

Potek celovite urgentne sanacije železniške proge med Litijo in Zagorjem

Jure Rupnik, univ. dipl. inž. grad.
SŽ – Železniško gradbeno podjetje Ljubljana d.d.

Povzetek

Prispevek obravnava sanacijo železniške proge na medpostajnem odseku Sava – Litija, ki je pomembna prometna povezava med Slovenijo in sosednjimi državami ter je del vseevropskega prometnega omrežja (TEN-T).

Po obsežnih neurjih in poplavah v letu 2023 je prišlo do poškodb in zaprtja železniških prog, kar je zahtevalo celovito sanacijo. Prispevek se osredotoča na sanacijo obeh tirov na odseku Sava - Litija ter podrobno opisuje obstoječe stanje, projektne rešitve in izvedbo del.

Dela so bila izvedena v dveh fazah, pri čemer je prva faza obsegala sanacijo levega tira, druga pa sanacijo desnega tira. Glavne faze izvedbe vključujejo pripravljala dela, dela na zgornjem in spodnjem ustroju ter zaključna dela, kot so varjenje in regulacija tira.

Obnova medpostajnega odseka je omogočila nemoteno delovanje železniške povezave ter ohranitev prometne povezanosti med državami v regiji.

The progress of the comprehensive urgent renovation of the railway line between Litija and Zagorje

Abstract

The article addresses the renovation of the railway section between Sava - Litija, which is an important transport link between Slovenia and neighbouring countries and is part of the pan-European transport network (TEN-T).

After extensive storms and floods in 2023, there was damage and closure of railway lines, which required comprehensive renovation. The contribution focuses on the renovation of the two tracks on the railway section between Sava – Litija and describes in detail the current situation, project solutions and the implementation of the work.

The key stages were carried out in two phases: the initial phase entailed the renovation of the left track and the second the renovation of the right track. The main phases of the implementation include preparatory work, work on the superstructure and in the formation of the railway track and finishing works, such as track welding and levelling railway tracks.

The renovation of the section has effectively reinstated the seamless functionality of the railway link, thereby sustaining crucial transport connections among regional countries.

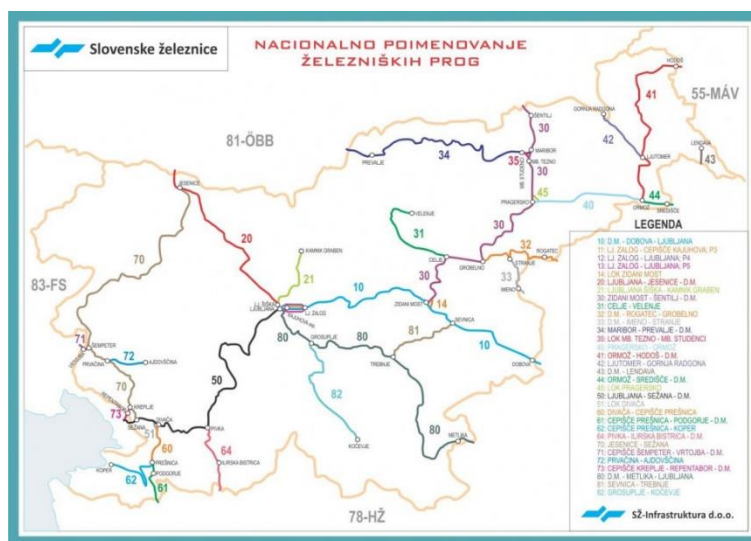
1 UVOD

1.1 Splošno

Upravljavec javne železniške infrastrukture v Republiki Sloveniji je družba SŽ – Infrastruktura d.o.o.

Javna železniška infrastruktura (v nadaljevanju JŽI) so objekti in naprave, potrebni za nemoteno odvijanje javnega železniškega prometa ter pripadajoča zemljišča, ki funkcionalno služijo njihovi namenski rabi. JŽI je grajeno javno dobro v lasti države in se uporablja na način in pod pogoji, določenimi v Zakonu o železniškem prometu ZZelP in na njegovi podlagi izdanimi predpisi.

Železniško omrežje v Republiki Sloveniji je opredeljeno v Uredbi o kategorizaciji prog. Glede na obseg prometa, gospodarski pomen in povezovalno vlogo železniškega prometa v prostoru se proge delijo na glavne in regionalne proge (Program omrežja 2024).



Slika 1: Nacionalno poimenovanje železniških prog

1.2 Vsebina

V obdobju med julijem 2023 in avgustom 2023 so Slovenijo prizadela obsežnejša neurja z močnimi padavinami, naraslimi vodotoki, plazovi in hudourniški nanosi.

Na JŽI se je v tem času zgodilo več izrednih dogodkov, ki so imeli za posledico proženje plazov ob progi, podiranje dreves, udarov strele, poškodovanje signalnovarnostnih naprav ter odkrivanje streh.

Izredni dogodek z večjo škodo se je, kot posledica neurja, zgodil dne 3. julija 2023, ko je potniški vlak naletel na plaz na progi števil. 10 državna meja – Dobova - Ljubljana, na medpostajnem odseku Zagorje – Sava. Plaz se je sprožil neposredno pred vlakom ter zasul oba tira in odrinil potniško garnituro. Zato je prišlo do iztiranja vlaka. Proga je bila med postajama Zagorje in Sava v celoti zaprta od 3. julija 2023 do 4. julija 2023, ko je bil odprt desni tir in vzpostavljena prevoznost. Levi tir je bil odprt dne 5. julija 2023.

Dne 4. avgusta 2023 je sledila najhujša naravna nesreča v zgodovini Slovenije, potem ko je dolgotrajen, močan naliv, ki se je začel 3. avgusta, prizadel severno in osrednjo Slovenijo. Rezultat so bile obsežne poplave, ki so prizadele celotno JŽI.

Poplave rek in zemeljski plazovi so povzročili škodo na različnih progah, pri čemer so se največje težave pojavile na naslednjih progah:

- glavna proga števil. 10 državna meja – Dobova – Ljubljana,
- glavna proga števil. 20 Ljubljana – Jesenice – državna meja,
- glavna proga števil. 30 Zidani Most - Šentilj – državna meja,
- regionalna proga števil. 31 Celje – Velenje,
- regionalna proga števil. 34 Maribor – Prevalje – državna meja in
- regionalna proga števil. 70 Jesenice –Sežana.

V prispevku smo se podrobno odločili predstaviti sanacijo levega in desnega tira na progi števil. 10 državna meja – Dobova - Ljubljana, na medpostajnem odseku Sava – Litija.



Slika 2: Železniška proga med Savo in Litijo po poplavah v mesecu avgust 2023 (Zon)

2 OBSTOJEČE STANJE

2.1 Splošno

Medpostajni odsek Sava – Litija leži na glavni železniški progi št. 10 državna meja – Dobova – Ljubljana in predstavlja na območju Slovenije glavno prometno povezavo Hrvaške s Slovenijo. Je tudi del jedrnega omrežja TEN-T.

Vseevropsko prometno omrežje (TEN-T) je temelj prometne politike EU, gre za razvoj omrežja železniških prog, cest, celinskih plovni poti, pomorskih ladijskih poti, pristanišč in letališč.

Koridorji jedrnega omrežja TEN-T predstavljajo instrument za čezmejno usklajevanje različnih projektov in časovno usklajevanje razvoja koridorjev, da bi s tem čim bolj izkoristili prednosti vseevropskega prometnega omrežja. Njihov prispevek k razvoju infrastrukture jedrnega omrežja je predvsem pri odpravljanju ozkih grl, spodbujanju čezmejnih povezav ter izboljšanju učinkovitosti in trajnosti (Koridorji jedrnega omrežja TEN-T).

Glavna železniška proga št. 10 državna meja – Dobova – Ljubljana je dvotirna elektrificirana proga in meri v skupno dolžino 114.751 metrov..

Medpostajni odsek Sava – Litija leži med kilometrom 528+467 in kilometrom 533+995 in meri v skupno dolžino 5.528 metrov. Proga poteka večinoma v nasipu.

V letu 2023 je na tem odseku v povprečju dnevno prevozilo 59 tovornih in 80 potniških vlakov.

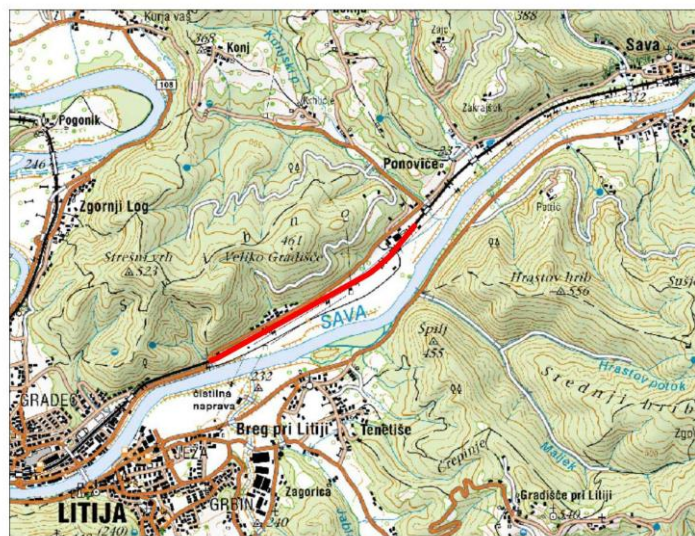
Voznoredna hitrost na tem progovnem odseku je 140 km/h za vlake z nagibno tehniko, 125 km/h za lahke vlake ter 110 km/h za druge vlake.

Levi tir je izveden na betonskih pragih s tirnicami sistema 60E1, medtem ko je desni tir položen na lesenih pragih s tirnicami sistema 49E1.

Na levem tiru med kilometrom 531+720 in kilometrom 531+770 v skupni dolžini 50 metrov, ter na desnem tiru med kilometrom 530+950 in kilometrom 533+100 v skupni dolžini 2.150 metrov (glej sliko števil. 3), je zaradi slabega stanja spodnjega in zgornjega ustroja tira po izrednem dogodku bila potrebna celovita prenova železniške proge.

Zaradi slabega stanja proge (glej sliko števil. 4 in 5) se je odsek proge zaprl:

- levi tir od 04.08.2023 ob 17.45 uri do 08.08.2023 do 00.25 ure in
- desni tir od 04.08.2023 ob 17.45 uri do 23.08.2023 do 17.10 ure.



Slika 3: Trasa odseka proge, ki ga obravnava prispevek (označeno z rdečo barvo)



Slika 4: km 531+770, v nasprotni smeri stacionaže, levi tir, betonski pragi – tirnice 60E1, desni tir, leseni pragi – tirnice 49 E1



Slika 5: km 531+850, v smeri stacionaže, desni tir, leseni pragi, poškodovani pragi, poškodovan nasip

3 PROJEKTNE REŠITVE

3.1 Splošno

Pričujoči prispevek obravnava sanacijo železniške proge na medpostajnem odseku Sava – Litija. Obravnavana sta oba tira proge:

- levi tir med kilometrom 531+720 do kilometra 531+770 v skupni dolžini 50 metrov in
- desni tir med kilometrom 530+950 do kilometra 533+100 v skupni dolžini 2.150 metrov.

Vsi elementi zgornjega in spodnjega ustroja so izvedeni za kategorijo proge D3 (22.5 t/os, 7,2 t/m) in dovoljujejo maksimalne hitrosti vlakov $V_{max} = 110 - 140$ km/h in sicer:

- drugi vlaki 110 km/h,
- lahki potniški vlaki z manjšim nagibnim koeficientom 125 km/h in
- vlaki z nagibno tehniko 140 km/h.

3.2 Smerni potek trase

Smer tira smo v največji meri povzeli iz osnovnega projekta, ki smo ga pridobili od Upravljavca (SGD Ljubljana) ter obstoječi legi. Na začetku trase smo se navezali na obstoječe stanje saj nam smerna lega ne omogoča priključka na osnovni projekt. Na koncu trase se je bilo potrebno navezati na tir v nivojskem prehodu v km 533+064. Pri strojni regulaciji je bilo potrebno izvesti navezavo na dolžini, ki je bila potrebna da vzpostavimo smer v okviru dovoljenih odstopanj (puščice po Pravilniku o zgornjem ustroju železniških prog).

Krivinski elementi sledijo osnovnemu projektu, spremeni se velikost radija iz 1500 m na 1535 m in km položaj elementov krivine. Dolžine prehodnih krivin in nadvišanja nismo spreminjali. Zagotovljena je zadostna medtirna razdalja in normalni svetli profil.

3.3 Višinski potek trase

Niveleta tira je upoštevala osnovni projekt ter obstoječe stanje. Za orientacijo nam je služil obstoječi potek nivelete levega tira. Vsi lomi so brez zaokrožitve saj je povsod razlika nagibov majhna. Na tem delu proga poteka v padcu do 0,4 ‰ in vzponu do 3,3 ‰.

3.4 Zgornji ustroj

3.4.1 Splošno

Na obravnavanem odseku je v zgornji ustroj obnovljenih tirov vgrajen nov material. Upravljalca in Izvajalca del smo pred začetkom del pregledali celoten odsek in določili obseg neuporabnega ter uporabnega materiala.

3.4.2 Tirna greda

Minimalna debelina tirne grede pod spodnjim robom praga na mestu pod notranjo ali zunanjo tirnico je 30 cm povsod tam, kjer je pod gredo vgrajen tudi tampon. Nad posameznimi objekti, kjer je konstrukcija objekta nizko pod tirom in zaradi tega pod tirom ni možno vgraditi tampona, pa je minimalna debelina grede povečana za 5 cm (min 35 cm). Pri vseh objektih pa je do zgornjega roba konstrukcije upoštevana tudi dodatna rezerva 5 cm za namestitev materiala za dušenje vibracij.

Oblika grede je razvidna iz karakterističnih in prečnih profilov (glej sliko števil. 6). Greda ob čelu pragov je široka min 45 cm in je kopičena povsod tam, kjer ne bo imela dodatne bočne opore v višini gornjega roba pragov. V tirno gredo je v celoti vgrajen nov tolčenec kakovostnega razreda 1. Pri dobavi in vgradnji tolčenca je bilo potrebno upoštevati standard: Agregati za grede železniških prog (SIST EN 13450:2003 in SIST EN 13450:2003/AC:2004) in Navodilo za kakovost in nadzor tolčenca za gramozno gredo železniških tirov (Ur. l. RS, št. 39/1995, 75/1996).

3.4.3 Pragi

V tir so vgrajeni novi leseni pragi dolžine 2,60 metrov in razporejeni na osni razdalji 0,60 metra. Pri dobavi novih lesenih pragov je bilo potrebno upoštevati standard SIST EN 13145.

3.4.4 Tirnice in vezni pribor

Vse tirnice so nove, sistema 60 E1, R260. Pritrditev vozniških tirnic na prage je izvedena z elastično pritrditvijo Pandrol. Na celotnem odseku so tirnice zvarjene v neprekinjeno zvarjeni tir (v nadaljevanju NZT). Tirnice so nagnjene proti osi tira. Nagib osi tirnice v odnosu na navpično os tira je 40:1.

Postopek rezanja in varjenja vozniških tirnic v NZT je potekal v naslednjih fazah:

- pred začetkom rezanja tirnic je bilo potrebno obstoječe NZT-je na začetku in koncu odseka proge (oz. na mestih, kjer je predvideno rezanje tirnic) zavarovati s ščitnim poljem. Dolžina ščitnega polja je cca. 50 m, v njem pa bo nameščeno 92 naprav proti vzdolžnemu potovanju tirnic (MATHEE naprave),
- rezanje tira,
- varjenje v "dolge tirnice" (do 360 m), ki ga je bilo potrebno izvesti pri temperaturi od +5°C do +40°C v poljubnem vrstnem redu,
- sproščanje tira in
- končno varjenje v NZT pri temperaturi $t_p = 22.5^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

Naprave proti vzdolžnemu potovanju tirnic so vgrajene takoj po končanem varjenju in pritrditvi tirnic in pri temperaturi $t_p = 22.5^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

Vsa dela pri rezanju, sproščanju in varjenju tira je potrebno izvajati po zahtevah Navodila 330 in Pravidnika o zgornjem ustroju železniških prog (Ur. l. RS št. 92/10).

3.5 Spodnji ustroj

3.5.1 Splošno

Sanacija spodnjega ustroja, ki je bila na večjem delu medpostajnega odseka proge precej dotrajana, je izvedena tako, da je tir ustrezal kategoriji proge D3 (22.5 t/os, 7,2 t/m).

3.5.2 Vgradnja nevezane nosilne plasti (NNP)

Nevezana nosilna plast (v nadaljevanju NNP), debeline 50 cm, je vgrajena med kilometrom 531+600 do kilometra 532+050, razen na tistih premostitvenih objektih kjer nad vrhom konstrukcije objekta ni dovolj prostora za vgradnjo predvidene debeline NNP.

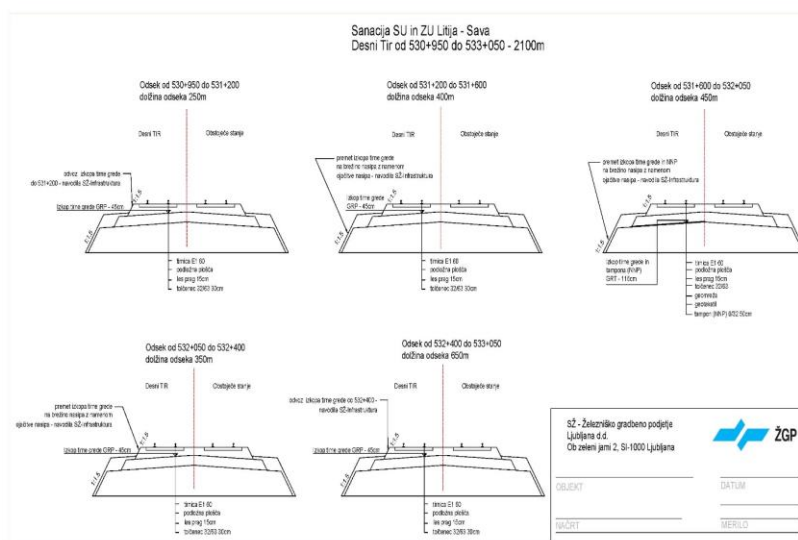
Debelina nevezane nosilne plasti je izbrana na podlagi karakteristik obstoječih materialov spodnjega ustroja medpostajnega odseka proge ter zahtevane nosilnosti planuma proge in zmrzljinske odpornosti materialov v zgornjih plasteh spodnjega ustroja obnovljenih tirov. Pod nevezano nosilno plast je položena geomreža in ločilni geosintetik, ki bo preprečeval prodor drobnih delcev v zgornje plasti spodnjega ustroja.

Vgradnja nevezane nosilne plasti je potekala v naslednjem vrstnem redu:

- odstranitev obstoječih tirov in tirne grede iz tolčenca ter neustreznega (zablatenega) materiala iz vrhnjega sloja spodnjega ustroja,
- ureditev planuma tal v padcu 5 % v smeri proti drenažam in odvodnim jarkom,
- polaganje ločilnega geosintetika na celotni širini planuma tal,
- polaganje armaturne mreže,
- vgradnja tamponske plasti debeline 50 cm in
- profiliranje tampona s 5%-nim prečnim nagibom in komprimiranje tampona do $E_{v2} \geq 100$ MPa.

3.5.3 Planum

Planum proge je izveden z dvostranskim prečnim nagibom 5%. Na celotnem obravnavanem odseku je planum nagnjen proti zunanji strani tirov. Planum je ravno zvaljan in izoblikovan tako, kot je prikazano v karakterističnih in prečnih profilih. Dimenzije in kote planuma v osi tira, ki se spreminjajo iz profila v profil, so prikazane v prečnih profilih (glej sliko števil. 6). Širina planuma se glede na nadvišanje spreminja tako, da je povsod zagotovljena širina bankine minimalno 60 cm.



Slika 6: Prečni profili desnega tira od kilometra 530+950 do kilometra 533+100

4 IZVEDBA DEL

Sanacijo železniške proge na medpostajnem odseku Sava – Litija smo izvedli v 2 fazah.

V prvi fazi se je izvedla sanacija levega tira med kilometrom 531+720 do kilometra 531+770 v skupni dolžini 50 metrov. Dela so potekala v obdobju od 06.08.2023 – 24.08.2023. Glavna dela so bila zaključena z dnevom 07.08.2023, kar je omogočilo prevoznost in prepustnost po enem tiru (glej sliko števil. 7).

Druga faza je obsegala sanacijo desnega tira med kilometrom 530+950 do kilometra 533+100 v skupni dolžini 2.150 metrov. Dela so potekala v obdobju od 08.08.2023 – 06.09.2023. Glavna dela so bila zaključena z dnevom 23.08.2023, kar je omogočilo prevoznost in prepustnost po obeh tirih železniške proge (glej sliko števil. 7).

Izvedba del na levem in desnem tiru je potekala po naslednjem zaporedju:

1. Pripravljalna dela:

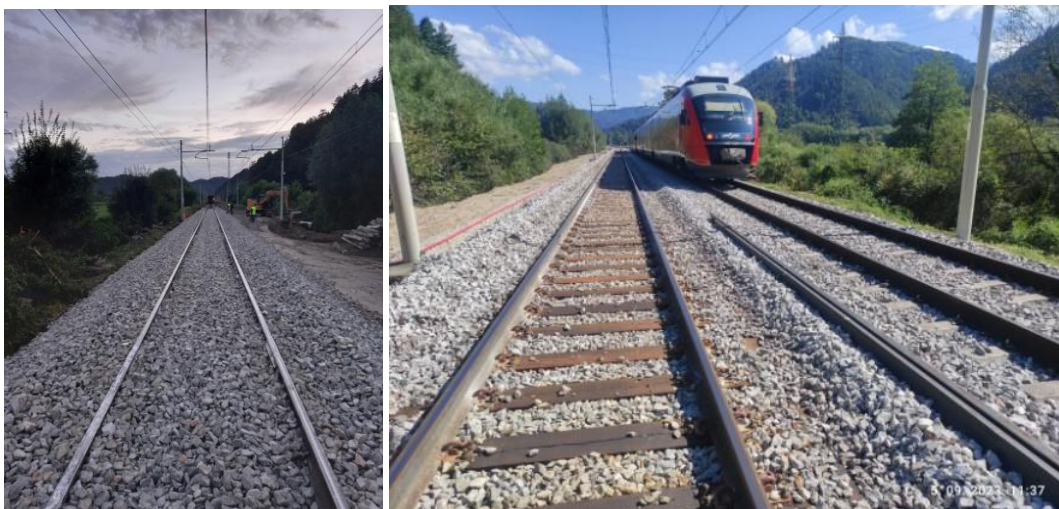
- zakoličba in zavarovanje osi tira,
- zavarovanje NZT pred rezanjem tira s postavitvijo naprav proti vzdolžnemu pomiku in
- izvedba dostopnih poti.

2. Dela na zgornjem in spodnjem ustroju:

- demontaža tira na lesenih pragovih s togo pritrditvijo,
- izkop obstoječe gramozne grede in NNP (tampona),
- polaganje ločilno filtrske tekstilije in armirane mreže,
- vgradnja novega NNP frakcije 0-32mm debeline 50cm,
- planiranje planuma zemeljskega telesa,
- vgradnja prve plasti gramozne grede frakcije 32-63mm,
- montaža tira na lesenih pragovih s elastično pritrditvijo e – klip in
- prva smerna in višinska regulacija tira z dodajanjem gramoza.

3. Zaključna dela

- varjenje tira v NZT,
- druga in tretja smerna in višinska regulacija tira,
- sproščanje tira v NZT in
- ureditev gramozne grede.



Slika 7: Levi in desni tir po zaključku glavnih del

5 Zaključek

Sanacija železniške proge na medpostajnem odseku Sava – Litija predstavlja pomemben korak pri obnovi javne železniške infrastrukture v Republiki Sloveniji. Neurja in naravne nesreče, ki so prizadele Slovenijo v letu 2023, so povzročila obsežno škodo na infrastrukturi, vključno na železniški progí števí. 10 državna meja – Dobova – Ljubljana.

Projektne rešitve, ki so bile implementirane v sklopu sanacije, so temeljile na natančni analizi obstoječega stanja ter upoštevanju standardov in predpisov s področja železniške infrastrukture. Tako zgornji kot spodnji ustroj proge sta bila obnovljena in prilagojena zahtevam kategorije proge D3, kar bo omogočilo nemoteno in varno obratovanje železniškega prometa na tem odseku.

Izvedba del je potekala v dveh fazah, pri čemer je bila v vsaki fazi natančno izvedena priprava ter izvedba sanacijskih ukrepov na levem in desnem tiru. S skrbnim načrtovanjem in izvedbo faz del smo uspeli v najkrajšem možnem času vzpostaviti prevoznost na glavnem prometnem koridorju Zidani Most – Ljubljana, ki omogoča povezave Ljubljane z Mariborom, Hodošem in Dobovo.

6 Viri in literatura

Koridorji jedrnega omrežja TEN-T

<https://www.gov.si/zbirke/projekti-in-programi/koridorji-jedrnega-omrezja-ten-t/>

(Pridobljeno 29.03.2024)

Program omrežja 2024

<https://infrastruktura.sz.si/za-partnerje/dostop-do-jzi-za-prevoznike/program-omrezja/>

(Pridobljeno 29.03.2024)

Zon

<https://zon.si/stanje-ob-15-30-se-vedno-zaprta-cesta-za-savo-poplavljena-litija-zaprto-lasko-in-v-zidanem-mostu/>

(Pridobljeno 03.04.2023)