

## T.1.1 Tehnično poročilo

### Vsebina

1.	UVOD .....	2
2.	POVZETEK ANALIZE STANJA PREDORA JURGOVEC .....	2
3.	POVZETEK PREGLEDA PREDORA JURGOVEC .....	3
4.	OPIS KONSTRUKCIJE PREDORA JURGOVEC .....	3
5.	OPIS STANJA PREDOROV .....	4
6.	OPIS DOGAJANJA V PREDORIH V PREDHODNEM OBDOBJU .....	4
7.	PROJEKTNE OSNOVE IN OPIS TEHNIČNIH REŠITEV .....	4
8.	FAZNOST IN ORGANIZACIJA DEL .....	5
9.	NAČIN IZVEDBE UTRJEVALNIH DEL .....	6
9.1	Izvedba utrjevalnih del v talni obok .....	6
9.2	Izvedba utrjevalnih del v boku predora .....	7
9.3	Izvedba utrjevalnih del v obok predora .....	7
10.	IZVEDBA DEL V PREDORU JURGOVEC .....	8
10.1	Uvod .....	8
10.2	Zahteve za izvedbo sider .....	8
10.3	Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom in koncem panela 23 in 27 .....	8
10.4	Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom in koncem panela 35 in 37 .....	9
10.5	Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom in koncem panela 45 in 56 .....	9
10.6	Odstranjevanje brizganega betona, ki je načet, z obtrkavanjem .....	9
10.7	Zatesnitev lokalnih dotokov vode, če so viri vode točkovni .....	10
10.8	Zaščita glav sider .....	10
10.9	Vzpostavitev novega merskega sistema .....	10
10.10	Čiščenje predora .....	10
11.	MERITVE MED IZVEDBO DEL .....	11
12.	OZEMLJITEV .....	11
13.	STATIČNI IZRAČUNI ZA PREDOR JURGOVEC .....	11
13.1	Uvod .....	11
13.2	Način izvedbe analize .....	11
13.3	Numerični izračuni za predor Jurgovec .....	13
13.3.1	Izračuni v profilu 117 (krivina predora Jurgovec) .....	13
13.3.2	Izračun v območju panela 36 .....	13
13.3.3	Izračun v območju panela 25 .....	14
14.	VARNOST IN POGOJI IZVAJANJA DEL .....	14
15.	TERMINSKI PLAN .....	14

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

## 1. UVOD

Na glavni železniški progi št. 50 Ljubljana – Sežana – d.m. se nahajajo trije predori, in sicer predor Križiški, dolžine 326 m, predor Jurgovec, dolžine 285 m in predor Ležeški, dolžine 360 m. Vsi predori so v uporabi od leta 1857.

Predor Jurgovec je najkrajši med temi predori. Zaradi starosti in dotrajanosti je bilo v času obratovanja predora Jurgovec izvedenih več sanacij, zadnja od njih leta 2011, med katero je prišlo do takšne oslabitve konstrukcij predora, da jih je bilo potrebno dodatno ojačati.

V okviru te naloge je bilo najprej potrebno izvesti analizo stanja predorov, vključno s predlogi za utrditev posameznih odsekov predora Jurgovec, v okviru katere se je na podlagi pregledov dokumentacije in terenskih ogledov določilo potencialno nestabilne odseke ter podalo predloge za izvedbo sanacijskih del. Analiza stanja predorov je del tega projekta.

Ugotovljeno je bilo, da v predoru Jurgovec obstaja več odsekov, ki niso stabilni. V nadaljevanju v okviru izvedbenega projekta za sanacijo predora Jurgovec, podajamo navodila za sanacijo predora.

## 2. POVZETEK ANALIZE STANJA PREDORA JURGOVEC

Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški na progi št. 50 Ljubljana-Sežana-d.m. (načrt št. 7/1, ki je del tega projekta) za predor Jurgovec ugotavlja, da so labilni naslednji odseki:

- Krivina predora Jurgovec od panela 47 do panela 56.
- Okolica panela 24.
- Okolica panela 36.

Isti dokument predlaga naslednje ukrepe za stabilizacijo predorov v naslednjem 20 letnem obdobju:

- Stabilizacijo labilnih odsekov s sidrnimi sistemi
- Sanacija manjših nepravilnosti, ki so bile opažene v predorih
- Zaščita glav sider
- Vzpostavitev novega merskega sistema

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški je temeljila na analizi podatkov, ki so bili na voljo, zato je bil dne 14.2.2023 še enkrat opravljen pregled predora Jurgovec, še posebej odsekov, za katere je bilo ugotovljeno, da so bili labilni. V naslednjem poglavju podajamo ugotovitve tega pregleda.

### 3. POVZETEK PREGLEDA PREDORA JURGOVEC

Dne 14.2.2023 je bil izveden ponovni pregled predora Jurgovec, ugotovljeno je bilo naslednje:

- Med paneli 19-20 in 23-28 na levi strani je vidno propadanje brizganega betona na robu nanosa, na tleh pa je že odpadli material. Menimo, da se na tem odseku na višini še vedno nahaja material, ki bi lahko odpadel, zato je rob brizganega betona potrebno obtrkati.
- Po tleh med paneli je vidno precej odpadnega materiala. Tla je potrebno očistiti, zaradi varnosti in svobodnega odtekanja vode.
- Nekatera sidra so precej zarjavela, kar je pričakovano, ker so vgrajena že okoli 10 let, kljub temu pa bi se življenjska doba sider lahko podaljšala, če bi bile glave sider zaščitene.

### 4. OPIS KONSTRUKCIJE PREDORA JURGOVEC

Predor Jurgovec je izveden v največji meri iz kamnitih oblikovancev, ponekod se je za zaledje uporabljala tudi opeka, lokalno pa je bil uporabljen tudi beton v okviru sanacijskih del v preteklem obdobju. Večina predora ima tudi talni obok. Predorska obloga predstavlja edini nosilni element, ki zagotavlja stabilnost predora, zato je posege v te konstrukcije potrebno načrtovati pazljivo in z upoštevanjem nekaterih omejitev.

Predorska obloga v vseh treh predorih je bila že večkrat odstranjena, zamenjana ali kako drugače nadomeščena. Trenutne debeline predorske obloge na kritičnih mestih predora Jurgovec so znane, ker so bile v letu 2011 izvedene georadarske meritve.

V večini predora Jurgovec znaša debelina predorske obloge med 80 in 100 cm. Le v v krivini na desni strani, v dolžini 50 m, kjer je urez v predorsko oblogo na desni strani precej globlji. Po meritvah georadarja znaša, na najtanjšem mestu, debelina predorske obloge komaj 40 cm, kar je slaba polovica debeline osnovne konstrukcije.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

Med sanacijo predora Jurgovec leta 2011 so bili opaženi dvižki, desnega tira, ki so bili posledica posega v levi bok predora ter posega v talni obok predora zaradi vgradnje drenaže, ter tudi posegov v desni bok predora v fazi sanacije desnega tira.

Ugotovljeno je bilo, da je bil vzrok težav v predorih, poseg v predorsko konstrukcijo na stiku obloge predora in talnega oboka.

Glede na zgornje ugotovitve lahko sklepamo, da predor Jurgovec ohranja konstrukcijo, ki pa je vsaj na enem mestu, in sicer na območju krivine, zelo poškodovana zaradi ureza, prav tako pa je prekinjena tudi povezava med obokom in talnim obokom, posledica česa so tudi pomiki v predoru.

## 5. OPIS STANJA PREDOROV

V okviru tega projekta je bila izdelana Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški (načrt št. 7/1), kjer je podan opis stanja predora Jurgovec.

## 6. OPIS DOGAJANJA V PREDORIH V PREDHODNEM OBDOBJU

V okviru tega projekta je bila izdelana Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški (načrt 7/1), v okviru katere je bila izvedena analiza vseh dostopnih podatkov in meritev glede stanja predora Jurgovec.

## 7. PROJEKTNE OSNOVE IN OPIS TEHNIČNIH REŠITEV

V nadaljevanju predlagana sanacija predora Jurgovec bo sledila predlogom, ki so podani v analizi stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški, pri čemer bo obseg del dopolnjen z rezultati pregleda predora Jurgovec. Glede na to bodo v predoru Jurgovec izvedena naslednja dela:

- Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom panela 23 in koncem panela 27
- Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom panela 35 in koncem panela 37
- Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom panela 45 in koncem panela 56
- Odstranjevanje brizganega betona, ki je načet, z obtrkavanjem
- Zatesnitev lokalnih dotokov vode, če so viri vode točkovni
- Zaščita glav sider

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

- Vzpostavitev novega merskega sistema
- Čiščenje predora

Ker so bila v letih 2011 in 2012 v predoru že izvedeni obsežni podporni ukrepi, ki so obsegali izvedbo sider v talni obok in bok predora, je potrebno dela načrtovati tako, da predvideni posegi ne bodo tangirali že obstoječih podpornih sistemov oziroma oslabili že izvedenih podpornih ukrepov v predorih.

Vsa dela, ki so v nadaljevanju opisana, so načrtovana tako, da bo ves čas možen promet po eni od prog, oziroma v krajših zaporah predora. Prav so rešitve takšne, da zagotavljajo stabilnost utrjenih odsekov za obdobje 20 let.

Zaradi ohranja enakomernih obtežb v predoru, smo predvideli simetrijo podpornih ukrepov na levi in desni strani predora, s čimer bo dosežen razmeroma enoten odziv konstrukcije na zaledne pritiske, kljub morebitnim razlikam v geološki zgradbi ali nosilnosti in dimenzijah predorske obloge.

Dela ne smejo biti izvedena tako, da bi poškodovala panele ali tir na togi podlagi, zato bo sidranje skozi talni obok izveden samo skozi odprtine, ki so bile uporabljene za podlivanje, in tako ne bo poškodovana sama konstrukcija panelov.

## 8. FAZNOST IN ORGANIZACIJA DEL

Dela so načrtovana v dveh fazah, in sicer tako, da se bodo najprej izvedla sanacijska dela na območju levega tira, nato pa še na območju desnega tira. Dela na območju levega tira se bodo v prvi fazi izvajala v času zapore levega tira v vseh treh predorih, zato se bodo dela na območju levega tira lahko hkrati izvajala v vseh treh predorih. Podobno se bodo dela na območju desnega tira lahko izvajala v vseh treh predorih v času zapore desnega tira.

Predvideni sta dve zapori v dolžini 20 dni, in sicer najprej 20 dni zapora levega tira. Ko so dela na levi strani vseh predorov končana, se izvede še 20 dnevna zapora desnega, v kateri se zaključijo vsa dela na desni strani vseh treh predorov. V 20 dnevni zapori se morajo izvesti vsa vrtilna in zaključna dela. V kolikor se to izkaže za primerno, oziroma je pridobljeno soglasje upravljalca proge, lahko izvajalec nekatera dela izvede tudi v krajših zaporah, kakor je podrobneje opisano v nadaljevanju.

Izvajalec je dolžan, v primeru izrednega prevoza, s strani upravljalca določenega profila umakniti material in mehanizacijo, pravočasno pred prihodom izrednega prevoza.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

Dela bodo potekala na sledeč način:

- Izvajalec mora pravočasno pred začetkom del pripraviti tehnološki elaborat z natančnim opisom del ter terminskim planom izvedbe del. Tehnološki elaborat morata potrditi nadzor in projektant.
- Izvajalec pred začetkom del dostavi mehanizacijo in material bodisi na izstopni portal predora Ležeški ali na primernem mestu v bližini vstopnega portala predora Križiški po dostopnih cestah. Na voljo morajo biti vsaj tri garniture za vrtanje, tako da je mogoče hkratno delo v vseh treh predorih, ker pa se vrtalna dela lahko izvajajo na več odsekih hkrati, lahko izvajalec zagotovi še več garnitur. Alternativno se lahko uporabi vse tri garniture tudi v enem predoru, če izvajalec lahko dokaže hitrejšo oziroma enostavnejšo izvajanje del na ta način.
- Izvajalec dostavi mehanizacijo in potreben material v bližino vseh portalov predorov, ki so najbližji odsekom, kjer se bodo izvajala dela, še posebej v bližino izstopnega portala predora Jurgovec, kjer je obseg del največji. Izvajalec praviloma za transport izkoristi 20 dnevno zaporo, ob soglasju upravljalca pa za ta dela lahko tudi izkoristi tudi krajše zapore, če so te na voljo pred začetkom del.
- Sledi označevanje mikrolokacij sidranja, kar izvedeta projektant in izvajalec. Izvajalec mora imeti na voljo opremo, s katero je mogoče označiti tudi višje ležeča mesta nad dosegom človeka. Izvajalec praviloma za ta dela izkoristi 20 dnevno zaporo, ob soglasju upravljalca pa za ta dela lahko tudi izkoristi tudi krajše zapore, če so te na voljo pred začetkom del.
- Sledi izvedba ležišč za sidra. Izvajalec mora imeti na voljo opremo, s katero je mogoče ta dela izvajati tudi na višjih mestih. Izvajalec praviloma za ta dela izkoristi 20 dnevno zaporo, ob soglasju upravljalca pa za ta dela lahko tudi izkoristi tudi krajše zapore, če so te na voljo pred začetkom del.
- Sidranje se izvede v 20 dnevni polovični zapori prometa. Na voljo morajo biti vsaj 3 vrtalne garniture. V času posamezne zapore je potrebno izvesti vsa vrtalna dela, poleg tega pa tudi vsa ostala dela, zaključna dela in odstranitev materiala in mehanizacije iz predorov.
- V času sidranja se izvedejo tudi vsa ostala dela, ki so predvidena v tem projektu.

## 9. NAČIN IZVEDBE UTRJEVALNIH DEL

### 9.1 Izvedba utrjevalnih del v talni obok

Po štiri sidra bodo vgrajena v dve odprtini pravokotne oblike, ki se nahajata v osrednjem delu panela, vsaka na en strani in sta slab meter oddaljeni od roba ter sta velikosti 65x90 cm. Ti odprtini, ki sta služili za betoniranje, sta zapolnjeni s polnilnim (podlivnim) betonom. Vsa sidra v posamezni odprtini bodo razporejena na zunanjem robu vsakega panela skrajno levo in desno, kolikor odprtina za

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

podlivanje še dopušča. Sidra v odprtini za betonažo bodo vgrajena pod kotom  $10^{\circ}$  od vertikale proti zunanjim robovom tako, da so konci sider narazen.

Najprej se izvedejo predvidena ležišča skozi polnilni beton na odprtini ter skozi vrhno plast spodnje plošče, debeline 13 cm. Sledi vrtanje za izvedbo sider ter vgradnja sider skozi drugo plast podložne plošče, debeline 14 cm ter spodnje plasti.

Pod glavo sidra je potrebno položiti, ne več kot 3 mm, debelo trdo gumo za blaženje vibracij ali drug material, ki bo uporaben za blaženje vibracij, vendar ga mora predhodno odobriti projektant.

Glave teh sider morajo biti tako izvedene, da jih je mogoče pritrditi na predvideno mesto. Sledi izvedba zapolnitev odprtin s polnilnim betonom C 20/25.

## 9.2 Izvedba utrjevalnih del v boku predora

V boke predora se vgradijo IBO sidra premera 32 mm in nosilnosti  $F_y = 240$  kN, in sicer v dveh vrstah, v prvi vrsti pod kotom  $45^{\circ}$  in v drugi vrsti  $20^{\circ}$ . Sidra morajo biti vgrajena na sredini kamnitih oblikovancev na mesta, ki so označena s strani projektanta, pri čemer mora biti ležišče za glavo sidra vgrajeno vsaj 10-20 cm v kamniti oblikovanec.

Ležišče za glavo sidra, ki se izvede v boke predora, mora biti očiščeno in izravnano tako, da ploščica in glava sidra nalegata pravokotno na površino. Izvrtina za izvedbo glave sidra mora biti dovolj velika, da je mogoče vgraditi ploščico na naležno površino, izvrtina pa mora biti izvedena z metodo, ki povzroča čim manj vibracij.

## 9.3 Izvedba utrjevalnih del v obok predora

V boke predora se vgradijo IBO sidra nosilnosti  $F_y = 240$  kN, in sicer v več vrstah, kot je podano na načrtih. Sidra morajo biti vgrajena na sredini kamnitih oblikovancev na mesta, ki so označena s strani projektanta, pri čemer mora biti ležišče za glavo sidra vgrajeno vsaj 10-20 cm v kamniti oblikovanec.

Ležišče za glavo sidra, ki se izvede v boke predora, mora biti očiščeno in izravnano tako, da ploščica in glava sidra nalegata pravokotno na površino. Izvrtina za izvedbo glave sidra mora biti dovolj velika, da je mogoče vgraditi ploščico na naležno površino, izvrtina pa mora biti izvedena z metodo, ki povzroča čim manj vibracij.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

## **10. IZVEDBA DEL V PREDORU JURGOVEC**

### **10.1 Uvod**

V predoru Jurgovec bo potrebno izvajati dela na treh odsekih. Zaporedje del po posameznih odsekih je odvisna od izvajalca. Predlagamo, da izvajalec za začasno deponijo za gradbeni material uporabi prostor ob progi pred izstopnim portalom predora Jurgovec.

### **10.2 Zahteve za izvedbo sider**

Po vzpostavitvi zapore enega od tirov izvajalec naprej dostavi material in mehanizacijo na mesto izvedbe del. Mehanizacija mora biti postavljena tako, da ne more ovirati prometa po sosednjem tiru, prav tako pa mora pred raztovarjanjem izvajalec zaščititi tire pred poškodbami, ki bi bila lahko posledica izvedbe del. Sledi označitev mikrolokacij izvedbe sider v boke predora, obok predora in v talni obok s strani projektanta. Nato se dela izvajajo v naslednjem zaporedju:

- Izvedba odprtini oziroma valjčkov na označena mesta v globino 10-20 cm v takem premeru, da je mogoče vgraditi sidro in glavo sidra v odprtino.
- Vrtanje poteka pod prometom, zato mora biti vrtanje izvedeno tako, da lafeta ne sega v profil sosednje proge, pri čemer mora biti upoštevan tudi varnostni prostor, skladno z varnostnimi zahtevami.
- Injektiranje sider mora biti izvedeno v najkrajšem možnem času oziroma še isti dan, ko je vrtina zvrtna. Izvajalec mora imeti na voljo na mestu vgradnje sider opremo in material za mešanje injekcijske mase v dovoljšnji kapaciteti, da lahko pravočasno pred dokončanjem zapore injektira vsa sidra.
- Glave sider morajo biti vgrajene najkasneje v naslednji zapori, privite morajo biti z momentnim ključem na silo 50 kN.
- Izvajalec lahko za delo uporablja pomožna vozila na tirih, lahko pa izvaja dela tudi na tirih, vendar mora pred tem na lastne stroške ustrezno zaščititi tire in panele skladno z zahtevami upravljalca tirov.

### **10.3 Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom in koncem panela 23 in 27**

V okviru sanacije tega odseka je predvidena vgradnja IBO sider premera 32 mm, nosilnosti  $F_y = 240$  kN in dolžine 9 m v odprtine za polnilni beton vsakega panela, po 4 sidra v vsako odprtino. Tam, kjer so skozi panele že vgrajena sidra, se vgradijo sidra vertikalno na notranji strani odprtini za podlivanje, in to samo 2 sidra.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	



V boke predora je predvidena vgradnja IBO sider premera 32 mm, nosilnosti  $F_y = 240$  kN in dolžine 6 m v predhodno izvrtane odprtine (valjčke) premera 15 cm, v boke predora, in sicer v prosta mesta med obstoječimi, že vgrajenimi sidri, približno eno sidro na 2 m.

#### **10.4 Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom in koncem panela 35 in 37**

V okviru sanacije tega odseka je predvidena vgradnja IBO sider premera 32 mm, nosilnosti  $F_y = 240$  kN in dolžine 9 m v odprtine za polnilni beton vsakega panela, po 2 sidri v vsako odprtino.

V boke predora je predvidena vgradnja IBO sider premera 32 mm, nosilnosti  $F_y = 240$  kN in dolžine 6 m v predhodno izvrtane odprtine (valjčke) premera 15 cm, v boke predora, in sicer v prosta mesta med obstoječimi, že vgrajenimi sidri, približno eno sidro na 2 m.

#### **10.5 Stabilizacija labilnih odsekov med začetkom in koncem panela 45 in 56**

V okviru sanacije tega odseka je predvidena vgradnja IBO sider premera 32 mm, nosilnosti  $F_y = 240$  kN in dolžine 9 m v odprtine za polnilni beton vsakega panela, po 4 sidra v vsako odprtino. Zunanja sidra so vgrajena pod kotom  $10^\circ$ , notranja pa vertikalno.

V boke predora je predvidena vgradnja IBO sider premera 32 mm, nosilnosti  $F_y = 240$  kN in dolžine 6 m v predhodno izvrtane odprtine (valjčke) premera 15 cm, v boke predora, in sicer v prosta mesta med obstoječimi, že vgrajenimi sidri, približno 1 sidro na 2m.

V predorsko oblogo je predvidena vgradnja IBO sider premera 32 mm, nosilnosti  $F_y = 240$  kN in dolžine 6 m v predhodno izvrtane odprtine (valjčke) premera 15 cm, v oblogo predora, približno 1 sidro na 2m.

#### **10.6 Odstranjevanje brizganega betona, ki je načet, z obtrkavanjem**

V predoru Jurgovec je bilo opaženo propadanje brizganega betona na naslednjih odsekih:

- 19-20 na levi strani
- 23-28 na levi strani

Na teh dveh odsekih bo potrebno izvesti obtrkavanje in odstranjevanje slabega brizganega betona. Obtrkavanje betona pa bo izvedeno na robu vgradnje brizganega betona po celotnem predoru, da se odkrijejo morebitna šibka mesta.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

### 10.7 Zatesnitev lokalnih dotokov vode, če so viri vode točkovni

V predoru so na več mestih opažena vlažna mesta, na nekaterih mestih pa so bila opažena tudi lokalni odotoki vode. Mesta za sanacijo določi projektant, ta mesta bodo sanirana tako, da se bodo odprtine zatesnile s sanacijsko malto.

### 10.8 Zaščita glav sider

V predoru je potrebno protikorozijsko zaščititi vse glave sider, tako nove kot tudi obstoječe. Izvajalec lahko predlaga protikorozijski premaz, ki ga mora odobriti Inženir.

### 10.9 Vzpostavitev novega merskega sistema

Na odseku med 23 in 27 ter 35 in 37 panelom, je potrebno na vsakem tiru vsaj eno sidro, vgrajeno v tla, opremiti kot mersko sidro. Na odseku med paneli 47 in 56 pa je potrebno na vsakem tiru kot merska sidra opremiti vsaj dve sidri, torej skupno 4 merska sidra.

Za odsek med paneli 45 in 56, kjer so bile tako v prejšnjih fazah sanacije zaznane največje deformacije, je primerno, da se predvidi dodaten merski sistem, ki bi lahko dal dolgoročno natančne meritve o dogajanju na tem odseku.

Po pregledu naprav, primernih za ta namen, predlagamo, da se vzpostavi merski sistem s tiltmetri, ki zaznavajo nagib objekta, kamor so vgrajeni, v redu velikosti do desetinke milimetra. Predlagamo, da se v beton pod vsak panel na tem odseku vgradi po en tiltmeter, sistem pa naj bo izveden tako, da avtomatično podaja meritve.

Tak sistem obsega:

- |   |        |
|---|--------|
| ➤ Tiltmeter z natančnostjo vsaj $\pm 0.013^\circ$ v rangu temperatur $\pm 15^\circ$ | 24 kom |
| ➤ Bazna postaja v bližini izstopnega portala predora Jurgovec.                      | 1 kom  |
| ➤ Soalrno napajanje za bazno postajo  | 1 kom. |

Mesto pritrditve mora biti tako izbrano, da ni ovira pri vzdrževalnih delih v predoru, obenem pa mora zagotoviti ustrezno funkcionalnost in rezultate meritev.

### 10.10 Čiščenje predora

Predor je potrebno med paneli očistiti v celoti, odpadli material pa odpeljati na ustrezno deponijo.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

## **11. MERITVE MED IZVEDBO DEL**

Predvidena dela imajo lahko vpliv na stabilnost predora, zato je potrebno v času izvedbe del vsaj 1x tedensko na strani zapore prometa izvajati meritve nadvišanja tira.

## **12. OZEMLJITEV**

Na območju posegov je izveden odprt sistem ozemljevanja kovinskih mas. Že obstoječa sidra v predoru niso ozemljena. Po desetih letih, kar so bila sidra vgrajena, opazamo zarjavelost nekaterih glav sider, večinoma pa so sidrne glave v dobrem stanju. Zato menimo, da ni potrebno izvajati povezavo sider v sistem ozemljevanja.

## **13. STATIČNI IZRAČUNI ZA PREDOR JURGOVEC**

### **13.1 Uvod**

Na obstoječe predorske konstrukcije, v katerih se izvajajo različni posegi, vpliva veliko različnih vplivnih faktorjev, ki niso vsi enolično določljivi. Večino potrebnih podatkov je mogoče pridobiti z geološko-geotehničnimi raziskavami, pri že obstoječih predorih pa je pomembna tudi zgodovina predora, predvsem stanje predora (posegi v predor, vgradnja dodatnih podpornih ukrepov, ohranjenost podpornega sistema in obstojnost okoliške hribine) in obremenitve, ki so lahko tudi posledica drugih vplivov med obratovanjem predora (npr. dinamične obremenitve, korozija, itd.) in ne le izključno geološko-geotehničnih lastnosti okoliškega materiala.

Modeliranje učinka različnih podpornih ukrepov je mogoče izvajati s programsko opremo, ki temelji na metodi končnih elementov (MKE). V analizah, v okviru tega projekta, bo uprabljena programska oprema Phase.

### **13.2 Način izvedbe analize**

Izvedba analiz bo podana na sledeč način:

- **Določitev obstoječega stanja**

Obstoječe stanje bo določeno glede na znane podatke, pri čemer bo upoštevano stanje pred sanacijo leta 2011 ter učinek ukrepov, izvedenih v letu 2012, pri čemer bo upoštevano:

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

- Geometrijski podatki:
  - Podatki o profilu predora, uporabljen za projekt sanacije predora
  - Podatki o debelini predorske obloge in talnega oboka
  - Projekt izvedbe tira na togi podlagi.
    - Geološko geotehnični podatki
  - Generalni geološki podatki in karakteristike materialov iz geološko-geotehničnega poročila
  - Podatki o nosilnosti in dolžini sider
  - Ocenjeni podatki o lastnosti preperete in razpadle kamnine tik ob predoru, oz. pod njim.
- Ostali podatki
  - Višino nadkritja
  - Stopnjo poškodovanosti predora
  - Meritve konvergenč in tira.

- **Določitev odziva podpornih ukrepov**

Za določitev učinkovitosti podpornega sistema je bilo izvedenih več računov z različnimi podpornimi ukrepi, s katerim se je analizirala učinkovitost ukrepov. S temi izračuni se je iskalo optimalno razmerje med obsegom podpornih ukrepov in učinkom teh ukrepov, glede na stanje v posameznem profilu.

Več analiz je bilo izvedenih v profilu 117 predora Jurgovec, ugotovitve v tem profilu so bile uporabljene tudi v izračunih za druge odseke.

Analiza za profil 117 je bila izvedena tako, da vsebuje izračun primarnega napetostnega in deformacijskega stanja okrog predora in v njegovi oblogi, pred začetkom stabilizacijskih ukrepov. Sledi simulacija posegov v predorsko konstrukcijo, ki so bili izvedeni zaradi širitve svetlega profila in sicer v obeh bokih in v talnem oboku, pri čemer so bili vhodni parametri prilagajeni tako, da bo dosežen dejansko izmerjeni pomik predorske obloge in tira, kakor je bil izmerjen v predoru.

Sledila je vgradnja podpornih ukrepov iz leta 2011, nato pa še vgradnja podpornih ukrepov, predvidena v okviru tega načrta. Izpod talnega oboka je simuliran dodaten pritisk, s katerim je bil opazovan učinek izvedenih podpornih ukrepov, za preveritev učinka sidranja predorske obloge pa je bilo upoštevanje znižanje kohezivnosti območja tik za oblogo.

Izračunanih vrednosti ni mogoče jemati kot absolutne vrednosti, povedo nam samo, kakšne učinke imajo različni ukrepi, ki so predvideni za stabilizacijo predora Jurgovec.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

### 13.3 Numerični izračuni za predor Jurgovec

Za predor Jurgovec so bili izvedeni naslednji izračuni:

- Izračun v profilu 117 (krivina predora Jurgovec) - izračun z obstoječimi podpornimi ukrepi
- Izračun v profilu 117 (krivina predora Jurgovec) - izračun z novimi podpornimi ukrepi - 9 m sidra v predorski oblogi
- Izračun v profilu 117 (krivina predora Jurgovec) - izračun z novimi podpornimi ukrepi - 6 m sidra v predorski oblogi
- Izračun v panelu 36 izračun s predvidenimi podpornimi ukrepi
- Izračun v panelu 25 izračun s predvidenimi podpornimi ukrepi

#### 13.3.1 Izračuni v profilu 117 (krivina predora Jurgovec)

Na prilogi P.1.1. je prikazana celotna mreža končnih elementov, na prilogi P.1.2. pa mreža končnih elementov v okolici predora. Na prilogi P.1.3 je prikazana mreža končnih elementov s podpornimi elementi, tako iz leta 2012 kot tudi novimi, ki v tem primeru predstavljajo 9 m sidra tako v talni obok kot tudi v boke predora in predorsko oblogo.

V prilogi P.2.1. je prikazan izračun dvižkov tirov za primer, da niso upoštevani novo predvideni ukrepi, v prilogi P.2.2. pa pomiki predorskega oboka brez upoštevanja novo predvidenih ukrepov. Ponovljeni izračuni z upoštevanjem predvidenih ukrepov so prikazani na prilogah P.2.3 in P.2.4.. Iz njih je razvidno, da sidra v tla zmanjšajo pomike med 20-30 %, medtem ko je učinek zmanjšanja pomikov obloge za primer vgradnje sider dolžine 9 m v predorsko oblogo med 10 in 15 %. Izračun smo ponovili za sidra dolžine 6 m v boke in predorsko oblogo (priloga P.2.5.), kjer smo ugotovili, da zmanjšanje dolžine sider ni bistveno vplivalo na rezultate, kar je prikazano na prilogi P.2.6.

Glede na rezultate izračuna menimo, da kombinacija vgradnje 9 m dolgih sider (8 kom na panel) v tla predora in 6 m dolgih sider v boke predora dajeja najboljše razmerje med učinkom in vloženim delom pri sanaciji predora.

#### 13.3.2 Izračun v območju panela 36

Na prilogi P.3.1. je prikazana mreža končnih elementov v okolici predora. V prilogi P.3.2. je prikazan izračun dvižkov tirov za primer, da niso upoštevani novo predvideni ukrepi, v prilogi P.3.3. pa pomiki predorskega oboka brez upoštevanja novo predvidenih ukrepov.

Ugotovljeno je bilo, da imajo sidra velik učinek na stabilnost talnega oboka pri majhnem povečanju obremenitev pod tirom, deformacije se zmanjšajo na desetino tistih za primer, če teh sider ni upoštevano v izračunih. Asimetrija v izračunih je posledica tega, da na desni strani v profilih 35-37 ni bilo izvedenih sider v letu 2012.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	

### 13.3.3 Izračun v območju panela 25

Na prilogi P.4.1. je prikazana mreža končnih elementov v okolici predora. V prilogi P.4.2. je prikazan izračun dvižkov tirov za primer, da niso upoštevani novo predvideni ukrepi, v prilogi P.4.3. pa pomiki predorskega oboka brez upoštevanja novo predvidenih ukrepov.

Ugotovljeno je bilo, da imajo sidra velik učinek na stabilnost talnega oboka pri majhnem povečanju obremenitev pod tirom, deformacije se zmanjšajo za približno 50 % glede na primer, če teh sider ni upoštevano v izračunih.

## **14. VARNOST IN POGOJI IZVAJANJA DEL**

Razen običajnih varnostnih ukrepov pri izvajanju del v predorih upoštevati še:

- Pri izkopu je potrebno nujno ves čas pregledovati konturo predora, da ne pride do lokalnih izpadov obloge
- Morebitna nevarna mesta je potrebno označiti in zavarovati
- Po potrebi je se izvede dodatna zaščita nevarnih mest, skladno z navodili nadzora
- Delavci v predoru morajo obvezno nositi osebna varovalna mesta
- Vodstvo izvajanja del mora vsak dan pred pričetkom del pregledati predor
- Delavci morajo biti obveščeni o zaporah in omejitvah pri delu
- Vrtalna dela morajo potekati tako, da ni posega v prometni profil delujočega tira, čimer mora biti prilagojena tudi mehanizacija.

## **15. TERMINSKI PLAN**

Predvideni sta dve zapori po 20 dni. Izvajalec lahko za pripravljalna dela izkoristi tudi druge zapore, ob soglasju upravljalca proge.

Številka odseka	Arhivska št.	Faza / objekt	Šifra priloge	Prostor za črtno kodo
ZG5000	0191.00	007.2121	T.1.1	