:

- 2 nosilna vodnika (2x120 mm²)
- 2 kontaktna vodnika (2x100 mm²)

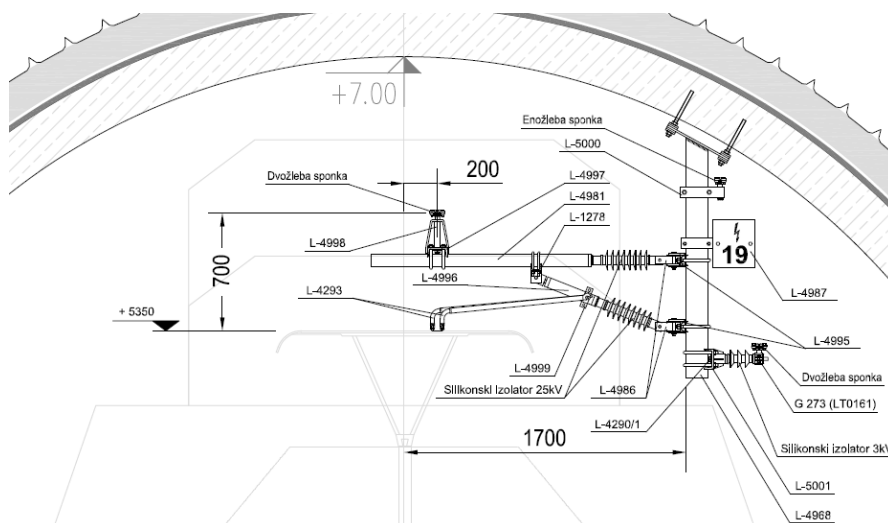
Na nekaterih kritičnih delih odseka bodo zagotovljeni dodatni napajalni kabli (kabli preseka 185 mm²) za zmanjšanje padca napetosti zaradi velikega toka, ki ga potrebujejo vlaki.



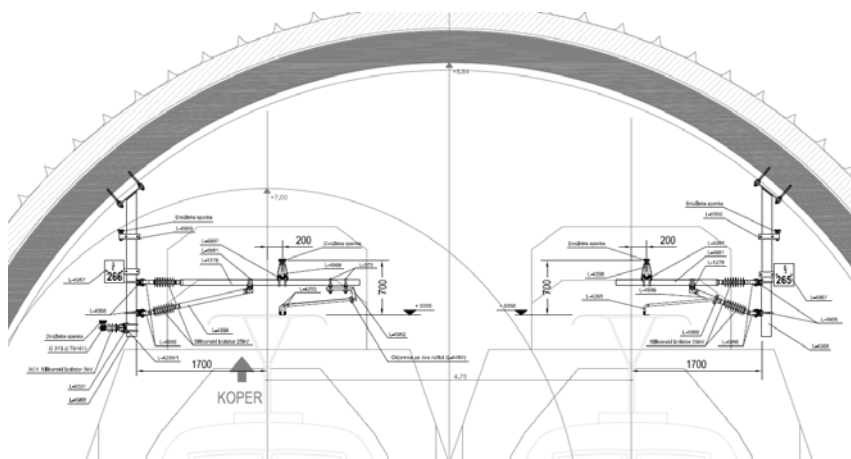
Slika 41- Nosilni in napajalni vodnik na odseku Divača - Črni Kal



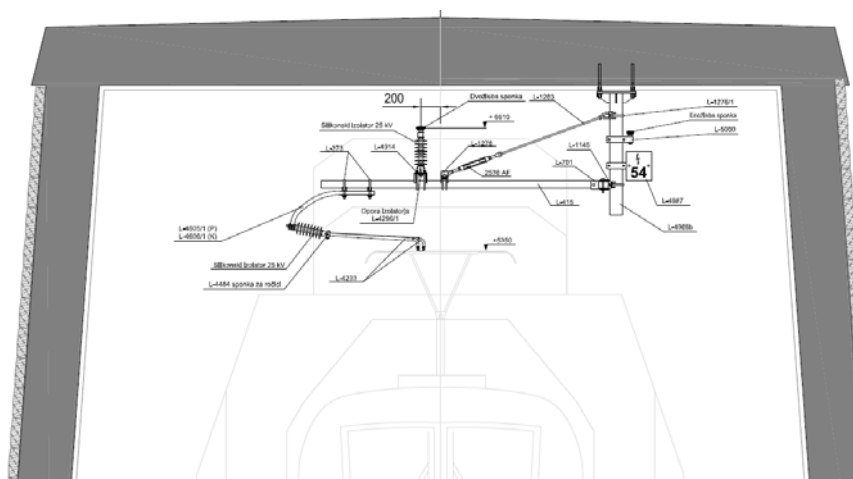
Slika 42- Nosilni in napajalni vodnik na odseku Črni Kal- Koper



Slika 43 – Ureditev kontaktnega voda v enotnem predoru

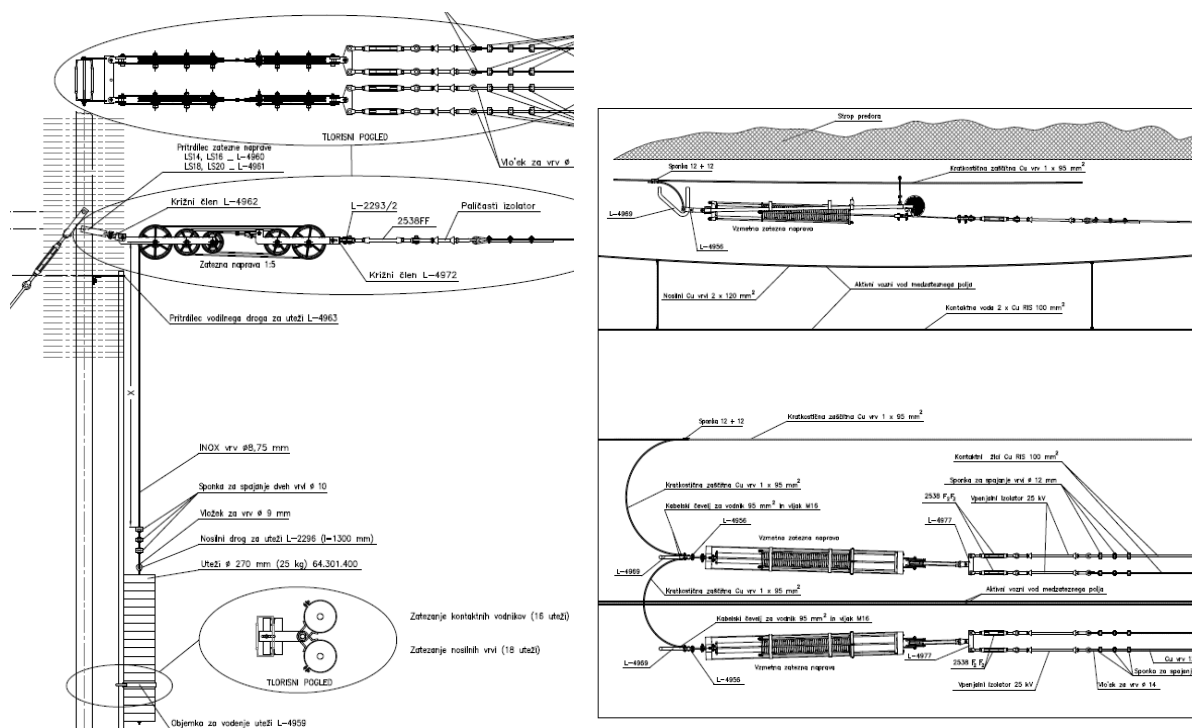


Slika 44 – Ureditev kontaktne voda v dvotirnem predoru



Slika 45 – Ureditev kontaktne voda na mostu

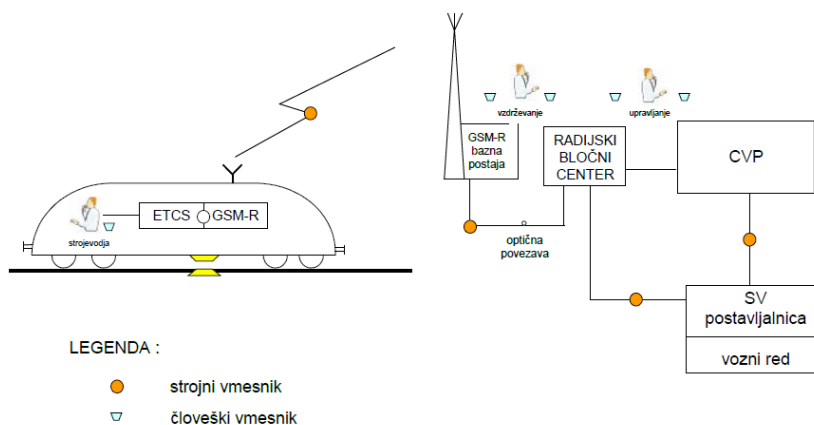
Vozna mreža je polno kompenzirana, regulacija pa je zagotovljena s klasičnim avtomatskim zatezanjem z utežmi ali s kompaktnim sistemom z vzmetjo (npr. sistem tipa Tensorex), da se prihrani prostor v predoru.



Slika 46 – Avtomatsko zatezanje vozne mreže

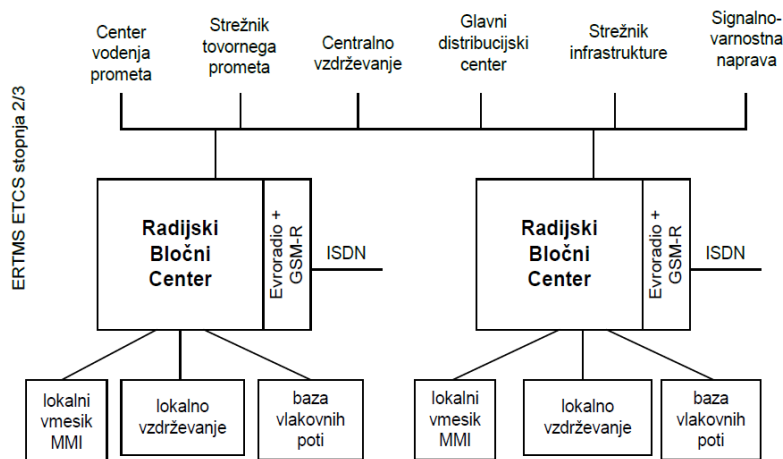
4.5.2 Signalizacija

Proga Divača-Koper bo opremljena s sistemom ERTMS nivo 2, ki za sestavlja sistem za vodenje in zaščito vlakov ETCS nivo 2 z radijskim sistemom GSM-R.



Slika 47 – Blok shema sistema ERTMS nivo 2

Ta tehnologija omogoča obratovanje proge brez bočnih signalov. Ta centralna logika temelji na radijskih bločnih centrih, ki imajo redundanco in logiko 2 od 3, da izpolnjujejo varnostne zahteve SIL4.



Slika 48 – Blok shema radijskega bločnega centra

V projektu so opredeljeni naslednji odseki ETCS:

Odseki Divača – Koper:

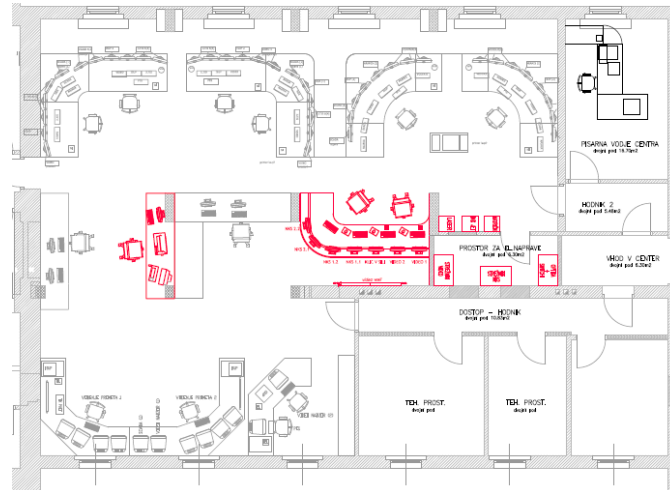
- Odsek 1: 4 + 820
- Odsek 2: 9 + 640
- Odsek 3: 14 + 148
- Odsek 4: 19 + 217
- Odsek 5: 24 + 037
- Odsek 6: 28 + 730

Koper - Divača

- Odsek 1: 4 + 757
- Odsek 2: 9 + 513
- Odsek 3: 14 + 582
- Odsek 4: 19 + 090
- Odsek 5: 23 + 847
- Odsek 6: 28 + 730

Za vsak odsek so predvideni števcji osi za preverjanje varnostne popolnosti vlaka.

Večnamensko SDH omrežje bo zagotovilo hrbtenično infrastrukturo za komunikacije, medtem ko bo delovanje proge krmiljeno in nadzorovano in centra daljinskega upravljanja. Vsi novi sistemi bodo prek vmesnikov integrirani z obstoječimi sistemi na obstoječi železniški progi, ki povezuje Divačo in Koper (t.j. obstoječe signalnovarnostne naprave na postajah Divača in Koper, omrežji SDH in Ethernet TCP/IP).

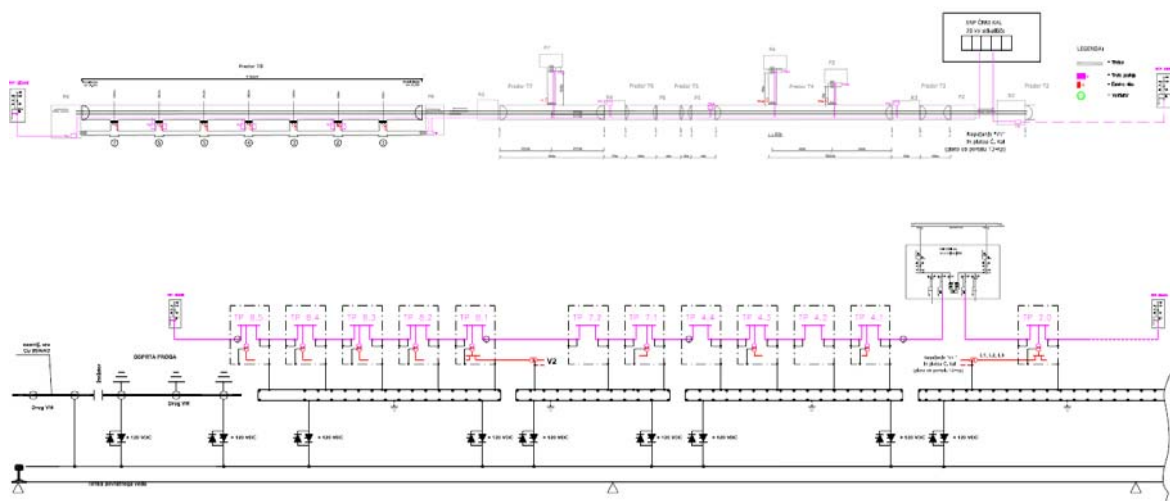


Slika 49 – Tloris centra centraliziranega vodenja v Posojni

4.5.3 Strojna in električna oprema (M&E)

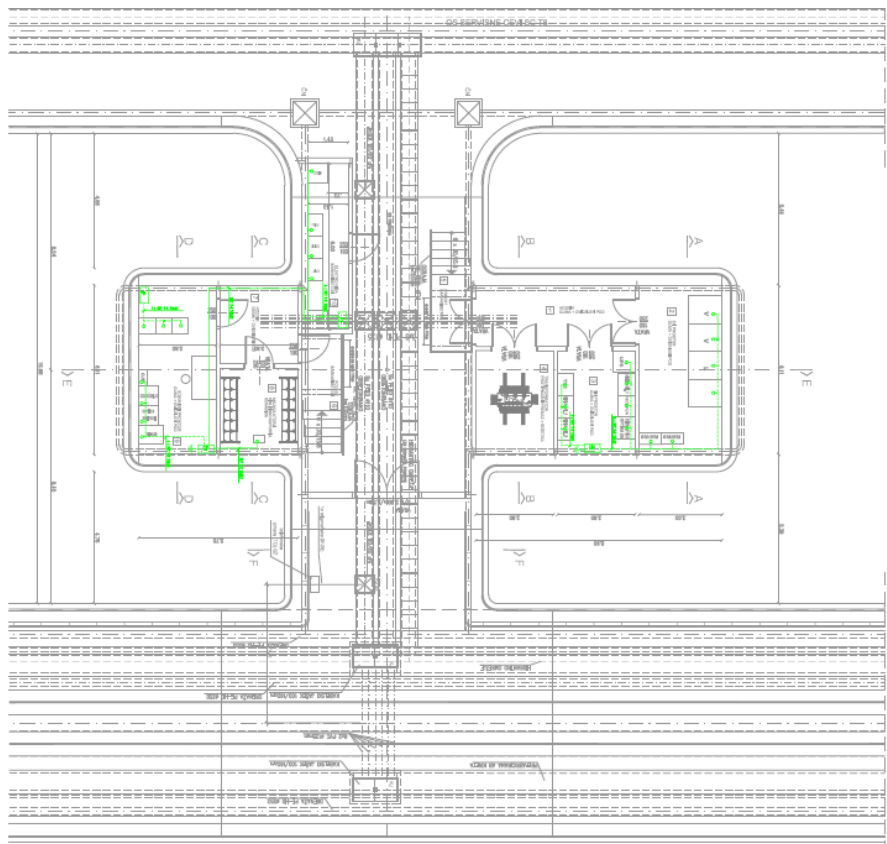
Distribucija električne energije ob progi je realizirana s sredjenapetostnim omrežjem, ki napaja več SN/NN transformatorskih hišk ob progi. Glavni del električnih bremen za elektromehanske (M&E) podsisteme, ki se napajajo, je v notranjosti predorov:

- Prezračevanje in klimatske naprave
- Oprema za gašenje požarov
- Naprave za odkrivanje požarov
- Razsvetljava (normalna in zasilna)
- Črpalnišče
- SCADA
- CCTV in PA
- Telekomunikacije



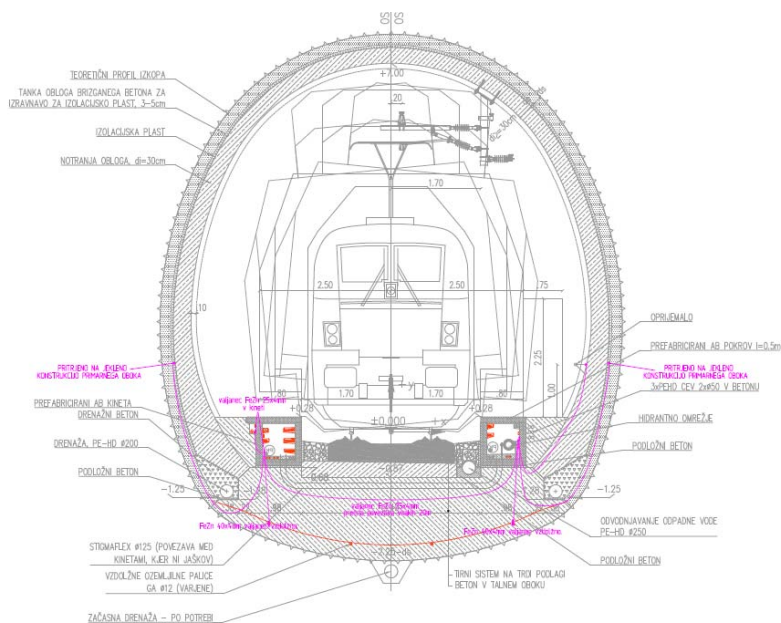
Slika 50 – Primer SN zanke za predora T2 in T8

Transformatorske hiške, opremljene s SR panoji, SN/NN transformatorji in NN panoji, so nameščene pri portalih manjših predorov, v jaških v notranjosti predora ali v primeru, ko obstaja servisni predor (npr. predor T8), v izogibalščih



Slika 51 – Tehnični prostori v obvozu

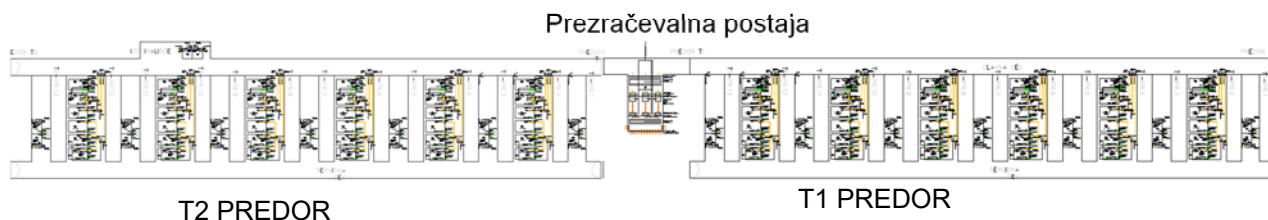
Razvod kablov in cevi po predoru poteka po kanalih ali jarkih in je realiziran v prostem prostoru izven tira in pešpoti, kot je prikazano na naslednjem prečnem preseku.



Slika 52 – Razvod vzdolž predora

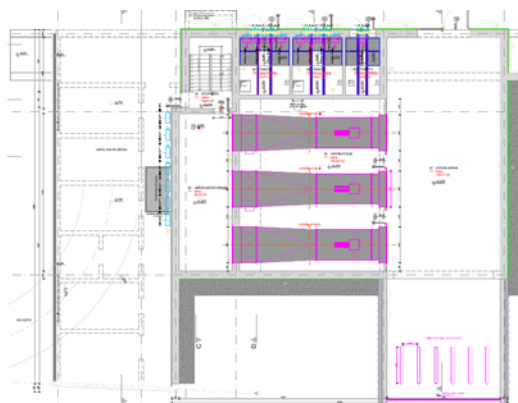
4.5.4 Prezračevanje predora

Mehansko prezračevanje bo zagotovljeno v predorih, ki so daljši od 5 km. Prezračevalni sistem je namenjen za nujne primere, medtem ko v normalnih pogojih batni učinek šteje za zadostnega za vzdrževanje obvladljivih pogojev v predoru. Zlasti za predora T1 in T2 je predvidena prezračevalna postaja na odprtem odseku med dvema predoroma, ki bo zagotavljala prezračevanje za oba.



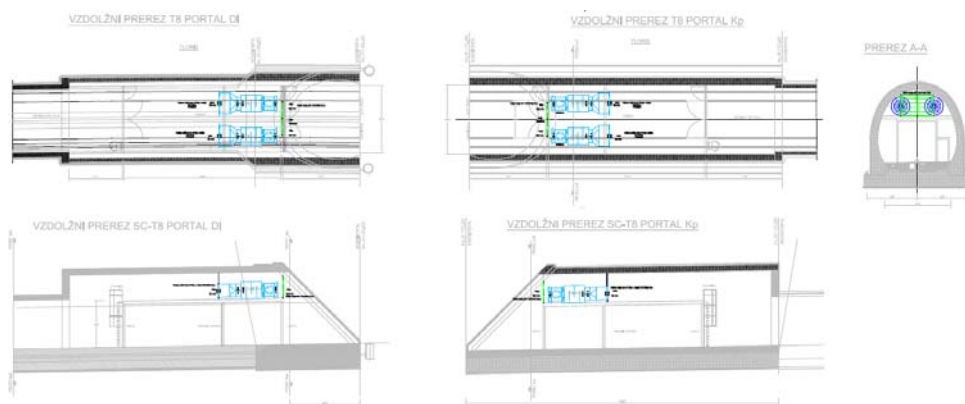
Slika 53 Pregledni načrt prezračevanja predorov T1-T2

Postaja bo opremljena 3-osnimi ventilatorji v redundantni arhitekturi 2 od 3. Tehnične karakteristike izbranih ventilatorjev so $Q=125 \text{ m}^3/\text{s}$ in $H_{\text{tot}}=3000 \text{ Pa}$. Zasnovo prezračevalnega sistema podpira 1D analiza dinamike tekočin.



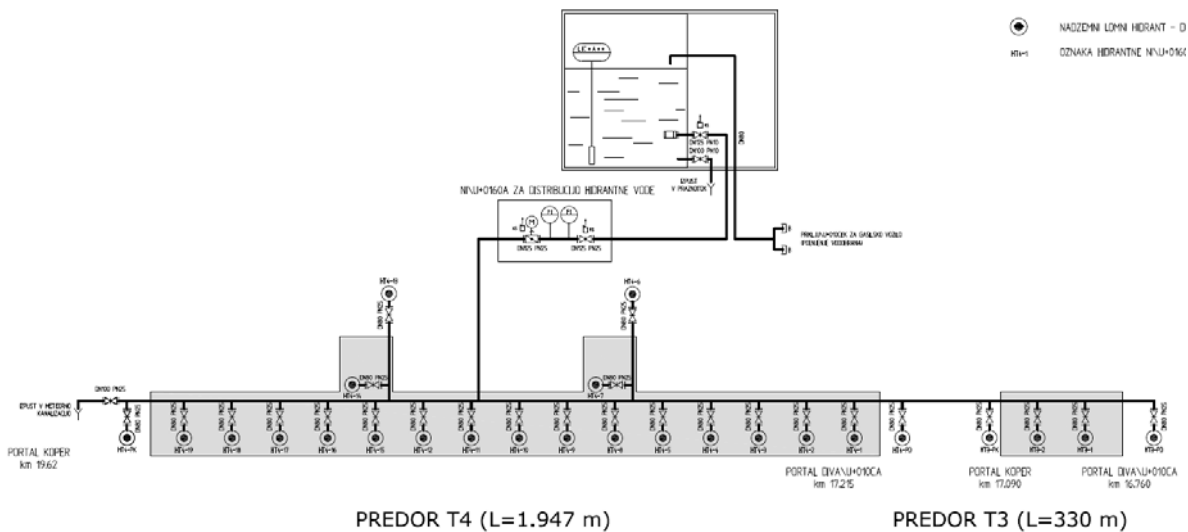
Slika 54 – Prezračevalna postaja T1-T2

V predorih, ki so krajši od 5 km, ni predvideno mehansko prezračevanje, samo prezračevanje servisnega predora in poti za izhod v sili.

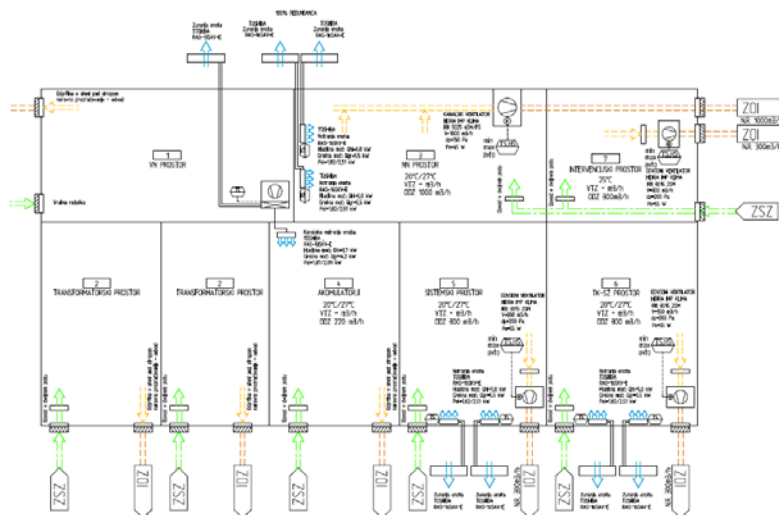


Slika 55 – Vgradnja ventilatorjev pri portalih servisnih predorov.

V predorih so predvideni sistemi hidrantov DN80 vključno s črpališčem in ustreznim rezervoarjem za vodo.



Slika 56 – Hidranti v predoru.



Slika 57 Tehnični prostor HVAC

Tehnični prostori v predoru, servisnem predoru in zunaj so opremljeni s prezračevanjem in klimatskimi napravami, kjer vročine ni mogoče odstraniti samo s prezračevanjem.

4.6 Povzetek in predlogi

Preveriti je treba, ali je mogoče spremeniti odsek NATM, ker je dokumentacija že dokončana in odobrena. Spremembe prečnih presekov bodo povzročile spremembe tudi na drugih načrtih. Vendar pa, ker je projekt za TBM tudi zahtevan, naj bi bil narejen z novim prečnim presekom za TBM presek z manjšim profilom in višino (6,60 m namesto 7,00, kot je prikazano na prečnih presekih NATM).

Treba je pripraviti možnost projekta s TBM za dolge predore, kot so T1, T2 in T8 z vsemi načrti in pripadajočimi poročili ter popisom količin s cenami in ponuditi kot del razpisne dokumentacije v korist naročnika in kot ukrep za zmanjšanje stroškov projekta.

5 ODLAGANJE VIŠKOV IZKOPANEGA MATERIALA IN PORAZDELITEV KOLIČIN

Pregled obstoječih razpoložljivih območij za odlagališča za viške izkopanega materiala kaže, da jih je premalo za Projekt in zato je del projektnih rešitev železniški prevoz v območje Anhovega. Čeprav je to neobičajna rešitev, ki je povezana z resnimi prevoznimi stroški, bo ovrednotena in upoštevana v postopkih optimizacije.

Drug občutljiv moment je načrtovana uporaba izkopanega materiala za druge namene (apnenec za beton, fliš za zapolnitve), ki bo predmet preverjanja in raziskave izvedljivosti ter ocene stroškov.

5.1 Odlaganje viškov izkopanega materiala

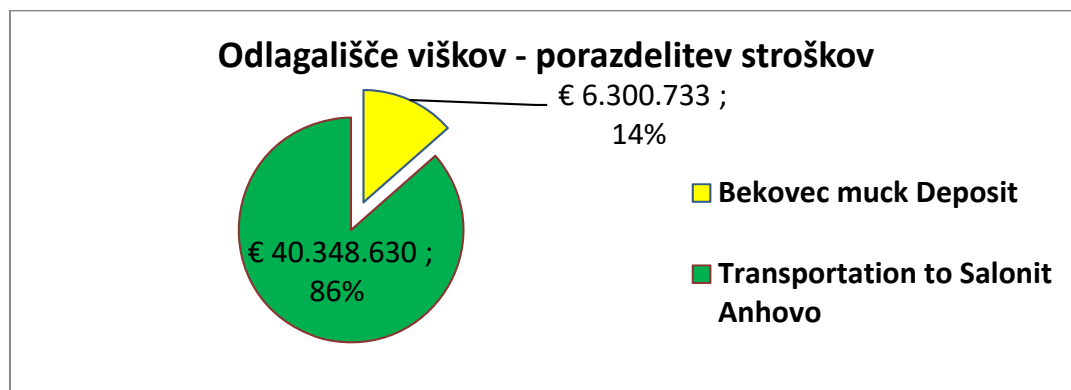
Razpoložljivost območij za odlagališča je kritično vprašanje tega projekta. Naslednja tabela prikazuje količino materiala, ki bo dobljen z izkopom vsakega posameznega predora.

Tabela 5 – Ocena prostornine izkopanega materiala iz predorov

Objekt	Dolžina [m]	Površina [m ²]	Prostornina [m ³]
T1	6.714	70	469.980
SC-T1	6.683	42	280.686
T2	6.017	70	421.190
SC-T2	6.028	42	253.176
T3	330	70	23.100
T4	1.953	70	136.710
IPC-T4A	61	42	2.562
IPC-T4B	144	42	6.048
T5	128	70	8.960
T6	358	70	25.060
T7	1.162	70	81.340
IPC-T7	165	42	6.930
T8	3.808	70	266.560
SC-T8	3.818	42	160.356
Skupaj	37.369		2.142.658

Skupna prostornina izkopanega materiala znaša 2.200.000 m³, ne da bi upoštevali portale in cestne useke. Da bi dobili skupno količino materiala, ki ga bo treba shraniti in prepeljati, je treba to prostornino pomnožiti s koeficientom razrahljivosti 1,5. Dobljena prostornina ob upoštevanju koeficienta razrahljivosti je 3.200.000 m³

Flišne kamnine dobre kakovosti bodo prepeljane v tovarno cementa v Anhovem, ki je 2 uri daleč z vlakom, medtem ko bodo flišne kamnine in lapor slabše kakovosti, ki niso primerne za izdelavo cementa in agregatov ter nasutja, odložene na edinem stalnem odlagališču viškov materialov imenovanem Bekovec, ki ima zmogljivost 742.000 m³.



Slika 58 – Odlagališče viškov materialov – Porazdelitev stroškov v odstotkih

Prevoz v tovarno cementa Anhovo stane 40 milijonov evrov in predstavlja 86 % proračuna za odlaganje viškov materialov.



Slika 59 – Odlagališče viškov materiala Salonit Anhovo – Razdalja prevoza z vlakom

Apnenec se izkopava le v predorih T1 in T2 in ga bodo uporabili v kamnolomu Črnotiče, ki je že opremljen za proizvodnjo agregata za beton. Ta strošek ni opisan v popisu materialov in del s cenami.

Na podlagi poročila "Odvoz fliša v Anhovo_zdr-tekst" v mapi 3623-FA izpostavljamo naslednje točke.

Skupna cena prevoza flišnih kamnin od tovarne postaje Koper do postaje Anhovo bi v skladu z narejenimi kalkulacijami predvidoma znašala 37.370.500 EUR.

V poročilu je poudarjeno, da je ocena narejena na podlagi trenutnih cen in ne upošteva morebitnih popustov, ki so odvisni od količine in trajanja prevozov.

Poleg tega v tej oceni stroškov niso vključene morebitne finančne kompenzacije, ki naj bi jih pogodbenica Salonit Anhovo plačala za trgovino s cementom.

Ta ekonomska ocena je zelo pesimistična in ni ustrezno podrobno opisana. Pomembno je skleniti cenovno ugoden sporazum s prevoznikom in tovarno cementa, da bi lahko bolje ocenili te stroške.

Analiza odlagališč viškov materialov ni jasno opisana v nobenem od ocenjenih dokumentov in zelo priporočamo, da se študija odlaganja viškov materialov izboljša.

5.2 Povzetek in predlogi

Študijo odlagališč viškov materialov je treba podrobno pregledati in dopolniti ob upoštevanju možnih tveganj glede naslednjega:

- Ponovno pregledati transportne zmogljivosti proge za prevoz viškov v Anhovo in prevoz nazaj do mesta uporabe
- Stroški prevoza apnenca v kamnolom Črnotiče
- Kompenzacija stroškov za proizvodnjo cementa
- Laboratorijsko preverjanje kakovosti za: apnenec za agregat, flišne kamnine za cement in fliš za polnitve in nasutja
- Aktivirati garancije v pogodbah z lastniki odlagališč: Anhovo, Črnotiče, Bekovec za čas gradnje, ker so na kritični poti
- Vključiti ponovno uporabo materialov v stroške materiala za projekt

6 VARNOSTNE ZASNOVE

6.1 Analiza projektnih rešitev

6.1.1 Sistem predorov

Predori zajemajo 75% celotne trase in so glavna stroškovna postavka.

Zaradi dolžine predorov imajo nekateri od njih (T1, T2 in T8) vzporedni servisni predor, povezan s prečnimi pešpotmi vsakih 500 m.

Tabela 6. Različni predori v projektu 2TDK

Št.	Predor	Sistem	Pot umika
T1	6.714 m	Enotirna cev	Vzporedni varnostni predor
T2	6.017 m	Enotirna cev	Vzporedni varnostni predor
T3	330 m	Enotirna cev	Portal predora
T4	1.954 m	Enotirna cev	Predori za umik z zasilnim izhodom
T5	128 m	Enotirna cev	Portal predora
T6	359 m	Enotirna cev	Portal predora
T7	1.163 m	Enotirna cev	Predori za umik z zasilnim izhodom
T8	3.808 m	Enotirna cev	Vzporedni varnostni predor

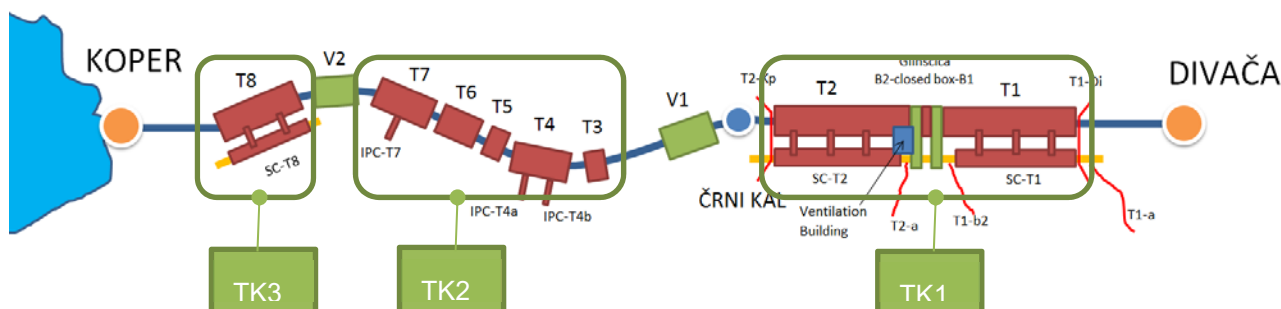
TSI Varnost v železniških predorih L 356/394 (2014) je odstranila omejitev 500m pri ločitvi predorov, ki naj se štejejo kot en sam predor, razen v tem posebnem primeru:

- 1) Prostor med T1 in T2 je zagotovljen za prezračevanje
- 2) Ločitev med T3, T4, T5, T6 in T7 se zmanjša:
 - a. T3-T4= 121,1 m
 - b. T4-T5= 27,3 m
 - c. T5-T6=25,9 m
 - d. T6-T7= 156,1 m

Tako bi bilo primerno, da bi se 8 predorov štelo za 3 makro predore, kot je prikazano na naslednji tabeli:

Tabela 7. Sistem 3 predorov v projektu

Št.	Predor	Začetek	Konec	Dolžina sistema predorov
TK_1	T1, T2	2.980.000 +	+ 15 915 000	12.935 m
TK_2	T3, T4, T5, T6, T7	16 + 760.000	+ 21 020 000	4.360 m
TK_3	T8	22 + 280.000	+ 26 040 000	3.760 m



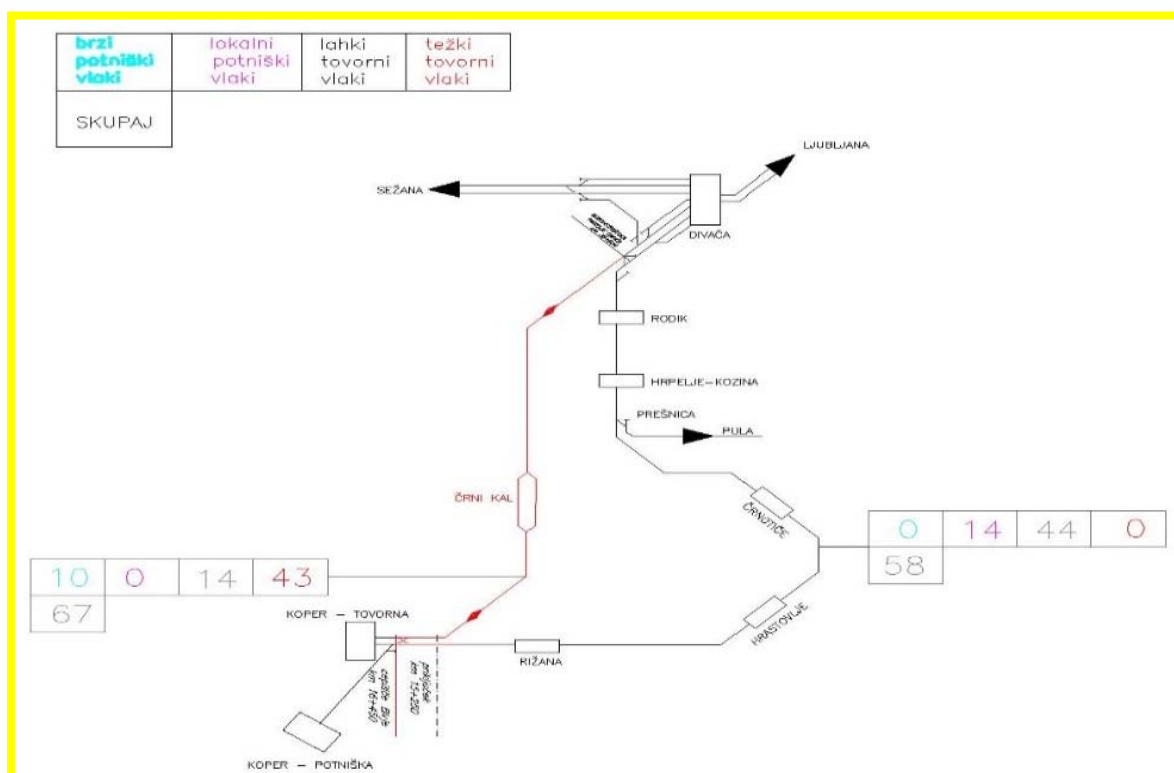
Slika 60. Podrobni podatki o sistemu predorov

V naslednjih poglavjih so prikazane različne konfiguracije predorov in njihove primerjave, ki lahko vplivajo na rešitev za TK1 in TK3 ter jo poenostavijo:

6.1.2 Referenčni elementi

Tu je seznam minimalnih zahtev, ki jih je treba izpolniti v izdelani analizi:

- Svetli profil predora = GC
- Vrsta prometa: mešani potniški ali samo tovorni
- Vozna mreža 3kV DC z možnostjo razširitve na 25kV AC
- TSI Varnost v železniških predorih L 356/394 (2014) - skladnost
- Dolžina vlaka = 750m
- Prednostna smer tovara Koper – Divača
- V letu 2025 pričakujemo 67 vlakov na dan.



Slika 61. Predlagani prometni scenarij za leto 2025

Projektna rešitev je oblikovana v skladu z nekaterimi referenčnimi standardi, ki so običajni za železniške predore, kot npr:

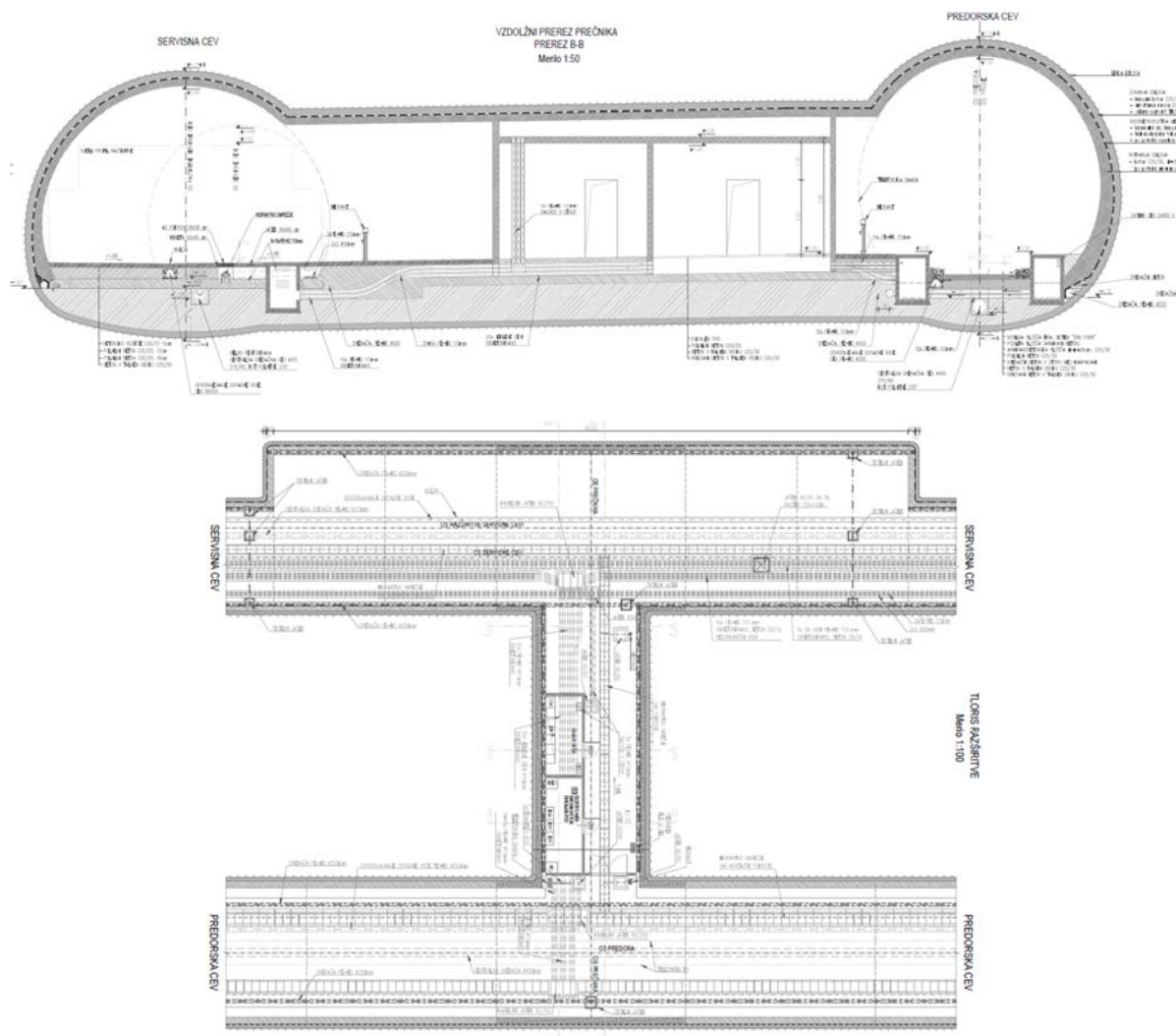
1. TSI SRT, tehnična specifikacija za interoperabilnost v zvezi z varnostjo v železniških predorih v vseevropskem železniškem sistemu za konvencionalne in visoke hitrosti, odločba Komisije z dne 20. 12. 2007 (UL EU L 64 z dne 7.3.2008).
2. Kodeks UIC 779-9E, Sicherheit in Eisenbahntunneln [Varnost v železniških predorih], prva izdaja, avgust 2003
3. Standard SIA 197, Projektierung Tunnel: Grundlagen; 197/1, Projektierung Tunnel: Bahntunnel [Načrtovanje predorov: železniški predori]; prva izdaja 2004

Pomembno je poudariti, da je zdaj na voljo nova izdaja standardov TSI iz leta 2014 in še zlasti TSI Varnost v predoru.

6.1.3 Predori T1, T2 in T8

Ti trije predori imajo enako konfiguracijo kot glavni železniški predor z vzporednim zasilnim predorom, povezanim vsakih 500 m s prečnimi prehodi, zaprtimi s protipožarnimi vrati.

Vsak zasilni predor se lahko šteje za cestni predor s 40m izogibalščem v povezavi s vsakim prečnim prehodom. Ta rešitev zagotavlja dobro raven varnosti v različnih fazah obratovanja in se lahko šteje za pravilno v skladu s standardi TSI.



Slika 62. Splošni tloris T1-T2-T8

6.1.4 Predora T4 in T7

Ta dva predora imata zasilne izhode, ki vodijo na prosto, na medsebojni razdalji manj kot 1km. Predor T4 ima 2 zasilna izhoda (pk. 17+883 in 18+543), T7 pa samo enega (pk. 20+455). Ta rešitev zagotavlja dobro raven varnosti v različnih fazah obratovanja in se lahko šteje za pravilno v skladu s standardi TSI.

6.2 Različni funkcijski predlogi za konfiguracijo predorov

Načrtovanje varnosti v železniških predorih je ponavljajoč se postopek, h kateremu prispevajo različna specializirana področja (gradbeništvo, oprema predorov, vozni park, upravljanje železnice). Ta postopek se ves čas dodeluje in prilagaja tako, da sledi spremembam v zahtevah načrtovanja. Kot osnova za izdelavo scenarijev v izrednih razmerah ter zasnove alarma evakuacije se običajno uporablja idejni projekt (vključno z gradbenimi deli, tehnično opremo in voznim parkom). Ti scenariji in zasnove se uporabljajo za kvalitativne in

kvantitativne analize tveganja, iz katerih so potem razvidni dosežena raven varnosti in učinki posameznih varnostnih ukrepov.

V tem poglavju je podana analiza različnih rešitev v okviru tipične konfiguracije predora (preseka in tlorisa).

6.2.1 Izvedbe konfiguracije predora

V nadaljevanju so orisane različne izvedbe konfiguracije predora, upoštevane za ta projekt. Z oceno alternativnih izvedb smo omogočili določitev primernih konfiguracij za projekt predora Cowan Bank. Oglejte si spodnji seznam in slike za diagramski oris vsake izmed izvedb konfiguracije predora (oblika predora je samo orientacijska).

Izvedbe konfiguracije predora, upoštevane za ta projekt, so naslednje:

6.2.1.1 Tipičen presek

6.2.1.1.1 Enotirne rešitve

Vsaka rešitev je predvidena za en tir (tako da jo je mogoče primerjati z izvirno rešitvijo projekta DK2).

A	Enojni predor + evakuacijski predor (obstoječi projekt) - Prečni prehodi Protipožarna vrata	
B	Enotirni predor:	
C	Večji presek enojnega predora (Dvojna izvedba) Širok vozni pas na eni strani	
D	Dvojni predor (druga cev se uporablja kot evakuacijski predor) - Prečni prehodi Protipožarna vrata	

6.2.1.1.2 Možne bodoče razširitve (2. faza)

I	Enotirni dvojni predor + vmesni evakuacijski predor Razširitev za rešitev A	
G	Enotirni dvojni predor Razširitev za rešitev B in D	
H	Dvotirni dvojni predor Razširitev za rešitev B	

6.2.2 Izvedbe predora za analizo

V nadaljevanju je podana kombinacija preseka in tlorisa za opredelitev različnih izvedb predora, ki jih bomo primerjali z analizo MCA. Za vsako izvedbo je na voljo

- tipičen presek
- možna bodoča razširitev

Naslednja tabela prikazuje 4 različne izvedbe, izbrane po mednarodnih referencah in inženirski presoji.

Id.	Odsek	Možna razširitev
OP1		
OP2		
OP3		
OP4		

6.3 Analiza MCA

6.3.1 Metoda

MCA je primerna, kadar se uporablja katerikoli strukturiran pristop za določanje splošnih preferenc med alternativami, kjer izvedbe uresničujejo več ciljev. Pri MCA so zaželeni cilji določeni, ustrezne lastnosti ali pokazatelji pa so opredeljeni.

Za primerjalno oceno alternativ na podlagi različnih meril je treba uporabljati posebna orodja, ki omogočajo primerjavo različnih subjektov znotraj enotnega sistema.

Drugače kot pri klasičnih metodah za pomoč pri odločanju (npr. analiza stroškov in koristi), kjer je treba vsa merila pretvoriti v eno samo enoto (npr. samo v dolarje), MCA določa različnim izvedbam ponderje in ocene, tako da je mogoče analizirati kvantitativna in kvalitativna merila (npr. da/ne, plusi in minusi). Tehnike MCA imajo skupne komponente: predložen sklop alternativ, sklop meril za primerjanje alternativ, metoda za razvrščanje alternativ in sistem ponderiranja.

Med vsemi razpoložljivimi tehnikami smo izbrali metodo, ki omogoča neposredno primerjavo rezultatov analize s pomočjo numeričnega indeksa, kot je razloženo v spodnjih odstavkih.

V naslednjih odstavkih so opisane ključne lastnosti, uporabljene kot vhodni podatki za analizo MCA glede alternativ, meril, razvrščanja ocen in ponderiranja.

6.3.1.1 Alternative

Pri MCA se primerjajo 4 izvedbe predora, omenjene v poglavju 0.

Vsaka izvedba bo ocenjena s 3 različnimi konfiguracijami obratovanja železnice:

- Samo tovorni promet
- Mešani promet (potniki + tovor)

6.3.1.2 Merila in odločitveno drevo

Značilnosti različnih ciljev, ki naj bi jih dosegli na podlagi primerjanih izvedb, dobimo z uvedbo meril, s katerimi je mogoče opisati določene lastnosti.

Ta merila so naprej razdeljena na podmerila, s katerimi se dopolni odločitveno drevo in upoštevajo ključne lastnosti za izbiro.

Še zlasti je mogoče opredeliti:

- **Merila:** to so naloge, ki jih je treba opraviti; vsako merilo ali pod-merilo omogoča opredelitev primerjave med alternativami, s čimer se oceni tista, ki je najprimernejša za dosego cilja.
- **Podmerila ravni 1:** predstavljajo prvo podrazdelitev glavnih meril
- **Podmerila ravni 2:** predstavljajo bolj podrobno podrazdelitev ravni 1. To so enote, ki so izbrane neposredno s pomočjo opredelitve ocene vsake alternative. Ponderirana vsota meril določi subjekte.

MCA je razdeljena na:

- 4 glavna merila:
 1. Funkcionalnost
 2. Zgradba
 3. Okolje
 4. Stroški in čas
- 11 podmeril ravni 1;
- 30 podmeril ravni 2

6.3.1.3 Ocenjevalna lestvica

Koristnost nekega merila in možnost njegove uporabe za merjenje uspešnosti različnih alternativ je odvisna od definicije merilnega sistema, tako kvalitativnega kot kvantitativnega, s katerim lahko izrazimo ocenjevalno lestvico.

Ocenjevalna lestvica temelji na razvrstitvah, ki so jih predlagali različni mednarodni uradi in njihovih izkušnjah, ter je prikazana v naslednji tabeli:

Tabela 8. Ocene za ocenjevanje meril

-3	Nesprejemljivo
-2	Izrazito negativno
-1	Zmerno negativno
0	Srednje/nevtrarno
1	Nekoliko pozitivno
2	Zmerno pozitivno
3	Izrazito pozitivno

Vsako merilo dobi oceno med -3 in 3, skrajnosti pa sta izrazito negativen ali pozitiven vpliv. Vrednost **-3 pomeni, da izvedba ni sprejemljiva.**

6.3.1.4 Ponderiranje

Po podelitvi ocene vsaki izvedbi po vsakem merilu je treba uporabiti metodo kombiniranja ocen, da bi dobili skupno oceno.

Kadar se vsako merilo šteje za enako pomembno, lahko ocene preprosto seštejemo. Kadar pa se nekatera merila štejejo za bolj pomembna, lahko določimo ponderje za večji poudarek na takšna merila in ustvarimo drugačne scenarije.

V tem primeru smo določili 5 glavnih scenarijev:

- **Uravnovešeni scenarij:** vsako merilo se ponderira na isti ravni
- **Funkcijski scenarij:** funkcijski vidiki so poudarjeni zaradi razlogov varnosti in obratovanja
- **Gradbeni scenarij:** vprašanja gradnje se štejejo za pomembnejša.
- **Okoljski scenarij:** osredotočenost na okolje med gradnjo in obratovanjem
- **Stroškovno/časovni scenarij:** stroškovni in časovni vidik imata prednost

Tabela 9. Definicija makro ponderirnega sistema

SCENARIJI	MAKRO-MERILA			
	FUNKCIONALNOST	GRADNJA	OKOLJE	STROŠKI/ČAS
BAL	0,25	0,25	0,25	0,25
FUN	0,4	0,2	0,2	0,2
CON	0,2	0,4	0,2	0,2
ENV	0,2	0,2	0,4	0,2
COS	0,2	0,2	0,2	0,4

6.3.1.5 Analiza odločitve po več kriterijih – model WSM (s ponderirano vsoto)

Metoda MCA omogoča izračun indeksa uspešnosti za vsako alternativo in za vsak scenarij.

Vsako vrstico matrike uspešnosti (merila) lahko preoblikujemo vrednost uspešnosti (a_i), ki znaša od -3 do 3 po ocenjevalni lestvici.

V teoriji odločanja je model WSM najbolj znana in najpreprostejša analiza odločitve po več merilih (MCDA) / metoda odločanja po več merilih za ocenjevanje večjega števila alternativ glede večjega števila meril za odločanje.

Predpostavimo na primer, da se dani MCDA problem opredeli na podlagi m alternative in n meril za odločanje. Poleg tega predpostavimo, da so vsa merila pozitivno zastavljena, torej višje vrednosti prinesejo boljše rezultate. Zdaj predpostavimo, da w_j označuje relativni ponder pomembnosti merila C_j , a_{ij} pa je vrednost uspešnosti alternative a_i , kadar se ocenjuje po merilu C_j . Potem je skupni pomen (t.j. če se vsa merila upoštevajo hkrati) alternative A_i , označene kot $A_i^{ocena\ wsm}$, določen, kot sledi:

$$A_i^{\text{WSM-score}} = \sum_{j=1}^n w_j a_{ij}, \text{ for } i = 1, 2, 3, \dots, m.$$

Za primer maksimizacije je najboljša alternativa tista, ki daje najvišjo skupno vrednost uspešnosti.

Analiza se opravi po osnovnem postopku:

1. Definicija izvedb
2. Definicija ocene za vsako merilo:
3. Uvedba ponderjev;
4. Izračun vrednosti uspešnosti vsake alternative za vsak scenarij ponderiranja;
5. Izbira preferenčnih izvedb.

6.3.2 Podrobni podatki o merilih

Naslednje točke opisujejo različna merila in podmerila, uporabljena pri MCA.

6.3.2.1 Funkcionalnost

1. Operabilnost proge

a. Razpoložljivost sistema predorov:

Zanesljivost in sposobnost za vzdrževanje predorske infrastrukture in sistemov je pomemben dejavnik pri zagotavljanju običajnega obratovanja predora. Ocenjevanje razpoložljivosti velikega predora, ki je opremljen z gradbenimi, električnimi, mehanskimi in elektronskimi sistemi, je težka naloga. Ta parameter predstavlja sintezo, kako predor ostane razpoložljiv v času svojega celotnega življenjskega cikla.

b. Prometna zmogljivost - 2. faza:

Glede prometne zmogljivosti so v 1. fazi vse izvedbe enake, vendar je ob misli na bodočo razširitev pomembno oceniti, kako lahko vsaka izvedba obvladuje povečanje prometa.

c. Fleksibilnost obratovanja - 2. faza:

Glede fleksibilnosti obratovanja so v 1. fazi vse izvedbe enake. V prihodnosti pa bo vsaka rešitev drugačna in pomembno je, da razumemo, kako bo vsaka alternativa sposobna obvladovati povečanja prometa, posebno v poslabšanih prometnih razmerah in v primeru delne nerazpoložljivosti sistema.

2. Vzdrževanje

a. Varnost med vzdrževanjem

Vzdrževanje predora v njegovem življenjskem ciklu je bistveno vprašanje, zlasti še pri bodočem razvoju proge Koper – Divača, načrtovane za 2030 – 2040.

3. Varnost med obratovanjem/v izrednih razmerah

a. Znatno tveganje za ljudi v bližini vlakov

Ta parameter predstavlja možnost, da predor zagotavlja varnost za strokovno osebje in ljudi v bližini vlakov med umikom v izrednih razmerah, vključno s široko pešpotjo ali voznimi pasovi. Na splošno so rešitve večjih dimenzij boljše.

b. Učinki v primeru vroče nezgode (ogenj, eksplozija itd.) in obvladovanje dima

To merilo analizira, kako se v predoru obvladuje varnost med scenarijem z ognjem in dimom. Zajeti so navzočnost prezračevalnih sistemov in protipožarne opreme, vrsta voznega parka, oprema za umik in reševanje, varna območja, prečni prehodi, evakuacijski predori...

c. Učinki v primeru hladne nezgode (zaustavitev vlaka, trčenja)

To merilo analizira, kako predor obvladuje varnost med scenarijem hladne nezgode. Zajeti so opremljenost za umik in reševanje, varna območja, prečni prehodi, evakuacijski predor...

d. Intervencijski dostop

Za boljše delo v primeru izrednih razmer potrebujejo reševalne skupine zanje rezervirano pot ali večji prostor. V nekaterih primerih so lahko učinkoviti jaški ali rovi.

4. Klimatske razmere/izmenjava zraka

a. Med običajnim obratovanjem

To merilo se navezuje na upravljanje in izmenjavo zraka med običajnim obratovanjem. Pri tem se upošteva batni učinek, območje odseka, prezračevalni sistem, učinek dimnika, prisotnost prezračevalnih jaškov... ne pa tudi izmenjava zraka v primeru požara ali izrednih razmer (že obravnavano v mer. 3.b).

b. Med vzdrževanjem

To merilo je povezano z upravljanjem in izmenjavo zraka med vzdrževanjem. Pri tem se upošteva območje odseka, prezračevalni sistem, učinek dimnika, prisotnost prezračevalnih jaškov, fleksibilnost pri spremembah v konfiguraciji prezračevanja ali povratni zračni tok. Ne nanaša se na izmenjavo zraka v primeru požara ali izrednih razmer (že obravnavano v mer. 3.b).

5. Prekinitev obratovanja

a. Sposobnost varnega delovanja v času načina poslabšanega obratovanja – 2. faza

V primeru nezgode ali v primeru izmenjave zraka med običajnim obratovanjem lahko vlaki obratujejo v poslabšanem načinu z zmanjšano hitrostjo ali z vmesnimi postanki. Če lahko vlak zamenja tir ali če je na voljo vmesen izogibalni tir, je to lahko prednost glede fleksibilnosti obratovanja. Tudi prisotnost večjih pešpoti ali voznega pasu je lahko koristna.

b. Sposobnost in čas, potreben za vrnitev v običajno obratovanje

Po nezgodah ali vzdrževalnih delih je potrebno nekaj časa za vrnitev v običajno obratovanje, da se odstranijo gradbeni material ali vzdrževalna vozila ali zaradi navzočnosti delavcev, ki končujejo manjša dela.

Prometne površine in oprema kot izogibalni tir, kretnice, drugi tir, vozni pas, široke pešpoti, fleksibilno prezračevanje in vmesni dostop so lahko prav tako koristne.

6.3.2.2 Gradnja

6. Dela

a. Zanesljivost gradnje

Zahteven predorski odsek, potreba po gradnji niš, prečni prehod, velika votlina in portali, jašek ali rovi lahko slabo vplivajo na zanesljivost gradnje predora.

b. Možne motnje pri gradnji

Motnje zaradi geoloških danosti, plina, diskontinuitet ali votlin so lahko resnejše, če je predor dvoceven in ima votline, prečne prehode, velike portale in jaške ali rove.

c. Možnost nadaljnje razširitve

Gradnja drugega ali tretjega tira je lažja, če je vse pripravljeno že v 1. fazi. Dodatna vrednost se izračuna, če izvedba dovoljuje več kot 2 tira.

7. Varnost

a. Vpliv Krasa

Območje Krasa za T1 in T2 lahko pomeni tveganje tako pri izkopavanju NATM kot TBM. Verjetno je to najpomembnejši geološki problem, s katerim se srečujemo med gradnjo. Velik odsek ali večcevni predor tveganje lahko še povečata.

6.3.2.3 Okolje

8. Gradnja

a. *Gradbišča*

Rešitve z zmanjšanimi portali in brez jaškov ali rofov imajo prednost.

b. *Motnje zaradi vodonosnikov in freatske cone*

Tveganje odvajanja površinske vode in izčrpavanja podtalnice med gradnjo: okoljsko tveganje. Zahtevna konfiguracija z več kot eno cevjo, prečnim preходом ali jaški je lahko bolj tvegana.

c. *Motnje zaradi arheoloških in arhitektonskih objektov, naravnih rezervatov in vegetacije ter dediščine*

Glavni učinek imata lahko nacionalni park in naravni rezervat. Prednost imajo rešitve brez jaška in z majhnimi portali.

d. *Optični učinek, pokrajina*

Glavni učinek imata lahko nacionalni park in naravni rezervat. Prednost imajo rešitve brez jaška sredi parka in z majhnimi portali. Rešitev z manjšimi gradbišči pri portalu moa dobiti višje ocene.

e. *Nakupi zemljišč*

Rešitve z majhnim portalom in brez zunanjih delovišč sredi parka imajo prednost.

9. Obratovanje

a. *Učinki na ozračje*

Različne vrste prometa in različni prezračevalni sistemi lahko vplivajo na ozračje. Če je prezračevanje urejeno z jaški, je vpliv močnejši.

b. *Motnje zaradi vodonosnikov in freatske cone*

Tveganje odvajanja površinske vode in izčrpavanja podtalnice med gradnjo: okoljsko tveganje. Zahtevna konfiguracija z več kot eno cevjo, prečnim preходом ali jaški je lahko bolj tvegana.

c. *Hrup in vibracije*

Preprostejše in manjše rešitve z 1 predorom imajo prednost: manj vibracij ali hrupa.

d. *Optični učinek, pokrajina*

Majhni portali in rešitve brez stalnih konstrukcij imajo na zaščitениh območjih prednost.

e. *Zmanjšanje emisij CO₂*

Rešitve z manj opreme, ki zahtevajo manj vzdrževanja, so najboljše.

6.3.2.4 Stroški in čas

10. Stroški

a. *Gradnja – 1. faza*

Pri vseh izvedbah se predvideva, da bodo glavni predori izkopani s TBM, medtem ko je za jaške, rove, votline in prečni prehod predviden klasični izkop.

b. *Gradnja – 2. faza*

Pri vseh izvedbah se predvideva, da bodo glavni predori izkopani s TBM, medtem ko je za jaške, rove, votline in prečni prehod predviden klasični izkop.

c. *Vzdrževanje*

Rešitve, ki zahtevajo manj opreme in manj obratovalnega prostora, imajo prednost.

11. Čas

d. Trajanje gradnje

Pri vseh izvedbah se predvideva, da bodo glavni predori izkopani s TBM, medtem ko je za jaške, rove, votline in prečni prehod predviden klasični izkop.

To merilo dopušča najrazličnejše oblike gradnje. Včasih bi bilo lahko koristno imeti drugačno čelo gradnje.

6.3.3 Ponderiranje po podmerilih

Sistem ponderiranja je bil določen na podlagi inženirske presoje, ki temelji na različnih nedavnih izkušnjah s podporo skupine različnih strokovnjakov za varnost v predorih.

Ponderji so določeni tako, da je vsota vsakega merila 100%.

Tabela 9. Ponderirni sistem MCA

Merilo	Podmerilo Rav.1	Podmerilo Rav.2	En sam ponder
1. Funkcionalnost	Operabilnost proge	Razpoložljivost sistema predorov	3%
		Prometna zmogljivost – 1. faza	10%
		Prometna zmogljivost – 2. faza	5%
	Vzdrževanje	Varnost med vzdrževanjem	10%
	Varnost med obratovanjem /v izrednih razmerah	Znatno tveganje za ljudi v bližini vlakov	7%
		Učinki v primeru vroče nezgode (ogelj, eksplozija itd.) in obvladovanje dima	15%
		Učinki v primeru hladne nezgode (zaustavitev vlaka, trčenja)	5%
		Intervencijski dostop	10%
	Klimatske razmere/izmenj. zraka	Med običajnim obratovanjem	4%
		Med vzdrževanjem	3%
	Prekinitev obratovanja	Sposobnost varnega delovanja v času načina poslabšanega obratovanja – 2. faza	8%
		Sposobnost in čas, potreben za vrnitev v običajno delovanje	20%
2. Gradnja	Dela	Zanesljivost gradnje	20%
		Možne motnje pri gradnji	30%
		Možnost nadaljnje razširitve	15%
	Varnost	Vpliv Krasa	35%
3. Okolje	Gradnja	Gradbišča	20%
		Motnje zaradi vodonosnikov in freatske cone	25%
		Motnje zaradi arheoloških in arhitektonskih objektov, naravnih rezervatov in vegetacije ter dediščine	15%
		Optični učinek, pokrajina	3%
		Nakupi zemljišč	10%
	Obratovanje	Učinki na ozračje	5%
		Motnje zaradi vodonosnikov in freatske cone	10%
		Hrup in vibracije	5%
		Optični učinek, pokrajina	2%
		Zmanjšanje emisij CO2	5%
4. Stroški/čas	Stroški	Gradnja – 1. faza	40%
		Gradnja – 2. faza	15%
		Vzdrževanje	25%
	Čas	Trajanje gradnje	20%



--	--	--	--



6.3.4 Rezultati na matriki MCA

Evaluation Criteria (3=unacceptable; 0=medium; -3=excellent)																			
Options	Phase 1: Single track		Phase 2 Possible expansions		Description	1. Functionality										2. Construction			Safety
	Section	Plan	Section	Rail Operability		Maintenance		Safety during operation/emergency				Climate/ air exchange		Business interruption		Works			
				Tunnel system availability		Traffic capacity Phase2	Operation flexibility Phase2	Safety during maintenance	Significant risks to people close to trains	Effects in the case of accident (fire, explosion etc.) and smoke management	Effects in case of cold accident (train stopped, collisions)	Intervention access	During normal operation	During maintenance operation	Ability to function safely during degraded modes of operation Phase 2	Ability and time required to recover normal operation	Reliability of construction	Potential for future expansion (natural park area, geology, water...)	
OP1				Only Freight	Single tube with emergency tunnel	0	3	3	3	2	2	2	3	2	2	0	-1	-2	-1
				Pass+ Freight		0	3	3	3	2	2	2	3	2	2	0	-1	-2	-1
OP2				Only Freight	Single tube single track	0	3	2	-2	-1	-1	-2	-1	1	0	2	1	-1	0
				Pass+ Freight		-2	3	3	-2	-2	-3	-2	1	-1	1	0	2	1	0
OP3				Only Freight	Single tube with emergency lane and with a separation wall in phase 2	2	3	2	0	3	0	1	1	1	-2	-1	-2	2	-2
				Pass+ Freight		-1	3	3	0	1	-3	1	1	1	-2	-1	-2	2	-2
OP4				Only Freight	Double tube single track	2	3	2	2	1	2	2	2	2	1	0	-1	-2	-1
				Pass+ Freight		1	3	3	2	1	2	2	2	2	1	0	-1	-2	-1

MCA analysis referred to phase 1 if not different specified

Options	Phase 1: Single track		Phase 2 Possible expansions		Description	3. Environment										4. Cost / time			TOTAL
	Section	Plan	Section	Construction					Service/operation					Costs			Time		
				Interference with construction sites		Interference with archaeological, architectural, natural reserves and vegetation, landscape	Visual impact, landscape	Property Acquisitions	Effects on atmosphere	Interference with quailen and pheatic zone	Noise and vibrations	Visual impact, landscape	Reduction of CO2 emissions	Construction Phase 1	Construction Phase 2	Maintenance			
OP1				Only Freight Pass+ Freight	-1 -1	-1 -1	-1 -1	-2 -2	-1 -1	1 1	0 0	-2 -2	-1 -1	0 0	-2 -2	-2 -2	0 0	-2 -2	8 8
OP2				Only Freight Pass+ Freight	3 3	0 0	0 0	-1 -1	0 0	0 0	0 0	0 0	1 1	3 3	-2 -2	2 2	3 3	12 6	
OP3				Only Freight Pass+ Freight	1 1	0 0	1 1	0 0	-1 -1	-1 -1	1 1	-1 -1	0 0	-1 -1	-1 -1	2 2	1 1	0 0	11 4
OP4				Only Freight Pass+ Freight	-1 -1	-2 -2	0 0	-1 -1	-1 -1	0 0	0 0	-1 -1	-1 -1	0 0	-2 -2	3 3	-1 -1	-2 -2	11 11

MCA analysis referred to phase 1 if not different specified

Tabela 10. Splošni rezultati za različne izvedbe

Options	Phase 1: Single track		Phase 2 Possible expansions	Description	Opt.	T	Balanced	Functional	Construction	Environment	Cost/Time
	Section	Plan	Section								
OP1				Single tube with emergency tunnel	Only Freight	Option 03	-0.25	0.264	-0.39	-0.374	-0.5
					Pass+ Freight	Option 03	-0.25	0.264	-0.39	-0.374	-0.5
OP2				Single tube single track	Only Freight	Option 01	0.803%	0.614	0.763	0.803	1.047
					Pass+ Freight	Option 01	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE
OP3				Single tube with emergency lane and with a separation wall in phase 2	Only Freight	Option 02	-0.04	0.074	-0.252	0.02	-0.002
					Pass+ Freight	Option 02	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE	UNACCEPTABLE
OP4				Double tube single track	Only Freight	Option 04	-0.2675	0.096	-0.354	-0.398	-0.414
					Pass+ Freight	Option 04	-0.2625	0.104	-0.35	-0.394	-0.41

MCA analysis referred to phase 1 if not different specified

6.3.5 Pripombe k rezultatom

Analiza MCA prikazuje splošen uspeh Izvedbe 2 z enim samim predorom v prvi fazi.

Izvedbi 2 in 3 sta nemogoči, če upoštevamo rešitev z enim predorom, torej sprejetje Izvedbe 2 ali 3 pomeni tudi sprejetje proge, namenjene izključno tovoru, v 1. fazi.

Izvedba 1 je dobro ocenjena glede funkcionalnosti, vendar je slabša od drugih glede stroškov.

Na splošno je videti, da je bolj enostaven en sam odsek z majhnim predorom; tveganje je majhno in stroški so zmanjšani, zato ima prednost.

Za bodočo razširitev z dvojno progo sta najboljši izvedbi OP3 in OP4, kjer so praktično vsa gradbena dela že izvedena v 1. fazi.

6.4 Ali je proga, namenjena samo tovornemu prometu, sprejemljiva?

To je glavno vprašanje, na katerega je treba odgovoriti, preden se določi rešitev 1. faze z enim predorom.

V Evropi ne obstajajo proge, namenjene samo tovornemu prometu, z izjemo nekaterih manjših prog za rudniške Transporte. Odsek, namenjen tovornemu prometu, bi bil nekaj nekoliko drugačnega od klasičnega pristopa TEN-T (vse-evropska prometna mreža). Vendar ni nujno v nasprotju z njim.

6.4.1 Koridorji TEN- T

Koridorji TEN-T so ena od osnovnih prelomnic v prometnem sistemu EU za prihodnja leta, proga Koper- Divača pa je vključena tako v Sredozemski kot v Baltsko-jadranski koridor.



Slika 63. Koridorji TEN-T in proga KOPER-DIVAČA

Koridorje osnovne mreže so uvedli zato, da bi lažje izvedli koordinirano implementacijo osnovne mreže. Združujejo javne in zasebne vire ter podporo EU s strani CEF, predvsem da bi:

- odstranili ozka grla,
- izgradili manjkajoče čezmejne povezave in
- spodbudili modalne integracije in interoperabilnost.
- Medsebojno povezali (kot trajno potekajoč modalni ukrep bodo ti koridorji medsebojno povezani v multimodalno omrežje TEN-T) tovarne železniške koridorje,
- podpirali čista goriva in
- druge inovativne prometne rešitve,
- podprli telematske aplikacije za učinkovito uporabo infrastrukture,
- vključili mestna območja v TEN-T,
- povečali varnost.

Vidimo, da proga, namenjena izključno tovarnemu prometu, ne bi bila v nasprotju z zgoraj omenjenimi glavnimi merili.

6.4.2 Zunaj Evrope

Zunaj Evrope imajo mnogo izkušenj s progami, namenjenimi izključno tovarnemu prometu, npr. V ZDA, Kanadi, Južni Ameriki, Avstraliji, Afriki...

Pogosto je lastnik infrastrukture upravljavec železnice, da čim bolj poveča dobiček in izboljša železniške postopke obratovanja in vzdrževanja.

6.4.3 O progi Divača – Koper in sistemu TEN-T

Primer proge Divača-Koper je zelo poseben, ker bi obstoječo progo uporabljali za prevoz potnikov, drugi tir pa bi bil namenjen tovarnemu prometu, tako da bi na nek način predstavljala popolno potniško-tovarno progo, ki bi se vključila v koridorje TEN-T (Baltsko-jadranski koridor in Sredozemski koridor).

Vseeno pa so odgovorni iz ITF v prejšnjih raziskavah vprašali Evropsko komisijo, ali bi sprememba v tovarni promet preprečila uporabo financiranja TEN-T. Videti je, da temu ni tako. Vendar pa bi bila za to potrebna pogajanja in razlage tega posebnega primera Evropski komisiji.

Lahko štejemo, da bo sčasoma proga Divača – Koper vključena v sistem TEN-T, tudi če bo novi tir namenjen samo tovoru.

6.5 Povečane ravni varnosti za enocevni predor, namenjen tovornemu prometu

6.5.1 Ali je enocevni železniški predor sprejemljiv glede interoperabilnosti?

TSI za varnost v železniških predorih L 356/394 (2014) vsebuje nekaj bistvenih točk:

1. Ne obstaja zahteva za dvocevni predor
2. Najpomembnejši element glede varnosti predora je povezan z § 4.2.1.5.2 Dostop do varnega območja, kjer je navedeno:

Za dostopne točke z vlaka do varnega območja je treba izbrati eno od naslednjih rešitev: (1) Stranski in/ali vertikalni zasilni izhodi na površje. Ti izhodi morajo biti na voljo vsaj vsakih 1000 m.

(2) Prečni prehodi med sosednjima samostojnima cevema predora, ki omogočajo, da se sosednja cev uporabi kot varno območje. Prečni prehodi morajo biti na voljo vsaj vsakih 500 m.

(3) Dovoljene so alternativne tehnične rešitve, ki zagotavljajo varno območje s vsaj enako ravni varnosti. Enaka raven varnosti za potnike in osebje se dokaže z uporabo Skupne metode za varnost o oceni tveganja.

Tretja alternativa pomeni, da lahko obvladaš problem z upoštevanjem pristopa k tveganju, ki se uporablja pri specifičnih projektih in pri obratovanju vlaka.

3. Obstaja prostor za inovativne rešitve § 6.2.4

(a) Inovativne rešitve so tehnične rešitve, ki izpolnjujejo funkcionalne zahteve in duha te TSI, vendar niso v celoti v skladu z njo.

(b) Če se predlaga inovativna rešitev, proizvajalec ali njegov pooblaščen zastopnik, ustanovljen znotraj Evropske Unije, uporabi postopek, opisan v členu 8.

Tovorni vlak je vlak z enim ali največ dvema članoma posadke, ki sta dobro opremljena in usposobljena za evakuacijo predora v pravo smer. Preden zapusti vlak, vlakovodja uporabi avtonomen dihalni aparat, s katerim lahko normalno diha tudi v okolju, polnem dima. Poleg tega je vlakovodja v lokomotivi na začetku vlaka, zato je požar vedno za njim, pred njim pa prosta pot za evakuacijo.

6.5.2 Splošne varnostne zahteve, ki veljajo tudi za enocevno rešitev

V skladu s TSI in splošnimi varnostnimi pravili je treba uporabiti nekaj splošnih varnostnih zahtev:

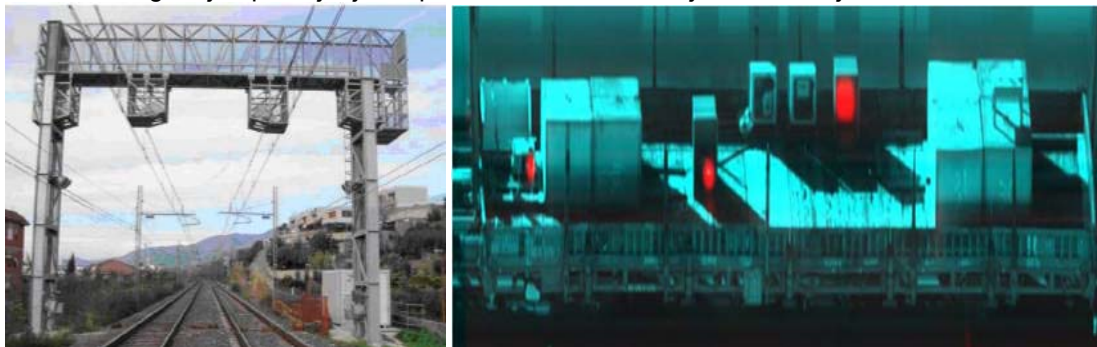
- Zasilna pešpot
- Namenski prezračevalni sistem, ki je sposoben obvladati dim v obeh smereh (učinek dimnika) in prepreči povratni tok dima. Prezračevalni sistem mora biti sposoben ohranjati sprejemljivo okolje tudi za vzdrževanje.
- Varnost premikov na voznem parku in ne na infrastrukturnih objektih: npr. s strogo skladnostjo z vsemi lastnostmi voznega parka TSI B kategorije. Na ta način se zmanjša strošek odškodnine.
- Preprečevanje nedovoljenega dostopa do predora in tehničnih prostorov.
- Požarna odpornost predorskih konstrukcij ob upoštevanju požarne krivulje EUREKA (kot minimum)
- Zaznavanje požarov
- Protipožarni sistem, ki vključuje tudi inovativne in nekonvencionalne ukrepe, kot so gašenje z vodno meglo ali Deluge
- Komunikacije v izrednih razmerah
- Segmentacija nadzemnega voda ali tračnic vodnikov
- Ozemljitev nadzemnega voda ali tračnice vodnikov
- Zanesljivost električne napeljave
- Premislite o dobri radijski komunikaciji vzdolž vsega drugega tira

- Tir brez balasta v predoru, da se zagotovi boljša dostopnost
- Centraliziran nadzor celotnega sistema
- Največja možna pozornost postopkom in predvsem tistim za preprečevanje, od obratovanja do vzdrževanja

6.6 Dodatni ukrepi

Zagotoviti je mogoče dodatne ukrepe. Vsi so pod nadzorom centralnega nadzornega centra.

- Portali s skenerji pred vhodom v glavni tunel za nadzor merilcev termografske kontrole
- Naprave za spremljanje voznega parka
- Zaznava vroče osi
- Sistemi za zaznavanje padajočih skal, zemeljskih zdrsov in plazov
- Ogrevane kretnice, s katerimi se izognemo problemom v zimskih razmerah
- Sistemi za zgodnje opozarjanje na potrese, ki lahko ustavijo obratovanje v okoli 40 sekundah.



Slika 64 Portal za skeniranje in primer zaznave temperature

6.6.1 Inovativna rešitev: Izvedba tovornega vlaka brez vlakovodje

Vlaki brez vlakovodje so pri novem projektu metroja že skoraj standardni, vendar so pri tovornih vlakih še vedno nenavadni. Vendar se zdaj pričakuje nova sprememba, tudi zato, ker drug upravljaivec začenja eksperimentirati z rešitvami prevoza tovora brez vlakovodje. Še zlasti lahko omenimo:

1. Rio Tinto Rail- (Avstralija) 1700km (obratuje od I. 2018)

Rio trenutno upravlja 53 dolgih vlakov – strokovni izraz za dolg niz vagonov. Vsak od njih sestoji iz treh lokomotiv GE s 4400 konjskimi močmi, ki vlečejo 236 vagonov. Vsak dolgi vlak se razteza na 2,25 kilometrih; če so polno naloženi, tehtajo 32.300 ton.

2. PRORail (Nizozemska)

Nizozemski infrastrukturni upravljaavec ProRail je objavil načrte, da bo dovolil poskusno obratovanje avtomatiziranih vlakov na progi Betuwe, namenjeni tovarnemu prometu.

Prva poskusna obratovanja s pomočjo avtopilota pod nadzorom voznika in z možnostjo prevzema ročnega krmiljenja so načrtovana za leto 2017. DB Cargo AG (prej DB Schenker Rail AG) je lani najprej zaprosila ProRail za dovoljenja za preizkušanje, ProRail pa je pripravila ocene tveganja in potrebne predpise.

Trasa je del ERTMS koridorja A in je torej v celoti opremljena s fiksnimi svetlobnimi signali ECTS ravni 2 (SRS 23.0). Potniški vlaki brez voznikov so že običajen prizor v nadzorovanih okoljih, kot so letališča in podzemne železnice, ter v zaprtih transportnih sistemih, kot so na primer rudniki.

Teoretično naj bi avtomatizirani tovorni vlaki porabili manj energije zaradi stalnejših hitrosti, kar naj bi vodilo k večji zmogljivosti proge, saj bi lahko skrajšali časovne razmike med posameznimi vožnjami vlakov.

3. Deutsche Bahn

Nemški železniški upravljavec Deutsche Bahn je potrdil svojo željo, da bi v petih letih uvedel vlake brez voznikov v omrežje svoje države.

Vprašanje, ki povzroča največjo zaskrbljenost v zvezi z izvedbo vlakov brez voznikov, je zahtevnost zaščite železniške proge pred nedovoljenim dostopom do nje (proga podzemne železnice je na primer popolnoma ločena zaradi same narave infrastrukture, tako v predoru kot v zunanjem dvignjenem delu). Projekt 2TDK ima enkratno značilnost, da v skoraj 95 odstotkih poteka v naravno izoliranem okolju, večinoma v predoru ali na viadukih. Ta posebnost je lahko pomembna prednost pri uvajanju tovornega vlaka brez voznika.

Vlak lahko na primer ostane brez voznika od nakladanja tovora v Kopru do postaje Divača, kjer se lahko preklopi na ročni način obratovanja, ki se potem uporablja v bolj klasičnem koridorju ERTMS ravni 2.

Pomembno gospodarsko prednost bi lahko poiskali v večjem vključevanju v avtomatizacijo v pristaniških in železniških dejavnostih, na primer v postopke nakladanja in razkladanja vlakov in ladij.

Časovni razpon projekta nam daje možnost, da smo do neke mere optimistični glede praktične uporabe te tehnologije, pri čemer lahko projekt 2TDK štejemo za zanimiv laboratorij, v katerem bo mogoče določati gospodarski razvoj s spodbujanjem raziskav (univerza, odcepljene enote, novoustanovljene enote) in industrije, povezane s temi tehnologijami.

6.7 Povzetek in predlogi

Sistemska analiza obstoječe prometne rešitve z upoštevanjem različnih presekov zaradi razlike v ceni daje prednost enocevni rešitvi (samo za tovorni promet) v primerjavi z sedanjim projektom (dolgi predori s servisnimi predori). Vendar pa se je z enojno cevjo zmanjšala raven varnosti, ki temelji na takoimenovani »*Skupni metodi za varnost*«, kjer je uporabljen pristop, povezan s tveganjem. To na primer pomeni, da mora nekdo, ki je pooblaščen od lastnika, odobriti koncept, da je pri vsakem prehodu vlaka po progi (z 8 predori) obstaja možnost izgube dveh oseb (vlakovodja in njegov sovoznik).

Vlaki brez voznika so teoretično možni, vendar v realnosti niso v široki uporabi, saj je glavna razlika od podzemnih prog brez voznikov ta, da so le-te ločene od vseh drugih motenj prometa, medtem ko tovorni vlaki vozijo po površju in lahko trčijo v osebe ali druga vozila.

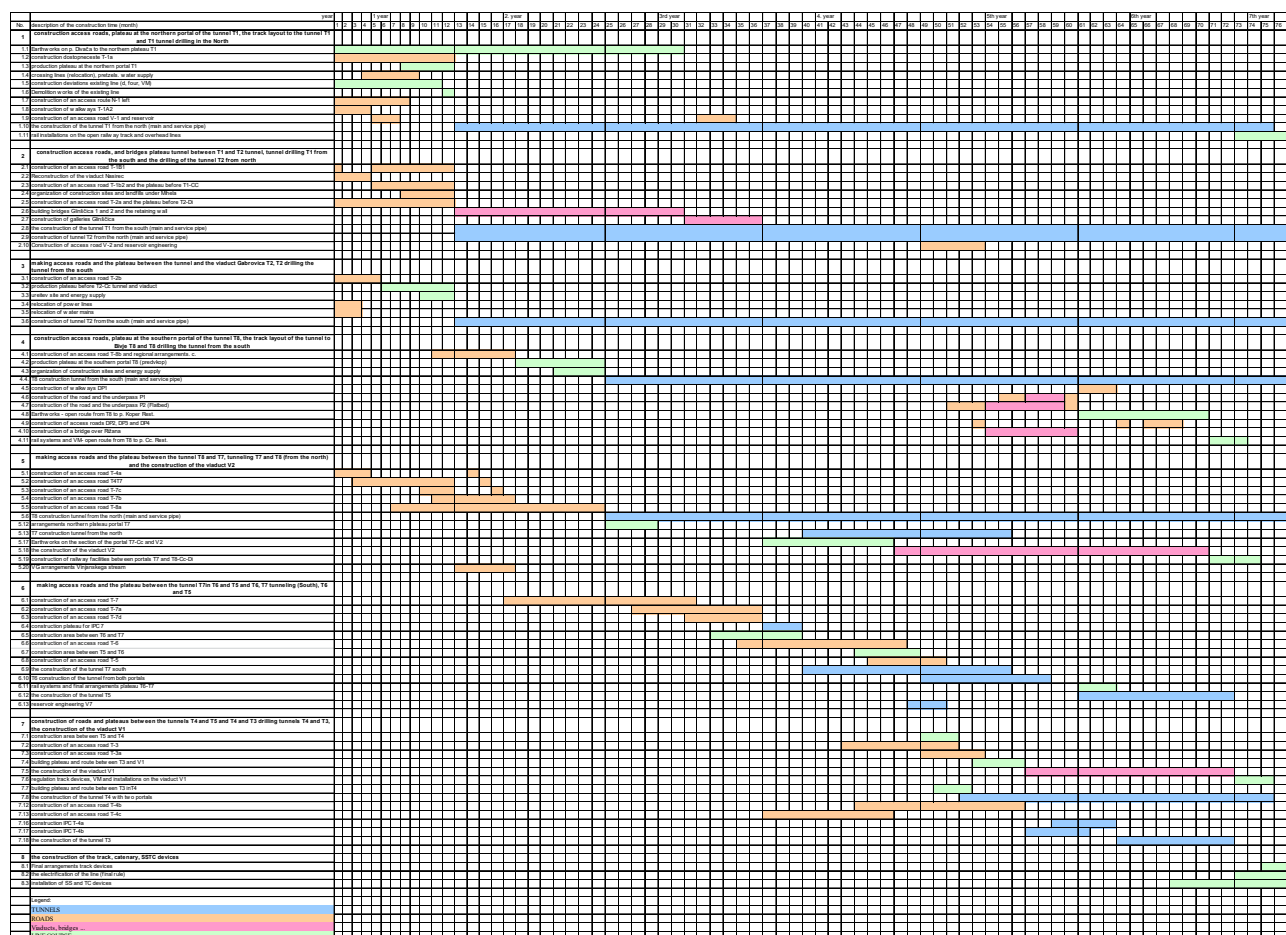
7 PROJEKTNO VODENJE IN RAZDELITEV PO GRADBIŠČIH

Obstoječa projektna dokumentacija predstavlja sam projekt, vendar brez namena, da bi razdelila celotno območje projekta po različnih gradbiščih, ki utegnejo biti zanimiva za optimizacijo gradnje, logistične namene ali za zmanjšanje celotnih stroškov projekta.

Zato bomo, usklajeno s poglavji 8, 9 in 11, ocenili in ovrednotili več različnih gradbišč, da bi ustvarili najboljšo podlago za optimizirano izvajanje projekta.

Prejeta projektna dokumentacija v osnovi nima uradnega in nedvoumnega terminskega plana za sklope gradnje. Zato je bilo treba na podlagi poglavja 7 in razdelitvi projekta po gradbiščih izdelati različne terminske plane gradnje ter preveriti njihovo uporabnost in vpliv na osnovne in dodatne stroške iz poglavij 8 in 9, da bi optimizirali najboljšo obliko razdelitve projekta po gradbiščih in njihov vpliv na trajanje gradnje.

Obstoječe terminske plane potrebujejo Naročnik, Inženir in Projektant. Nekaj smo jih že predali po sestanku med Naročnikom, Inženirjem in Projektantom 27. julija v Ljubljani. Druge pripravlja Projektant za namen prevoza izkopanega materiala v odlagališča viškov materiala, zato ga bomo prosili, da jih preda (poročilo 3623/UG), tako da bodo služili kot podlaga za nadaljnja pogajanja.



Slika 65 – Terminski plan projekta – Vir: 3623-FAT\Tranjanje_gr_del 2011_PGD_E03

Na podlagi razpoložljivega okvirnega terminskega plana projekta in v kombinaciji s terminskimi plani posameznih predorov je bila izdelana analiza terminskih planov trajanja gradnje, ki je navedena v nadaljevanju.

7.1 TBM proti D&B – ocena trajanja

&B – efektivna hitrost izkopa za predora T1 in T2

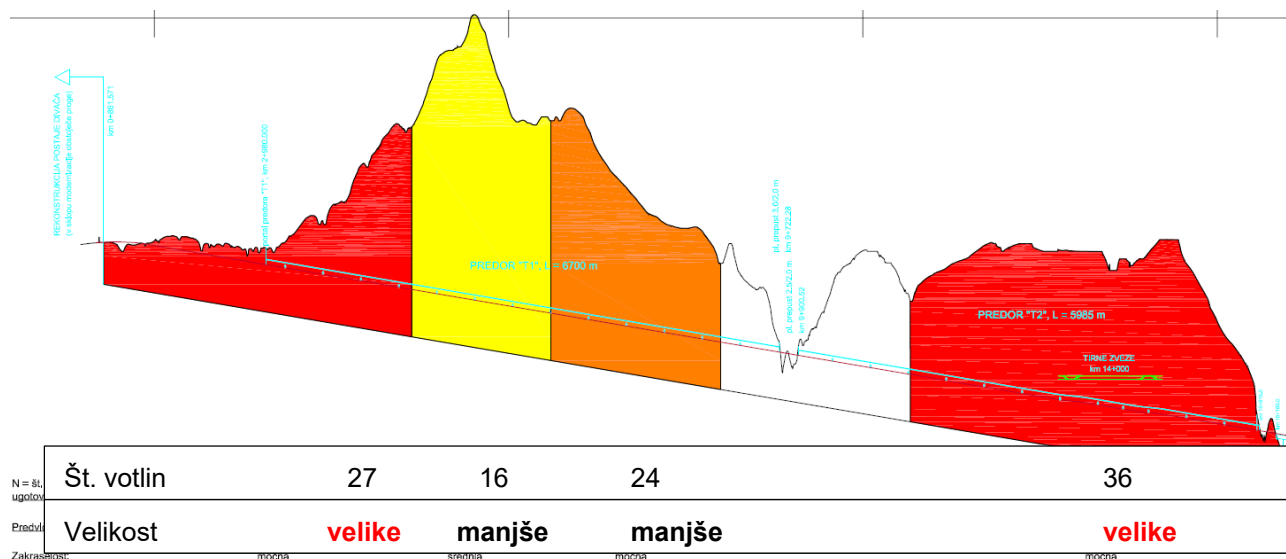
D&B				
Hitrost	[m/dan]	[m/mesec]	[m/leto]	Kakovost kamnin
V1	3,2	97	1168	I
V2	2,8	85	1022	II
V3	2,3	70	840	III
V4	1,5	46	548	IV
V5	1,0	30	365	V

Hitrosti izkopa s TBM so bile ocenjene na podlagi razpoložljivih podatkov iz drugih projektov za predore v podobnem kontekstu za stroj z dvojnim ščitom (Double Shield) (nedavna hitrost napredovanja na progi Stuttgart-Ulm, ki je zdaj v gradnji).

Tabela 11 – TBM DS – efektivna hitrost izkopa za predora T1 in T2

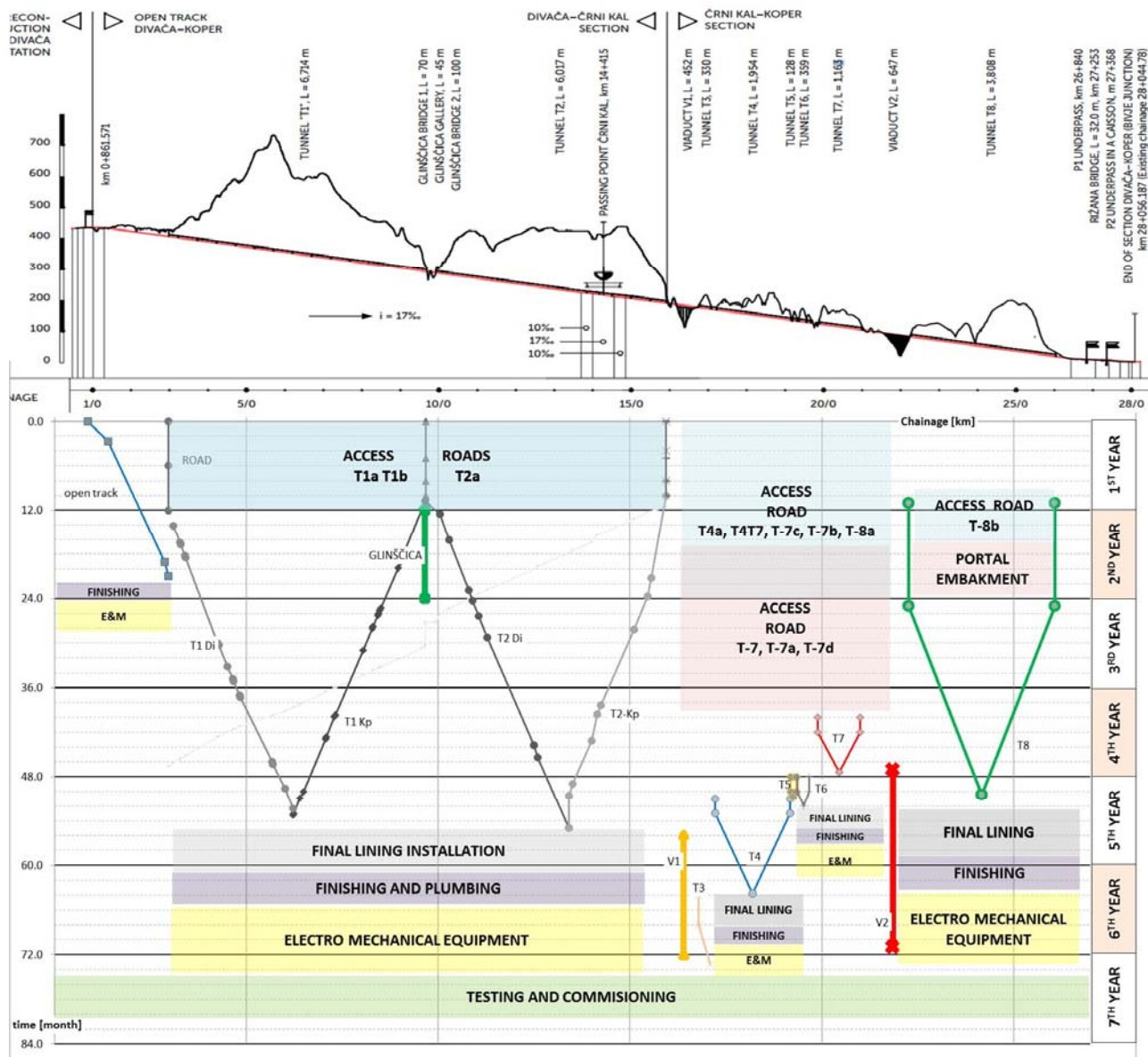
TBM				
Hitrost	[m/dan]	[m/mesec]	[m/leto]	Kakovost kamnin
V1	12.0	365	4380	I
V2	16.0	487	5840	II
V3	18.0	548	6570	III
V4	14.0	426	5110	IV
V5	10.0	304	3650	V

V nadaljevanju je vzdolžni profil, ki prikazuje tveganje zaradi kraškega terena vzdolž predorov T1 in T2. Po tem profilu tveganja je bil dodan čas zaustavitve del za vsako pričakovano votlino. V primeru velike votline smo upoštevali 3 dni zaustavitve, v primeru manjše pa 1 dan.



Slika 66 – Kraško tveganje – vzdolžni profil

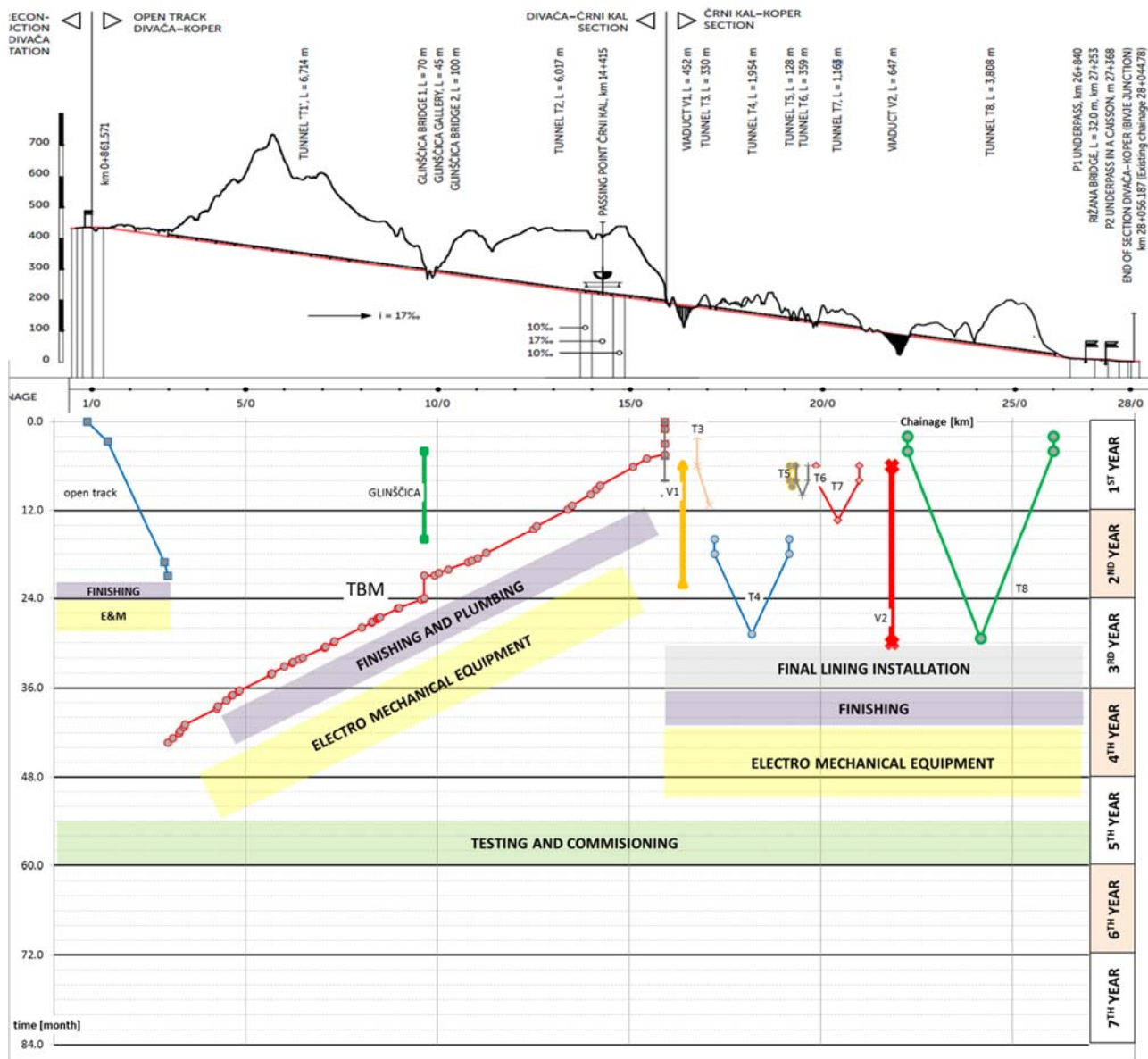
V nadaljevanju podajamo načrtovanje gradnje na osnovi dejanskega ovrednotenja projekta.



Slika 67 – Načrtovanje gradnje – Dejanski terminski plan projekta

Iz načrtovanja gradnje je razvidno, da dostopne poti predstavljajo pomembno zavoro za bistveno napredovanje gradnje, čeprav zajemajo samo 4% skupnih stroškov projekta. Za pripravo hitre ponudbe za poti z lokalnim gradbenikom lahko pričakujemo leto dni gradnje. Če bomo imeli pripravljene vse dostopne poti, bo lahko splošni izvajalec del takoj začel s pripravo portala in izkopom predora. Razdelitev na gradbišča bo korenito skrajšala sklope gradnje, poleg tega pa bo uvedba prave tehnologije TBM optimizirala zaporedje gradbenih del.

V nadaljevanju je načrtovanje gradnje, ki temelji na optimizirani oceni projekta.



Slika 68 – Načrtovanje gradnje – Optimiziran terminski plan

Uvedba TBM je privedla do bistvene optimizacije zaradi dejstva, da je končna obloga položena takoj po izkopu, kar omogoča takojšnjo izvedbo zaključnih del in vodovodnih instalacij. Elektromehanska oprema sledi takoj za tem.

Uvedba dvojnih tesnil za segmentno oblogo (ki naj bi vzdržala do 12 bar vodnega pritiska) omogoči, da se izognemo prehodu iz odsekov z drenažo in tistih brez nje. Z uvedbo te optimizacije bo mogoče opustiti montažo ventilov in vodovodnih instalacij, kar bo še bolj zmanjšalo stroške vzdrževanja.

7.2 Razdelitev na gradbišča

Projekt zajema 4 odseke, kjer so pogoji specifični in zahtevajo posebna dela:

- a. Gradbene poti: zelo koristne in pogosto uporabljene za pospeševanje postopkov za oddajo naročila; potrebnih je okoli 12 mesecev. Enak čas je potreben, da se stroj TBM dostavi na gradbišče.
- b. Gradbišče Divača - Črni Kal, od zadnje kretnice na strani C postaje Divača do izhodnega portala predora T2 (portal T2 - KP) from od km 0 + 861.571 do km 15 + 945.600. Logično, zaradi vrste geologije (kras) in večinoma del vrtanja predora.
- c. Gradbišče Črni Kal - Koper, od izhodnega portala predora T2 (portal T2 - Kp) do začetka tovarne postaje Koper, od km 15 + 945.600 do km 28 + 068,241. Druge vrste geologije (fliš in lapor) ter drugačni kratki predori, ki jih je mogoče izvesti samostojno, če so na voljo pristopne poti.
- d. Del trase od km 26 + 600 (ENP Dekani) do konca trase na km 28 + 068,241 (začetek na tovarni postaji Koper) bo del projekta »Odpravljanje ozkih grl na železniški progi Divača – Koper. Samostojni del tega projekta.

Ob upoštevanju razdelitve po gradbiščih lahko zaključimo, da bomo v primeru, če imamo

- a) 1 gradbišče: bi to zahtevalo izjemno velike konzorcije, ki jih je težko ustanoviti in zmanjšujejo možnost, da bi bili konkurenčni.
- b) 2 gradbišči: logično je razdeliti projekt na del na Krasu (približno polovico dolžine) in drugo polovico (večinoma v flišu); v smislu stroškov je to delitev na okoli 53% / 47% (420 mio EUR / 380 mio EUR), vendar se zmanjša obseg gradbenih del in tveganj ter omogoči večja konkurenčnost.
- c) 3 gradbišča: prvo je na Krasu - 420 mio EUR) zaradi tehnoloških omejitev, Lot2 lahko služi za predore T3-T7 in viadukt V1, Lot3 pa za predor T8 in viadukt V2; s tem bi omogočili sodelovanje še več družbam, vendar bi bilo potrebnih še več križišč in koordinacijskih točk.
- d) 4 gradbišča in več: obseg zadevnega dela bi bil zdaleč večji in postopek bolj zapleten brez neposredne koristi niti za stroške niti za trajanje in Lastnika.

Na podlagi sedanjega razumevanja projekta je videti, da utegne biti iz organizacijskega vidika, pa tudi iz vidika koristi, ki izvirajo iz konkurenčnosti ter vključevanja novih tehnologij (TBM za predore), najugodnejša izvedba z 2 gradbiščema.

7.3 Povzetek in predlogi

Pripraviti je treba obliko gradbene pogodbe in razpisne dokumentacije za gradnjo na podlagi razdelitve projekta na dve gradbišči.

Izdelati je treba projektno dokumentacijo za možnost oddaje ponudb za tehnologijo TBM za najdaljše predore (T1, T2, T8) in za pripravo zadevne razpisne dokumentacije po projektu za izkop predora s TBM. Tehnologija TBM utegne skrajšati trajanje gradnje za 2 leti (5 let trajanja gradnje namesto 7 let samo za NATM – novo avstrijsko metodo gradnje); boljša je tudi za zaščito pred vodo in varnejša za delavce v predoru v primeru vdorov vode zaradi nestabilnosti kamnine in lahko bistveno zmanjša finančne stroške v primeru najdaljših predorov.

8 OVREDNOTENJE STROŠKOV IN PREGLED

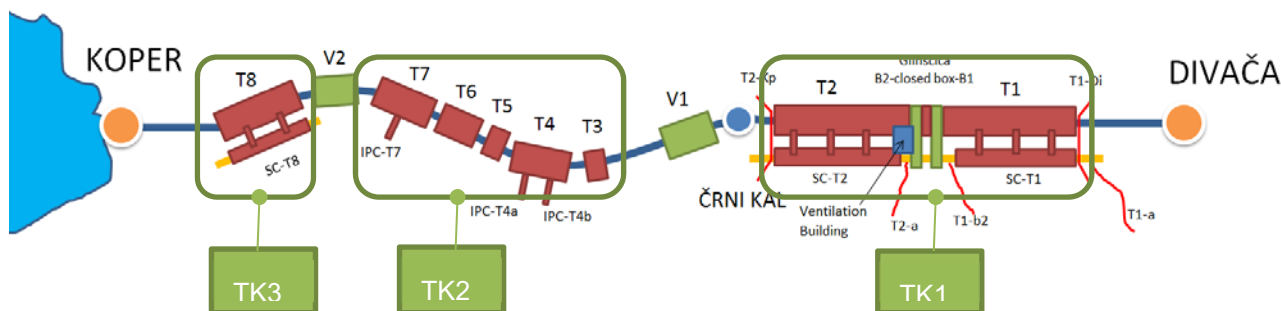
V obstoječi projektni dokumentaciji so določene cene iz Popisa del s cenami, ki predstavljajo raven cen projekta na podlagi obstoječe projektna dokumentacije.

Treba je ovrednotiti obstoječe Popise del, saj so bili nekateri varnostni ukrepi, še zlasti med izkopom predorov, izračunani in vključeni v skupno ceno nekaterih predorov. Zato je pomembno, da razumemo, da raven varnosti, ki smo ga še upoštevali, ne zvišuje drugih dodatnih stroškov nad raven osnovnih stroškov, predstavljenih v Popisih del. Poleg tega obstaja nekaj odstotkov neznanih stroškov, ki so zajeti v osnovne stroške, ovrednotene nad povprečni odstotek skupnih vsot na konstrukcije, te pa je treba ugotoviti in predstaviti njihovo vrednost.

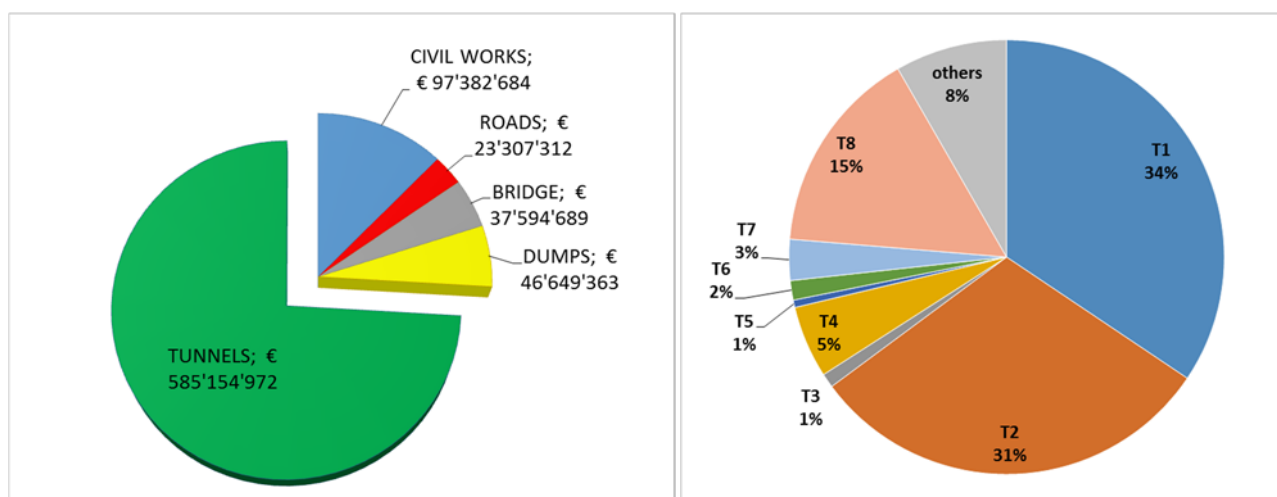
Po drugi strani je pomembno, da proučimo tehnologije, uporabljene v projektni dokumentaciji, in jih primerjamo z obstoječo mednarodno prakso.

Cilj tega poglavja je ovrednotiti stroške projekta, razbite na podkategorije. Po analizi naj bi se osredotočili na prihranke pri stroških, ki so posledica odstranitve servisnih tunelov in prevoza potnikov.

Najpomembnejši in najdražji del Projekta prav gotovo predstavljajo predori, ki pokrivajo skoraj 75% skupnih stroškov. Konkretno predstavljajo predori T1, T2 in T8 80% celotnih stroškov predorov.



Slika 69. Podrobni podatki o sistemu predorov



Slika 70 – Razdelitev stroškov projekta / Predori (brez DDV)
Vir: Izvleček iz PGD\4_Predračun\ 3649_0_SKUPNA REKAPITULACIJA_predracun

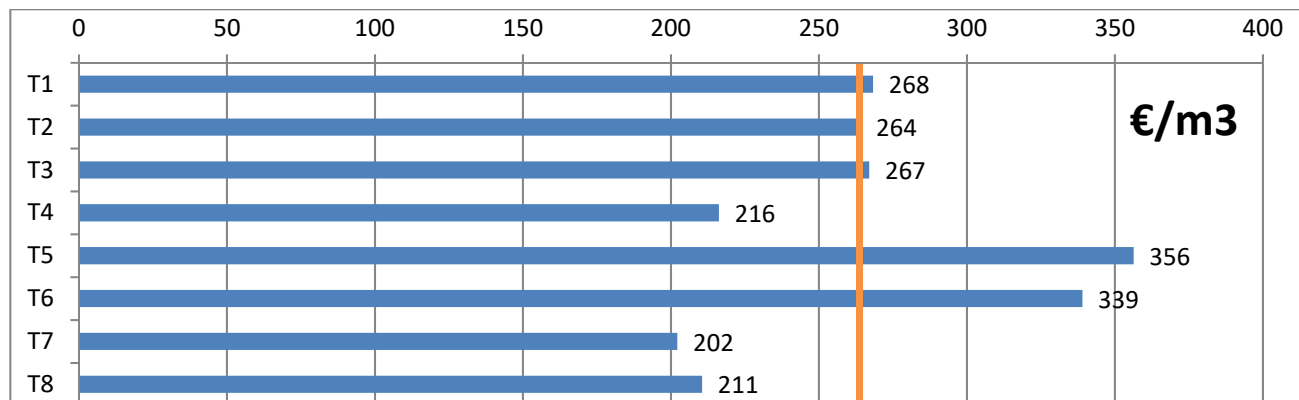
8.1 Predori

Predori so najdražja postavka projekta 2TDK. Za primerjavo stroškov gradnje predora z ostalo bistveno železniško infrastrukturo je bila opravljena naslednja analiza Popisa del:

Tabela 14 – Ovrednotenje stroškov na kubični in na dolžinski meter predora (dolžina servisnega predora se doda k dolžini predora). Vir: Izvleček iz PGD\4_Predračun\ 3649_5_PREDORI_predracun

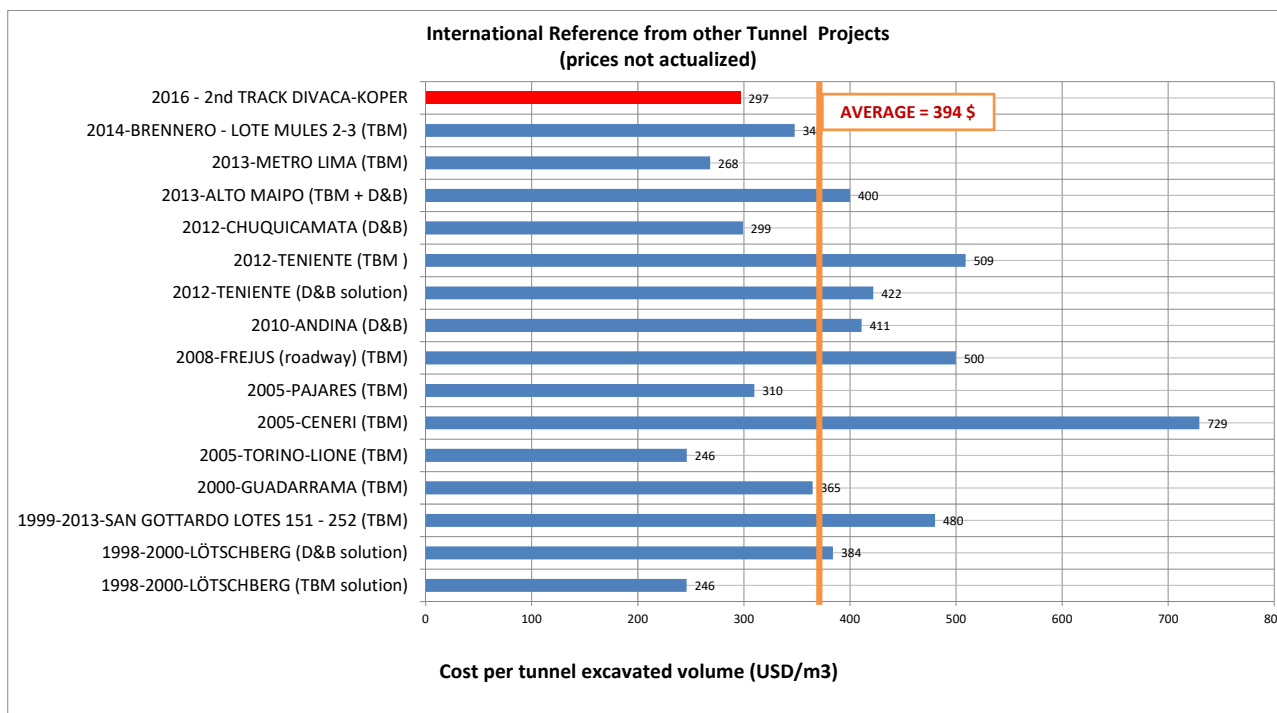
Predor	m	€	m ³	€/m ³	€/m
T1	13.397	201.408.756 €	750.666	268	15.034
T2	12.045	178.045.997 €	674.366	264	14.782
T3	330	6.168.380 €	23.100	267	18.692
T4	2.158	31.423.584 €	145.320	216	14.561
T5	128	3.192.847 €	8.960	356	24.944
T6	358	8.496.275 €	25.060	339	23.733
T7	1.327	17.844.523 €	88.270	202	13.447
T8	7.626	89.887.169 €	426.916	211	11.787
E&M		48.687.441 €			1.303
Skupaj		585.154.972 €	2.142.658 m ³	265 €/m ³	

Povprečna cena na kubični meter izkopanega predora je **265 €/m³**, kar ustreza **297 \$/m³** (menjalni tečaj 1,12 EUR/USD). Na ceno močno vpliva dolžina zaradi dejstva, da sta izkop in podpora portala vključena v to ceno na enoto. Krajši predori imajo višjo ceno na enoto v primerjavi s T1, T2 in T8.



Slika 71 – Cena na kubični meter izkopa [€/m³]

V tej ceni ni upoštevana električna in strojna oprema, temveč samo gradbena dela. Montaža električne in strojne opreme predstavlja 8,3% celotne cene. Ceno smo primerjali z drugimi projekti predorov po svetu in rezultat je, da je cena predora 2TDK na izkopani kubični meter za okoli 20-25% nižja od povprečnih cen pri nedavnih podobnih mednarodnih projektih, ki znaša **394\$/m³** (297/394 = 0,753 %). Povprečne cene se večinoma določajo po novjših srednjeevropskih cenah.



Slika 72 – Cena na kubični meter izkopenega predora – Mednarodne reference [$\$/m^3$]

Za predore T1, T2, T5 in T8 so izdelani podrobni opisi del vključno s cenami in razdelitvijo stroškov v podskupine. Povzetek Popisov del teh predorov je naveden v naslednjih poglavjih.

Za predore T3, T4, T6 in T7 ni podrobnih podatkov, kakšna je sestava njihovih Popisov del. Vse podrobne cene manjkajo.

8.1.1 Predor T1

V nadaljevanju je podana razdelitev stroškov v podskupine za Predor T1 vključno s servisnim predorom.

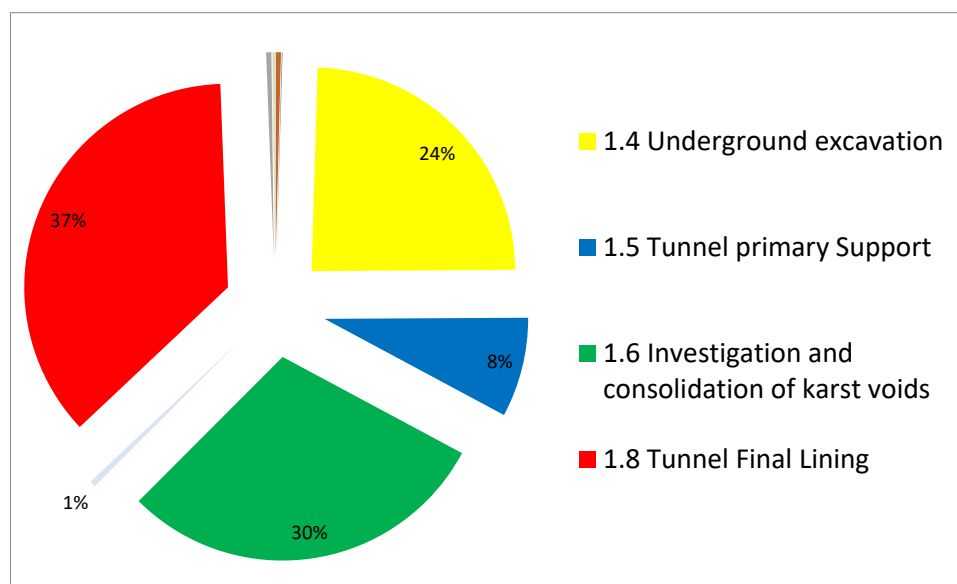
Tabela 12 – Predor T1 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

Items	Cost	Percentage
1.1 Site Arrangements	14.959 €	0,0%
1.2 Portal Excavation	767.596 €	0,4%
1.3 Portal support and embankments	120.148 €	0,1%
1.4 Underground excavation	45.986.358 €	24,4%
1.5 Predor primary Support	14.918.053 €	7,9%
1.6 Investigation and consolidation of karst voids	55.795.648 €	29,6%
1.7 Geotechnical measurements	908.040 €	0,5%
1.8 Predor Final Lining	68.595.887 €	36,4%
1.9 Portal construction and final arrangement	766.354 €	0,4%
1.10 Firefighting water well	15.400 €	0,0%
2 Wastewater tank	54.040 €	0,0%
3 Design Service	290.000 €	0,2%
Total:	188.232.483 €	100,0 %
Unforeseen works 7%	13.176.273 €	7,0%
Total nett:	201.408.756 €	107,0%

Poleg tega je v Popisu del upoštevano zvišanje cene za 7 % zaradi nepredvidenih del.

Razvidno je, da na stroške predora vplivajo 4 glavne postavke:

1. 37 % - Končna obloga z upoštevanjem betona in armature
2. 30 % - Protiukrepi za kraške votline
3. 24 % - Podzemeljski izkop
4. 8 % - Primarna podpora



Slika 73 – Predor T1 - Predor T1 – Razporeditev stroškov po odstotkih

8.1.2 Predor T2

Here after is reported the cost subdivision for Predor T2 including the service tunnel.

Tabela 13 – Predor T2 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

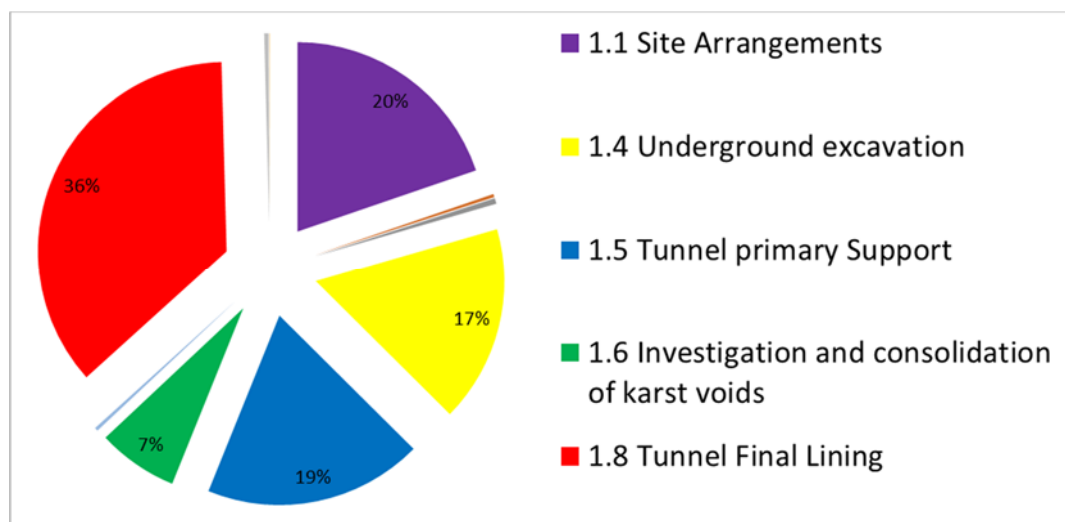
Postavke	Cena	Odstotek
1.1 Ureditev gradbišča	32.529.657.00 €	19,8%
1.2 Izkop portala	448.394.88	0,3%
1.3 Podpora portala in nasipi	798.803.05 €	0,5%
1.4 Podzemeljski izkop	27.807.950.70 €	16,9%
1.5 Primarna podpora predora	30.827.280.03 €	18,7%
1.6 Raziskava in konsolidacija kraških votlin	11.334.356.68 €	6,9%
1.7 Geotehnične meritve	492.670.00 €	0,3%
1.8 Končna obloga predora	59.641.093.69 €	36,2%
1.9 Gradnja portala in končna ureditev	622.460.96 €	0,4%
1.10 Vrtina s požarno vodo	91.495.42 €	0,1%
Skupaj 1:	164.594.162.41 €	100,0%
Drenaža, transformator, prezračevalna naprava, drugo	1.803.965.46 €	
Skupaj 2:	166.398.128.87€	100,0 %
Nepredvidena dela 7%	11.647.869.95 €	7,0%
Skupaj neto:	178.045.996.82 €	107,0%

Dodatno je v Popisu del upoštevano zvišanje cene za 7 % zaradi nepredvidenih del.

Ni jasno, kako se postavka »Ureditev gradbišča« obravnava v tem Popisu del, saj cena ni razdeljena v podskupine manjših postavk. Pri tem je cena te postavke izjemno visoka v primerjavi z ureditvijo drugega gradbišča, kjer sta običajno zajeta 2 % celotne gradnje predora. Znesek 30 mio EUR se odšteje od vsote kot neznani stroški.

Razvidno je, da 5 glavnih postavk vpliva na stroške predora.

1. 36 % - Končna obloga z upoštevanjem betona in armature
2. 20 % - Ureditev gradbišča
3. 19 % - Primarna podpora
4. 17 % - Podzemeljski izkop
5. 7 % - Protiukrepi za kraške votline



Slika 74 – Predor T2 - Razporeditev stroškov v odstotkih

8.1.3 Predor T3

V nadaljevanju je podana razdelitev stroškov v podskupine za Predor T3; podzemeljski servisni predori za evakuacijo nad portalom niso predvideni.

Tabela 14 – Predor T3 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

Postavke	Cena	Odstotek
Skupaj T3 z drenažno enoto	5.764.841.30 €	100,0%
Nepredvidena dela 7%	403.538.89 €	7,0%
Skupaj neto:	6.168.380.19 €	107,0 €

8.1.4 Predor T4

V nadaljevanju je podana razdelitev stroškov v podskupine za Predor T4 vključno s podzemeljskimi servisnimi predori, pravokotnimi na os glavnega predora.

Tabela 18 – Predor T4 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

Postavke	Cena	Odstotek
Skupaj T4 z drenažno enoto in 3 energetskimi postajami	29.367.835.21 €	100,0%
Nepredvidena dela 7%	2.055.748.46 €	7,0%
Skupaj neto:	31.423.583.67 €	107,0 €

8.1.5 Predor T5

V nadaljevanju je podana razdelitev stroškov v podskupine za Predor T5, brez podzemeljskih servisnih predorov, ker je evakuacija predvidena čez portal.

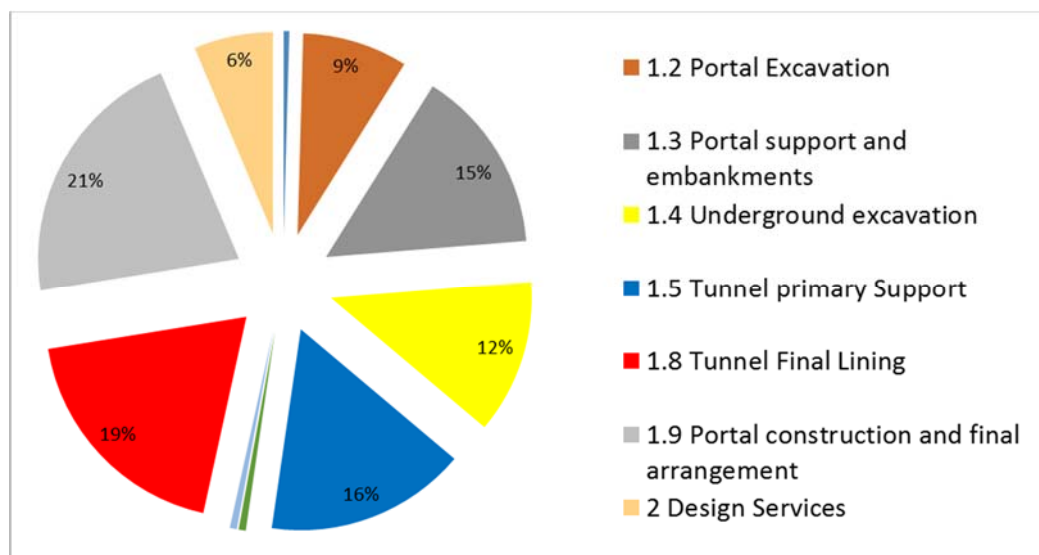
Tabela 19 – Predor T5 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

Postavke	Cost	Odstotek
1.1 Ureditev gradbišča	13.428.88 €	0,45%
1.2 Izkop portala	252.721.23 €	8,47%
1.3 Podpora portala in nasipi	441.616.18 €	14,80%
1.4 Podzemeljski izkop	370.885.80 €	12,43%
1.5 Primarna podpora predora	482.350.08 €	16,16%
1.6 Raziskava in konsolidacija kraških votlin	17.054.00 €	0,57%
1.7 Geotehnične meritve	16.905.00 €	0,57%
1.8 Končna obloga predora	566.727.10 €	18,99%
1.9 Gradnja portala in končna ureditev	632.280.81 €	21,19%
2 Storitve projektiranja	190.000.00 €	6,37%
Skupaj:	2.983.969.08 €	100,0%
Nepredvidena dela 7%	208.877.84 €	7,0%
Skupaj neto:	3.192.846.91 €	107,0 €

Dodatno je v Popisu del upoštevano zvišanje cene za 7 % zaradi nepredvidenih del.

Ker je dol le 128 m, stroški za predor nimajo glavnega vpliva na teže stroškov.

1. 21% - Gradnja portala in končna ureditev
2. 19% - Končna obloga predora
3. 16% - Primarna podpora
4. 15% - Podpora portala in nasipi
5. 12% - Podzemeljski izkop



Slika 75 – Predor T5 - Razporeditev stroškov v odstotkih

8.1.6 Predor T6

V nadaljevanju je podana razdelitev stroškov v podskupine za Predor T6, brez podzemeljskih servisnih predorov, ker je evakuacija predvidena čez portal.

Tabela 20– Predor T6 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

Postavke	Cost	Odstotek
Skupaj T6 z drenažno enoto	7.940.443.99 €	100,0%
Nepredvidena dela 7%	555.831.08 €	7,0%
Skupaj neto:	8.496.275,07 €	107,0 €

8.1.7 Predor T7

V nadaljevanju je podana razdelitev stroškov v podskupine za Predor T7, vključno s podzemeljskimi servisnimi predori, pravokotnimi na os glavnega predora.

Tabela 21 – Predor T7 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

Postavke	Cost	Odstotek
Skupaj T7 T4 z drenažno enoto in 3 energetskimi postajami	16.677.124.36 €	100,0%
Nepredvidena dela 7%	1.167.398.71 €	7,0%
Skupaj neto:	17.844.523.07 €	107,0 €

8.1.8 Predor T8

V nadaljevanju je podana razdelitev stroškov v podskupine za Predor T8, vključno s servisnim predorom.

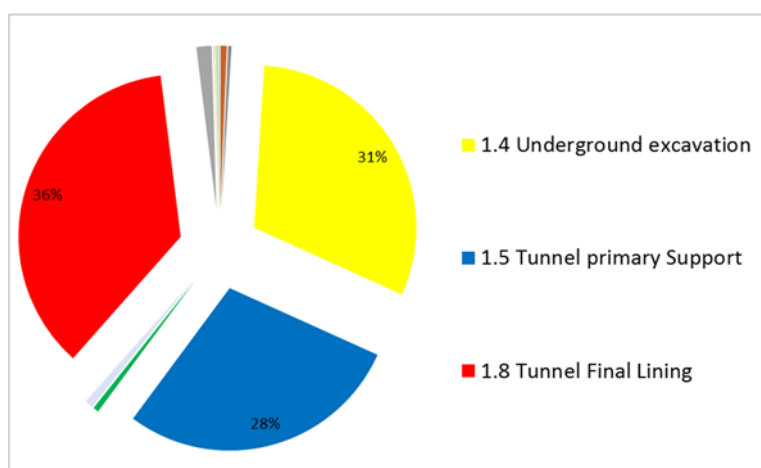
Tabela 22 – Predor T8 – Povzetek iz Popisa opreme in del s cenami

Postavke	Cena	Odstotek
1.1 Ureditev gradbišča	17.527 €	0,02%
1.2 Izkop portala	528.537 €	0,63%
1.3 Podpora portala in nasipi	282.558 €	0,34%
1.4 Podzemeljski izkop	25.831.498 €	30,75%
1.5 Primarna podpora predora	23.877.604 €	28,42%
1.6 Raziskava in konsolidacija kraških votlin	472.050 €	0,56%
1.7 Geotehnične meritve	699.065 €	0,83%
1.8 Končna obloga predora	30.637.422 €	36,47%
1.9 Gradnja portala in končna ureditev	1.270.641 €	1,51%
1.10 Protipožarni vodni rezervoar	45.760 €	0,05%
2 Rezervoar za odpadno vodo	54.038 €	0,06%
3 Storitve projektiranja	290.000 €	0,35%
Skupaj:	84.006.700.25 €	
Nepredvidena dela 7%	5.880.469.02 €	7,0%
Skupaj neto:	89.887.169.26 €	107,0 €

Dodatno je v Popisu del upoštevano zvišanje cene za 7% zaradi nepredvidenih del.

Razvidno je, da tri glavne postavke vplivajo na ceno predora:

1. 36% - Končna obloga z upoštevanjem betona in armature
2. 31% - Podzemeljski izkop
3. 28% - Primarna podpora



Slika 76 – Predor T8 - Razporeditev stroškov v odstotkih

8.1.9 Povzetek predori

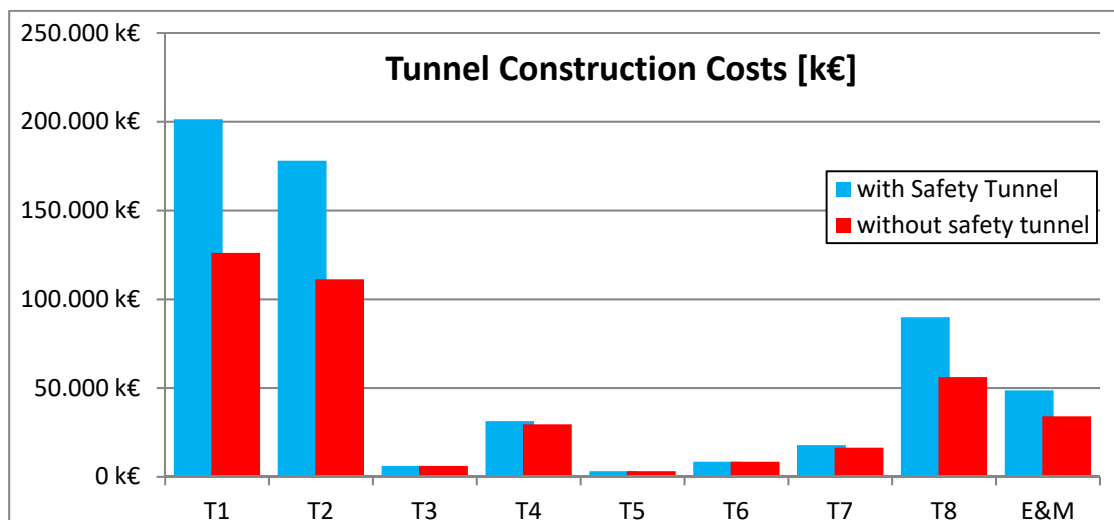
Postavko ureditve gradbišča pri predoru T2 bi bilo treba zmanjšati za 30 mio EUR, ker je namen stroškov neznan. Na splošno so drugi stroški predorov sprejemljivi, ob dejstvu, da Popisi del za predore T3, T4, T6 in T7 ne vsebujejo razčlenitve stroškov. Na splošno so povprečne cene predorov okoli 20-25 % nižje od povprečnih cen srednjeevropskih predorov.

Potrebna je uskladitev cen, ker imajo iste postavke različne cene na enoto pri različnih predorih.

8.2 Prihranki pri stroških

8.2.1 Predori v primeru ene cevi samo za tovorni promet

Rezultati analize MCA (analiza po več merilih) kažejo, da je izvedba za tovorni promet brez servisnih predorov najugodnejša rešitev, ki združuje koristi in prihranke, vendar pa je pomanjkljiva glede varnosti. Pri gradnji predora je mogoče doseči zmanjšanje cene za okoli 33% na podlagi cene na izkopani kubični meter. Prihranek pri gradnji predora bi bil 193 mio € pri 585 mio.€.



8.3

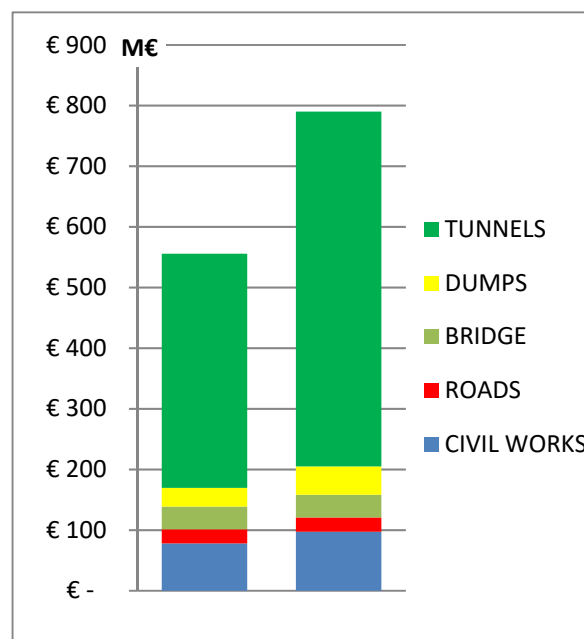
Slika 77 – Predor Cost Comparison

Prihranek pri odlagališčih viška materiala bi bil 33%, prihranili pa bi tudi pri stroških za predore. Pri odlagališčih viška materiala bi prihranili 15 mio € pri 46 mio €.

Pri gradbenih delih je prihranek ocenjen na 20 % zaradi zmanjšanja infrastrukture, medtem ko pri cestah in mostovih ni zmanjšanja, saj nanje ne vpliva odstranitev servisnih predorov.

Tabela 23 – Ocena prihranka pri stroških (brez DDV)

POSTAVKA	s servisnim predorom	brez servisnega predora
GRADBENA DELA	€ 97.382.684	€ 77.906.147
CESTE	€ 23.307.312	€ 23.307.312
MOST	€ 37.594.689	€ 37.594.689
ODLAGALIŠČA	€ 46.649.363	€ 30.788.579
PREDORI	€ 585.154.972	€ 391.369.588
Skupaj	€ 790.089.020	€ 555.799.009
PRIHRANEK		€ 234.290.011



Končni prihranek pri celotnem projektu lahko ocenimo na 234 mio €.

8.3.1 Ovrednotenje stroškov za TBM

V naslednjem poglavju so ovrednoteni stroški za gradnjo predora ob izkopu s TBM za predora T1 in T2 brez servisnih predorov.

Strošek za TBM je bil ocenjen na 22 mio € z nadaljnjim amortizacijskim faktorjem 50%. Ostale komponente stroškov so že izražene na meter izkopanega predora.

Tabela 24 – Razdelitev stroškov izkopa s TBM in segmentne obloge

STROŠKI IZKOPA IN SEGMENTNE OBLOGE			
Št.°	POSTAVKA	€/m	odstotkov
1	Delovna sila	2000	16%
2	Energija in poraba	1700	13%
3	Transport, montaža in demontaža	300	2%
4	Transportni trakovi	165	1%
5	Polnjenje obročaste reže	180	1%
6	Amortizacija TBM	1000	8%
7	Izdelava segmentne obloge	6000	47%
8	Odvoz na začasno odlagališče viškov materiala	650	5%
9	Zaključna dela	800	6%
SKUPAJ		12795	100%

Gradnja predora se je povečala za 30% zaradi tehnologije TBM, ki zahteva več prostora in kompleksnejše tehnologije. Stroškovne postavke za klasično gradnjo so odstranili in jih nadomestili s stroškovnimi postavkami za gradnjo s TBM. Ob upoštevanju teh postavk se lahko ovrednoti nova skupna cena za predora T1 in T2.

Tabela 25 – Predor T1 – ocena stroškov pri tehnologiji TBM

Postavke	Cost	Odstotek
1.1 Ureditev gradbišča	19.447 €	0,01%
1.2 Izkop portala	997.875 €	0,69%
1.3 Podpora portala in nasipi	120.148 €	0,08%
1.6 Raziskava in konsolidacija kraških votlin	55.795.648 €	38,46%
1.7 Geotehnične meritve	908.040 €	0,63%
1.9 Gradnja portala in končna ureditev	996.260 €	0,69%
1.10 Protipožarni vodni rezervoar	15.400 €	0,01%
2 Rezervoar za odpadno vodo	54.040 €	0,04%
3 Storitve projektiranja	290.000 €	0,20%
4 Gradnja predora s TBM	85.891.303 €	59,20%
Skupaj:	145.088.161 €	

Tabela 26 – Predor T2 – ocena stroškov pri tehnologiji TBM

Postavke	Cost	Odstotek
1.1 Ureditev gradbišča	32.529.657 €	22,73%
1.2 izkop portala	582.913 €	0,41%
1.3 Podpora portala in nasipi	798.803 €	0,56%
1.6 Raziskava in konsolidacija kraških votlin	11.334.357 €	7,92%
1.7 Geotehnične meritve	492.670 €	0,34%
1.9 Gradnja portala in končna ureditev	622.461 €	0,43%
1.10 Vrtina s požarno vodo	91.495 €	0,06%
4 Gradnja predora s TBM	76.739.612 €	53,62%
5 Dvotirni odsek	19.935.617 €	13,93%
Skupaj:	143.127.584.93 €	

Skupna cena predorov je navedena v naslednji tabeli.

Tabela 27 – Predori – ocena stroškov pri tehnologiji TBM

Predor	€
T1	145.088.161 €
T2	143.127.585 €
T3	6.168.380 €
T4	29.561.782 €
T5	3.192.847 €
T6	8.496.275 €
T7	16.443.565 €
T8	56.124.211 €
E&M	34.081.209 €
Skupaj	442.284.015 €

8.3.2 Povzetek dejavnikov pri oceni stroškov za enojne tovarne predore in obstoječi projekt

V primeru, ko ocenjujemo, da bo obstajal en sam predor z enim samim tirom samo za tovorni promet in BREZ servisnega predora za evakuacijo, znaša zmanjšanje celotnih stroškov za predore okoli 193 mio EUR, kar pomeni, da enojni predor z rešitvijo NATM brez varnostnih predorov stane **391 mio EUR**. Ta cena temelji na cenah na enoto, ki jih je določil Projektant za slovenski trg, in znaša v povprečju 265 €/m³ za izkop NATM.

Če upoštevamo zelo grobo oceno za uporabo tehnologije TBM za isti predor z eno samo cevjo samo za tovorni promet, znašajo stroški **442 mio EUR** na podlagi povprečnih srednjeevropskih cen za predore. Pomembno je upoštevati, da so dejanski stroški za predor na podlagi Projektanta očitno za 25% nižji v primerjavi s srednjo referenčno vrednostjo 265 €/m³ za izkop NATM, kot je prikazano na slikah 71 in 72. Če popravimo ceno na enoto, ki zviša stroške na srednjeevropsko raven, za 25%, je rešitev s TBM konkurenčna in nižja ($489/442 = 1,106$) kot klasični izkop NATM ($391 \text{ mio €} \cdot 1,25 = 489 \text{ mio €}$) v primeru popravkov.

Obenem znašajo celotni stroški predorov za obstoječi projekt s servisnimi cevmi in tehnologijo NATM **585 mio EUR**, medtem ko bi lahko bili stroški za izvedbo s TBM po tem grobem izračunu okoli 10,6 nižji in bi znašali okoli **529 mio EUR**. Podrobnejši izračun za izvedbo s TBM bi lahko dal boljše in pravilne rezultate.

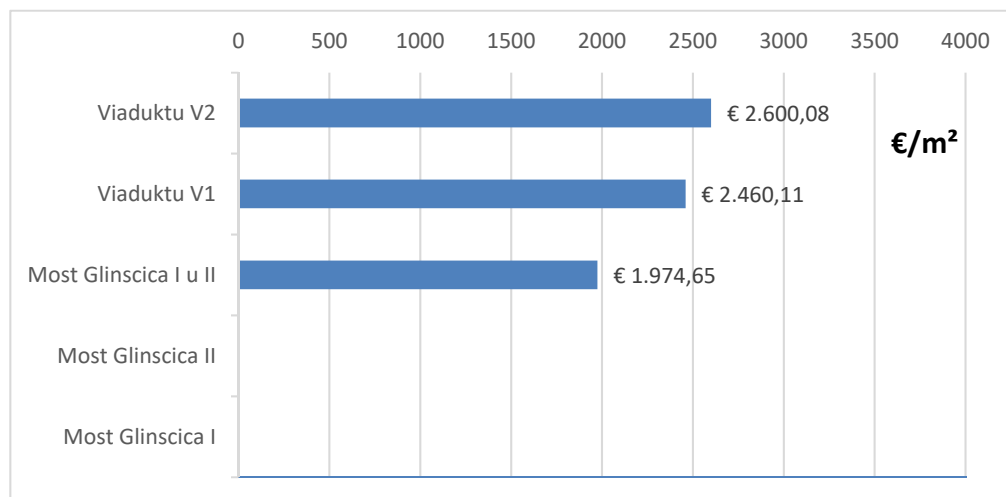
8.4 Mostovi

Poleg predorov so mostovi druga velika skupina inženirskih konstrukcij na tem projektu. Da bi lahko primerjali stroške gradnje mostov, je bila opravljena naslednja analiza Popisov del.

Tabela 28 – Mostovi – geometrija in stroški

Most	Dolžina	Širina	Površina	Stroški	€/m ²
Most Glinščica I	74,00	16,25	1,202,50		
Most Glinščica II	104,00	16,25	1.690,00		
Most Glinščica I u II			2.892,50	€ 5.711.683,50	€ 1.974,65
Viadukt V1	452,30	10,45	4.726,54	€ 11.627.798,07	€ 2.460,11
Viadukt V2	647,00	9,60	6.211,20	€ 16.149.597,59	€ 2.600,08

Povprečna cena gradnje mostu na kvadratni meter je okoli 2.400 €/m². Stroški so predvsem odvisni od vrste gradnje, dolžine in razpona loka mostov. Ker je način gradnje enak, dobimo v glavnem enake stroške na kvadratni meter za oba objekta V1 in V2. Za mostova 1 in 2 čez Glinščico so stroški gradnje pribl. 20% nižji zaradi uporabe preprostejšega načina gradnje.



Slika 78 – Primerjava cen mostov

Mostovi predstavljajo okoli 4% celotnih stroškov gradnje projekta. Z vidika stroškov je največji objekt viadukt »V2-Vinjan«, ki predstavlja okoli 43% stroškov gradnje vseh mostov, t.j. okoli 1,7% skupnih stroškov gradnje.

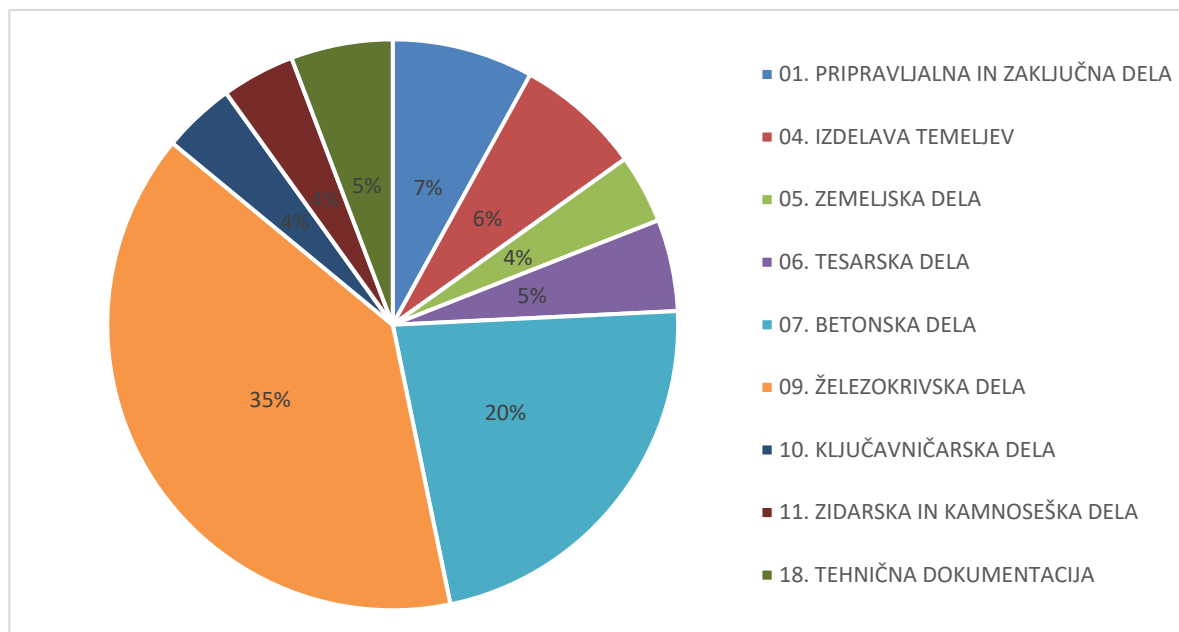
Ob natančnejši obravnavi posameznih stroškovnih postavk za mostove je očitno, da postavke za beton in ojačenje zavzemajo odločilni delež stroškov. Zaradi nizkega deleža v celotnem strošku za mostove so bile zato v tej študiji utemeljenosti raziskane samo te postavke.

8.4.1 Most Glinščica

V nadaljevanju se opravi nadzor utemeljenosti odločilnih postavk mostov Glinščica 1 in 2.

Tabela 29 – Razčlenitev stroškov _ Most Glinščica 1+2

REKAPITULACIJA VSEH DEL	Costs	[%]
01. PRIPRAVLJALNA IN ZAKLJUČNA DELA	€ 660.000	7%
02. ZAŠČITA PRED DOTOKOM VODE	€ 5.000	0%
04. IZDELAVA TEMELJEV	€ 588.065	6%
05. ZEMELJSKA DELA	€ 322.330	4%
06. TESARSKA DELA	€ 429.130	5%
07. BETONSKA DELA	€ 1.858.800	20%
09. ŽELEZOKRIVSKA DELA	€ 3.235.675	35%
10. KLJUČAVNIČARSKA DELA	€ 338.144	4%
11. ZIDARSKA IN KAMNOSEŠKA DELA	€ 342.425	4%
12. IZOLACIJE	€ 53.559	1%
13. ODVODNJAVANJE	€ 130.645	1%
14. ELEKTROENERGETSKI VODI	€ 40.000	0%
15. USTROJ VOZIŠČA CESTE	€ 31.356	0%
16. RAZNO	€ 85.000	1%
18. TEHNIČNA DOKUMENTACIJA	€ 476.000	5%
Skupaj:	€ 8.596.129	93%
Nepredvidena dela 7%:	€ 601.729	7%
Skupaj brez DDV:	€ 9.197.857	



Slika 79 – Razčlenitev Glinščica 1+2

Bistvene postavke glede armature in betona. Podrobno so bile preiskane naslednje postavke:

Tabela 30 – Razčlenitev stroškov _ Most Glinščica 1+2

Postavka	Oznaka	€ na kg	€ na m ³
09/51	Jeklo za armiranje	€ 1,00	
09/52	Jeklo za armiranje	€ 4,00	
07/21 to 07/23	Beton		€ 90,00
07/24	Beton		€ 80,00
07/25 to 07/27	Beton		€ 100,00

Medtem ko je cena jekla za postavko 09/51 (1 €/kg) v skladu z našimi izkušnjami in sedanji običajni ceni, cene jekla po postavki 09/52 (4 €/kg) iz našega stališča niso utemeljene.

Na podlagi naših izkušenj so cene za beton utemeljene.

8.4.2 Viadukt "V1" Gabrovica

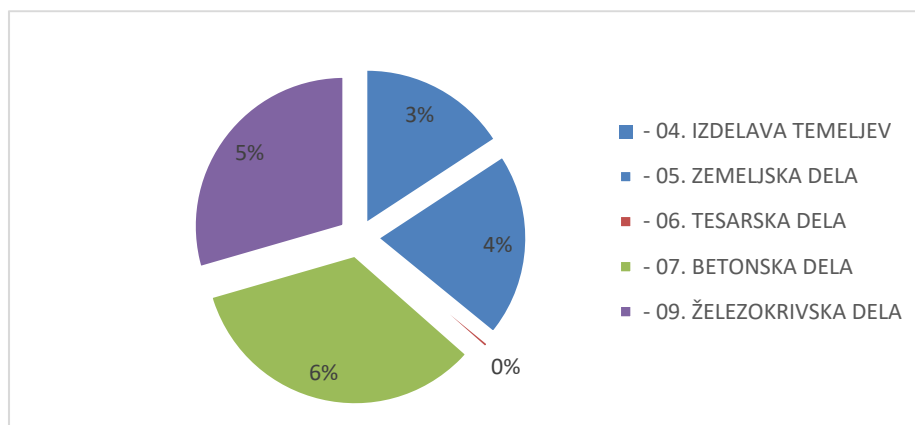
V naslednjem besedilu je opravljena kontrola utemeljenosti odločilnih postavk mostu Gabrovica »V1«.

V specifikacijah se razlikuje med nadgradnjo in temelji mostu.

Poleg tega smo zaradi večje pomembnosti upoštevali samo nadgradnjo mostu.

Tabela 31– Razčlenitev stroškov _ Viadukt V1 Gabrovica

TEMELJENJE	Stroški	[%]
- 04. IZDELAVA TEMELJEV	€ 336.590	3%
- 05. ZEMELJSKA DELA	€ 429.868	4%
- 06. TESARSKA DELA	€ 13.255	0%
- 07. BETONSKA DELA	€ 726.170	6%
- 09. ŽELEZOKRIVSKA DELA	€ 629.712	5%

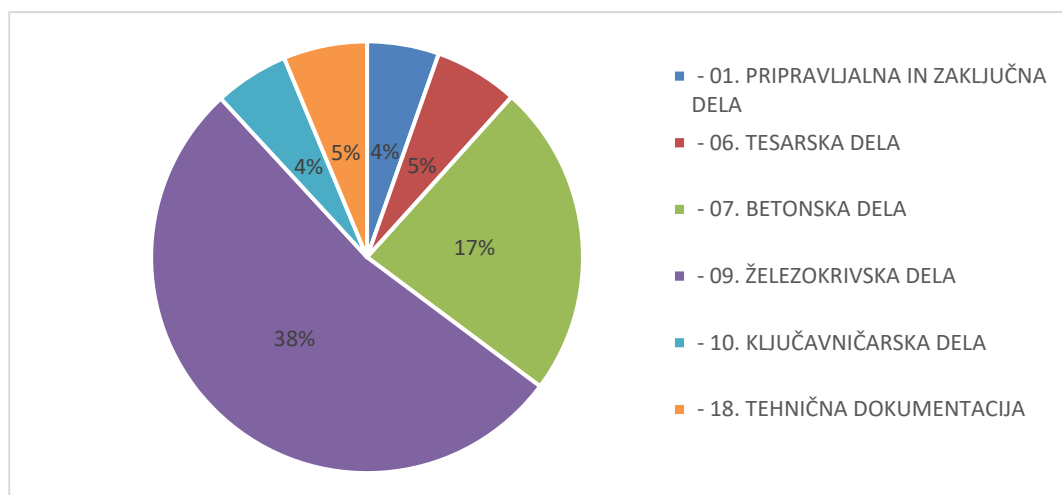


Slika 80 – Razčlenitev Viadukt V1 Gabrovica - temeljenje

Tabela 32 – Razčlenitev stroškov _ Viadukt V1 Gabrovica

OSTALO BREZ TEMELJENJA	Stroški	[%]
- 01. PRIPRAVLJALNA IN ZAKLJUČNA DELA	€ 450.000	4%

- 02. ZAŠČITA PRED DOTOKOM VODE	€ 0	0%
- 06. TESARSKA DELA	€ 524.270	5%
- 07. BETONSKA DELA	€ 1.964.950	17%
- 09. ŽELEZOKRIVSKA DELA	€ 4.421.182	38%
- 10. KLJUČAVNIČARSKA DELA	€ 466.272	4%
- 11. ZIDARSKA IN KAMNOSEŠKA DELA	€ 18.620	0%
- 12. IZOLACIJE	€ 87.312	1%
- 13. ODVODNJAVANJE	€ 172.900	1%
- 14. ELEKTROENERGETSKI VODI	€ 62.000	1%
- 16. RAZNO	€ 40.000	0%
- 18. TEHNIČNA DOKUMENTACIJA	€ 524.000	5%
Skupaj:	€ 10.867.101	93%
Nepredvidena dela 7%:	€ 760.697	7%
Skupaj brez DDV:	€ 11.627.798	



Slika 81 – Razčlenitev Viadukt Gabrovica V1

Odločilne postavke so povezane z ojačitvijo in betonom. Podrobno so bile preučene naslednje postavke:

Cena na enoto			
V1 Viadukt	09/14	BSt 500 S jeklo za armiranje	0,90 €/kg
	09/15	BSt 500 S jeklo za armiranje	1,25 €/kg
	09/16	1670/1860 jeklo za prenapenjanje	3,30 €/kg
	07/xx	Cene na enoto za beton glede na kakovost betona, stopnjo izpostavljenosti, količino itd.	80 €/m³ do 400 €/m³

Tabela 33 – Cene na enoto _ Viadukt Gabrovica V1

Na podlagi naših izkušenj so cene za jeklo in beton utemeljene.

8.4.3 Viadukt Vinjan "V2"

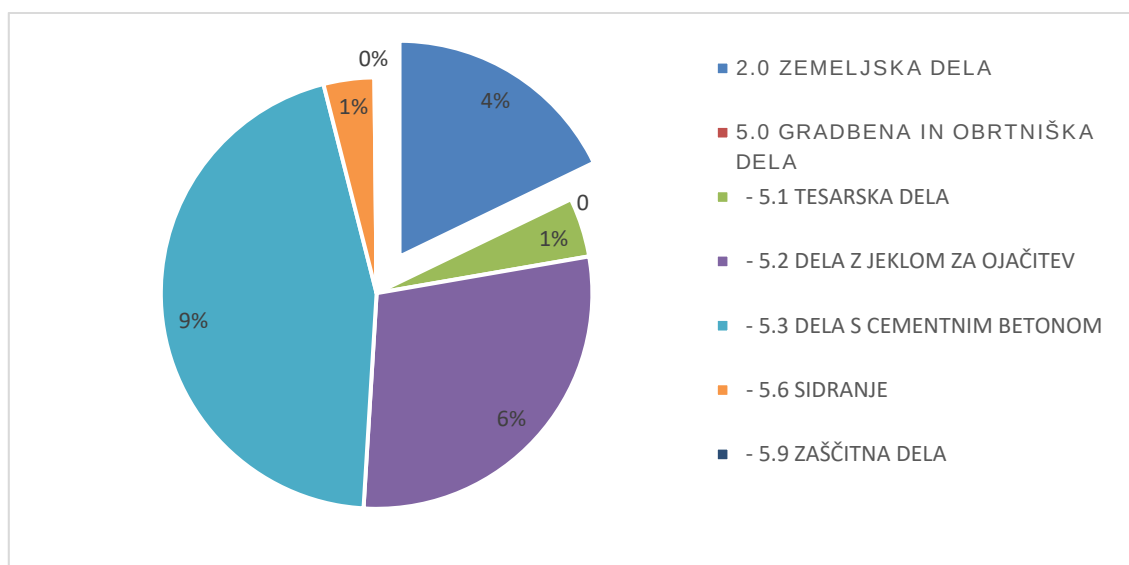
V naslednjem besedilu je opravljen nadzor utemeljenosti odločilnih postavk mostu Vinjan »V2«.

V specifikacijah se razlikuje med nadgradnjo in temelji mostu.

Poleg tega smo zaradi večje pomembnosti upoštevali samo nadgradnjo mostu.

Tabela 34 – Razčlenitev stroškov temeljenja – Viadukt Vinjan V2.

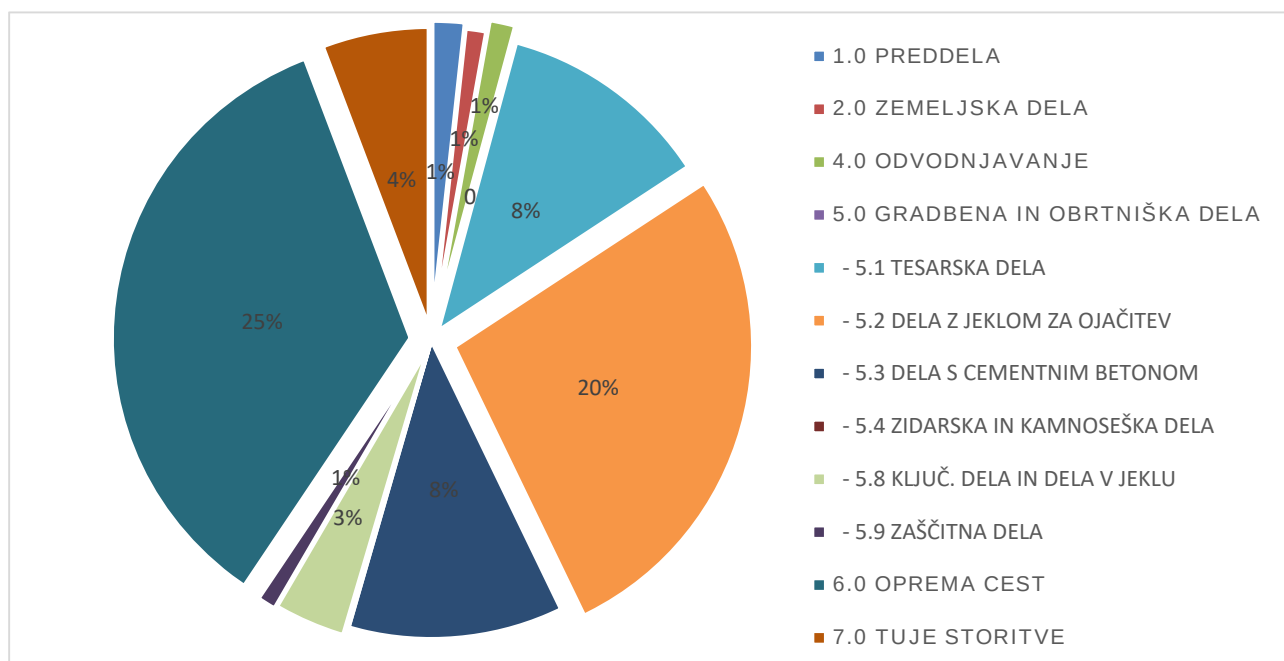
I. TEMELJENJE	Costs	[%]
2.0 ZEMELJSKA DELA	€ 588.593	4%
5.0 GRADBENA IN OBRTNIŠKA DELA		
- 5.1 TESARSKA DELA	€ 146.410	1%
- 5.2 DELA Z JEKLOM ZA OJAČITEV	€ 946.674	6%
- 5.3 DELA S CEMENTNIM BETONOM	€ 1.487.090	9%
- 5.6 SIDRANJE	€ 125.325	1%
- 5.9 ZAŠČITNA DELA	€ 5.495	0%
I. TEMELJENJE SKUPAJ:	€ 3.299.587	



Slika 82 – Razčlenitev stroškov temeljenja – Viadukt Vinjan V2

Tabela 35 – Razčlenitev stroškov temeljenja – Viadukt Vinjan V2.

II. ZGORNJA KONSTRUKCIJA	Costs	[%]
1.0 PREDDELA	€ 202.700	1%
2.0 ZEMELJSKA DELA	€ 129.789	1%
4.0 ODVODNJAVANJE	€ 200.675	1%
5.0 GRADBENA IN OBRTNIŠKA DELA		
- 5.1 TESARSKA DELA	€ 1.358.064	8%
- 5.2 DELA Z JEKLOM ZA OJAČITEV	€ 3.183.570	20%
- 5.3 DELA S CEMENTNIM BETONOM	€ 1.366.031	8%
- 5.4 ZIDARSKA IN KAMNOSEŠKA DELA	€ 13.510	0%
- 5.8 KLJUČ. DELA IN DELA V JEKLU	€ 450.155	3%
- 5.9 ZAŠČITNA DELA	€ 117.520	1%
6.0 OPREMA CEST	€ 4.093.800	25%
7.0 TUJE STORITVE	€ 677.682	4%
II ZGORNJA KONSTRUKCIJA SKUPAJ:	€ 11.793.495	



Slika 83 – Razčlenitev stroškov Viadukt V2

Odločilne postavke so povezane z ojačitvijo in betonom. Podrobno so bile preučene naslednje postavke:

Tabela 36 – Cene na enoto _ Viadukt Vinjan V2

Cena na enoto

V2 Viadukt	5.2/1	BSt 500 S jeklo za armiranje	1,1 €/kg
	5.2/2	BSt 500 S jeklo za armiranje	0,9 €/kg
	5.2/3	1670/1860 jeklo za prenapenjanje	3,75 €/kg
	5.3/xx	Concrete Cene na enoto in relation to concrete quality, exposure class, quantity, etc.	93,10 €/m ³ do 319,00 €/m ³

Na podlagi naših izkušenj so navedene cene za jeklo in beton utemeljene.

8.4.4 Povzetek za mostove

Zaradi nizkega deleža mostov v celotnih stroških gradnje posamezne postavke nimajo odločilnega vpliva na skupne stroške gradnje.

Nadzor utemeljenosti odločilnih postavk je bil opravljen samo za posamezne objekte. Poleg tega smo primerjali zgradbo specifikacij.

Pri tem so bila ugotovljena naslednja dejstva:

- Različna zgradba specifikacij vseh mostov
- Različne cene na enoto za enake storitve
- Različne oznake za kakovost jekla za objekte – glej Tabelo

Tabela 37– Cene na enoto _ vsi mostovi

			Cena na enoto
Glinščica I and II bridges	09/51	S 500 jeklo za armiranje	1,00 €/kg
	09/52	S 500 jeklo za armiranje	4,00 €/kg
	09/53	1670/1860 jeklo za prenapenjanje	3,30 €/kg
V1 Viadukt		BSt 500 S jeklo za armiranje	0,90 €/kg
	09/14	BSt 500 S jeklo za armiranje	1,25 €/kg
	09/14	1670/1860 jeklo za prenapenjanje	3,30 €/kg
V2 Viadukt		BSt 500 S jeklo za armiranje	1,1 €/kg
	5.2/1	BSt 500 S jeklo za armiranje	0,9 €/kg
	5.2/2	1670/1860 jeklo za prenapenjanje	3,75 €/kg

Priporočamo:

- izdelavo enakih specifikacij za vse mostove
- enakih cen na enoto za enake postavke za vse mostove

8.5 Stroški elektromehanskih naprav in sistemov

8.5.1 Razpoložljivi podatki in njihova zanesljivost

Dokumenti, ki so na voljo za oceno stroškov, so:

[1] Tabela »Poslovni primer 2013«

[2] Tabela - PGD DK2 izvleček_povzetek_2015

3649_1_TRASA_predračun

3649_2_CESTE_predračun

3649_3_PREMOSTITVENI OBJEKTI_predračun

3649_4_DEPONIJE_predračun

3649_5_PREDORI_predračun)

[3] Projektna dokumentacija – Odsek Črni Kal – Koper (3610)

Transformer stations	3610/P - Folder 4-1	Z2TCKKP-5E9002_Ocena Investicije
Emergency lighting in tunnel	3610/P - Folder 4-2	Z2TCKKP-5E9102_Ocena Inv Z2TCKKP-5E9152_Ocena Inves
Power supply in tunnel	3610/P - Folder 4-3	Z2TCKKP-5E9202 Z2TCKKP-5E9252
CCTV and security	3610/P - Folder 4-4	Z2TCKKP5E9452_POPIS Z2TCKKP5E_M91-Varnostni sistemi
20 kV installation tunnel T8	3610/P - Folder 4-5	Z2TCKKP-5E1102_popis_ocena stroškov
Fire fighting (water system)	3610/P - Folder 5-1	Z2TCKKP5S1101 - Tehnično poročilo
ENP Crni Kal	3610/T - Folder 4-3	Z2TCKKT-5E1102_popis
	3610/T - Folder 4-4	Z2TCKKT5E_M02
	3610/T - Folder 4-2	08_POPIS DEL S PREDIZMERAMI
	3610/T - Folder 4-5	Z2TCKKT-5E1302_popis
	3610/T - Folder 4-6	Z2TCKKT-5E1402_popis
	3610/T - Folder 4-7	PREDRAČUN ENP CRNI KAL PGD
	3610/T - Folder 5-1	ENP Črni kal popis-prezračevanje PGD CD ENP Črni kal popis-strojne PGD CD
Catenary system OCS	3610/T - Folder 4-1/	pred_PGD_končni
Cathodic protection pipeline	3610/T - Folder 9/3	ELABORAT
	916 - Folder 4/1	pgd

[4] Projektna dokumentacija – Odsek Divača – Črni Kal (3623)

Transformer stations	3623/P - Folder 4/1	Z2TDCKP5E9102-Projektantska_ocena
Emergency lighting in tunnel	3623/P - Folder 4/2	Z2TDCKP-5E_03-splosni del in tekst
Power supply in tunnel	3623/P - Folder 4/3	Z2TDCKP-5E_04-splosni del in tekst
CCTV and security	3623/P - Folder 4/4	Z2TDCKP-5E_05-splosni del in tekst
20 kV installation tunnel T1	3623/P - Folder 4/5	Z2TDCKP-5E_TEKSTUALNI DEL
Fire fighting (water system)	3623/P - Folder 5/1	Z2TDCKP5S_01 - Požarna voda
Data network	3623/P - Folder 6/1	Z2TDCKP-5C_06-splosni del in tekst
Catenary system OCS	3623/T - Folder 4/1	3623-T_VM_zvezek 1
	3623/T - Folder 4/1	3623-T_VM_zvezek 1
Telecom (existing line relocation)	3623/T - Folder 6/1	1-4-PGD-53_37_300-trasa-SVTK-TEKST

Opombe:

- [1] To je glavni povzetek ovrednotenja del, stroškov in investicij. Postavke stroškov elektromehanske opreme in sistemov (signalizacija in TLC) so bile spojene z 8 glavnimi postavkami.
- [2] To je povzetek stroškov za glavna dela (Ceste, Trasa, Predor, mostovi itd.). Glavni del ocen za elektromehanska dela je v Predorih in Trasi.

V ta dokument niso vključene ocene stroškov za signalizacijo in telekomunikacije (GSM-R).

Dokument vsebuje nekaj napak v povzetkih (napačne reference). Glej podrobnosti v nadaljevanju.

- [3], [4] To so podrobni Popisi del in ocene stroškov, kot jih vsebuje vsako poglavje projekta v povezavi z vsakim posameznim sistemom. Nekateri sistemi, kot sta Signalizacija in GSM-R, Prezračevanje in HVAC imajo podrobne tehnične opise, vendar ni na voljo nikakršna ekonomska ocena.

Očitne nedoslednosti, ki jih je treba preveriti:

Ni neposredne povezave med celotnimi stroški, vključenimi v [1], in tistimi, ki izhajajo iz povzetka, vsebovanega v dokumentih [2] neposredno iz Popisov del [3] in [4]. V naslednji tabeli so navedene nekatere očitne nedoslednosti, razčlenjene po vrsti

Tabela 38 – Vrsta 1 – Postavka iz Popisa del [3] & [4] ni vključena/ni najdena v [2]

ID	Opis	Mapa	Znesek	Datoteka
1	Napajalni predor T8	3610/P - Mapa 4-3	1.650.000,00 €	Z2TCKKP-5E9252
2	CCTV in varovanje T3, T4, T5 in T7.	3610/P - Mapa 4-3	1.650.000,00 €	Z2TCKKP5E_M91-Varnostni sistemi
3	Vozna mreža v Divači (sprememba in vključitev za priključek drugega tira Divača-Koper)	3623/T - Mapa 4/1	808.225,00 €	3623-T_VM_zvezek 1
4	Katodna zaščita	916 - Mapa 4/1 3610/T - Mapa 9/3	53.000,00 € 1.450.000,00 €	Pgd ELABORAT
5	Stroški obratovanja (med obdobjem gradnje)	3610/T- Mapa 9/13	156.060,00 €	Elaborat Prepusti Di-Kp popr končna

Tabela 39 – Vrsta 2 – Postavka vključena/ni najdena v [2] ni razvidna v Popisu del [3] & [4]

ID	Opis	Mapa	Znesek	Datoteka
6	Prezračevanje in HVAC	3610/P - Mapa 5-2	150.000,00 €	[2] 3649_5_PREDORI
7	Podatkovno omrežje	3610/P - Mapa 6-1	760.000,00 €	[2] 3649_5_PREDORI
8	Prezračevanje in HVAC v predorih T1 in T2	3623/P - Mapa 5/2	3.630.000,00 €	[2] 3649_5_PREDORI
	Skupaj manjka		10.307.285,00	

Druge postavke, ki naj bi jih popravili:

9) V [2] 3649_5_PREDORI - 3623/P - Mapa 4/4 Načrt električnih inštalacij in električne opreme: - varnostni sistemi, nadzor in vodenje so napačno navedeni v znesku 3.531.000,00 € namesto 11.700.000,00 €.

10) V [2] 3649_5_PREDORI - 3623/P - Mapa 6/1 je napačno navedena v znesku 813.200,00 € namesto 1.460.000,00 €.

11) V [2] 3649_5_PREDORI - 3623/P - Mapa 4/3 v višini 2.118.600,00 € ni v skladu z isto postavko v Popisih del [3], ki znaša 3.630.000,00 €.

Delež ob nepredvidljivih dogodkih pri delih v Popisih del [3] in [4] je običajno drugačen kot tisti, ki je uporabljen v [2].

Tabela 40 - Postavke, ki naj bi jih popravili

ID	Opis	Napačno (EUR)	Prav (EUR)	Razlika (EUR)
9	Varnostni sistem Mapa 4/4	-3.531.000,00	+11.700.000,00	+8.169.000,00
10	Predori, Mapa 6/1	-813.200,00	+1.460.000,00	+646.800,00
11	Predori, Mapa 4/3	-2.118.600,00	+3.630.000,00	+1.511.400,00
	Skupaj popravljeno			+10.327.200,00

8.5.2 Analiza stroškov

Preverili smo ocene stroškov za transportne in elektromehanske sisteme.

- [1] elektromehanski sistemi;
- [2] režijski stroški vozne mreže;
 - cena za togi sistem vozne mreže znaša okoli 320-380k evro/km (v predoru).
- [3] ENP Divača;
- [4] telekomunikacije;
- [5] signalizacija in GSM-R;
- [6] video nadzor in varnost.

Ne da bi upoštevali zgoraj opisane neskladnosti, se zdi, da so stroški za postavke [1] – [4] v skladu s tržnimi referenčnimi merili, medtem ko se pri postavkah [5] in [6] kažejo odstopanja od teh referenc.

Analiza stroškov se je od takrat dalje osredotočala na:

- signalizacijo (vključno z GSM-R);
- video nadzor in varovanje.

8.5.2.1 Signalnovarnostne naprave

Sistem, ki ga predlaga projekt, je standard za hitre železnice ETCS nivo 2 s sistemom GSM-R, ki se uporablja za komunikacijo med vlakom in železniškim Nadzornim centrom.

Ta tehnologija se na sedanji progi ne uporablja, torej je ne moremo šteti samo za podaljšanje nečesa obstoječega, temveč bo dejanska obsežna implementacija novega sistema in tehnologije.

Po Tabeli »Poslovni primer 2013« (ref. [1] §8.2.1) znašajo stroški za Signalizacijo (vključno z GSM-R) okoli 4,8 mio evrov (0,175 mio.evrov/km).

Videti je, kakor da so ti stroški podcenjeni v primerjavi s standardnimi stroški za to vrsto tehnologije. V naslednji tabeli so prikazani referenčni projekti in referenčni standardni stroški:

Tabela 40 Primera referenčnih standardnih cen signalno-varnostnega sistema in sistema za upravljanje železniškega prometa ERTMS

	Signalizacija [M€/km]
RFI Rete Ferroviaria Italiana – Standardni stroški (*)	0,683
Hitra proga Torino – Lyon (**)	0,474
Španska hitra proga El Morrot-Can Tunis-Castellbisbal (***)	0.825

* cene 2003

** Dvotirna proga, cene iz leta 2006,

*** Dvotirna proga vključno z TLC, cene 2008.

8.5.2.2 Video nadzor in varovanje

Po Tabeli »Poslovni primer 2013« (ref. [1] §8.2.1) znašajo stroški za video nadzor in varovanje okoli 18,9 mio evrov (0,687 mio. evrov/km).

Videti je, kakor da so ti stroški precenjeni v primerjavi s standardnimi stroški za to vrsto tehnologije pri železniških projektih. Zanimiva je tudi primerjava s standardnimi stroški, povezanimi z enakovrednimi sistemi pri projektih metroja. Ta primerjava je koristna, ker:

- so tehnologije, ki bodo uporabljene, podobne (CCTV, sistemi proti vsiljivcem, nadzor dostopa itd.);
- okolje in kontekst sta primerljiva (metro/predor)
- število ključnih občutljivih področij, ki jih je treba spremljati v sistemu metroja, je primerljivo višje od tistih pri železnici.

Projekt metroja, ki smo ga vzeli kot referenco, je podzemeljska železnica Dudullu - Bostanci v Istanbulu, ki je bil nedavno dodeljen. Projekt železnice v obravnavi je bodoča hitra proga Torino-Lyon, ki uporablja vrhunske tehnologije za to vrsto uporabe.

Tabela 41 – Primera standardnih cen video nadzora in sistemov varovanja

	Varnost [M€/km]
Hitra proga Torino – Lyon (*)	0,391
Istanbul Metro proge Dudullu Bostanci	0,290

* Za dvotirno progo.

8.5.5 Povzetek stroškov elektromehanske opreme in sistemov

Zaradi ugotovljenih razlik med popisi del in povprečnimi tržnimi cenami je treba uvesti popravke v definiciji osnovnih projektnih stroškov za postavke, ki manjkajo ali se razlikujejo v ceni. Še posebej je treba opraviti dodatno preverjanje cen za »signalnovarnostne naprave in GSM-R« ter »Video nadzor in varovanje« zaradi razlik od povprečnih cen na trgu.

8.6 Pregled osnovnih stroškov po preverjanju

Tabela 41 – Popravek osnovnih cen

Št.	Postavka	Osnovna cena (EUR)	Znižanje (-) / Dodatek (+)	Znižanje (-) / Dodatek (+) (EUR)	Popravljen osnovna cena (EUR)
1	Trasa	97.382.683,91	- 7 %	-6.816.787,87	90.565.896,04
2	Ceste	23.307.312,31	-7 %	-1.631.511,86	21.675.800,45
3	Mostovi	37.594.688,75	-7 %	-2.631.628,21	34.963.060,54
4	Odlagališča viškov materiala in prevoz	46.649.362,84	-7%	-3.265.455,40	43.383.907,44
5	Predori	585.154.972,41	- 7%	-40.960.843,07	544.194.124,34
	Skupaj 1-5				734.782.738,81
	<u>Popravki Popisov del:</u>				
5.1	Ureditev gradbišča T2			-30.000.000,00	-30.000.000,00
5.2.1	Podcenjena elektromehanska oprema – signalizacija			-4.800.000,00	-4.800.000,00
5.2.2	Popravljen elektromehanska oprema – signalizacija (faktor=+2,857)			+13.715.000,00	+13.715.000,00
5.3.1	Precenjena elektromehanska oprema video			-18.900.000,00	-18.900.000,00
5.3.2	Popravljen elektromehanska oprema (faktor = 0.5/0,687=0,728)			+13.750.000,00	+13.750.000,00
5.4.1	Elektromehanske naprave - manjkajoča, tab.39			+10.307.285,00	+10.307.285,00

5.4.2	M&E – values corrected			+10.327.200,00	+10.327.200,00
	Popravljenе vrednosti elektromehanske opreme				729.182.273,81
	Skupaj osnovni stroški »čisti«				790.089.020.23
	Prejšnji osnovni stroški				-60.906.746,42

8.7 Povzetek in predlogi

Predori

Nadzor nad stroški osnovnih cen, predstavljenih za Popise del, ni pokazal bistvenih razlik v delih predorov, razen enega predora, kjer je prišlo do edinega primera precenitve. V osnovi bi bilo treba cene na enoto preveriti za poenotenje, saj so na projektu delali različni projektanti. Povprečne cene gradnje predorov so pretežno 20-25% nižje od srednjeevropskih cen, vendar temeljijo na razmerah na slovenskem trgu.

Mostovi

Cene na enoto je treba preveriti za poenotenje, saj so na projektu delali različni projektanti. Dva glavna viadukta imata približno enake cene na enoto, vendar različne vrste presekov, kar lahko vodi k razlikah v ceni v fazi ponudbe, ki jih povzroči različna tehnologija, potrebna zanjo. Cene na enoto za gradnjo mostov so v razponu povprečnih srednjeevropskih cen za tovrstno gradnjo.

Zasnove elektromehanske opreme in varovanja

Odkrili smo več razlik v cenah v primerjavi z običajnimi povprečnimi cenami na mednarodnem trgu, pa tudi nekaj napak pri uporabi cen za Popise del, zato so izvedeni popravki v poglavju 8.5. Potrebno je dodatno preverjanje cen za »Signalizacijo« in »Video nadzor«, da bi dobili realne vrednosti. V sedanjih ocenah so popravki.

9 ANALIZA TVEGANJA

Analiza tveganja, ki jo je treba opraviti v tej študiji, bo proučila vse možne scenarije tveganja, ki se utegnejo pojaviti poleg dejavnikov, ki so že opredeljeni v okviru Popisa del. Scenariji tveganj, ki bodo ocenjeni tako kvalitativno kot kvantitativno, bodo kot končni rezultat prikazali stroške v razponu, ki utegne nastopiti med razvojem in izgradnjo projekta. Ocenjena tveganja bodo tako prikazala dodatne stroške, ki presegajo osnovne stroške, že prikazane v popisu del projektne dokumentacije. Osnovni in dodatni stroški naj bi zajemali obseg celotnih stroškov projekta in na ta način dopustili rezervacije za nepredvidene izdatke s strani naročnika ter uspešno in pravočasno dokončanje projekta.

Ocena in izračun scenarijev tveganja v numerični obliki stroškov bosta za kvalitativni del analize opravljena po načelih metode »analiza potencialnih problemov«. Pri kvantitativnem delu analize bodo uporabljene metode, ki upoštevajo verjetnostni pristop k posameznim scenarijem tveganj, ocena znotraj časovnega obdobja in ceno na enoto za vsak scenarij, kot se predlaga v smernicah »Ocena stroškov za projekte prometne infrastrukture ob upoštevanju tveganj, značilnih za projekt«, ki jih je objavilo Avstrijsko geotehnično društvo leta 2005.

9.1 Register tveganj

Tabela 42 – Register tveganj

ID.	Tveganje	Opis/komentarji	Risk Owner
2TDK 001	Tveganje glede povpraševanja	Tveganje neustreznega povpraševanja v 30 letih delovanja / koncesije	
2TDK 002	Politično tveganje	Sprememba v prednostni prometni politiki	
2TDK 003	Evropsko financiranje projekta	Zmanjšanje evropskih sredstev za financiranje projekta	
2TDK 004	Financiranje TEN- T	Bi načrt, namenjen tovoru, preprečil uporabo TEN-T sredstev financiranja?	
2TDK 005	Razvoj pristanišča v Kopru	Zamuda pri razvoju ali delni razvoj pristanišča v Kopru, ki lahko zmanjša količino tovara na leto. Ekonomski rezultati 2TDK so neločljivo povezani s Koprom, ki je edini razlog, da se o naložbi sploh razmišlja. Kaj se bo zgodilo, če bo posodobitev koprškega pristanišča zamujala?	
2TDK 006	Neustrezno razumevanje funkcionalnih zahtev	Prisotne so različne zahteve. Tveganje pomanjkanja informacij ali neustrezni podatki za prihodnji razvoj železniškega prometa	
2TDK 007	Neprimerna raven faz projektiranja	Veliko študij z različnimi sklepi (PNZ, ITF, CPO,...).	
2TDK 008	Razdelitev projektov na faze vodi do neučinkovitosti	Projekt z mnogimi fazami izgradnje lahko vpliva na čas in stroške izgradnje	
2TDK 009	Odobritev projekta: učinek enega samega predora	En predor samo za tovor lahko ima veliko zamudo, ki mora biti odobrena v smislu funkcionalnega načrta	
2TDK 010	Povečanje projektnih količin	Zaradi pomanjkanja načrta ali zaradi odločitev izvajalca ali nepričakovanih razmer	
2TDK 011	Projekt se razlikuje od specifikacij	Tveganje, da projekt ni v skladu s specifikacijo (vključno s specifikacijami, ki presegajo projekt, ali nepredvidenimi spremembami obsega projekta)	
2TDK 012	Stroški izgradnje so preseženi	Tveganje, da projekt ni izveden v okviru finančnega načrta	
2TDK 013	Čas izgradnje je presežen	Tveganje, da projekt ni izveden pravočasno.	
2TDK 014	Delovanje obstoječe proge	Obstoječa proga je lahko preobremenjena	
2TDK 015	Odobritev projekta: okolje	Kumulativni učinki (biološka raznolikost, hrup in tresljaji, pridobitev posesti) so lahko pomembne ovire pri doseganju pravočasne odobritve projekta.	
2TDK 016	Pridobitev posesti za stalno: proces	Izvedba študije o pridobitvi posesti. Pripravi načrte za pridobitev posesti/zemljišč, ki temeljijo na dokončni razporeditvi tirov / ureditve za dostop vozil do tirov	

ID.	Tveganje	Opis/komentarji	Risk Owner
2TDK 017	Pridobitev zemljišča za stalno: povečanje stroškov	Ocena vrednosti pridobitve zemljišča / spori z lastniki zemljišč	
2TDK 018	Pridobitev zemljišča za stalno: zamuda	Zamuda pri pridobitvi lastništva nad območji RoW. Težave pri izpolnjevanju terminskega načrta izvedbe.	
2TDK 019	Tehnike gradnje predora	Izbira tehnik gradnje lahko vpliva na čas in stroške gradnje in varnosti delavcev	
2TDK 020	Ravnanje zemljo	Zemljo je treba odstraniti in odpeljati na odlagališče. Velike količine zemlje lahko vplivajo na okolje in promet. Vpliv je še večji, če so odlagališča zelo oddaljena od gradbišč.	
2TDK 021	Pomanjkanje informacij glede projektiranja	Geološke in hidrološke študije so neprimerne ali manjkajo informacije	
2TDK 022	Geološko tveganje	Litoliska odstopanja od projektnih predpostavk	
2TDK 023	Geomorfološka tveganja - na Krasu	Tveganje, da se pri izkopavanju odkrijejo votline	
2TDK 024	Hidrološka tveganja	Neustrezna preučitev obstoječih podatkov. Vpliv na pitno vodo	
2TDK 025	Kontaminirano zemljišče	Pri projektu niso predvidena dela na kontaminiranem zemljišču	
2TDK 026	Hrup in tresljaji	Prebivalci so prizadeti zaradi gradnje in hrupa, povezanega z deli	
2TDK 027	Nasprotovanje skupnosti / zainteresiranih strani	Zamude pri projektu ali preprečitev izvajanja projekta, če ima gradnja nepredvidene prekinitve zaradi težav z načrtovanjem ali protestov	
2TDK 028	Vplivi na obstoječe komunalne storitve	Neustrezno opredeljeni vplivi na obstoječe komunalne storitve in storitve	
2TDK 029	Vplivi na opremo železniškega sistema	Neustrezno opredeljeni vplivi na opremo na terenu, kot so LOC; podpostaje itd.	
2TDK 030	Neustrezna preučitev zahtev za vzdrževanje in dostop	Tveganje nastanka dodatnih stroškov vzdrževanja in potrebi po daljšem posedovanju	
2TDK 031	Povečanje elektrifikacije na 25kV	Na projekt lahko vpliva prihodnja sprememba sistema vleke za tovor pri 25kV AC.	
2TDK 032	Tresljaji in posedanja med gradnjo	Sesutje zemeljskih del zaradi tresljajev strojev ali sesedanja. Poškodba oseb in potnikov. Sesedanje objektov.	
2TDK 033	Vzdrževanje v predoru	Vzdrževanje v predoru je lahko zapleteno in lahko močno vpliva na stroške in čas razpolaganja	
2TDK 034	Varnost predora med obratovanjem: »hot accident«	Vlak v predoru, ki je neprehoden zaradi požara	
2TDK 035	Varnost predora med obratovanjem: »cold accident«	Vlak v predoru, ki je neprehoden zaradi požara	
2TDK 036	Varnost predora med obratovanjem: vlak se je ustavil		
2TDK 037	Primeri povečanja poplav	Povečanje močnega deževja in odtekanja vode bi lahko povzročilo lokalne poplave, ki bi povzročile škodo na objektih	
2TDK 038	Stabilnost terena	Na stabilnost zemeljskih del in brežin lahko vplivajo močne padavine, zlasti po daljših sušnih obdobjih	

ID.	Tveganje	Opis/komentarji	Risk Owner
2TDK 039	Motnje IKT	Večje število neurij bi lahko vplivalo na omrežja IKT – to bi lahko potem vplivalo na komunikacije, upravljanje odziva v izrednih razmerah, javljanje v primeru alarma ob vlogu.	
2TDK 040	Presežena zmogljivost infrastrukture odvodnjavanja	Povečanje gladine morja in poplave na obali bi lahko povzročili resne poplave zaradi neurij, kar bi imelo za posledico pritisk na zmogljivost odvodnjavanja in vplivalo na obratovanje	
2TDK 041	Vpliv gozdnih požarov na obratovanje in okolje	Povečanje števila dni z gozdnimi požari (FFDI), kar poveča možnost gozdnih požarov ter z njimi povezanega dima in onesnaževanja zraka ter vpliva na delovanje	
2TDK 042	Škoda na sredstvih in prekinitve dobave elektrike	Povečana pogostost močnega vetra, ki presega prag, pri katerem se pojavijo poškodbe na sredstvih, električnem omrežju in nadzemnih vodih (navadno zaradi razbitin in ostankov, ki letijo bo zraku), kar ima za posledico poškodbe sredstev in izpad električnega toka.	
2TDK 043	Poškodba komunikacijske infrastrukture ali njen izpad v izrednih razmerah	Povečanje pogostosti in resnosti neurij (dežja/vetra/strele) bi lahko povečalo tveganje za poškodbe električnih vodov, telegrafskih drog, nadzemnih vodov, radijskih oddajnikov in oddajnikov mobilne telefonije.	
2TDK 044	Iztirjanje na odprti progi	1) nepravilnost infrastrukture 2) nepravilnosti na železniških vozniških sredstvih 3) nepravilno ravnanje z vlakom 4) SPAD 5) Vandalizem /terorizem 6) Zunanje dejavnosti slučajno zožijo železniški koridor	
2TDK 045	Trk vlakov na odprti progi	1) SPAD 2) Okvara signal ali slab signal 3) okvara na železniških vozniških sredstvih 4) kršitev dovoljenja za vožnjo	
2TDK 046	Trk z osebo zaradi stavke na železnici	1) Železniška stavka – ljudje se slučajno zadržujejo na progi - 2) Železniška stavka – ljudje so namerno na progi 3) železniška stavka – zaposleni /izvajalec 4)namerno dejanje samopoškodbe 5) oseba ni opazila, da se vlak še kar premika 6) neučinkovit nadzor meje	
2TDK 047	Trk vlaka z živalmi	1) Govedo zaide v železniški koridor zaradi neučinkovitega nadzor meje 2) Hišne živali zaidejo v železniški koridor zaradi neučinkovitega nadzor meje 3) Divje živali zaidejo v železniški koridor neučinkovitega nadzor meje	
2TDK 048	Trk s predmetom ali objektom	1) Splošni vpliv na infrastrukturni objekt, zgradbo ali opremo	
2TDK 049	Požar ali eksplozija	1) Iskric iz voznega parka 2) slučajna razširitev dejavnosti, ki vključujejo vročino, npr. varjenje 3) Napake na električni napeljavi 4) Poškodba plinske napeljave 5) Nad nadzorovanim gorenjem uhaja nadzor 6) Razširitev požara na sosednje zemljišče 7) Gozdni požar ali požar na okoliških površinah 8) Požar na vlaku	

ID.	Tveganje	Opis/komentarji	Risk Owner
2TDK 050	Zdrs, izstop ali padec z vlaka	1) Zaposleni/izvajalec pade z železniškega voznega sredstva na postaji, medtem ko izstopa 2) Zaposleni/izvajalec pade z železniškega voznega sredstva na postaji, medtem ko dela 3) Zaposleni/izvajalec pade s premikajočega vlaka, medtem ko dela 4) Zaposleni/izvajalec napačno vozi na strani/na koncu premikajočega se vozila 1) Potnik pade med vlak in platformo	
2TDK 051	Nepravilnost natovarjanja	1) Vrata na vlaku so odprta 2) Premikanje tovora 3) Neustrezno zavarovanje tovora 4) Ni profila 5) Neravna razporeditev tovora 6) Preobremenjen vlak 7) Predolg vlak	

9.2 Metoda ocenjevanja tveganja

Pri kvalitativni analizi se uporablja metoda "predhodne analize" ali "analize potencialnih problemov (PPA)". Ta metoda se uporablja od leta 1976 in je zasnovana tako, da zagotavlja analizo izdelane zamisli ali akcijskega načrta, da bi zaustavila načine, ki bi lahko bili napačni in se lahko preprosto prepoznajo na značilni matriki za ocenitev stopnje tveganja posameznih problemov, ki so opredeljeni kot tveganja. Osnovni koraki analize se lahko opišejo v korakih, navedenih v nadaljevanju:

1. opredelitev ključnih zahtev analize tveganja
2. seznam in preučitev vseh potencialnih problemov (seznam scenarijev = register tveganj)
3. seznam možnih vzrokov za vsak morebitni problem
4. ocenitev in vrednotenje problemov (z uporabo stopnje resnosti nevarnosti in indeksom verjetnosti)
5. razvoj preventivnih ukrepov, kjer je to mogoče
6. sestava registra tveganj iz ostalih tveganj
7. razvoj načrta dela v posebnih razmerah, kjer je to potrebno

HS vs. PI	Pi = 1	Pi = 2	Pi = 3	Pi = 4	Pi = 5
0 – 2.5	Neglig.	Neglig.	Neglig.	Neglig.	Accept.
2.5 – 5.0	Neglig.	Neglig.	Accept.	Accept.	Accept.
5.0 – 7.5	Neglig.	Accept.	Accept.	High	High
7.5 – 10.0	Neglig.	Accept.	Accept.	High	High
10.0 – 12.5	Neglig.	Accept.	Accept.	High	Severe
12.5 – 15.0	Accept.	Accept.	High	High	Severe
15.0 – 17.5	Accept.	Accept.	High	Severe	Severe
17.5 – 20.0	Accept.	High	High	Severe	Severe
20.0 – 22.5	Accept.	High	Severe	Severe	Severe
22.5 – 25.0	Accept.	High	Severe	Severe	Severe

Slika 84 –Matrika presoje za kvalitativno analizo (metoda PPA) s: stopnjo resnosti nevarnosti na navpični osi proti indeksu verjetnosti na vodoravni osi diagrama

Rezultati kvalitativne analize dajejo pregled stopenj tveganja in pomena posameznih scenarijev tveganja ali njihovih kombinacij. Zaradi pomena analiziranih scenarijev bo register tveganj pokazal njihov prioriteten vrstni red in vsoto preostalega tveganja. Te vrednosti bodo potem ocenjene v kvantitativnem delu.

Kvantitativna analiza opredeljuje vpliv preostalih tveganj na stroške. Ocena stroškov je bila zasnovana na verjetnem pojavu posameznega scenarija in vsoti neposrednih stroškov, ki lahko pri tem nastanejo. Vsak scenarij tveganja lahko nastane v določenem času in lahko povzroči različne ustavitve del v celotnem projektu. Ti stroški so bili tudi ocenjeni kot časovno odvisni stroški. Časovna odvisnost nastane v določenem časovnem obdobju in v nekaterih primerih ni mogoče preprosto opredeliti, kateri je pravi čas nastanka. Zato so poleg verjetnosti nastanka posameznega scenarija ali sklopa scenarijev časovno odvisni stroški opredeljeni v razponu, ki temelji na njihovem največjem in najmanjšem možnem nastanku. Dodatni stroški so ocenjeni za vsak negativni scenarij tveganja s to enačbo:

$$dC_i = n * V_i * \min/\max (C_{d_i} + C_{v_i}) \quad (\text{enačba 1})$$

... pri kateri so posamezne vrednosti enake
:

dC_i	dodatni stroški za vsak negativni scenarij
n	število ali ponavljajoči se scenarij skupaj z dolžino projekta
V_i	verjetnost, da se bo scenarij zgodil
$\min/\max$	minimalna in maksimalna vrednost izračunanega zneska v oklepajih
C_{d_i}	del neposrednih stroškov enega scenarija
C_{v_i}	del časovno odvisnih stroškov enega scenarija
A_c	skupni dodatni stroški vseh negativnih scenarijev tveganja

Vsota vseh vplivov, ki izhajajo iz negativnih scenarijev, bo dala skupno vsoto dodatnih stroškov izgradnje:

$$A_c = \text{vsota } dC_i \quad (\text{Enačba 2})$$

Celotni stroški izgradnje v okviru projekta, vključno z dodatnimi stroški

Zato bodo skupni končni predvideni stroški naše prihodnje strukture za prečkanje ožine sestavljeni iz dveh delov. Prvi del se imenuje »osnovni stroški« in je rezultat posameznega izračuna stroškov, ki nastanejo v zgodnjih fazah vsakega projekta (navadno temeljijo na cenah na enoto pri podobnih projektih) ali kasneje v projektnih fazah pred razpisnim postopkom (podrobni izračun stroškov). Drugi del vseh stroškov gradnje so »dodatni stroški«, ki pokrivajo nepričakovane dele in se izračunajo s presojo in ocenjevanjem negativnih scenarijev tveganja, ki se lahko zgodijo med projektom.

Neposredni in časovno odvisni stroški skupaj pomenijo celotni znesek in razpon stroškov za vsak scenarij, ki je ostal nerešen po analizi, skupaj z verjetnostjo njegovega nastanka. Na ta način se lahko navedejo v seznamu prioritet in lahko se razvijejo ustrezne rezervne rešitve in načrti dela v posebnih razmerah, da bi omejili njihov vpliv na celotni projekt.

9.3 Rezultati analize tveganja

Na podlagi rezultata analize tveganja se ocenijo dodatni stroški, ki osnovne stroške presegajo v višini +12 % - +35 %.

Osnovni stroški temeljijo na rezultatih iz tabele v poglavju 8.5 in izključujejo ocene vseh nepredvidenih stroškov v višini 7%, vključujejo pa popravke glavnih postavk popisa del (BOQ),

Zato je ocena vseh stroškov v razponu (osnovni stroški + dodatni stroški):

Tabela 43 – Osnovni in dodatni stroški

Št..	Postavka	Osnovni stroški v (EUR)	V odstotkih	Dodatni stroški (EUR)	Skupni stroški (EUR)
1	Skupni osnovni stroški pogl. 8.5, tabela 41	729.182.273,81	100 %		729.182.273,81
2	Dodatni stroški, min. spodnja mejna vrednost		+12 %	+87.501.872,86	816.684.146,67
3	Dodatni stroški, min. zgornja mejna vrednost		+35 %	255.984.396.069,64	984.396.069,64

Poleg tega je treba stroške, za katere je bilo ugotovljeno, da manjkajo v investicijskem programu ali niso bili prej upoštevani, dodati k skupni vrednosti projekta ("Osnutek investicijskega programa"), stran. 93 do 105) :

Tabela 44 – Vsi stroški, vključno z manjkajočimi postavkami iz programa naložb in popravki cen

Št..	Postavka	Dodatni nepredvideni stroški (EUR)	V odstotkih	Skupni stroški min. (EUR)	Skupni stroški maks. (EUR)
1	Skupni stroški po RA , osnova 2012	729.182.273,81	100 %	816.684.146,67	984.396.069,64
2	Popravek v 2013		+4.25 %	34.709.076,23	41.836.332,96
3	Popravek v 2013			851.393.222,90	1.026.232.902,60
4	Nepredvidena dela 1, 2013			+62.953.156,00	+62.953.156,00

5	Druga dela 2, 2013			+10.918.103,00	+10.918.103,00
6	Svetovanje, pravno, finančno, tehnično			+5.500.000,00	+5.500.000,00
7	Upravljanje 5 let			+24.000.000,00	+24.000.000,00
8	Gradbeni nadzor 5 let			+26.896.500,00	+26.896.500,00
(4-8)				130.267.759,00	130.267.759,00
	Skupaj neto			981.660.981,90	1.156.500.661,60

9.4 Povzetek in predlogi

Osnovni stroški z rezultati analize tveganj in drugi prej neznani in neocenjeni stroški, ki so bili ugotovljeni v »investicijskem programu«, so bili pregledani in določen je bil razpon, v katerem lahko pričakujemo skupno višino projektnih stroškov. Razpon pričakovanih neto projektnih stroškov predstavlja znesek finančnih virov, ki jih je treba zagotoviti in nameniti za projekt, vendar niso v celoti zahtevani med izvajanjem projekta.

Nekateri ocenjeni stroški so bili ocenjeni z večjo, nekateri pa z manjšo verjetnostjo nastanka, zato vrednosti nepredvidenih del zagotavljajo finalizacijo projekta.

10 VZDRŽEVANJE

10.1 Splošno

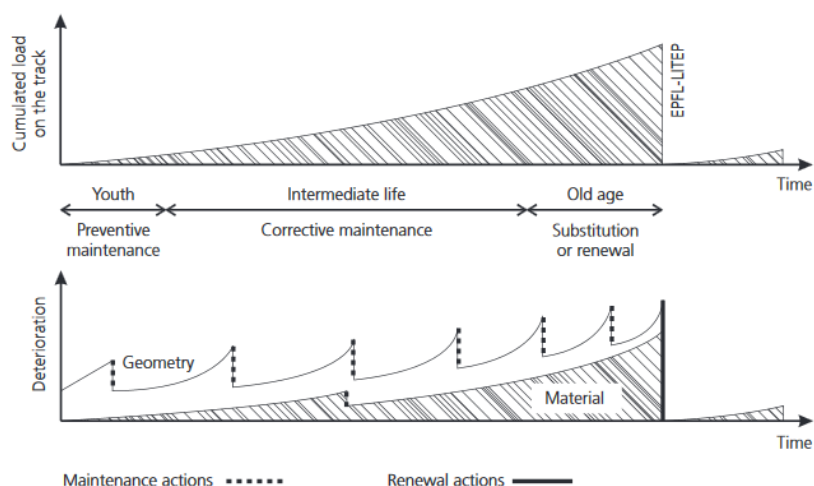
V pristopu k vzdrževanju drugega tira nove železniške proge Divača – Koper je upoštevano:

- Inšpekcijski nadzor
- Vzdrževalna dela in servisiranje
- Ponovno vlaganje in popravila

Inšpekcijski nadzor mora beležiti in ovrednotiti stanje infrastrukture, primerjati in vzporejati trenutno stanje celotne trase z opredeljenim ciljnim stanjem.

Kontrole zajemajo vizualni pregled (na primer kontrole odsekov, nadzor s strani voznika železniškega vlečnega vozila), meritve s posebno kontrolno in merilno opremo, funkcionalne preizkuse s pomočjo operativnih procesov (na primer za kontrolo pravilnega delovanja kretnic).

Vzdrževanje in servisiranje zajema ukrepe za ohranitev visoko kakovostnega standarda infrastrukture s pomočjo vzdrževalnih postopkov, čiščenja in ohranjanja objektov ali njihovih delov. Nasprotno od prej omenjenih preventivnih ukrepov so ukrepi ponovnega investiranja ali popravil namenjeni odpravljanju obstoječih pomanjkljivosti ali poškodb, ki nastanejo zaradi izrabe, kvarjenja in vremenskih vplivov (na primer zaradi plazov na odprtih odsekih ali vdora vode v predorih).



Slika 85. Vzdrževanje in obnavljanje v zvezi s prometom

Pri stroških vzdrževanja je treba upoštevati naslednje zahteve:

- Zagotavljanje dolgoročne strukturne varnosti gradbenih del (obod in portala predora, mostovi in temelji mostov, podpore brežin usekov in nasipov) na odsekih.
- Vzdrževanje potrebnega notranje obloge (svetlega profila) v predorih zaradi deformacij oboda ali na odprtih odsekih zaradi plazov, dviga ali posedanja mostu.
- Preprečevanje pritoka vode, zlasti pozimi, ker lahko povzroči nastajanje ledu in posledično oviranje funkcionalnosti.
- Zagotavljanje varstva objektov za pitno vodo
- Vzdrževanje načrtovane drenaže (na primer prepustov) vzdolž odsekov.
- Zagotavljanje antikorozijske zaščite mostov.
- Zagotavljanje izolacije tirnic za varno obratovanje prometa (vzdrževanje izolirnih stikov).
- Upoštevanje zahtev po kakovosti zgornjega ustroja in materialov zgornjega ustroja, na primer izboljšave temeljnih tal z zamenjavo zemljine, stabilizacijo tal itd.
- Vzdrževanje tirnega sistema, npr. kretnic pozimi, diletacijskih naprav na mostovih ali železniških nadvozh ter sistema signalizacije.

- Vzdrževanje in popravila varnostnih postrojev, kot so izhodi v sili, vdolbine za nujne primere, razsvetljava, komunikacije itd. vzdolž vseh odsekov.

10.2 Specifičen pristop za projekt 2TDK

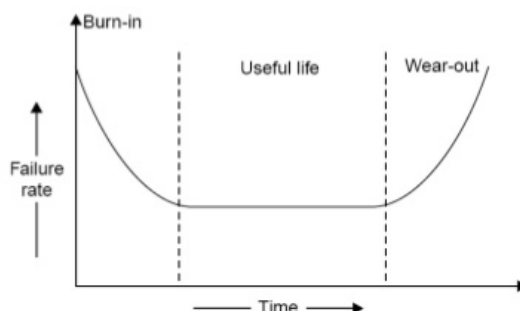
Ta analiza je izdelana v skladu s prvotnim projektom 2012-2015 z dvojnimi predorom NATM in mešanim železniškim prometom (potniškim in tovornim).

Glede opreme (ERTMS, tir na togi podlagi, varnostne naprave in objekti) in značilnosti bi bilo treba to novo progo šteti za bolj podobno progi za visoke hitrosti (HSR) kot klasični progi.

Pomembno je upoštevati, da so stroški vzdrževanja na splošno vezani na obsežnost železniškega sistema in bi morali biti manjši v velikih železniških sistemih. V tej študiji se za projektno dolžino upošteva le 27,2 km novega tira v izredno zapletenem in neugodnem okolju (zapleten dostop, hidrogeološki pogoji, naravovarstvena območja). Vsa ta vprašanja višajo stroške.

10.3 Stroški vzdrževanja opreme

Stroški vzdrževanja za strojne, električno in sistemsko opremo se zelo spreminjajo od začetka uporabe komponent do konca in so v tesni povezavi s pogostostjo odpovedi. To vedenje je mogoče pravilno predstaviti z dobro znano krivuljo kopalne kadi, ki je prikazana spodaj.



Slika 86 – Krivulja kopalne kadi za komponente in opremo

Tehnologije, ki bodo uporabljene na projektu, lahko štejemo za »zrele«, čeprav predstavljajo zadnje stanje tehničnega razvoja v železniških sistemih (t.j. ETCS in GSM-R). Poleg tega je treba upoštevati in priporočiti dober sistemski projekt ter ustrezno fazo integracije in spuščanja v obratovanje.

Za to je treba gornje komponente in sisteme upoštevati pretežno v fazi njihove »dobe koristnosti«.

Skupne stroške za vzdrževanje elektromehanskih in sistemskih naprav je mogoče oceniti na podlagi prakse in podatkov iz literature. Naslednja tabela prikazuje nekaj referenčnih stroškov.

Tabela 45 – Letni stroški vzdrževanja naprav in tira

Sistem	Doba koristnosti [letni odstotek investicije]	Doba koristnosti [€/km leto] (*)
Signalnovarnostne in telekomunikacijske naprave	-	29 ÷ 60.000
Vozna mreža	1 ÷ 3	3 ÷ 8.000
Elektronapajalne postaje	1 ÷ 3	55 ÷ 170.000 (**)
Strojne naprave	5 ÷ 10	16 ÷ 32.000
Električne naprave	1 ÷ 5	10 ÷ 50.000
Tir	-	20 ÷ 40.000

* Na nivoju cen na datum investicije.

** [€/ leto za eno elektronapajalno postajo]

Seveda značilnosti in posebnosti projekta, kot so okoljski pogoji, najvišja hitrost ali nivo prometa, lahko zvišajo ali znižajo stroške do zgornje oz. spodnje meje razpona za vsak sistem.

Ker so stroški vzdrževanja v času izrabljenosti lahko 2- do 3-kratnem znesku stroškov v dobi koristnosti, je pomembno opredeliti ekonomsko življenjsko dobo za vsako napravo in sistem.

V nadaljevanju je prikazano nekaj primerov značilne življenjske dobe.

Tabela 46 – Ekonomska življenjska doba naprav in tira

Sistem	Življenjska doba [let]
Signalnovarnostni sistemi	30
Telekomunikacije	20 ÷ 30
Elektrifikacija	30
Strojna in električna oprema	30
Tir	30

10.4 Stroški vzdrževanja gradbenih del

Vzdrževanje gradbenih del vključuje preventivno vzdrževanje (npr. pranje predora, izpiranje odtokov, odstranjevanje ledu, odstranjevanje ploščic itd.) in izredna popravila, ki so potrebna za odpravo določenih pomanjkljivosti ali poškodb v gradbenih elementih. S tem povezane stroške je mogoče oceniti na podlagi prakse in podatkov iz literature.

Naslednja tabela prikazuje nekaj referenčnih stroškov.

Tabela 47 – Letni stroški vzdrževanja gradbenih del

Delo	Doba koristnosti [letni odstotek investicije]	Doba koristnosti [€/km leto] (*)
Nasipi, useki	0 ÷ 1	0 ÷ 141.000
Predori in stene	0.1 ÷ 2	619.555 ÷ 12.391.110
Betonski mostovi	0.1 ÷ 2	14.100 ÷ 756.000

* Na nivoju cen na datum investicije.

Značilne življenjske dobe za gradbene objekte so prikazane v naslednji tabeli.

Tabela 48 – Ekonomska življenjska doba glavnih gradbenih del

<i>Delo</i>	<i>Življenjska doba [let]</i>
Nasipi, useki	50
Predori in stene	100
Betonski mostovi	50

10.4.1 Stroški vzdrževanja za mostove

Da bi preverili zneske za vzdrževanje, je bila uporabljena vzporedna analiza s pomočjo metod in programske opreme iz TU Dunaj, kjer so bili upoštevani tudi stroški življenjskega cikla.

Stroški vzdrževanja za mostove se ocenjujejo na podlagi stroškov, določenih v investicijskem programu za obdobje 30 let. Ocena stroškov vzdrževanja je bila izdelana s programom "Life cycle cost of bridges" (Stroški življenjskega cikla za mostove) Tehnične univerze na Dunaju ter Austrian Structural Engineering Association (Avstrijsko združenje gradbenih inženirjev). Raziskave so bile narejene za naslednje mostove:

- Glinščica 1 in Glinščica 2
- Viadukt Gabrovica V1
- Viadukt Vinjan V2

Stroški, določeni v investicijskem programu, so bili razdeljeni v skladu z naslednjo tabelo na spodnji stroj, dimenzijski okvir in oprema.

Tabela 49 – Gradbeni stroški za mostove

		Most Glinščica	Viaduktu V1	Viaduktu V2
Substructure	30%	€1,713,505.05	€3,488,339.42	€4,844,879.28
Dimensional framework	60%	€3,427,010.10	€6,976,678.84	€9,689,758.55
Equipment	10%	€571,168.35	€1,162,779.81	€1,614,959.76
Total manufacturing costs	100%	€5,711,683.50	€11,627,798.07	€16,149,597.59

Ocena stroškov vzdrževanja za 30 let je bila narejena na podlagi ureditev, kot so prikazane v tabeli.

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGYInstitut für interdisziplinäres
Bauprozessmanagement

1. Basic data

Name of the bridge:

Most Glinscica

description:**Constructional plant:**

Substructure: Out of pile walls and diaphragm walls

Dimensional framework: Superstructure: Supporting structures (beams, plates, arches, frame cross-sections) out of pre-stressed concrete with pre-stressing tendons

Input parameter:	Construction	Annual	m[p]
Substructure	€ 1,714,000	€ 8,570	90
Dimensional framework	€ 3,427,000	€ 44,551	70
Equipment	€ 571,000	€ 11,166	-
Assistance states	€ 0	-	-
Operating difficulties	€ 0	-	-
Third party costs	€ 0	-	-

Calculation parameter:	
Total pure construction costs	€ 5,712,000
Total demolition costs	€ 1,142,400
Total fees	€ 0
Total administrative expenses, construction / renovation	€ 571,200

Interest rate: 4.00%**Calculation method:** Cost development without interest**Year of construction:** 2016 **Year of consideration:** 2046 **End year:** 2086

Year of consideration	2046	2086
Substructure	€ 2,168,210	€ 2,888,090
Dimensional framework	€ 5,239,883	€ 7,885,527
Equipment	€ 1,738,875	€ 3,309,364
Fees	€ 0	€ 0
Total	€ 9,146,968	€ 14,082,981
Maintenance	€ 2,121,468	€ 4,950,091
Construction / renovation	€ 7,025,500	€ 9,132,890

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGYInstitut für interdisziplinäres
Bauprozessmanagement

1. Basic data

Name of the bridge:Viadukt Gabrovica V1**Description:****Constructional plant:**

Substructure: Out of pile walls and diaphragm walls

Dimensional framework: Superstructure: Supporting structures (beams, plates, arches, frame cross-sections) out of pre-stressed concrete with pre-stressing tendons

Input parameter:	Construction	Annual	m[p]
Substructure	€ 3,488,000	€ 17,440	90
Dimensional framework	€ 6,977,000	€ 90,701	70
Equipment	€ 1,163,000	€ 22,603	-
Assistance states	€ 0	-	-
Operating difficulties	€ 0	-	-
Third party costs	€ 0	-	-

Calculation parameter:	
Total pure construction costs	€ 11,628,000
Total demolition costs	€ 2,325,600
Total fees	€ 0
Total administrative expenses, construction / renovation	€ 1,162,800

Interest rate: 4.00%**Calculation method:** Cost development without interest**Year of construction:** 2016 **Year of consideration:** 2046 **End year:** 2086

Year of consideration	2046	2086
Substructure	€ 4,412,320	€ 5,877,280
Dimensional framework	€ 10,667,833	€ 16,054,077
Equipment	€ 3,537,089	€ 6,729,678
Fees	€ 0	€ 0
Total	€ 18,617,242	€ 28,661,035
Maintenance	€ 4,314,542	€ 10,067,265
Construction / renovation	€ 14,302,700	€ 18,593,770

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
VIENNA
UNIVERSITY OF
TECHNOLOGYInstitut für interdisziplinäres
Bauprozessmanagement

1. Basic data

Name of the bridge:

Viadukt Vinjan V2

Description:**Constructional plant:**

Substructure: Out of pile walls and diaphragm walls

Dimensional framework: Superstructure: Supporting structures (beams, plates, arches, frame cross-sections) out of pre-stressed concrete with pre-stressing tendons

Input parameter:	Construction	Annual	m[p]
Substructure	€ 4,845,000	€ 24,225	90
Dimensional framework	€ 9,690,000	€ 125,970	70
Equipment	€ 1,615,000	€ 32,234	-
Assistance states	€ 0	-	-
Operating difficulties	€ 0	-	-
Third party costs	€ 0	-	-

Calculation parameter:	
Total pure construction costs	€ 16,150,000
Total demolition costs	€ 3,230,000
Total fees	€ 0
Total administrative expenses, construction / renovation	€ 1,615,000

Interest rate: 4.00%**Calculation method:** Cost development without interest**Year of construction:** 2016 **Year of consideration:** 2046 **End year:** 2086

Year of consideration	2046	2086
Substructure	€ 6,128,925	€ 8,163,825
Dimensional framework	€ 14,816,010	€ 22,296,690
Equipment	€ 4,939,706	€ 9,410,330
Fees	€ 0	€ 0
Total	€ 25,884,640	€ 39,870,844
Maintenance	€ 6,020,140	€ 14,046,994
Construction / renovation	€ 19,864,500	€ 25,823,850

Glede na prejšnje ocene so stroški vzdrževanja za mostove navedeni za 30 let v skladu z naslednjo tabelo.

	Most Glinscica	Viaduktu V1	Viaduktu V2
Service costs for 30 years	€2,121,000.00	€4,315,000.00	€6,020,000.00
Construction and renovation	€7,026,000.00	€14,303,000.00	€19,865,000.00
Total costs for 30 years	€9,147,000.00	€18,618,000.00	€25,885,000.00
Total manufacturing costs	€-5,711,683.50	€-11,627,798.07	€-16,149,597.59
Maintenance costs for 30 years	€3,435,316.50	€6,990,201.93	€9,735,402.41

Ti rezultati niso uporabljeni naprej v oceni celotnih stroškov vzdrževanja, ampak predstavljajo vzporeden način opredeljevanja stroškov vzdrževanja in bodo nadalje uporabljeni kot referenčni podatki. Razlika v ceni je 20,1 mio. EUR na 30 let na podlagi analize stroškov življenjskega cikla (LCC) v primerjavi s povprečno oceno 9,75 mio. EUR v Tabeli 52.

10.5 Ocena stroškov vzdrževanja za 30 let

Stroške vzdrževanja za projekt za dobo 30 let lahko ocenimo na podlagi letnih stroškov za opremo in gradbena dela, predstavljenih v prejšnjih točkah.

Ob upoštevanju projekta in njegovih posebnosti lahko za oceno 30-letnih stroškov vzdrževanja uporabimo naslednje elementarne stroški.

Tabela 50 – Letni stroški vzdrževanja

Sistem	Doba koristnosti [€/km leto] (*)
Signalnovarnostne in telekomunikacijske naprave	45.000
Vozna mreža	6.500
Elektronapajalne postaje	100.000 (**)
Strojne naprave	22.000
Električne naprave	25.000
Tir	22.000

* Na nivoju cen na datum investicije.

** [€/ leto za eno elektronapajalno postajo]

Tabela 51 – Letni stroški vzdrževanja

Delo	Doba koristnosti [€ leto] (*)
Nasipi, useki	70.500
Predori in stene	1.858.667
Betonski mostovi	302.400

* Na nivoju cen na datum investicije.

Stroški vzdrževanja za gradbena dela (zlasti predore), upoštevani za tako dolg časovni okvir, vključujejo običajno vzdrževanje ter tudi velika popravila zaradi poškodb ali pomanjkljivosti gradbenih objektov. Ti stroški so seveda raztreseni prek celotnega življenjskega cikla, čeprav jih povzročijo enkratni dogodki.

Ocena skupnih stroškov vzdrževanja gradbenih del sistemov in torov ob upoštevanju inflacijske stopnje 0,50% je prikazana v naslednji tabeli.

Tabela 52 –Ocena stroškov vzdrževanja za dobo 30 let

Let	SV in TK	Vozna mreža	TPS	El. sistemi	Strojni sistemi	Tiri	Predori	Mostovi	Nasipi in useki	Skupaj
1	1.224.000	176.800	100.000	680.000	598.400	598.400	1.858.667	302.400	70.500	5.609.167
2	1.230.120	177.684	100.500	683.400	601.392	601.392	1.867.960	303.912	70.853	5.637.212
3	1.236.271	178.572	101.003	686.817	604.399	604.399	1.877.300	305.432	71.207	5.665.398
4	1.242.452	179.465	101.508	690.251	607.421	607.421	1.886.686	306.959	71.563	5.693.725
5	1.248.664	180.363	102.015	693.702	610.458	610.458	1.896.120	308.494	71.921	5.722.194
6	1.254.908	181.264	102.525	697.171	613.510	613.510	1.905.600	310.036	72.280	5.750.805
7	1.261.182	182.171	103.038	700.657	616.578	616.578	1.915.128	311.586	72.642	5.779.559
8	1.267.488	183.082	103.553	704.160	619.661	619.661	1.924.704	313.144	73.005	5.808.457
9	1.273.825	183.997	104.071	707.681	622.759	622.759	1.934.327	314.710	73.370	5.837.499
10	1.280.195	184.917	104.591	711.219	625.873	625.873	1.943.999	316.283	73.737	5.866.687
11	1.286.596	185.842	105.114	714.775	629.002	629.002	1.953.719	317.865	74.105	5.896.020
12	1.293.028	186.771	105.640	718.349	632.147	632.147	1.963.488	319.454	74.476	5.925.500
13	1.299.494	187.705	106.168	721.941	635.308	635.308	1.973.305	321.051	74.848	5.955.128
14	1.305.991	188.643	106.699	725.551	638.485	638.485	1.983.172	322.657	75.223	5.984.903
15	1.312.521	189.586	107.232	729.178	641.677	641.677	1.993.087	324.270	75.599	6.014.828
16	1.319.084	190.534	107.768	732.824	644.885	644.885	2.003.053	325.891	75.977	6.044.902
17	1.325.679	191.487	108.307	736.488	648.110	648.110	2.013.068	327.521	76.357	6.075.126
18	1.332.307	192.444	108.849	740.171	651.350	651.350	2.023.133	329.158	76.738	6.105.502
19	1.338.969	193.407	109.393	743.872	654.607	654.607	2.033.249	330.804	77.122	6.136.030
20	1.345.664	194.374	109.940	747.591	657.880	657.880	2.043.415	332.458	77.508	6.166.710
21	1.352.392	195.346	110.490	751.329	661.170	661.170	2.053.632	334.120	77.895	6.197.543
22	1.359.154	196.322	111.042	755.086	664.475	664.475	2.063.901	335.791	78.285	6.228.531
23	1.365.950	197.304	111.597	758.861	667.798	667.798	2.074.220	337.470	78.676	6.259.674
24	1.372.780	198.290	112.155	762.655	671.137	671.137	2.084.591	339.157	79.069	6.290.972
25	1.379.644	199.282	112.716	766.469	674.492	674.492	2.095.014	340.853	79.465	6.322.427
26	1.386.542	200.278	113.280	770.301	677.865	677.865	2.105.489	342.557	79.862	6.354.039
27	1.393.474	201.280	113.846	774.152	681.254	681.254	2.116.017	344.270	80.261	6.385.809
28	1.400.442	202.286	114.415	778.023	684.660	684.660	2.126.597	345.992	80.663	6.417.738
29	1.407.444	203.297	114.987	781.913	688.084	688.084	2.137.230	347.721	81.066	6.449.827
30	1.414.481	204.314	115.562	785.823	691.524	691.524	2.147.916	349.460	81.471	6.482.076
TOTAL										181.063.988

Na podlagi skupne kalkulacije stroškov vzdrževanja za najbolj prizadete dele proge v dobi 30 let je skupni znesek ocenjenih stroškov približno: 181.063.988,00 EUR.

10.6 Povzetek in predlogi

Stroški vzdrževanja za dobo 30 let so ocenjeni na približno 180 milijonov EUR, (približno 6 mio. EUR /leto).

11 INVESTICIJSKA DOKUMENTACIJA

Doslej poznana investicijska dokumentacija za ta projekt je osredotočena na »Investicijski program«, ki ga je pripravil Inženir in je omenjen v projektni nalogi. Če se v teku projekta zvemo za še kakšne druge dele investicijske dokumentacije, bomo zaprosili zanj, da jo ocenimo v okviru te študije.

11.1 Splošne pripombe

Če povzamemo, so izpostavljene naslednje stroškovno učinkovite točke, ki izhajajo iz preverjanja utemeljenosti sedanjega projekta.

- Ugotovljeno je bilo, da sedanja dokumentacija ne zadostuje za razpis za gradnjo. To pomeni, da so potrebni dodatni dokumenti, da se pripravi razpis za gradnjo (kot so »Tehnične specifikacije« itd.)
- Priporoča se splošno koordinacijo projekta v vseh fazah (koncept financiranja, načrtovanje, faza izvedbe, faza dokončanja, faza preizkušanja, čisto do predaje projekta uporabniku).
- Vmesniki med različnimi elementi trase (na primer vmesniki med mostovi in predori) zahtevajo intenzivno tehnično koordinacijo, koordinacijo rokov, pogodbeno in ekonomsko koordinacijo v vseh fazah (načrtovanje, faza izvedbe, faza dokončanja, faza preizkušanja, čisto do predaje projekta uporabniku). Napor v zvezi s koordinacijo so odvisni od izbrane ponudbe (čim več gradbišč bo, toliko večji bo napor).
- Kot je že opisano v točki 3.3 Geološki pogoji, je bilo na trasi izvedeno preizkusno vrtanje. Na podlagi opažanj v tej točki priporočamo dodatna preizkusna vrtanja za preveritev geotehničnih vzdolžnih prereзов.
- Glede na navedeno v točki 4.1 Predori priporočamo, da se preveri možnost gradnje predora v polni velikosti za servisni predor, kar lahko vodi v dvocevno dvotirno rešitev, ker dodatni stroški za večji profil niso pomembni v primerjavi z obstoječimi osnovnimi stroški s servisnim predorom.
- Glede na navedeno v točki 4.2 Mostovi so bili za Viadukt Gabrovica V1 in Viadukt Vinjan V2 izbrani različni preseki mostu. Standardizacija presekov bi lahko imela za posledico zmanjšanje stroškov.
- Potrebno je več preliminarne raziskave, da bi zagotovili zanesljiv podatek o stroških za izkopani material in njegovo odlaganje. Te raziskave bi morale vključevati med drugim tudi naslednje:
 - o Preizkušanje za ugotavljanje kontaminacije
 - o Razpoložljivost ustreznih odlagališč
 - o Razpoložljivost materiala kot dodatka za proizvodnjo betona
 - o Razpoložljivost materiala za nasipe
 - o Razpoložljivost materiala pri gradnji cest
 - o Skrajšanje prevoznih poti
- V zvezi z navedenim v točki 6.3 Analiza MCA, priporočamo, da se preveri izvedba neprekinjenega varnostnega predora vzdolž glavnega predora ter zanj izdelati analizo stroškov in koristi. Pri premisleku bi bilo treba upoštevati:
 - o gradbene stroške
 - o raven varnosti (pristop k tveganju z 2 mrtvima)
 - o Uporaba varnostnega predora za namene vzdrževanja
 - o Enak presek kot glavni predor, tako da bo v prihodnosti mogoče zagotoviti 2. tir

- Glede na razdelitev projekta na gradbišča, glejte odstavke v točkah 11.2.1 Izbira oblike razpisa in 7. Vodenje projekta in delitev na gradbišča.
- Postopek izdelave predora bi lahko imel pomemben vpliv na skupne stroške in čas gradnje. Ustrezne izvedbe so navedene v točki 7.1 TBM proti D&B – časovna ocena. Priporočamo, da se objavi oba postopka izdelave, da dobimo primerjavo stroškov. Ne pozabite, da je treba izdelati načrt razpisovanja za oba postopka.
- Pri kakršnih koli popravkih sedanje projektne dokumentacije je treba preveriti osnovne cene, če so skladne s tržnimi. Zlasti v točki 8.1 Predor je mogoče videti, da so privzeti stroški izgradnje precej pod mednarodnim povprečjem. Priporočljivo je vnesti bistvene stroškovne dejavnike (strošek delovne sile, materialni stroški, stroški strojev).

V investicijskem načrtu, ki je bil narejen, naše preverjanje utemeljenosti vključuje več neznanih in nepredvidenih stroškov. Priporočljivo je primerjati tak pristop z danes običajno sprejetim pristopom, pri katerem se identificirajo vsi neznani stroški v obliki tveganj in verjetnosti, da do njih pride. Glejte izvleček iz »Osnutka investicijskega načrta, 2013«, str. 93 in 105:

Civil work, designer's BOQ	04.2013	830.729.891,00 €	(including 7% unknown costs)
Unforeseen works 7 %	04.2013	+58.151.092,00 €	(once more 7 %)
Total civil		888.880.983,00 €	
Additional works	04.2013	+62.953.156,00 €	
Unforeseen works 5 %		+2.883.977,00 €	(again more)
Total additional works :	04.2013	+65.837.133,00 €	
Other add.works	04.2013	105.037.178,00 €	(CSV 26 mill, design 43 mill ??)
Total all nett	04.2013	1.059.755.294,00 €	RA approach :
DDV 22%		230.123.335,00 €	add.cost in range approx.:
TOTAL brutto		1.289.878.629,00 €	+5 until +25% on „clean nett“

11.2 Preverjanje utemeljenosti investicijskih programov

Preverili smo utemeljenost osnutka »Investicijskega programa« (»Investicijski program za novo železniško progo Divača – Koper« iz oktobra 2013).

Investicijski program opisuje stroške in zahteve za gradnjo drugega tira železniške proge Divača - Koper.

To se nanaša na:

- Potrebo po novi železniški progi
- Skrajšanje potovalnega časa, hitrost
- Prometno zmogljivost
- Prometna varnost in upravljanje prometa

- Družbenoekonomski vpliv
- Stroški prevoza
- Vpliv na okolje
- Prestavitev prometnih tokov in s tem gospodarske koristi za celotno regijo

Prvi korak je preverjanje utemeljenosti predračunov za vsak objekt (Glejte popis opreme in del s cenami, ki ga je pripravil projektant z ocenjenimi gradbenimi stroški za ločene dele objekta, ref.: CD1: PGD 3610/3623 projekti (31 delov).

Poleg tega je bilo ugotovljeno, da so izračunani stroški vključeni v investicijski program. Stroški posameznih objektov in druga stroškovna mesta so bila razdeljena po planu realizacije objektov v večletnem obdobju.

V investicijski program so vneseni naslednji stroški:

- Gradbena dela
- Drugi stroški
- Druga dela

Na ta način so bili določeni stroški za vsako leto začeni z letom 2013 in do konca v letu 2022. Tako ugotovljeni stroški so bili valorizirani na podlagi leta 2013, da se ustvari potreba po investiranju.

Navedeni skupni stroški projekta vrez valorizacije znašajo 1.289.878.629 EUR in 1.411.109.875 EUR bruto z valorizacijo ter zaključkom leta 2022.

Tako dobljeni investicijski program je videti verodostojen.

Investicijski program in terminski plan gradnje sta bila primerjana za predore in mostove.

Opazili smo, da se ta investicijski program iz leta 2013 in sedanjí terminski plan gradnje na določenih področjih ne ujemata.

Investicijski program je že povzročil odločilne stroške v letih 2013 in 2014. Po terminskem planu gradnje naj bi bila bistvena gradbena dela izvedena v letih 2019 do 2025, kar pomeni premik za več let v primerjavi z investicijskim programom.

Razlike za odločilna strokovna mesta so prikazane v naslednji tabeli.

Tabela 53 – Dinamika investiranja na 2TDK.

Dinamika investiranja v stalnih cenah april 2013

[illegible]

Ugotovljeno je bilo:

- Izračunani stroški za objekt so vključeni v investicijski program
- Stroški so razdeljeni v skladu s terminskim planom za več let
- Izračunani letni stroški so bili valorizirani z letom 2013 kot osnovo.
- Terminski plani gradnje, ki smo jih prejeli, se razlikujejo od obdobj, prikazanih v investicijskem programu.

Priporočamo:

- Spremembo sedanjega investicijskega programa na zdaj realistično realizacijo projekta ali na trenutni terminski plan gradnje.
- Valorizacija s trenutnimi vrednostmi

11.3 Zmanjšanje investicijskih stroškov

Stroški gradnje so odvisni od prevladujoče situacije na trg. Po naših izkušnjah večja konkurenca ponavadi znižuje stroške gradnje.

11.3.1 Izbira oblike razpisa

Razpis za eno gradbišče:

Razpis za izvedbo celote oz. enega gradbišča omogoča nekaj velikim družbam in tudi združenjem, da dajo ponudbo za tako pogodbo. Zaradi velikih zahtev celotnega projekta mahne do srednje velike družbe niso zelo primerne. To zmanjšuje krog potencialnih ponudnikov na majhno število velikih ponudnikov. To pa neizogibno pelje z manjši konkurenčnosti.

Razpis za več gradbišč:

Razpis za izvedbo na več gradbiščih omogoča tudi majhnim in srednje velikim družbam ter združenjem predložiti ponudbo za ta posle. To bi omogočilo specializiranim družbam, da dajo ponudbe za posebne odseke (kot je gradnja mostov, gradnja predorov, inženiring za posebne temelje, itd.). S tem se krog potencialnih ponudnikov razširi. To pa neizogibno vodi v večjo konkurenčnost. V določenih pogojih bi to lahko pripeljalo do bolj ugodne celotne investicije.

Posebej izpostavljamo, da pri razpisu za več gradbišč pride do večjih problemov z vmesniki. Potreben je bolj intenziven nadzor in spremljanje ter usklajevanje s strani izvajalca gradbenih del. Da bi zagotovili kontinuiteto načrtovanega procesa gradnje priporočamo uvedbo pogodbenih kazni, da se zagotovi točnost izvedbe s strani izvajalcev.

Možnost dodelitve na gradbišča:

Z našega stališča bi bila smiselna naslednja razdelitev:

- Delitev na dva pogodbeni odseka glede na geološke pogoje na severnem in južnem delu
- Delitev glede na obravnavane naloge

- o Predor
 - o Mostovi
 - o Ceste
 - o Odlagališča viškov materialov
- Razpis po objektih ob upoštevanju vmesnikov v tehničnem in organizacijskem smislu

11.3.2 Predračuni – pogodbene specifikacije

Kot je bilo že omenjeno (npr. gradnja predora ali mostu) so bili predračuni narejeni na podlagi različnih pogodbenih specifikacij.

V zvezi z določanjem stroškov je bilo ugotovljeno naslednje:

- Različne zgradbe pogodbenih specifikacij za posamezne objekte
- Stroški za preverjene objekte se zdijo verodostojni
- Različne cene na enoto za popolnoma enake storitve
- Različne oznake razreda jekla na različnih konstrukcijah

Priporočamo:

- Izdelavo identičnih pogodbenih tehničnih specifikacij za vse objekte
- Uporabo standardiziranih pogodbenih specifikacij
- Identične cene na enoto za enake postavke za vse objekte
- Zaradi večletne zamude bi bilo treba preveriti cene na enoto, da se preveri skladnost s tržnimi cenami pred izdajo razpisne dokumentacije
- Pred objavo razpisa bi moral višji organ v lastnikovi organizaciji verificirati vsebinsko skladnost pogodbenih specifikacij

11.4 Primerljivi projekti v teku

Trenutno je javno financiranje infrastrukturnih projektov možno samo v bogatih državah. Vse druge iščejo druge načine za financiranje potreb po prometni infrastrukturi, trenutno pa je edini način z zasebnim financiranjem in dajanjem infrastrukture v neko vrsto koncesijskega sporazuma.

Če pogledamo čas zadnjega desetletja, obstaja nekaj podobnih projektov, ki so v teku z začetkom pri konceptih načrtovanja in financiranja do gradnje in obratovanja. Večina od njih se izvaja na osnovi koncesije, vendar nobeden od teh projektov še ni dosegel konca koncesijske dobe. čas njenega trajanja pri nobenem od njih še ni potekel. V nadaljevanju je predstavljena primerjalna tabela in primerjave uspešnosti.

Da bi bolje razumeli zasebni tip financiranja ter razdelitev odgovornosti med pogodbenimi partnerji, je v nadaljevanju predstavljena shema, ki prikazuje delitev odgovornosti med javnimi in zasebnimi partnerji.

11.4.1 Zasnova pogodbe za izvedbo projekta s uporabo sheme PPP

V zadnjih nekaj desetletjih se je javno-zasebno partnerstvo (PPP) začelo pogosteje uporabljati za izvedbo načrtovanja, gradnje in obratovanja infrastrukturnih projektov.

Ta razvoj je posebej zanimiv za razvoj prometnih omrežij, ker ga vlade uporabljajo za nadaljnji razvoj prometnih omrežij v mestih in med mesti kot odgovor na zahteve hitro razvijajočega se prometa in na potrebe po mobilnosti ljudi in blaga.

Pomanjkanje finančnih virov v mestih in državah, ki se danes uporabljajo pretežno za stroške socialne družbe ne pušča veliko sredstev za druge rabe ali za razvoj prometne infrastrukture.

Zato mesta in države najemajo izvajalce projektov, ki lahko povežejo tehnične potrebe in zasebna finančna sredstva v učinkovito izvedbo projekta gradnje, vzdrževanja in obratovanja cestne in železniške infrastrukture.

Slika 87 – Vrste izvedbe projekta z delitvijo tveganj med javni in zasebni sektor.



Primerjava cen in rezultatov z javnim in zasebnim financiranjem kaže, da modeli javno-zasebnega partnerstva dajejo boljše rezultate v smislu časa, kakovosti, operabilnosti in končne cene po koncesijskem obdobju. Rezultati so boljši zaradi vpletenega zasebnega interesa in neposrednega sodelovanja partnerjev v projektu.

Število uporab na področju železniške infrastrukture je omejeno v primerjavi s cestno infrastrukturo in zato obstaja manj izkušenj in manj znanja o končnih rezultatih. Zato so obstoječi projekti PPP v železniški ifci naštet in predstavljeni v spodnji tabeli.

Tabela 54 – Doslej izvedeni PPP projekti železniške infrastrukture na svetu (2015).

Št.	Projekt	Čas projektiranja in gradnje	Koncesijska doba (let)	Dolžina (km)	Vrednost investicije	Javni del part	Vrsta koncesije
1	CTRL kanalski železniški predor, VB	1996-2003/2007	90	109	GBP 5.8 milijard	GBP 2.01 milijard	DBFM
2	Oeresund cestno-železniška povezava, Danska-Švedska	1991-2000	25-30	38	€ 2.0 milijard	100 % državna garancija	DBFM
3	Proga za visoke hitrosti Zuid Amster.-Belgija	2000-2007	25	100	€ 6.0 milijard	€ 110 mio/leto.	DBFM
4	železnica Alice Springs-Darwin-Adelaide), Avstralija	2000-2004	50	1420 km (skupno 2790)	AUS\$ 1.2 milijard	AUS\$ 559 mil.	DBOFM ali BOOT ?
5	Proga za vis.hitr. Taipei-Kaoihsung, Tajvan,	2000-2007	35	355	US\$ 18 milijard	US\$ 11.75 milijard (od 2010.)	DBOFM
6	Proga za vis.hitr. Perpignan-Figueras, Francija/Španija	2005-2009	50	45	€ 1.1 milijard	€ 540 mio.+ 62 mio.	DBFM
7	Železn. proga Diabolo, Bruselj, Belgija	2007-2012	35	3	€ 540 mil	€ 250 mio. za tir in signal.	DBF
8	Liefkenshoek rail link, Belgija	2008-2013	38	16	€ 840 mil	€ 50 mio./god.	DBFM
9	Tours-Bordoeaux, Fra, HS rail	2010-2016	50	340	€ 7.8 milijard	€ 3.0 milijard	DBFM
10	GSM-R NETWORK; France	2009-2015	15	14000	€ 1.0 milijard	€ 160 mil	DBOFM
11	Lisbon-Madrid, HS rail	2009-2013 2011 ustavljen	40	165	€ 7.8 milijard	Kriza na Portugalskem	DBFM
12	Nimes-Montpellier, Fra, HS rail	2011-2017	25	80	€ 2.06 milijard	€ 586 mio	DBFM

13	Brittany _Pays de la Loire, Fra, HS rail	2011-2016	20	182	€ 3.4 milijard	€ 990 mil	DBFM
14	Rio de Janeiro-S.Paulo, Brazil, HS rail	2011-2017, 2013 odložen	40	518	USD\$ 18.7 milijard	Premalo domačih izvajalcev	DBOF
15	Kokola/Ylivieska, Finska rail link	2011-2014, 2011 stop	20-30	76 (2 nd track)	€660 mil.	Previsoke ponudbe	DBFM
16	Divača - Koper	2017-2022	30 ?	27	€ 1.1 milijard?	25 %?	DBOFM ?

Kratice :

€ - evro

GBP – britanski funt , 1 GBP = 1.42035 EUR,

AUS\$ - avstralski dolar, 1 AUS\$ = 0.670 EUR, 1 EUR = 1.50 AUS\$

US\$ - ameriški dolar, 1 US\$ = 0.934 EUR, 1 EUR = 1.07 USD\$

CAN\$ - kanadski dolar, 1 CAN\$ = 0.70 EUR, 1 EUR = 1.42 CAN\$

HS rail – »proga za visoke hitrosti«

DBFM – »Projektiranje-gradnja-financiranje-vzdrževanje«

DBOFM –»Projektiranje- gradnja-obratovanje-financiranje-vzdrževanje«

DBM – »projektiranje-gradnja-vzdrževanje«

DBF – »projektiranje-gradnja-financiranje«

DBOF – »projektiranje-gradnja-obratovanje-financiranje«

BOOT – »gradnja-posedovanje-obratovanje-prenos«

11.5 Interes morebitnih izvajalcev

Zaradi lokacije projekta in zmogljivosti družb, ki bi jih morda zanimalo ponuditi svoje storitve za gradnjo tega projekta, obstajajo različne družbe ali skupine družb, ki bi jih zanimalo sodelovanje na razpisu.

Na podlagi lokacije družb in njihovih običajnih cen na drugih projektih v bližini je mogoče pričakovati, da bodo njihove ocenjene cene v podobnem obsegu kot na drugih nedavnih projektih. Cene družb so običajno podobne znotraj ene države ali ene regije. Cena ponudbe neke skupine je običajno blizu zneska, ki je uradno objavljen kot vrednost projekta.

Avstrija

Cene, ki jih lahko pričakujemo od avstrijskih izvajalcev, so podobne tistim, ki jih ponujajo v Avstriji, čeprav je za vsak projekt pripravljena ločena kalkulacija, ki vključuje lokalne pogoje in znižanja cen.

Zainteresirani morebitni izvajalci so:

BEMO TUNNELING/METROSTAV, HABAU/ÖSTU-STETTIN, HINTEREGGER, HOCHTIEF, HABAU/ÖSTU-STETTIN, , IMPLENIA, JÄGER (delali so na projektu Plave-Doblar), PORR, STRABAG, SWIETELSKY.

Vse te družbe ponujajo NATM in TBM metodo gradnje predora.

Nemčija

Cene, ki jih lahko pričakujemo od nemških izvajalcev, so podobne tistim, ki jih ponujajo v Nemčiji in Avstriji, čeprav je za vsak projekt pripravljena ločena kalkulacija, ki vključuje lokalne pogoje in znižanja cen.

Zainteresirani morebitni izvajalci so:

MAX BoeGL, BILFINGER BERGER (v lasti družbe IMPLENIA ?), WAYSS&FREYTAG,

Zagotovo ne bodo sodelovali na razpisu:

ZUBLIN (55% v lasti STRABAG-a, deluje samo v Nemčiji).

Vse te družbe ponujajo NATM in TBM metodo gradnje predora.

Italija

Cene, ki jih lahko pričakujemo od italijanskih izvajalcev, so podobne tistim, ki jih ponujajo v Italiji, so jih pa pogosto pripravljeni znižati, če imajo konkurenco, čeprav je za vsak projekt pripravljena ločena kalkulacija, ki vključuje lokalne pogoje in znižanja cen.

Zainteresirani morebitni izvajalci so:

ASTALDI, CMC, IMPREGILO-SALINI, PIZZAROTTI, GRANDI LAVORI .

Vse te družbe ponujajo NATM in TBM metodo gradnje predora.

France

Cene, ki jih lahko pričakujemo od italijanskih izvajalcev, so podobne tistim, ki jih ponujajo v Italiji, so jih pa pogosto pripravljeni znižati, če imajo konkurenco, čeprav je za vsak projekt pripravljena ločena kalkulacija, ki vključuje lokalne pogoje in znižanja cen.

Zainteresirani morebitni izvajalci so:

BOYGUES, VINCI, RAZEL , EIFFAGE

Vse te družbe ponujajo NATM in TBM metodo gradnje predora.

Družbe iz drugih držav:

Švica

Edina družba, ki bi lahko imela interes, je morda IMPLENIA, ampak prek njihove avstrijske podružnice in MARTI, ki ima predstavnika v Gradcu, Avstrija. Njihove cene so višje, vendar se običajno prilagodijo lokalnim cenam.

Švedska

Iz Švedske je le družba SKANSKA sposobna izvajati take projekte in bi lahko bila aktivna prek svoje poslovalnice na Slovaškem.

Španija

Cene, ki jih pričakujemo od španskih izvajalcev, so podobne tistim, ki jih ponujajo v Španiji, so jih pa pogosto pripravljeni znižati, če imajo konkurenco, čeprav je za vsak projekt pripravljena ločena kalkulacija, ki vključuje lokalne pogoje in znižanja cen.

Zainteresirani morebitni izvajalci so:

DRAGADOS, FCC i Group ACS

Vse te družbe ponujajo NATM in TBM metodo gradnje predora.

Češka/Slovaška

Med češkimi in slovaškimi družbami bi lahko pokazala interes METROSTAV preko njihove družbe BEMO TUNNELLING v Avstriji, SUBTERRA in podružnica družbe SKANSKA, ki ima poslovalnico na Slovaškem. METROSTAV lahko ponudi tako NATM kot TBM metodo gradnje predorov in cene običajno prilagodijo trgu.

Turčija

Obstaja več močnih firm, ki bi jih lahko zanimal projekt te vrste, na primer: ENKA, KALYON, GÜLERMAK, YAPI MERKEZI. Vendar je njihov glavni problem komunikacija in jezik, čeprav glede cen lahko ponudijo nižje cene od obstoječe ravni cen na srednjeevropskih trgih. Pogoji za tako znižanje cen, ki so lahko celo 20% nižje, je uporaba njihove lastne delovne sile v Sloveniji (problemi z delovnimi dovoljenji, ker niso del EU, individualni problemi z delovno silo druge religije).

Kitajska

Kitajske družbe kažejo velik interes za infrastrukturne projekte v jugovzhodni Evropi: izvedli so že 4-5 projektov v Srbiji in nekaj v Makedoniji. Prav zdaj delajo na avtocestnem projektu Bar-Boljare v Črni Gori, ki ga financira Kitajska s kreditom v znesku 0,8 milijard EUR (namesto 2,0 milijard EUR kot so v prejšnjih razpisih ponudili zasebni investitorji). Gradnja se izvaja s lokalnimi družbami, kar pomeni vključevanje gradbenih firm iz Črne Gore, Bosne, Srbije, Makedonije. Eden od razlogov za to je restriktivna politika odobravanja dovoljenj za delo ter stroški delovne sile.

Kitajske družbe so zmožne ponuditi nižje cene, kadar zagotavljajo tudi financiranje, kot je primer v Črni Gori. Zanimanje za ta projekt kaže največji kitajski izvajalec železniških projektov, CREC iz Chengduja, ki je v državni lasti (400.000 zaposlenih).

Slovenija / Hrvaška / Bosna

V zadnjem časovnem obdobju se je zaradi zmanjševanja obsega gradenj število gradbenih podjetij v območju jugovzhodne Evrope dramatično zmanjšalo. Zato v tem trenutku lahko najdemo le nekaj družb, ki so pripravljene prevzeti resna gradbena dela na projektu, kot je 2TDK, in jih izvesti tako kakovostno in po takih cenah, kot je zahtevano.

V Sloveniji sta takega ranga POMGRAD in SŽ Gradbeno podjetje.

Na Hrvaškem so družbe te vrste: VIADUKT, HIDROELEKTRA in SKLADGRADNJA, ki gredo lahko čez mejo, Da še vedno delajo v EU in imajo dovolj tehničnega in jezikovnega znanja.

V Bosni je tudi več družb, čeprav je njihova sprejemljivost in uporabnost omejena, ker njihova delovna sila ni iz EU, kar velja tudi za družbe 2-3 iz Srbije, Črne Gore in Makedonije.

Uporaba lokalne delovne sile, ki pozna lokalni jezik in ima zahtevane tehnične zmogljivosti bi v vsakem primeru pomenila prednost pri delu v Sloveniji.

11.6 Povzetek in predlogi

Investicijski program

Investicijski program je treba popraviti na zdaj realistično realizacijo ali na trenutni terminski plan gradnje. Valorizacijo projekta je treba dopolniti s trenutnimi vrednostmi.

Usklajevanje razpisne dokumentacije – tehnični del:

Priprava identičnih pogodbenih tehničnih specifikacij za vse objekte.

Uporaba standardiziranih pogodbenih specifikacij.

Enake cene na enoto za enake postavke za vse objekte.

Zaradi večletne zamude je treba preveriti uporabljene cene na enoto, da se preveri njihova skladnost s tržnimi cenami, preden bo izdana razpisna dokumentacija.

Pred objavo razpisa bi moral višji organ v lastnikovi organizaciji verificirati vsebinsko skladnost pogodbenih specifikacij.

Razpisni postopek in dokumentacija: strokovnjaki za pravni, finančni in tehnični del

Iz obstoječe projektne dokumentacije je treba narediti razpisno dokumentacijo, ki jo bo mogoče objaviti kot poziv za ponudbe za gradbena dela (2 fazi: predkvalifikacijska faza in finančna ponudba za predkvalificirane družbe).

Če bo sprejeta odločitev, da je projekt ne izvaja kot javno financiran projekt namesto zasebnih investorjev v neki obliki sheme PPP, je treba pripraviti razpisa s pomočjo strokovnjakov za pravni del, finančni del ter tehnični del postopka

Za pripravo je potreben čas približno 12 mesecev, če se pravni in finančni del pripravljata istočasno. Istočasno, vzporedno z oblikovanjem finančne strukture, je mogoče pripraviti tehnično dokumentacijo, za kar bo prav tako potrebno 12 mesecev.



Pred objavo razpisa predlagamo, da naredite 1-dnevni uvodni seminar in povabite vse gradbene družbe, ki jih zanima sodelovanje na razpisu. Na ta način se število ponudnikov poveča in aktivira konkuriranje med njimi v korist Lastnika

12 PREDLOGI - POVZETEK

V nadaljevanju povzemamo vse predloge, ki izhajajo iz različnih točk od začetka analize dokumentov projekta 2TDK. Po videzu sledijo vrstnemu redu točk in razprave ter argumentom za in proti, ki so bili podani v ustreznih točkah.

12.1 Nobene spremembe trase v vertikalni ali horizontalni smeri (točka 3)

Predlagamo, da trasa ostane v vertikalni in horizontalni smeri v taki obliki, kot je bila načrtovana v različici I.3, ker nobena sprememba ne bi pomenila prednosti v smislu znižanja stroškov. (str. 8) .

12.2 Večja zanesljivost geoloških podatkov (točka 3)

Glede preiskav terena predlagamo, da se dodatno poveča dolžina preiskovalnih vrtin z namenom, da se izboljša vzdolžni geološki profil. Če so na voljo še kakšni drugi dokumenti, ki bi jih lahko uporabili za izboljšanje in boljšo opredelitev geološkega profila, bi jih bilo treba uporabiti in vključiti med rezultate. Drugače pa bi bilo treba izvesti dodatne preiskave na terenu pred razpisom in/ali jih predvideti in zahtevati med fazo gradnje kot predhodne vrtnice med gradnjo predora. Da bi bili prepričani o dodatnih potrebnih ukrepih in dejanjih, je treba izvesti oceno obstoječih preiskav in opredeliti potrebne dodatne ukrepe (tudi z uporabo omenjene metode R-Index ali AMT), da bi omogočili nadaljnje postopke (str. 12).

12.3 Zmanjšanje notranjega preseka predorov (točka 4)

V skladu z načrti za nedavno grajene predore v EU je mogoče zmanjšati notranji presek predorov. To bi imelo za posledico znatne prihranke pri stroških, zlasti če bo predor grajen s TBM, kjer že majhno zmanjšanje premera pomeni velik prihranek pri stroških.

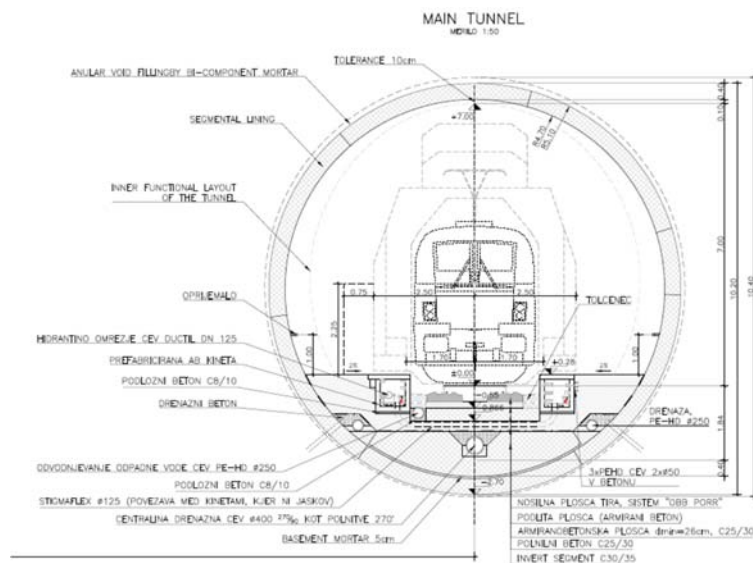
12.4 Rešitev za predore s TBM (točka 4)

Lahko bi preučili nove načrte za alternativo s TBM vključno z naslednjimi postavkami:

- Kinematični obod, predlagana v Projektu DK2 ali zmanjšani svetli profil, kot je to v drugih evropskih predorih
- Toleranca za vodenje TBM (podana je toleranca 10cm tolerance na kaloti); dejansko je bilo upoštevano tveganje padca ščita, kar je značilno tveganje za TBM s ščitom.
- Drenažni kanali kakor tudi kontrola in vzdrževanje jaškov;

Za niše z ventili za zmanjšanje pritiska in hidrantne niše za razvod – postavljena je hipoteza, da bo ob drugačni zasnovi elektromehanskega sistema omenjena oprema vgrajena v presek predora brez potrebe po dodatnih razširitvah.

Prostor pod tirom je mogoče koristno uporabiti kot kanal za različne vode (optična vlakna, TLC,...), pa tudi za sistem cevi za pitno vodo, kot je vodovodni sistem.



Slika 88 Proposed functional layout – Drained Odsek

12.5 Odlagališča viškov materialov (točka 5)

Študijo odlagališč viškov materialov je treba podrobno pregledati in popraviti ob upoštevanju možnih tveganj glede naslednjega:

- Ponovno pregledati transportne zmožljivosti proge za prevoz viškov v Anhovo in prevoz nazaj do mesta uporabe
- Stroški prevoza apnenca v kamnolom Črnotiče
- Kompenzacija stroškov za proizvodnjo cementa in uporabe drugih materialov nazaj v projekt.
- Ponovno pregledati laboratorijsko preverjanje kakovosti za: apnenec za agregat, flišne kamnine za cement in fliš za polnitve in nasutja
- Aktivirati garancije v pogodbah z lastniki odlagališč: Anhovo, Črnotiče, Bekovec za čas gradnje, ker so na kritični poti

12.6 Sistemska analiza, proga za izključno tovorni promet in tovarne vlake brez voznika (točka 6)

Sistemska analiza obstoječe prometne rešitve z upoštevanjem različnih presekov zaradi razlike v ceni daje prednost enocevni rešitvi (samo za tovorni promet) v primerjavi z sedanjim projektom (dolgi predori s servisnimi predori). Vendar pa se je z enojno cevjo zmanjšala raven varnosti, ki temelji na takoimenovani »Skupni metodi za varnost«, kjer je uporabljen pristop, povezan s tveganjem. To na primer pomeni, da mora nekdo, ki je pooblaščen od lastnika, odobriti koncept, da pri vsakem prehodu vlaka po progi (z 8 predori) obstaja možnost izgube dveh oseb (vlakovodja in njegov sovoznik).

Vlaki brez voznika so teoretično možni, vendar v realnosti niso v široki uporabi, saj je glavna razlika od podzemnih prog brez voznikov ta, da so le-te ločene od vseh drugih motenj prometa, medtem ko tovorni vlaki vozijo po površju in lahko trčijo v osebe ali druga vozila.

12.7 Povečanje preventivne varnosti (točka 6)

Glede na dolg odsek predorov je mogoče vgraditi večnamenski (»MultiScanner«) portal za preverjanje prisotnosti požara ali ovir izven standardnega gabarita.

12.8 Toga vozna mreža (točka 6)

Da bi omogočili razumno zmanjšanje preseka predora, je treba preveriti profile elektromehanskih in prometnih sistemov, da bi zmanjšali potrebe po prostoru. Zlasti bi bilo dobro oceniti uporabo toge vozne mreže na odsekih s predori.

12.9 Razdelitev projekta na gradbišča (točka 7)

Pripraviti je treba obliko gradbene pogodbe in razpisne dokumentacije za gradnjo na podlagi razdelitve projekta na dve gradbišči.

Izdelati je treba projektno dokumentacijo za možnost oddaje ponudb za tehnologijo TBM za najdaljše predore (T1, T2, T8) in za pripravo ustrezne razpisne dokumentacije po projektu za izkop predora s TBM. Tehnologija TBM utegne skrajšati trajanje gradnje za 2 leti (5 let trajanja gradnje namesto 7 let samo za NATM – novo avstrijsko metodo gradnje); boljša je tudi za zaščito pred vodo in varnejša za delavce v predoru v primeru vdorov vode zaradi nestabilnosti kamnine in lahko bistveno zmanjša finančne stroške v primeru najdaljših predorov.

12.10 Ovrednotenje stroškov (točka 8)

Predori

Nadzor nad stroški osnovnih cen, predstavljenih za Popise del, ni pokazal bistvenih razlik v delih predorov, razen enega predora, kjer je prišlo do edinega primera precenitve. V osnovi bi bilo treba cene na enoto preveriti za poenotenje, saj so na projektu delali različni projektanti. Povprečne cene gradnje predorov so pretežno 20-25% nižje od srednjeevropskih cen, vendar temeljijo na razmerah na slovenskem trgu.

Mostovi

Treba je preveriti cene na enoto zaradi poenotenja, saj so na projektu delali različni projektanti. Dva glavna viadukta imata približno enake cene na enoto, vendar različne vrste presekov, kar lahko vodi k razlikah v ceni v fazi ponudbe, ki jih povzroči različna tehnologija, potrebna zanje. Cene na enoto za gradnjo mostov so v razponu povprečnih srednjeevropskih cen za tovrstno gradnjo.

Zasnove elektromehanske opreme in varovanja

Odkrili smo več razlik v cenah v primerjavi z običajnimi povprečnimi cenami na mednarodnem trgu, pa tudi nekaj napak pri uporabi cen za Popise del, zato so izvedeni popravki v poglavju 8.5. Potrebno je dodatno preverjanje cen za »Signalizacijo« in »Video nadzor«, da bi dobili realne vrednosti. V sedanjih ocenah so popravki.

12.11 Analiza tveganj (točka 9)

Osnovni stroški z rezultati analize tveganj in drugi prej neznani in neocenjeni stroški, ki so bili ugotovljeni v »Investicijskem programu«, so bili pregledani in določen je bil razpon, v katerem lahko pričakujemo skupno višino projektnih stroškov. Razpon pričakovanih neto projektnih stroškov predstavlja znesek finančnih virov, ki jih je treba zagotoviti in nameniti za projekt, vendar niso v celoti zahtevani med izvajanjem projekta.

Nekateri ocenjeni stroški so bili ocenjeni z večjo, nekateri pa z manjšo verjetnostjo nastanka, zato vrednosti nepredvidenih del zagotavljajo finalizacijo projekta.

12.12 Vzdrževanje (točka 10)

Stroški vzdrževanja za dobo 30 let so ocenjeni na približno 180 milijonov EUR, (približno 6 mio. EUR/leto).

12.13 Investicijska dokumentacija (točka 11)

Investicijski program je treba popraviti na zdaj realistično realizacijo ali na trenutni terminski plan gradnje. Valorizacijo projekta je treba dopolniti s trenutnimi vrednostmi.

Usklajevanje razpisne dokumentacije – tehnični del:

Priprava identičnih pogodbenih tehničnih specifikacij za vse objekte in uporaba standardiziranih pogodbenih specifikacij.

Enake cene na enoto za enake postavke za vse objekte. Zaradi večletne zamude je treba preveriti uporabljene cene na enoto, da se preveri njihova skladnost s tržnimi cenami, preden bo izdana razpisna dokumentacija.

Pred objavo razpisa bi moral višji organ v Lastnikovi organizaciji verificirati vsebinsko skladnost pogodbenih specifikacij.

Razpisni postopek in dokumentacija: strokovnjaki za pravni, finančni in tehnični del

Iz obstoječe projektne dokumentacije je treba narediti razpisno dokumentacijo, ki jo bo mogoče objaviti kot poziv za ponudbe za gradbena dela (2 fazi: predkvalifikacijska faza in finančna ponudba za predkvalificirane družbe).

Če bo sprejeta odločitev, da je projekt ne izvaja kot javno financiran projekt namesto zasebnih investorjev v neki obliki sheme PPP, je treba pripraviti razpisa s pomočjo strokovnjakov za pravni del, finančni del ter tehnični del postopka. Običajno strokovnjaki, ki pripravljajo pravno in finančno dokumentacijo, ne pripravljajo tehnične razpisne dokumentacije (ker so za tehnični del potrebni multidisciplinarni strokovnjaki).

Za pripravo je potreben čas približno 12 mesecev, če se pravni in finančni del pripravljata istočasno. Istočasno, vzporedno z oblikovanjem finančne strukture, je mogoče pripraviti tehnično dokumentacijo, za kar bo prav tako potrebno 12 mesecev.

Pred objavo razpisa predlagamo, da naredite 1-dnevni uvodni seminar in povabite vse gradbene družbe, ki jih zanima sodelovanje na razpisu. Na ta način se število ponudnikov poveča in aktivira konkuriranje med njimi v korist Lastnika.

13 ZAKLJUČKI

Na podlagi preverjanja razpoložljive projektne dokumentacije in dodatnih analiz, ki so bile potrebne, so vsi glavni predlogi navedeni v točki »12. Predlogi«.

Projekt 2TDK je predvsem projekt strateškega pomena za Republiko Slovenijo, ki sledi hitremu razvoju pristanišča Koper in naj bi zagotovil boljšo povezavo med jadransko obalo in srednjo Evropo kot del evropskega omrežja TEN.

Ocenjene cene so v obsegu projektov te vrste, ki so bili v zadnjem času izvedeni v Evropi, kljub dejstvu, da cene gradnje temeljijo na nivoju cen na slovenskem gradbenem trgu, ki je nižji od povprečnega nivoja cen v srednji Evropi.

Ocenjena projektna dokumentacija je na ravni dokončanega glavnega projekta in izdanega gradbenega dovoljenja, vendar ni uporabna za nadaljnjo uporabo za razpisni postopek, ne da bi popravili določene dele in izboljšali poenotenost cen in drugih splošnih postavk na ravni celotnega projekta.

Nekaj delov projektne dokumentacije je treba resno spremeniti, ker bo ravnanje z odlaganjem in uporabo viškov materiala imelo pomemben vpliv na kritično pot terminskega plana gradnje in zato na celotno končno ceno.

Poleg tega je treba izdelati nekaj dodatnih načrtov in strokovnih študij za izboljšanje osnovnih informacij, kot je geološki profil, kar bo na koncu tudi v korist Lastnika. Izdelati je treba druge deli projektne dokumentacije, ki bodo omogočili uporabo novih tehnologij, s katerimi se lahko resno poveča varnost na gradbišču, zmanjšajo stroški gradnje in zagotovi višji nivo varnosti za delovno silo in varstvo okolja, zlasti kakovost pitne vode.

Z vidika izvedbe projekta in njegovega financiranja je treba razmisliti o drugih načinih financiranja projekta in izvedbe poleg javnih sredstev in s tem lahko sprejeti nove načine, kot je zasebno financiranje in oddajanje projekta v koncesijsko razmerje.

14 BIBLIOGRAFIJA

- [1] Barla G. (2000) - *“Lessons learnt from the excavation of a large premer TBM tunnel in complex hydro-geological conditions”* - GeoEng 2000, mednarodna konferenca o geotehničnem in geološkem inženiringu, Melbourne, Avstralija.
- [2] Baumgartner JP (2001) Prices and costs in the railway sector. Laboratoire d'Intermodalité des Transports et de Planification. Ecole Polytechnique Federale de Lausanne
- [3] Lasting Infrastructure Cost Benchmarking (LICB) Summary Report December 2008
- [4] ITF : Makovsed D., Bullock R., Sorgenfrei J. : “Divača – Koper 2nd track – risks and options , PP presentation, Ljubljana 09.2015, str.34
- [5] ÖGG : “Cost Estimation for Transport Infrastructure Projects Considering Project Relevant Risks” objavilo Avstrijsko geotehnično društvo leta 2005.