

## 1/ NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O NAČRTU

**Načrt:** 7/1 NAČRT IZKOPA IN PRIMARNEGA PODPIRANJA

**IZVEDBENA PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA, SANACIJA  
PREDOROV KRIŽIŠKI, JURGOVEC IN LEŽEŠKI NA PROGI ŠT. 50 LJUBLJANA – SEŽANA –  
D.M.**

**Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški s predlogi  
izvedbe sanacije**

**Investitor:** Slovenske železnice Infrastruktura, d.o.o.  
Kolodvorska ulica 11,  
1506 Ljubljana

**Objekt:** PREDORI KRIŽIŠKI, JURGOVEC IN LEŽEŠKI NA PROGI ŠT. 50  
Ljubljana-Sežana-d.m.

**Vrsta projektne dokumentacije:** IZN  
**Za gradnjo:** VZDRŽEVALNA DELA

**Vodja projekta:** PROJEKTIRANJE IN SVETOVANJE  
JURIJ ČADEŽ S.P.

Ime oz. firma in sedež izvajalca: **Vojkova 12, 6230 Postojna**

**Projektant:** IRGO CONSULTING d.o.o.

Ime oz. firma in sedež izvajalca: **Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana**

**Odgovorna oseba projektanta:** dr. Vladimir Vukadin, univ. dipl. inž. geol.  
IZS RG-0099

**Pooblaščen inženir:** Jurij Čadež, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol.

Številka in datum odločbe o imenovanju: IZS RG-0101

**Pooblaščen inženir:** Elvir Muhić, mag. inž. geotehnol. & dipl. inž. grad.

Številka in datum odločbe o imenovanju: IZS G-3568

**Odgovorni vodja projekta:** Jurij Čadež, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol.

Številka in datum odločbe o imenovanju: IZS RG-0101

**Namestnik vodje projekta:** Elvir Muhić, mag. inž. geotehnol. & dipl. inž. grad.

IZS G-3568

**Številka, kraj in datum izdelave načrta:**

Številka načrta: **SPJC\_003/23-1**

Številka projekta: **SPJC\_003/23**

Datum izdelave načrta: **Januar 2023**

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>1</b>
------------	--	-----------------	--	----------

**2.1 PRILOGA 1B – NASLOVNA STRAN NAČRTA**

**Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški s  
predlogi izvedbe sanacije**

**OSNOVNI PODATKI O GRADNJI**

naziv gradnje	Vzdrževalna dela v predorih Križiški, Jurgovec in Ležeški na progi št. 50 Ljubljana-Sežana-d.m.
kratek opis gradnje	Zaradi dotrajanosti predorov je potrebna izvedba nujnih vzdrževalnih del v predorih Križiški, Jurgovec in Ležeški. Potrebno je ugotoviti, v kakšnem stanju so predori, ter po potrebi dopolniti sanacijske ukrepe, ki so bili izvedeni v letih 2011-2013.
VRSTE GRADNJE	VZDRŽEVALNA DELA

**DOKUMENTACIJA**

vrsta dokumentacije	IZN
številka projekta	SPJC_003/23

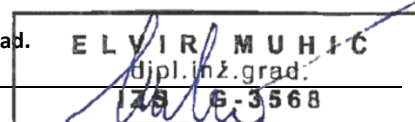
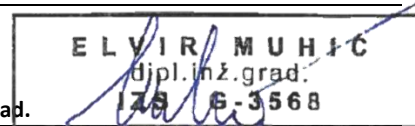
**PODATKI O NAČRTU**

strokovno področje načrta	Načrt izkopa in primarnega podpiranja
številka načrta	SPJC_003/23-1
datum izdelave	Januar 2023

Projektant:	PROJEKTIRANJE IN SVETOVANJE JURIJ ČADEŽ S.P.
Ime oz. firma in sedež izvajalca	Vojkova 12, 6230 Postojna
Projektant:	IRGO CONSULTING d.o.o.
Ime oz. firma in sedež izvajalca	Slovenčeva 93, 1000 Ljubljana
Odgovorna oseba projektanta:	dr. Vladimir Vukadin, univ.dipl.inž.geol. IZS RG-0099



Odgovorni projektant:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol.
Številka in datum odločbe o imenovanju:	IZS RG-0101
Odgovorni projektant:	Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol.&dipl.inž.grad.
Številka in datum odločbe o imenovanju:	IZS G-3568
Odgovorni vodja projekta:	Jurij Čadež, univ.dipl.inž.rud. in geotehnol.
Številka in datum odločbe o imenovanju:	IZS RG-0101
Namestnik vodje projekta:	Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol.&dipl.inž.grad.
Številka in datum odločbe o imenovanju:	IZS G-3568



<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>2</b>
------------	--	-----------------	--	----------

## S.2. KAZALO VSEBINE NAČRTA

**Načrt: 7/1 NAČRT IZKOPA IN PRIMARNEGA PODPIRANJA**

**IZVEDBENA PROJEKTNÁ DOKUMENTACIJA, SANACIJA  
PREDOROV KRIŽIŠKI, JURGOVEC IN LEŽEŠKI NA PROGI ŠT. 50 LJUBLJANA – SEŽANA –  
D.M.**

**Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški s predlogi  
izvedbe sanacije**

*Vrsta projektne dokumentacije:* **IZN**

*Za gradnjo:* **VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST**

Št.:	Dokument:	Id. oznaka:
	Naslovna stran	S.1
	Kazalo vsebine načrta	S.2
	Podatki o sodelujočih	S.2.1
	Tehnično poročilo	T.
	Risbe	G.
	Pregledna situacija	G.101.
	Situacija predvidenih sanacijskih posegov vpredoru Križiški	G.102.1
	Situacija predvidenih sanacijskih posegov vpredoru Jurgovec	G.102.2
	Situacija predvidenih sanacijskih posegov vpredoru Ležeški	G.102.3
	Karakteristični prečni prerezi predvidenih sanacijskih posegov	G.139.1

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>3</b>
------------	--	-----------------	--	----------

**S.2.1**

**Podatki o sodelujočih**

	<b>Elvir Muhić, mag.inž.geotehnol.&amp;dipl.inž.grad.</b> IRGO Consulting d.o.o.
	<b>Darko Pavlović, dipl. inž. geod.</b> IRGO Consulting d.o.o.
	<b>Mitja Pečovnik, mag. inž. geotehnol.</b> IRGO Consulting d.o.o.
	<b>Gregor Vesel, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol.</b> IRGO Consulting d.o.o.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>4</b>
------------	--	-----------------	--	----------

**Načrt: 7/1 NAČRT IZKOPA IN PRIMARNEGA PODPIRANJA**

**IZVEDBENA PROJEKтна DOKUMENTACIJA, SANACIJA  
PREDOROV KRIŽIŠKI, JURGOVEC IN LEŽEŠKI NA PROGI ŠT. 50 LJUBLJANA – SEŽANA –  
D.M.**

**Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški s predlogi  
izvedbe sanacije**

*Vrsta projektne dokumentacije:* **IZN**

*Za gradnjo:* **VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST**

## **T.TEHNIČNO POROČILO**

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>5</b>
------------	--	-----------------	--	----------

## 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.

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

Meritve, ki se v predorih redno izvajajo ter drugi podatki, ki so na voljo, kažejo na to, da predori niso popolnoma umirjeni, zato se je Investitor odločil, da bo izvedel ukrepe, ki jih je mogoče izvesti v predorih brez večjih prekinitev prometa.

S projektno nalogo je bilo določeno, da se najprej izvede analiza stanja predorov vključno s predlogi za utrditev posameznih odsekov predorov na idejnem nivoju, v okviru katere se bo na podlagi pregledov dokumentacije in terenskih ogledov določilo potencialno nestabilne odseke ter podalo predloge za izvedbo sanacijskih del.

Analiza stanja predorov je podana v nadaljevanju. Na sliki 1 je podana časovnica dogajanj v predorih v zadnjem obdobju.



Slika 1. Časovnica dogajanj v predorih v zadnjem obdobju.

## 2. SANACIJA PREDOROV LETA 2011

Izvedbeni projekti so bili izdelani v letu 2009, obsegali pa so tako ureditev spodnjega ustroja kot tudi sanacijo predorske obloge. Ukrepi v posameznih predorih so se do neke mere razlikovali, vendar so bili v vseh predorih izvedeni naslednji ukrepi:

- obnova zgornjega ustroja proge,

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>6</b>
------------	--	-----------------	--	----------

- ureditev spodnjega ustroja proge,
- izvedba urezov v predorih za zagotovitev predpisanega svetlega profila in predpisane medtirne razdalje,
- ureditev talnega oboka predora skupaj s tehnološko rešitvijo direktne pritrditve zgornjega ustroja proge na betonsko ploščo,
- ureditev predorskih niš,
- sanacija obloge predorske cevi, ureditev zajema zalednih voda z odvodnjavanjem v predoru,
- ureditev poteka SV in TK kablov v predorski cevi z vgradnjo kabelskih cevi v betonsko ploščo,
- ureditev portalov.

Največji poseg v konstrukcijo predora je bila izvedba armiranobetonske plošče v tla predora. Predvidena je bila izvedba podlage temeljne plošče z izravnalnim betonom, nato pa izvedba AB talne plošče, kjer je bil del izdelan kot AB konstrukcija, del pa je bil zalit po postavitvi panelov na predvideno mesto.

Ker je bilo potrebno vsa dela izvajati pod prometom, se je najprej izvedla sanacija predora v celoti na desni strani, nato pa še na levi. Dela na desni strani predora so se končala leta 2010, ko so se po preusmeritvi prometa na desni tir začela še dela na levem tiru. Do sredine leta 2011 so bila dela na sanaciji obloge že končana, izvajala so se dela pri izvedbi tira v predoru Jurgovec (postavljanje panelov) in Ležeški (izkop v tleh na območju levega tira).

### 3. POJAV SPREMEMB VIŠIN TIRA V PREDORIH LETA 2011

Dne 24. 07. 2011 je bilo ugotovljeno, da so se pojavila odstopanja lege tira glede na projektirano stanje. V predoru Jurgovec se je deformacija pojavila na dveh odsekih in sicer v dolžini približno 35 m med km 655+818 in km 655+854 ter med km 655+953 in km 656+010 v dolžini 57m. Ugotovljeno je bilo, da se je delujoči (desni) tir v krivini Jurgovskega predora dvignil, in sicer desna tirnica za 40 mm in leva za 15 mm.

V Ležeškem predoru je ugotovljena sprememba nadvišanja do max. 11 mm v dolžini približno 40 m, in sicer na odseku približno med km 656+480 in km 656+520. Poglobljena analiza je pokazala, da so opaženi dvizki desnega tira v predoru Ležeški bili v tesni korelaciji z gradbenimi deli oziroma posegi v levi bok. Opaženi dvizki desnega tira v predoru Jurgovec pa so bili posledica posega v levi bok predora ter posega v talni obok predora zaradi vgradnje drenaže, zelo verjetno pa 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. Obloga predorov namreč svojo nosilnost uveljavlja tako, da obremenitve okolne hribine prenese v tlačne obremenitve

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>7</b>
------------	--	-----------------	--	----------

predorske obloge. V približno krožnem profilu se tako uveljavi nosilni obod, kjer posamezni oblikovanci ne potrebujejo medsebojne povezave (armatura). Temu sledi oblika profila večine starejših predorov, ki so grajeni iz oblikovancev, z ojačitvami na mestih, kjer so potrebne spremembe smeri (prehod iz obloge v talni obok ) ali tam, kjer so bili večji radiji (manj ukrivljeni deli obloge). Talni obok, ki se je redno izvajal v manj stabilnih geoloških razmerah, je imel takšno obliko, da so se obremenitve ustrezno prenašale po celotnem obodu.

Pri starejših predorih je napetostno stanje večinoma umirjeno in stabilno, obloga pa pod stalno obremenitvijo. Poseg, ki preseka povezanost posameznih blokov, pa zato povzroči hitro sprostitve teh napetosti, ki se odrazijo v pomikih. Velikost, obseg in smer pomikov je težko določljiva.

Po tem dokaj hitrem pomiku se v primeru, da poškodbe niso preveč obsežne, ponovno vzpostavi ravnotežno stanje, ki pa kot tako ni dolgoročne narave. Sčasoma se bodo spet vzpostavili pritiski, ki jih bo lahko prenesla samo ustrezno sanirana konstrukcija.

Glede na posege, ki so že bili izvedeni, ni bilo mogoče trditi, da je dolgoročna stabilnost predorov zagotovljena. Zato je bilo sklenjeno, da se predore utrdi, kar je bilo izvedeno v letih 2011-2013, kot je opisano v naslednjem poglavju.

#### **4. SANACIJA TALNEGA OBOKA V LETIH 2011-2013**

##### **4.1. Nujna dela v predoru Ležeški**

V predoru Ležeški so bile ugotovljene spremembe nadvišanja do max. 11 mm v dolžini približno 40 m na odseku približno med km 656+480 in km 656+520. Ugotovljeno je bilo, da so na tem odseku dvižki povzročeni kot posledica posega v levi bok predora, ki je bil izveden tik pred tem, zato so bila najprej izvedena interventna dela z namenom preprečitve nadaljnjih dvižkov.

Dela so obsegala vgradnjo brizganega betona C20/25 debeline 10 cm ter armaturne mreže Q283 ter vgradnjo 3 m dolgih IBO sider dolžine 3 m, vgrajene v rastru 2.5 sidra na tekoči meter predora, in sicer po sistemu »zamika«. Sidra so bila vzdolž predora vgrajena na 1.0 m, prečno na predor pa na medsebojni razdalji 0.8-1.0 m. Ta dela so se izvedla med km 656+465 in km 656+535 na levem tiru, končana so bila do sredine avgusta 2011.

##### **4.2. Sanacija predora Ležeški-levi tir**

Ostala dela na levem tiru niso bila izvedena, razen frezanja v levem boku med vzhodnim portalom predora in km 656+520, kar je tudi vzrok težav v predoru. Izvedena ni bila niti podlaga za talno ploščo.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>8</b>
------------	--	-----------------	--	----------



Ugotovljeno je bilo, da bi večji posegi, s katerimi bi v predoru Ležeški ponovno obnovili predorsko konstrukcijo, zahtevali odstranitev večinoma že izvedenih konstrukcij ter obsežno, tehnično težko izvedljivo, dolgotrajno in drago rekonstrukcijo, zato je bila predlagana izvedba utrditve levega dela predora s sidri.

Poleg tega je bilo ugotovljeno, da so bili posegi v predorsko konstrukcijo izvedeni po celotni dolžini predora v okviru gradnje desnega tira, zato je obstajala precejšnja verjetnost, da bi se negativni učinki tega lahko pokazali v prihodnosti v večjem obsegu. Zato je bilo utrjevanje predvideno za celoten predor kot sistemski ukrep.

Glede na stanje predora v času ugotovitve pomikov, razpoložljivih meritev ter drugih podatkov, je bil predor Ležeški razdeljen na tri odseke:

- odsek 1 med vzhodnim portalom in km 656+465 v dolžini približno 90 m, tip sanacije 1

Na tem odseku je bil izveden poseg v predorsko oblogo na obeh straneh. V boke predora so se vgradila IBO sidra nosilnosti 250 kN, in sicer v dveh vrstah, v prvi vrsti pod kotom 45° in v drugi vrsti 20°. Sidra so bila vgrajena na sredini kamnitih oblikovancev, na mesta vsaj 20 cm globoko v kamniti oblikovanec. Sidra so bila dolžine 5 m in vgrajena v rastru 2 m z zamikom, kakor so zamaknjeni kamniti bloki.

IBO sidra v tla predora so bila vgrajena na podlago za talno ploščo iz betona in sicer tako, da se skozi ploščo pusti prostor za vgradnjo sidra. Vgrajena so bila po 3 sidra v prečni smeri na vsake 3 m dolžine. Vgrajena sidra so bila nosilnosti 250 kN in dolžine 5 m.

- odsek 2- odsek med km 656+465 in km 656+535 v dolžini približno 70 m, tip sanacije 2A in 2B.

Na tem odseku je prišlo do največjih posegov v levi bok in do dvizkov desnega tira, zato so bila izvedena nujna dela, kakor je bilo opisano v predhodnem poglavju.

Izvajalec je na tem odseku znatno posegal v levi bok predora zaradi visokega nivoja talnega oboka, zaradi česar je najverjetneje prišlo do razbremenitve ter posledično do dvigovanja desnega tira, ki je znaten na odseku med km 656+480 in km 656+520 (okolica panela 24).

V boke predora so se vgradila IBO sidra nosilnosti 250 kN, in sicer v dveh vrstah, v prvi vrsti pod kotom 45° in v drugi vrsti 20°. Sidra so bila vgrajena na sredini kamnitih oblikovancev na mesta vsaj 20 cm globoko v kamniti oblikovanec. Sidra so bila dolžine 5 m in vgrajena v rastru 2 m z zamikom, kakor so zamaknjeni kamniti bloki.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>9</b>
------------	--	-----------------	--	----------

Tip sanacije 2A in 2B sta se razlikovala po načinu vgradnje sider v tla predora. IBO sidra v tla predora skladno s tipom 2A na dolžini približno 30 m (panel 24-15 m, panel 24+15 m) so bila vgrajena na podlago za talno ploščo iz betona in sicer tako, da se skozi ploščo pusti prostor za vgradnjo sidra. Vgradila so se sidra na praznih prostorih med obstoječimi sidri, vzdolž predora vgrajena na 1.0 m, prečno na predor pa na medsebojni razdalji 0.8-1.0 m. Tip sanacije 2B ni zahteval vgradnje sider v tla predora.

- odsek 3- odsek med km 656+535 in zahodnim portalom v km 656+732,7 v dolžini približno 190 m

Na tem odseku še ni prišlo do posegov v levi bok predora, je pa bil izveden poseg na desni strani predora. Zaradi negativnih izkušenj glede posledic frezanja na nekaterih drugih odsekih so bili vnaprej predvideni podporni ukrepi, ki jih je bilo v tej fazi dela še možno izvesti na tem odseku, in sicer izvedba AB konstrukcijskega betona namesto podložnega betona, sidranje, minimalen poseg s frezanjem.

Na tem odseku je bil namesto polnilnega betona izveden AB beton C25/30, ki je bil v spodnjih 15 cm armiran z dvema mrežama Q283. Beton je bil izveden v celotni širini, kolikor je to dopuščal talni obok, do spodnjega nivoja plošče za tir na togi podlagi.

V boke predora so se vgradila IBO sidra nosilnosti 250 kN, in sicer v dveh vrstah, v prvi vrsti pod kotom 45° in v drugi vrsti 20°. Sidra so bila vgrajena na sredini kamnitih oblikovancev na mesta vsaj 20 cm globoko v kamniti oblikovanec. Sidra so bila dolžine 5 m in vgrajena v rastru 2 m z zamikom, kakor so zamaknjeni kamniti bloki.

Na tem odseku sta se uporabljala dva tipa sanacije, in sicer Tip 3 in 4. Po tipu sanacije 3 so se sidra vgrajevala v ravni vrsti. IBO Sidra v tleh so bila dolga 5 m in nosilnosti 250 kN.

V primeru, da je bil talni obok na višjem nivoju, se je uporabljal tip sanacije 4. Najprej se je izvedel v sredinski del oboka za drenažo in vgradnja betona ter sider. Odstranilo se je še dodatnih 10 cm talnega oboka, v katerega se je vgradil konstrukcijski beton C25/30 in dve armaturni mreži Q283. Talni obok na tem mestu je debel okoli 0.7 m, kakor je bilo ugotovljeno z meritvami.

#### **4.3. Sanacija predora Ležeški-desni tir**

V času po končani vgradnji podpornih ukrepov na levem tiru ni bilo zaznanih večjih sprememb na levem tiru, zato so bili ukrepi na levem tiru ocenjeni kot uspešni. Potrebno pa je bilo še izvesti ukrepe zaradi dvizkov na desnem tiru, ter zagotoviti simetrijo med ukrepi na obeh straneh predora.

S tega vidika je potrebno doseči kompromis med ukrepi, ki bodo zagotovili stabilnost predora v celotni dolžini in zahtevami, ki se nanašajo na hitrost izvedbe del. V celotnem predoru se je zato izvedlo sidranje v boke predora, s čimer je bila zagotovljena vsaj delna simetrija. Na odsekih, kjer je prišlo do spremembe višine tira v obsegu, ki še ni kritičen, so se izvedli ukrepi, ki so sicer posegali v tir, vendar zaradi njih ni bila potrebna odstranitev panelov.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>10</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

Na odsekih, ki so bili kritični in je bilo potrebno na novo korigirati višino tira, pa je bila predvidena odstranitev panelov in podložne plošče, vgradnja sider na enak način kot na levi strani, ter ponovna vgradnja panelov. V celotnem predoru so bile levo in desno izvedene drenažne vrtine, po ena na vsakih 3 m.

- Izvedba IBO sider v tla predora na območju panelov od 30 do vključno panela 35

Na tem odseku so bila sidra vgrajena skozi panele. Po dva sidra sta bila vgrajena v odprtini pravokotne oblike, ki se nahajata v osrednjem delu panela. Ti dve odprtini, ki sta služili za betoniranje, sta zapolnjeni s polnilnim (podlivnim) betonom. Sidra so bila IBO, dolžine 5 m in nosilnosti 250 kN. Sidra so bila vgrajena pod kotom 100 levo in desno od vertikale.

Ostali dve sidri sta bila vgrajeni skozi odprtini za odvod zraka premera 110 mm. Tudi ta dva sidra sta bila IBO, dolžine 5 m in nosilnosti 250 kN.

- Izvedba IBO sider v tla predora na območju panelov od 23 do 25

Najprej se je izvedlo odstranjevanje panelov in izravnavo talne plošče. Sidra v eni vrsti so bila med seboj oddaljena za približno 0.9 m. V vrsto so bila vgrajena 3 IBO sidra nosilnosti 250 kN in dolžine 5 m.

#### **4.4. Sanacija predora Jurgovec-levi tir**

V predoru Jurgovec je bilo konec julija 2011 ugotovljeno, da se je desni tir v krivini Jurgovskega predora dvignil in sicer leva tirnica največ za približno 48 mm in desna za 19 mm. Na odseku med km 655+818 in km 655+854, ki se nahaja v premi, so bili ugotovljeni dvižki tira do 8 mm.

Julija 2011 je bila na levem tiru izvedena talna plošča, niso pa še bili vgrajeni paneli, zato so sidra bila lahko vgrajena pod paneli.

Sidra so bila vgrajena skozi že zgrajeno zgornjo ploščo in sicer po 3 sidra v prečni smeri na vsake 3 m dolžine. Sidra so razporejena v ravni vrsti. Vgrajena so bila IBO sidra nosilnosti 250 kN in dolžine 5 m.

V boke predora so se vgradila IBO sidra nosilnosti 250 kN, in sicer v dveh vrstah, v prvi vrsti pod kotom 45° in v drugi vrsti 20°. Sidra so bila vgrajena na sredini kamnitih oblikovancev na mesta vsaj 20 cm globoko v kamniti oblikovanec. Sidra so bila dolžine 5 m in vgrajena v rastru 2 m z zamikom, kakor so zamaknjeni kamniti bloki.

#### **4.5. Sanacija predora Jurgovec-desni tir**

V času po končani vgradnji podpornih ukrepov na levem tiru ni bilo zaznanih večjih sprememb na levem tiru, zato so bili ukrepi na levem tiru ocenjeni kot uspešni. Potrebno pa je bilo še izvesti ukrepe zaradi dvižkov na desnem tiru, ter zagotoviti simetrijo med ukrepi na obeh straneh predora.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>11</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

S tega vidika je potrebno doseči kompromis med ukrepi, ki bodo zagotovili stabilnost predora v celotni dolžini in zahtevami, ki se nanašajo na hitrost izvedbe del. V celotnem predoru se je zato izvedlo sidranje v boke predora, s čimer je bila zagotovljena vsaj delna simetrija. Na odsekih, kjer je prišlo do spremembe višine tira v obsegu, ki še ni kritičen, so se izvedli ukrepi, ki so sicer posegali v tir, vendar zaradi njih ni bila potrebna odstranitev panelov.

Na odsekih, ki so bili kritični, in je bilo potrebno na novo korigirati višino tira, pa je bila predvidena odstranitev panelov in podložne plošče, vgradnja sider, na enak način kot na levi strani, ter ponovna vgradnja panelov. V celotnem predoru so bile levo in desno izvedene drenažne vrtine, po ena na vsakih 3 m.

- Izvedba IBO sider v tla predora na območju panelov od 20 do 25

Na tem odseku so bila sidra vgrajena skozi panele. Po dva sidra sta bila vgrajena v odprtini pravokotne oblike, ki se nahajata v osrednjem delu panela. Ti dve odprtini, ki sta služili za betoniranje, sta zapolnjeni s polnilnim (podlivnim) betonom. Sidra so bila IBO<sub>7</sub>, dolžine 5 m in nosilnosti 250 kN. Sidra so bila vgrajena pod kotom 10° levo in desno od vertikale.

Ostala dva sidra sta bila vgrajena skozi odprtini za odvod zraka premera 110 mm. Tudi ta dva sidra sta bila IBO, dolžine 5 m in nosilnosti 250 kN.

- Izvedba IBO sider v tla predora na območju panelov od panela 47 do konca predora

Najprej se je izvedlo odstranjevanje panelov in izravnava talne plošče. Sidra v eni vrsti so bila med seboj oddaljena za približno 0.9 m. V vrsto so bila vgrajena 3 IBO sidra nosilnosti 250 kN in dolžine 5 m.

- Ojačitev oslabitve na mestu centralne drenaže, na odseku med zadnjim jaškom v predoru in prvim jaškom zunaj predora, v dolžini 50 m.

Ugotovljeno je bilo, da je bil na odseku med zadnjim jaškom v predoru in prvim jaškom zunaj predora, v dolžini približno 50 m, odstranjen talni obok, zaradi vgradnje drenažne cevi. Oslabitev bi lahko ščasoma privedla do konvergency predora, drenažno cev pa lahko poškoduje, zato je bilo potrebno območje drenaže utrditi tako, da bo čimbolj obnovljen talni obok, odvod vode iz predora pa bo še vedno možen.

Učinek poškodovanega talnega oboka je nadomestila AB konstrukcija, ki je bila izvedena z drenažno cevjo na sredini, okoli nje pa je bila izvedena škatlasta AB konstrukcija dimenzij 70x60 cm.

- Sanacija ureza Jurgovec-desni tir v krivini

Urez v predorsko oblogo je izveden med približno km 655+966.00 in izhodnim portalom predora na km 656+016.16, v dolžini približno 50 m in na višini približno 4.70 m nad niveleto tira. Globina in obseg ureza se spreminjata.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>12</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

Urez v predorsko oblogo je bil izveden zaradi potrebe po prostoru za predvidene gabarite vlakov. Profila na tem mestu ni bilo mogoče zmanjševati, zato ponovna odebelitev predorske obloge, oziroma njena delna odebelitev na tem mestu ni bila mogoča.

V samem urezu večjih posegov, razen površinskih, ki bi preprečevali propadanje obloge v urezu, ni bilo mogoče izvesti, jih je pa bilo mogoče izvesti tik nad urezom, ter, ob upoštevanju nekaterih omejitev, tudi pod urezom.

Nad urezom je bil izveden brizgani cementni beton C20/25 v debelini 10 cm, na območju tik nad urezom, ter vgradnja armaturne mreže v brizgani beton. Predorska obloga je bila nato ojačana z IBO sidri. Sidra so bila IBO dolžine 2.50 m in nosilnosti vsaj 200 kN. Sidra so bila vgrajena v rastru 1,0x1.0 m, in sicer tako, da je nad zgornjim sidrom in pod spodnjim sidrom ostalo vsaj 25 cm širine brizganega betona.

Na odseku med km 655+977 in km 655+997, kjer je bila preostala debelina obloge najmanjša, v dolžini približno 20 m, se je za utrditev izvedlo tudi sidranje pod urezom, s to razliko, da brez uporabe betona zaradi pomanjkanja prostora.

Zaledje ureza je bilo tudi zainjektirano.

#### **4.6. Sanacija predora Križiški**

V predoru Križiški ni bilo opaženih večjih deformacij niti dvigov tira, zato je bila v tem predoru izvedena samo sanacija ureza, ki je bila izvedena praktično na enak način kot v predoru Jurgovec.

### **5. MERITVE V PREDORIH V OBDOBJU 2011-2013**

#### **5.1. Uvod**

Meritve v predorih so se tekom prvotne sanacije sicer redno izvajale, rezultati niso bili redno interpretirani oziroma so bile težave spregledane. Po pojavu dvizkov tira so bile te meritve znova pregledane in interpretirane, nato pa so bile zaradi nastalih razmer meritve bolj pogoste in bolj opazovane. V času izvajanja meritev so bile na voljo naslednje meritve:

- Meritve deformacij ostenja predora.
- Meritve nivelete desnega tira.
- Merska sidra.
- Meritve nadvišanja tira.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>13</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

## 5.2. Rezultati meritev do julija 2011

- Predor Jurgovec

Na voljo sta bili dve vrsti meritev, meritve konvergenč reperjev na predorski oblogi ter smerna in višinska meritev tira. Meritve konvergenč reperjev so bile izvedene 25.5.2010 (ničelna meritev), oktobra leta 2010, ter dve meritvi, opravljeni julija 2011, in sicer 17 in 27. julija.

Med prvo (25.5.2010) in drugo meritvijo oktobra leta 2010, torej v razdobju več mesecev, v profilih 0, 1 in 2 ni bilo opaženih večjih anomalij, profila 3 in 4 pa sta kazala več milimetrsko horizontalno deformacijo v predor, pri čemer je v profilu 3 (na strani desnega tira) le ta večja, kar se je ujemalo z dejstvom, da so bili na tej strani predora v tem času izvedeni posegi. Profila 5 in 6 nista kazala nobenih deformacij, profil 7, še bolj pa profila 8 in 9 kažeta na podobno dogajanje, a še bolj izrazito kot profila 3 in 4. Portalni profil (10) je umirjen.

Vsi omenjeni trendi se nadaljujejo tudi med oktobrom 2010 in naslednjo meritvijo 17.7.2011, torej v treh četrtinah leta, kjer je skupni –pomik v profilu 4 znašal 1 cm v horizontalni smeri in 0.5 cm v vertikalni smeri. V podobni obliki in podobni velikosti sta izmerjeni vrednosti v profilih 8 in 9.

Največja odstopanja so opažena v meritvah med 17.7. in 27.7., in sicer v profilih 8 in 9, in sicer več kot centimetrsko odstopanje v horizontalni smeri in nekaj milimetrsko v vertikalni. Opaženo je tudi, da je v vzdolžni smeri izmerjen pomik praktično po celotnem predoru, kar je nenavadno.

Meritve desnega tira so bile opravljene februarja leta 2011, nato pa je bilo opravljenih več meritev med 24.7 in 28.7. leta 2011. Februarja leta 2011 so bile vrednosti blizu normalnim. 24.7.2011, ko je bila opravljena naslednja meritev, pa so odstopanja znašala že več centimetrov na zahodni strani predora Jurgovski. Meritve med 24.7. in 28.7 niso pokazale povečevanja odstopanj.

- Predor Ležeški

Meritve desnega tira so bile prav tako opravljene februarja leta 2011, nato pa je bila opravljena še ena meritev 28.7.2011. Ta je pokazala, da so bile v dolžini okoli 50 m (v okolici panela 24) odstopanja največja, velikosti okoli 1 cm.

Druge meritve v tem predoru še niso bile opravljene.

- Predor Križiški

Ni bilo opaženih večjih odstopanj.

Zbir podatkov od julija 2011 za predora Ležeški in Jurgovec je podan v naslednjih tabelah.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>14</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

Od	Do	Približna dolžina	Pomiki na desnem tiru	Pomiki na ostenju predora	Stanje tira
		(m)		(m)	(m)
Vstopni portal	<i>Panel 8</i>	42	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Tir je znotraj tolerance (+-1 cm od projektirane)
Panel 9	<i>Panel 15</i>	31	Zaznani so bili pomiki na desnem tiru, v času izvedbe del na levi strani	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Tir odstopa od projektiranih vrednosti manj kot 2 cm.
Panel 16	<i>Panel 22</i>	37	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Tir je znotraj tolerance +-1 cm od projektirane
Panel 23	<i>Panel 25</i>	16	Zaznani so bili znatni pomiki na desnem tiru.	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Tir odstopa od projektiranih vrednosti za več kot 3 cm.
Panel 26	<i>Panel 29</i>	21	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Tir je znotraj tolerance +-1 cm od projektirane
Panel 30	<i>Panel 35</i>	31	Zaznani so bili pomiki na desnem tiru, povezani z izvedbo del	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Tir odstopa od projektiranih vrednosti za več kot 2 cm.
Panel 36	<i>Izstopni portal</i>	120	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Ni bilo zaznanih večjih pomikov	Tir je znotraj tolerance +-1 cm od projektirane

Tabela 1: Zbir podatkov-predor Ležeški

Od	Do	Približna dolžina	Pomiki na desnem tiru	Pomiki na ostenju predora	Stanje tira
		(m)		(m)	(m)
Vstopni portal	<i>Panel 19</i>	100	Ni bilo zaznanih večjih pomikov v nobeni fazi merjenja	Ni bilo zaznanih večjih pomikov v nobeni fazi merjenja	Tir je znotraj tolerance +-1 cm od projektirane
Panel 20	<i>Panel 25</i>	31	Zaznani so bili pomiki na desnem tiru, deloma povezani z izvedbo del na levi strani	Večkrat so bili zaznani pomiki v ostenju predorske obloge, neodvisno od del v predoru	Tir odstopa od projektiranih vrednosti tudi več kot 2 cm.
Panel 26	<i>Panel 46</i>	110	Ni bilo zaznanih večjih pomikov v nobeni fazi merjenja	Ni bilo zaznanih večjih pomikov v nobeni fazi merjenja	Tir je znotraj tolerance +-1 cm od projektirane
Panel 47	<i>Izstopni portal predora (Panel 58)</i>	62	Zaznani so bili znatni pomiki na desnem tiru.	Večkrat so bili zaznani pomiki v ostenju predorske obloge, neodvisno od del v predoru.	Tir odstopa od projektiranih vrednosti tudi več kot 4 cm.

Tabela 2: Zbir podatkov-predor Jurgovec

### 5.3. Rezultati meritev do leta 2013

Med samimi sanacijskimi deli so se izvajale meritve, ki so obsegale meritve konvergenč, meritev testnih sidrih in meritve nadvišanja tira. Do konca leta 2012 so bili rezultati poročil podani tedensko, v letu 2012 pa mesečno. Zbir podatkov do konca leta 2012 je podan v tabelah 3 in 4.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>15</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

	15.8.2011	7.9.2011	14.9.2011	21.9.2011	28.9.2011	5.10.2012	12.10.2011	19.10.2011	26.10.2011	10.11.2011
<b>Križiški</b>	manjše deformacije v profilu 9	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov	ni podatkov
<b>Jurgovec</b>	ni podatkov	ni posebnosti	deformacije v oblogi predora	dviški za 4 mm v panelih 53,54,55	pomiki v okolici panela 55	pomiki v okolici panela 55	pomiki v okolici panelov 50- 55	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti
<b>Ležeški</b>	dvig desnega tira za 6 mm, kot posledica del v predoru	ni posebnosti	dvig za 10 mm v panelu 33	ni posebnosti	pomiki v okolici panela 13	pomiki v panelih 9-12 do 4.5 mm, 13-15 do 4 mm	pomiki v panelih 12-17 do 5 mm	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti

Tabela 3: Zbir podatkov-julij 2011 november 2011

	31.1.2012	30.2.2012	30.5.2012	30.6.2012	30.7.2012	30.10.2012	30.11.2012	30.12.2012
<b>Križiški</b>	ni posebnosti	4 mm med paneloma 22-34-levi tir, 2 mm med paneloma 23-33, desni tir	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti	pomiki na področju panelov 50-53	ni posebnosti
<b>Jurgovec</b>	ni posebnosti	manjši pomiki v panelih 4,5,6	ni posebnosti	dviški za 1-2 mm v krivini	dviški za 1-2 mm v krivini	dviški v krivini	dviški v krivini	pomiki zaradi izvedbe del
<b>Ležeški</b>	Odstopanje v panelu 33	manjši pomiki v panelih 46-58, do 2 mm, desni tir	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti	ni posebnosti

Tabela 4: Zbir podatkov-julij 2011 december 2012

Ugotovljeno je bilo, da se pomiki v vseh treh predorih ne dogajajo kontinuirano, ampak v občasnih sunkih, ki so vsaj deloma povezani z vremenskimi razmerami.

Zato je bilo ugotovljeno, da trenutne umiritve razmer ni mogoče smatrati kot stalno stanje. Zaradi tega je bilo potrebno stanje še dodatno spremljati in dopustiti možnost, da bi bilo potrebno v prihodnosti izvesti dodatna utrjevalna dela.

## 6. MERITVE V PREDORIH V LETIH 2013-2022

Meritve so se izvajale enkrat do trikrat letno. Obsegale so meritve konvergenc, meritve merskih sider in ekstenziometrov ter meritve nadvišanja tira. Za vsako meritev je bilo izdelano poročilo. Meritve je izvajal ZAG. V naslednjih tabelah je podan povzetek teh meritev za obdobje 2013-2022.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>16</b>
------------	--	-----------------	--	-----------



	2013	komentar	2014	komentar	2016	komentar	2017	komentar
<b>pomiki</b>	do 1.0 mm	ni podatka		ni posebnosti		ni posebnosti		ni posebnosti
<b>sidra, ext.</b>	do 77 kN	v panelu 11	do 97 kN	v panelu 11	do 200 kN	v panelu 11	do 250 kN	v panelu 11
<b>nadvišanje tira</b>		ni posebnosti		ni posebnosti		ni posebnosti		ni posebnosti
<b>pomiki</b>	2,4 mm	paneli 50 do 55 v aprilu		ni posebnosti	0,7 mm	V panelu 55 in panelu 24	1,3 mm	V panelu 55 in panelu 24
<b>sidra, ext.</b>	do 77 kN	Povišanje na območju krivine	do 219 kN	Veliko povišanje v panelu 47	do 260 kN	prekoračena nosilnost v panelu 47	do 260 kN	prekoračena nosilnost v panelu 47
<b>nadvišanje tira</b>		ni posebnosti		ni posebnosti	ni podatka o izmerjenih višinah	v panelih 2 in 3, panel 23, in panel 48	2 mm	v panelih 2 in 3, paneli 6-10 1 mm
<b>pomiki</b>	do 1.4 mm	največji v panelu 62	do 0.3mm	največji v panelu 52	do 1 mm	največji v panelu 13	do 5 mm	največji v panelu 37
<b>sidra, ext.</b>	do 50 kN	rahlo višanje v panelu 24	do 169 kN	veliko povišanje v panelu 24	do 157kN	ni posebnosti	do 165kN	ni posebnosti
<b>nadvišanje tira</b>	4 mm	desni tir, panela 57 in 58	4 mm	desni tir, panela 57 in 58		ni posebnosti	manjše spremembe	paneli, 55,63, in 67

Tabela 5: Zbir podatkov-2013-2017

	2018	komentar	2019	komentar	2020	komentar	2021 avgust	komentar
<b>pomiki</b>		v profilih P62 in P11	0,5 mm	v profilih P62 in P11	0,3 mm	v profilih P62 in P11	0,3 mm	v profilih P62 in P11
<b>sidra, ext.</b>	0.6 mm	panel 24	0.6 mm	Panel 11	0.74 mm	panel 11		ni posebnosti
<b>nadvišanje tira</b>		ni posebnosti	3 mm	panel 11,12,14,20		ni posebnosti	3 mm	p61
<b>pomiki</b>	1,3 mm	V panelu 55 in panelu 24	0,5 mm	V panelu 55 in panelu 24	0,5 mm	V panelu 55	0,5 mm	V panelu 55
<b>sidra, ext.</b>	pretrgano sidro	prekoračena nosilnost v panelu 47	pretrgano sidro	prekoračena nosilnost v panelu 47	pretrgano sidro	prekoračena nosilnost v panelu 47	pretrgano sidro	prekoračena nosilnost v panelu 47
<b>nadvišanje tira</b>	2 mm	paneli 55, 50 in 24	2 mm	P32 in P36	2 mm	P36	2 mm	P23,48,50
<b>pomiki</b>	do 5 mm	največji v panelu 37	do 1 mm	ni posebnosti		profil 37 in 29		profil 37 in 29
<b>sidra, ext.</b>	do 165kN	ni posebnosti	do 165kN	ni posebnosti	do 165kN	ni posebnosti	negotovi rezultati	ni posebnosti
<b>nadvišanje tira</b>	manjše spremembe	paneli, 13,29, in 37	2 mm	ni posebnosti	2 mm	32,36 in 38	2 mm	32,36 in 38

Tabela 6: Zbir podatkov-2018-2021

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>17</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

	2021 december	komentar	2022 marec	komentar	2022 december	komentar
<b>pomiki</b>	0,3 mm	v profilih P62 in P11	0,3 mm	v profilih P62	0,5 mm	v profilih P18, P3
<b>sidra, ext.</b>		ni posebnosti	2.1 mm	Panel 11	0.55mm	Panel 11
<b>nadvišanje tira</b>	4 mm	p62 im 21	4 mm	p62 im 21		ni posebnosti
<b>pomiki</b>		ni posebnosti	0,5 mm	V panelu 55	0,3 mm	V panelu 55 , pomiki panel 50 in 24
<b>sidra, ext.</b>	pretrgano sidro	prekoračena nosilnost v panelu 47	pretrgano sidro	prekoračena nosilnost v panelu 47	pretrgano sidro	prekoračena nosilnost v panelu 47
<b>nadvišanje tira</b>		ni posebnosti		ni posebnosti	3 mm	paneli 55 in 56, panel 11
<b>pomiki</b>	0.8	panel 29	0.5 mm	panel 29, 37	povečanje in zmanjšanje	panel 29, 37
<b>sidra, ext.</b>	negotovi rezultati	ni posebnosti	negotovi rezultati	ni posebnosti	negotovi rezultati	ni posebnosti
<b>nadvišanje tira</b>		ni posebnosti		ni posebnosti		ni posebnosti

Tabela 7: Zbir podatkov-2021-2023

			2018	2022	komentar
<b>Križiški</b>	<b>levi tir</b>	<b>stabilnost</b>	ni anomalij	ni anomalij	ni večjih sprememb
		<b>vegavost</b>	med 654+420 in 654+500	med 654+420 in 654+500	
		<b>t. sirina</b>	med 654+398 in 654+500	med 654+398 in 654+500	
	<b>desni tir</b>	<b>stabilnost</b>	ni anomalij	ni anomalij	Velikost parametrov se na teh odsekih spreminja, območje anomalij se seli.
		<b>vegavost</b>	med 654+420 in 654+500	med 654+400 in 654+480	
		<b>t. sirina</b>	med 654+398 in 654+500	med 654+400 in 654+480	
<b>Jurgovec</b>	<b>levi tir</b>	<b>stabilnost</b>	med 656+000 in 656+016	med 656+000 in 656+016	Velikost parametrov se na teh odsekih spreminja.
		<b>vegavost</b>	med 655+930 in 656+016	med 655+930 in 656+016	
		<b>t. sirina</b>	med 655+930 in 656+016 in med 655+8020 in 655+840	med 655+930 in 656+016 in med 655+8020 in 655+840	
	<b>desni tir</b>	<b>stabilnost</b>	ni večjih anomalij	ni večjih anomalij	Velikost parametrov se na teh odsekih nekoliko spreminja, vendar so spremembe minimalne.
		<b>vegavost</b>	med 656+940 in 656+016	med 656+940 in 656+016	
		<b>t. sirina</b>	med 656+940 in 656+016	med 656+940 in 656+016	
<b>Ležeški</b>	<b>levi tir</b>	<b>stabilnost</b>	med 656+750 in 65+6782	med 656+740 in 656+782	Velikost parametrov se na teh odsekih poveča, območje se poveča, pojavljajo se nova področja sprememb.
		<b>vegavost</b>	med 656+770 in 65+6782	med 656+750 in 656+782 med 656+530 in 656+560 med 656+400 in 656+440	
		<b>t. sirina</b>	med 656+770 in 65+6782	med 656+750 in 656+782	
	<b>desni tir</b>	<b>stabilnost</b>	med 656+720 in 65+782	med 656+760 in 65+782	Velikost parametrov se na teh odsekih spreminja, območje se zmanjšuje, pa tudi druge prihaja od manjših sprememb.
		<b>vegavost</b>	med 656+720 in 656+782 med 656+440 in 656+460	med 656+760 in 656+782 med 656+440 in 656+460	
		<b>t. sirina</b>	med 656+720 in 65+6782	med 656+760 in 65+6782	

Tabela 8: Merilni vlak-obdobje 2018-2022.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>18</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

## 7. MERITVE MERILNEGA VLAKA

Meritve z merilnim vlakom so na voljo med letoma 2018 in 2022, in sicer posebej za levi in desni tir. Meritve za vse tri predore so del meritev za celoten odsek proge št.50, zato je odčitati morebitne spremembe na tiru v predoru dokaj težko, vendar je vseeno mogoče videti nekatere anomalije in spremembe skozi leta na tiru. V naslednji tabeli je podan povzetek meritev tira v predorih.

## 8. REZULTATI PREGLEDA PREDOROV

Novembra 2022 je bil izveden vizualni pregled stanja predorov. Opazovana je bila obloga predorov glede omočenosti z vodo oziroma drugih anomalij, stanje sider, stanje tal v predoru ter stanje panelov. Glavne ugotovitve so sledeče:

- Palična sidra in njihovi deli (matica, podložna plošča) so ponekod zelo močno korodirani.
- Na bokih predora (pod hidroizolacijo v temenu predora) je na večih mestih opaziti iztekanje hribinske vode, kar je sicer pričakovano.
- Ponekod je opaziti vlažna območja (mezenje hribinske vode) tudi v območju hidroizolacije temena predora. Ponekod je opaziti tudi odpadanje zaščitnega brizganega betona.
- Poškodb na „OBB-PORR“ panelih ni bilo zaznati, razen na enem panelu v krivini predora Jurgovec.
- prav tako ni bilo opaženih poškodb na talni AB plošči.

## 9. DOLOČITEV NESTABILNIH ODSEKOV V PREDORIH

### 9.1. Uvod

Podatki, ki so se zbirali zadnjih 12 let, dajejo dober vpogled v dogajanje v predorih. Precej jasno je razvidno, da se pomiki v vseh treh predorih ne dogajajo kontinuirano, ampak v občasnih sunkih. To si lahko razlagamo tako, da predorska obloga na posameznem odseku ob prevelikem pritisku nekoliko popusti, pritisk pa se zmanjša, kar omogoči določeno obdobje mirovanja.

Prav tako so posamezni pojavi povezani z vremenskimi razmerami. Portalni predeli so izpostavljeni lokalnim ekstremom (vročina, mraz), predori v celoti pa tudi letnim časom in količinam padavin v posameznem letu.

Sanacija iz leta 2010 je obsegala tudi sanacijo zgornjega dela predorske obloge (območje ca 5m nad GRT). Pregled predora je pokazal, da je po 10 letih na tem delu nekaj manjših poškodb, ki jih je potrebno sanirati, prav tako pa je bilo ugotovljeno, da ta sanacija ni preprečila pojava vode v predoru.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>19</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

Sidra, vgrajena v drugi sanaciji leta 2011-2013, ne kažejo znakov preobremenitve, so pa ponekod korodirane glave sider. Meritve merskih sider na nekaterih predelih predorov so pokazale, da bi lahko obremenitve presegle nosilnost vgrajenih sider.

Meritve konvergenč kažejo, da se je prečni prerez predora skrčil do 1 cm, in sicer na odsekih, kjer je bil izveden urez v predor (krivina Jurgovec), kjer je svetli profil zelo občutljiv tudi na manjše premike. V nadaljevanju podajamo seznam nestabilnih odsekov v predorih s komentarji.

## 9.2. Nestabilni odseki v predoru

Glede na znane podatke lahko definiramo naslednje odseke, ki so se v preteklih 12 letih izkazali za labilne:

- Predor Križiški
  - Med vstopnim portalom v km 654+398 in km 654+500, vključno z okolico panela 11, v dolžini okoli 102 m.
  - Med km 654+700 in portalom predora v km 654+716 v dolžini 16 m, vključno z okolico panela 62.
- Predor Jurgovec
  - Krivina predora Jurgovec od panela 47 do panela 56.
  - Okolica panela 24.
  - Okolica panela 36.
- Predor Ležeški
  - Okolica panela 29.
  - Okolica panela 37.
  - Območje med 656+750 in portalom predora v 656+782

## 10. PREDLOGI SANACIJE NESTABILNIH ODSEKOV

### 10.1. Uvod

Da bi skladno s projektno nalogo zagotovili stabilnost predorov v naslednjem 20 letnem obdobju, predlagamo naslednje ukrepe:

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

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>20</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

## **10.2. Stabilizacija labilnih odsekov s sidrnimi sistemi**

Predlagamo izvedbo pasivnih IBO sider in sicer:

- Sidra za utrditev predorskega oboka
- Sidra v boke predorov
- Sidranje skozi panele

Sidra za utrditev predorskega oboka so izvedena na višini 2-5 m. Njihova naloga je prispevati dodatno povezanost predora z okolico in zmanjšanje nivoja pomikov ostenja predorov.

Sidra v boke predorov bi vgradili med sidra, ki so že vgrajena v boke. S tem bi še dodatno povečali stabilnost bokov predora.

Sidranje skozi panele bi povečalo odpornost predorov proti dvizkom. Sidra skozi panele bi vgradili tam, kjer je to mogoče in sicer tako, da ne bi poškodovali panelov.

## **10.3. Sanacija manjših nepravilnosti, ki so bile opažene v predorih**

V glavnem gre za odpadel brizgan beton v temenu predora, ter manjše nepravilnosti na panelih. Betona ne bi nadomeščali, predlagamo odbitje betona, ki kaže znake, da bi v bližnji prihodnosti lahko odpadel. Sem bi spadala tudi sanacija drugih manjših nepravilnosti, ter morebitno pranje predorov.

## **10.4. Zaščita glav sider.**

Menimo, da bi morali glave sider zaščititi, s protikorozijsko zaščito glav.

## **10.5. Vzpostavitev opazovalnega sistema.**

Opazovanje predora skozi daljše časovno obdobje podaja dragocen vpogled v dogajanje v predoru, zato glede na to, da gre za zelo stare predore, skozi katere poteka proga, ki je velikega pomena in spada pod kritično infrastrukturo, menimo, da je potrebno vzpostaviti robusten merilni sistem s poudarkom merilnih mest na kritičnih odsekih. Predlagamo, da se obstoječi sistem dopolni z merskimi sidri, ekstenzometri in merilci višine tira.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>21</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

## 11. PREDLOG NOVE TRASE NA OBMOČJU PREDOROV

Ker gre za zelo stare predore, velja razmišljati o alternativah, torej drugačnih potekih proge na tem odseku. RS v zadnjem času proučuje možnosti izvedbe nove proge na tem odseku. Kolikor nam je znano, so mogoče naslednje možnosti:

- Proga za 100 km/h, nova trasa poteka v bližini obstoječe trase, trije predori se nadomestijo z dvema novima predoroma skupne dolžine do 1.500 m.
- Proga za nekoliko večje hitrosti, trije predori se nadomestijo z nekoliko daljšim predorom dolžine do 2.500 m.
- Proga za hitrosti 160 km/h ali več, proga poteka po popolnoma drugi trasi.

Glede na izkušnje z drugega tira lahko predvidimo ceno med 20 in 25 tisoč EUR na tekoči meter predora. V tem primeru bi predori v dolžini 1.500 m stali med 30 in 40 milijoni EUR, 2.500 m dolg predor pa med 50 in 70 milijoni EUR. Tak predor bi nadomestil približno 3.200 m proge, vključno z vsemi tremi predori.

## 12. ZAKLJUČEK

V pričujoči študiji so bili zbrani vsi relevantni podatki, ki lahko pokažejo, kakšno je stanje v predorih Križiški, Jurgovec in Ležeški. Ugotovljeno je bilo, da nekateri odseki predorov niso popolnoma umirjeni, zato bi bilo potrebno za stabilizacijo predorov skozi daljše časovno obdobje, kot je to zahtevano s projektno nalogo, potrebno izvesti dodatne ukrepe v predoru.

V trenutni fazi načrtovanja je težko natančno oceniti obseg ukrepov, vendar glede na predloge v pričujoči študiji menimo, da bi predviden obseg del lahko izvedli v roku 30-40 dni oziroma med 15-20 dni dela na posameznem tiru. Dela bi se najprej izvedla na enem tiru, nato pa še na drugem. Dela bi se lahko izvedla tudi v več fazah, tudi v okviru krajših zapor.

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>22</b>
------------	--	-----------------	--	-----------

**Načrt: 7/1 NAČRT IZKOPA IN PRIMARNEGA PODPIRANJA**

**IZVEDBENA PROJEKTNA DOKUMENTACIJA, SANACIJA  
PREDOROV KRIŽIŠKI, JURGOVEC IN LEŽEŠKI NA PROGI ŠT. 50 LJUBLJANA –  
SEŽANA – D.M.**

**Analiza stanja predorov Križiški, Jurgovec in Ležeški s predlogi  
izvedbe sanacije**

*Vrsta projektne dokumentacije:* **IZN**

*Za gradnjo:* **VZDRŽEVALNA DELA V JAVNO KORIST**

## **G.RISBE**

Št.:	Dokument:	Id. oznaka:
	<b>Risbe</b>	<b>G.</b>
	Pregledna situacija	G.101.
	Situacija predvidenih sanacijskih posegov vpredoru Križiški	G.102.1
	Situacija predvidenih sanacijskih posegov vpredoru Jurgovec	G.102.2
	Situacija predvidenih sanacijskih posegov vpredoru Ležeški	G.102.3
	Karakteristični prečni prerezi predvidenih sanacijskih posegov	G.139.1

<b>G50</b>		<b>007.2121</b>		<b>23</b>
------------	--	-----------------	--	-----------