

# PROJEKT DRUGI TIR

Dvotirna proga Divača–Koper

2TDK 



# PROJEKT DRUGI TIR

Dvotirna proga Divača–Koper

---

## PROJEKT DRUGI TIR

Dvotirna proga Divača–Koper

Urednica besedil: **Nataša Pelko, DRI upravljanje investicij**  
Urednici fotografij: **mag. Mateja Erčulj in Tjaša Potisk Ančimer**  
Lektura: **Nives Mahne Čehovin**  
Oblikovanje: **Modriš Anton Hozjan, s. p.**  
Fotografije: **Alen Franetič, Andraž Gregorič, Uroš Hočevar, Jaka Ivančič (str. 53),**  
**arhivi 2TDK, ZRC SAZU, Luka Koper, Kolektor, ZAG in osebni arhivi avtorjev**  
Tisk: **Eurograf, d. o. o.**  
Naklada: **350 izvodov**  
**Ljubljana, marec 2026**

Izdal in založil: **2TDK, Družba za razvoj projekta, d. o. o.**  
Zanj: **Matej Oset, MBA, in Marko Brezigar**

Za strokovnost besedil odgovarjajo avtorji. Reprodukcijska je dovoljena s pisnim soglasjem družbe 2TDK.

---

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

625.1(497.472)"20"

PROJEKT drugi tir : Dvotirna proga Divača-Koper /  
[urednica besedil Nataša Pelko, DRI upravljanje investicij ;  
fotografije Alen Franetič ... et al.]. - Ljubljana :  
2TDK, Družba za razvoj projekta, 2026

ISBN 978-961-96474-4-8  
COBISS.SI-ID 267312643

--









# Vsebina

## NAGOVORI

|                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Dr. Robert Golob: <u>Drugi tir – razvojna odločitev za prihodnost</u>                        | 8  |
| Apostolos Cicikostas: <u>Nova proga Divača–Koper: zgodba o uspehu za Slovenijo in Evropo</u> | 10 |
| Mag. Alenka Bratušek: <u>Zgodba z uspešnim koncem</u>                                        | 12 |

## PROJEKT V PROSTORU IN ČASU

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Matej Oset in Marko Brezigar: <u>Drugi tir je simbol slovenskega znanja in sposobnosti</u>                          | 19 |
| Dr. Lučka Kajfež Bogataj: <u>Železniški sektor: kako zmanjšati pritisk na planetarne meje</u>                       | 25 |
| Dr. Aleš Groznik in dr. Igor Masten: <u>Projekt sedanjosti in investicija v prihodnost slovenskega gospodarstva</u> | 33 |
| Vesna Nahtigal: <u>Drugi tir: motor gradbeništva, logistike in geostrateške moči Slovenije</u>                      | 41 |
| Peter Gabrijelčič: <u>Nazaj v prihodnost</u>                                                                        | 47 |
| Angelo Žigon: <u>Projekt, ki presega vse dosedanje</u>                                                              | 55 |
| Dr. Žarko Lazarević: <u>Železnice naše vsakdanje</u>                                                                | 63 |
| Boris Šuligoj: <u>Odiseja drugega tira</u>                                                                          | 71 |

## RAZNOLIKI IZZIVI GRADNJE DRUGEGA TIRA

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Dr. h. c. Marjan Pipenbaher: <u>Misliti mostove</u>                  | 81  |
| Marko Movrin: <u>Predorogradnja kot trend sodobnega gradbeništva</u> | 89  |
| Kristjan Rojc: <u>Veliko izzivov pri gradnji predorov</u>            | 95  |
| Dr. Mitja Prelovšek: <u>Razkrite skrivnosti kraškega podzemlja</u>   | 103 |



|                                                                                                                                              |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Peter Jemec in dr. Tina Živec: <u>Inženirski izziv projekta Drugi tir: mostova pod zemljo</u>                                                | 109     |
| Dr. Janko Logar in dr. Jasna Smolar: <u>O geološko pogojenih tveganjih in plazenju na južnem portalu predora Lokev (T1)</u>                  | 117     |
| Kristjan Rojc: <u>Na drugem tiru le 5,4 kilometra odprte trase</u>                                                                           | 125     |
| Marjan Zaletelj: <u>Tiri na drugem tiru</u>                                                                                                  | 131     |
| Dr. Franc Švegl: <u>Krožno gospodarstvo in recikliranje izkopanega materiala pri gradnji drugega tira</u>                                    | 137     |
| Mag. Mateja Erčulj: <u>Vodohrani, zgrajeni za požarno varnost drugega tira</u>                                                               | 145     |
| Laura Vovčko, dr. Ana Mladenović, dr. Primož Oprčkal in dr. Aljoša Šajna: <u>Kontrola kakovosti vhodnih materialov od izkopa do vgradnje</u> | 151     |
| Mitja Kosec: <u>Supernadzor na drugem tiru</u>                                                                                               | 159     |
| Peter Pušnik: <u>Sistemi za zanesljivo in varno obratovanje drugega tira</u>                                                                 | 163     |
| <br><u>Značilnosti drugega tira</u>                                                                                                          | <br>170 |
| <br><b>POGLED NAPREJ – VZPOREDNI LEVI TIR</b>                                                                                                |         |
| Alenka Dervarič: <u>Z vlakom od Divače do Kopra po dveh vzporednih tirih</u>                                                                 | 175     |
| Mag. Nina Kolenc: <u>Finančni vidiki projekta Vzporedni levi tir</u>                                                                         | 195     |
| <br><u>Summary</u>                                                                                                                           | <br>206 |







# NAGOVORI





# Drugi tir – razvojna odločitev za prihodnost

Slovenija z zaključkom projekta Drugi tir stopa v novo razvojno poglavje. Projekt Drugi tir Divača–Koper ni zgolj infrastrukturna naložba, temveč strateška odločitev države, ki svojo geografsko lego razume kot priložnost in svojo prihodnost kot odgovornost. V času hitrih sprememb svetovnih tokov blaga, energije in ljudi Slovenija s tem projektom utrjuje svojo vlogo ključnega prometnega križišča med Sredozemljem in srednjo Evropo.

Drugi tir je eden najzahtevnejših in največjih infrastrukturnih projektov v zgodovini samostojne Slovenije. Približno 27 kilometrov dolga železniška povezava, vredna več kot milijardo evrov, predstavlja največjo železniško investicijo v državi. Njena resnična vrednost pa presega številke. Gre za infrastrukturno hrbtenico, ki bo zmogljivost železniške povezave do Luke Koper povečala z okoli 20 na več kot 40 milijonov ton tovora letno ter bistveno izboljšala zanesljivost, varnost in okoljsko učinkovitost prevoza.

Luka Koper je že danes eno najpomembnejših severnojadranskih pristanišč in edino slovensko okno v svet. Brez sodobne železniške povezave njen dolgoročni razvoj ne bi bil mogoč. Projekt Drugi tir ji daje trdne temelje za rast, konkurenčnost in trajnostni razvoj, hkrati pa krepi celotno slovensko gospodarstvo – od industrije in izvoza do delovnih mest ter regionalnega razvoja.

Projekt je rezultat znanja, sodelovanja in odgovornega vodenja. Slovenski inženirji, projektanti, gradbinci, nadzorniki in javna uprava so v sodelovanju s tujimi partnerji dokazali, da Slovenija razpolaga z vrhunskim strokovnim potencialom. Ključno vlogo pri tem je imelo Ministrstvo za infrastrukturo, ki je s premišljenim, doslednim in strokovnim vodenjem zagotovilo, da je projekt ostal jasno usmerjen, transparenten in izveden v predvidenih časovnih ter finančnih okvirih. Gradnja je kljub izjemnim tehničnim zahtevam potekala z največjo možno skrbjo za občutljivo naravno okolje.



Posebno mesto v tej zgodbi ima tudi Evropska unija. Projekt Drugi tir je jasen dokaz pozitivnega pomena članstva Slovenije v Evropski uniji in evropske povezanosti ter skupnosti, ki spodbuja, podpira in povezuje projekte, ki prispevajo k višji kakovosti življenja državljanov celotne Evrope. S sofinanciranjem tega projekta se izkazuje evropski interes za sodelovanje pri pomembnih infrastrukturnih investicijah, ki dolgoročno dvigujejo konkurenčnost celotnega evropskega gospodarskega prostora in povečujejo učinkovitost delovanja Evropske unije.

Kot del vseevropskega prometnega omrežja TEN-T in Baltsko-jadranskega koridorja Slovenija z njim ne gradi le zase, temveč prispeva k večji pretočnosti, stabilnosti in odpornosti evropskih dobavnih verig. Evropsko sofinanciranje potrjuje zaupanje v projekt in v sposobnost države, da ga uspešno izpelje.

Zaključek projekta simbolizira zaupanje v znanje, vztrajnost in sodelovanje. Je dokaz, da znamo v Sloveniji pri projektih, ki presegajo parcialne interese in kratkoročne cilje, stopiti skupaj ter jih izpeljati kakovostno, odgovorno in do konca. Simbolizira odločitev, da Slovenija ne bo le tranzitna točka, temveč pametno upravljano prometno vozlišče, ki spoštuje okolje, krepi svojo suverenost in samozavestno zre v prihodnost.

Drugi tir ni le nova železniška proga. Je naložba v prihodnost, most med ambicijo in uresničitvijo ter jasen signal, da Slovenija razume svojo vlogo na zemljevidu Evrope in sveta.

Naj bo Drugi tir merilo in spodbuda – dokaz, da Slovenija zna in zmore.





# Nova proga Divača–Koper: zgodba o uspehu za Slovenijo in Evropo

Drugi tir železniške proge Divača–Koper je veliko več kot le nadgradnja infrastrukture – je nazoren primer tega, kaj lahko v Evropi dosežemo, ko delujemo skupaj.

Dokazuje, kako se s sodelovanjem, financiranjem in tehnološkim znanjem Evropske unije nacionalne ambicije pretvorijo v uspešne evropske zgodbe, ki krepijo tako naša skupna evropska omrežja kot tudi slovenski prometni sistem. Slovenija, ki leži na križišču treh glavnih evropskih prometnih koridorjev (Sredozemskega, Baltsko-jadranskega in Zahodnobalkanskega-vzhodnosredozemskega), ima ključno vlogo pri povezovanju severa, juga in vzhoda Evrope. Večina omrežja v koridorjih že danes izpolnjuje standarde TEN-T. Tudi nova proga Divača–Koper je odličen primer, kako se lahko politika Evropske unije pretvori v moderno, strateško in visokokakovostno infrastrukturo.

## Visoka dodana vrednost EU

27-kilometrski proga drugega tira – na kateri je več kot 20 kilometrov predorov in trije viadukti – odpravlja večletno ozko grlo med pristaniščem Koper in Divačo ter predstavlja pomembna vrata Slovenije v srednjo Evropo. Po dokončanju leta 2026 bo proga več kot podvojila tovarno zmogljivost in omogočila vožnjo potniških vlakov s hitrostjo do 160 km/h, kar bo zagotovilo hitrejše, varnejše in zanesljivejše storitve.

Kot ključni del evropskih prometnih koridorjev projekt povezuje pomembna logistična vozlišča, podpira prehod na železniški promet ter krepi cilje Evropske unije na področju razogljivenosti in konkurenčnosti. Prav tako izboljšuje vojaško mobilnost s sodobno infrastrukturo z dvojno rabo, ki je ključnega pomena za varnost Slovenije in Evrope. Gre za projekt, ki krepi evropsko gospodarstvo, kohezijo in odpornost.



## Evropska solidarnost in naložbe v akciji

Evropska unija je že od samega začetka pomemben in zavzet partner v tovrstnih projektih. Do danes je bilo zanje namenjenih približno 400 milijonov evrov – predvsem preko instrumenta za povezovanje Evrope (CEF) in s podporo Kohezijskega sklada. V kombinaciji z nacionalnimi naložbami in financiranjem Evropske investicijske banke je nova železniška proga Divača–Koper dober primer inovativnega navzkrižnega financiranja velikih evropskih infrastrukturnih projektov.

Leta 2025 smo projektu dodelili še dva paketa dodatnih nepovratnih sredstev CEF v višini 156,1 milijona evrov za namestitve in uvedbo evropskega sistema za upravljanje železniškega prometa (ERTMS). S tem je zagotovljena polna interoperabilnost s širšim evropskim železniškim omrežjem, potrjuje pa se tudi dolgoročna podpora Evrope Sloveniji kot strateškemu prometnemu vozlišču.

## Hitreje naprej

Ko bo nova železniška proga Divača–Koper začela obratovati, se bo pokazala polna vrednost velikih naložb v železniški promet: gospodarska moč ter napredek na področju okolja in strateške zmogljivosti. Vzporedni levi tir, ki ga namerava izgraditi Slovenija, pa bo še dodatno povečal zmogljivost ter okrepil pomen koridorja za trgovino, industrijo, obrambo in trajnostni turizem.

Projekt Drugi tir med Divačo in Koprom dokazuje, da lahko Evropa, ko združi inženirsko odličnost s politično voljo in skupnimi naložbami, doseže pomembne rezultate. To je zgodba o uspehu za Slovenijo, za Evropo in za naslednjo generacijo trajnostne mobilnosti.



## Zgodba z uspešnim koncem

Leta 2023 ob izdaji prve knjige *Drugi tir: nova železniška proga Divača–Koper* sem izrazila zadovoljstvo nad ugotovitvijo, da se gradnja drugega tira bliža svojemu neizbežnemu zaključku, ki ga ni več mogoče preprečiti. Danes lahko ponosno ugotovim, da projekt Drugi tir Divača–Koper že postaja zgodba z uspešnim koncem.

Ob nastopu svojega prvega mandata ministrice za infrastrukturo leta 2018 sem bila tudi sama zaskrbljena, kdaj bomo projekt začeli izvajati. V nekem trenutku se je zdelo, kot da je nastal pod nesrečno zvezdo in da izzivov pred začetkom gradnje ne bo konec. Do zadnjega trenutka je bilo vprašljivo, ali se bo gradnja sploh lahko začela, saj je njegova usoda ves čas visela na nitki.

Pa vendar je bil cilj jasen od vsega začetka: projekt je treba natančno načrtovati, ga čim prej začeti ter ga tudi uspešno in čim prej zaključiti. Prav v mojem prvem mandatu smo pripravili investicijski program z jasno in zanesljivo finančno konstrukcijo, pripravili in sklenili koncesijsko pogodbo ter objavili razpise za izvajalce glavnih gradbenih del. Niti zamisliti si nismo mogli, da se bodo pojavili še drugi nepredvideni dogodki: pandemija z omejitvami, ki so posegle v vsak del in vsakdan našega življenja, in vojna na območju Evrope, ki je povzročila energetsko krizo in rast cen, kar je zaznamovalo tudi ta največji infrastrukturni projekt. Ne glede na to nam je uspelo ostati blizu oblikovane časovnice in v okvirih prvotne finančne konstrukcije iz leta 2019, kar je dokaz, da tudi v Sloveniji znamo delati, kot je prav! Projekt Drugi tir je tehnično in finančno najzahtevnejši prometni infrastrukturni objekt v Republiki Sloveniji, njegova realizacija pa je lahko zgled vsem ostalim projektom.



Zdaj je tik pred začetkom gradnje tudi vzporedni levi tir. Polno dvotirnost želimo vzpostaviti do leta 2030. Tako bo povezava med Divačo in Koprom postala stabilna, tehnično dovršena in zmožljiva. Obstoječo traso med Prešnico in Koprom pa bomo vrnili lokalnemu okolju in prebivalcem kot kolesarsko povezavo po slikovitem območju, ki bo gotovo privabljala obiskovalce od vsepovsod. Nova proga bo našemu pristanišču še širše odprla okno v svet. Večje zmožljivosti ter izboljšane pretočnost, hitrost in varnost omogočajo ne le Sloveniji, temveč tudi zalednim državam boljšo povezljivost in gospodarsko konkurenčnost. Ta proga, čeprav kratka, je izjemno pomemben del evropskega omrežja.

Odsek od Divače do Kopra je, čeprav tako zelo pomemben, vendarle le majhen košček omrežja železniških povezav. Sestaviti bo treba celoten mozaik obnov in rekonstrukcij, da bodo naše železnice konkurenčne, hitre in zanesljive. Zato smo na drugih delih železniškega omrežja naredili velike premike, namenjene odpravljanju ozkih grl ter doseganju zmožljivosti trenutnega in pričakovanega obsega prometa. Intenzivno se izvaja nadgradnja obstoječih glavnih prog s ciljem zagotovitve višje hitrosti in boljše prevoznosti. Pospešeno poteka nadgradnja Železniške postaje Ljubljana, ki bo skupaj z novo avtobusno postajo tvorila nov, sodoben potniški center, ki bo pri storitvah javnega potniškega prometa našo prestolnico postavil ob bok drugim, sodobnim evropskim mestom. Izvaja se tudi vrsta drugih pomembnih investicij. Za obnovo in nadgradnjo železniške infrastrukture se v letih 2022–2026 namenja rekordnih več kot 3,6 milijarde evrov.



V pripravi so državni prostorski načrti, s katerimi želimo zagotoviti dvotirnost prog v območju ljubljanskega primestnega prometa in s tem omogočiti taktni promet ter nadgraditi železniško omrežje v skupni dolžini približno 435 kilometrov oziroma 36 % vseh železniških prog v Republiki Sloveniji, vključno s celotnim odsekom med Divačo in Ljubljano, ki je ključen za konkurenčno povezavo Divača–Koper z Ljubljano. Na podlagi strokovnih analiz o pogojih vzpostavitve konkurenčne železniške povezave za višje hitrosti skozi Slovenijo v smereh evropskih koridorjev se je kot prioriteta pokazala proga za visoke hitrosti do 250 km/h med Ljubljano in Mariborom.

Odsek med Divačo in Koprom je trenutno skupaj s potrebnimi nadgradnjami na odseku do Ljubljane pomemben del večjih posodobitev, ki bodo imele konkretne učinke na povezljivost, pretočnost in konkurenčnost gospodarstva.

Zahvaljujem se vsem sodelujočim pri projektu in že vnaprej tudi vsem, ki bodo sodelovali pri izvedbi vzporednega levega tira. Predvsem pa sem hvaležna ljudem, ki so dolga leta živeli ob obstoječi progi in potrpežli, da smo uspeli zgraditi novo. Vsem tistim, ki živijo ob trasi nove proge, pa smo vnaprej hvaležni za potrpežljivost med gradnjo vzporednega tira, saj bo z njegovo izgradnjo Slovenija dobila novo, moderno železniško povezavo, ki bo pomembno prispevala h gospodarski rasti in kakovosti življenja v prihodnjih desetletjih. Veselim se trenutka, ko bo po novi progi zapeljal prvi vlak, in trenutka, ko se bodo po novi kolesarski povezavi prek Hrastovelj in Rižane, nekoč železniški progi, zapeljali kolesarji.

Srečno!







# PROJEKT V PROSTORU IN ČASU













Matej Oset, generalni direktor 2TDK, in  
Marko Brezigar, direktor 2TDK

## Drugi tir je simbol slovenskega znanja in sposobnosti



Drugi tir Divača–Koper je projekt, ki presega okvire klasične prometne infrastrukture. Za mnoge je to železniška proga med zaledjem in slovenskim morjem, za nas pa je predvsem zgodba o znanju, sodelovanju in vztrajnosti. Gre za projekt, ki je že od začetka nosil izjemno odgovornost: za razvoj gospodarstva, za prihodnost logistike, za konkurenčnost Slovenije.

Od leta 2018 je obstoječa enotirna proga Divača–Koper, ki je bila zgrajena leta 1967, uradno zasičena, kar pomeni, da je njena zmogljivost popolnoma izčrpana. A potrebe po novi progi niso stare nekaj let, ampak desetletij – potreba po gradnji nove proge na tem odseku je bila zapisana v Nacionalni program razvoja slovenske železniške infrastrukture že daljnega leta 1996. Trajalo je torej 25 let, preden se je nova proga pričela graditi, a ko se je, smo bili že od začetka prepričani, da nam bo uspelo.

Morda Slovenija ni bila vedno pripravljena na velike zgodbe, v samostojni državi se je zgradila le ena nova železniška proga. To je bila gradnja železniške proge Puconci–Hodoš–državna meja z Republiko Madžarsko (Marko Brezigar je kot vodja projekta investitorja sodeloval pri gradnji omenjene železniške povezave, projekt je bil zaključen v predvidenem roku in znotraj načrtovanih finančnih sredstev, op. ur.), preostalo železniško omrežje pa se je le obnavljalo, nadgrajevalo ali posodabljal. Izkušnje in spoznanja, pridobljena pri projektu, ki se je gradil na prelomu tisočletja, se danes neposredno prenašajo na vodenje in izvedbo projekta Drugi tir, kar omogoča boljše načrtovanje in obvladovanje tveganj.



30 let po osamosvojitvi države je nastopil čas, ko smo lahko dokazali, da tudi v majhni državi znamo izpeljati velike projekte. Z naskokom je gradnja našega projekta največji projekt železniške infrastrukture v zgodovini Slovenije. Zgradili smo povsem novo, sodobno in tehnološko zahtevno železniško povezavo, ki zajema predore, viadukte, zahtevne geološke razmere in usklajevanje širokega spektra strok.

## Strokovno in neodvisno vodenje projekta

Od prvega načrta do zadnjih metrov položenih tirov nas je vodila misel, da uresničujemo nekaj, kar bo oblikovalo prostor in priložnosti prihodnjih generacij. In ko danes pogledamo na opravljeno delo, lahko rečemo, da drugi tir ni le železniška proga: je simbol slovenskega znanja in sposobnosti.

Država je z ustanovitvijo posebnega projektne podjetja leta 2016, namenjenega izključno gradnji železniške proge Divača–Koper, pokazala pogum. S tem je sprejela odločitev, da bo največji infrastrukturni projekt v zgodovini Slovenije voden osredotočeno, strokovno in neodvisno. Posebne projektne družbe so v tujini običajna praksa pri izvedbi najzahtevnejših infrastrukturnih projektov, v Sloveniji pa je bil tak pristop novost. Toda prav ta strateška odločitev je bila ključna, da je projekt lahko napredoval z dinamiko, ki jo danes priznavajo tako domači kot mednarodni strokovnjaki.

Ko so leta 2019 gradbišča oživila z gradnjo dostopnih cest, leta 2021 pa se je začela najintenzivnejša gradbena faza projekta, so se pred nami začeli razkrivati izzivi, ki jih prej ni bilo mogoče v celoti predvideti. Kompleksna geologija Krasa, izjemno zahtevni predori in strogi okoljski predpisi so projekt postavili ob bok najzahtevnejšim infrastrukturnim projektom v Evropi. A prav v teh izzivih smo prepoznali priložnost, da pokažemo, kaj zmore slovensko znanje.

Vključevanje domačih strokovnjakov – od geologov, krasoslovcev, gradbenikov, železniških inženirjev do okoljskih strokovnjakov – je prineslo rešitve, na katere smo danes lahko upravičeno ponosni. Zgradili smo najdaljši predor v Sloveniji, do zdaj je to bil Bohinjski predor s 6.327 metri, z našim projektom pa je to postal predor Lokev (T1) s 6.714 metri. Bohinjski predor je držal primat več kot 120 let, zdaj pa smo dokazali, da lahko na tem področju postavimo nove mejnike.

## Moč domačega znanja

Obudili smo gradbeno znanje, ki je nekoč skoraj povsem zamrlo. Črnokalski avtocestni viadukt, zgrajen s prostokonzolno tehnologijo, je bil v začetku tisočletja vrhunski dosežek slovenskih gradbenih podjetij. A kmalu po njegovi izgradnji je slovensko gradbeništvo doživelo globok zlom, ki je panogo za več let potisnil v stagnacijo. Znanje, ki je nekoč obstajalo, je začelo izginjati – številni vrhunski strokovnjaki so do obdobja, ko se je začel graditi drugi tir, odšli v pokoj, našli priložnosti v tujini ali preusmerili svojo kariero v druge dejavnosti.





Pri gradnji viadukta Vinjan pa se je ponovno pokazala moč domačega znanja. Gradilo ga je slovensko podjetje Kolektor, ki sprva ni imelo vseh potrebnih izkušenj, vendar je z učenjem pri tujih strokovnjakih in z izjemno predanostjo uspešno opravilo nalogo. Z najdaljšim viaduktom na celotni trasi, zgrajenim s tehnologijo, ki smo jo v Sloveniji že poznali pri viaduktu Črni Kal, je podjetje pridobilo dragoceno referenco – takšno, ki jo bo lahko samozavestno uporabljalo pri prihodnjih projektih doma in v tujini. Slovenija pa je dobila enega izmed najmogočnejših viaduktov, ki predstavlja vrhunski primer sodobnega inženirstva na domačih tleh.

## Glavni izzivi

Med gradnjo smo naleteli tudi na kar 98 kraških pojavov. Krasoslovni strokovnjaki so bili v pripravljenosti 24 ur na dan in so se ob vsakem odkritju nove jame nemudoma vključili v postopek – prišli so na teren, opravili pregled, jame dokumentirali in omogočili, da so gradbena dela lahko čim hitreje nemoteno tekla dalje. Čeprav nobena od teh jam ne bo dostopna obiskovalcem, je izjemno pomembno, da je bilo kar okoli 90 % dokumentiranih jam mogoče varno ločiti od predora. To pomeni, da so se jamski prostori zunaj območja izkopa ohranili v bolj ali manj naravnem stanju. Tudi hidrološko aktivni rovi so po izgradnji predora ostali med seboj povezani, tako da voda teče okoli predora brez zastajanja in še naprej neovirano odteka proti kraškim izvirom – tako kot je potovala pred gradnjo. Tak pristop pomeni najstrožji naravovarstveni nadzor in zaščito kraških pojavov pri kateremkoli večjem infrastrukturnem projektu v Sloveniji doslej. Medtem ko so se jame v preteklosti pogosto preprosto zasipale in so se ohranile le največje, smo tokrat ubrali povsem drugačno, sodobno pot. S skrbnim varovanjem kraških struktur smo bistveno zmanjšali možnost dolgoročnih negativnih vplivov zakrasedlosti na predor in obenem znižali pričakovane stroške njegovega vzdrževanja.

V času načrtovanja pa se nikakor ni moglo predvideti dejstva, da bo treba nekatere največje kraške pojave premostiti z mostovi, daljšimi od 40 metrov. V šestkilometrskih predorih so tako več sto metrov pod površjem nastajale



mostne konstrukcije – izjemen dosežek, ki presega ustaljene predstave o tem, kaj je v podzemnem gradbeništvu sploh mogoče. Tudi ob uporabi najsodobnejše tehnologije strokovnjaki namreč niso mogli napovedati tako obsežnih kraških struktur, zato je bilo treba prvotne rešitve sproti nadgrajevati z inovativnimi pristopi in premišljenimi tehničnimi prilagoditvami. Takšna gradnja je bila popolna novost tako za slovensko inženirsko stroko, saj se mostovi pod zemljo pri nas doslej niso gradili, kot tudi za projektante, ki so se prvič srečali z zasnovo tako kompleksnih podzemnih objektov. Vse to je predstavljalo pomemben strokovni izziv in hkrati dragoceno priložnost za razvoj novih znanj. Z gradnjo podzemnih mostov smo odprli povsem nov strokovni pristop in dokazali, da lahko sodobno inženirstvo uspešno odgovori tudi na najbolj nepredvidljive zahteve terena.

Po svoji razsežnosti in zahtevnosti projekt Drugi tir najbolj zaznamujejo prav predori. Več kot 400 metrov višinske razlike med Divačo in Koprom je bilo mogoče premagati le s predorsko gradnjo. Morda sam podatek, da je bilo zgrajenih 27 kilometrov proge in ob tem kar 37 kilometrov predorov, ne priča dovolj o razsežnosti projekta. Posebej impresivno je, da je bilo vse to izvedeno v izjemno kratkem času, saj so se vsi predori gradili vzporedno, torej istočasno na več lokacijah, kar je projekt pospešilo, a hkrati zahtevalo izjemno koordinacijo in vrhunsko tehnično znanje. Tako hitra in usklajena izvedba tolikšnega obsega podzemnih del je v slovenskem prostoru praktično brez primerjave.

Nepričakovana ovira se je razkrila v precej pozni fazi gradnje. Meritve v dolini Glinščice so pokazale, da se je nad predorom Lokev (T1) začel premikati cel hrib. Težava je bila resna, a takoj smo angažirali najboljše domače strokovnjake in profesorje, obenem pa svoje rešitve preverili tudi s pomočjo tujih ekspertov. Za obvladovanje nestabilnega območja je bilo treba izvesti številne ukrepe, od katerih nekateri še vedno potekajo. Gradnja ogromnih vodnjakov, ki segajo tudi do 35 metrov v globino, je bila tehnično zahtevna predvsem zaradi omejenega prostora, a ključna za stabilnost terena in nemoten napredek projekta. Ta izziv je še en dokaz, kako kompleksni in inovativni so bili pristopi, ki smo jih uporabili pri gradnji drugega tira.

## Zakaj je projekt uspel?

Med gradnjo smo dosegli številne mejnike, izzivi, s katerimi smo se v družbi 2TDDK soočali v začetni fazi projekta, in izzivi, s katerimi smo se soočali v zaključni fazi, pa so povsem drugačni. Na začetku smo zapirali finančno konstrukcijo, pripravljali razpise za gradbena dela in pridobivali zaupanje mednarodnih partnerjev. Kasneje pa so sledili izzivi, ki se razkrijejo neposredno med gradnjo – nestabilno območje v dolini Glinščice se je pokazalo že v času gradnje viadukta, velikost kraških pojavov je od nas terjala inovativne pristope, pa tudi glavni izvajalec gradbenih del je moral hitro najti rešitev, ko je turški partner nenadoma zašel v finančne težave, da se je projekt lahko nemoteno odvijal dalje. Izzivov torej ni bilo malo, a projekt smo znali voditi na način, da so ga kmalu kot primer dobre prakse začele izpostavljati številne evropske institucije, med njimi tudi Evropska investicijska banka in Evropska komisija.

Kaj je skrivnost, da je drugi tir postal projekt, s katerim se lahko vsi sodelujoči iskreno pohvalimo in smo nanj ponosni? Skrivnost je enostavna: pot do cilja je bila vedno jasna. Ko so drugi videli ovire, smo mi videli rešitve.



Projekta smo se lotili drugače: s samozavestjo in vedenjem, da znamo in zmoremo. Ko so se pojavljale nepredvidljive okoliščine, smo iskali načine, kako jih obvladati. Ko sami nismo poznali rešitev, smo pogledali širše, tudi v tujino, ter povezali znanje, izkušnje in najboljše prakse. Prav zato danes drugi tir Divača–Koper stoji kot dokaz, da je mogoče ambiciozne cilje doseči z jasnim načrtom, vztrajnostjo, strokovnostjo in zaupanjem v delo, ki ga opravljamo.

Kot direktorja družbe 2TDK z velikim ponosom gledava na delo, ki je za nami, in na rezultate, ki smo jih dosegli in bodo še desetletja služili gospodarstvu, logistiki ter razvoju celotne regije. Čeprav je bil projekt v zadnjih letih pomemben za slovensko gradbeništvo, pa je to predvsem projekt, ki bo še veliko pomembnejši za slovensko logistiko. Dolgoročne koristi se bodo torej kazale predvsem v logistiki in drugih povezanih panogah. Vesela sva, da bova nekoč lahko zanamcem pripovedovala, da sva vodila projekt, ki ni vedno potekal gladko, a je njegov rezultat nekaj izjemnega – trajna pridobitev za Slovenijo in prihodnje generacije.

Ponosni smo, da nismo zgradili le železniške proge – obudili smo znanje, domači gradbeni strokovnjaki so ponovno imeli možnost pokazati, da znajo graditi veličastne objekte in predore, to znanje pa so lahko pokazali doma in na projektu, ki po zahtevnosti in obsegu presega dosedanje infrastrukturne gradnje v državi. Uspeli smo povezati najboljše znanje, izkušnje in inovativnost strokovnjakov slovenskega in evropskega prostora. Ti so znali združiti pogum, tehnologijo in znanstven pristop. Skupaj smo presegli ovire, ki so se na prvi pogled zdele nepremostljive, in hkrati dokazali, da znamo voditi najzahtevnejši projekt.

Drugi tir je brez dvoma inženirski dosežek, a hkrati tudi rezultat jasne vizije, odgovornega vodenja in predanega dela številnih strokovnjakov. Skupaj z vsemi zaposlenimi v družbi 2TDK, izvajalci, nadzorniki, projektanti in državnimi institucijami smo ustvarili infrastrukturo, ki je dokaz, da tudi v Sloveniji zmoremo voditi velike projekte.

## Dvotirna prihodnost

S to izjemno popotnico zremo v prihodnost, saj se tukaj zgodba drugega tira ne konča. Nasprotno – prav zdaj se odpira njeno naslednje poglavje. Pripravljamo se na gradnjo vzporednega levega tira, kjer bomo unovčili vse pridobljene izkušnje. Zgrajena infrastruktura za desni tir je namreč mnogo več kot le dokončan projekt – predstavlja temelj, na katerem bomo kmalu gradili dvotirno prihodnost. Približno 60 odstotkov trase za levi tir je zgrajene že danes, izkušnje so sveže, projektna dinamika utečena. To je naša prednost in hkrati priložnost, da znanje, ki je nastalo ob gradnji desnega tira, takoj uporabimo v praksi, ga nadgradimo in še enkrat pokažemo, kako usklajeno lahko delujejo stroka, institucije in gospodarstvo, ko jih povezuje jasen cilj. S tem projektom je Slovenija stopila ob bok državam, ki razumejo, da je sodobna infrastruktura temelj trajnostnega napredka. Rezultat bo proga, ki bo zagotovila popolno dvotirnost, hitrejšo in zanesljivejšo železniško povezavo ter postala referenčni primer, ki dokazuje, kaj je mogoče ustvariti z jasno vizijo, strokovno odličnostjo in predanim delom.









# Železniški sektor: kako zmanjšati pritisk na planetarne meje

## Uvod

Človeške dejavnosti so povzročile trajne in prepoznavne spremembe v geoloških, ekoloških in atmosferskih procesih planeta. Pripeljale so do nastanka posebnih plasti v zemeljski skorji, ki vključujejo plastiko, radioaktivne elemente iz jedrskih poskusov in druge umetne materiale. Ljudje smo v zadnjem stoletju ustvarili novo geološko dobo na planetu – antropocen, za katero je najbolj značilno, da se približujemo zgornjim mejam nosilnosti planeta (Collste et al., 2021). Skoraj 40 odstotkov kopnega smo ljudje zavzeli za pridelavo hrane in vlaken. Dodatnih pet odstotkov predstavljajo mesta, naselja in infrastruktura. Privajamo si skoraj pol celotne primarne produkcije na kopnem, ki jo ustvarita sonce in fotosinteza. Izkoriščamo dva milijona hektarjev plantažnih gozdov različnih vrst, kot so iglavci, listavci in tropski les. Med gonilniki okoljskih sprememb je tudi transportni sektor, ki predstavlja enega najbolj kompleksnih in razpršenih virov okoljskih obremenitev v sodobnih družbah. Tudi svetovna morja so pod vplivom človeka, bodisi neposredno zaradi različnih dejavnosti ali posredno zaradi podnebnih sprememb. Na več kot 40 odstotkov morja vplivajo bodisi prekomeren ribolov, pristaniška infrastruktura, vrtine in izkoriščanje podvodnih virov, polaganje podvodnih kablov, odpadki in plastika ali na primer zakisanje oceanov (Dixon-Declève et al., 2023). In vse zgoraj našteje številke iz leta v leto še naraščajo. Ljudje smo očitno pozabili, da živimo na planetu, ki ne raste! Nekatere kritične meje so že presežene in zato nimamo nobenega zagotovila več za ohranjanje stabilnosti in odpornosti zemeljskega sistema. To nas lahko skrbi – naša moderna civilizacija se je namreč v zadnjih deset tisoč letih razvila v stabilnih okoljskih in klimatskih razmerah holocena. Na hitre spremembe v biosferi in vzporedne podnebne spremembe enostavno nismo pripravljeni in posledice so res pot v neznano.

## Meje rasti, omejenost planeta in planetarne meje

Rimski klub je že leta 1972 v knjigi *Meje rasti* (Meadows et al., 1972) opozoril, da bo izkoriščanje naravnih virov prek meje sposobnosti obnavljanja planeta vodilo v zlom družbenoekonomskih in ekoloških sistemov. Prelomen pogled na omejenost planeta pa je leta 2009 podala skupina znanstvenikov v okviru Univerze v Stockholmu,



ki je podkrepila trditve, da eksponentna rast človeških aktivnosti ustvarja neverjetne pritiske na biofizikalne sisteme (Rockström et al., 2009). Prvič so bile določene skrajne točke zmogljivosti našega planeta, znotraj katerih bi lahko naša civilizacija delovala brez pretiranih pritiskov na okolje. Gre za devet pomembnih sistemov, od katerih sta najbolj kritična podnebni sistem in izguba biodiverzitete. Pri obeh gre za nepovratne spremembe in za ogrožanje dobrin, ki omogočajo zadovoljevanje prehranskih, energetskih, zdravstvenih in drugih potreb naraščajočega svetovnega prebivalstva. Zelo usodni pa so lahko tudi bio-geo-kemijsko obremenjevanje ciklov dušika in fosforja, tanjšanje ozonske plasti, raba tal za prehranske sisteme, zakisanje oceanov, globalna raba in razporeditev sladke vode ter kemijsko onesnaženje skupaj z novimi danostmi. V to zadnjo skupino sodijo sintetične kemikalije, mikroplastika, endokrini motilci in organski onesnaževalci, antropogeno mobilizirani radioaktivni materiali, vključno z jedrskimi odpadki in jedrskim orožjem, človeške spremembe v evoluciji, gensko spremenjeni organizmi in druge neposredne človeške intervencije v evolucijske procese. Te nove danosti oziroma nove entitete so res najbolj očitni geološki markerji antropocena.

Stanje zmogljivosti »omejenega« planeta je že pred petnajstimi leti kazalo pesimistično podobo. Pri podnebnih spremembah, katerih ključni indikator je vsebnost ogljikovega dioksida v zraku, smo mejo presegli za več kot desetino. Globalno kroženje dušika in fosforja človek spreminja z industrijsko pretvorbo v amonijak, fiksacijo atmosferskega dušika v kmetijstvu ter sežiganjem fosilnih goriv in biomase. Tudi ta kritična meja je presežena, in to za večkrat. Naslednja kritična meja, ki vpliva na vse procese na Zemlji, je izguba biotske pestrosti – ta je bila presežena že leta 2009. Povprečna stopnja izumiranja v zgodovini je bila največ eno izumrtje na milijon vrst letno, v današnjem antropocenu pa je stopnja od sto- do tisočkrat večja, zato je ogrožena približno četrtina vrst. Pri ostalih procesih pa je bilo ugotovljeno, da se tudi tam lahko zelo hitro približamo skrajnim mejam (Steffen et al., 2015). Konec leta 2023 je postalo jasno (Richardson et al., 2023), da smo od leta 2015 presegli še tri dodatne planetarne meje, skupno torej že šest! Na globalni ravni je več raziskav potrdilo, da transport prispeva k preseganju najmanj štirih od devetih planetarnih meja. Zato razogljичenje transporta ne pomeni le zmanjšanja emisij CO<sub>2</sub>, ampak zahteva celosten pristop, ki upošteva celoten življenjski cikel prometnih sistemov – od načrtovanja in gradnje do uporabe in razgradnje.

Spremenljivost sladke vode v tleh, ki je nujna za rast rastlin, je preseгла varne meje. Človekovi vplivi povzročajo bistveno večja nihanja, kot jih je planet doživel v nekaj tisoč letih holocena. Povsod, od borealnih gozdov do tropov, od kmetijskih zemljišč do gozdov, se spreminja vlaga v tleh. Neobičajno mokra oziroma suha tla so vse pogostejša in hkrati se temeljito spreminja vodni krog. Naslednja meja, ki nam je jo uspelo preseči v zadnjem desetletju, je povezana z rabo tal oziroma obsegom gozdnih biomov, ki imajo ključno vlogo pri pogonu bio-geofizičnih procesov in seveda vzdrževanju biotske raznovrstnosti. Za večino regij se je krčenje gozdov povečalo od leta 2015 naprej, tako zaradi pretvorbe rabe zemljišč kot zaradi obsežnih požarov. Še zlasti krčenje tropskega gozda je povsem preseгло varne meje.

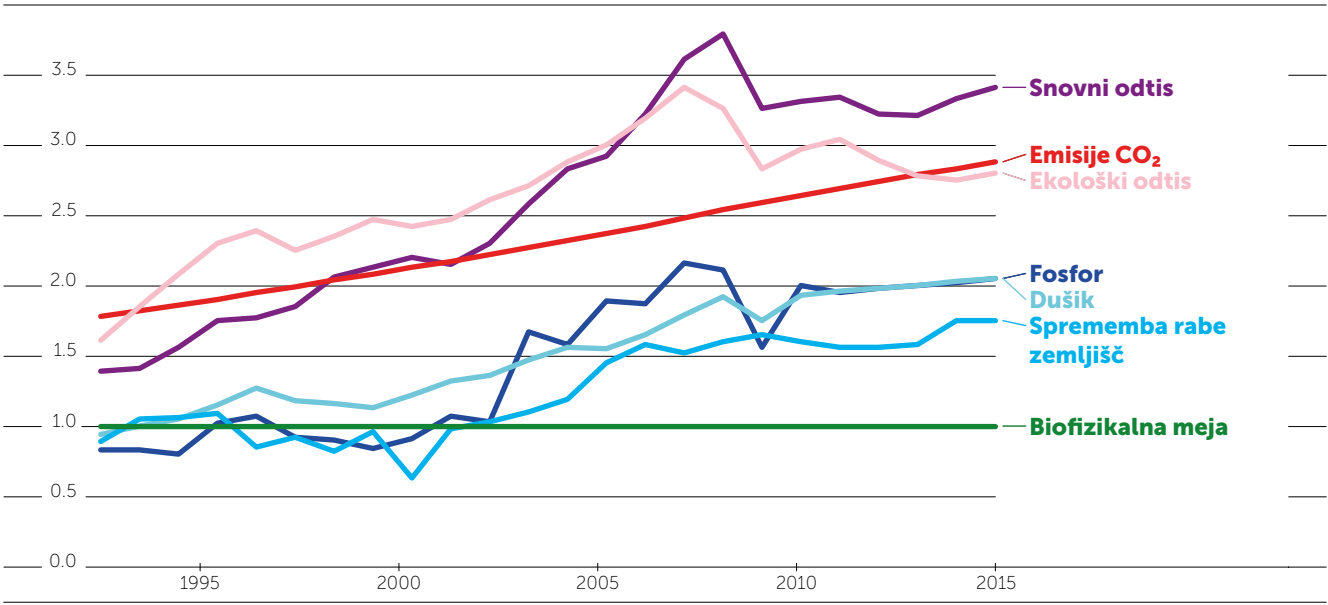


Najmanj raziskano, a vendar najbolj zaskrbljujoče stanje pa je pri očitnem preseganju še dopustnih meja kemijskega onesnaženja in pojavu novih danosti. Dandanes imamo na svetovnem trgu vsaj 350.000 različnih vrst kemičnih produktov, kot so na primer plastika, pesticidi, industrijske kemikalije, kemikalije v potrošniških izdelkih, antibiotiki in druga zdravila. Gre za 50-kratno povečanje proizvodnje kemikalij od leta 1950, ki naj bi se do leta 2050 še potrojilo. Stopnja, s katero se ti onesnaževalci pojavljajo v okolju, daleč presega zmogljivost vlad, da ocenijo globalna in regionalna tveganja, kaj šele, da bi nadzorovali morebitne težave. Za mnoge snovi nam ni znano, kako velike in trajne učinke lahko povzročijo na procese zemeljskega sistema.

Človek torej spreminja planet, ki ne raste, misleč, da bo od tega imel nenehne koristi. A to počnemo negospodarno in planet se že odziva. Ta odziv pa nas vse bolj stane. Stanejo nas posledice podnebnih sprememb, stanejo nas lokalne ekološke katastrofe ter vplivajo na naše blagostanje in zdravje. Poseganje v naravo je sicer prispevalo k razvoju človeštva, a cena za to so naraščajoči stroški za blaženje učinkov nepredvidenih tveganj in nepričakovanih dogodkov.

### Preseganje planetarnih mej in Slovenija

Slovenija spada med dežele, ki presegajo planetarne meje (Plut, 2023). Kvantitativne ocene za Slovenijo so le grobe ocene, ki jih v svojih raziskavah podaja Univerza v Leedsu v Veliki Britaniji (O'Neill et al., 2018) in so dosegljive tudi na spletni strani (Vir: internet 1). Zajete niso vse zgoraj opisane planetarne meje. Trendi preseganja mej za Slovenijo so podani na sliki 1, kjer je tudi informacija o snovnem in ekološkem odtisu. Očitno je, da ima Slovenija, podobno kot druge bogate države, rabo virov daleč preko svojega pravičnega deleža planetarnih meja in da se obseg ekološke prekoračitve na splošno povečuje.



Slika 1: Faktor preseganja (navpična os) različnih planetarnih mej za Slovenijo.  
Vir: internet 2



Ekološki odtis je sintezni okoljski kazalec rabe naravnih virov in omogoča primerjavo med državami ter nakazuje strateške okoljsko-razvojne cilje in potrebne ukrepe. Ekološki odtis se je v Sloveniji povečal, z nihanji zlasti zaradi stanja gospodarstva. Leta 2018 je bil povprečni ekološki odtis na prebivalca Slovenije že okoli 5 gha, globalni ekološki odtis na Zemljana pa 2,8 gha. V Sloveniji je ekološki primanjkljaj večji kot v povprečju Evrope (Plut, 2023) in se je v poosamosvojitvenem obdobju zelo povečal. Hkrati je ekološki odtis na enoto ustvarjenega dohodka v Sloveniji večji kot v večini gospodarsko razvitih držav. Z vidika trajnostnega razvoja, ohranjanja biotske raznovrstnosti in podnebne varnosti mora Slovenija ekološki odtis na prebivalca več kot prepoloviti. S stališča planetarnih mej sta edini planetarni meji, ki ju Slovenija ne presega, stanje in raba vodnih virov ter biotska raznovrstnost.

Prometni sektor v Sloveniji je med ključnimi gonilniki preseganja planetarnih meja. Čeprav je mobilnost osnovna družbena potreba, je sedanja oblika prometa okoljsko nevzdržna. Cestni in letalski promet predstavljata največji izziv, medtem ko železnica, javni prevoz in kolesarjenje ponujajo realne poti za zmanjšanje pritiskov. Slovenija je leta 2022 ustvarila približno 16 milijonov ton CO<sub>2</sub> ekvivalenta iz vseh sektorjev, od tega transport prispeva skoraj tretjino (ARSO, 2023). Glavni krivec je cestni promet, predvsem tranzitni tovorni promet.

V evropskem kontekstu je Slovenija v skupini držav, kjer je delež železnice pri prevozu tovora nad evropskim povprečjem (~30 %), vendar je delež potniškega prometa na železnici še vedno nizek, le 7–8 %. Projekti, kot je Drugi tir Divača–Koper, so pomembni za zmanjšanje emisij: ocenjujejo, da bo preusmeritev dela tovora s cest na železnico letno prihranila okoli 30.000–50.000 ton CO<sub>2</sub> (Ministrstvo za infrastrukturo, 2023).

## Železniška infrastruktura in planetarne meje

Infrastrukturne mreže, kot so ceste in železnice, so ključni del gospodarskih sistemov in družbene blaginje. Vendar pa njihova gradnja, delovanje in vzdrževanje povzročajo obremenitve za okolje: rabo zemljišč, posege v ekosisteme, izpuste in degradacijo. Promet ni le »premikanje ljudi in tovora«, temveč pušča okoljski odtis. Železnice torej lahko vplivajo na več planetarnih mej – ne samo na podnebje, ampak tudi na biotsko raznovrstnost, rabo tal, onesnaženje zraka in kemično onesnaženje.

Železniški promet velja za najbolj energetsko učinkovit način prevoza večjih količin tovora in potnikov na kopnem. Po ocenah Mednarodne agencije za energijo (IEA, 2022) železnica prispeva manj kot 1 % vseh emisij iz globalnega transporta, čeprav prepelje približno 8 % vseh potnikov in 7 % vsega tovora. V Evropi je več kot 80 % železniških prog elektrificiranih, kar omogoča uporabo obnovljivih virov energije. S tem železnica neposredno prispeva k zmanjšanju pritiska na mejo podnebnih sprememb. Vendar ima tudi ta oblika prometa določene negativne vplive: gradnja novih prog, predorov in viaduktov lahko povzroči trajen poseg v prostor ter fragmentacijo habitatov, če okoljski vidiki niso ustrezno upoštevani v fazi načrtovanja.





Železnica je kljub svoji energetski učinkovitosti nepopolno trajnostna. Negativni vplivi se pojavljajo predvsem pri gradnji (CO<sub>2</sub>, raba tal, fragmentacija habitatov), vzdrževanju (kemikalije, herbicidi, hrup, vibracije) in obratovanju (če energija ni 100-odstotno obnovljiva). Gradnja železniške infrastrukture zahteva veliko jekla, betona in asfalta, katerih proizvodnja je energijsko intenzivna in povezana z izpusti toplogrednih plinov. Predori, viadukti, nasipi in železniške postaje imajo velik gradbeni ogljični odtis. Po nekaterih ocenah lahko gradnja 100 kilometrov nove železniške proge ustvari do 500.000 ton CO<sub>2</sub>, odvisno od terena in tehnologije. In še to: čeprav električni vlaki zmanjšajo izpuste v primerjavi z dizelskimi, še vedno obstaja vpliv, če električna energija ni 100-odstotno iz obnovljivih virov.

Za zmanjšanje vpliva na planetarne meje so potrebni celovito ocenjevanje življenjskega cikla (LCA) pred gradnjo, trajnostno načrtovanje trase z minimalnimi posegi v občutljive habitate, predvidevanje ekoloških prehodov ter zlasti uporaba nizkoogljičnih materialov in obnovljive energije za delovanje vlaka. Tudi drugi tir Divača–Koper zahteva obsežne infrastrukturne posege; okoljske študije opozarjajo na fragmentacijo habitatov, vpliv hrupa in tresljajev, pa tudi kemično obremenitev ob gradbenih aktivnostih (Ministrstvo za infrastrukturo, 2023). Čeprav bo projekt dolgoročno zmanjšal emisije zaradi preusmeritve tovora s cest na železnico, gradbeni in lokalni vplivi ostajajo pomembni.

Drugi tir torej predstavlja kompromis med okoljem, gospodarstvom in prostorskim načrtovanjem. Pozitivno je, da zmanjšuje cestni promet, emisije in prometne zastoje ter povečuje energetsko učinkovitost transporta. Ob tem pa ne pozabimo, da so gradbeni posegi veliki, vplivajo na biotsko raznovrstnost, rabo tal in lokalne ekosisteme.



## Sklep – rešitve za več problemov hkrati

Čeprav so si okoljski problemi zelo različni, lahko izluščimo številne rešitve, ki delujejo blažilno na več ravneh. Prva rešitev je zagotovo opuščanje kurjenja premoga in nafte. S tem zmanjšamo izpuste toplogrednih plinov in blažimo podnebne spremembe. Hkrati močno zmanjšamo izpuščanje aerosolov in omilimo njihov vpliv na podnebni sistem, pa tudi pridobimo čistejši zrak v našem neposrednem okolju in se znebimo kislega dežja. Tudi za ohranjanje biotske raznovrstnosti je opuščanje fosilnih goriv nujno. Podobno je z načrtovanjem prehranske verige, mesno prehrano in zavrženo hrano. Če bi se države začele obnašati bolj samooskrbno, bi na poti od polja do našega krožnika izgubili manj hrane. In če pri tem tudi potrošniki ne bi več zavračali velikih količin hrane in se prehranjevali večinoma s hrano rastlinskega izvora, bi rešili več težav hkrati. Kmetijstvo bi potrebovalo manj novih površin, kar bi ohranjalo primerno rabo tal in ekosisteme ter kakovost vode. Porabili bi manj mineralnih gnojil, kar pomeni manjši vpliv na dušikovo kroženje. Zmanjšali bi tudi rabo nevarnih pesticidov in drugih kemičnih snovi, ki nam zdaj s polj uhajajo v okolje in so potencialno nevarni za zdravje. Za manjšo proizvodnjo gnojil in za ostalo prehransko verigo bi to pomenilo tudi, da je potrebne veliko manj energije, kar nadalje pomeni manjše izpuste toplogrednih plinov. Posebej velik bi bil prihranek vode, kar pomeni bistveno manjši količinski pritisk na vodne vire.

Primer vsestranske rešitve je tudi večja energetska in snovna učinkovitost. Skoraj vse na tem planetu je z inovativnimi tehnologijami mogoče proizvesti z manj vloženega materiala in energije. Industrija še mnogo premalo uporablja načela krožnega gospodarstva in reciklirane materiale. V stavbah je mogoče udobno bivati z bistveno manjšo porabo energije za ogrevanje ali hlajenje. Energetska in snovna učinkovitost pomenita manj izpustov toplogrednih plinov, manjšo porabo vode, manjše krnenje ekosistemov in manj odpadkov. Navadno pa na dolgi rok pomenita tudi velik prihranek denarja. Veliko rešitev nudi tudi pametno prostorsko in urbanistično načrtovanje, ki skrajša vsakodnevne razdalje ter s tem zmanjša potrebo po prevozu. Pravilno prostorsko načrtovanje nas lahko zaščiti pred posledicami podnebnih sprememb, kot so poplave. Če v prostorske načrte vključimo zelene površine in drugo zeleno infrastrukturo, lahko povečamo vezavo ogljika, dosežemo boljše kakovost zraka, omilimo vročino poleti ter hkrati pridobimo dodaten življenjski prostor za živali in površine za rekreacijo. Zelene površine prispevajo tudi h kulturni krajini in izboljšajo podobo mestnih območij, kjer ljudje živijo in delajo.

Za konec pa se dotaknimo še prometa. Prometni sektor v Evropi in Sloveniji je med ključnimi gonilniki preseganja planetarnih meja. Čeprav je mobilnost osnovna družbena potreba, je sedanja oblika prometa okoljsko nevzdržna. Cestni in letalski promet predstavljata največji izziv, medtem ko železnica, pomorski promet, kolesarjenje in javni prevoz ponujajo realne poti za zmanjšanje pritiska. Za prehod znotraj varnih okoljskih meja bodo potrebni preusmeritev tovora in potnikov na nizkoogljične načine prevoza, zmanjšanje povpraševanja po nepotrebnih mobilnostih, elektrifikacija in uporaba obnovljivih virov. V primerjavi z avtocestami železniške proge potrebujejo manjšo površino na enoto prepeljanega tovora ali potnika, kar omeji rabo kmetijskih zemljišč in fragmentacije gozdov. V Evropi železnica porabi 3- do 5-krat manj energije na prevožen kilometer na potnika kot osebni avtomobil in do 30-krat manj kot letalo. Gre tudi za varnejši in tišji transport, saj vlaki povzročajo manj nesreč na poti kot cestni



promet, kar zmanjšuje potrebo po izrednih intervencijah, sanacijah in s tem povezanih okoljskih posegih. Tudi hrup in vibracije so nižji v primerjavi z avtocestami in tovrnim prometom.

Slovenija lahko zaradi svoje majhnosti in prometne lege postane zgled integriranega pristopa: učinkovita železniška logistika, trajnostna urbana mobilnost in omejevanje cestnega tranzita. To lahko skupaj pomembno zmanjša naš prispevek k preseganju planetarnih meja. Zbrati pa moramo dovolj znanja, modrosti in tudi politične volje, da najdemo težko rešljive kompromise med trajnostjo, ekonomsko učinkovitostjo in družbeno sprejemljivostjo.

## Literatura in viri

- ARSO (2023). *Kazalniki okolja: emisije iz prometa v Sloveniji*.
- Collste D, Cornell SE, Randers J, Rockström J, Stoknes PE., (2021). *Human well-being in the Anthropocene: limits to growth*. Global Sustainability. doi:10.1017/sus.2021.26.
- Dixon-Declève, S., Gaffney, O., Rockström, J., Ghosh, J., Randers, J., Stoknes, P., (2023). *Earth for All. The Club of Rome*. New Society Publishers.
- EEA (2023). *Transport and Environment Report 2023: Tracking progress towards sustainability*. European Environment Agency, Copenhagen.
- IEA (2022). *Railway Handbook: Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions*.
- *Kazalci okolja v Sloveniji, 2024*, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.
- Meadows, D.H. et al., (1972). *The Limits to Growth; a Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*. New York : Universe Books.
- Ministrstvo za infrastrukturo (2023). *Drugi tir Divača–Koper: Okoljski vplivi in ocene CO<sub>2</sub>*.
- O'Neill, D. W., Fanning, A. L., Lamb, W. F., & Steinberger, J. K. (2018). *A good life for all within planetary boundaries*. Nature Sustainability, 1(2), 88–95.
- Plut, D. (2023). *Ekosistemska družbena ureditev. Drugi zvezek: Slovenija in Evropa*. Znanstvena založba Filozofske fakultete. DOI: <https://doi.org/10.4312/9789612970673>.
- Richardson, J., et al. (2023). *Earth beyond six of nine planetary boundaries*. Science Advances, 9, 37.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., et al., 2009. *A safe operating space for humanity*. Nature 461: 472–475
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J. & Cornell, S.E., et al., 2015. *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. Science 347: 736, 1259855.
- Internet 1: <https://goodlife.leeds.ac.uk/>
- Internet 2: <https://goodlife.leeds.ac.uk/national-trends/country-trends/#SVN>







# Projekt sedanjosti in investicija v prihodnost slovenskega gospodarstva

## Uvod

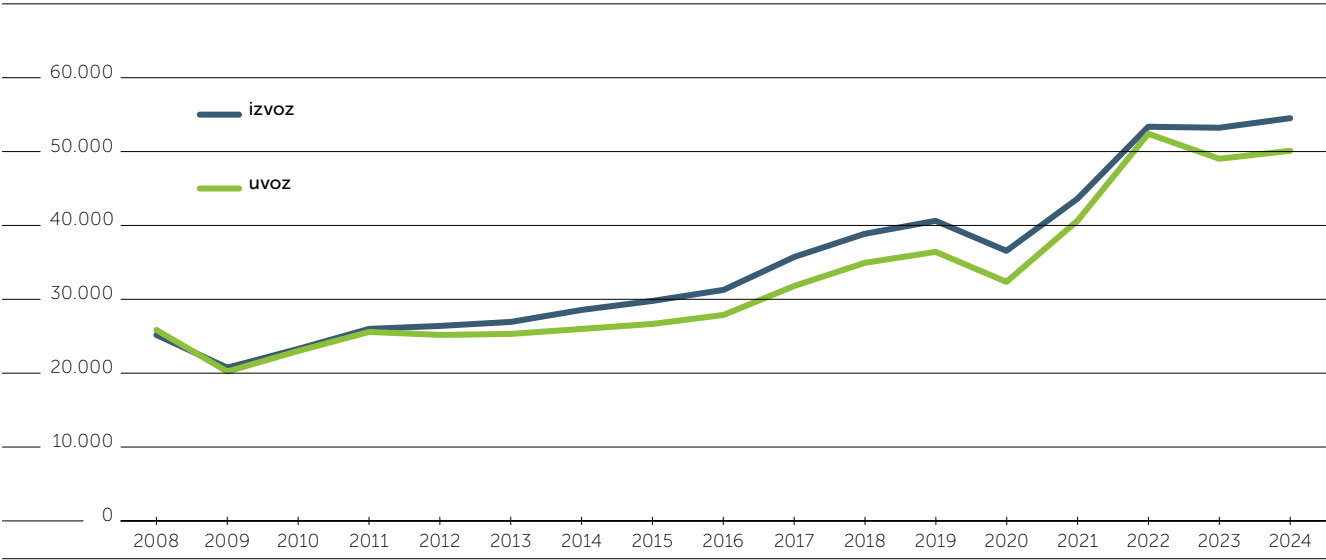
Projekt izgradnje drugega tira Divača–Koper predstavlja eno največjih infrastrukturnih odločitev v zgodovini samostojne Slovenije. Gre za projekt, ki ni omejen zgolj na gradbeni vidik, temveč strateško posega v slovensko logistično, gospodarsko in okoljsko prihodnost. Od leta 2018 je obstoječa enotirna proga Divača–Koper uradno zasičena, kar pomeni, da je njena zmogljivost popolnoma izčrpana. To dejstvo ne omogoča večjega povečanja pretovora v Luki Koper in s tem neposredno omejuje gospodarsko rast in mednarodno konkurenčnost.

Izgradnja nove 27,1 kilometra dolge proge bo odpravila ozko grlo v slovenskem železniškem omrežju in hkrati okrepila vlogo Slovenije kot ključne tranzitne države na stičišču med Jadranom in srednjo Evropo. V naslednjih desetletjih bo drugi tir ključno vplival na razvoj logistike, povečanje dodane vrednosti, ustvarjanje novih delovnih mest in okoljsko trajnost.

## Makroekonomski pomen

Slovenija je izrazito odprto gospodarstvo. Leta 2024 je izvoz blaga in storitev dosegel 54,6 milijarde evrov, uvoz pa 50,2 milijarde evrov. Skupaj to predstavlja več kot 80 % BDP. V primerjavi z Avstrijo, kjer uvoz in izvoz dosega približno polovico BDP, je slovensko gospodarstvo še toliko bolj odvisno od mednarodne menjave. Stabilna logistična infrastruktura je zato osnovni pogoj za konkurenčnost in dolgoročno rast.





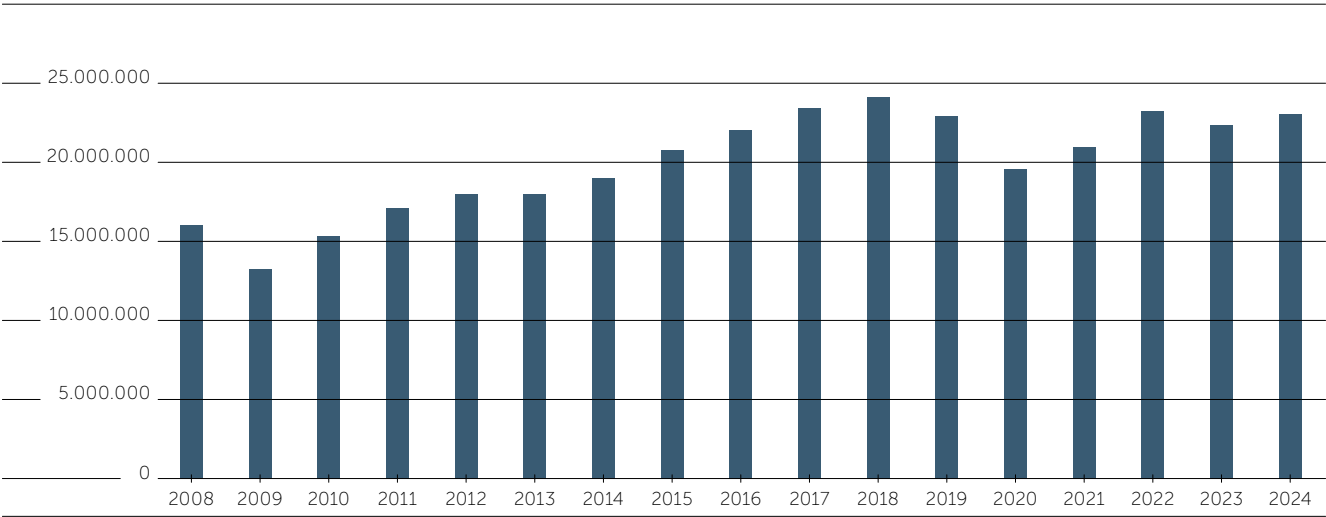
Graf 1: Slovenski izvoz in uvoz blaga in storitev v obdobju od leta 2008 do 2024; milijon evrov v tekočih cenah.

Vir: Eurostat, 2025

Povečanje zunanje trgovine zahteva ustrezne prometne poti. Luka Koper je v tem kontekstu strateška točka, ki izvozno usmerjenim podjetjem omogoča konkurenčne povezave z globalnimi trgi, a je odvisna od razvitosti zaledne prometne infrastrukture.

### Luka Koper kot središče severnega Jadrana

Koprsko pristanišče je v zadnjih dveh desetletjih postalo najpomembnejše pristanišče severnega Jadrana. Pandemija covid-19 je rast začasno upočasnila, vendar je bil leta 2024 pretovor že ponovno na ravni pred krizo. Struktura pretovora se vse bolj nagiba v korist kontejnerskega prometa, ki danes predstavlja skoraj polovico vseh pretovorjenih količin.



Graf 2: Rast skupnega pretovora v Luki Koper (2008–2024).

Vir: Luka Koper, 2025



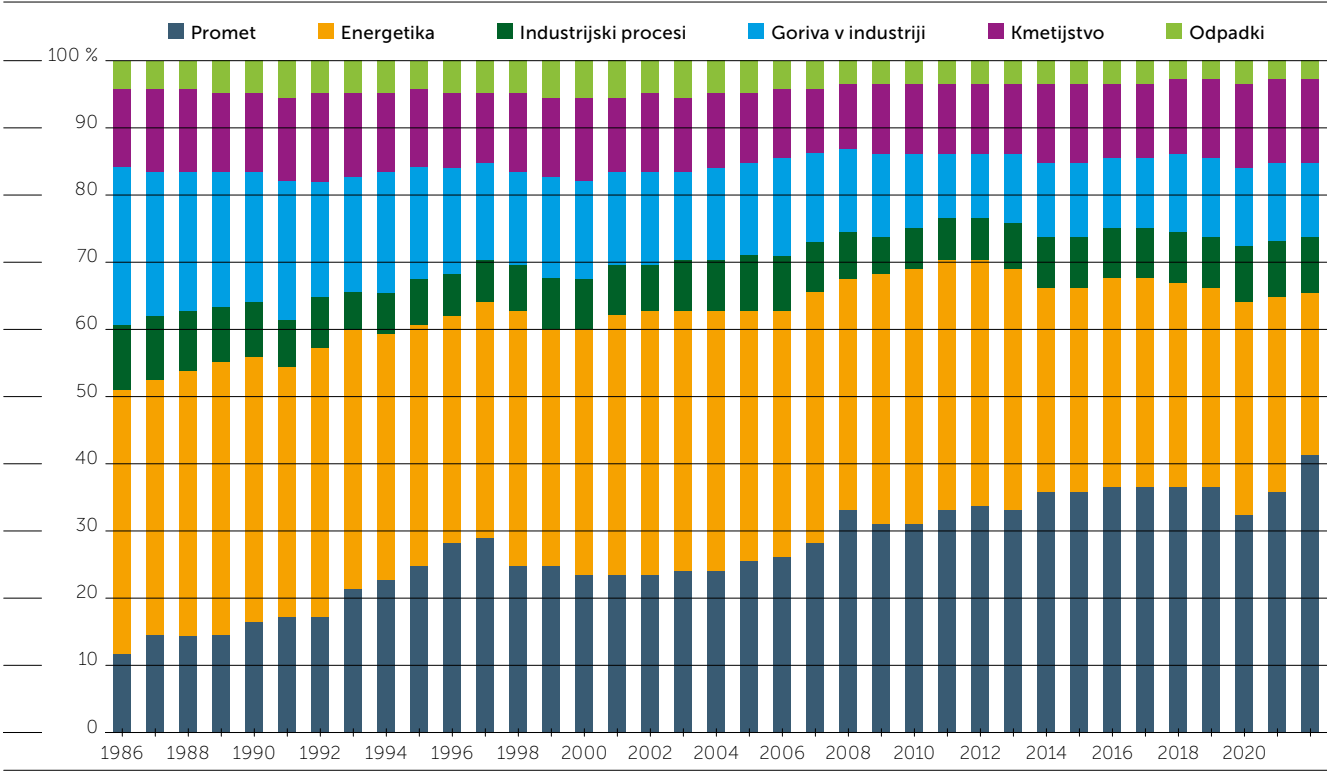
Več kot 70 % pretovora je vezanega na tuja zaledna tržišča, kot so Avstrija, Madžarska, Slovaška in Češka. Prav ta tuja tržišča so ključ za dolgoročno rast pristanišča. Če železniška povezava ne bo omogočala povečanega pretovora, bodo ladjarji in logistični operaterji svoje tokove preusmerili v konkurenčna pristanišča Trst, Benetke oziroma Reko.

Napovedi kažejo, da bi do leta 2030 pretovor v Luki Koper lahko presegel 35 milijonov ton, toda brez nove železniške povezave bo ta rast ostala neuresničena. Ozko grlo na progi Divača–Koper pomeni, da je prihodnost Luke Koper neposredno odvisna od izgradnje drugega tira.

### Okoljski in trajnostni učinki

Poleg gospodarskega vpliva ima projekt tudi pomembne okoljske učinke. Promet je največji vir emisij toplogrednih plinov (TGP) v Sloveniji, saj prispeva približno tretjino vseh emisij, pri čemer kar 99 % izhaja iz cestnega prometa. Železniški prevoz pa je bistveno bolj okolju prijazen.

Graf 3: Emisije TGP v prometu v Sloveniji (1986–2022).  
Vir: ARSO, 2023



Drugi tir bo omogočil preusmeritev velikega dela tovornih tokov s cest na železnice. To bo zmanjšalo emisije CO<sub>2</sub>, hrup, prometne nesreče in negativne zunanje stroške. Če projekt ne bi bil realiziran, bi se povečan promet razlil na cestno omrežje, kar bi dodatno obremenilo okolje in prebivalce. Projekt izgradnje drugega tira je skladen s prometnimi cilji Evropske unije, ki si prizadeva, da bi se do leta 2050 polovica cestnega tovornega prometa na relacijah



nad 300 kilometrov preusmerila na železnice. Slovenija s projektom drugega tira sledi tem ciljem in hkrati krepi svojo vlogo v evropski prometni politiki.

### Konkurenčni pritiski v regiji

Medtem ko Slovenija zaključuje gradnjo drugega tira, sosednje države intenzivno vlagajo v lastno logistično infrastrukturo. Italija modernizira koridor Ravenna–Trst–Dunaj, Hrvaška gradi povezavo Rijeka–Budimpešta, Avstrija pa z izgradnjo Koralpske proge in Semmerinškega tunela ustvarja hitro povezavo med Jadranom in srednjo Evropo mimo Slovenije.

| Projekti                        | Dolžina (km) | Višina investicije (mlrd EUR) | Začetek gradnje | Operativen |
|---------------------------------|--------------|-------------------------------|-----------------|------------|
| KoralmBahn                      | 127          | 11                            | 1999            | 2026       |
| Semmering–Basistunnel           | 27,3         | 3,3                           | 2014            | 2027       |
| Brennerbasistunnel              | 55           | 8,4                           | 2007            | 2028       |
| Budimpešta–Botovo–Zagreb–Rijeka | 270          | 4,7                           | 2014            | 2030       |
| Drugi tir (Divača–Koper)        | 27           | 1,1                           | 2018            | 2026       |

Tabela: Konkurenčni projekti v regiji

Če Slovenija ne bo pravočasno zagotovila zmogljivih železniških povezav, obstaja nevarnost, da se bodo tovarni tokovi trajno preusmerili v konkurenčna pristanišča. To bi zmanjšalo strateški pomen Slovenije v evropskih prometnih tokovih in ogrozilo prihodnjo rast logistične panoge.

### Ekonomski učinki in delovna mesta

Ekonomska analiza iz leta 2025 je pokazala, da bi neizgradnja drugega tira v obdobju 2026–2055 povzročila izgubo med 3,36 in 5,27 milijarde evrov dodane vrednosti. To pomeni več kot 200 milijonov evrov izgubljene dodane vrednosti letno. Neizgradnja drugega tira Divača–Koper bi po naši oceni v sedanji vrednosti, izračunani za pričakovane izgube pretovora v tem obdobju za vso slovensko logistiko, pomenila izgubo dodane vrednosti med 1,4 in 2,2 milijarde evrov.

Hkrati bi bilo izgubljenih več kot 3000 delovnih mest, večinoma v logistiki, kjer so plače višje in dodana vrednost na zaposlenega kar 1,7-krat večja kot v gradbeništvu.

Pogosto se pojavljajo mnenja, da je izgradnja drugega tira prvenstveno pomemben gradbeni projekt. To ne drži. Primerjava učinkov projekta Drugi tir Divača–Koper na slovensko gospodarstvo pokaže, da je projekt, merjeno v dodani vrednosti, približno 25-krat pomembnejši za slovensko logistiko kot za slovensko gradbeništvo. Gradbeništvo ima koristi v času gradnje, toda dolgoročne koristi se bodo pokazale predvsem v logistiki. Vsak milijon ton pretovora v Luki Koper ustvarja skoraj 60 milijonov evrov storitev in blaga v slovenskem gospodarstvu. Učinki se nato multiplicirajo še v drugih panogah, ki so vezane na logistiko.





## Družbeni pomen projekta

Drugi tir je pomemben tudi z vidika trajnostnega razvoja družbe. Zmanjšanje cestnega tovornega prometa pomeni večjo prometno varnost, manj nesreč in hrupa ter boljšo kakovost življenja prebivalcev ob cestnih koridorjih. Poleg tega projekt utrjuje vlogo Slovenije kot zelene tranzitne države, ki sledi ciljem trajnostne mobilnosti in podnebne nevtralnosti.

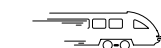
Projekt ima tudi simbolni pomen – predstavlja odločitev Slovenije, da se uveljavi kot enakovreden igralec v evropski logistiki. Ne gre zgolj za progo, temveč za dolgoročno strateško vizijo razvoja države.

## Sklep

Torej, izgradnja drugega tira Divača–Koper ni le infrastrukturna naložba, temveč strateška odločitev, ki bo zaznamovala prihodnost Slovenije in pomeni:

- ohranitev konkurenčnosti Luke Koper ter slovenskega gospodarstva,
- več milijard evrov dodatne gospodarske vrednosti,
- ustvarjanje več tisoč kakovostnih delovnih mest,
- zmanjšanje emisij in premik k trajnostni mobilnosti,
- utrditev geostrateškega položaja Slovenije.

Če drugega tira ne bi zgradili, bi to pomenilo stagnacijo, izgubo tovarnih tokov in zmanjšanje pomena Slovenije v evropskih prometnih tokovih. Zato to ni zgolj projekt sedanjosti, temveč investicija v prihodnost – za gospodarstvo, okolje in prihodnje generacije državljanov.



## Literatura in viri

- BBT SE. *Project overview*. <https://www.bbt-se.com/en/tunnel/project-overview/>
- Bole, V. in Ž. Jere (2015), *Učinki Luke Koper na gospodarske regije in države*, EIPF, Ekonomski inštitut, Ljubljana.
- Damijan, J., A. Groznik in B. Zgonc (2015), *Analiza tveganj povezanih z neizgradnjo drugega tira Koper–Divača in možnih alternativ*, Center poslovne odličnosti Ekonomske fakultete, Ljubljana.
- Danielis, R. in T. Gregori (2013), *An input-output-based methodology to estimate the economic role of a port: The case of the port system of the Friuli Venezia Giulia Region, Italy*, *Maritime Economics & Logistics*, Vol. 15, 2, 222-255.
- Deloitte, *Poročilo o prihrankih pri investicijski vrednosti Drugi tir Divača–Koper*. 2020
- EIB. *Guide to Procurement for projects financed by the EIB*. 2018
- Evropska komisija. *Mobility and transport*.  
<https://ec.europa.eu/transport/infrastructure/tentec/tentec-portal/map/maps.html>
- Eurostat. *Database*. <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>
- Geršak, U. in D. Muhaj (2016), *Inter-sectoral Production Linkages in Slovenia: An Input-Output Analysis, Surveys and analyses*, Banka Slovenije, Ljubljana.
- GEODATA (2016), *Preveritev ocenjene vrednosti ter vse možne racionalizacije in optimizacije za projekt drugega tira nove železniške proge Divača–Koper*.
- Ivanc, B. in D. Močnik (2020), *Vpliv pristaniške dejavnosti Luke Koper na gospodarstvo Slovenije, Obalno-kraško regijo in slovensko logistiko*, Analitika GZS, Ljubljana.
- Lenzen, M. (2001), *A Generalized Input-Output Multiplier Calculus for Australia*, *Economic Systems Research*, Vol. 13, 1, 65-92.
- Railway Technology. *Semmering Base Tunnel*.  
<https://www.railwaytechnology.com/projects/semmering-base-tunnel/>
- Stamatović K., de Langen P., Groznik A. (2018), *Port cooperation in the North Adriatic ports*.
- SURS. *Podatkovna baza SiStat*. <https://www.stat.si/statweb>











# Drugi tir: motor gradbeništva, logistike in geostrateške moči Slovenije

Izgradnja drugega tira železniške proge Divača–Koper predstavlja enega največjih infrastrukturnih projektov v zgodovini Slovenije po izgradnji avtocestnega sistema z ocenjeno vrednostjo nekaj več kot 1,1 milijarde evrov. Ta projekt ima izjemen srednjeročni in dolgoročni pomen ter učinke na različne segmente slovenskega gospodarstva, predvsem na gradbeništvo, logistiko ter geostrateški položaj države.

## Pomen za slovensko gradbeništvo

Drugi tir pomeni izjemen finančni vložek države v slovenski gradbeni sektor. V projekt so bila – ob slovenskem partnerju v konzorciju – vključena številna slovenska gradbena podjetja kot podizvajalci ali partnerji, kar krepi njihove referenčne liste in konkurenčnost. Projekt je ustvaril številna dodatna delovna mesta v gradbeništvu, industriji gradbenega materiala, inženiringu, geotehniki, transportu in drugih podpornih dejavnostih, z neprecenljivimi multiplikativnimi učinki na ostale segmente gospodarstva.

Poleg finančnega in zaposlitvenega vidika ima izjemno pomemben tehnični in tehnološki razvojni pomen. Projekt vključuje gradnjo sedmih predorov v skupni dolžini več kot 20 kilometrov, kar pomeni, da 75 % skupne dolžine trase poteka pod zemljo, ter treh viaduktov in odprte trase. To je spodbudilo dodaten razvoj znanja in pridobivanja izkušenj domačih projektivnih in izvajalskih podjetij, ki so jih pridobila že pri gradnji avtocestne infrastrukture. Uporaba sodobnih gradbenih tehnologij in nadzornih sistemov, ki temeljijo na digitalnih orodjih, kot je BIM, je pomembno prispevala k razvoju in nadaljnji digitalizaciji slovenskega gradbeništva. Projekt tako služi kot »vitrina« slovenskega gradbeniškega znanja in kot velika referenca za sodelovanje na podobnih prihodnjih infrastrukturnih projektih.



Izgradnja tako tehnično kot finančno obsežnega projekta srednjeročno zagotavlja tudi stabilen vir prihodkov za gradbeništvo, kar omogoča strateško načrtovanje ter investicije v opremo in kadre. Gradbeništvo je ponovno postalo privlačnejše za mlade in izkušene strokovnjake. Projekt jim namreč ponuja dolgoročne priložnosti, hkrati pa se je povečalo sodelovanje z univerzami in raziskovalnimi centri, zlasti na področjih geotehnike, inženirskih rešitev in trajnostne gradnje.

## Vpliv na pristaniško dejavnost in logistiko

Drugi tir ima zelo pomembne posredne učinke na slovensko gospodarstvo in njegove sisteme, med drugim tudi na vrednost logističnih storitev Luke Koper. Projekt povečuje mednarodno prepoznavnost in konkurenčnost pristanišča kot enega najpomembnejših v Sredozemlju, saj je odsek proge Divača–Koper del vseevropskega prometnega omrežja TEN-T, kar Slovenijo uvršča na evropski zemljevid ključnih prometno-logističnih poti. To bo posredno vplivalo na nadaljnje gradbene investicije, kot so širitve skladišč, obratov in cestne infrastrukture na območju pristanišča in Kopra.

Luka Koper je slovensko okno v svet in oskrbuje tudi sosednje ter zaledne države, ki nimajo stika z morjem. Gre za podjetja iz srednje, vzhodne in jugovzhodne Evrope. Pristaniška dejavnost ima pomembne multiplikativne vrednosti za nacionalno gospodarstvo. Študija Gospodarske zbornice Slovenije iz leta 2020 je pokazala, da je bilo v Sloveniji več kot 7000 delovnih mest neposredno in posredno povezanih s pristaniško dejavnostjo, v središču katere je Luka Koper. Multiplikator dodane vrednosti pristaniške dejavnosti v Sloveniji je bil leta 2020 celo višji kot v primeru belgijskih pristanišč oziroma primerljiv s pristaniščem Antwerpen, ki je drugo največje pristanišče v Evropi, za Rotterdamom. Pristaniška dejavnost Luke Koper je za vsak ustvarjen evro dodane vrednosti prispevala še skoraj dodaten evro k dodani vrednosti v ostalih dejavnostih. Ta kazalec se je v primerjavi z letom 2009 rahlo zmanjšal, z 2,77 na 1,94, predvsem zaradi upada gradbenih storitev, ki pa so se močno povečale po letu 2020, ko so bile v pristanišču izvedene obsežne investicije v infrastrukturo in povečanje pristaniških kapacitet.

Glavni ekonomist Gospodarske zbornice Slovenije Bojan Ivanc je v študiji zapisal: »V letu 2009 je pristaniška dejavnost, vezana na Luko Koper, d. d., ustvarila neposredno in posredno 758,4 milijona evrov prodaje. Do leta 2018 se je v obdobju konjunktore njen prispevek povečeval, in sicer na 1.144,6 milijona evrov ustvarjene prodaje. V letu 2009 je skupni učinek pristaniške dejavnosti predstavljal 222,4 milijona evrov dodane vrednosti. Neposredni učinek je znašal 86,5 milijona evrov ustvarjene dodane vrednosti, od katerega je 64,4 milijona evrov odpadlo na čiste pristaniške dejavnosti, katerih del je tudi Luka Koper, d. d. Dodatno k temu pa je pristaniška dejavnost v letu 2009 ustvarila še skupni posredni učinek v višini 135,9 milijona evrov, od tega večino v dejavnosti javne uprave (zajeti stroški koncesij, davkov in prispevki na plače, carina in DDV) ter špedicije in prevoza tovora (tudi ob upoštevanju porabe energentov). Skupni (neposredni in posredni) učinek pristaniške dejavnosti je v letu 2018 porasel na dobrih 362,9 milijona evrov ustvarjene dodane vrednosti, predvsem zaradi večjega zvišanja (125,4 %) neposrednih učinkov, medtem ko je bila pri posrednih učinkih rast nekoliko nižja (23,5 %). Pri posrednih učinkih se je po letu





2009 močno zmanjšal obseg posrednih učinkov gradbeništva oz. investicij, ki vse do leta 2018 niso dosegle ravni leta 2009, ki je bilo leto izrazito visokih investicij. Leta 2009 je pristaniška dejavnost v Sloveniji neposredno ali posredno prispevala k 6144 delovnih mest, od tega slabih 30 % (1803) v čisti pristaniški dejavnosti in podpornih dejavnostih. Večino delovnih mest je pristaniška dejavnost ustvarila posredno, v dejavnostih javnega sektorja ter špedicije in prevoza, kar je v tesni povezanosti s pripadajočo dodano vrednostjo. V kasnejših letih se je povečevalo število zaposlenih na strani neposrednih učinkov (predvsem Luke Koper, d. d.). Tako je v letu 2018 število zaposlenih, ki jih neposredno ali posredno generira pristaniška dejavnost, poraslo na 6011 zaposlenih (neposredno je zaposlovala 1992 zaposlenih, posredno pa še 3815 oseb).«

Namen študije GZS je bil oceniti ekonomski pomen pomorske dejavnosti v letih od 2008 do 2018. Sodobnega pristanišča si enostavno ne moremo predstavljati brez učinkovite železniške povezave z zaledjem. Zato je gradnja drugega tira pomembna ne le za koprsko pristanišče, ampak širše za celotno slovensko gospodarstvo. Večina sosednjih držav namreč načrtuje podvojitev tirov in posodobitve za integracijo evropskega železniškega sistema.

## Zgodovinski izzivi in nujnost izgradnje

Obstoječa enotirna proga Prešnica–Koper, zgrajena med letoma 1964 in 1967, je bila sprva načrtovana kot industrijski tir za približno 1,5 milijona ton prometa letno, vendar je bila njena kapaciteta presežena dobri dve leti po



odprtju. Že leta 1990 so prve študije kazale, da enotirna proga postaja vedno večje ozko grlo za pretok blaga iz Luke Koper.

Dr. Jože P. Damijan je konec leta 2012 izračunal, da je sodobna železniška povezava med Koprom in Divačo nacionalnega strateškega pomena ter nujna za razvoj koprskega pristanišča in slovenske logistike nasploh. V študiji (Damijan, 2012) je ocenil dinamiko prihodnjih blagovnih tokov preko koprskega pristanišča in njen vpliv na celotno narodno gospodarstvo. Opozoril je, da bo enotirna železniška proga med Koprom in Divačo že leta 2018 dosegla zgornjo mejo zmogljivosti, to je 14 milijonov ton letno. To se je dejansko tudi zgodilo, namreč julija 2018 je upravljavec SŽ - Infrastruktura uradno razglasil, da je obstoječa proga Divača–Koper zasičena. Če je bilo v prejšnjem desetletju razmerje med pretovorom po železnici in cesti 60 : 40 v prid železnici, je danes obrnjeno na glavo. To ima seveda negativne okoljevarstvene, ekonomske in varnostne učinke.

Vsa prizadevanja za gradnjo drugega tira so bila dolgotrajna, kompleksna in politično zelo odmevna, kar je močno zakasnilo začetek izvajanja. Ta zakasnitev je slovenskemu gospodarstvu povzročila veliko škode, saj se je v 35 letih pojavila velika logistična težava.

## Izvedba projekta in prihodnost

Vlada je šele leta 2014 projekt prepoznala kot gospodarsko razvojnega in kot strateško infrastrukturno prioriteto. Leta 2017 je bil sprejet poseben zakon o izgradnji drugega tira, ki je določil financiranje, vodenje in upravljanje projekta. Odgovornost je prevzelo leta 2017 ustanovljeno državno projektno podjetje 2TDK. Projekt je pridobil finančna sredstva EU iz Kohezijskega sklada in sklada CEF – Connecting Europe Facility, dopolnjena s sredstvi državnega proračuna ter dolgoročnimi posojili Evropske investicijske banke in NLB.

Mednarodna razpisa za gradnjo sta bila objavljena leta 2019, glavna gradbena dela pa so se začela leta 2021. Gradnja naj bi bila predvidoma zaključena v letu 2026. Ključnega pomena je tudi izgradnja vzporednega levega tira, ki naj bi se začela predvidoma leta 2026.

## Geostrateški in širši gospodarski pomen

Drugi tir povečuje privlačnost Slovenije kot države, ki nudi učinkovit tranzit tovora med velikimi azijskimi pristanišči in srednjo Evropo. V zadnjih desetih letih (2013–2023) se je dodana vrednost v transportu in skladiščenju v Sloveniji realno povečala za 56 %, kar je petkrat več kot v EU-27. Ta sektor ustvari 6 % BDP v Sloveniji, kar je šesti najvišji delež med državami EU-27. Izgradnja drugega tira pomembno povečuje potencial pretovora blaga po tirih.

Projekt predstavlja velik razvojni potencial ne le za slovensko logistiko, ampak za širše gospodarstvo, in zanj si prizadevajo tudi sosednje države. Koprsko pristanišče je namreč največje pristanišče za Avstrijo in pomembno za Madžarsko, Slovaško, Češko ter tudi južno Poljsko, zahodno Romunijo, Srbijo in južno Nemčijo, saj je Münchnu





bliže Koper kot Hamburg. Luka Koper je prehitela vsa sosednja pristanišča na področju kontejnerjev in preseгла milijon kontejnerskih enot, njen avtomobilski terminal pa je postal četrti največji v Evropi. Nova železniška povezava bo dala pristanišču nov zagon, Sloveniji pa pečat pristaniške države.

Izgradnja drugega tira Divača–Koper je torej nacionalnega strateškega pomena. Ne glede na vse zaplete in dolgotrajno odločanje o njegovem začetku je projekt Drugi tir uspešno zaključen. Verjamem, da bo rešil dolgoletni problem ozkega grla enotirne proge, predvsem pa prinesel celovit razvojni zagon slovenskemu gospodarstvu, okrepil konkurenčnost gradbeništva, moderniziral logistične kapacitete in utrdil geostrateški položaj Slovenije kot ključnega tranzitnega vozlišča v Evropi.

## Literatura

- Študija *Učinki pristaniške dejavnosti na gospodarstvo (2020)*, Ljubljana: Gospodarska zbornica Slovenije.
- Damijan, Jože P. (2012), *Študija: Ocena bodočih blagovnih tokov pristanišča Koper in narodnogospodarskih učinkov variant transportnih povezav*, Ljubljana: Inštitut za finance in ekonomijo.









# Nazaj v prihodnost

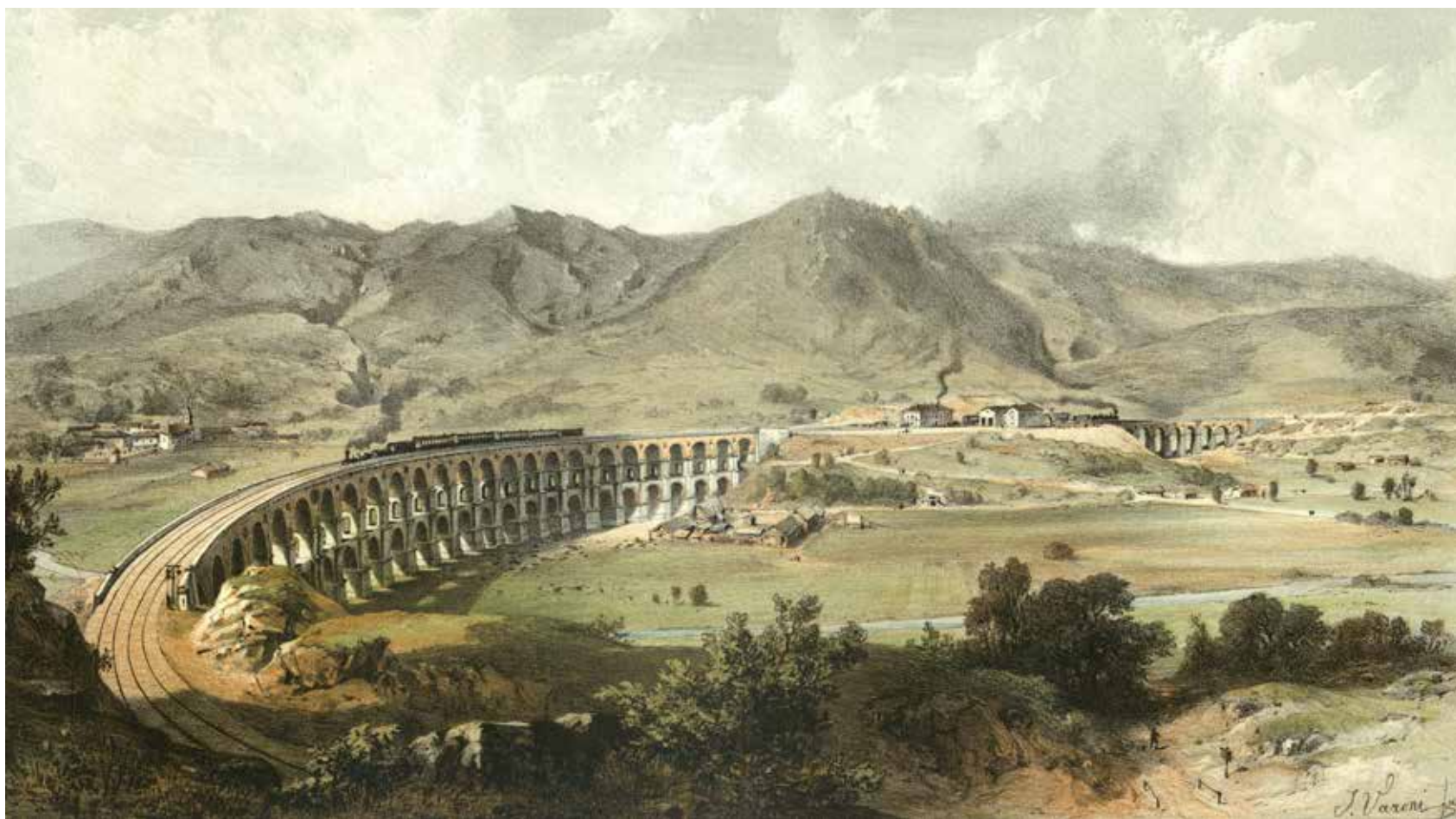
Slovenci imamo kar nekaj izkušenj z umeščanjem velikih infrastrukturnih objektov v prostor. Ko je Avstro-Ogrska sredi 19. stoletja snovala Južno železnico, monumentalno povezavo med Dunajem in Trstom, ni šlo zgolj za tehnični inženirski podvig. Že v času nastajanja je bil projekt zasnovan celostno, s spoštovanjem do prostora, skozi katerega naj bi nova infrastruktura potekala. V ospredju ni bila zgolj funkcionalnost, temveč tudi vprašanje, kako železniško progo umestiti v naravno krajino tako, da bi posegi vanjo delovali čim bolj skladno, nevsiljivo in celo estetsko.

Poseben pomen so v tem procesu imele panoramske risbe, ki so nastajale ob načrtovanju trase. Njihov avtor je bil nihče drug kot glavni projektant celotne železnice, Carl Ritter von Ghega. To dejstvo je ključno, saj razkriva, da je bil Ghega mnogo več kot le briljanten inženir, imel je tudi izjemen občutek za prostor, estetiko in okoljsko občutljivost. Panoramske risbe, ki jih je izdelal ali vsaj zasnoval, niso bile zgolj ilustrativna dokumentacija, temveč natančna vizualna orodja, s katerimi so preverjali, kako bo nova infrastruktura vplivala na krajino, in hkrati iskali načine, kako ta vpliv omiliti.

Na risbah so do potankosti prikazani tehnični objekti, viadukti, mostovi, nasipi in predori, njihova umeščenost v teren, stik z naravnimi oblikami in predlogi krajinskih ureditev, s katerimi se je blažil konflikt med naravo in tehniko. Risbe niso predstavljale le projekta, ampak tudi njegovo filozofijo, iskanje ravnotežja med nujnostjo povezovanja prostora in spoštovanjem njegove identitete.

Ghegov prispevek s tem presega inženirsko stroko. Njegove panorame kažejo, da je razmišljal tudi kot krajinski arhitekt in kot človek z razumevanjem ekologije prostora, še preden je ta pojem sploh zares obstajal. Njegov pristop je bil redek v času, ko so velike tehnične rešitve pogosto nastajale brez premisleka o naravnem okolju. Južna železnica ostaja, tudi po zaslugi njegovih risb, primer, kako lahko tehnični razvoj sobiva z naravo, če ga vodi občutek za prostor, lepoto in trajnost.





Borovniški viadukt Carla Ritterja von Ghega na litografiji Giovannija Varroneja (1857)

Po izgradnji Južne železnice v Sloveniji ni bilo večjih železniških projektov, so pa kasnejše progovne povezave, zlasti proti Jesenicam in Kopru, igrale ključno vlogo pri povezovanju slovenskega ozemlja in pri njegovem gospodarskem razvoju. Železnice niso zgolj povezovale mest, temveč so oblikovale gospodarske tokove, vplivale na urbanizacijo in omogočile širše vključevanje slovenskega prostora v evropske in svetovne tokove. Današnji infrastrukturni projekti, kot je gradnja drugega tira od Divače do Kopra, so v nekem smislu nadaljevanje teh zgodovinskih prizadevanj za boljšo povezanost, razvoj in samostojnost.

Kljub posodabljanju in novim investicijam so ostale slovenske železnice zaradi stoletnega zaostanka pri vlaganjih in modernizaciji v marsičem obupno zastarele. Po učinkovitosti, hitrosti in dostopnosti zato pogosto ne morejo konkurirati cestnemu prometu. To je postalo še bolj očitno po osamosvojitvi Slovenije, ko se je država odločila, da bo njena prometna prioriteta nadaljevanje izgradnje avtocestnega križa. Ta odločitev je bila sicer kratkoročno nujna in premišljena ter je Sloveniji zagotovila dobro cestno povezanost, vendar je hkrati pomenila tudi zanemarjanje železniške infrastrukture, ki je postopoma izgubljala svoj pomen.





Perspektivni prikaz  
variantnega poteka  
avtoceste z viaduktom  
Črni Kal; avtor Peter  
Gabrijelčič

Zaradi mačehovskega odnosa do razvoja železniške infrastrukture so se večji tehnični in okoljski preboji zgodili predvsem pri gradnji slovenskih avtocest. Že pri gradnji prve delne avtoceste iz Ljubljane proti Zagrebu, ki se je začela v 1970-ih letih, se je uveljavilo pomembno načelo: cestne infrastrukture ne smejo biti oblikovane zgolj tehnično-funkcionalno, temveč morajo biti skrbno umeščene v prostor tudi z okoljskega, estetskega in krajinskega vidika.

Ta zavest o pomenu arhitekturne kakovosti je vodila k vključitvi arhitekta prof. Borisa Kobeta tako v proces trasiranja ceste kot tudi v oblikovanje posameznih cestnih objektov. Kobe, znan po svojem občutku za prostor in celostni oblikovalski pristop, je s svojim vzgledom pokazal, kako pomembno je upoštevati arhitekturni vidik tudi pri gradnji velikih infrastrukturnih objektov.

Na podlagi njegovih izkušenj ter dobrih praks še iz časa monarhije, ki je že v 19. stoletju združevala inženirsko natančnost z estetsko dovršenostjo, je bil kasneje pri izgradnji slovenskega avtocestnega križa uveden interdisciplinarni pristop. Ta je združeval strokovnjake različnih profilov, prometne in gradbene inženirje, arhitekte, krajinske



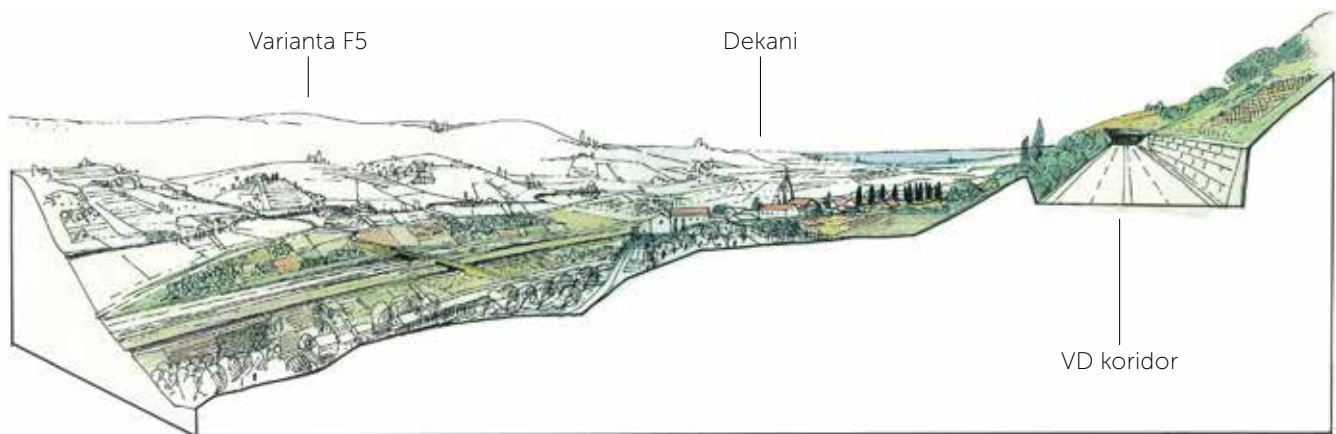
arhitekta, urbanista in druge, z namenom, da bi poiskali optimalne trase, ki bi bile ne le tehnično učinkovite, temveč tudi prostorsko občutljive in vizualno kakovostne.

Za vse pomembnejše avtocestne objekte so bili zato na podlagi sprejete prostorske politike organizirani javni arhitekturni natečaji, kar je vodilo do vrhunskih rešitev, tako z vidika konstrukcijske inovativnosti kot tudi arhitekturno-krajinske skladnosti. Eden najpomembnejših primerov takšne prakse je bil arhitekturni natečaj za viadukt Črni Kal, kjer je bila izbrana rešitev, ki ni le tehnološko izjemna, temveč je postala tudi prepoznaven element krajine in simbol sodobne infrastrukture v Sloveniji.

Pri umeščanju avtoceste pri vasi Črni Kal sem imel priložnost sodelovati z inženirjem Jožetom Mikoljem pri iskanju najprimernejše cestne trase. Spomnim se, kako sva hodila po terenu in presojala, katera od variant bi bila za prostor najprimernejša, tako s tehničnega kot tudi z estetskega in okoljskega vidika. Ali pobočna, zarezana v skalovje pod vasjo Črni Kal, ali eleganten viadukt, postavljen na iztek Osapske doline. V ta namen sem risal, po vzgledu Ritterjevih risb za Južno železnico, velike panoramske poglede na Osapsko dolino z novim viaduktom ter na območje Dekanov s pogledi na predviden usek ali predor.

Ker takrat ni bilo niti slutnje o možnosti gradnje drugega tira na isti lokaciji, sem se zavzemal za varianto z visokim viaduktom, ki prečka dolino v širokem loku in kljub velikim dimenzijam v prostoru učinkuje spoštljivo in umirjeno.

V skladu z državno doktrino je bil za novi viadukt razpisan državni arhitekturni natečaj, ki je ponudil optimalno in kompleksno strokovno rešitev. Arhitekturno in konstrukcijsko zasnovo so prispevali arhitekt Janez Koželj in inženirja Marjan Pipenbaher in Viktor Markelj. Viadukt sestavljata dve ločeni voziščni konstrukciji iz prednapetega betona, podprti z dvanajstimi stebri. Največji razpon med njimi meri 140 metrov, osrednji stebri pa so oblikovani v prepoznavni Y-oblikovni konstrukciji. Ta oblika omogoča boljšo porazdelitev sil in hkrati ustvarja značilno silhueto, ki danes simbolizira sodobno slovensko infrastrukturo.



Perspektivni prikaz dveh variant poteka avtoceste na območju Dekanov; avtor: Peter Gabrijelčič



Viadukt Črni Kal danes velja za enega najbolj prepoznavnih infrastrukturnih objektov v Sloveniji. Kot pomemben člen avtoceste A1, ki povezuje osrednjo Slovenijo z obalo, omogoča učinkovito in varno prečkanje zahtevnega kraškega roba. S svojo impozantno dolžino prek tisoč metrov in skoraj stometrskim najvišjim stebrom je tudi največji in tehnično najzahtevnejši viadukt v državi.

Poleg svoje prometne funkcije je viadukt postal tudi simbol odgovornega in sodobnega pristopa h gradnji. Njegova konstrukcijska dovršenost, arhitekturna občutljivost in skladnost z okoljem so pokazali, da je mogoče tudi velike infrastrukturne posege izvesti na način, ki upošteva naravne danosti in vizualno kakovost prostora. Viadukt Črni Kal je tako postal paradni konj slovenskega inženirstva in arhitekture, pogosto upodobljen na turističnih razglednicah in promocijskih plakatih. Bil je primer poetičnega sozvočja med naravo in arhitekturo. Tako je bilo, vse do danes.

Prvotno smo načrtovali, da bi, podobno kot ob francoskem viaduktu Millau, ki sta ga zasnovala arhitekt sir Norman Foster in inženir Michel Virlogeux, uredili razgledno ploščad za občudovanje tega izjemnega dosežka. Ta točka bi obiskovalcem omogočala neposreden stik z veličino, lepoto in tehnično dovršenostjo konstrukcije, ki predstavlja presežek sodobne slovenske, pa tudi evropske arhitekture in inženirstva. Realizacija razgledne točke je tako ostala naloga za prihodnost.

Do nedavnega bi bil ta razgled brez dvoma eden najpomembnejših ikonskih prizorov v Sloveniji in bi ga bilo treba po merilih krajinske arhitekture, arhitekture in urbanizma zaščititi za vsako ceno. Takšni prizori so ključni elementi kulturne dediščine in prostorske identitete. Ohranitev tega razgleda bi pomenila spoštovanje preteklosti in hkrati ustvarjanje kakovostnega ter trajnostnega prostora za prihodnje generacije. Žal ugotavljam, da je z izgradnjo novega železniškega viadukta na trasi drugega tira (na lokaciji Črni Kal) njegova idealna podoba nepovratno načeta. Morda tudi zaradi dejstva, da se nismo kot stroka tudi tukaj pravočasno in v večji meri zavzeli za iskanje optimalne rešitve z javnimi natečaji, podobno kot prej pri gradnji avtocestnega križa. In drugič zaradi dejstva, da v Sloveniji še vedno nimamo izoblikovane in usklajene dolgoročne prometne vizije (za dobo 50 let in več) in ni v celoti zaživelo potrebno medsektorsko povezovanje in usklajevanje.

Če bi pred leti povezali sektorje na način, kot si ga je zamislil tedanji minister za okolje in prostor Miha Jazbinšek, do te zagate morda sploh ne bi prišlo. Preprosto bi ugotovili, da takšna koncentracija premostitvenih objektov v Osapski dolini ni mogoča, seveda ob predpostavki, da nam je mar za podobo krajine.

Če bi torej že tedaj obstajala jasna predstava, da bosta v isto območje umeščena še dva železniška viadukta, bi bila odločitev o poteku avtoceste verjetno drugačna. Morda bi bila izbrana drugačna trasa, ki bi tekla bolj ob robu doline in po pobočju.



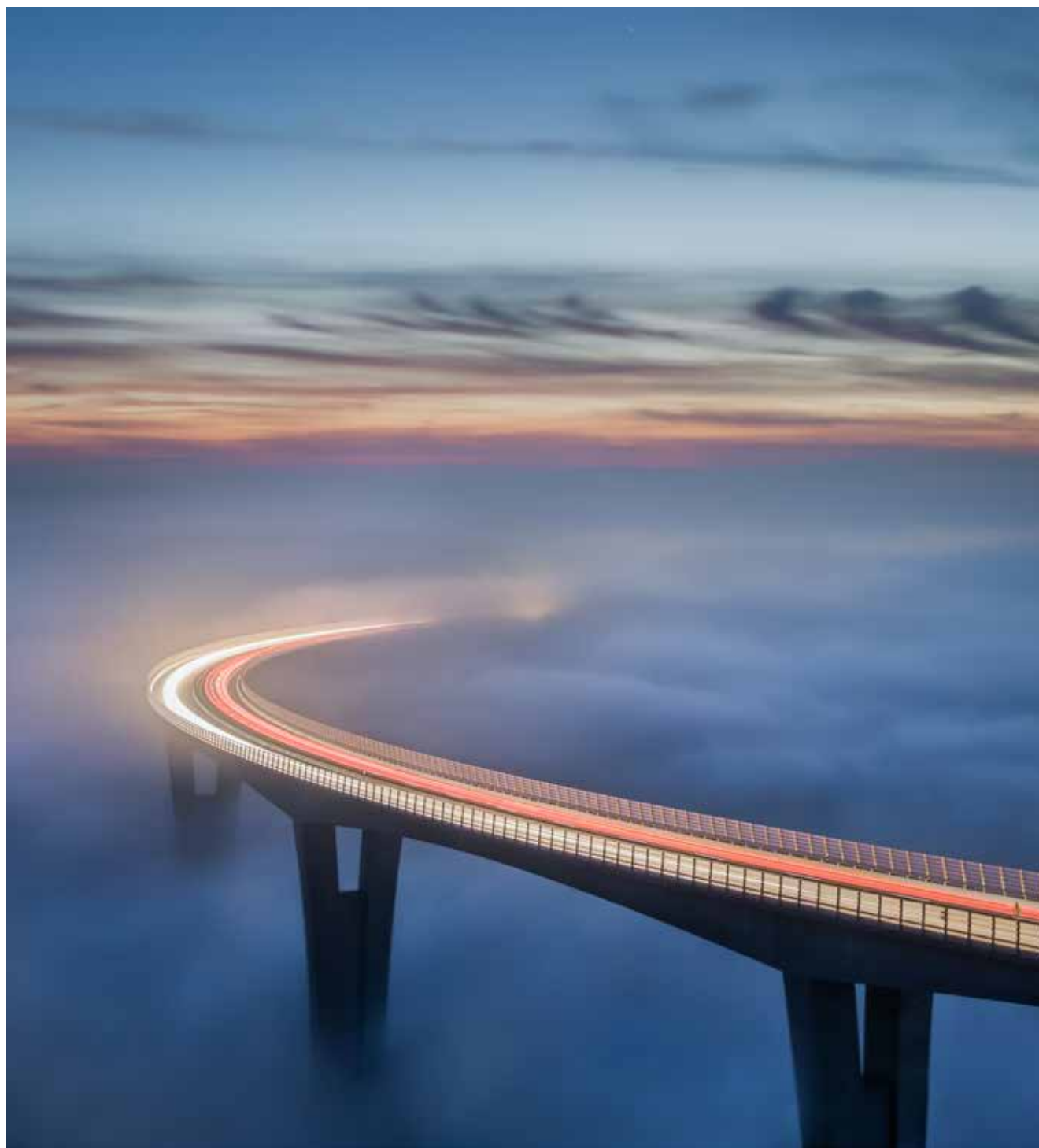
Tako pa se je začela s prvim od dveh načrtovanih železniških viaduktov krhati prvotna krajinska skladnost. Novi infrastrukturni poseg je vnesel v prostor vizualno nasičenost in neugoden preplet geometrij, ki so porušile nekoč skoraj arkadijsko atmosfero Osapske doline. S prihodom načrtovanega drugega železniškega viadukta bo dokončno izbrisana iluzija lahkotne in elegantne prisotnosti avtocestnega viadukta. Prostor, ki je nekoč deloval harmonično in povezano, bo nepovratno spremenjen, morda celo do te mere, da ga bo težko še prepoznati kot izraz prefinjenega sobivanja arhitekture in krajine.

Razlogov za to ne gre iskati pri projektantih novih objektov. Konec koncev je bil Marjan Pipenbaher projektant tudi novega železniškega viadukta. Gre predvsem za posledico dejstva, da, za razliko od cestnega sektorja, v železniškem v preteklosti ni bilo prave pobude za interdisciplinarno povezovanje inženirjev in oblikovalcev. Del krivde nosimo tudi mi, urbanisti, arhitekti in krajinski arhitekti, saj nismo pravočasno prepoznali te potrebe in je, podobno kot pri cestnih projektih, nismo vključili v zakonske norme. Tako ni bilo pravočasnega soočanja med dolgoročnimi nameni avtocestnega in železniškega sektorja in je bil že zgrajen avtocestni viadukt za načrtovalce drugega tira golo dejstvo. Za umestitev njegove trase je bilo preverjenih kar 17 variant. Ker pa je železnica bolj tog element v prostoru kot cesta (max. vzdolžni naklon 1,2 % in radiji morajo biti več kot 1500 metrov), projektanti železnic in stroka niso mogli najti ustrežnejše rešitve.

Glede na sedanjo usmeritev Slovenije, ki daje večji poudarek razvoju železnic, imamo priložnost, da tudi pri načrtovanju železniške infrastrukture uvedemo kompleksno in interdisciplinarno načrtovanje, ki izpostavlja oblikovalski vidik kot za krajino najpomembnejšo komponento. Takšno načrtovanje, ki je že prisotno pri cestah, vključuje tudi uporabo orodij umetne inteligence ter preverjanje rešitev s pomočjo javnih interdisciplinarnih natečajev, tako za iskanje optimalne progovne trase kot tudi za zasnovo novih objektov. To ni le tehnična, prometna in ekonomska nuja, temveč predvsem vprašanje ohranjanja naše prostorske identitete in s tem širše kulture.







Viadukt Črni Kal









# Projekt, ki presega vse dosedanje

Kaj lahko projektant pove o svojem delu? Specifičnost dela projektanta je, da je vsak projekt unikat, saj je skupek dejavnikov okolja in časa, v katerem se izvaja. Ponovitev ni. Projekt je vedno postavljen v drug in drugačen prostor (geografska lega) s svojimi lokalnimi danostmi in v drugo in drugačno časovno obdobje s svojimi specifičnimi zahtevami (predpisi, gospodarstvo, grajeno in socialno okolje ...).

Kaj lahko projektant pove o projektu Drugi tir? S projektiranjem vzporednega levega tira, s katerim bo dosežena dvotirnost nove proge Divača–Koper, smo šele dobro začeli (oktobra 2025). S projektiranjem desnega, t. i. drugega tira in z izdelavo projekta za izvedbo (PZI) pa smo v preteklih petih letih imeli veliko dela, ogromno smo raziskovali, izračunavali, (za)snovali in pridobili nekatera nova znanja. Ker dve tretjini trase potekata v predorih, projektiranje železniške trase ni bilo klasično, kot so na primer projekti obnov ali vzdrževanja tirov, temveč so predori dejansko determinirali rešitve, povezane s tirno infrastrukturo. Med drugim gre za rešitve, povezane tudi z vzdrževanjem in upravljanjem proge v predorih, pritrjevanjem vozne mreže, kjer je vsak centimeter pomemben, tirom na togi podlagi, reševalnim konceptom, prezračevanjem, varovanjem pri razlitju nevarnih snovi, vibracijami in hrupom ter voznimi redi v povezavi z rednimi tedenskimi vzdrževanji v predorih, saj ko se izvajajo pregledi in vzdrževanje v predorih, na progi ni prometa. Klasične »železničarske« zahteve je treba prilagoditi predorom in predore je treba prilagoditi tem zahtevam, ob nujnem zavedanju, da že vsaka »nepotrebna« zahteva za povečanje profila predorov za centimetre povečuje investicijo za desetine milijonov. Predpise je treba brati pragmatično, pri tem pa pomagajo izkušnje drugih držav EU, ki morajo prav tako upoštevati tehnične specifikacije za interoperabilnost (TSI) in ki so že gradile dolge železniške, večinoma bazne predore.

Zato je projekt Drugi tir izrazito multidisciplinaren in ni mogoče enolično opredeliti, katera stroka pri njem prevladuje – vse stroke morajo med seboj intenzivno sodelovati.



## Projektiranje predorov in odločitev o metodi gradnje

Takoj ob začetku projektiranja PGD leta 2009 sta se pri projektiranju predorov pojavila dva ključna vidika, ki sta terjala odločitvi, brez katerih nadaljevanje dela ni bilo možno. Prvi je bil povezan z vprašanjem, kakšen profil predora naj ima vzporedna reševalna cev. Drugi vidik pa je bil način gradnje: ali naj bo to metoda TBM (ang. *Tunnel Boring Machine*) ali klasična nova avstrijska metoda, NATM (ang. *Drill and Blast*).

Rezultati analize, ki smo jo izdelali, so pokazali, da je zaradi znanih, vendar lokacijsko nepredvidljivih kraških pojavov metoda TBM neprimerna. V pojasnilo, pri metodi TBM se uporablja zelo velik vrtalnik, ki vrta celoten profil predora in tako napreduje skozi hrib. To je popolnoma mehanizirana naprava, kjer na čelu izkopa ni ljudi. Uporablja se za dolge predore. Torej bi bil z vidika dolžine TBM uporaben predvsem za prvi, drugi in osmi predor. V teh predorih pa so razširitve ter večji in manjši prečniki, ki gradnjo s TBM zapletajo. Če bi gradili prvi in drugi predor z metodo TBM in bi naleteli na morebiti prej odkrito kraško jamo, bi morali delo s strojem ustaviti. Izvesti bi bilo treba »podzemni obvoz«, sanirati razmere, jamo pa zasuti ali narediti mostno konstrukcijo, čez katero bi potekala mehanizacija TBM, dolga od 150 do 250 metrov. Šele nato bi se lahko dela nadaljevala. Gradnja enega takega podzemnega predorskega obvoza bi lahko trajala pol leta in več. Če pa jame ne bi pravočasno odkrili, bi lahko TBM vanjo padel. Med gradnjo predorov in trase so bile v letih 2024 in 2025 najdene številne podzemne jame (več v besedilu dr. Mitje Prelovška, op. ur.) in zgrajeni premostitveni objekti (več v besedilu Petra Jemca in dr. Tine Živec, op. ur.), ki so potrdili pravilnost odločitve za klasično metodo NAMT. Takih podzemnih mostov z razponi med 25 in 45 metri smo zgradili petnajst.

## Dvotirnost

Poimenovanje »drugi tir« povzroča kar nekaj zmede, predvsem, ker sedaj projektiramo »tretji tir«, ki v resnici predstavlja drugi tir »drugega« tira in se uradno imenuje »vzporedni levi tir«. Medtem pa obstoječi, več kot 60 let stari, zaenkrat še »prvi tir« (v času pisanja tega besedila), še vedno prenaša ves železniški promet med Koprom in Divačo ter naprej v Evropo v obe smeri, saj po progi poteka izmenična vožnja z izogibališči.

Kljub vsemu je bil že idejni projekt leta 2001 vizionarsko zasnovan, zagotavljal je možnost dograditve nove proge kot dvotirne. Trasa je bila že tedaj projektirana tako, da se je izmaknila stebroma avtocestnega viadukta Črni Kal in jo je bilo možno (za oba tira) umestiti med dva stebra. V idejnem projektu je bila do odstopa Italije od proge Divača–Sežana (leta 2010) nova proga do cepišča predvidena kot dvotirna, v nadaljevanju pa kot enotirna.

V letih 2009 do 2011 je bil izdelan projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja (PGD). Naš projektni tim je takrat sodeloval tudi s kolegi iz Avstrije, ki so imeli veliko izkušenj z gradnjo predorov v Avstriji in Nemčiji, npr. predora Wienerwald in Semmering. Takrat je inženir Josef Daller z Dunaja, kmalu po začetku izdelave projekta PGD v letu 2009, izpostavil tematiko enotirnosti oziroma dvotirnosti proge. Projektna naloga je namreč predvidevala glavno, primarno traso današnjega desnega tira seveda v polnem preseku (izkopni profil 78 m<sup>2</sup>) in obvezno reševalno cev





manjšega profila (45 m<sup>2</sup>). Ker proga poteka pretežno v predorih (približno polovica v kraškem svetu s kraškimi pojavi in velikimi jamami ter v zaščitenem vodovarstvenem območju), ti ne smejo biti drenirani, temveč morajo biti vodotesni. Primarna obloga je zato armiranobetonska, dimenzionirana na hidrostatični tlak višine vode do 140 metrov in debeline 50 centimetrov. Kasnejše reprofiliranje s 45 m<sup>2</sup> na 78 m<sup>2</sup> bi bilo praktično nemogoče. Posledično bi bilo treba, v primeru dvotirnosti, zgraditi še tretjo predorsko cev v polnem preseku za novi, levi tir. Naša študija je upoštevala gradnjo reševalne cevi polnega prereza, ki bi kasneje omogočala namestitev tirov in vzpostavitev prometa v njej. Pokazala je, da bi bil tedaj strošek okoli 80 do 90 milijonov evrov, če te cevi ne bi finalizirali v prvi fazi, ko bi služila le kot reševalna pot. Vendar se je naročnik, Ministrstvo za promet, ne glede na vse predstavljene argumente tedaj odločilo, da bo reševalna cev v predorih manjšega preseka.

## Nujnost dvotirnosti in pomen nove proge

Za drugi tir, ki ima dva različna profila, eden je večji in drugi manjši, je bilo v letu 2016 izdano gradbeno dovoljenje. Vendarle pa je takrat »duh že ušel iz steklenice«: v strokovnih krogih se je stalno pojavljala tematika dvotirnosti – njene nujnosti, smiselnosti, potrebnosti, okoljskih tveganj in varnosti. Upravičeno.

Dejstvo je, da je obstoječa »prva proga« problematična. Ima prevelik vzdolžni nagib nivelete (25 ‰ namesto 17,5 ‰, kot ga ima sedaj nova proga) in premajhne radije (250 metrov namesto 300). Prečka tri pasove



vodovarstvenega območja, poteka po geološko zahtevnem in ponekod nestabilnem terenu, kjer preperine fliša povzročajo lokalne zruške. Trenje pri zaviranju v kombinaciji z radiji povzročajo iskrenje in požare, zaradi presežnega hrupa je ogroženo zdravje prebivalcev, proga je izpostavljena vremenskim vplivom (stoletni nalivi, žled, burja), stalno pa je zaradi morebitnih nesreč ogrožena tudi podzemna voda. Čeprav smo se vsi deležniki ves čas zavedali, da je gradnja dvotirne proge nujna, smiselna, ekonomsko upravičena in v bistvu neizogibna, je točka preloma nastopila leta 2019, ko je na obstoječi progi prišlo do razlitja kerozina, ki je poniknil v območje tamkajšnjega vodnega vira.

Ni dvoma, gradnja moderne dvotirne proge Divača–Koper spodbuja gospodarsko rast in ustvarja nova delovna mesta. V širšem smislu privablja naložbe na celotnem območju, krepi logistiko, s tem pa tudi podjetja, občine in upravne službe. Povečuje privlačnost in prepoznavnost Slovenije ter izboljšuje pretok prebivalstva in pomen Luke Koper.

Z vzpostavitvijo dvotirnosti bo obstoječa proga ukinjena in ne bo več nevarnosti onesnaženja vodnih virov, saj je nova proga projektirana tako, da preprečuje nenadzorovana izlitja v hribino ali celo v vodne vire. Jasno je, da bodo s tem tudi odpadli visoki stroški vzdrževanja in upravljanja. Nova dvotirna proga bo odpornejša na vremenske vplive in podnebne spremembe, če samo pomislimo na žled. Zmanjšuje onesnaževanje, povečuje energetske učinkovitost, saj je krajša, z manjšimi padci in radiji ter omogoča večje hitrosti, kar pomeni tudi prihranek časa. Zmanjšani bodo izpusti CO<sub>2</sub>, povečali se bosta varnost in hitrost povezav ter okrepila povezava Slovenije s srednjo Evropo. Na stari progi lahko že manjša nesreča, požar ali zemeljski zdrs povzroči katastrofalno zaprtje proge. Posledice za Luko Koper bi bile ogromne. Ceste pa dodatnega pritiska zaradi povečanja tovarnega prometa iz Kopra proti Ljubljani ter naprej proti Avstriji, Nemčiji in Madžarski, ki so že zdaj preobremenjene, ne bi mogle prenesti.

Gradnja novih prog in infrastrukture prinaša prednosti in koristi državljanom ter družbi kot celoti. Pri gradnji nove infrastrukture je v prvi vrsti pomemben javni interes, ki mora prevladati. Gradnja infrastrukture nasploh izboljšuje kakovost življenja, povečuje sodelovanje in kulturno povezanost ter omogoča bolj uravnotežen regionalni razvoj. A vsak projekt potrebuje svoj čas, da se razvije v pravo smer, še posebej, ko gre za izgradnjo prve velike železniške proge v samostojni Sloveniji. Poti in tudi stranpoti, ki so vodile do gradnje železniške proge Divača–Koper, so bile dolge in zahtevne. Zato so razumljivi tako skepsa državljanov in strokovne javnosti kot tudi dileme odločevalcev, saj v Sloveniji doslej nismo imeli izkušenj z velikimi projekti, kot je Drugi tir, ki je tudi največji infrastrukturni projekt v samostojni Sloveniji.

## Projektiranje in vloga družbe 2TDK

Ob projektiranju obeh prog ugotavljamo, da je ustanovitev projektnega podjetja 2TDK projektu Drugi tir dala izjemen pospešek. Glavne usmeritve naročnika, družbe 2TDK, so bile ob začetku projektiranja jasno določene: kakovost, hitrost dela in ekonomičnost. Naročnik pri tem ni zahteval hitrosti le od pogodbenih partnerjev, temveč je tudi sam zagotovil učinkovito projektno vodenje in hitro odločanje znotraj lastne organizacije – česar projektanti





do tedaj nismo bili vajeni. Prav ta jasna struktura in odločnost naročnika sta nam omogočili, da smo delo opravljali z večjim elanom in projekt zaključili v krajšem času.

Danes se naročniki pogosto premalo zavedajo, da ravno pragmatičen pristop, pravočasne odločitve in sprotne kontrole bistveno vplivajo na hitrost, učinkovitost in kakovost izvedbe. Za vsak večji infrastrukturni projekt bi bilo smiselno ustanoviti projektno družbo po vzoru 2TDK. Takšna organizacijska zasnova prinaša jasne odgovornosti, krajše komunikacijske poti in večjo osredotočenost na rezultat. Poleg tega omogoča optimizirano financiranje, učinkovitejše procese projektiranja in gradnje ter posledično znižuje celotne stroške projekta. Prvi primer, kjer bi bil tak model posebej koristen, je projekt Ljubljanskega železniškega vozlišča. Prav odlične izkušnje s projektom Drugi tir so pokazale, kako pomembno je, da je »lastnik razvoja in problema« ena sama entiteta, kar ima za posledico, da so vsi udeleženci usmerjeni v skupen cilj – uspešno, kakovostno in pravočasno izvedbo projekta.



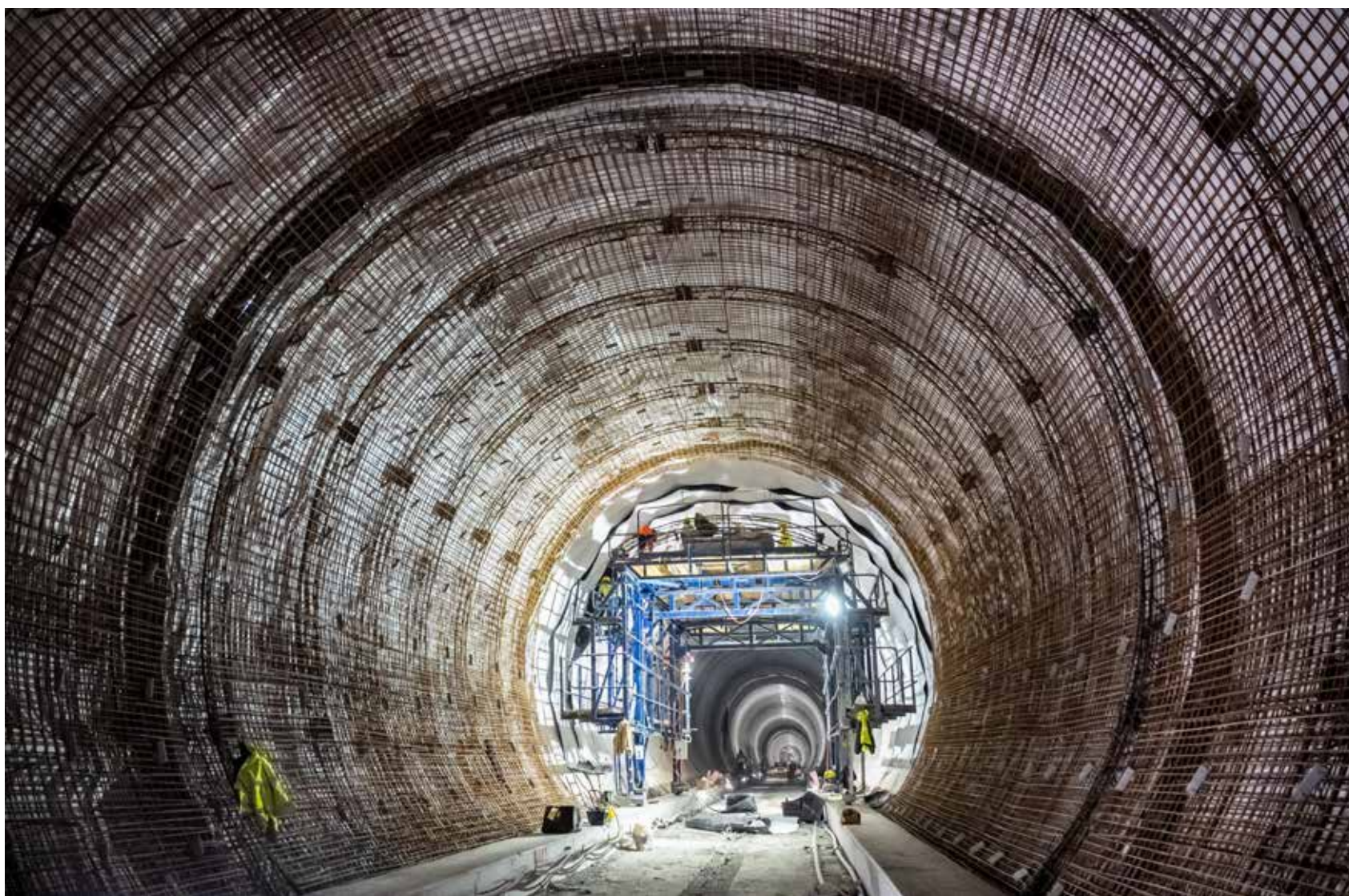


## Digitalizacija, tehnologija BIM in umetna inteligenca

Hitrost projektiranja smo zagotavljali tudi z optimizacijo procesov, uvedbo BIM-tehnologije in digitalizacijo.

Gradbeni sektor je bil ena zadnjih industrij, kjer digitalizacija še ni bila vpeljana. To se je s projektom izgradnje druge cevi predora Karavanke sicer spremenilo na projektni ravni, pri projektu Drugi tir pa se digitalizacija prvič dosledno izvaja tudi na izvedbeni ravni.

Pomembno je, da naročnik najprej sam prepozna prednosti in smiselnost uvedbe novih tehnologij ter jih jasno opredeli v projektni nalogi. Temu mora prilagoditi svojo organizacijsko strukturo, okrepiti strokovne ekipe in od





izvajalcev zahtevati uporabo teh tehnologij že v razpisnih pogojih. Uvedba digitalnih tehnologij prinaša številne tehnične prednosti – odpravo napak, hitrejšo gradnjo in lažje prilagajanje spremembam zaradi nepredvidenih okoliščin –, hkrati pa bistveno povečuje transparentnost celotnega procesa.

Ključna beseda preteklih petih let je bila digitalizacija, od lanskega leta naprej pa je umetna inteligenca, s katero si pri projektiranju in raziskavah pomagamo tako, da optimiramo ponavljajoče se delovne procese in iskalnik specifičnega projekta. Pri velikih projektih, kot je Drugi tir, imamo ogromno podatkov, zahtev iz projektne naloge, pogodbenih določil, strokovnih poročil, standardov, tehničnih specifikacij, zahtev upravljavca, lastnih izračunov in poročil ipd., pri obdelavi specifičnega dela projekta pa vedno znova in znova iščemo podatke. Zato smo vse dokumente in dokumentacijo naložili na zaprt sistem umetne inteligence, kjer lahko z opisnimi vprašanji iščemo in najdemo odgovore na specifična vprašanja. Drug primer je digitalizacija geoloških raziskovalnih vrtin, ki so v osnovi v formatu PDF. Te PDF podatke smo s pomočjo umetne inteligence digitalizirali, da so postali aktivni. Nato smo jih uvozili v geološki *software*, ki jih je implementiral v 3D geološki model.

## Kakšna vloga ostaja inženirki ali inženirju

Za uspešno izvedbo vsakega projekta je človek ključnega pomena – pogosto je celo najpomembnejši. Poznam številne primere projektov, kjer so se roki podaljšali, izvedba podražila in kakovost zmanjšala prav zaradi neprimernih medosebnih odnosov, neustreznega vodenja in neučinkovitega sodelovanja med deležniki.

Na povsem nasprotni način pa je voden projekt Drugi tir, nove dvotirne proge Divača–Koper, kjer so v ospredju znanje, reševanje problemov, pragmatičnost, odprta komunikacija, produktivnost in usmerjenost k rezultatom, ne k težavam. Ključni pogoj za uspeh so strokovnost, znanje in ustrezne izkušnje vseh deležnikov.

Pri projektu Drugi tir velja posebej omeniti inženirja Edmunda Škerbca, ključnega strokovnjaka, ki projekt spremlja, usmerja in vodi že več kot trideset let, v bistvu od prvega dne v službi. Tudi zato je za vse nas neprecenljiv vir informacij in prava enciklopedija Drugega tira.

## Zaključek ali le nadaljevanje

Tudi z digitalizacijo in razvojem umetne inteligence se vloga inženirjev ne bo zmanjšala. Verjetno se bo nekoliko spremenila, vendar bodo izkušnje, inženirska presoja in sposobnost odločanja še vedno nepogrešljive. Mnoge odločitve ne temeljijo zgolj na matematičnih algoritmihi, temveč tudi na humanizmu, človeški presoji in zdravi pameti. Kot gradnja železniškega omrežja, ki je pravzaprav velikanski skupek odločitev in usmeritev družbe, ki združuje sociološke, tehnične, finančne in humanistične vidike.

V železnicah je prihodnost.









# Železnice naše vsakdanje

Zgodovina železnic je pripoved o spremembah v času, prostoru in družbi. V zadnjih dveh stoletjih so železnice postale sinonim napredka, gospodarskega razvoja ter mobilnosti kapitala, blaga, ljudi in idej.

## Železnice kot merilo stopnje razvitosti držav

Vpliv železnic na čas, družbo, prostor in gospodarstvo je bil in je velik. Od zanimivega izuma so s širjenjem omrežja postale nepogrešljivi del ne samo gospodarske, temveč tudi družbene infrastrukture. V 19. stoletju so bile železnice merilo stopnje razvitosti držav. Tudi danes ni nič drugače. Ekonomsko razvite države imajo goste in učinkovite omrežje ter visoke povprečne potovalne hitrosti. Fascinacije z neizmernimi možnostmi mobilnosti in predvsem doseženimi hitrostmi so tesno vpete v doživetje železnic že od samega začetka. Ni je hitrosti, ki je ne bi želeli preseči, bodisi zaradi doživetja, ekonomske koristi ali tehnološkega izziva. Že od vsega začetka so bile železnice velik tehnološki, investicijski in upravljavski izziv. Oznanile so novo dobo v organizaciji in vodenju procesov načrtovanja, izgradnje in poznejšega upravljanja.

Centralizacija poslovnih procesov z železnicami dobi nov pomen. Pomislimo samo na čas oziroma ure kot orientacijske točke na poti skozi dan. Z železnicami je nastopila standardizacija časa, kajti vozni redi niso več dovoljevali lokalnih navad. Železnice so bile prve, ki so utirale pot standardizaciji, pred uvedbo srednjeevropskega časa na začetku devetdesetih let 19. stoletja. Unifikacija na nacionalnih in mednarodni ravni je vodila do drugačnega zaznavanja časa in neizogibno tudi prostora. Ure na železniških postajah postanejo merilo točnosti.

V 19. stoletju železnice na evropskem kontinentu niso imele enoznačnega pomena. Če so bile v Veliki Britaniji produkt potekajoče industrijske revolucije, je bilo v drugod v Evropi drugače. V Veliki Britaniji, kjer se je industrijska revolucija začela že v drugi polovici 18. stoletja, so železnice pomenile povzetek oziroma končni rezultat cele vrste izumov (tračnice, parni stroj ...) ter nadgradnjo obstoječe prometne povezanosti (ceste, reke, kanali)



in energetskih virov (premogovniki) v novo, dobro delujočo celoto. Dosežena stopnja razvoja je terjala hitrejši in učinkovitejši transportni sistem. Britanija je bila vzor ter navdih mnogim državam v Evropi in zunaj nje. Postala je model modernizacije, železnice pa med najpomembnejšimi merskimi enotami modernosti. V severozahodnem delu Evrope so bile železnice spodbujevalec industrijske revolucije. To področje je le z manjšim zaostankom za Veliko Britanijo ujelo vlak modernizacije. V drugih, vzhodnejših in južnih delih Evrope so železnice samo napovedovale prihajajočo industrializacijo v prihodnjih desetletjih.

## Gospodarski, socialni in kulturni učinki železnic

Železnice, kot kompleksen sistem, so oznanjale novo družbo, novo ekonomsko strukturo in nove načine upravljanja poslovnih procesov. Posledice železniških omrežij lahko razdelimo na gospodarske, socialne in kulturne. Pri gospodarskih velja izpostaviti vpliv na industrializacijo, saj so železnice omogočale zanesljiv, cenejši in – kar je bilo pomembno – hitrejši transport blaga in surovin od proizvajalcev do potrošnikov. Z izgradnjo omrežja in njihovo povezavo v mednarodni prostor so se spreminjala razmerja med lokalnim, nacionalnim in globalnim kontekstom. Železnice so s povezavami integrirale nacionalne prostore (gospodarsko, kulturno in socialno) in jih prek čezmejnih povezav tesno vpenjale v mednarodni prostor. Lokalni trgi so preraščali v nacionalne, nacionalni v mednarodne. Trgi so postali povezani bolj kot kdajkoli prej, rast trgovine je bila zato izjemna, kar je spodbujalo industrijsko proizvodnjo.

Gradnja železnic je bila velik podvig, mobilizirati je bilo treba veliko kapitala, tehniškega znanja in delovne sile. Vse to je vplivalo na razvoj bančništva, izobraževanja, železarsko industrijo, strojogradnjo in gradbeništvo. Omrežja so omogočala skorajda neomejeno geografsko mobilnost, s tem pa tudi pretok delovne sile s podeželja v industrijska središča doma in v tujini. Železnice so močno vplivale na razvoj (množičnega) turizma. S postopnim zniževanjem cen vozovnic se je odprla možnost potovanja tudi za manj premožne družbene sloje. Vendar je železnica z uvedbo različnih potovalnih razredov potrjevala obstoječe družbene neenakosti.

Na družbenem področju velja izpostaviti, da so železnice omogočile integracijo nacionalnih prostorov. Kraji, kamor je segla železnica, niso več veljali za odročne, težko dostopne. Zato so resno razmišljali, da bi po švicarskem vzoru zgradili zobato železnico na Triglav. Šele z





železnico sta Postojnska jama in Bled postala znameniti srednjeevropski turistični središči. Podeželje in mesta so bila naenkrat bistveno manj oddaljena. Ni bilo več treba hoditi peš ali uporabiti vprego. Potovanje z železnico je bilo zanesljivo, hitro in čisto. Pretok in izmenjava blaga in ljudi sta čez čas postala del vsakodnevne rutine. Železnica je vplivala na urbanizem in krajinsko načrtovanje, kajti prostorska zasnova mest in vasi se je prilagajala trasam prog in železniških objektov ter le redkokdaj obratno. Gradnja železnic je bila velik infrastrukturni poseg, ki je trajno zaznamoval pokrajino. Povečana prostorska mobilnost je poleg migracij omogočala tudi rast kulturne izmenjave. Kroženje idej, govoric, časopisov in knjig ter s tem kulturnih trendov, denimo mode, je bilo hitrejše. Zato je na dolgi rok nastopilo poenotenje prebivalstva na kulturnih in potrošniških vzorcih. Poštni vlaki so imeli zelo pomembno vlogo, pisma so bila tako rekoč čez noč pri naslovnikih. Ko so ob progah zgradili telegrafske in zatem še telefonske linije, je hitrost sporočanja dobila nov pomen. To so bili zametki sodobne informacijske družbe.

## In Slovenija?

Slovenija je ujela železniško prihodnost postopno. A je komaj čakala, saj so bila pričakovanja velika. Zavedanje, da nastaja nov in drugačen svet, je bilo očitno. Da je nujno biti zraven, ni bilo dvoma. Navdušenje, hrepenenje po napredku je močno prekašalo skepto in kapitalsko zaledje. Južna železnica, ki je povezala Dunaj in Trst, je prečkala slovensko ozemlje in ga povezala v prostor habsburške monarhije. Gradnja te železniške proge je bila izjemen projekt. Ne samo zaradi velikega kapitalskega vložka, temveč zaradi geografskih značilnosti prostora. Pomislimo samo na prelaz Semmering, kjer so morali uporabiti prilagojene lokomotive, da so vlaki lahko prečkali skoraj petsto metrov višinske razlike. Zgraditi je bilo treba več deset predorov in mostov. Tudi v slovenskem prostoru ni bilo nič drugače. Pesniški in borovniški viadukt ter železniška proga skozi sotesko Save so bili zamudni in zahtevni objekti, terjali so veliko napora in časa. Žal pesniški in borovniški viadukt danes ne obstajata več. Bila bi spomenika svoje dobe, odločenosti, tehničnega znanja in vere v napredek. Most pri Pesnici je prečkal močvirnato dolino, vendar je bila izvedba tako slaba, da se je viadukt začel pogrezati, nosilni stebri pa pokati. Po desetih letih so viadukt zasuli z zemljo. Opečnati viadukt, ki je imel 66 stebrov in je meril v višino 21 metrov ter dolžino 649 metrov, je izginil v nasipu. Veduta pokrajine se je po desetih letih znova zelo spremenila.

Viadukt prek borovniške doline na Barju je bil ravno tako impozantna zgradba. V dolžino je meril 561 metrov, v višino kar 38 metrov. Razdeljen je bil v dve nadstropji, prvo je imelo 22 obokov, drugo 25. Viadukt je podpiralo 25 kamnitih stebrov, utemeljenih na lesenih pilotih. Pred drugo svetovno vojno je bil viadukt zaradi dotrajanosti komaj še uporaben. Desetletja postopnega pogrezanja v barjanska tla in vremenski pogoji so načeli statično trdnost mosta. Viadukt je bil na koncu žrtev druge svetovne vojne, žrtev geostrateškega pomena povezave med Trstom, morjem in srednjo Evropo. Po zavezniškem bombardiranju leta 1944 ga niso več obnovili. Po zgraditvi obvozne proge po drugi svetovni vojni so mogočno konstrukcijo porušili, kot pomnik so ohranili le en steber.

Soteska Save, kjer je bilo treba progo vklesati v kamen, je bila vzrok zamud zaradi krhkosti terena, številnih podorov in delovnih nesreč. Skozi savsko sotesko so se prebijali zaradi zalog premoga v teh krajih. Železnica ni mogla



brez premoga kot energetskega vira. Premoga pa je bilo v Zasavju dovolj. Pri oskrbi železnic s premogom je izstopala Trboveljska premogokopna družba, ki so jo ustanovili leta 1873 v Ljubljani. Z vstopom investorjev z Dunaja je kmalu prevzela vse rudnike premoga v Sloveniji in tudi oskrbovanje železnic. Zasavski premog je do prve svetovne vojne poganjal vlake od Semmeringa do Trsta in od Beljaka do Trsta, pa tudi vse druge vlake na ozemlju današnje Slovenije še dolga desetletja zatem. Premogovniki, kot posledica izgradnje železnic, so omogočili ekonomsko in socialno preobrazbo zasavskih krajev. Posel je bil tako donosen, da je Trboveljska premogokopna družba postala velika gospodarska družba. Po pomenu in moči je daleč presegala slovenske meje, pa tudi jugoslovanske razsežnosti pred drugo svetovno vojno so ji bile komaj dovolj. Družba je bila največje jugoslovansko podjetje, bila je lastnik vseh slovenskih rudnikov premoga, poleg tega pa še nekaj opekarn, cementarn, tovarn apna v revirjih in elektrarne v Trbovljah. Veličina družbe je razvidna tudi iz dejstva, da so njene delnice kotirale kar na osmih borzah, treh jugoslovanskih (Ljubljana, Zagreb, Beograd) in v petih tujih finančnih središčih: na Dunaju, v Parizu, Pragi, Lyonu in Ženevi. Hkrati družba priča o dejstvu, da so železnice in energetika tesno prepletene že od samih začetkov. Brez železnic Trboveljske premogokopne družbe ne bi bilo.

Gradnja železnice je imela kratkoročno izjemen vpliv na lokalne ekonomije. Velike, več deset tisoč glave množice delavcev so s svojimi potrebami dvignile povpraševanje po hrani, prenočiščih in drugih potrebščinah. Hkrati je bilo lokalno prebivalstvo v gradnjo železnic vključeno s storitvami in delno tudi dobavami različnih materialov. Delavci so bili iz tujih krajev, prevladovali so Italijani. Domačini so takrat dobili priložnost, da spoznajo podobnosti in razlike ter različne kulturne vzorce delavcev iz drugih dežel. Vse ni teklo gladko, strpnost so velikokrat prekinili nesporazumi, tudi odprti konflikti. Vendar hujšega ni bilo. Prebivalstvo je bilo prvič v takem obsegu izpostavljeno medkulturni izmenjavi.

Prve železniške proge so gradili iz strateških potreb in razmisleka elit habsburške monarhije. Vodilo je bilo povezati Trst in balkanske predele prek Zagreba z notranjostjo oziroma centralnimi deli monarhije. Osrednja prometna in gospodarska os, in to ne samo slovenska, temveč tudi avstrijska, je postala smer Dunaj–Trst, dograjena leta 1857. Zaradi gospodarskega pomena Trsta so zgradili dodatno povezavo s severa. Leta 1906 so dokončali bohinjsko progo, ki je prek Beljaka, Jesenic in Gorice neposredno povezala južno Nemčijo s Trstom. Na temeljno omrežje so se navezovalе številne krajevne proge, ki so bile tako v državni kot tudi zasebni lasti (koncesije). V prvi etapi graditve železnic so bile v ospredju nadregionalne povezave. Tako so od Južne železnice zgradili odcepe za Benečijo, Hrvaško, Istro, Madžarsko in Koroško. V drugi etapi po letu 1890 se je nadaljevala graditev prog pokrajinskega in krajevnega pomena. Omrežje tedaj še ni vključevalo Prekmurja, ki je bilo vezano na madžarske železnice. Prekmurje je bilo prometno povezano s preostankom Slovenije šele po prvi svetovni vojni, ko se je tudi politično pridružilo Sloveniji v okviru Jugoslavije.

Železnica je močno zaznamovala slovenski prostor. Osnovni železniški križ je bil sorazmerno hitro zgrajen – že na začetku šestdesetih let 19. stoletja. Bistveno počasneje pa je potekala gradnja krajevnega omrežja železnic, ki je





bilo za slovenske pokrajine vitalnega pomena. Z njim se je ponujala priložnost za ne samo prometno, temveč tudi gospodarsko integracijo. Izostanek je imel posledice. Železnica kratkoročno ni prinesla hitrega napredka, prej nasprotno, saj so bili posamezni predeli pozno povezani v širši prostor. Ostajali so na obrobju.

## Ko zemljevid narekuje geostrateške odločitve

Pričakovanja o hitrem ekonomskem razvoju po izgradnji Južne železnice so ostala neuresničena. Koristi so začeli žeti šele nekaj desetletij kasneje. V vmesnem času pa je potekalo prestrukturiranje gospodarstva. Poplava industrijskega blaga iz drugih delov monarhije in sveta je predstavljala izziv za domače podjetnike. Na dolgi rok je železniško omrežje pomenilo geografsko koncentracijo gospodarskih potencialov, industrija se je razporedila ob osnovnih železniških progah. Do konca 19. stoletja je nastal t. i. industrijski ipsilon. Ob Južni železnici so se izoblikovala glavna slovenska gospodarska, kulturna in politična središča: Maribor, Celje, Ljubljana, Trst. V Ljubljani je sledil odcep proti Kranju in Jesenicam. Železnice so prinesle nove zaposlitvene možnosti, nove izobrazbene smeri, celo vrsto novih poklicev, pa tudi službe, ki so bile dobro plačane in dolgoročno varne. Zagotavljale so tudi prestižne pokojnine. Primer Mihaela Vošnjaka, inženirja in prvaka slovenskega narodnega gibanja, ki je bil železničarski uradnik, to potrjuje.

Tranzitni položaj slovenskega ozemlja se je okrepil s tako zasnovanim omrežjem. Prehodnost med severom in jugom ter med vzhodom in zahodom je trajna geografska značilnost teh krajev. Posledično tudi vključenost v evropske prometne tokove. Že v 19. stoletju so se močno zavedali tega dejstva in pričakovali velike gospodarske koristi. Razmislek o prehodnosti ozemlja ni nikoli zamrl. Med obema vojnoma ga je obudil Črtomir Nagode, ki je kot pomembno gospodarsko prednost videl lego na križišču evropskih prometnih koridorjev. Misel je bila živo navzoča



tudi po drugi svetovni vojni. Zemljevid je narekoval geostrateške odločitve. V novem geopolitičnem okolju hladne vojne so se odločili za gradnjo pristanišča v Kopru. Pristanišče pa ni moglo delovati brez povezave, zato so istočasno zgradili še železniško progo. »Prvi tir« je povezal koprsko pristanišče s slovenskim in mednarodnim omrežjem. Nastala je alternativna povezava do lastnega morja in s tem do širnega sveta, onkraj dosega železniških tirov. S stališča slovenskih geostrateških interesov je »prvi tir« nadomestil Južno in Bohinjsko železnico. Obe progi sta z novimi mejami po letu 1918 izgubili svoj pomen, služili sta drugi državi in drugim potrebam. Od šestdesetih let 20. stoletja naprej se je Slovenija dejavno vključevala v prometne tokove na območju severnega Jadrana in srednje Evrope. V tem je izstopalo pristanišče Koper, ki se je v sodelovanju z železnicami uveljavilo kot pomembno logistično središče v srednjeevropskem prostoru. Brez železnice, brez »prvega tira« to gotovo ne bi bilo mogoče.

## Kulturna integracija in njene posledice

Železnica je veliko pomenila za kulturno integracijo prostora. Omogočila je hitrejšo izmenjavo kulturnih dobrin in komunikacijo med posameznimi predeli, kar je s pridom izkoristilo nacionalno gibanje v procesih uveljavljanja slovenstva kot kulturne in politične kategorije. Železnica je tako prispevala k občutku skupnosti in pripadnosti na etničnem ozemlju. A je omogočala tudi izseljevanje, ki je tako močno zaznamovalo zadnji desetletji 19. stoletja. Z vstopom na vlak za Trst ali druga zahodnoevropska pristanišča so storili prvi korak na poti v ZDA, druge pokrajine habsburške monarhije ali Nemčijo. Do prve svetovne vojne se je iz Slovenije zaradi različnih razlogov izselila kar petina prebivalstva. Očitno so hudomušne verze iz časa gradnje Južne železnice ob pričakovanju prihoda prvega vlaka v Ljubljano vzeli hudo zares.

*Bliža se železna cesta,  
nje se, ljub'ca, veselim;  
iz Ljubljane v druga mesta  
kakor ptiček poletim.*

*Ak' je blizu tista cesta,  
moraš vzet' me, ljubček moj,  
da pogledat tuja mesta  
bom peljala se s teboj.*

(France Prešeren, Od železne ceste)











# Odiseja drugega tira

Drugi tir Divača–Koper je dobra, a draga šola, od katere bi se lahko veliko naučili, da ne bi ponavljali napak in da bi predvsem hitreje zgradili več podobnih in nujnih »drugih tirov«.

V poplavi informacij o pomenu in prizadevanjih za dograditev strateško pomembne infrastrukture, kot je nova železniška proga med Divačo in Koperom, se laična javnost pravzaprav težko znajde. O njej govorimo in pišemo že 30 let, pot je dolga in počasna, velikokrat v megli in že dolgočasna. Zaradi ogledovanja številnih posameznih dreves gledalec ne vidi gozda. Kratek pogled na pot, ki je pripeljala do tega »železniškega gozda«, kaže nekoliko bolj celovito sliko. Predvsem pa postavlja vprašanje in resen opomin: kam pridemo, če bo država za vsakih 27 kilometrov nove proge potrebovala 30 let? In če bo za vsakih 27 kilometrov proge treba opraviti vse to, kar je več generacij politikov, uradnikov, podjetnikov, profesorjev, inženirjev in delavcev doslej naredilo za majhen, na videz nepomemben tir na tako majhnem koščku sveta.

Slovenija si takega zavlačevanja pri gradnji tirov ne more privoščiti. Če bo za vsak tak košček novega tira potrebovala 30 let, bo hitro (na primer v dveh desetletjih) prometno najbolj zaostala država v Evropi.

## Prvi tir bo pripeljal še drugega

Med zaslužnimi, da bomo do te infrastrukturne zmage sploh prišli, je na prvem mestu Danilo Petrinja, drugi direktor Luke Koper, ki mu je v precej težjih razmerah uspelo, da so leta 1964 začeli graditi prvi tir, ko je Luka Koper pretovorila komaj 700.000 ton blaga. Z najpreprostejšo tehnologijo (ženske so s tovornjakov z lopatami raztovarjale pesek, na primer) so ga zgradili v dobrih treh letih. In to navkljub začetnemu nasprotovanju zvezne beogradske vlade. Tudi predsednik Tito je nasprotoval prvemu tiru do slovenskega morja še dve leti po začetku njegove gradnje. Ko pa se je sam pripeljal z modrim vlakom v Koper, se je zadržal v pogovoru z vodstvom Luke več kot štiri ure



in jih pohvalil z znanim stavkom: »Nije Hamburg ali bit će!« (Petrinja, 1999). Ta pionirska zmaga je omogočila, da danes v Luki pretovorijo letno 23 milijonov ton blaga in da je prva na Jadranu.

Dolgoletni direktor Luke Koper Bruno Korelič v svoji knjigi trdi, da so se priprave na drugi tir začele v začetku 80-ih let in da je imel projekt kasneje veliko podpore pri Marjanu Rekarju, ki je Slovenske železnice vodil med letoma 1993 in 1999. Ministrstvo za promet in zveze RS je leta 1996 (vlada Janeza Drnovška) naročilo izdelavo študije upravičenosti gradnje nove enotirne proge med Divačo in Koprom, projekt pa je tistega leta postal del nacionalnega programa razvoja železniškega omrežja države. Korelič se je spominjal, da so leta 1996 predvidevali sprejetje državnega lokacijskega načrta že za leto 1999 in da bi ga leta 2001 lahko začeli graditi (Šuligoj, 2001).

Leta 2001 ga niso začeli graditi, je pa tedanji direktor Slovenskih železnic Igor Zajec napovedal, da bi ga morali zgraditi najkasneje leta 2008. Že tedaj je na javnem posvetu razgrnil projekt, ki je bil povsem podoben temu, ki se zdaj končuje. In že tedaj je bila dilema, ali naj Italijani priključijo svoj tir iz Trsta na ta drugi tir ali naj se odločamo brez Italijanov. Korelič je bil že leta 2001 skeptičen o tem, da bo dočakal novo progo. »Mislim, da te različice ne bom dočakal, ali pa vsaj ne bom mogel priti na njeno otvoritev,« sem ga citiral v Delu (Šuligoj, 2001).

Leta 2001 je Drnovškova vlada podala pobudo za izdelavo državnega prostorskega načrta za novo enotirno progo od Divače do Kopra, ki ga je sprejela vlada Janeza Janše 14. aprila 2005. Sledilo je nekaj let zapletov in razpletov o tem, kako bi s tiri povezali koprsko in tržaško pristanišče. Bruno Korelič in nekdanji generalni konzul RS v Trstu profesor Livij Jakomin sta opozarjala, da je to past, saj ima tržaško pristanišče še danes težave za prevoz svojega blaga po tirih iz pristanišča. Italija je konec leta 2009 res odstopila od priključitve svoje proge na drugi tir, zato se je Pahorjeva vlada vrnila k prvotno zamišljeni enotirni povezavi. Tedanji prometni minister Patrick Vlačič je napovedal možnost, da bi lahko pridobili gradbeno dovoljenje že leta 2010 in tir začeli graditi že leta 2011, saj je imela država za ta projekt zbranih že več kot 450 milijonov evrov. Toda drugemu tiru namenjene milijone so potem hitro razdelili drugim projektom v državi.

## Zavlačevalci

Zavlačevanje z drugim tirom se je v drugem desetletju tega stoletja le še stopnjevalo. Ves čas se je ustvarjal vtis, da si drugega tira želi le peščica preveč ambicioznih gospodarstvenikov iz slovenske Istre in peščica novinarjev, ki je sledila tej »lokalpatriotski« prometni ambiciji. Navkljub odločitvam in obljubam vlade in navkljub prepričevanju istrskega gospodarstva, da je tir strateškega pomena za državo, so se priprave na gradnjo odvijale nerazumno počasi. V Direkciji za železniški promet so leta 2003, ko je bil direktor Anton Medved, odkrito povedali, da dajejo prednost obnovi obstoječega industrijskega tira, ki naj bi zadoščal za potrebe Luke Koper vsaj do leta 2015, drugi tir pa bi morali graditi šele tedaj, ko bo to res nujno (Šuligoj, 2003). Nasprotovanje drugemu tiru, ki ga je zastopal Anton Medved, se je še velikokrat pojavilo v javnosti in v dejansko odločujočih birokratskih krogih. Izstopajoče jasna nasprotovanja so denimo prodrli na plan 8. marca 2013, ko je minister za infrastrukturo



v odhajanju (Janševe vlade) Zvonko Černač izjavil: »Menim, da bo prišlo do temeljite presoje ustreznosti projekta drugega tira. Ekonomska upravičenost projekta se ne izide niti, če bi bil pretovor v Luki 30-krat večji« (Šuligoj, 2013). Tega leta je pretovor znašal 17,8 milijona ton. Černačeve besede so torej pomenile, da drugi tir ne bi bil ekonomsko upravičen niti, če bi imeli v Kopru tako veliko pristanišče, kot je Hamburg.

Ta ministrova izjava ni bila naključen, enkratni spodrseljaj nerodnega ministra, ki je imel morda slab dan. Leto in pol kasneje je kandidat za ministra za infrastrukturo Peter Gašperšič na zaslišanju v parlamentu, na odboru za infrastrukturo, okolje in prostor 15. septembra 2014, samozavestno povedal podobno, kot je že leta 2003 izjavil Anton Medved: »Drugega tira Divača–Koper ne bomo potrebovali še najmanj 30 ali 40 let, saj se je tovor že zdavnaj preusmeril skozi Italijo in Avstrijo« (z magnetograma seje odbora za infrastrukturo, okolje in prostor, 2014). Gašperšič je kljub temu postal minister in ni povsem jasno, ali ve, da je Luka Koper že tedaj pretovorila (ne računajoč nafte, ki gre po naftovodu iz Trsta v evropske države) več blaga kot tržaško pristanišče in da se je po tirih iz Kopra prepeljalo približno 2,5-krat več blaga kot iz tržaškega pristanišča. Minister ni ostal samo pri tej svoji neuresničeni napovedi. Kmalu po prevzemu funkcije je naročil študijo o upravičenosti vlaganj v drugi tir tujemu podjetju, v katerem je imel glavno besedo dolgoletni funkcionar pristanišča Hamburg Jürgen Sorgenfrei. Številni slovenski strokovnjaki s področja logistike so ocenili, da je bila študija napisana tako, da se s tirom ne bi zgodilo nič. V koprski pristaniški skupnosti pa so se logisti (še zdaleč ne samo Luka Koper) dobro zavedali pritiska povpraševanja in težav na železni cesti. Leta 2016 je hotel minister v nadzorni svet Luke Koper spraviti istega Sorgenfreia, a so se pristaniški delavci in Koprčani uprli.

## Madžarska zveza

Po več letih pričakovanj je ministrstvo za okolje in prostor 31. marca 2016, 11 let po sprejetju uredbe o DPN, izdalo gradbeno dovoljenje za drugi tir. Le nekaj mesecev kasneje izvemo, da se vlada Mira Cerarja dogovarja z Madžarsko o njenem vlaganju v drugi tir. To v resnici sploh ne bi bilo ključno vlaganje: za pičlih 200 milijonov evrov, ki bi jih posodila (obljubljen jim je bil dobiček in lep donos), bi Madžarska dobila polovični delež podjetja 2TDK in po možnosti še kak manjši terminal v Luki Koper. Javnost in del politike sta se tej nameri uprla, Cerarjeva in kasneje tudi Janševa vlada pa sta si še naprej zelo prizadevali za vključitev Madžarov v slovensko strateško infrastrukturo.

Hkrati je vlada Mira Cerarja maja 2017 sprejela Zakon o izgradnji, upravljanju in gospodarjenju z drugim tirom železniške proge Divača–Koper. Na določen način je s tem ustanovila neke vrste železniški Dars, torej državno podjetje 2TDK, ki skrbi za investicijo v zadnjih 27 kilometrov proge do morja. Problematičen je v tem, da je ta zakon sprejet samo za ta odsek. In da je samo zanj predvidena posebna oblika financiranja. Za noben drugi železniški odsek v državi ni predvideno, da bi se gradil iz podobne strukture finančnih virov. Poleg proračunskih sredstev (približno 400 milijonov) in bančnih kreditov (približno 360 milijonov) je projekt doslej dobil tudi 390 milijonov nepovratnih evropskih sredstev. Torej še nekoliko več, kot so mu sprva namenili v finančni konstrukciji. To



je v primerjavi z drugimi infrastrukturnimi projekti v Evropi (Pelješki most, na primer) malo in se s tem deležem ne moremo hvaliti, čeprav je drugi tir Divača–Koper veliko bolj v širšem interesu več evropskih držav in interesu mednarodne logistične povezanosti. Vse kredite in vsaj deloma tudi državna vlaganja naj bi v 45 letih povrnilo predvsem iz dveh zasebnih virov, ki jih doslej niso uporabili za noben drugi železniški odsek: to je pretovorna taksa, ki jo (od 1. marca 2019) plačujejo uporabniki pretovornih storitev Luke Koper in Petrola od pretovorjenega blaga v pristanišču, in dodaten cestninski evro, ki ga plačujejo uporabniki storitev pri prevozu blaga s tovornjaki na delu slovenske avtoceste. V medijih pa kljub taki strukturi finančnih virov še danes napačno navajajo in projektu delajo krivico, da se za drugi tir »zapravlja« davkoplačevalski denar. V resnici bo z omenjenimi taksami poplačan največji delež investicije v drugi tir.

## Referendumi

Takoj po sprejetju zakona o drugem tiru je civilna iniciativa Davkoplačevalci se ne damo z Vilijem Kovačičem na čelu in s podporo stranke SDS junija 2017 zbrala 48.000 podpisov za referendum proti zakonu, ki bi omogočil financiranje projekta. V razpravi so trdili, da nočejo zapravljati davkoplačevalskega denarja. Nasprotovali so trasi tira, čeprav je bila izbrana že leta 2003 in jo je vlada Janeza Janše podprla leta 2005 ob sprejemu prostorskega načrta. Civilna iniciativa je na septembrskem referendumu pogorela, toda s pomočjo ustavnega in vrhovnega sodišča dosegla, da so referendum maja 2018 ponovili. To pa zato, ker vlada menda ne bi smela finančno sodelovati v kampanji proti referendumu. A tudi drugi referendum ni zaustavil projekta, za kar si je prizadeval del državljanov Slovenije.

## Popolno nasprotje TEŠ 6

Nasprotovanje projektu se je kazalo še na več drugih načinov. Leta 2013 so na primer isti (nasprotujoči) viri trdili, da bo ta novi tir enaka polomija, kot je bila TEŠ 6. Povsem brez osnove so zavajali slovensko javnost, da bo projekt stal 1,4 milijarde evrov, kar se niti 13 let po zavajanjih ni izkazalo za resnično. Projekt je popolno nasprotje TEŠ 6 že z ekološkega stališča, saj je za TEŠ 6 kmalu postalo jasno, da je projekt ekonomsko, energetsko in ekološko povsem zavožen. Novi tir pa bistveno bolj varuje okolje, kot ga sedanji tir ali vožnja po cesti. Junija 2019 je prišlo na starem tiru do iztirjenja vlaka, iz katerega je steklo 6700 litrov kerozina, ki k sreči ni pustil vidnih posledic v okolju. Vlak povzroča požare, protipožarno uničevanje rastja ob progi škoduje nenehno ogroženemu viru pitne vode, od katerega je odvisnih 120.000 prebivalcev slovenske Istre in še kakih 30.000 turistov. Da o hrupu in drugih vplivih na okolje ne govorimo. Obstoječi tir je edina tirna povezava pristanišča s svetom. Če bi se prekinil, bi bilo pristanišče odrezano od trgov. Potniki, ki se želijo peljati na morje ali z morja v Ljubljano, pa se z vlakom lahko peljejo le nekajkrat na dan in še tedaj traja vožnja tri ure, največkrat v kombinaciji z vožnjo z avtobusom.

Januarja 2019 je vlada Marjana Šarca potrdila prvi popolnejši investicijski program načrtovane gradnje, ki je za novi tir predvideval 1,194 milijarde evrov. Kasneje je vodstvo 2TDK dvakrat znižalo predvideni znesek sredstev.





Uprava (Dušan Zorko in Marko Brezigar) je ugotovila, da bi na račun nekaterih racionalizacij pri deponiji odkopane materiala in pri zmanjšanju predorskih profilov ter odpravi izogibališč za vlake v predoru vrednost del lahko znižali za kakih 110 milijonov evrov. Uprava, ki jo je vodil Pavle Hevka, pa je znižala še rezervacije za nepredvidena dela. Tako so prišli do ocene, po kateri bi drugi tir zgradili za samo 1 milijardo evrov. Toda pocenitvam je račune prekrižala sprva pandemija, še veliko bolj pa vojna v Ukrajini, ki je prinesla velike cenovne pretrese tudi v gradbeništvu. Zato so leta 2023 spet nekoliko zvišali investicijski program na 1,109 milijarde evrov. Predvsem so spet upoštevali višji znesek za rezervacije in predvideno podražitev tretjega sklopa zaradi gibanja cen na trgu. Tako bo končni znesek precej podoben tistemu iz začetka leta 2019. Tudi rok dokončanja je ostal enak, kot so ga zahtevali pred začetkom gradnje. Glede na to, da je turški izvajalski partner zaradi finančnih težav moral predčasno premestiti večino delavcev z gradbišča, predvsem pa glede na ovire, ki so se pokazale v kraškem terenu šele tik pred dokončanjem del v kraških predorih in z velikim plazom v dolini Glinščice, bi bila nekajmesečna zamuda pravzaprav zanemarljiva v primerjavi z 20 leti birokratskih in političnih zavlačevanj. To, da bodo tir zgradili v prvotno predvidenem roku in skoraj brez finančnih odstopanj, je za slovenske razmere dosežek in velika figa vsem nasprotnikom projekta, ki ob tem ne upoštevajo izgub zaradi zavlačevanja.

## Zamude pri pripravih so draga šola

Razmere na slovenskih cestah v zadnjih dveh letih nazorno kažejo, kako veliko škodo so državi in vsem uporabnikom železnice povzročili vsi, ki so načrtno in premišljeno zaustavljali projekt. Leta 2013 bi bistveno ceneje in lažje zgradili isti tir. Tedaj so bile gradbene cene vsaj tretjino nižje, pa tudi kapital in bančni krediti so bili praktično zastoj, saj so banke ponujale kapital brez obresti. Razmere v svetu so se bistveno spremenile. Izgubljenih je bilo



veliko logističnih poslov, pa tudi ceste so veliko bolj uničene, kot bi bile, če bi že imeli učinkovitejšo železniško povezavo. Danes ni mogoče za vso nastalo in veliko izgubo nikomur izstaviti računa. Niti pobudnikom dveh referendumov niti tistim, ki so se pritoževali na vse možne organe in urade (vse do Evropske komisije) ali naročali revizije in na ta način za več let podaljšali že zdavnaj nujen projekt. Menda ima v demokraciji vsakdo pravico brez posledic nasprotovati projektu, četudi se izkaže, da je to počel s škodljivimi nameni.

Pa še nekaj: Cerarjeva vlada je 8. junija 2017 odločila, da se začne postopek za spremembo prostorskega načrta za gradnjo dvotirne proge. Državni prostorski načrt, ki omogoča gradnjo še vzporednega tira, je bil z uredbo dopolnjen šele konec oktobra 2024 (vlada Roberta Goloba) in omogoča pripravo projektne dokumentacije ter pridobitev gradbenega dovoljenja za gradnjo vzporednega levega tira. Zgrajen naj bi bil leta 2030, in to z le minimalnimi proračunskimi sredstvi, saj ga bodo gradili predvsem iz prihodkov iz pretovorne in cestninske takse. Če drugega ne, je drugi tir tudi zelo velika šola, ki nas uči, kako ne bi smeli ravnati v vseh drugih podobnih infrastrukturnih projektih v državi. Hkrati je obogatil državo z izkušnjami in znanjem, ki bi moralo olajšati (pa tudi pospešiti) gradnjo ter odpreti vrata vsem ostalim strateško nujnim objektom. Če bi se le hoteli učiti od njega.

## Mediji in javnost o strateško nujnem infrastrukturnem preboju

Posebno poglavje dolge poti do tega infrastrukturnega projekta je odnos javnosti in medijev. Pričakovali bi konstruktivno držo do projekta, saj pomeni tudi odločilen korak za razvoj ostale slovenske logistične infrastrukture in utrjevanje položaja države nasploh. Slovenski odnos do drugega tira bi spet lahko primerjali z odnosom hrvaških medijev do Pelješkega mostu. Slovenski strateški državni projekt je doživljal pogrome, lov na čarovnice in bil talec najrazličnejših političnih, ekonomskih ali drugih igrar. Napadi nenaklonjenosti in ovire so se še posebej v času med 2010 do 2020 kar vrstili. Na trenutke je postal drugi tir predmet kolektivne histerije in političnih obračunavanj ter orodje prikritih gospodarskih, celo protidržavnih dejanj, pravzaprav sabotaž. Še danes v več primerih ne uživa konstruktivne pozornosti in spoštovanja, ki bi ju pričakovali v odnosu do tako prelomnega projekta v državni infrastrukturni strategiji. Prednosti takšnega tira so v javnih obravnavah pogosto drugotnega pomena, nekaj povsem postranskega. Zato pa je vsakih nekaj mesecev mogoče slišati dovolj nasprotnikov, ki dokazujejo domnevno sporna ali celo kriminalna ozadja projekta.

V javnosti so zato v povezavi z novim tirom raje govorili o domnevnih aferah z aneksi, o spodrsrljaju, ki se je zgodil ob naročilu makete, politika je zahtevala dva referenduma na isto temo, nekaj časa, celo tik pred začetkom gradnje, so ponujali »boljše« trase in vračilo projekta za 15 let nazaj na začetek, nenehno primerjali 2TDK s propadlim TEŠ 6 in že leta 2013 strašili, da bo finančno enaka polomija s celo višjim (večmilijardnim) končnim zneskom, kot ga je povzročil projekt TEŠ 6. Pa čeprav ostaja potreben znesek za dokončanje projekta že vsaj sedem let praktično isti, in to navkljub vsem drastičnim spremembam, inflaciji in posledičnim podražitvam v svetu. In navkljub temu, da je drugi tir že zgolj z ekološkega stališča diametralno nasproten projektu TEŠ 6. Eden od znanih slovenskih univerzitetnih profesorjev je vztrajal in prepričal mnoge politike in medije, da bi morali namesto železniških tirov



graditi nekakšno vzpenjačo do višje ležečega Krasa, čeprav ponujena tehnologija ni imela para (podobnega primera) v svetu, kaj šele mednarodno priznanih certifikatov o ustreznosti tehnologije. V Sloveniji so posamezniki pisali ovaduška pisma na različne evropske naslove in Evropski komisiji o »neprimernosti«, »potratnosti« in »kriminalnosti« tega projekta. Vložek tistih, ki so nasprotovali projektu, je bil res nenavadno velik in podcenjevan, mediji pa so tem prizadevanjem brez primerne distance prepogosto omogočali opazno več prostora kot podpori nujnega razvojnega preboja na državnem železniškem omrežju, vlogi, ki bi jo moral igrati drugi tir.

Na nenavaden način se je razbohotilo ne najbolj naklonjeno razpoloženje proti novemu tiru do morja. Razlogi so bili različni, toda rezultat takšnega pretiranega in nepričakovano obsežnega nasprotovanja je vsaj pet- ali desetletna zamuda projekta, ki je povzročila največjo (verjetno milijardno) škodo in izpad prihodka državi, gospodarstvu in okolju, a hkrati tudi zamudo na drugih železniških projektih v državi. Če bi bil namreč drugi tir zgrajen pred desetimi leti, bi se zdaj pogovarjali o zaključevanju dveh drugih podobno nujnih »drugih tirov« v Sloveniji. O nekonstruktivnem razpoloženju do tega projekta največ povesta kar dva referendumata na isto temo. Dva nasprotujoča referendumata sta po avtorjevem mnenju posledica tudi neustrezne odločitve sodne veje oblasti, saj je bilo povsem logično in pričakovano, da je predlagatelj zakona (torej vlada) razlagal, zagovarjal, pojasnjeval in si na vse načine prizadeval za njegovo uresničitev.

Zapisano seveda ne pomeni, da mediji ne bi smeli kritično spremljati nepravilnosti, napak in morebitnih nezakonitosti pri izvedbi projekta. Toda v občutno pretiranem valu nasprotovanj drugemu tiru ni šlo za pričakovano kritičen in smiseln nadzor nad izvajanjem projekta. Šlo je za kampanjo proti. Prav velik obseg nadzora najrazličnejših institucij, število različnih inšpektorskih intervencij in celotne pozornosti javnosti, število objav, razprav ter najrazličnejših nasprotujočih akcij daleč in nesorazmerno presega vse druge podobne projekte v državi. Vse to so morali premagati, da so prišli do konca. Si Slovenija lahko privošči takšno razvojno zadržanost in omahljivost? Ima država v predalu še vsaj tri podobne razvojne železniške projekte, ki bodo v kratkem, na primer naslednje leto, sledili primorskemu drugemu tiru?

## Literatura in viri

- Petrinja, Danilo (1999): *Gradnja Luke Koper in železniške proge Koper–Prešnica*. Koper: Luka Koper, d. d.
- Šuligoj, Boris (2001): *Koprčani sprašujejo: Bo čas povozil drugi tir?*. Ljubljana: Delo, 14. 5. 2001.
- Šuligoj, Boris (2003): *Trčenje na napačnem tiru: Je drugi tir nujnost ali pretiravanje?*. Ljubljana: Delo, 16. 5. 2003.
- Šuligoj, Boris (2013): *Črnač: Drugi tir se ekonomsko ne izide*. Ljubljana: Delo, 9. 3. 2013.
- Državni zbor RS, magnetogram 1. nujne seje Odbora za infrastrukturo, okolje in prostor, 15. 9. 2014.  
Dostopno na: <https://www.dz-rs.si>



# RAZNOLIKI IZZIVI GRADNJE DRUGEGA TIRA













# Misliti mostove

Vse od začetkov civilizacije imajo mostovi pomembno vlogo pri gospodarski rasti in razvoju družb. Vpogled v načrtovanje in gradnjo mostov se kaže kot napredek inženirstva skozi čas. V manj kot 2000 letih smo prešli od starodavnih kamnitih lokov z razponi le nekaj metrov do sodobnih mostov s poševnimi zategami z razponi preko 1000 metrov in visečih mostov z razponi preko 2000 metrov.

## Mostovi, simboli prostora in časa

Mostovi povezujejo in zbližujejo ljudi, premoščajo ovire in krajšajo poti. Imajo velik pomen tudi v simbolnem smislu – velikokrat jih uporabljamo kot prisposodo, ko želimo poudariti pomen sodelovanja, povezanosti ljudi in dobrih odnosov.

Mostovi so kraljevska disciplina gradbeništva. To je že leta 1958 zapisal znameniti nemški projektant Fritz Leonhardt v svoji knjigi *Brucken/Bridges* (slov. *Mostovi*). Vse inventivne konstrukcijske rešitve so bile najprej uporabljene pri mostovih, potem šele pri na primer kupolah, velikih športnih dvorinah in drugih objektih. Mostovi nosijo v sebi inovacijo gradbeništva; so nosilci razvoja v smislu inventivnosti konstrukcijskih zasnov, materialov in tehnologije gradnje. Ta *know-how* se prenaša na ostalo gradbeništvo. So tudi nosilci inženirske estetike. Ob vsem tem so mostovi, zlasti veliki, kot skulpture, ki jih projektant umešča v prostor.

Mostovi so v osnovi utilitarni infrastrukturni objekti, ki v prvi vrsti služijo svojemu prvinskemu namenu, premoščanju naravnih ovir. Biti morajo varni in racionalno zasnovani. S svojo pojavnostjo in velikostjo močno posegajo v obstoječi prostor – prostora obeh bregov se združita in povežeta –, zato je zelo pomembna tudi oblikovna komponenta. Projektant se mora pri snovanju vedno vprašati: kako vse te zahteve združiti v zanimivo celoto, v krajinsko umirjen, varen, pa tudi ljudem všečen in zanimiv objekt. Ne smemo pozabiti, da vsak pomembnejši most nosi tudi posebno simboliko in postane po izgradnji simbol prostora in časa. Čeprav nekateri



most primerjajo s spomenikom časa, pa ni spomenik – to zveni preveč potentno. Mostovi so vedno odraz dobe in njene tehnološke razvitosti ter projektanta in njegovega občutka za skladnost in estetiko. Pa tudi, ali je imel most prosvetljenega investitorja, ki je idejo prepoznal in podprl ter bil zanj pripravljen narediti večji napor.

Vsak poseg v krajino povzroči fizično spremembo in mentalno doživljanje prostora. Pri mostovih moramo še bolj kot pri drugih infrastrukturnih objektih upoštevati krajino. Biti dovolj zreli, imeti dovolj talenta, široko izobrazbo in odprt pogled za razumevanje prostora, v katerega – kot kiparji – polagamo most, to ogromno skulpturo. V prostoru bo ostala tudi, ko nas ne bo več. Zato poskušam to ogromno »skulpturo« umestiti tako, da bo temu prostoru draga in da se tudi čez leta lahko nanjo ozrem z dobrim občutkom, z mislijo, da ne bi ničesar spremenil. Da je vključena v okolje in je minimalistična, kljub svoji velikosti, ter ni moteča. Seveda bi bila lahko vulgarno postavljena, čisto tehnicistična, utilitarna. Ko v tujini včasih vidim oblikovno popolnoma ponesrečene velike viadukte, pomislim, kakšna priložnost je bila izgubljena. Pa tudi to, da imamo le enkrat v življenju možnost postaviti most na določeni lokaciji, zato se je treba potruditi tako za velik kot za manjši most. Naloga projektanta je tudi začititi prostor in vanj nevsiljivo umestiti most ali viadukt, da je lep, stabilen, odporen na veter, potrese in druge vremenske pojave ter da ne pokvari slike krajine, ampak se z njo zlije in postane dodana kakovost prostora.

## Graditelji

In kje je potem mojstrstvo? Mojstrstvo je – tako mislim – v tem, da znaš s strukturo narediti dobro arhitekturo. In ljudje to prepoznajo. Osnovni atributi lepote so vedno isti in so neodvisni od časa. To so: simetrija, ritem, proporcije, umirjenost. Ni treba biti ne arhitekt ne inženir, ljudje imamo občutek za skladnost, to nam je imanentno, lastno.

Mostovi so na prehodu med inženirstvom in arhitekturo, med konstrukcijsko logiko in oblikovalsko svobodo. Inženirstvo se do sredine 19. stoletja ni tako strogo ločevalo na arhitekturo in strukturo. Gradili so se rimski akvadukti, gotske katedrale, renesančne kupole, železniški mostovi, jekleni viadukti ... In če pogledamo na primer da Vincija, Palladia in Brunelleschija, pa tudi na nekoliko pozabljenega inženirja in predvsem inovatorja Fausta Vrančiča, ki je prvi že leta 1616 predstavil idejo o hibridnem visečem mostu z železnimi kabli, so bili predvsem veliki raziskovalci, imenujem jih *graditelji*. Bili so nekdaj in so tudi danes. So polivalentni, znajo objekt zasnovati, poskrbeti za njegovo arhitekturo, obvladajo tehnologijo gradnje in materiale. Graditelji so inženirji z arhitekturnim talentom in znanjem ter arhitekti s konstrukcijskim znanjem. Združujejo obe strani, ki se prav pri mostovih dopolnjujeta. Ko se danes projektira velik, zahteven most, je treba imeti znanje – vse od oblikovanja in geologije do znanja o materialih, tudi vetru in potresih. Zame sta pri mostovih arhitektura in struktura povezani, neločljivo povezani, pri mostovih sta si arhitekt in inženir najbližje, se učita drug od drugega. Lahko se doseže mojstrstvo, kot pri viaduktu Millau na avtocesti iz Pariza proti Barceloni, ki ima skoraj 300 metrov visoke stebre. Je popolno delo, mojstrovina arhitekta Normana Fosterja in inženirja Michela Virlogeuxa.



Mostovi so objekti z velikimi razponi, ki se gradijo horizontalno. Obvladovanje teže konstrukcije je povsem drugačno kot pri visokih gradnjah, kjer se elementi nalagajo drug na drugega. Medtem ko so danes najvišje stavbe visoke do 1000 metrov, pa imajo mostovi razpone več kot dva tisoč metrov. Rekorde pri velikih razponih trenutno obvladujejo Turki, čeprav Kitajci preko Rumene reke že gradijo viseči most z razponom 2300 metrov. Naši sosedi Italijani so se odločili – zdaj pa zares –, da bodo začeli graditi most na Sicilijo s 3300 metri razpona. To bo zopet novi mejnik, kajti vsake toliko časa se v stroki zgodi preboj.

Pri projektiranju in gradnji je treba poznati materiale in tehnologijo gradnje. Mostovi so zaradi specifičnosti lokacij vedno zelo izpostavljene konstrukcije. Prav zato so potrebna dodatna specialistična znanja s področja globokega temeljenja, potresnih analiz in vplivov sunkovitih vetrov velikih hitrosti. Mostovi z velikimi razponi morajo biti čim lažji, zato so izredno občutljivi za sunkovite vetrove, so nenehno v gibanju, kar povzroča utrujanje materialov.

Hiter razvoj informatike in v zadnjem času umetna inteligenca prispevata k razvoju tudi v gradbeništvu. Na primer, mostov, kot se gradijo danes, pred petdesetimi leti ne bi mogli zgraditi, ker nismo imeli računalniške podpore za izredno kompleksne izračune. Danes je sodobna računalniška tehnologija del našega ustvarjalnega procesa, zelo sposobni računalniki in laboratoriji za testiranje mostov pa bistveno olajšajo delo. Vendar je zame še vedno višek vsega dobra skica, ker je še človekova. Črta ni nikoli ravna, ker se roka malo zatrese, ko jo vlečeš in razmišljaš. V tej neravni črti je skrita vsa lepota snovanja in razmišljanja.

## Projekt Drugi tir

Pri snovanju in izvedbi velikih in pomembnih projektov, kot je Drugi tir, sta nujno potrebna interdisciplinarni pristop in predvsem široko družbeno soglasje.

Pri mostovih in ostalih velikih infrastrukturnih objektih je treba še bolj kot pri objektih visokih gradenj upoštevati krajinske značilnosti lokacije, ki pogojuje arhitekturno in konstrukcijsko zasnovo objektov. Ključno je, da zna projektant z zasnovo konstrukcije odgovoriti na izziv tako, da viadukt v danem krajinskem okolju ni tujek. To velja za najdaljši viadukt na drugem tiru, 620-metrski Vinjan, ter še posebej za viadukta Gabrovica, desni in vzporedni levi, ki prečkata Osapsko dolino pod avtocestnim viaduktom Črni Kal.

Dejstvo je, da zasnova kakovostnih in »lepih« mostnih konstrukcij vedno nastaja z usklajevanjem med različnimi možnostmi izbora, ki jih določajo lokacija mostu, geološki in hidrološki pogoji, dolžina premostitve, višina in razporeditev podpor na terenu, razpetine med podporami in njihov ritem, višina konstrukcije, način temeljenja, gradbeni materiali, tehnologija in organizacija gradnje, prometna varnost, tehnološka razvitost - in seveda graditeljska kulturna tradicija.



Optimizacija nosilnih konstrukcij ni nikoli samo rezultat računskih analiz in logičnega presojanja, ampak tudi občutka za skladnost. Ključno merilo izbora konstrukcije sta vedno vitkost oziroma lahkotnost konstrukcije in dinamika prostora, ki jo (so)ustvarja struktura mostu. Sodobne inženirske zasnove mostov izhajajo iz procesa iskanja prilagoditve objekta lokaciji in drugim pogojem gradnje, ki so vedno edinstveni in lokalni. Projektantu so pri tem na razpolago različni gradbeni materiali in tehnologije gradnje.

Vsak pomembnejši most, še posebej pa prostorsko križišče dveh železniških in cestnega mostu, ustvarja posebno simboliko, ki po izgradnji postane nova prepoznavnost v prostoru. Pomembno je torej, da so mostovi oblikovani v skladu z načeli inženirske estetike, za katero je ključnega pomena razumevanje oblike nosilne konstrukcije v smislu poznavanja toka sil. Most tako z jasno določenimi nosilnimi sklopi v konstruktorskem smislu vedno deluje racionalno in oblikovno izčiščeno.

### Viadukta Gabrovica

Avtocestni viadukt Črni Kal je postal arhitekturni infrastrukturni simbol samostojne Slovenije. Izziv je bil projektirati križanje še z dvema železniškima viaduktoma in doseči konstrukcijski minimalizem, skladnost s prostorom. Voziščni konstrukciji železniških viaduktov sta zasnovani kot betonski koriti, s čimer smo rešili tudi učinke močnih bočnih sunkov vetra ter težavo s hrupom; z U presekom smo tudi znižali stroške gradnje in vzdrževanja. Z idejo »fiktivnih oken« na viaduktih konstrukciji asociirata na hitra potniška vlaka, ki švigneta izpod avtocestnega viadukta preko doline. Okna viadukta ter razmerje razponov in višin stebrov se približujejo razmerju zlatega reza.

Z dvotirno železniško povezavo Divača–Koper bo še z drugim železniškim viaduktom nastalo prostorsko križišče dveh železniških viaduktov z avtocestnim viaduktom. Na koncu bodo trije viadukti, avtocestni in oba železniška, tvorili novo, oblikovno zaključeno celoto. V tej konstrukcijsko-arhitekturni zgodbi je treba jasno povedati in predvsem v oblikovnem smislu poudariti značaj železniških in velikega avtocestnega viadukta, ki bo kot oče bdel nad svojima sinovoma. Tu nastaja še poseben problem, ker na





majhnem, sorazmerno omejenem prostoru nastaja kompozicija več nosilnih struktur. Železniška viadukta potekata na višini pribl. 50 metrov nad terenom, torej nekako na polovici višine stebrov črnokalskega cestnega viadukta.

Prvi, desni železniški viadukt sem zasnoval s koritasto prednapeto armiranobetonsko konstrukcijo tako, da popolnoma preprečuje udar vlaka v steber črnokalskega viadukta ob morebitnem iztirjenju. Enako bo zasnovan tudi viadukt na vzporednem levem tiru. Ključno je, da glede varnosti ni in ne sme biti nobenega strokovnega dvoma ali dileme. Železniška viadukta bosta varna, projektirana in grajena v skladu s sodobnimi evropskimi predpisi ter standardi. Enako velja tudi za mostova v dolini Glinščice in viadukta Vinjan.

Kot optimalna tehnologija gradnje tako desnega kot levega viadukta je bila izbrana tehnologija postopnega narijanja s pomožnim jeklenim kljunom preko razponov dolžine 64 metrov. S to tehnologijo gradnje je zagotovljena visoka kvaliteta izvedbe, kar je ključno za zagotavljanje trajnosti premostitvenih objektov.

#### Viadukt in most Glinščica

Desni, že zgrajeni viadukt čez dolino Glinščice, ki je z naravovarstvenega vidika zelo zaščiten, je dolg 215 metrov. Škatlasta zasnova voziščne konstrukcije je rešila dva ključna izziva, in sicer z energetskega vidika optimalno



prezračevanje predorov T1 in T2 s samo eno prezračevalno enoto ter varovanje naravnega okolja doline Glinščice, saj zaprta škatla preprečuje širjenje hrupa in izpuste emisij v prostor. Vzporedni levi most bo krajši in bo prečkal globoki kanjon doline Glinščice samo enkrat, preostali del železniške trase pa v tem predelu poteka v predorih in galeriji.

### Viadukta Vinjan

Že zgrajeni viadukt Vinjan je s 620 metri dolžine trenutno najdaljši zgrajeni viadukt na trasi drugega tira. Pri že zgrajenem, desnem viaduktu Vinjan je bila pri graditvi uporabljena tehnologija proste konzolne gradnje, stebri so višine do 60 metrov, karakteristični razponi voziščne konstrukcije pa znašajo 100 metrov. Razmerje razponov in višin stebrov se približuje razmerju zlatega reza (lat. *sectio aurea*), zaradi česar bosta po tudi po izgradnji vzporednega levega tira viadukta v prostoru delovala zelo umirjeno in skladno.





Drugi viadukt Vinjan na levem tiru bo skupne dolžine več kot 750 metrov in bo enako kot desni globoko temeljen na vodnjakih ter bo imel karakteristične razpone 100 metrov. Ko bo zgrajen tudi drugi viadukt, bosta to sodobna železniška dolinska viadukta s semi-integralno konstrukcijsko zasnovo in minimalnim številom ležišč, kar bistveno vpliva na stroške vzdrževanja in prometne zapore. Tako zasnovana viadukta, racionalna in trajna, z usklajenim ritmom podpor in maksimalno reduciranimi stroški vzdrževanja predstavljata lep primer inženirskega minimalizma, ki smo ga lahko srečali pri znamenitem inženirju in konstruktorju Pieru Luigiju Nerviju.

Viadukta sta umeščena med grebene Osapske doline in severna pobočja tinjanskega hribovja, proti severu se z dolino Vinjanskega potoka odpirata proti Trstu. S svojo mikrolokacijo in višino voziščne konstrukcije do 65 metrov nad terenom sta izpostavljena močnim vetrovom. V ta namen je na obeh viaduktih predvidena delno propustna protivetrna ograja iz armiranih akrilno steklenih elementov, višine 3,7–4,5 metra.

## Moji mostovi

Presegati dosedanja znanja, pridobivati izkušnje, se vedno znova učiti. Poznati in izkoristiti sodobne tehnološke ter informacijske možnosti, a hkrati ohraniti radovednost, odprtost za svojo stroko in tudi druga področja. Spoštovati in upoštevati kulture in zgodovine narodov ter držav je temelj delovanja. Le tako je mogoče ustvarjati mostove s trajnim pozitivnim učinkom na naravo in ljudi, ne glede na to, za katero kulturno okolje jih projektiramo.

Najlepši del mojega poklica je nenehno raziskovanje in iskanje rešitev. Znanje in vrhunskost sta ključ preživetja in napredka, svobode in ustvarjalnosti. Inženir mora imeti tudi poslovno žilico, pomembne so dobre poslovne poteze. A na koncu štejejo samo dejstva – ali ti je uspelo most tudi zgraditi ali ne. Žal je toliko lepih zasnov in zares dobrih idej ostalo samo na papirju.

Rad imam mostove, ki sem jih projektiral – so »moji mostovi«. Z njimi je povezanih veliko lepih spominov in novih prijateljstev. Jih bo že kar preko 200 v Evropi, Aziji, na Bližnjem vzhodu in v severni Afriki. V njih je vgrajena ogromno napora, razmišljanj, veselja, razočaranj, tako kot je to nasploh v življenju. In kateri mi je najljubši? Je to največji slovenski viadukt Črni Kal, ki lebdi med meglicami nad Osapsko dolino, ali največji in najvišji izraelski železniški viadukt preko prelepe doline izpod Jeruzalema, železniški viadukti Gabrovica in Vinjan na drugem železniškem tiru Divača–Koper, mostova s poševnimi zategami preko reke Evfrat v Turčiji, osamljeni 600-metrski viadukt v Alžiru ... ali skoraj 2,5 kilometra dolg most Pelješac, ki je po več kot 300 letih ponovno povezal južno Dalmacijo z ostalim hrvaškim ozemljem.

Moj edini možni odgovor je: Ne glede na to, ali sem projektiral velik ali majhen most, slabo ali dobro plačan, znan ali neznan, vedno sem poskušal ostati dosleden glede kakovosti projekta in iskren v izpovednem – arhitekturnem in konstrukcijskem smislu.







# Predorogradnja kot trend sodobnega gradbeništva

Pedorogradnja je v zadnjih desetletjih postala ena najpomembnejših smeri razvoja sodobnega gradbeništva in s tem moderne infrastrukture. Tam, kjer je treba prometno infrastrukturo speljati skozi predore, je kombinacija prostorskih omejitev, okoljskih zahtev ter potrebe po hitrejši in učinkovitejši infrastrukturi privedla do številnih rešitev. Tako predori danes predstavljajo ključne infrastrukturne objekte, ki povezujejo regije in omogočajo razvoj trajnostnih prometnih koridorjev tudi na področju železniške infrastrukture.

Evropa je prostorsko nasičena, številna območja pa so okoljsko občutljiva. Prednosti načrtovanja in izvedbe infrastrukture v predorih so zmanjšanje vplivov na okolje, optimizacija zelene geometrije in bistveno večje hitrosti potovanja. Napredek v tehnologijah izkopa in podpornih sistemov je močno zmanjšal tveganja, zato so danes izvedljivi tudi predori v izjemno zahtevnih geoloških okoljih.

Tako so trenutno tudi v naši soseščini projekti, kjer bo velik del železniške infrastrukture potekal skozi predore.

## Pregled najpomembnejših železniških predorov v naši soseščini

Najpomembnejši oziroma največji projekti železniške infrastrukture v naši soseščini so Koralm (33 km), Bazni predor Semmering (27 km) in Bazni predor Brenner (64 km), najdaljši železniški predor v Evropi.

Koralm – nova železniška hrbtenica med Štajersko in Koroško

Koralm je eden ključnih infrastrukturnih projektov v Avstriji in širšem alpskem prostoru, saj ustvarja novo, hitro železniško povezavo med Gradcem in Celovcem. Jedro projekta je skoraj 33 kilometrov dolg Koralmški predor, ki poteka skozi masiv, z globino nadkritja, ki doseže več kot tisoč metrov. To ga uvršča med najzahtevnejše predore v Evropi, tako z vidika geologije kot tudi izvedbe.



Pomen projekta je izjemen, saj se bo potovalni čas med Gradcem in Celovcem skrajšal s približno dveh ur na manj kot 45 minut, kar bo izboljšalo tako mobilnost prebivalcev kot gospodarske tokove. Hkrati je Koralm sestavni del široke evropske mreže TEN-T, predvsem koridorja Baltik–Jadran, ki je med ključnimi za preusmeritev prometa s cest na železnice.

Finančno je projekt ena večjih investicij Avstrije, pri čemer stroški koralmskega predora dosega približno 1,6 milijarde evrov, celoten koridor pa več kot 6 milijard.

Bazni predor Semmering – sodoben odgovor na stoletni alpski prometni izziv

Zasnovan je kot dolgoročna rešitev za eno prometno najbolj obremenjenih in geološko zahtevnih železniških tras v Evropi. Zgrajen bo pod masivom Semmering na trasi, ki je že v 19. stoletju veljala za enega največjih dosežkov železniškega inženirstva. Nova proga predstavlja tehnološko nadgradnjo prejšnje generacije, saj bo omogočila bistveno hitrejšo vožnjo, večjo kapaciteto ter predvsem zanesljivejšo in varnejšo železniške povezave.

Predor je dolg 27,3 kilometra in je razdeljen na dve enotirni cevi, ki sta medsebojno povezani. Kar projekt dela poseben, je izjemno heterogena geologija Semmeringa. Na relativno kratkih razdaljah se izmenjujejo fliš, apnenec, glinasti materiali in razpokane formacije, kar zahteva stalno prilagajanje izkopa.

Projekt se zaradi narave terena podaljšuje in prilagaja. Gradnja se je uradno začela leta 2012, glavni preboj pa je bil dosežen leta 2024. Odprtje predora je predvideno za leto 2030. Vrednost celotne investicije je ocenjena na približno 3,3 milijarde evrov. Ko bo predor dokončan, bo bistveno skrajšal potovalne čase med Dunajem in Gradcem ter omogočil boljšo pretočnost tovornih vlakov, kar je ključno za evropske logistične tokove.

Bazni predor Brenner – najdaljši železniški predor v Evropi in prelomnica alpskega prometa

Je največji in najambicioznejši železniški predorski projekt v Evropi. Z dolžino 64 kilometrov in dvema vzporednima enotirnim cevema predstavlja novo raven podzemne infrastrukture. Predor povezuje Innsbruck v Avstriji in Fortezzo v Italiji ter je ključni del severno-južnega koridorja, ki bo po dokončanju postal hrbtenica železniškega prometa med Nemčijo, Avstrijo in Italijo.

Brennerski predor ni zgolj tehnični projekt, ampak tudi strateška okoljska investicija. Učinek preusmeritve tovarnega prometa s ceste na železnico je izjemen predvsem zaradi zmanjšanja hrupa in emisij ter bistvene razbremenitve avtocestnega prelaza Brenner, ki velja za enega najbolj obremenjenih v Alpah. Ko bo predor odprt (predvidoma leta 2032), bo potovanje skozi Alpe postalo bistveno hitrejšo, energetsko učinkovitejšo in predvsem bolj trajnostno.

Finančni okvir projekta presega 8,3 milijarde evrov, kar odraža njegovo velikost in kompleksnost. Poleg Avstrije in Italije projekt pomembno sofinancira tudi Evropska unija, saj predstavlja temeljni gradnik prometnega





Skandinavsko-Mediteranskega koridorja. Brenner bo po odprtju postal najdaljši železniški predor v Evropi in eden največjih v svetovnem merilu – simbol nove faze alpske mobilnosti.

## Primerjava gradnje železniških projektov v naši sosesčini s projektom Drugi tir Divača–Koper

Primerjava treh velikih železniških predorskih projektov s projektom gradnje drugega tira železniške povezave med Divačo in Koprom kaže, da ima vsak projekt svoj specifičen tehnični in strateški kontekst. Brennerski bazni predor je daleč največji in najdražji, saj poteka globoko pod Alpami, geološko izjemno zahtevnimi masivi, zaradi česar je razvojni cikel najdaljši. Semmering predstavlja tipičen primer projekta, kjer geološka raznolikost močno vpliva na čas in ceno gradnje, saj se tehnologija izkopa pogosto prilagaja dejanskim razmeram. Koralm je tehnično naprednejši projekt, ki učinkovito združuje izkop v stabilni hribini, zato je strošek na kilometer relativno nižji.

Drugi tir Divača–Koper je v primerjavi z njimi zagotovo konkurenčen. Čeprav poteka skozi izjemno zahteven kraški teren, ima najnižjo enotno ceno na kilometer, obenem pa je njegova operativna izvedba časovno najhitrejša. Po obsegu je manjši, vendar se po geološki kompleksnosti (več kot polovica proge poteka skozi kras) in deležu predorskih del, saj 75 % železniške proge poteka skozi predore, uvršča med najzahtevnejše evropske projekte v svoji kategoriji. Skupno gledano je Drugi tir primer projekta, ki z optimalno uporabo tehnologij (prevladujoče NATM), učinkovitim vodenjem in jasnim strateškim ciljem dosega izjemno razmerje med stroški, časom in tehnično zahtevnostjo.



|                                       | Koralm                           | Bazni predor Semmering                    | Bazni predor Brenner             | Drugi tir Divača–Koper                                      |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Država                                | Avstrija                         | Avstrija                                  | Avstrija & Italija               | Slovenija                                                   |
| Dolžina predorov                      | 32,9 km                          | 27,3 km                                   | 64 km                            | 37 km (7 predorov in 3 servisne cevi v najdaljših predorih) |
| Metoda izkopa in tehnične značilnosti | TBM + NATM, kristalinske kamnine | NATM + TBM, heterogena geologija          | TBM + NATM, globoko pod Alpami   | NATM, kraški teren                                          |
| Začetek gradnje                       | 2008                             | 2012                                      | 2011                             | 2018                                                        |
| Predviden zaključek                   | 2025                             | 2030                                      | 2032                             | 2026                                                        |
| Trajanje izvedbe                      | ~15 let                          | ~18 let                                   | >20 let                          | ~8–9 let                                                    |
| Glavni geološki izzivi                | Visoki napetostni sistemi        | Mešane formacije (glina, fliš, karbonati) | Metamorfne cone, globina >1700 m | Jame, kaverne, prelomi                                      |
| Skupni stroški                        | ~1,6 mrd € (predor)              | ~3,3 mrd €                                | ~8,3 mrd €                       | ~1,2–1,3 mrd €                                              |
| Cena na km                            | ~50 mio €/km                     | ~120 mio €/km                             | ~130 mio €/km                    | ~45–50 mio €/km                                             |

Tabela 1: Primerjava gradnje železniških projektov v naši soseščini z drugim tirom Divača–Koper

### Izzivi sodobne predorogradnje

Sodobna predorogradnja zahteva celovit pristop, ki združuje geotehniko, hidrogeologijo, logistiko, požarno varnost, varnost in zdravje pri delu, tehnologijo izkopa ter natančno projektno vodenje. Predorski projekti so kompleksen sistem, v katerem se morajo posamezni inženirski ukrepi izvajati usklajeno, saj lahko že majhna odstopanja povzročijo večje tehnične in ekonomske posledice.

Med ključnimi izzivi izstopajo stabilnost hribine, upravljanje vodnih pritiskov in zagotavljanje ustrezne podpore v času izkopa. Geomehanske lastnosti hribine se lahko spreminjajo že na kratkih razdaljah, zato mora izvedba temeljiti na principu sprotne opazovanja in prilagajanja, kar zahteva vključitev večjega števila strokovnjakov. V ta namen se uporabljajo tridimenzionalni geološki modeli, geofizikalne napovedi in stalni monitoring deformacij.

Zelo pomemben vidik je logistika izkopa in transporta. Predori imajo ozka dostopna mesta, zato je treba natančno načrtovati dovoze, izvoze, betoniranje ter dobavo armature in druge opreme. Pri velikih projektih se uporabljajo avtomatizirani transporterji, digitalno upravljanje vozniških ciklov in centralna gradbiščna logistika. Učinkovit transport izkopnega materiala je med ključnimi dejavniki produktivnosti.

Vsekakor je treba dati zadosten poudarek varnosti in zdravju pri delu. Predori predstavljajo omejen prostor, kjer je treba zagotoviti ustrezno prezračevanje, odvod dima, nadzor plinov, evakuacijske poti in komunikacijske sisteme. Standardi požarne odpornosti, evakuacije in nadzora postajajo čedalje strožji, kar vpliva tako na projektiranje kot na gradnjo.



Sodobna predorogradnja vse bolj vključuje trajnostne principe. Predori zmanjšujejo vplive na površino, omogočajo nižje emisije v prometu in predstavljajo hrbtenico okolju prijaznejšega transportnega sistema. V izvedbi se uveljavljajo nizkoemisijski stroji, električni transporti, optimizirane transportne poti in recikliranje izkopnih materialov.

Skupaj ti elementi ponazarjajo, da sodobna predorogradnja presega klasično gradbeništvo, saj gre za interdisciplinarno dejavnost, ki združuje geologijo, inženiring, digitalizacijo, trajnost in visoko stopnjo varnostnih standardov.

## Strateški pristop k predorogradnji

Pedorogradnja je v zadnjih letih postala ključni gradnik sodobne prometne infrastrukture, predvsem v železniškem sektorju. Naraščajoče zahteve po hitrejšem, varnejšem in okolju prijaznejšem transportu ter prostorske omejitve na površju vodijo k vedno večjemu obsegu podzemnih projektov. V alpsko-jadranski regiji so projekti, kot so Koralm, Semmering, Brenner in Drugi tir, jasen dokaz, da se predorska gradnja razvija v smeri tehnološke odličnosti, visoke stopnje digitalizacije in natančnega upravljanja tveganj.



Izkušnje teh projektov potrjujejo, da so geološke in tehnične negotovosti obvladljive z ustreznim načrtovanjem, stalnim geotehničnim nadzorom in uporabo najsodobnejših metod izkopa. Prav tako kažejo, da je uspeh megaprojektov močno odvisen od kakovostnega projektnega vodenja, transparentnih pogodbenih razmerij in sposobnosti prilagajanja nepredvidenim razmeram med gradnjo.

Pedorogradnja ni več zgolj funkcionalna rešitev, temveč strateški pristop, ki omogoča boljšo povezanost regij, hitrejšje gospodarske tokove in zmanjšane vplive na okolje. V prihodnosti bodo predori igrali še pomembnejšo vlogo, saj evropski prometni sistemi prehajajo na nizkoogljične modele, kjer bodo železniške povezave ključni nosilec trajnostne mobilnosti.

S tem se potrjuje, da predori niso samo inženirski objekti, temveč bistveni gradniki razvojnih strategij držav in mednarodnih koridorjev ter ena najzahtevnejših, a tudi najnaprednejših disciplin sodobnega gradbeništva.







# Veliko izzivov pri gradnji predorov

Pri izkopih predorov drugega tira je bilo veliko gradbenih, inženirskih, projektantskih in tudi krasoslovnih izzivov, predvsem v delu proge med Divačo in Črnim Kalom, ki se jim je bilo treba med gradnjo zoperstaviti in jih na koncu uspešno rešiti. Nekaj najpomembnejših predstavljamo v nadaljevanju.

## Število predorov

Drugi tir je predorska oziroma podzemna proga, saj kar 75 % proge (20,5 kilometra od 27,1) poteka pod zemljo, v sedmih predorih, kar predstavlja svojevrsten inženirski izziv. Izkopna dela so bila najbolj nepredvidljiv del gradnje drugega tira, saj je gradnja predorov potekala na geološko zelo raznolikem in zahtevnem terenu. Na drugem tiru je izkopanih sedem predorov, med njimi trije dvocevni. Skupaj je tako izkopanih 37,4 kilometra glavnih in servisnih predorskih cevi ter izstopnih cevi, kar je več, kot smo jih v Sloveniji izkopali v tridesetih letih avtocestnega programa. Vsekakor svojevrsten dosežek, ki ga v evropskem prostoru zmorejo le redki. Poseben izziv je predstavljal izkop najdaljšega predora v Sloveniji, predora Lokev (T1), dolžine 6714 metrov, ki poteka skozi zakraselo hribino s številnimi kraškimi pojavi. Doslej je bil v Sloveniji s 6327 metri najdaljši Bohinjski predor, zgrajen leta 1906.

## Geološke razmere na progi

Trasa drugega tira je razdeljena na dva odseka; na zgornjem odseku proge od Divače do Črnega Kala poteka pretežno v karbonatnih kamninah, v spodnjem odseku proge od Črnega Kala do Kopra pa preide v flišne kamnine. Prav zaradi zapletenih geoloških razmer se je gradnja drugega tira spopadala s številnimi izzivi. Največji izziv je predstavljal še neraziskani kraški svet s številnimi kraškimi pojavi, nepredvidljivimi hidrogeološkimi razmerami, številnimi prelomnimi conami, prehodi med različnimi formacijami itd.



## Izkop in podpiranje predorov

Predori drugega tira so bili grajeni po novi avstrijski metodi (NATM, angl. *New Austrian Tunneling Method*). Gre za ciklično metodo, kjer je celotni izkopni profil zaradi lažje tehnološke izvedbe razdeljen v izkopne faze, in sicer v primeru drugega tira na kaloto ter stopnico s talnim obokom. Izkop predorov je večinoma potekal z vrtanjem in miniranjem ter s strojnim izkopom s predorskim bagrom. Dolžine izkopnih korakov so se med gradnjo prilagajale dejanskim geološko-geotehničnim razmeram.

Za podpiranje izkopnih čel in zagotavljanje stabilnosti izkopnega območja je bilo uporabljeno primarno podporje, sestavljeno iz brizganega in mikroarmiranega brizganega betona, radialnih sider, jeklenega paličja, jeklenih sulic, jeklenih cevi oziroma cevni štčitov ter sidrni štčitov. V času izkopa so se sproti izvajale meritve deformacij primarnega podporja, na podlagi katerih so se spremljali vplivi gradbenih del ter prilagajali izkopi in podporni ukrepi. V nadaljevanju so v preglednici zbrane količine izkopov in vgrajenega primarnega podporja za vse predore:

|                                                      |                |           |
|------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| Skupaj predori T1–T8 (izkop in primarna podgradnja)* |                |           |
| Izkop**                                              | m <sup>3</sup> | 2.673.928 |
| Brizgani beton                                       | m <sup>3</sup> | 76.239    |
| Mikroarmirani brizgani beton                         | m <sup>3</sup> | 126.441   |
| Armaturne mreže                                      | t              | 1.311     |
| Sidra                                                |                |           |
| Sidra SN                                             | kos            | 142.503   |
| Samouvrtana sidra                                    | kos            | 11.377    |
| Jekleni loki                                         |                |           |
| Palični nosilci                                      | t              | 1.006     |
| Jeklene sulice                                       |                |           |
| Rebraste palice                                      | kos            | 57.707    |
| Samouvrtane palice                                   | kos            | 6.458     |
| Cevni štčit                                          | kos            | 1.692     |

\* Podatki iz decembra 2025

\*\* Material v raščenem stanju

## Gradnja predorov v kraškem svetu

Predora Lokev (T1) in Beka (T2) v večjem delu potekata skozi karbonatne kamnine (apnenec) slovenskega kraša in posamezne flišne luske. Območje sestavljajo relativno trdne, nosilne in vodoprepustne kamnine s številnimi kraškimi pojavi, kot so votle ali z jamskim sedimentom zapolnjene kraške jame, kaverne, brezna itd., kar je zahtevalo nenehno prilagajanje gradnje predorov.



Gradnja v kraškem svetu je pomenila določeno tveganje, ki se mu kljub predhodnim geološko-geomehanskim raziskavam ni bilo mogoče v celoti izogniti, zato je bilo poznavanje hribinskih razmer v okolici predora izrednega pomena. Med izkopom so se morebitni kraški pojavi na trasi gradbenih del ugotavljali z geofizikalnimi preiskavami v 100-metrskih horizontalnih vrtinah in s preiskavami tal vzdolž talnega oboka.

Odkritih in raziskanih je bilo 98 kraških pojavov, ki so neposredno vplivali na potek gradnje in so predstavljali potencialna tveganja dolgoročni stabilnosti predorov odseka od Divače do Črnega Kala. V večini primerov je bilo treba premostiti manjše razpone in zagotoviti hidrološke obvoje, v ostalih primerih pa je bilo treba izvesti večje ukrepe za zagotavljanje stabilnosti in trajnosti predora. Izvedeni so bili številni sanacijski ukrepi, ki so vključevali utrjevanje hribine z injektiranjem, zamenjavo temeljnih tal, zapolnjevanjem s črpnim, polnilnim in z mikroarmiranim brizganim betonom ter izvedbo manjših in večjih premostitvenih konstrukcij. Posebni zgodbi sta povezani z jamama 2TDK-066 in 2TDK-080 v predoru Beka (T2), kjer je bilo treba izvesti štiri premostitve oziroma mostne konstrukcije razponov med 25 in 45 metri, kar je bil daleč največji tehnični izziv pri gradnji v kraškem podzemlju. Zaradi razsežnosti in velikosti jam je bilo treba konstrukcije izvesti tako v glavni kot tudi servisni cevi predora. V predoru Lokev (T1) so se izvedle prostoležeče betonske konstrukcije in prednapeta betonska konstrukcija razponov med 24 in 32 metrov. Pri vseh premostitvenih konstrukcijah gre za edinstvene rešitve, s katerimi je bila zagotovljena trajna stabilnost predora.

## Gradnja predorov na flišnem območju

Predori na spodnjem odseku proge od Črnega Kala do Kopra potekajo po flišnem območju Slovenskega primorja, kjer je značilno menjavanje plasti glincev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov. Zaradi narivanja so flišne kamnine nagubane in tektonsko pretrte, kar je z vidika stabilnosti predstavljalo poseben izziv. Gradnja je potekala v lažjih geoloških pogojih, vendar je zaradi menjavanja različnih kamnin, prelomnih con, spremenljivih vpadov plasti in hidrogeoloških pogojev med izkopom prihajalo do nestabilnosti in porušitev hribinskih mas izven območja predvidenega izkopa.

Najslabše geološko-geotehnične razmere ter s tem tudi največji izzivi so se pojavili v predoru Osp (T5-6), kjer so bili na posameznih odsekih v kaloti izmerjeni kumulativni pomiki velikosti do 18 centimetrov. Izmerjene deformacije so narekovale uporabo močnejših podpornih ukrepov, krajše izkopne korake in hitro zapiranje talnega oboka. Zaradi večjih deformacij so bili za spremljanje obnašanja okoliške hribine v predor vgrajeni kompleksni merski profili (večtočkovni ekstenziometri, merske celice na radialnih sidrih in merilci specifičnih deformacij v primarni oblogi). V preostalih predorih na odseku od Črnega Kala do Kopra so bile geološko-geotehnične razmere boljše, kar se je odražalo na manjših deformacijah velikosti do 10 milimetrov. Na posameznih lokalno problematičnih območjih, vezanih na nizko nadkritje, tektonske cone in povečane dotoke vode, so bili izmerjeni vertikalni in horizontalni pomiki od 5 do do 10 centimetrov.



## Gradnja predorov v območju naselij in infrastrukturnih objektov

Trasa drugega tira je deloma speljana v vplivnem območju naselij in infrastrukturnih objektov. Zaradi manjšega nadkritja je bilo največ izzivov na trasi spodnjega odseka od Črnega Kala do Dekanov. Nad predorom Škofije (T8) so deli naselij Plavje, Zgornje Škofije in Dekani, avtocestni predor Dekani ter regionalna cesta Dekani–Črni Kal. Pri prečkanju teh območij je bilo treba prilagajati izkop, postopke razstreljevanja in podporne ukrepe.

Nadkritje predora Škofije pod regionalno cesto znaša približno šest metrov, vendar zaradi močnejših in prilagojenih podpornih ukrepov, kot je uporaba cevnege ščita v dolžini 60 metrov, vozišče ni bilo poškodovano. Izmerjene deformacije niso presegale 15 milimetrov. V območju avtocestnega predora Dekani znaša nadkritje približno 40 metrov. Med izkopom se je izvajala sprotne geodetske spremljave predora, ki je pokazala, da so bili v desni cevi avtocestnega predora zabeleženi pomiki velikosti 5 milimetrov, kar je zaradi ugodnih geotehničnih razmer manj od izračunane vrednosti, ki je bila ocenjena na 2 centimetra.

Na območju dela naselja Plavje, kjer nadkritje znaša od 30 do 50 metrov, so se upoštevale omejitve izkopa v nočnem času, pa tudi omejitve glede vibracij. Na podlagi rezultatov meritev smo sproti prilagajali dolžino izkopnega koraka in shemo razstreljevanja, oboje z namenom, da se preprečijo mejne vrednosti vibracij, ki bi lahko vplivale na objekte v okolici.

V vplivnem območju predora Tinjan (T4) je avtocestni odsek Črni Kal–Dekani. Zaradi nizkega nadkritja, ki znaša le od 18 do 20 metrov, tektonsko poškodovanega in preperlega laporovca ter prisotnosti vode so bile na območju avtoceste izmerjene vertikalne deformacije v velikosti do 25 milimetrov. Z močnejšimi podpornimi ukrepi in hitrejšo gradnjo talnega oboka je bil večji vpliv na objekte omejen.

Zaradi bližine naselij in vpliva izkopa predora so se na vplivnem območju naselij Lokev (predor Lokev T1), Plavje in Dekani (predor Škofije T8) z generiranjem vibracij (VibroScan) izvedle meritve prenosa vibracij na okolico. Za zmanjšanje vibracij in hrupa, ki nastane pri železniškem prometu, je bil na določenih odsekih v predoru nameščen sistem MSS (angl. *Mass-Spring System*) oziroma masovno vzmetni sistem.

## Gradnja predorov v območju nizkega nadkritja

Poseben izziv pri gradnji predorov so predstavljala območja nizkega nadkritja, saj trasa proge poteka mimo številnih manjših, a strmih in ozkih dolin. Da ni prišlo do porušitve okoliške hribine v predorsko cev in s tem posledično porušitve na površini, je bilo na mestih, kjer se pojavlja majhna debelina nadkritja, pred izkopom predorov treba izvesti dodatne ukrepe, ki so vključevali izvedbo cementne stabilizacije in koroškega pokrova. Tipični območji nizkega nadkritja sta se pojavili na območju predora Osp (T5-6) in predora Škofije (T8).





V območju nizkega nadkritja je bila najzahtevnejša gradnja predora Škofije (T8) v območju Škofijskega potoka, kjer nadkritje znaša le 3,5 metra. Pred izkopom je bilo treba na območju potoka izvesti koroški pokrov oziroma armiranobetonski obok v dolžini 20 metrov ter začasno zaježiti in regulirati Škofijski potok. Z navedenimi ukrepi in injektiranjem v predoru je bila zagotovljena stabilnost tega odseka predora in zmanjšan dotok vode v predor.

## Hidrogeološke razmere

Izkop obeh predorov v zgornjem delu proge, kjer se pojavljajo karbonatne kamnine, je potekal preko hidrogeološko zahtevnega ozemlja. Na območju prelomnih con med posameznimi formacijami je bila stopnja zakraselosti visoka, kar se je odražalo na hidrogeoloških razmerah. Na zakraselih odsekih so bili predori izdelani kot nedrenirani, tako da gradnja ni vplivala na podzemne hidrogeološke sisteme. Med izkopom predora Beka je bilo največ pozornosti deležno območje Beško-Ocizeljskega jamskega sistema, ki je znano po visokih vodostajih, vendar med izkopom nismo naleteli na vodne rove.



V primerjavi z zgornjim odsekom, kjer je podzemna voda pomembno vplivala na potek gradnje, so bili hidrogeološki vplivi na spodnjem delu proge manjši in bistveno ugodnejši. Predori na odseku med Črnim Kalom in Koprom so grajeni v flišu, zaradi česar so v celoti izvedeni v drenirani izvedbi. Na posameznih odsekih, kjer so bili zabeleženi večji dotoki vode, je bilo izvedeno injektiranje za zmanjšanje vodoprepustnosti in s tem manjši vpliv gradnje predora na okolje. Hidrogeološke razmere med gradnjo tega odseka so bile ugodnejše od napovedanih in tako do večjih dotokov vode ni prihajalo.

## Preboj predorov

Poseben in edinstven trenutek pri izkopu je preboj oziroma združitev dveh predorskih cevi. Na trasi drugega tira se je izkop predorov izvajal na več vpadnih mestih hkrati; tako je bilo skupaj zabeleženih deset prebojev glavnih in servisnih cevi ter trije preboji izstopnih cevi. Vsak preboj je sicer zgodba zase, skupna jim je točka preboja pod površjem, ki se je zaradi manjšega vpliva praviloma izvedla na območju večjega nadkritja.

Poseben izziv sta predstavljala preboja predorov Stepni (T3) in Tinjan (T4), ki sta bila izvedena na začasnem portalu v območju manjšega nadkritja iz notranjosti predora na začasni portal. Vpliv podzemnega izkopa predora Tinjan (T4) na posedke površine je lokalno znašal tudi do 11 centimetrov, kar je bilo več od pričakovanega. Popolnoma edinstven in nepričakovan je bil preboj zadnjega predora Beka (T2). Točka preboja servisne cevi je bila v najdaljši jami 2TDK – 080. Preboj se ni izvedel na kaloti, temveč na stopnici, kar je predstavljalo še dodaten izziv.

## Izvedba betonskih del in tira na togi podlagi

Izkop predorov predstavlja prvo fazo do končne izgradnje. Že med izkopom so se začela dela za izvedbo notranje obloge, ki je bila razdeljena na več faz (talni obok, temelji notranjega oboka, hidroizolacija predora, vzdolžne bočne drenaže in notranji obok). Sočasno z izvedbo notranje obloge so se izvedla še ostala betonska dela, ki so vključevala kinete za kabelsko kanalizacijo in odvodnjo. V predoru je izredno malo prostora, saj gre za železniške predore, ki imajo bistveno manjše prereze kot avtocestni, zato je bilo načrtovanje posameznih faz izrednega pomena, izvedba pa še večji logistični izziv. Največji izziv pri transportu materiala je predstavljala dolžina predorov, majhen profil, sočasna izvedba različnih faz in dostop v predor.

Zaradi omejenega prostora, oteženega dostopa in številnih elementov, ki jih je bilo treba vgraditi, je poseben izziv predstavljalo polaganje tira na togi podlagi. Vgrajen je bil sistem RHEDA 2000. Najprej je bila izvedena plošča za raznos obtežbe, na katero sta bili smerno in višinsko postavljeni tirnici, vpeti v bi-bloke in ostalo armaturo. Poseben zalogaj je bil transport tirnic, dolgih 120 metrov. Ta je potekal s pomočjo vlakovne kompozicije, ki je na gradbišče lahko vstopala le na dveh lokacijah. V predore so bile tirnice s pomočjo bagra z vlečene na ploščo za raznos obtežbe. Beton za izvedbo nosilne plošče je bil zaradi omejenega dostopa vgrajen z betonovodom dolžine 250 metrov na območju prečnikov oziroma izstopnih cevi. Takšen sistem tira na togi podlagi zahteva do milimetra natančno vgradnjo, saj izvedba tira ne dopušča napak.



## Organizacijski izzivi

Gradnja drugega tira je predstavljala velik izziv, ki se ga udeleženci sprva morda niso še v celoti zavedali. Izredno zahteven in kompleksen je bil začetek, ko je bilo treba v zelo kratkem času vzpostaviti več delovišč za izvedbo predvkopov, brez izvedbe katerih se izkopi predorov niso mogli začeti. Na čas gradnje najbolj vpliva čas izvedbe najdaljših predorov, zato so se dela najprej začela na predorih Lokev (T1), Beka (T2) in Škofije (T8). V času največje aktivnosti je bilo na gradbišču več kot tisoč delavcev, kar je predstavljalo velik organizacijski izziv. Med gradnjo so se izvajalci soočili s številnimi izzivi, ki so otežili izvedbo del. Kljub vsem izzivom od začetka gradnje leta 2019 do danes, ko so se zvrstili pandemija covida-19, energetska kriza, nepredvidljivost kraških pojavov in finančne težave turškega partnerja, smo priča uspešno dokončanemu projektu izgradnje drugega tira Divača –Koper.

## Pred nami že novi izzivi

Ponosni smo na opravljeno delo. V uspešno izvedbo projekta je bilo vložene veliko energije in truda. Prav vsak deležnik je pripomogel k uspešno zaključenemu projektu. Pridobljene so bile nove dragocene izkušnje, kot tudi znanja, ki nam bodo še kako prišla prav ob novih izzivih pri izvedbi vzporednega levega tira.

## Viri

- [https://www.ks-skofije.si/docs/2018/07/5b3c9901\\_drugi\\_tir\\_brosura\\_slo\\_web.pdf](https://www.ks-skofije.si/docs/2018/07/5b3c9901_drugi_tir_brosura_slo_web.pdf)
- [https://drugitir.si/files/strokovna\\_literatura/2tdk-od-nacrtovanja-do-izvedbe-zbornik\\_koncni-\(1\).pdf](https://drugitir.si/files/strokovna_literatura/2tdk-od-nacrtovanja-do-izvedbe-zbornik_koncni-(1).pdf)
- [https://drugitir.si/files/strokovna\\_literatura/zbornik-predavanj-na-strokovni-konferenci-izzivi-gradnje-drugega-tira-odsek-2-crni-kal-koper.pdf](https://drugitir.si/files/strokovna_literatura/zbornik-predavanj-na-strokovni-konferenci-izzivi-gradnje-drugega-tira-odsek-2-crni-kal-koper.pdf)
- [https://drugitir.si/files/strokovna\\_literatura/knjiga\\_drugi-tir\\_nova-zelezniska-proga\\_objava-na-spletu\\_december2023.pdf](https://drugitir.si/files/strokovna_literatura/knjiga_drugi-tir_nova-zelezniska-proga_objava-na-spletu_december2023.pdf)
- [https://drugitir.si/files/strokovna\\_literatura/ezbornik\\_4konferenca-2tdk\\_koncno.pdf](https://drugitir.si/files/strokovna_literatura/ezbornik_4konferenca-2tdk_koncno.pdf)
- [https://www.izs.si/assets/media/izsnovo/ZBORNICI-FINANCIRANI-MSG/ITA\\_konferenca\\_zbornik\\_2023\\_3.pdf](https://www.izs.si/assets/media/izsnovo/ZBORNICI-FINANCIRANI-MSG/ITA_konferenca_zbornik_2023_3.pdf)
- [https://drugitir.si/files/casopis/drugitir13\\_12hires.pdf](https://drugitir.si/files/casopis/drugitir13_12hires.pdf)







# Razkrite skrivnosti kraškega podzemlja

Kraške jame so naravne znamenitosti z občutljivim ekosistemom. Med gradnjo drugega tira, na delu proge med Divačo in Črnim Kalom, je Inštitut za raziskovanje krasi ZRC SAZU izvajal dokumentiranje novoodkritih jam. To je bil naravovarstveni ukrep, saj je treba kraške jame pred posegom vanje proučiti in premostiti na način, da se povzroči čim manjša škoda, gradnja in kasneje obratovanje pa sta varnejša.

## Odkritih 98 novih jam\*

Potem ko so se končala izkopna dela, smo tudi krasoslovci zaključili z raziskavami. Čas je torej primeren, da na kratko povzamemo ključne ugotovitve štiriletnih raziskav.

V fazi načrtovanja proge smo krasoslovci pregledali razpoložljive podatke katastra jam, geološkega kartiranja in raziskanih jam ob gradnji avtoceste, na osnovi tega pa napovedali zakraselost trase drugega tira. Napoved, da bo na drugem tiru od Divače do Črnega Kala odkritih 110 jam, je bila drzna, saj neposrednih izkušenj s tako globokim predorom v bližini kraške podtalnice še nismo imeli. Z raziskanimi 98 jamami se nismo bistveno zmotili, saj bi jim lahko dodatno prišteli tudi okoli petdeset manjših segmentov jam, ki so v dolžino do nepretnih zožitev merili zgolj nekaj metrov in jih nismo podrobneje obravnavali. Skupna dolžina na novo izmerjenih jamskih rogov znaša 6,3 kilometra, kar je vmes med dolžino prvega (Lokev, 6,7 km) in drugega (Beka, 6 km) predora. Vse jame so bile ročno izmerjene, pomembnejše v bližini jamskega vhoda lasersko 3D skenirane, za vsako je na voljo oblak točk in iz njega pripravljen 3D model. Jame so sestavina modela BIM predora.

Na odprti trasi med Divačo in severnim portalom predora Lokve je bilo odkritih 16 jam, v predoru Lokve (T1) 52, v predoru Beka (T2) pa 25. Jame na površju so bile večinoma kratke (skupna dolžina 0,2 km, povprečno 13 m),

---

\* Število jam odkritih do konca leta 2025.



v predoru Lokev daljše (skupna dolžina 3,6 km, povprečno 69 m), v predoru Beka pa v povprečju še daljše (skupna dolžina 2,6 km rovov, povprečno 104 m).

Naleteli smo na nadaljevanje Beško-Ocizeljskega jamskega sistema, čeprav ne na koncu Ocizeljske jame, kot smo pričakovali, ampak pod Miškotovo jamo, poimenovano tudi Jama z naravnim mostom. Ta jama (2TDK-065) je najdaljša jama z aktivnim vodnim tokom, odkrita na drugem tiru.

Za najdaljšo se je z dobrimi 600 metri izkazala jama 2TDK-080. Slednja je bila tudi edina med 98 jamami, ki je bila zaradi predhodnih raziskav vnaprej znana, ker jo je prebila globoka vrtina, ni bil pa znan njen prostorski obseg.



Najgloblje smo prišli v jami 2TDK-017, 168 metrov v predoru Lokev, ki je od zgornjega portala predora oddaljena približno 670 metrov. Tam je tudi največji globinski potencial do gladine kraške podtalnice, ki je v bližini jame 2TDK-017 zagotovo globlja od 240 metrov n. v. (najnižja točka jame). Ta jama se je izkazala tudi za razmeroma dolgo (530 m), saj vhodni seriji več kot trideset metrov globokih brezen sledi obsežen splet vodoravnih rovov pod predorskima cevema. Rovi se končajo v zožitvah, glavni rov, kamor izgine preprih, je zasut s podornimi bloki. V nižjih delih jame smo naleteli na premog, ki ne tvori sklenjene plasti, ampak različno debele leče, zato je za najdišče potrebno tudi nekaj sreče.

## Jamski rovi in dvorana

Izjemna zgostitev jam je bila nepričakovano odkrita pod območjem Krvavega Potoka in 600 metrov dlje proti Divači, kjer so bili odkriti tudi največji jamski rovi (jama 2TDK-047) in največja dvorana (jama 2TDK-075). V prvi smo po poševnem povprečno sedem metrov širokem rovu v globini 91 metrov pod dnom kalote predora Lokev na 226 metrov n. v. prišli do sifona, ki zelo verjetno predstavlja gladino kraške podtalnice. Voda tu niha za več deset metrov, a predvidoma ne doseže predora. Največja odkrita dvorana ima trikotni tloris s stranicami, dolgimi 45–65 metrov. Povedna je lokacija jame glede na predor in odkritje; izkop je sledil krajši stranici dvorane v oddaljenosti vsega nekaj metrov, na koncu pa prečil stranski rov jame, s strani katerega je bila odkrita dvorana. Tik ob izkopani trasi je torej zagotovo več jam, ki pa zaradi svoje nedostopnosti (zožitve, zasiganost, delna zasutost) ostajajo neraziskane. V jamah 2TDK-046 in 2TDK-047 smo imeli manjše težave z naravno prisotnim metanom, v nekaj jamah smo morali počakati na zmanjšanje koncentracije CO, ki nastaja ob miniranju. Niso pa bili vsi apnenci zakraseli;





na dobrem 2,6 kilometra dolgem odseku med km 5+080 in km 7+720 v predoru Lokev ni bila zabeležena niti ena jama, tudi izkopno čelo je bilo suho, kar je očitna posledica flišnega pokrova hriba Gradišče nad tem odsekom.

## Kapniki

Kapnikov oziroma v širšem pomenu sigastih tvorb je bilo relativno malo, na kar vpliva tudi lokacija predorov v bližini podtalnice. Tudi dvoran in širših podornih rovov, kjer so kapniki pogostejši, je bilo relativno malo. Nasprotno so bile sigaste tvorbe prvinsko ohranjene in pogosto kristalaste, saj je stik na novo raziskanih jam s površjem zelo omejen. V skoraj povsem izolirani jami 2TDK-070 se je kristalasto bleščal celoten rov – kot da bi skozi rov prišli do podzemnega trezorja. V skladu z odločbo ministrstva smo sicer izpred čela izkopa odstranili in dokumentirali preko sedemdeset znanstveno-pedagoško pomembnejših in lepših kapnikov; trenutno jih skladiščimo na Inštitutu za raziskovanje krasa v Postojni za potrebe kasnejših znanstvenih raziskav (starost, izotopska sestava za potrebe paleoklime ...), del jih bo namenjen tudi pedagoškemu namenu. Stalagmitu iz jame 2TDK-016 (predor Lokev) so madžarski kolegi že ugotovili starost na podlagi U/Th datiranja, izkazal se je za starejšega od 650 tisoč let.

## Jamske živali

Z vidika jamskih živali, ki jih lahko vidimo s prostim očesom, je bila večina jam praktično sterilnih. Jamske živali so bile, skupaj z vodnimi površinskimi, pogostejše le v vodnih jamah, ki imajo stik s površjem (2TDK-044, 2TDK-063 in 2TDK-065). Te vodne živali smo izjemoma opazali tudi v končnih sifonih (2TDK-047) oziroma v pričakovani bližini, kjer vodna gladina niha (2TDK-017). Razlog za majhno vrstno in številčno pogostost pripisujemo pomanjkanju hrane v podzemlju. Dveh najbolj karizmatičnih jamskih živali, človeške ribice in drobnovratnika, nismo uspeli videti niti v eni jami. Nasprotno so bili sledovi polhov opaženi praktično v vsakem jamskem rovu, ki leži nad nivojem poplav.

## Poplavne vode

Večina jam je bila v vadozni coni, to je v višini subvertikalnega prenikanja vode in nad višino najvišjih dvigov poplavne vode. Stalno pod gladino poplavne vode leži južni del predora Beka z jamo 2TDK-024, tam je vodna gladina tudi ob nizkem vodostaju okoli 10 metrov nad temenom predora. Osrednje in severno območje predora Beka do kontakta s flišnimi kamninami leži v coni nihanja poplavne vode; ocenjuje se, da ima poplavnost višine predora povratno dobo 5–10 let. Pri tem se je obdobje izkopa izkazalo za ugodno, saj visokih dvigov podtalnice v tem času ni bilo. Če bi se pojavile intenzivne padavine s 5–10-letno povratno dobo, bi bili poplavljeni vsaj več stometrski odseki čel predora Lokev, kopanega navzdol iz smeri Divače. Višina trase se je z vidika višine kraške podtalnice izkazala za izredno dobro opredeljeno, saj bi bila ob višjem poteku trasa pri Črnem Kalu neprimerno visoko, že za 10–20 metrov globlji potek pa bi se odražal v bistveno večjih težavah z odvajanjem vode med gradnjo.

## Premoščanje

Na presečišču predora z jamskim rovom je bilo treba v čim večji meri ohraniti naravno pretakanje vode, hkrati pa zagotoviti stabilnost predorske konstrukcije. Hidrološke značilnosti so bile ugotovljene večinoma na podlagi sledov, ki jih v podzemlju pušča voda, pri čemer so nam prišle prav dolgoletne izkušnje speleoloških in krasoslovnih raziskav podzemlja. Pozorni smo bili na prisotnost, oblikovanost in tip sedimentov, spranost rogov, temperaturo vode, prisotnost (sledi) favne in številne druge značilnosti, ki jih je mogoče pridobiti le izkustveno. Podlaga za zagotavljanje stabilnosti je bil natančen načrt jame, kjer smo grafičnim ponazoritvam tlorisa in profilov dodali še oblake točk in trikotne mreže. V kočljivih primerih smo iz lastnosti stropa, kot so preoblikovanost z odlomi, razpokanost, zasiganost in oblika zakraselosti, podali tudi oceno njegove stabilnosti. V nadaljevanju so geotehniki in gradbeniki predlagali tehnično rešitev, ki smo jo pregledali in po potrebi prilagodili.

Hidrološko premoščanje jam, kot ena od vodilnih naravovarstvenih in tehničnih skrbi, je potekalo gladko. Krasoslovci, ki smo izvajali nadzor, z veseljem ugotavljamo, da nobena vodna jama ni bila zasuta, vsi pomembnejši hidrološki obvodi pa izvedeni. To smo preverjali tudi na način, da smo iz ene delno odprte stene predorske cevi po jamskem rovu dostopili nad sosednjo cev, kjer je bil obvod predviden. Armaturno mrežo z geotekstilom smo sredi brezna v jami 2TDK-063 na falango vzporedno navrtanih armaturnih palic ob prisotnosti izvajalca nameščali kar sami, naslednji dan (po izkopu) pa ugotovili, da je rešitev zdržala tudi miniranje in izvoz materiala.





Kot najtežje se je izkazalo fizično premoščanje v jami 2TDK-080, kar je posledica ostrega kota presečišča, višine in dimenzije jamskega rova ter občasne hidrološke aktivnosti. Strop in stene kapniške dvorane te jame smo, tudi na podlagi preteklih nekoliko manj uspešnih naravovarstvenih premoščanj, ko smo se še učili, uspeli ohraniti praktično v naravnem stanju, kar je glede na bližino miniranja, izkop in brizganje betona lep dosežek. Izjemno nevarno in tehnično neugodno je bilo prečenje jame 2TDK-066 v glavni cevi predora Beka, ki se je na stiku čela in stropa izkopa predora odprla z izsutfjem podornih blokov premera nekaj metrov v predor. Za izjemno nevarnega se je izkazal dostop v jamo, nato je bilo problematično sproščanje skalnih blokov v predor, saj so bili zloženi okoli navzgor odprtega lijaka, praktično neizvedljivo pa je bilo sidranje stropa dvorane, saj je zaradi zakraselosti in svežih tektonskih deformacij podornega stropa ob sidrnem vrtanju prihajalo do odlamljanja večjih blokov. Podorno dvorano se je premostilo z obsežnim miniranjem dela stropa že izkopanega dela predora, na katerem so sloneli podorni bloki, in z izdelavo več metrov debele betonske plošče v višini temena kasnejšega izkopa, v katero se je predor zavrtal z uporabo cevnega ščita.

## Delo krasoslovnega nadzornika

Delo je bilo izjemno naporno zlasti med letoma 2023 in 2024, ko smo v preseku enega leta raziskali in dokumentirali 49 jam s skupno dolžino 4,5 kilometra. V celotnem trajanju izkopa smo bili v stalni pripravljenosti 24/7, kar je tudi psihično naporno. Naši odzivni časi so bili kratki, po obvestilu o odkritju jame smo bili največkrat v 2–3 urah že pri vhodu v jamo. Navkljub prvim fotografijam nikoli tudi nismo vedeli, kaj nas na terenu čaka – nekaj metrov ali nekaj sto metrov dolga jama ali so to brezna, voda, plini ... Za raziskavo in dokumentiranje daljših jam smo potrebovali več dni. Zgodilo se je, da smo v poznem večernem času po raziskavi ene jame na izhodu iz predora dobili obvestilo o odkritju nove jame v drugem predoru. Takrat je bilo še fizično naporno, saj so nočnim raziskavam sledili še urejanje merskih podatkov, izris načrta in priprava poročila, da bi se lahko sprejele odločitve o premoščanju in nadaljevala izkopna dela. A ko se spomnim pogovorov s predstavniki, ki so prav tako opravljali nadzore, druge vrste sicer, ugotavljam, da pri teh velikih naporih še zdaleč nismo bili edini. Sem pa vesel, da smo zdržali in smo bolje pripravljeni na nove izzive – še uspešnejše, saj smo ob izmenjavi znanja in stališč odlično sodelovali s predstavniki posameznih nadzorov, naročnika in izvajalca.

## Zaključek

Krasoslovni nadzor izkopnih del je zagotovil spremljanje in dokumentiranje jam, ob sodelovanju z drugimi institucijami pa tudi varovanje in tehnično podprto premoščanje. Čeprav jame ob odkritju vedno predstavljajo preseenečenje, izvedbo prilagojenih gradbeno-tehničnih ukrepov in časovno podaljšanje izkopa, se lahko vse navedeno pomembno zmanjša in ustrezno prilagodi z meritvami in raziskavami. Strokovno dokumentiranje zakraselosti je zagotovilo relevantne podatke o obsegu, hidroloških lastnostih in ranljivosti, s tem pa ustreznost specifično prilagojenih ukrepov hidrološkega in tehničnega premoščanja. S tem smo v največji možni meri zagotovili ohranitev jam izven območja izkopa, manjši vpliv na vodonosnik ter dolgoročno ustreznost premostitve z zmanjšanjem stroškov rednega vzdrževanja. S sistematičnim zbiranjem podatkov smo pridobili tudi informacije o zakraselosti kraškega masiva ter hidroloških in speleobioloških značilnostih, ki bodo podpora tudi drugim načrtovanim posegom v kras.







# Inženirski izziv projekta Drugi tir: mostova pod zemljo

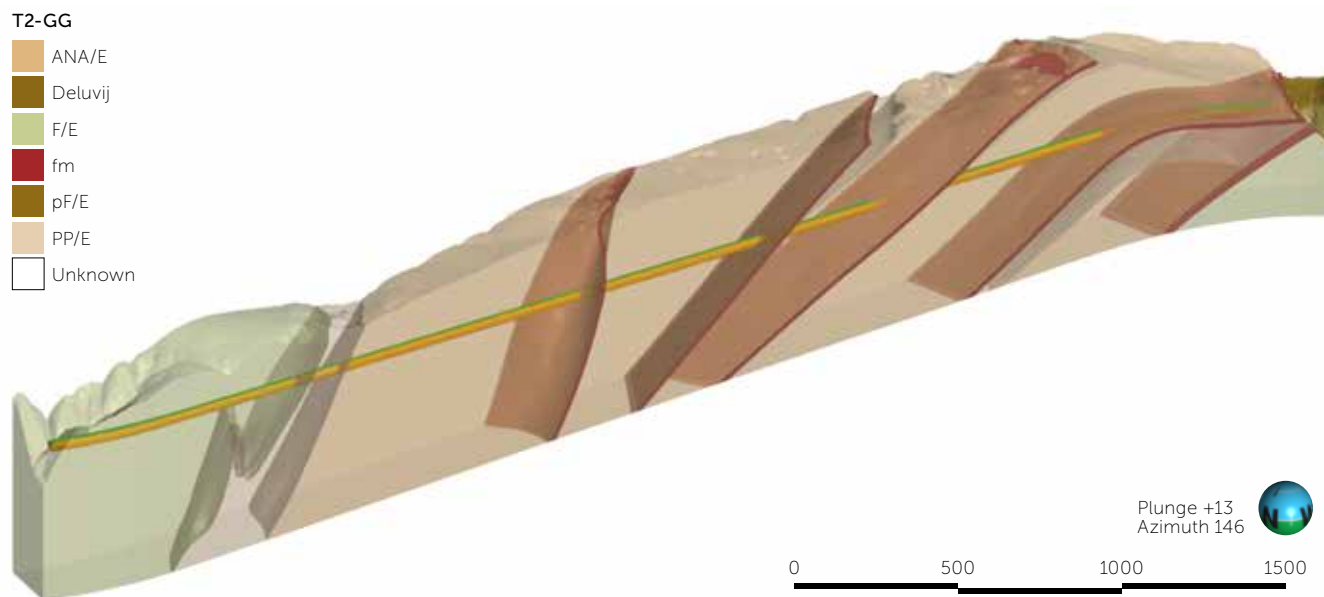
Gradnja predora Beka (T2) je potekala skozi geološko zahtevno kraško območje apnencev, prehodnih lapornatih plasti in flišnih kamnin, ki jih seka več narivnih prelomov. Takšna geološka zgradba povzroča zelo spremenljive inženirsko-geološke in hidrogeološke razmere, ki jih zaznamujejo pogosta zakrasevanja, tektonska poškodovanost in vdori podzemne vode. Med izkopom predora sta bili odkriti večji jami 2TDK-066 in 2TDK-080, ki sta zahtevali posebne premostitvene rešitve za zagotovitev konstrukcijske stabilnosti in varnega obratovanja predora. Premoščanje teh pojavov je predstavljalo enega ključnih tehničnih izzivov projekta Drugi tir.

## Geologija in voda kot ključna igralca

Trasa predorov poteka skozi geološko izredno raznoliko območje, kjer se izmenjujejo prepustni apnenci in neprepustne flišne plasti eocenske starosti. Na stiku teh litoloških enot se oblikujejo kontaktni kraški sistemi z izrazito prevotljenostjo. Glavne geološke enote so alveolinsko-numulitni apnenci, prehodne plasti z laporovci in lapornati apnenci ter flišne kamnine, sestavljene iz menjajočih se laporovcev, meljevcev in peščenjakov. Prelomne cone, kot so Škrkloviški, Kastelski in Osapski prelom, ustvarjajo kompleksno podzemno geometrijo, ki neposredno vpliva na stabilnost predora.

Hidrogeološko gre za območje aktivnega kraškega vodonosnika, ki je del sistema izvirov Rižane in Glinščice. Gladina podzemne vode močno niha in lahko med ekstremnimi dogodki doseže višine več deset metrov nad nivojem predora. Prisotnost aktivnih vodnih tokov je zahtevala natančno načrtovanje dreniranih in nedreniranih odsekov predora.



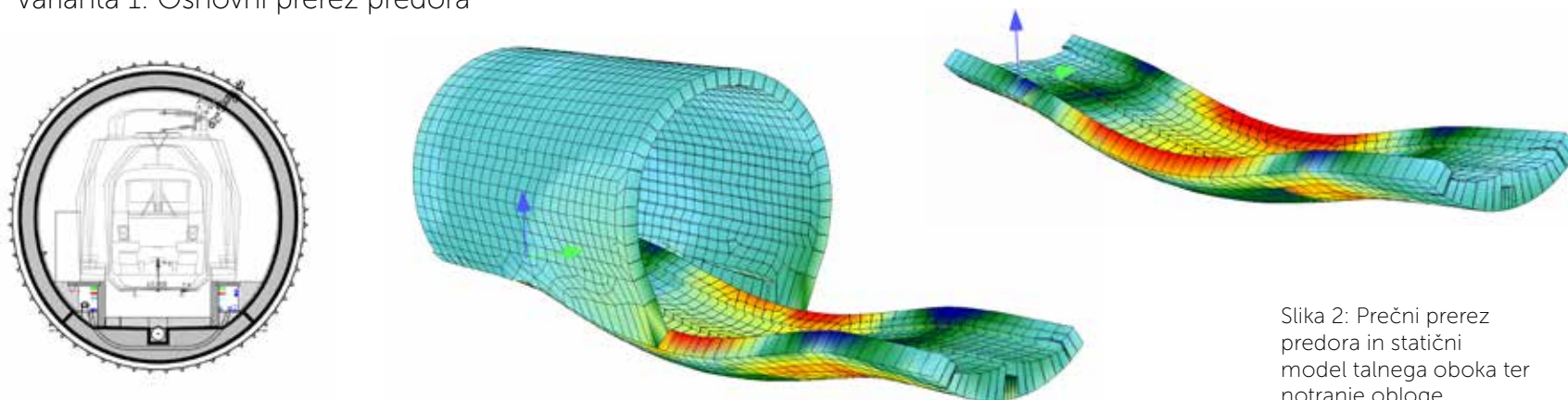


Slika 1: Geološki 3D model predora Beka

## Kako »preskočiti« jamo pod zemljo

Kraški pojavi so lahko majhni (premera 1–2 metra) ali pa obsežni jamski sistemi z več sto metrov dolgimi rovi. Izbira načina premoščanja je odvisna od velikosti, lege in geometrije jame, stanja okoliške kamnine ter hidroloških pogojev. Načrtovani in potem med gradnjo prilagojeni ter uporabljeni so bili različni pristopi. Pri večini je šlo za manjše kraške pojave, kjer so bili zagotovljeni hidrološki obvodi in kjer je bilo treba premostiti manjše razpone, včasih tudi v obliki začasnih rešitev, ki so omogočale nemoteno nadaljevanje izkopnih del, vse do priprave končnih rešitev sanacije. Za večje jame v predoru Beka so bile preučene štiri osnovne variante premoščanja, ki se razlikujejo po konstrukcijskem konceptu, stroških in zahtevnosti izvedbe.

### Varianta 1: Osnovni prerez predora



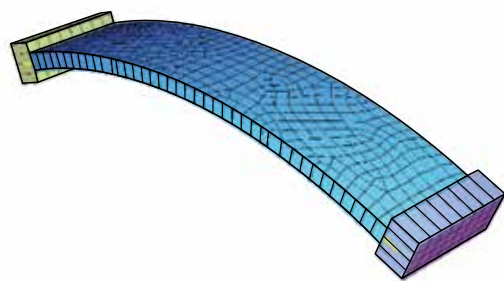
Slika 2: Prečni prerez predora in statični model talnega oboka ter notranje obloge



Ta rešitev temelji na togi povezavi dveh armiranih kampad notranje obloge, ki skupaj tvorita nosilno konstrukcijo nad kraškim pojavom. Primerna je za jame z razponi do največ 15 metrov, zahteva pa izvedbo močno armiranega talnega oboka. Prednosti so enostavna in hitra izvedba, nizki stroški in uporaba standardne tehnologije. Varianta premoščanja je bila predvidena tam, kjer je to bilo možno, in sicer v šestih primerih jam ali nenosilnih tal.

Varianta 2: Ločna konstrukcija

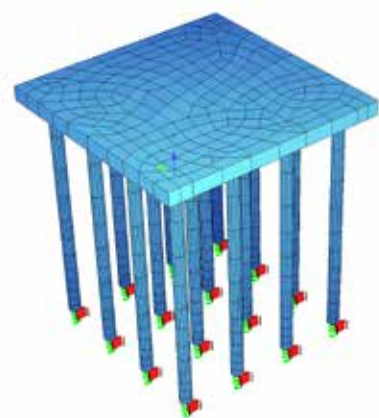
Ločna konstrukcija kot nosilni sistem je že zgodovinsko gledano preverjena, ker izkoristi ugoden vpliv tlačne sile. Armiranobetonski lok, togo vpet v plitke masivne betonske temelje, pa zagotavlja enostavno in stabilno konstrukcijo. Za vsako ločno premostitev je bistveno temeljenje, ki mora biti izvedeno v kompaktni hribini brez votlin pod temeljem, zato smo s 3D modeliranjem in skeniranjem kraških jam ter s podrobnimi geološkimi preiskavami določili optimalno lokacijo temeljev, ki se izogiba votlim delom.



| PREDNOSTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | SLABOSTI                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Enostavna nosilna konstrukcija,</li><li>• ni problematičnih detajlov pri betonih in armaturi,</li><li>• kontrolirana gradnja in majhna obremenitev nenosilnega nasipa</li><li>• ekonomična poraba armature,</li><li>• tehnološka zmožnost izvajalca omogoča takojšnjo gradnjo,</li><li>• cenejša izvedba.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Poglobitev za temeljenje,</li><li>• dodatni masivni temelji,</li><li>• tveganje pri temeljenju – preveriti nosilnost hribine (3D-analize).</li></ul> |

Varianta 3: Mikropilotiranje

Gre za izvedbo armiranobetonske plošče, podprte z mrežo armiranih mikropilotov, ki segajo v kompaktno kamnino. Tak sistem omogoča prilagodljivost geološkim razmeram, saj se dolžina in raster pilotov lahko spreminjata. Pomanjkljivosti so višji stroški in zahtevnejša zaščita pred korozijo. Poleg tega bi bila potrebna tudi posebna mehanizacija.



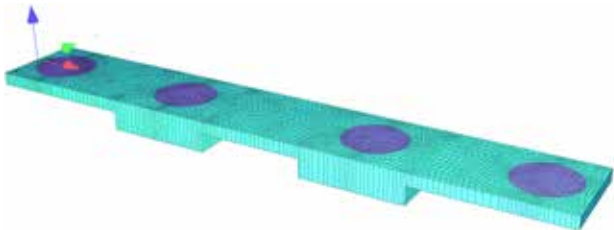
| PREDNOSTI                                                                                                                                                                                                                                                                        | SLABOSTI                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Prilagajanje globine mikropilotov in dolžine plošče,</li><li>• kontrolirana gradnja in majhna obremenitev na začasni nasip,</li><li>• ni problematičnih detajlov pri betonu in armaturi,</li><li>• ekonomična poraba armature.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Velika količina pilotov,</li><li>• vrtanje v rahel nasip skozi bloke (Gewi),</li><li>• ozemljitev,</li><li>• potrebna bočna stabilnost sistema,</li><li>• tehnološka opremljenost izvajalca,</li><li>• dražja izvedba.</li></ul> |



Varianta 4: Temeljenje na vodnjakih

To je tehnično najzahtevnejša rešitev, pri kateri se jama premosti z armiranobetonsko ploščo, ki je podprta na masivnih vodnjakih (stebrih) premera do 6 metrov. Primerna je za razmere, kjer je jamski prostor zelo velik ali zapolnjen z nekompaktno glino. Gradnja zahteva posebno mehanizacijo in je časovno dolgotrajna.

| PREDNOSTI                                                                                                                                                                                                                                                                            | SLABOSTI                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Enostavna nosilna konstrukcija,</li><li>• ni problematičnih detajlov pri betonih in armaturi,</li><li>• kontrolirana gradnja in majhna obremenitev na nenosilnem nasipu,</li><li>• ni zahtev po mehanizaciji, ki ni bila na voljo.</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Obsežen in težaven izkop vodnjakov (izkopi globine 5–20 m); največja globina predvidoma samo na enem vodnjaku,</li><li>• izkop z mini bagrom + razstreljevanje,</li><li>• začasno varovanje sten vodnjaka (prstani AB ali brizgan beton),</li><li>• velika količina betona v vodnjaku.</li></ul> |



Izbor optimalne rešitve

Študija variant je pokazala, da varianta 1 ostaja optimalna izbira za krajše premostitve, saj zagotavlja hitro in ekonomično izvedbo. Varianti 2 in 3, ki smo ju vzporedno analizirali, sta optimalni za večje kraške jame, saj se z majhnimi spremembami elementov zagotovi zanesljiva in robustna rešitev. Za varianto 3 se je izkazalo, da je manj občutljiva na zahtevne geološke pogoje, saj se lahko globina in raster pilotov sproti prilagajata geološkim pogojem. Ima pa ta rešitev večje pomanjkljivosti pri ustreznem zagotavljanju protikorozijske zaščite, okoljskih vidikov in tudi razpoložljivosti mehanizacije na gradbišču, kar vpliva predvsem na čas gradnje. Varianta 4 je bila ocenjena kot najbolj zapletena in zahtevna.

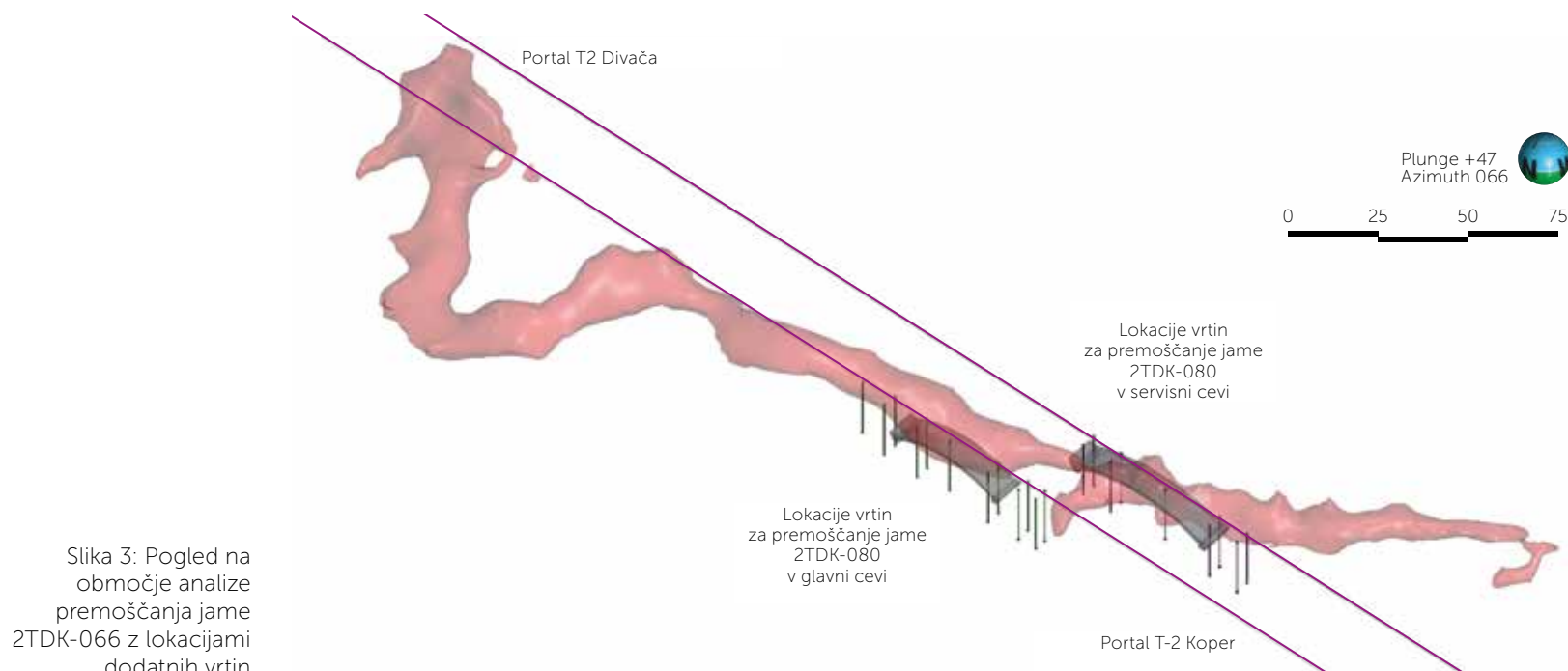
Ločna konstrukcija – most pod zemljo

Ob upoštevanju vseh vidikov in dejavnikov, okoljskih zahtev, enostavnosti rešitve, zagotavljanju varnosti pri izvedbi, razpoložljive mehanizacije na gradbiščih ter nenazadnje tudi časovne in finančne komponente je ločna konstrukcija izbrana kot izvedljiva in najbolj konkurenčna med štirimi večjimi premostitvami.

Za zasnovo ločne konstrukcije in natančno umeščenje v prostor so bile izdelane dodatne geološko-geomehanske in geofizikalne preiskave, z namenom podrobnejše preverbe inženirsko-geoloških in geomehanskih karakteristik hribine ter prostorskega razumevanja prevotljenosti obravnavanega območja. Dodatne preiskave so vključevale vrtna dela, presiometriške meritve v vrtninah, laboratorijske preiskave kamnin ter »cross-hole« geofizikalne preiskave med vrtninami, pri čemer so bile lokacije vrtn določene z namenom zaznavanja kavern velikosti okoli metra.

Dodatne raziskave so pokazale, da je bil apnenec na načrtovanih lokacijah opornikov razmeroma kompetenten, čeprav lokalno razpokan. Stopnja zakraselosti je bila na splošno nizka do srednja, lokalno visoka. Prisotni





Slika 3: Pogled na območje analize premoščanja jame 2TDK-066 z lokacijami dodatnih vrtin

so bili manjši kraški pojavi, brez polnitve oziroma zapolnjeni s sedimentom, zlasti v območju premoščanja jame 2TDK-080, kar je predstavljalo potencialne izzive tako za ločno konstrukcijo kot za kasnejše obratovanje predora. Med izkopom za divaški opornik v servisni cevi se je to uresničilo, saj se del jame razteza tudi v območje temeljenja. Na koncu je bil sediment, ki zapolnjuje ta del, zamenjan z betonom.

Slika 4: Jama 2TDK-066 v času izkopa in raziskav



Poleg statičnih izračunov smo izvedli tudi prostorske geotehnične analize po metodi končnih elementov z upoštevanjem realne, znane oziroma izmerjene geometrije jamskega prostora, kot tudi dela, ki je zapolnjen z nenosilnim jamskim sedimentom.

Tudi analize so pokazale, da se večina pomikov pojavi že med gradnjo, med obratovanjem pa ostajajo v mejah, ki zagotavljajo uporabnost in udobje potnikov. Tipične dimenzije ločnih konstrukcij so: razpon 25–45 metrov, širina 9 metrov, debelina loka 1,0–2,2 metra in globina temeljev 5–9,2 metra pod predorom.



Slika 5: Armatura ločne konstrukcije

| Premostitev | Razpon [m] | Širina [m] | Debelina loka [m] | Višina loka [m] | Radij loka [m] | Globina izkopa [m] |
|-------------|------------|------------|-------------------|-----------------|----------------|--------------------|
| 066-GC      | 25,0       | 9,0        | 1,0               | 2,0             | 32,0           | 5,0                |
| 066-SC      | 40,0       | 9,0        | 1,6               | 3,9             | 45,0           | 8,3                |
| 080-GC      | 35,0       | 9,0        | 1,2               | 4,6             | 40,0           | 7,0                |
| 080-SC      | 45,0       | 9,0        | 1,4–2,2           | 4,3             | 52,8           | 9,2                |

Preglednica 1: Dimenzije ločnih konstrukcij

### Gradnja

Ločne konstrukcije so bile uspešno izvedene. Izkop je potekal fazno, ob sočasnem varovanju jamskih prostorov z brizganim betonom in sidranjem blokov. Gradnja je potekala brez težav in relativno hitro, saj smo z izvajalcem predhodno uskladili vse faze del. Globokim opornikom navkljub so se dela izvajala varno, konstrukcija kot taka pa je tudi dovolj enostavna, da je lahko bila izvedena z mehanizacijo, ki je že bila na gradbišču.

Sodelovanje med projektanti, geotehničnim nadzorom in izvajalci je ključno. Pred vsakim večjim posegom je bila izvedena usklajevalna analiza, kjer so se upoštevali vsi razpoložljivi podatki in sproti prilagajali načrti. Tak pristop je omogočil učinkovito in varno izvedbo ločnih konstrukcij brez večjih zapletov.

### Gradbeni podvig in dosežek stroke

Premoščanje kraških pojavov pri gradnji drugega tira Divača–Koper je pokazalo, da je mogoče tudi v zelo zahtevnih geoloških pogojih izvesti trajne, varne in okolju prijazne konstrukcije, če se združijo geološko znanje, natančno načrtovanje in inženirska inovativnost. Ločne konstrukcije v predoru Beka predstavljajo prelomnico v gradbeni praksi in bodo služile kot referenčni primer za prihodnje infrastrukturne projekte v kraških območjih.



Slika 6:  
Izkop za temelj







# O geološko pogojenih tveganjih in plazenju na južnem portalu predora Lokev (T1)

Javnost večinoma dojema gradbeništvo kot eno izmed tehniških panog, tehniške vede pa si predstavlja kot eksaktne. Zato se, kadar med gradnjo prepoznane razmere zahtevajo spremembe prvotnih načrtov, hitro ustvari vtis, da gre vsaj za malomarnost, če ne celo za zaroto. Pa je res tako?

Ni morda resnici bliže trditev, da je gradbeništvo industrija unikatnih proizvodov – prototipov? Vsak objekt gradimo le enkrat v povsem neponovljivih okoliščinah, ki jih določajo lokacija, sestava in lastnosti tal ter vremenski in podnebni pogoji, če ostanemo zgolj pri naravnih danostih in pustimo ob strani družbene ter ekonomske vidike. Pa so pogosto prav ti odločilni, zlasti pri velikih infrastrukturnih projektih državnega pomena. Pri prototipih navsezadnje razumemo, da se lahko kdaj tudi kaj zalomi. Če vsak objekt razumemo kot prototip, si je težko predstavljati bolj enkraten, neponovljiv in zahteven izziv od načrtovanja in gradnje prometnice, katere večji del poteka pod površjem. Še toliko bolj, kadar trasa poteka skozi kraški svet.

Drugi železniški tir med Divačo in Koprno je prav gotovo eden od tovrstnih projektov državnega pomena. Pot do soglasja o poteku trase je bila dolga. Eden od zadnjih popravkov je bil uveden zato, da bi se predora v kraškem delu proge izognila znanemu Beško-Ocizeljskemu jamskemu sistemu. S tem pa je bila določena tudi lokacija, kjer nova proga prečka dolino Glinščice, ki je naravni rezervat, zaznamovan z zahtevnimi geotehničnimi pogoji gradnje v strmih brežinah flišnih skladov. Da je tam voda v tla izdolbla globoko sotesko, morajo za to obstajati razlogi, ki izvirajo iz geološke zgradbe in preteklih geoloških procesov. S tem, ko smo se izognili enemu, vnaprej znanemu problemu, smo se nehote znašli pred drugim – precej bolj skritim, ki je v vsej svoji dimenziji nekoliko predolgostal neopažen.



## Preiskave tal kot ključno orodje za obvladovanje tveganj pri graditvi objektov

V želji po obvladovanju tveganj pri gradbenih investicijah je geotehnična stroka v sodelovanju z geološko razvila številne pristope in metode za preiskovanje sestave in lastnosti tal. Na podlagi pridobljenih podatkov projektanti s precejšnjo mero zanesljivosti načrtujejo tehnične ukrepe, ki zagotavljajo varno gradnjo in dolgoročno rabo objektov. Najbolj znana in najpogostejše uporabljena metoda preiskav tal je raziskovalno vrtanje, pri katerem iz vrtine izvlečemo jedro in tako pridobimo vpogled v sestavo tal do želene globine. Toda tu se odpirajo vprašanja: Kako izbrati mesta vrtin? Koliko naj jih bo, da bo interpretacija sestave in lastnosti tal dovolj dobra, strošek pa še vedno sprejemljiv? Kako globoko naj sega posamezna vrtina? Koliko vzorcev jedra vrtin naj se preišče v laboratoriju? Katere vrtine opremiti za kasnejše opazovanje premikov tal in nihanja gladine podzemne vode? ... Seznam vprašanj je še mnogo daljši.

Odgovore nanje sicer deloma najdemo v standardih za projektiranje gradbenih konstrukcij in tehničnih smernicah, a ti ponujajo le okvirna priporočila. Dejanske odločitve zato vedno temeljijo na presoji udeleženih strokovnjakov, ta pa na določenih predpostavkah oziroma vnaprejšnjih interpretacijah verjetnih geoloških in geotehničnih pogojev na obravnavani lokaciji. Tako strokovna presoja na vprašanje, kako globoko vrtati v flišno podlago, oblikuje konkretno odločitev: skozi pobočne grušče in preperel fliš, nato pa vsaj 5 do 10 metrov v kompakten fliš, da nas kasneje kaj ne preseneti. V vsakem primeru pa več metrov pod predvideno koto dna temeljev objekta.

Tako je bilo tudi v prostoru južnega portala predora Lokev (T1) v dolini Glinščice. Pred izdelavo projekta za izvedbo je bilo na portalnem območju izvrtanih sedem vrtin, dodatno še dve na podporah viadukta Glinščica in ena na trasi dostopne ceste. Poleg vrtin so bile opravljene tudi geoseizmične preiskave vzdolž treh linij na območju predora, ki so dale vpogled v potek flišnih plasti z različnimi lastnostmi. Ugotovitve so nakazovale, da je na območju prisoten debelejši sloj pobočnega grušča, pomešanega z glino. Pod njim pa so sprva prepereli (rjavkasti) flišni skladi, ki postopoma prehajajo v nepreperel siv fliš s prevladujočim peščenjakom in manjšim deležem laporovca. Flišne plasti so vidne tudi na razgaljenih bregovih Glinščice. Plasti vpadajo v pobočje, kar običajno kaže na stabilne razmere.

## Dodatna spoznanja pred začetkom izkopa predora Lokev

Gradnja se je na tem območju začela z izvedbo dostopne ceste. Izkop zanjo je razkril, da ne gre za običajno strukturo pobočnega grušča, ki nastane s preperevanjem matične kamnine in ga erozija počasi odnaša po pobočju navzdol, temveč za kaotično premetane bloke peščenjaka, obdane s pretežno drobnozrnato zemljino. Sprva predvideno podporno konstrukcijo – kamnito zložbo – pod dostopno cesto v bližini portalnega območja sta, zaradi deloma drugačnih razmer, nadomestili sidrana greda na mikropilotih in sidrana branasta konstrukcija. Kljub nekatere pomislekom, da taka rešitev ne bo zadoščala, je dostopna cesta brez omembe vrednih deformacij zdržala obilico težkega prometa vsa leta gradnje.

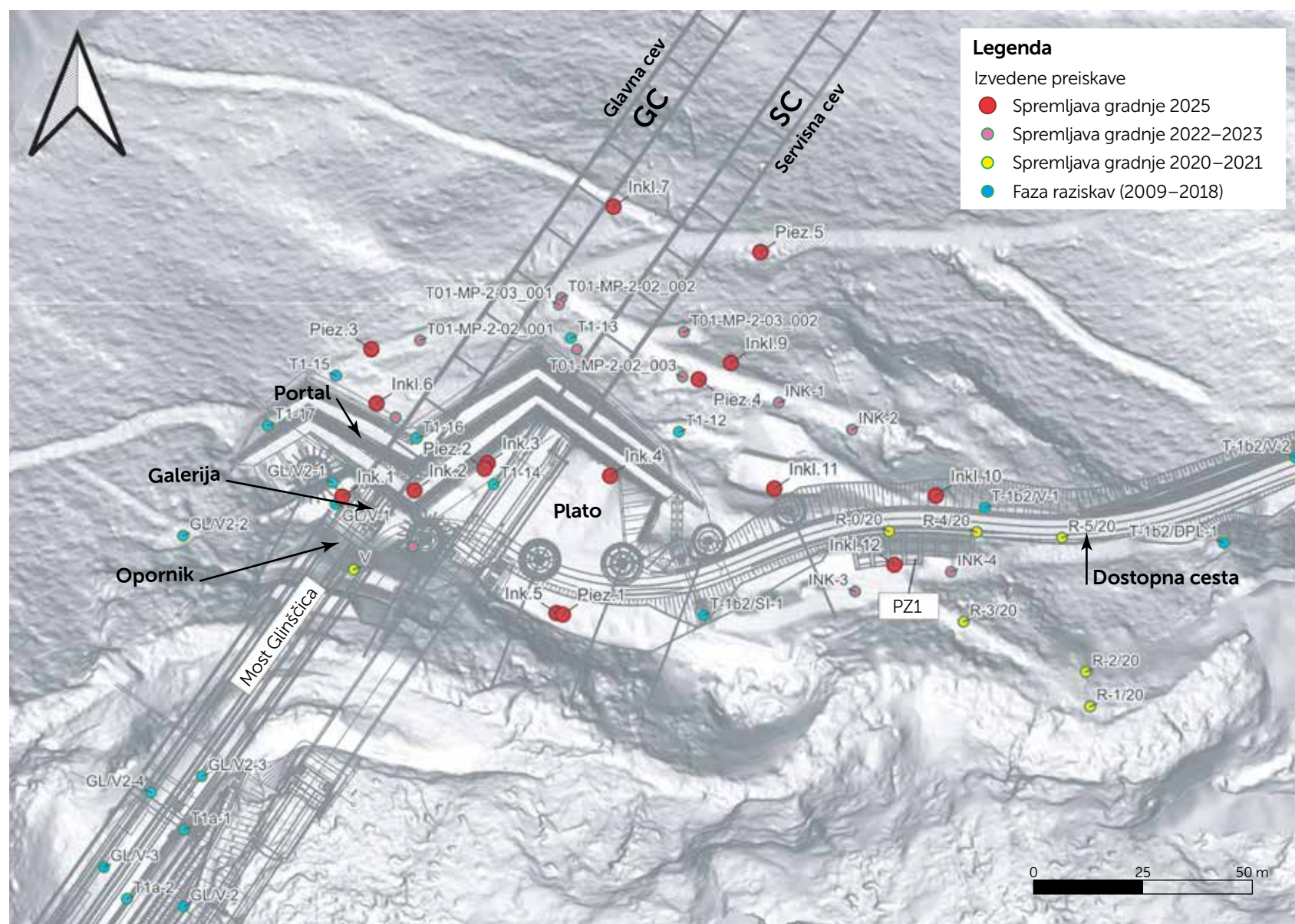




Slika 1: Več kot 25 m globok vkop za krajni opornik viadukta Glinščica pri predoru Lokev (T1)

Konec leta 2020 je sledila izvedba globokega vkopa do dna temelja viadukta Glinščica (slika 1). Več kot 25 metrov globok vkop, varovan le s pasivnimi sidri in brizganim betonom, je bil stabilen, kar je potrdilo projektne predpostavke. Neposredno na dnu izkopa, na predvideni koti temeljenja krajnega opornika viadukta, pa so izvajalci naleteli na skoraj meter široko razpoko. Danes vemo, da je bil to že drugi znak, da dejanske razmere odstopajo od predvidenih. Tedaj pa smo menili, da gre za povsem lokalni pojav, in smo ga zato tudi reševali lokalno. Na podlagi





Slika 2: Situacija objektov v območju južnega portala predora T1 z lokacijami raziskovalnih vrtin.

Vir: IRGO

dodatnih raziskav izvrstanih 21 vrtin v temeljni ploskvi krajnega opornika je bila sprejeta odločitev, da je treba krajni opornik temeljiti globoko, in sicer na 9 do 15 metrov dolgih pilotih, brežino pred njim pa dodatno sidrati. Danes tudi vemo, da je bila vrtina, ki je bila na mestu krajnega opornika izvrstana v času izdelave projektne dokumentacije, od odprte razpoke, na katero smo naleteli pri izkopu za temelj, oddaljena manj kot meter. Če bi že tedaj z vrtino ugotovili prazen prostor pod temeljem viadukta, bi bila zagotovo vsaj zasnova temelja drugačna. Tako včasih naključja vplivajo na potek dogodkov.



## Izkop predorskih cevi je eksperiment v naravnem merilu

Šele izkop obeh predorskih cevi (glavne in servisne) je pokazal, da portalno območje predora Lokev skriva še več redko opaženih posebnosti v flišnih kamninah. Odkritih je bilo več praznih prostorov, nekaterih tako velikih, da so omogočali celo prehod ljudi. Zato so bile v zaledju portalnega platoja izvedene dodatne vrtine z vgrajenimi inklinometriškimi cevmi za spremljanje horizontalnih premikov tal oziroma z merilniki nivojev podzemne vode. Natančne geodetske meritve so v obdobju izkopnih del, od januarja 2022 do aprila 2023, na vplivnem območju južnega portala predora Lokev pokazale velikost premikov površja tal do 20 centimetrov, ki pa so se po končanih izkopnih delih večinoma umirili. Kljub temu pa je bila v letu 2025 še vedno zabeležena hitrost premikov površine približno milimeter na mesec.

Dilatacija med krajnim opornikom in prekladno konstrukcijo viadukta Glinščica se je od zaključka gradnje viadukta do novembra 2024 stisnila za približno pet centimetrov. A teh pet centimetrov ni pomenilo zgolj številke na papirju ali točke na grafičnem prikazu premikov tal, premik je bil viden kot poškodba konstrukcijskega elementa. Odločitev je bila zato jasna: treba je najti razloge za premikanje tal ter načrtovati in izvesti ukrepe, s katerimi bi te premike čim bolj zmanjšali oziroma zaustavili. Bilo je manj kot 18 mesecev pred predvideno vožnjo vlakov po progi drugega tira.

Če se premika krajni opornik viadukta, katerega temelj leži več kot 11 metrov pod platojem na portalu predora Lokev (T1), njegovi piloti pa segajo še 9 do 15 metrov globlje, potem vzrok ne more biti počasno plazenje pobočnega grušča po matični flišni kamnini. Premiki se morajo dogajati v plasti tal, ki je bila doslej obravnavana kot stabilna kamnina. Ponovna interpretacija vseh razpoložljivih podatkov o tleh – zbranih pred izdelavo projektne dokumentacije ter med gradnjo dostopne ceste, opornih in podpornih konstrukcij, viadukta in obeh predorskih cevi – ter rezultatov monitoringa (geodetske meritve in meritve horizontalnih premikov v inklinometriških vrtinah) ob novem, podrobnem kartiranju terena (hvala, Jernej!) je kazala na obstoj globoke drsine. Ta se na lokaciji platoja južnega portala predora Lokev (T1) nahaja na globini približno 20 metrov, kar pomeni tudi več kot 30 metrov pod površino prvotnega terena. To je pomenilo, da se ne premika pobočni grušč po flišni podlagi, ampak da gre za počasno plazenje globoko znotraj flišnih skladov.

Predstavljena interpretacija ni bila takoj široko sprejeta, saj so bile le redke vrtine izvrtane in opremljene dovolj globoko, da bi lahko zanesljivo na več mestih potrdile lego drsne ploskve. Zato je sledila izvedba dodatnih raziskav: izvrtanih je bilo kar 20 novih vrtin, od katerih je bila večina opremljena kot inklinometer za merjenje premikov, manjši del pa tudi kot piezometer za spremljanje nihanja podzemne vode. Vrtine, bližje Glinščici, so segale globoko pod dno vodotoka, na brežini v zaledju portala predora pa so bile nekatere globoke 65 metrov, najgloblja celo 80 metrov. Popisovalci jeder teh vrtin so na podlagi prej opisanih pokazateljev, da gre za plazenje globoko znotraj flišnih plasti, vnaprej vedeli, na katerih globlinah je treba biti pozoren na zdrobljeno in v zaglinjen grušč



spremenjeno flišno kamnino. Globina, kjer se je pojavil 20–30 centimetrov debel sloj materiala, ki predstavlja drsino, v večini vrtin ni pomembno odstopala od napovedi. Prve meritve premikov v dodatnih inklinometriških vrtinah so tudi potrdile zelo počasno lezenje približno 300.000 m<sup>3</sup> hribinske mase proti Glinščici prav na teh globinah. Trenutna hitrost premikov na drsini znaša približno 0,2 milimetra na mesec, a je treba vedeti, da so to začetni rezultati meritev, ki so pri tako majhnih merjenih vrednostih še precej obremenjeni z natančnostjo naprave.

Na plazenje tal pogosto vpliva raven podzemne vode. V vrtinah na platoju južnega portala predora Lokev je bila izmerjena globina podzemne vode približno 13 metrov pod koto platoja, kar pomeni, da je raven podzemne vode v obdobju brez večjih padavin okvirno pet metrov nad identificirano drsno ploskvijo. Po ekstremnih padavinah v zadnjih dneh avgusta 2025 je voda v piezometrih na območju portalnega platoja narasla za dva do največ štiri metre. Ob tem dvigu podzemne vode so bili v inklinometrih zaznani le malo povečani premiki plaz. Hitrosti plazenja na drsini od sredine avgusta do sredine septembra niso presegle vrednosti 0,5 milimetra na mesec.

Omenili smo že, da morajo za nastanek in poglobljanje sotesk obstajati geološko pogojeni razlogi. Zato se bodo z metodami daljinskega zaznavanja periodično izvajala snemanja geometrije struge Glinščice. Njeno poglobljanje lahko namreč dodatno poslabša stabilnostne razmere območja južnega portala predora Lokev.

Do konca leta 2025 je bil v celoti vzpostavljen sistem dodatnega monitoringa, ki poleg inklinometrov, piezometrov in natančne geodetske izmere točk na površini tal, v predoru in na ostalih konstrukcijah vključuje tudi sedem namenskih sipalcev za satelitsko radarsko interferometrijo (InSAR). Celovit sistem opazovanja premikov tal in njihove podzemne vode ter spremljanje morebitnega poglobljanja struge Glinščice bo omogočal neprekinjeno spremljanje sprememb v prostoru in pravočasno ukrepanje, če bi bilo potrebno.

## Ukrepi za varno obratovanje proge

Za trajno zmanjšanje premikov na južnem portalu predora Lokev so izdelani načrti globokih vodnjakov premera 7,7 metra, ki segajo najmanj 10 metrov pod dno identificirane drsine in tako tudi precej pod dno struge Glinščice. Izvedenih bo šest takih vodnjakov. Njihova naloga je zagotavljanje stabilnosti portalnega območja in dreniranje podzemne vode iz okoliških tal.

## Za konec

Še vedno verjamemo, da je (geo)tehnika povsem eksaktna veda? Povsem eksaktna gotovo ni, a ob spoštovanju pravil stroke presenečenja med gradnjo ne bi smela biti velika in pogosta. Po vseh izvedenih glavnih gradbenih delih na 27,1 kilometra dolgi progi drugega tira med Divačo in Koprom lahko rečemo, da nas je narava s svojimi procesi iz davne preteklosti presenetila na odseku, dolgem približno 0,1 kilometra oziroma na 0,4 % dolžine celotne trase. Kraških jam, ki so bile odkrite med gradnjo in za katerih premostitev je bilo treba načrte za izvedbo





izdelati šele po izkopu predorskih cevi, ne štejemo med presenečenja. Zanje smo vedeli, le njihova natančna lega in velikost nista bili vnaprej znani. Ob tem je morda zanimiv tudi podatek, da je bilo na celotni trasi drugega tira v fazi priprave projektne dokumentacije izvrtanih 327 vrtin, kar pomeni, da so bili načrti za gradnjo, ki vpliva na preko 15 milijonov kubičnih metrov tal, narejeni na podlagi pregleda slabih 300 kubičnih metrov jeder vrtin, kar je manj kot 0,02 promila celotne mase tal v vplivnem območju gradnje.

Za gradnjo vzporednega tira pa verjamemo, da bo že vnaprej vse pripravljeno tako, da bodo premiki portalnega območja predora Lokev (T1) ostali le še del zgodovine in dragocen poduk za prihodnje gradnje v podobnih geoloških razmerah.









# Na drugem tiru le 5,4 kilometra odprte trase

Drugi tir obsega gradnjo nove 27,1 kilometra dolge enotirne železniške proge med Divačo in Koprom. Ker kar 75 % proge poteka pod zemljo, v sedmih predorih, je na površju viden le njen manjši del, in sicer na območjih, kjer proga z viadukti premosti tri večje doline, in na odprti trasi.

Na celotni progi drugega tira je le 5,4 kilometra speljanih na odprti trasi. Čeprav na njej ni tako veličastnih objektov, kot so predori ali viadukti, je bila gradnja odprte trase od Divače do Kopra prav tako velik izziv, saj je bilo treba zgraditi številne podporne objekte, nasipe, vkope in prepuste.

## Potek odprte trase

Odprta trasa se začne takoj za železniško postajo v Divači in je dolga približno dva kilometra. Na začetnem delu poteka v nasipu, nato pa se po približno 1,5 kilometra spusti v vkop do severnega portala prvega predora Lokev (T1). Proga nadaljuje pot pod zemljo v prvi najdaljši predor Lokev (T1) do doline Glinščice, kjer z viaduktom Glinščica premosti dolino oziroma poveže predora Lokev (T1) in Beka (T2). Nato proga pri Črnem Kalu pride za kratek čas na površje, ko preide s kraške planote v flišne kamnine, v srednje strmo pobočje, v katerem je v vkopu in delno nasipu izveden reševalni plato pred južnim portalom predora Beka (T2).

Takoj po reševalnem platoju sledi viadukt Gabrovica, ki premošča mogočno Osapsko dolino. V nadaljevanju je proga speljana mimo številnih manjših, a strmih in ozkih dolin ter hudourniških strug. Na tem območju je več krajših predorov (od T3 do T7) in daljši predor Škofije (T8) z manjšimi vmesnimi platoji in odprtimi deli trase med portalom predora Mlinarji (T7) in viaduktom Vinjan ter med južnim portalom predora Škofije (T8) in izvlečnim tirom. Slednji je bil zgrajen avgusta 2018 kot prvi kilometer drugega tira.



## Deviacija obstoječe proge na Odseku 1

Ker načrtovana proga drugega tira za železniško postajo v Divači preseka traso obstoječe železniške proge, je bilo treba v prvi fazi prestaviti del obstoječega tira in zgraditi 900 metrov nadomestne proge, t. i. deviacije. Ta poteka na novozgrajenem nasipu iz kamnitega materiala, pridobljenega pri izkopu predora Lokev (T1). Na območju deviacije je bilo treba zgraditi še nov podhod za pešce in kolesarje, dva prepusta, postaviti novo vozno mrežo in predelati vozno mrežo na kretniškem območju, poleg tega pa tudi prestaviti obstoječe ter vgraditi nove signalnovarnostne in telekomunikacijske elemente. Šele po dokončanju deviacije in preusmeritvi prometa na novi del proge konec avgusta 2023 je bilo mogoče odstraniti dober kilometer obstoječe proge, s čimer se je sprostil prostor za gradnjo drugega tira.

Od deviacije do portala predora Lokev (T1) z divaške strani je trasa speljana v vkopu v širini, ki omogoča gradnjo tako levega kot desnega tira. Trasa poteka v karbonatnih kamninah (apnencu), za katere so značilni številni kraški pojavi (vrtače, kaverne, rovi, podzemne jame, brezna itd.), ki so predstavljali tudi največji izziv pri gradnji odprte trase na Odseku 1.

Na odprtem delu trase je bilo odkritih več manjših kraških jam, brezen, vrtač in slabo nosilnih temeljnih tal, odkritih z geofizikalnimi preiskavami. Na potek gradbenih del je vplivalo predvsem odkritje vrtače, zapolnjene z ilovico, in slabo nosilna temeljna tla neposredno preko katerih je načrtovana proga drugega tira. Ker je obstajalo tveganje naknadnega posedanja materiala pod progo, še posebej zaradi vibracij pri obratovanju proge, je bila za varno prečkanje vrtače potrebna izvedba premostitvene prostoležeče prednapete betonske konstrukcije, dolge 33 metrov. Za izboljšavo temeljnih tal so se izvedle armiranobetonske plošče dolžine od 8 do 15 metrov.

Na tem delu drugega tira odprta trasa poteka v vkopih višine med 15 in 20 metrov. Visoke vkopne brežine v pretežno kompaktnem apnencu so izvedene v naklonu 3 : 1, z vmesnimi bermami. Na posameznih brežinah je bilo zaradi močno preperelega, razpokanega in





zakraselega apnenca treba izvesti dodatne zaščitne ukrepe. Izkopi so se izvajali s pnevmatskimi kladivi in z razstreljevanjem oziroma rahljanjem hribine. Na območju vkopa je bilo izkopanega približno 850.000 m<sup>3</sup> raščene-ga materiala. Skladno s projektom je bil kakovosten material predelan v različne frakcije in uporabljen za nasipe ter agregate za betone. Kot zanimivost naj omenimo, da so bile na odprtem delu trase poleg kraških pojavov odkrite tudi bituminozne plasti in plasti premoga v Liburnijski formaciji. Pojavljanje plasti premoga v apnencih je poznano na širšem območju Lokve.

Na območju predora Beka (T2), med južnim portalom predora Beka in viaduktom Gabrovica, je na odprti trasi zgrajen reševalni plato. Na celotni dolžini platoja je izvedena sidrana pilotna stena dolžine 270 metrov, za potrebe odvodnjavanja zaledne brežine pa dva prepusta in vodnogospodarska ureditev. V času obratovanja proge bo na platoju reševalni peron in elektronapajalna postaja Črni Kal za potrebe napajanja električne vozne mreže.

## Odprta trasa na Odseku 2

Spodnji del proge od Črnega Kala do Kopra poteka skozi flišne kamnine, za katere je značilno menjavanje plasti glincev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov. Proga poteka mimo številnih manjših, a strmih in ozkih dolin, kjer je bilo treba zgraditi vkope, nasipe, prepuste, podporne konstrukcije in devet portalov predorov od predora Stepni (T3) do predora Škofije (T8).

Največji izziv na tem delu odprte trase je predstavljal odsek na jugozahodnem pobočju Osapske doline med portaloma predorov Tinjan (T4) in Mlinarji (T7). Na strmih in plazovitih pobočjih je bilo treba izvesti dostopni servisni cesti do platojev in portalov predorov. V času gradnje drugega tira so spremenjene globalne podnebne razmere, katerih posledica so dolgotrajni nalivi in naraščanje hudourniških vodotokov, zahtevale dodatne ukrepe za zagotavljanje varnosti proge med obratovanjem. Za prečkanje strmih hudourniških grap je bilo treba izvesti prepuste, vkope, nasipe in podporne konstrukcije (pilotno steno, gabione in branasto konstrukcijo). Pri izvedbi nasipov je zelo pomembna priprava temeljnih tal in vgrajevanje materialov, saj med obratovanjem železniške proge na togi podlagi ne sme priti do pojava vertikalnih pomikov oziroma deformacij.

Zaradi nagubanih flišnih plasti, neugodnega vpada in debelih plasti preperine je na odprti trasi od predora Mlinarji (T7) do viadukta Vinjan prišlo do zdrsa zemljine. Dejanske geološke razmere so se precej razlikovale od napovedanih, zato prvotna projektna rešitev izvedbe vkopa ni zagotavljala zadostne varnosti. Izdelana je bila nova projektna rešitev, ki je obsegala ureditev brežine v dveh nivojih in izvedbo dodatnega odvodnjavanja zalednih vod. V spodnjem delu sta bili izvedeni kamniti zložbi, visoki do 6 metrov, nad njimi pa je bila brežina protierozijsko zaščitena. Tudi na območju odprte trase do izvlečnega tira so bili zaradi slabših geomehanskih karakteristik tal (slabe nosilnosti) potrebni dodatni ukrepi. Obenem je med izvedbo južnega vkopa portala predora Škofije (T8) prišlo do zdrsa brežine. Tudi v tem primeru se je izkazalo, da so geološke razmere slabše od napovedanih. Nova projektna



rešitev je obsegala spremembo naklona brežine, dodatne ukrepe za odvodnjo, protierozijsko zaščito brežine in izvedbo kamnite zložbe.

Odsek od Črnega Kala do Kopra morda ni tako impresiven kot odsek od Divače do Črnega Kala s številnimi kraškimi pojavi, a je predstavljal velik izziv pri gradnji na strmih flišnih pobočjih in slabših geološko-geotehničnih pogojih gradnje.

## Tiri

Na odprti trasi je tir položen na dva načina: na gredi in na togi podlagi. Klasični tir na gredi je bil položen predvsem na odprtem delu trase med postajo Divača in platojem severnega portala prvega predora Lokev (T1) ter od južnega portala predora Škofije (T8) do že zgrajenega izvlečnega tira. Zaradi zagotavljanja vse večjih hitrosti vlakov, udobne in varne vožnje ter daljše življenjske dobe in manj vzdrževanja pa je bil na preostali trasi položen tir na togi podlagi, sestavljen iz prefabriciranih armiranobetonskih pragov (Bi – bloki sistema RHEDA 2000), na katere se pritrdijo tirnice. Tudi zato je bila posebna pozornost namenjena kakovostni izvedbi nasipov in pripravi temeljnih tal, saj tir na togi podlagi dopušča relativno majhne pomike.







## Portali

Odprto traso, platoje in predore na drugem tiru povezujejo portali. Portal je pomemben element predora, saj predstavlja prehod iz zunanosti v notranjost predora. Zasnova portalov v prvem in zadnjem predoru je polkrožna, kar pomeni, da imajo obliko podaljšane predorske cevi z odebeljenim robnim vencem. V vseh drugih predorih pa imajo portali obliko mnogokotnika. Izjema je samo v dolini Glinščice, kjer sta predora Lokev (T1) in Beka (T2) povezana z galerijama in viaduktom Glinščica.

## Ko je delo opravljeno

Gradnja odprte trase drugega tira Divača–Koper je bil svojevrsten inženirski izziv, saj so bili za premagovanje geoloških in reliefnih značilnosti na nekaj več kot pet kilometrih odprte trase zgrajeni številni novi objekti, ki so povezali predore in viadukte v 27,1 kilometra dolgo in težko pričakovano novo železniško progo.







# Tiri na drugem tiru

Glede na značilnosti trase nove proge Divača–Koper, konfiguracijo terena, številne predore in viadukte je bila že v fazi zasnove sprejeta odločitev, da se bo konstrukcija zgornjega ustroja nove proge gradila večinoma kot tir na togi podlagi in ne, kot je bilo v Sloveniji do sedaj to običajno, tir na gramozni gredi. Dejstvo namreč je, da nova proga večinsko poteka skozi sedem predorov in tri viadukte. Ti objekti predstavljajo kar 85 % dolžine nove proge. Poleg tega predori in viadukti s svojo togo betonsko konstrukcijo predstavljajo idealno podlago za izvedbo tira v betonski izvedbi, t. i. tira na togi podlagi, ki potrebuje čvrsto in homogeno podlago brez velikih sprememb v svoji dolžini.

Na preostalem delu proge, na njenih dveh krajnih odsekih, na strani Divače in na strani Kopra, kjer se nova proga priključuje na obstoječe železniško omrežje, pa je izveden tir na gramozni gredi. Dolžina tega dela je skupaj cca 2,7 kilometra, od tega 2,1 kilometra pri Divači in 0,6 kilometra pri Kopru. Tir na gramozni gredi se v slovenskem železniškem omrežju vgrajuje dokaj pogosto, s takim sistemom se izvajajo obnove in nadgradnje glavnih prog v zadnjih dvajsetih letih.

## O tiru na togi podlagi

Zgodovina izvedbe tira na togi podlagi sega v 60. in predvsem 70. leta prejšnjega stoletja, ko so ta tip zgornjega ustroja začeli sistematično razvijati in izdelovati v državah zahodne Evrope, predvsem v Nemčiji, Avstriji in Švici. V evropskih državah se za ta tip konstrukcije zgornjega ustroja uporablja nemški izraz »Feste Fahrbahn« ali angleški »slab track«.

Razvitih in v uporabi je več sistemov konstrukcij tira na togi podlagi; najpomembnejše konstrukcije tira so z betonskimi pragovi, položenimi direktno na asfaltno ali betonsko nosilno podlago, iz monolitnih prefabriciranih betonskih elementov s točkovnimi podporami za tirnice in z vbetoniranimi betonskimi pragovi oziroma bi-bloki.



V Sloveniji je bil tir na togi podlagi prvič uporabljen pred cca 15 leti pri sanaciji treh predorov, Križiški, Ležeški in Jurgovski na progi Ljubljana–Sežana, na odseku med postajama Pivka in Gornje Ležeče. Tir na togi podlagi je bil uporabljen tudi pri gradnji predora Pekel pri Mariboru.

Posebnost izvedbe tira na togi podlagi na drugem tiru je njegova velika in neprekinjena dolžina, saj je tir dolg kar 23,2 kilometra, z začetkom pred vhodom v prvi predor (T1) na strani Divača in z zaključkom na platoju za zadnjim predorom (T8) na koprski strani.

Glavne prednosti sistema tira na togi podlagi v primerjavi s tirom na gramozni gredi so: dolga življenjska doba, ki je pri tiru na togi podlagi 60 in več let, medtem ko je za tir na gramozni gredi od 30 do 40 let, bistveno nižji stroški vzdrževanja in nižji stroški obratovanja proge v življenjski dobi (zapore zaradi vzdrževanja tira niso potrebne, razen v primeru menjave prekomerno obrabljenih tirnic), ob zasnovi in izgradnji nove proge sta dokončno določeni niveleta in smer tira, ki se v življenjski dobi ne menjata več.



Slika 1: Tir na gramozni gredi na novi progi pri Divači



Slika 2: Tir na togi podlagi v predoru T8



Slabosti tira na togi podlagi v primerjavi s tirom na gramozni gredi so: težje izvedljive sanacije po izrednih dogodkih (npr. po iztirjenju vlaka), počasnejša izvedba tira (primerno in lažje izvedljivo pri novogradnjah in težje pri remontih in rekonstrukcijah obstoječih prog), višja cena investicije pri vgradnji ter manjši vzdrževalni in obratovalni stroški v celotni življenjski dobi.

## Projektiranje in izbor konstrukcije

Družba 2TDK, kot naročnik projektne naloge, ni definirala določenega tipa tira na togi podlagi, so pa bili v začetni fazi projektiranja PGD s strani projektanta preučeni različni, predvsem evropski sistemi tira na togi podlagi. V ta namen je bila v fazi izdelave PZI predhodno naročena študija oziroma elaborat *Predlog rešitve tira na togi podlagi*, ki je podrobneje analiziral v Evropi najbolj razširjene sisteme: ÖBB PORR, RHEDA 2000, RAILTECH, Max BOGL, EDILON SEDRA. Za vse te sisteme je bila narejena tudi preveritev možnosti vgradnje oziroma razpoložljivost prostora v predorih in na premostitvenih objektih.



Glede na ugotovitve sta v ožji tehnični izbor prišla sistema RHEDA 2000 in ÖBB PORR. V nadaljevanju je projektant v PZI dokumentaciji predvidel in tehnično obdelal sistem prefabriciranih betonskih elementov proizvajalca ÖBB PORR z navedbo, da je možno v fazi ponudbe ponuditi tudi druge rešitve. Oba sistema veljata za preverjena, saj sta vgrajena v največjem številu na železnicah v Evropi, pri čemer po skupni dolžini vgradnje prednjači sistem RHEDA 2000.

Naročnik je v razpisni dokumentaciji omogočil potencialnim ponudnikom izvedbe del, da ponudijo vgradnjo tudi drugih sistemov tira na togi podlagi, ob izpolnjevanju ključnih tehničnih zahtev. V tem primeru je bil ponudnik dolžan ustrezno dopolniti projektno dokumentacijo in z njo dokazati možnost vgradnje, zahtevane tehnične karakteristike in za ponujeni sistem pri priglašenem organu pridobiti ustrezno izjavo ES. Zaradi napajanja nove proge z enosmernim sistemom 3 kV DC je bilo treba posebno pozornost v fazi projektiranja in izvedbe posvetiti ukrepom za zmanjšanje stresanih tokov, ki izstopajo iz tirnice povratnega voda zaradi elektrovleke.

Izbrani ponudnik za izvedbo del je predlagal vgradnjo tira na togi podlagi sistema RHEDA 2000, nemškega proizvajalca PCM RAILONE AG. Naročnik je pred potrditvijo sistema, poleg preverbe predložene tehnične dokumentacije, opravil še dodatne aktivnosti, s katerimi je pridobil mnenje projektanta glede izbora tipa tira na togi podlagi, nadalje pa tudi mnenje neodvisnih strokovnjakov iz Deutsche Bahn, kjer se omenjeni sistem največ vgrajuje. Družba 2TDK je želela, da se pred potrditvijo nedvoumno ugotovijo tehnološke posebnosti vgradnje, ki so specifično vezane na projekt drugega tira, predvsem z vidika zagotavljanja potrebne hitrosti napredovanja del v predorih, ki je ključnega pomena za doseg končnega roka izgradnje nove proge.

Na podlagi pridobljenih mnenj in ponudnikove izjave o izpolnjevanju vseh pogojev iz razpisne dokumentacije je naročnik ugotovil, da ponujeni sistem tira na togi podlagi RHEDA 2000 izpolnjuje vse zahteve, opredeljene v tehnični in razpisni dokumentaciji.

## Izvedba

Pred predvidenim pričetkom del na trasi je izvajalec v skladu s tehničnim elaboratom predvidel izvedbo več testnih polj izven proge, na gradbiščni deponiji v Dekanih, namen katerih je bil seznaniti se z vsemi posebnostmi materiala in procesa vgradnje. V septembru 2024 je bilo na deponiji v Dekanih izvedeno testno polje za odprto traso in posebej za predor, v oktobru 2024 pa še testno polje za viadukt. S prvimi deli v predoru T8 je izvajalec pričel v novembru 2024, in sicer z izdelavo plošče za raznos obtežbe, v decembru pa s postavitvijo tirnic in armature ter izdelavo končne oziroma nosilne plošče tira. Pri izdelavi testnih polj in pri prvih odsekih izvedbe tira v predoru T8 je sodeloval tudi pooblaščen predstavnik – instruktor proizvajalca RHEDA bi-blokov, ki je s koristnimi nasveti pomagal ekipam izvajalca pri uvajanju. Poudariti velja, da gre pri izvedbi za t. i. sistem dela »od zgoraj navzdol«, kar pomeni, da se vsi elementi tira pred betoniranjem postavijo v prostor na posebne vertikalne stojke, pri čemer je zahtevana milimetrska natančnost končne pozicije tirnic.



Slika 3: Polaganje  
materiala MSS pred  
vgradnjo tira v predoru  
Škofije (T8) - Dekani



## Sistem za ublažitev hrupa in vibracij

Posebno poglavje v izvedbi tira na togi podlagi predstavlja izvedba odsekov v predorih Lokev (T1) in Škofije (T8), kjer je vgrajen sistem za ublažitev hrupa in vibracij (MSS).

Pred pričetkom del na zgornjem ustroju je bilo treba ugotoviti, ali bodo prevozi vlakov prebivalcem naseljenih krajev ob progi povzročali prekomerne vibracije in hrup. V ta namen so bila najprej določena območja, kjer ta možnost obstaja, in sicer gre za lokacije naselij Lokev, Plavje in Dekani. Na teh območjih so bile v predorih T1 in T8 po izvedeni betonski notranji oblogi opravljene meritve z generatorjem vibracij, s posebno napravo VibroScan. Rezultati meritev in izračuna emisij so pokazali, da so na nekaterih lokacijah mejne vrednosti sekundarnega hrupa presežene, zato so bili na teh predorskih odsekih potrebni nadaljnji ukrepi, kot je vgradnja antivibracijskega sistema oziroma MSS (ang. *Mass-Spring System*).

Na teh odsekih je bil sprojektiran in vgrajen tudi poliuretanski material (proizvajalca Getzner) različnih debelin na talnih in bočnih površinah tira.

## Zaključek

Sistem RHEDA 2000 je eden od najbolj množično uporabljenih sistemov tira na togi podlagi v svetu, še posebej v Nemčiji, kjer je bil tudi razvit. Dobre izkušnje pri uporabi in preverjene pozitivne reference naročnikov so razlog, da je tako razširjen. V Sloveniji je prvič vgrajen na progi drugega tira.









# Krožno gospodarstvo in recikliranje izkopanega materiala pri gradnji drugega tira

## Uvod

Uvajanje nizkoogljičnih tehnologij, recikliranje izkopanega materiala, uporaba trajnostnih materialov in ponovna ozelenitev degradiranih površin so ključni elementi, ki drugi tir uvrščajo med vodilne primere zelenega prehoda v gradbeništvu.

## Krožno gospodarstvo in recikliranje izkopanega materiala

Projekt je sodoben in trajnosten ter tehnično izjemno zahteven. Na 27,1 kilometra dolgi progi je sedem predorov, trije viadukti in vrsta drugih zahtevanih objektov. Kar 75 % proge poteka pod zemljo. Zgornji del proge, ki se razteza od Divače do Črnega Kala (Kraškega roba), je umeščen v občutljiv kraški prostor. Ta del trase je geološko izredno razgiban s številnimi kraškimi pojavi, kot so jame, razpoke, vrtače in podzemni tokovi. Ti pojavi močno vplivajo na nosilnost terena, stabilnost objektov in okoljsko občutljivost gradbenih posegov. Zato so bile pri gradnji uporabljene najsodobnejše metode geotehničnega inženirstva ter trajnostne gradbene prakse za zagotavljanje dolgoročne stabilnosti infrastrukture. V središču pozornosti so krožno gospodarstvo, recikliranje izkopanega materiala, uporaba nizkoogljičnih cementov in vgradnja trajnostnih materialov.

Prvi del proge od Divače do konca prvega predora Lokev (T1), kjer se proga približa dolini Glinščice, v celoti poteka v apnencih. Nato preide v flišno lusko, ki je značilna za dolino Glinščice, in poteka v njej še v začetnem delu predora Beka (T2). Sledi nekaj kilometrov dolg odsek apnencev v drugem predoru, nato pa trasa vstopi v območje flišev, v katerih se nadaljuje vse do Kopra. Preostalih pet predorov drugega tira poteka v celoti skozi flišne formacije.



Postopek pridobivanja materiala v predoru oziroma izkop se je izvajal z novo avstrijsko metodo gradnje predorov (NATM). To je ciklična metoda, kjer se vsak izkopni korak izvede v štirih osnovnih fazah: izkop, nalaganje in odvoz materiala, vgradnja primarnega podporja (podporje svoda in čela, morebitno izboljševanje in/ali dreniranje hribine, (mikro)armirani brizgani beton, hribinska sidra) ter monitoring in usmerjanje.

Napredovanje posamezne izkopne faze po izkopnem profilu cevi predora, ki se deli na kaloto in stopnico s talnim obokom, je potekalo po t. i. postopku »stop&go«, kar pomeni, da se ustavi napredovanje del na čelu kalote, ko se izvaja izkop stopnice. Izkop hribine v predoru je potekal prvenstveno z razstreljevanjem v trših kamninah z večjim deležem peščenjaka ter s strojnim izkopom s predorskim bagrom z uporabo izkopne žlice, predorskih vilic, freze ali hidravličnega kladiva v tektonskih conah in območjih zelo pretrte hribine.

Pri gradnji drugega tira se je krožno gospodarstvo udeleževalo v velikem obsegu. V času gradnje je bilo izkopanih več kot 4,2 milijona m<sup>3</sup> materiala, kar lahko primerjamo z volumnom, ki ima dimenzije nogometnega igrišča z višino 650 metrov. Izkopani material je v pretežni meri sestavljal okrog 2,4 milijona m<sup>3</sup> apnenca in 1,8 milijona m<sup>3</sup> fliša. Skupno je bilo opravljenih več kot 6 milijonov m<sup>3</sup> transportov materiala, kar pomeni približno 40.000 voženj težkih tovornjakov. Da bi zmanjšali vplive na okolje, je bil velik del materiala predelan neposredno na gradbišču in ponovno uporabljen pri gradnji.

Laboratorijske analize so potrdile, da je izkopani apnenec primeren za predelavo skladno z zahtevami evropskih standardov (EN 12620 za agregate v betonu, EN 13242 za nevezane mešanice). To pomeni, da je bilo mogoče velik delež izkopenega materiala uporabiti kot sekundarno surovino, namesto da bi ga odložili kot odpadek. Takšen pristop je bistvo krožnega gospodarstva – prepoznati vrednost v materialu, ki nastane kot stranski produkt gradnje.

Za doseganje maksimalnega izkoristka materiala za nadaljnjo uporabo je bila že med izkopom in nato pred deponiranjem materiala na začasne ali končne deponije





izvedena natančna klasifikacija izkopanega materiala glede na geološke enote, velikost zrn, vsebnost nečistoč in mehanske lastnosti.

Izkopani material je bil klasificiran v kategorije APN – izkopani čisti apnenec (odgovarja kategoriji 1 v TS03, točka 5.03 A), APNP – apnenec s primesmi, FLIŠ – izkopani čisti fliš, MEŠ – mešanica apnenca in fliša in ZIO – zemeljski izkop kot odpadke (odgovarja kategoriji 3 v TS03, točka 5.03 A). Vrsto in kakovost izkopanega materiala je določil usposobljeni geolog za vsak posamezni korak izkopa. Po prevzemu je bil izkopani material prepeljan iz predora na gradbiščno deponijo pred portalom predora ali v njegovi neposredni bližini. Pomembno za to fazo del je bilo, da je bil na prevozna sredstva ločeno naložen kvaliteten in čist izkopani material (apnenec ali fliš) ter ločeno ostali ostanki izkopa, ki iz različnih tehničnih in tehnoloških razlogov niso čista izkopana mineralna surovina.

Vse faze izkopa, nakladanja in transporta izkopanega materiala na začasne in končne deponije so bile optimizirane, da je bil zagotovljen minimalni vpliv na okolje.

Izkopani apnenec iz predorov Lokev (T1) in Beka (T2) je bil v večini predelan v gradbiščnih drobilnicah in separacijah v agregat različnih frakcij (0/4, 4/16, 16/32, 0/63 mm), ki je primeren za pripravo betonov. Proizvodnja agregata za beton iz izkopa je certificirana po SIST EN 12620:2002+A1:2008.

Za potrebe gradnje na zgornjem delu proge od Divače do Črnega Kala (Sklop 1) je bilo predelano v agregate čez milijon m<sup>3</sup> (raščeno stanje) apnenca, za potrebe spodnjega dela proge od Črnega Kala do Kopra (Sklop 2) in Sklopa 3 pa nad 700.000 m<sup>3</sup> apnenca.

Preostanek izkopanega apnenca, ki ne bo porabljen za gradnjo drugega tira, bo shranjen v kamnolomu Črnotiče za potrebe gradnje vzporednega levega tira, ki je v pripravi.

Fliš, izkopan iz predorov Stepni (T3), Tinjan (T4), Osp (T5-6), Mlinarji (T7) in Škofije (T8) na delu proge od Črnega Kala do Kopra, je bil v večji meri prepeljan na lokacije bližnjih kamnolomov, kjer je bil uporabljen za sanacijo opuščenih degradiranih delov kamnolomov. Rekultivacija degradiranih območij kamnolomov je znatno doprinesla k pozitivnemu vplivu na okolje. Bližina kamnolomov, ki so od trase drugega tira oddaljeni nekaj deset kilometrov, je pomenila krajše prevoze in zato nižje izpuste toplogrednih plinov ter manjšo zakisanost okolice.

Na območju Bekovec, ki je bilo ob gradnji avtoceste že delno uporabljeno za odlagališče izkopanega materiala (mešanice zemlje, kamenja in mineralov), je bila izvedena kontinuirana vgradnja izkopanega materiala iz predorov drugega tira do zapolnitve celotnega območja. Vgrajen je bil zemeljski izkop (okrog milijon m<sup>3</sup>) po postopku ravnanja z odpadki R10 za rekultivacijo degradiranega območja in pripravo območja za kmetijske namene. V načrtu je rekultivacija celotnega območja za kmetijske namene z zasaditvijo oljčnika.



## Ravnanje z izkopanim materialom

Apnenec je bil uporabljen kot agregat za pripravo betona, s čimer se je zaprla materialna zanka – izkopani material je bil vrnjen v betonske konstrukcije na progi. Fliš pa se je ob sanaciji degradiranih območij uporabljal tudi za nasipavanje in urejanje površin v Luki Koper. Mešan material (zemlja in minerali) se je uporabljal pri zasipih in krajinskih ureditvah.

Več kot 95 % izkopanega materiala je bilo ponovno uporabljeno, kar je pri tako velikih infrastrukturnih projektih redkost.

Ravnanje z izkopanim materialom na ta način ima merljive pozitivne učinke na okolje:

- manj deponij: količine materiala, ki bi jih sicer odložili, so bistveno manjše,
- manjša poraba naravnih virov: ni potrebe po dodatnem izkopavanju v aktivnih kamnolomih,
- znižan ogljični odtis zaradi krajših transportnih poti in manjše porabe energije,
- trajnostna gradnja: uporaba lokalnih virov podaljšuje življenjsko dobo konstrukcij, saj so materiali prilagojeni lokalnim razmeram.

S tem projekt sledi ciljem Evropskega zelenega dogovora in nacionalnim strategijam razogljičenja.

## Betonarne in nizkoogljčni cement

Beton je pri drugem tiru najpomembnejši gradbeni material. Vgrajenih je približno 2 milijona m<sup>3</sup> betona, kar ustreza prostornini okoli 800 olimpijskih bazenov. Betonarne predstavljajo vitalni segment na projektu, saj zagotavljajo temeljni material. Beton, ki se vgrajuje med gradnjo, so sproti proizvajale štiri gradbiščne betonarne, in sicer Dekani, Gabrovica, Črnotiče in Laže, po potrebi pa še zunanje betonarne v bližini gradbišč. Vse betonarne imajo certificirano kontrolo proizvodnje v skladu z zahtevami SIST EN 206:2013+A2:2021 in SIST 1026:2016.

Za pripravo takšnih količin betona je bilo potrebnih približno 1,5 milijona m<sup>3</sup> agregata, večinoma pridobljenega iz izkopa apnenca. Uporaba izkopanega apnenca v betonarnah je doprinesla k:

- zmanjšanju transportov: lokalna oskrba znižuje porabo goriva in emisije CO<sub>2</sub>,
- zmanjšanju stroškov: ni potrebe po dodatnem nakupu primarnih agregatov iz oddaljenih kamnolomov,
- optimizaciji proizvodnje: betonarne lahko prilagajajo recepture betona specifičnim zahtevam gradnje,
- sledljivosti in nadzoru: od izkopa do vgradnje je mogoče zagotoviti stalno kontrolo kakovosti.



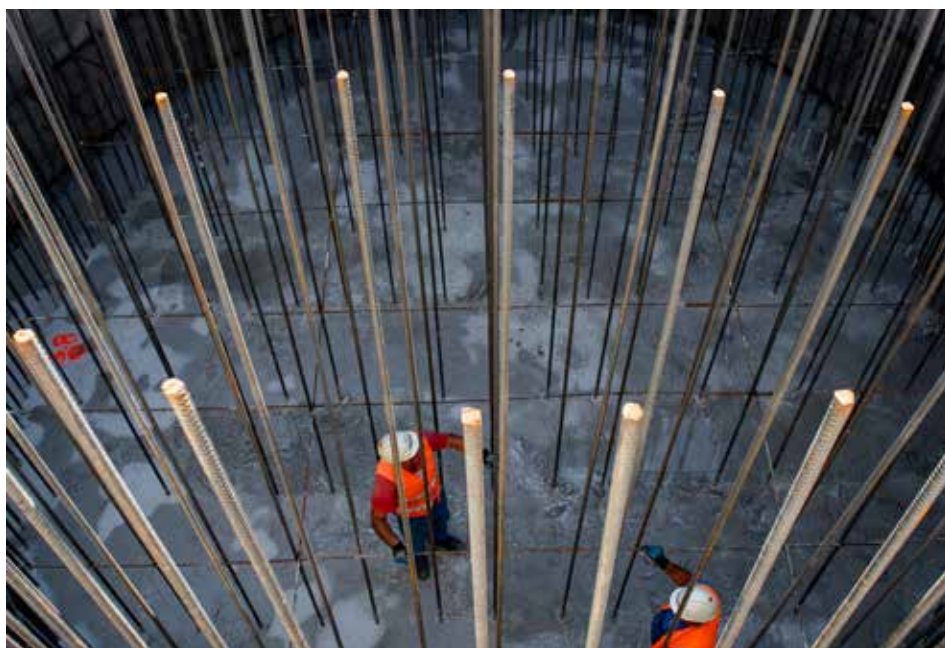


S tem betonarne niso le proizvodni obrati, ampak tudi trajnostni posredniki, ki omogočajo uresničitev načel krožnega gospodarstva.

Poraba cementa za pripravo betonov pri drugem tiru je znašala približno 600.000 ton, kar pomeni okoli polovico letne proizvodnje cementarne Anhovo. Cement je glavna komponenta betona, ki je, za vodo, najbolj uporabljan material na projektu.

Cement je največji vir emisij  $\text{CO}_2$  v betonu; okoli 60–70 % celotnega ogljičnega odtisa nastane pri žganju klinkerja (kalcinacija apnenca pri  $\sim 1450^\circ\text{C}$ ). Cementna industrija na svetovni ravni predstavlja 7 % vseh emisij  $\text{CO}_2$ . Ta vrednost je v Evropski uniji nižja in predstavlja 4 % vseh emisij  $\text{CO}_2$ . Za cementno industrijo je poseben izziv zmanjšati delež klinkerja v cementu, ne da bi se poslabšale mehanske in trajnostne lastnosti betona, zato se klinker v cementu nadomesti z mineralnimi dodatki ali stranskimi produkti drugih industrij. To pripomore k manjši porabi energije za proizvodnjo klinkerja in predstavlja zapiranje masnih tokov znotraj drugih industrij z recikliranjem stranskih produktov. S tem se sledi ciljem krožnega gospodarstva, kar posledično viša regijsko konkurenčnost in odpira možnosti za nadaljnje rešitve na področju varovanja okolja.

Poseben pomen pri zmanjšanju ogljičnega odtisa pri proizvodnji betona ima uporaba nizkoogljičnega cementa (npr. Neosal 42,5 N), ki ima za več kot 35 % nižji ogljični odtis v primerjavi s povprečnimi cementi, ki se uporabljajo v EU. Uporabljen je bil pri gradnji notranjih oblog predorov.



Za pripravo betonskih mešanic je bila uporabljena voda iz reciklaže. V mešanici so bile tudi sekundarne surovine, kot so žlindra, elektrofiltrski pepel in mikrosilika, ki dodatno zmanjšujejo ogljični odtis ter izboljšujejo trajne lastnosti betona.

Glede na namen uporabe in tehnologijo vgradnje betona se tem osnovnim sestavinam dodajo še različni mineralni in kemijski dodatki ter polipropilenska ali jeklena vlakna. Te sestavine se mešajo v specifičnih razmerjih, da se dosežejo želena obdelavnost svežega betona ter končna trdnost in žilavost strjenega betona.

Pri pripravi receptur za betone je bila velika pozornost namenjena optimalni sestavi betona, da so bile dosežene maksimalne mehanske lastnosti in zagotovljena trajnost



zgrajenih objektov. V kontekstu trajnostnega razvoja so vse betonarne, ki so proizvajale betone za gradnjo objektov na drugem tiru od Divače do Kopra, skrbno izvajale optimizacijo porabe energije, uporabljale nizkoogljične cemente, zmanjševale odpadke in uporabljale recikliran agregat iz izkopa.

### Vpliv transportov na okolje

Transporti, ki so se opravljali med gradnjo, predstavljajo enega ključnih vplivov na okolje. Skupna količina transportov na projektu je bila prvotno ocenjena na približno 6 milijonov m<sup>3</sup> materiala, kar pomeni več kot 40.000 voženj težkih tovornjakov. Tak obseg prometa bi imel znatne negativne vplive na okolje, ki se kažejo v povečanih emisijah CO<sub>2</sub>, hrupu, prašnih delcih in obremenitvi lokalnih cestnih omrežij. Da bi se ti vplivi čim bolj zmanjšali, je bila večina materiala predelana neposredno na gradbišču, kar je zmanjšalo število voženj na daljše razdalje. Uporaba začasnih gradbiščnih cest in optimizacija logistike sta dodatno prispevali k zmanjšanju motenj za lokalne prebivalce in naravno okolje.

Predvsem bo nova proga med Divačo in Kopro dolgoročno prispevala k zmanjšanju vpliv transportov na okolje, saj bo omogočila preusmeritev tovarnega prometa s cest na železnice. To pomeni bistveno zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in manjšo obremenitev cestne infrastrukture, kar ima neposredne pozitivne učinke na okolje in kakovost življenja.

### Vgradnja trajnostnih materialov

Pri gradnji je bilo porabljenih več kot 35.000 ton jeklene armature. Poleg tega je bilo vgrajenih približno 2600 kilometrov sider in sulic, kar je primerljivo z dvakratno dolžino slovenske državne meje. Ti jekleni elementi so ključni za stabilnost predorov in brežin ter za zagotavljanje varnosti gradnje in dolgoročne trajnosti zgrajenih objektov.

Za zaščito konstrukcij in podaljšanje njihove življenjske dobe je bilo uporabljenih približno 2,35 milijona m<sup>2</sup> geotekstila in hidroizolacij. Vgrajenih je več kot 300 kilometrov drenažnih cevi ter številni drugi plastični elementi, ki omogočajo učinkovito odvodnjavanje in zaščito objektov.

Nova proga bo opremljena z več kot 2000 kilometri električnih vodnikov ter z raznoliko elektroopremo, od napajalnih in signalnih kablov do prezračevalnih, varnostnih in nadzornih sistemov. Uporabljena bo oprema, ki ustreza najnovejšim standardom energetske učinkovitosti in varnosti.

### Ponovna ozelenitev in okoljski ukrepi

Poseben poudarek pri projektu je namenjen skrbi za okolje in obnovo prizadetih območij. Posajenih bo več kot 10.355 sadik lokalnih rastlin, kar bo prispevalo k ponovni ozelenitvi trase in ohranjanju biotske raznovrstnosti. Ozelenitev se bo izvajala z lokalnimi vrstami, ki so prilagojene kraškemu okolju in imajo dolgoročno trajnostno vrednost.



## Posebni ukrepi pri gradnji predorov

Zaradi poteka trase v kraškem svetu je bilo treba izvesti posebne ukrepe pri gradnji predorov. Na celotni trasi proge je bilo odkritih nekaj manj kot 100 kraških jam v predorih Lokev in Beka. Sanacija najzahtevnejših je zahtevala poseben inženirski pristop, ki je vključeval nabor ukrepov za zagotovitev varnosti gradnje, trajnosti objektov, zaščite okolja in varovanja kulturne dediščine.

## Kontrola kakovosti gradnje

Za zagotavljanje kakovosti in skladnosti materialov je bil vzpostavljen sistem notranje in zunanje kontrole kakovosti. Zunanja kontrola, ki so jo izvajali ZAG, IGMAT in ZRMK, je temeljila na standardih SIST EN ISO/IEC 17025 in SIST EN ISO/IEC 17065. Vključevala je certificiranje betonarn, nadzor kakovosti betona in agregatov ter redne laboratorijske preizkuse. Takšen pristop je zagotavljal nepristranskost, sledljivost in dolgoročno zanesljivost vgrajenih materialov. Zagotavljanje kakovosti gradnje neposredno prispeva k zelenemu krožnemu gospodarstvu.

## Pomen drugega tira za slovensko gospodarstvo

Projekt Drugi tir ima velik strateški pomen za Slovenijo. Povečal bo zmogljivosti Luke Koper ter zmanjšal odvisnost od cestnega prometa in emisije toplogrednih plinov. Nova povezava bo skrajšala potovalni čas potniških vlakov med Koprom in Ljubljano ter omogočila večjo prepustnost za tovarne vlake. Po ocenah bo projekt ustvaril več kot tri milijarde evrov dodane vrednosti za slovensko gospodarstvo in prispeval k razvoju logistike, industrije ter turizma.

## Zaključek

Drugi tir je več kot le infrastrukturni projekt, je celovit primer zelene, krožne in trajnostne gradnje. Z obsežnim recikliranjem materialov, uporabo nizkoogljičnega cementa, vgradnjo kvalitetnih jeklenih in plastičnih izdelkov, geotekstila ter elektroopreme je projekt primer dobre prakse in zgled za prihodnje infrastrukturne projekte.

S pametno uporabo izkopanega apnenca iz predorov Lokev in Beka ter z vključitvijo betonarn v krožni proces je postal referenčni primer zelenega in krožnega gospodarstva. Namesto da bi tisoče ton materiala postalo okoljsko breme, je ta material postal gradbeni vir, ki prispeva k trajnostni gradnji. To zmanjšuje ogljični odtis, povečuje gospodarsko učinkovitost in daje družbi jasen signal, da je mogoče velike projekte izvesti na okolju prijazen način.

Drugi tir je nova železniška proga, a je tudi učni poligon, kjer so se udeležili krožno gospodarstvo, trajnost in digitalna orodja, ki bodo – verjamem – postali stalnica gradbeništva.









# Vodohrani, zgrajeni za požarno varnost drugega tira

Čeprav se je železnica na Krasu v preteklosti pogosto soočala z ognjem – od parnih lokomotiv, ki so povzročale gozdne požare, do sodobnih tveganj, povezanih z napakami na vlakih ali iskrenjem med vožnjo –, je na drugem tiru zgodba nekoliko drugačna.

Proga Divača–Koper poteka večinoma skozi predore, kjer nevarnost isker in posledičnih požarov ni tako izrazita kot na površju, vseeno pa je bila požarna varnost eden ključnih vidikov načrtovanja sistema vodohranov s požarno vodo. Ta sistem, umeščen ob progo, ne predstavlja zgolj tehnične rešitve, temveč simbolizira učinkovit pristop k požarni varnosti in je dokaz, da se je iz izkušenj preteklosti mogoče učiti in graditi prihodnost z večjo mero odgovornosti.

Drugi tir železniške proge Divača–Koper je največji infrastrukturni projekt v sodobni Sloveniji. Zasnovan je bil kot odgovor na naraščajoče potrebe po zmogljivejši povezavi med zaledjem in Luko Koper ter kot dolgoročna rešitev prometnih izzivov. Hkrati pa projekt s seboj prinaša tudi zahtevne varnostne izzive. Na odseku od Divače do Kopra je zgrajenih skoraj 37 kilometrov predorskih, reševalnih in servisnih cevi, zato je požarna varnost ključnega pomena.

Ena pomembnejših rešitev, ki doprinese k varnejšemu obratovanju proge, je sistem vodohranov s požarno vodo. Ti objekti niso le rezervoarji, temveč del večjega omrežja, ki pomaga pri hitrem odzivu gasilcev in drugih reševalnih služb ob morebitnih železniških in drugih nesrečah, povezanih s požarom.



## Požarna varnost kot eden ključnih izzivov na drugem tiru

Predori na drugem tiru so med najdaljšimi v Sloveniji. Najdaljši, predor T1 – Lokev, meri 6,7 kilometra in je najdaljši železniški predor v Sloveniji, drugi predori na progi, kot so Tinjan, Mlinarji in Škofije, pa so dolgi med enim in štirimi kilometri. V predorih požar pomeni izjemno nevarnost: visoke temperature, hitro širjenje dima in omejene možnosti evakuacije. Pri krotitvi požara je vsaka minuta dragocena, zato je pomembna ustrezna infrastruktura za gašenje.

Obveza zagotavljanja požarne vode na trasi drugega tira izhaja tako neposredno iz Uredbe komisije EU iz leta 2014 o tehnični specifikaciji za interoperabilnost v zvezi z »varnostjo v železniških predorih« železniškega sistema Evropske unije (v nadaljevanju TSI) kot tudi iz Uredbe o državnem lokacijskem načrtu za drugi tir železniške proge na odseku Divača–Koper. TSI zahteva ureditev t. i. točk za gašenje požarov, ki se vzpostavijo na portalih vsakega predora nad kilometrom dolžine. V posebnih primerih, ko si sledita dva ali več predorov, je treba takšne predore upoštevati kot en predor. TSI navaja dva primera, ko je treba upoštevati to določilo, in sicer če je razmik med predori manjši od dolžine najdaljšega vlaka, povečanega za 100 m, ali če območje na prostem in položaj tira pri razmiku med predori potnikom ne omogočata, da bi se vzdolž varnega prostora oddaljili od vlaka.

Skladno s TSI in odvisno od kategorije tirnih vozil je treba točke za gašenje požarov v nekaterih primerih vzpostaviti tudi v predorih. Vsi predori oziroma sistemi več zaporednih predorov na drugem tiru, ki bi jih morali obravnavati kot en predor, so krajši od 20 kilometrov. Ker je obenem na drugem tiru predvidena uporaba tirnih vozil varnostno višje kategorije, ki imajo konstrukcijsko vgrajene sisteme pasivne in aktivne požarne zaščite, v predorih oziroma sistemih predorov drugega tira točk za gašenje požarov v predorskih ceveh ne bi bilo treba vzpostaviti, bo pa izvedeno hidrantno omrežje omogočalo dodatno podporo pri morebitnem požaru.

Točke za gašenje požarov morajo biti opremljene s sistemom oskrbe z vodo (najmanj 800 l/min v dveh urah, kar znaša 96 m<sup>3</sup> vode) ter dostopne gasilskim in reševalnim službam. Na portalih predorov oziroma skrajnih portalih sistema predorov morajo imeti točke za gašenje požarov tudi urejeno intervencijsko območje izmere najmanj 500 m<sup>2</sup>.

Na drugem tiru je glede na izpolnitve zahtev TSI predvidenih pet vodohranov. Postavljeni so nad predori Lokev (T1), Beka (T2), Tinjan (T4), Mlinarji (T7) in Škofije (T8). Njihova umestitev ni naključna, zagotavlja čim bližjo oskrbo s požarno vodo tam, kjer je tveganje največje – v dolгих podzemnih predorih.

## Tehnične značilnosti

Vsak vodohran ima prostornino približno 200 m<sup>3</sup>. Zgrajeni so kot ločene vodne celice, ki jih spremlja armatura na celica s potrebnimi priključki in ventili. Po izdelavi so bili vodohrani zasuti, razen pri vhodu, kjer so izdelani





zunanja fasada in ustrezni priključki. Zagotovljene so tudi potrebne manipulativne površine in opravljena krajinska ureditev.

## Dostop in logistika

Vsak vodohran je dostopen po novi ali obstoječi dovozni cesti. To omogoča gasilskim vozilom neposreden dostop, hkrati pa zagotavlja, da so vodohrani aktivno vključeni v logistiko gašenja. V praksi to pomeni, da lahko gasilske enote uporabijo vodo iz vodohranov ali vanje dovajajo nove količine, odvisno od potreb na terenu.

## Hidrantno omrežje

Vodohrani so preko hidrantnega omrežja DN 125<sup>1</sup> povezani s točkami gašenja (tj. s hidranti na točkah gašenja, ki so pred portali dolgih predorov ali pred sistemom predorov in hidrantnim omrežjem, ki ga sestavljajo hidranti v predorskih ceveh) in s predori. Sistem deluje tako, da se voda iz vodohrana spusti po navpičnih vrtnah do t. i.

<sup>1</sup> Hidrantno omrežje DN 125 vodi po površini do vpadnega jaška, kjer vstopi v vertikalno vrtino, ki pelje do distribucijske niše v predorih.



distribucijskih niš v predoru. Od tu naprej se nadaljuje kot mokro hidrantno omrežje, ki je stalno napolnjeno z vodo. Hidranti so razporejeni približno vsakih 125 metrov vzdolž predora ter na portalih in v evakuacijskih izhodih.<sup>2</sup> To pomeni, da gasilci nikoli niso dlje kot minuto hoje oddaljeni od vira vode. Takšna gostota hidrantov omogoči hitrejše obvladovanje požara, še preden se ta razširi. Tak sistem tudi omogoča, da je voda na voljo v vsakem trenutku, dodatna prednost pa je možnost hitrega polnjenja gasilskega vozila s cisternami, kar pomeni, da je ob večjih požarih mogoče razmeroma hitro obnoviti zalogo.

## Operativni vidik in gasilske enote

Učinkovitost sistema vodohranov je odvisna od pripravljenosti gasilskih enot. Na Krasu delujejo številna prostovoljna in poklicna gasilska društva, ki imajo bogate izkušnje z gašenjem požarov. Projekt Drugi tir je zasnovan tako, da jim dela v primeru požara na železniških tirih ne otežuje, saj tako dostopne ceste kot stalno napolnjeno vodno omrežje omogočajo lažji dostop do sicer zahtevnega terena.



Reševalna vaja v reševalni cevi T7

<sup>2</sup> Vodne celice so cilindrične armiranobetonske konstrukcije, talna plošča ima debelino 40 centimetrov, stene in zgornja plošča pa so debele 30 centimetrov. Armaturna celica je klasična armiranobetonska konstrukcija pravokotne oblike. Ima dve etaži, v spodnji so nameščene cevne povezave, zgornja pa je namenjena vstopu v vodohran in dostopu v celice preko vstopnih odprtín.



V praksi to pomeni, da lahko gasilci ob požaru v predoru pridejo do hidranta v nekaj minutah, priklopijo opremo in začnejo z gašenjem. Voda se v vodohran polni s cisternami, kar zagotavlja kontinuiteto oskrbe. Pomembno vlogo ima tudi redno vzdrževanje in testiranje sistema, saj mora delovati brezhibno prav takrat, ko je najbolj potrebno.

## Pomen vodohranov za požarno varnost proge

Sistem vodohranov s požarno vodo predstavlja pomemben vidik infrastrukture drugega tira, s katero se varuje okolje. Omogoča hitrejši odziv gasilskih in reševalnih služb, zmanjšuje varnostna tveganja in preprečuje večje poškodbe infrastrukture. Obenem daje potnikom dodatno zaupanje, da je proga varna tudi v izrednih razmerah.

Pri njihovem oblikovanju pa so načrtovalci namenili posebno pozornost skladnosti z okoljem. Vodohrani na drugem tiru tako niso zgolj betonski rezervoarji z vodo, temveč svojo tehnično funkcionalnost združujejo z arhitekturno zasnovo, ki spoštuje značaj primorske pokrajine.

## Drugi tir kot primer sodobne infrastrukture na področju požarne varnosti

Vodohrani na drugem tiru so simbol premišljenega načrtovanja, sodelovanja med stroko in gasilci ter zavezanosti k požarni varnosti. Z njihovo pomočjo bo nova železniška proga Divača–Koper kos tudi najtežjim oblikam požarnovarnostnih izzivov, povezanih s požari v predorih.

Gradnja in vključitev vodohranov v železniško infrastrukturo drugega tira je v Sloveniji edinstven primer. Doslej so se vodohrani večinoma gradili za potrebe javne oskrbe s pitno vodo, gasilske zaščite naselij ali industrijskih območij, tokrat pa so bili načrtovani in izvedeni posebej za požarno varnost železniške proge. S tem projekt Drugi tir ne vzpostavlja zgolj pomembnega prometnega koridorja, temveč je tudi izjemen projekt na področju požarne varnosti v železniškem prometu. Vodohrani, zgrajeni za potrebe proge, bodo v prihodnje ostali trajen dokaz, da je mogoče infrastrukturo načrtovati z vizijo, ki presega zgolj gradbeni vidik in postavlja v ospredje varnost ljudi ter zaščito narave.

Drugi tir tako ne bo le gospodarska žila, ki Luko Koper povezuje z evropskim zaledjem, temveč tudi primer sodobne infrastrukture, kjer varnost in trajnost hodita z roko v roki.









# Kontrola kakovosti vhodnih materialov od izkopa do vgradnje

Za zanesljivo in stroškovno učinkovito uporabo izkopanih materialov na gradbišču je nujen celovit nadzor materiala: od vhodnih lastnosti do sprotnega preverjanja med vgradnjo. Šele na podlagi dobljenih rezultatov je mogoče utemeljeno odločiti, v katerih aplikacijah (npr. BB/MABB, betoni konstrukcij, nasipi, tamponske plasti) se material lahko uporablja, pod kakšnimi omejitvami in s katerimi prilagoditvami.

## Uvod

V sodobnih investicijskih projektih, zlasti v gradbeništvu, je kakovost izvedbe eden ključnih dejavnikov uspeha. Odgovorni investitorji zato vključujejo zunanjo kontrolo kakovosti, ki z neodvisnim in specializiranim znanjem preverja skladnost izvedenih del, pravočasno prepozna pomanjkljivosti ter krepi zaupanje v projekt. Na drugem tiru Divača–Koper je naročnik zunanjo kontrolo kakovosti zagotovil od začetka gradnje; vanjo so bili vključeni Zavod za gradbeništvo Slovenije (ZAG) kot vodilni partner konzorcija ter partnerja IGMAT in GI ZRMK, ki pokrivajo širok spekter strokovnih področij in s tem so zagotavljali celovito podporo izvedbi. Tak pristop je ključen ne le za varno in učinkovito železniško povezavo, temveč tudi za dolgoročno trajnost, gospodarsko konkurenčnost in strateški razvoj Slovenije ter širše regije.

V okviru odgovornega gospodarjenja je investitor sledil načelu masne izravnave gradbišča: kar se izkoplje, se – kolikor je možno – tudi porabi. Na podlagi napovedi iz rezultatov geološko-geomehanskega vrtanja, ki so za predore Lokev (T1) in Beka (T2) ter predvokop Divača napovedovale kakovostne apnenice, je 2TDK pričakoval visoko stopnjo samozadostnosti pri pridobivanju agregatov za betone na trasi. Vendar narava geoloških raziskav – prostorsko, tehnično, časovno in finančno omejenih – pomeni, da lahko zanesljivo opredelimo litološke in stratigrafske značilnosti območja, ne moremo pa iz omejenih jedrnih vzorcev vnaprej kakovostno oceniti uporabnosti agregata in



morebitnih škodljivih primesi (npr. glineni minerali, fini delci), ki bistveno vplivajo na nadaljnjo zmožnost uporabe, trajnost in trdnost betonov.

V nadaljevanju predstavljamo primere, ki ponazorijo, kako so lastnosti vhodnih materialov ključne za doseganje visokih zahtev projekta.

## Zagotavljanje kakovosti agregata

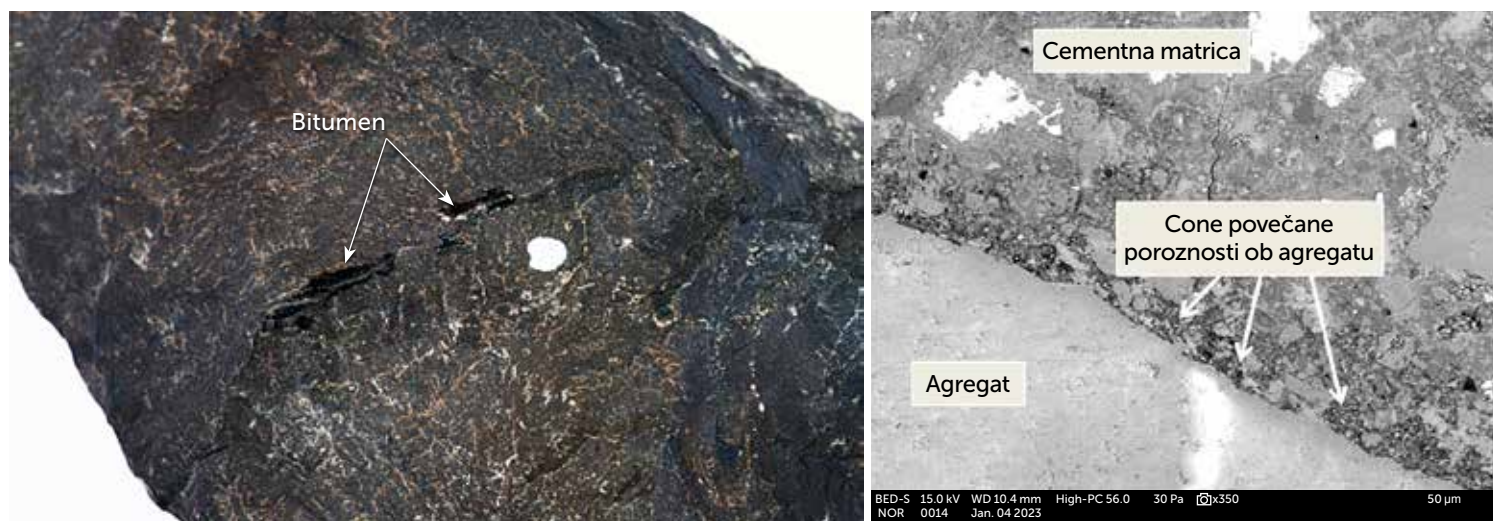
Med izkopnimi materiali, ki so nastali v okviru gradnje drugega tira, so bili sprva za predelavo v agregate za betone uporabljeni alveolinsko-numulitni apnenci eocenske starosti, apnenec v Liburnijski geološki formaciji med kre- do in paleocenom ter apnenec v paleocenskih Trsteljskih plasteh. V času napredovanja izkopa in predelave teh izkopnih materialov v agregate za betone pa se je izkazalo, da je za ta namen ustrezen samo alveolinsko-numulitni apnenec, pa še ta iz previdnostnih razlogov le za manj zahtevne aplikacije in ne za izgradnjo zahtevnih objektov, npr. viaduktov. Za zahtevne betone so bili zato uporabljeni kvalitetni agregati iz lokalnih kamnolomov. Apnenci iz Liburnijske in Trsteljske geološke formacije so sicer gosti, trdni in žilavi, vendar lokalno vsebujejo plasti in leče laporastih apnencev, temnosivega do črnega apnenca s povišano vsebnostjo bitumenske, premoške in druge organske snovi (slika 1).



Slika 1: Črni Liburnijski apnenec v predkopu predora Lokev (T1) - Divača, marec 2025.  
Vir: Arhiv ZAG



Organska snov se pojavlja v obliki črnih, lepljivih vključkov z mastnim sijajem, ki so neenakomerno razporejeni v kamnini (slika 2). Organske primesi v agregatu zavirajo hidratacijo cementa v svežem betonu na ta način, da ob-  
vijejo delce cementa in s tem zavlačujejo njihovo hidratacijo, poleg tega adsorbirajo kalcij, ki se sprošča v reakci-  
ji. Spremenjeni pogoji hidratacije vplivajo na mikrostrukturo, lahko pa tudi na tip in količino reakcijskih produk-  
tov. Tretji negativen vpliv na kakovost betona je dejstvo, da organske snovi, zlasti bitumen, preprečujejo, da bi se  
med zrni agregata in cementno matrico vzpostavil dober stik (slika 3). Vsi opisani pojavi močno vplivajo na od-  
pornost in trajnost betona, pri čemer je najbolj kritična nezadostna odpornost takšnega betona proti zmrzovanju.



Slika 2: Označeni mesti v kamnini s pojavi bitumna

Slika 3: Mikroposnetek SEM – slab stik med agregatom in matrico

Pri izdelavi betona z na videz kvalitetnim agregatom, proizvedenim iz apnencev iz predorov T1 in T2, so se pojav-  
ljale težave, povezane s povišano vsebnostjo glinenih mineralov v finih delcih. Na to so kazale tudi občasno pre-  
sežene dopustne vrednosti parametra metilen modro. Proizvajalec je opazal, da se pri enakih vrednostih metilen  
modro oziroma pri enakem deležu finih delcev pojavljajo različne potrebe po superplastifikatorju. Ker prilagaja-  
nje doziranja superplastifikatorja vsaki posamezni šarži ni izvedljivo, je za zagotovitev ustrezne kinetike hidrata-  
cije, konsistence in vgradljivosti poleg superplastifikatorja uvedel še namenski kemijski dodatek, ki nevtralizira  
škodljive učinke gline.

Preiskave so potrdile, da zgolj podatek o deležu finih delcev ne omogoča razlikovanja med glino in apnenčevim  
meljem, zato z njim ne moremo zanesljivo oceniti potencialne škodljivosti za sveži in strjeni beton. Negativni učin-  
ki se pojavijo predvsem, kadar so v finih delcih prisotni glineni minerali, ki zaradi velike specifične površine po-  
večajo potrebo po vodi in poslabšajo obdelavnost (posledično je večje krčenje) ter zaradi površinske aktivnosti  
povzročajo kationsko izmenjavo in adsorpcijo superplastifikatorja na delce gline (aditiv se porablja za kompenzi-  
ranje naboja, namesto da bi zniževal v/c in izboljšal obdelavnost). Najbolj reaktivni so minerali iz skupine smek-  
titov (montmorillonit), manj izraziti učinki pa se pojavljajo pri kloritih in illitih. Tudi kadar se glina pojavlja kot



prevleka ali lokalno onesnaženje zrn agregata, to slabša kakovost stika agregat-cementna matrica, povečuje krčenje in znižuje trdnost.

Analize vsebnosti in vrste glinenih mineralov so pokazale velike variacije med šaržami agregata iz apnencev, pridobljenih pri izkopu predorov T1, T2 ter iz predvropa Divača. Vsebnost glinenih mineralov ni neposredno povezana z deležem finih delcev, pokazala pa se je dobra korelacija med višjimi vrednostmi metilen modro in povečano vsebnostjo glinenih mineralov. Pri nizkih vsebnostih gline takšne korelacije ni bilo, kar potrjuje, da je metilen modro sicer hitra in stroškovno ugodna metoda presejanja, vendar pri nizkih koncentracijah bistveno manj občutljiva od mineraloške analize. Znano je, da že majhne količine glinenih mineralov močno vplivajo na lastnosti, zlasti zahtevnejših betonov.

## Zagotavljanje kakovosti betona

Viadukt Glinščica, dolg 215 metrov, je izveden kot zaprta škatlasta armiranobetonska konstrukcija, v katero je bilo vgrajenih približno 10.000 m<sup>3</sup> betona. Za zagotavljanje požarne varnosti je bila uporabljena betonska mešanica, ojačana s polipropilenskimi vlakni. Uporaba polipropilenskih vlaken, vitke in visoke stene škatlaste prekladne konstrukcije, številni kanali za naknadno prednapenjanje ter zahtevni vremenski pogoji so – poleg zahtev za strjeni beton – narekovali razvoj posebej prilagojene betonske mešanice, ki je omogočala izvedbo sten brez segregacije. Kljub nekaj manjšim zapletom sta betonski tehnolog in izvajalec izziv uspešno obvladala.

Viadukt Gabrovica, dolg 416 metrov, premošča Osapsko dolino neposredno pod avtocestnim viaduktom Črni Kal. Prekladna konstrukcija je neobičajnega U-prereza z zelo tankimi in visokimi stenami. Most je bil izveden po postopku narivanja, zato je v stenah vgrajeno veliko kablov za prednapenjanje. Za razliko od viadukta Glinščica ta beton ni ojačan s polipropilenskimi vlakni. Zaradi drugačne tehnologije gradnje so bile ključne druge lastnosti: hiter prirast trdnosti, zanesljivo obvladovanje velikih razponov, minimalne izgube prednapetosti ter omejeno krčenje in lezenje. Izvajalec je vse zahteve uspešno izpolnil.

Čeprav ima 620 metrov dolg viadukt Vinjan zaprt škatlasti prerez in je bil večinoma grajen po prosto-konzolnem postopku, so bili ključni izzivi primerljivi z viaduktom Gabrovica. Izvajalec jih je uspešno





naslovil tako, da je uporabil dve različni betonski recepturi: eno za plošče škatlaste prekladne konstrukcije in drugo za stene.

Na 27,1 kilometra dolgem odseku Divača–Koper sedem predorov predstavlja približno tri četrtine celotne trase. Predori T1, T2 in T8 so izvedeni kot dvocevni (glavna in servisna cev). Zaradi zelo raznolikih geološko-geotehničnih razmer so se projektanti, izvajalci, nadzor in zunanja kontrola kakovosti v vsakem predoru srečevali z edinstvenimi izzivi. Skupaj pa smo prepoznali naslednje: zaradi ekonomičnosti gradnje in zmanjšanja okoljskega vpliva je – prvič v Sloveniji po vednosti avtorjev besedila – projektant predvidel, naročnik pa potrdil rešitev, po kateri se primarno podporje upošteva tudi v analizi končnega stanja predorske obloge. To je prineslo bistveno strožje in bolj celostne zahteve za brizgani beton in mikroarmirani brizgani beton. Poleg običajnih zahtev po zgodnjih trdnostih so tehnične specifikacije določile še trajnostne in mehanske zahteve primarnega podporja, neodvisno od morebitnih dodatnih stabilizacijskih ukrepov (armaturne mreže, jekleni loki, jeklene sulice (ang. *spiles*), radialna sidra ipd.).

Ključne novosti tehničnih specifikacij za drugi tir za brizgani beton in mikroarmirani brizgani beton so bile:

- podrobno določena sestava mešanic brizgani beton in mikroarmirani brizgani beton (vezivo, agregati, vlakna/dodatki, w/c, minimalno doziranje);
- poleg zgodnjih trdnosti tudi 28-dnevne tlačne trdnosti in zahteve za žilavost (energijo loma) mikroarmiranega brizganega betona;
- razširjen nabor gradbiščnih in laboratorijskih preskusov za sveži in strjeni beton (vključno z izstrelki/jedri, vsebnostjo vlaken, trajnostnimi lastnostmi);
- kvalifikacija upravljavcev šob (ang. *nozzleman*) z obveznim sprejemnim preizkusom in periodičnimi verifikacijami;
- preskus ustreznosti pred začetkom del (ang. *prequalification test*) kot pogoj za zagon redne proizvodnje.

Tak pristop obravnava primarno podporje kot trajni del sistema, ne le kot začasni ukrep, ter dviga zanesljivost, robustnost in trajnost predorov v celotnem življenjskem ciklu.

Tehnična specifikacija je poleg običajnih zahtev za zgodnje trdnosti določila tudi kriterij žilavosti. Čeprav v slovenskem in evropskem prostoru obstaja standard SIST EN 14488-5:2006 (preskus energijske absorpcije plošč iz vlaknatega brizganega betona), se je projektant odločil, da zahteve za žilavost opredeli po ASTM C1550-12a (ang. *Standard Test Method for Flexural Toughness of Fiber-Reinforced Concrete*). Uvedba nove metode v laboratorijsko prakso pomeni tako finančno kot strokovno obremenitev.

Metoda predvideva izdelavo preskušancev iz brizganega betona v obliki okroglih plošč premera  $\geq 800$  mm in debeline  $\geq 75$  mm. Že izdelava večjega števila takih plošč – posamezna tehta  $> 95$  kg (+ približno 25 kg



kalup) – predstavlja logistični izziv, zlasti če nastajajo na gradbišču, idealno v samem predoru na mestu vgrajevanja mikroarmiranega brizganega betona. To zahteva večjo ekipo ter dobro razumevanje in aktivno sodelovanje izvajalca, predvsem pa upravljavca šobe. Samo preizkušanje terja opremo, ki je betonarski laboratoriji doslej praviloma niso uporabljali. Postopek sam po sebi ni tehnično zahteven, interpretacija rezultatov – predvsem presoja pravilnosti loma – pa zahteva inženirsko presojo in izkušnje.

Na podlagi izvedenih preskusov smo ocenili, da metoda zanesljivo informira o žilavosti mikroarmiranega brizganega betona. Vseeno pa bi bilo smiselno v prihodnje natančneje doreči podrobnosti tehničnih specifikacij, npr. mesto izdelave preskušancev, njihovo število in pogostost preskušanja.

Novost v slovenski praksi predstavljajo tudi zahteve za kvalifikacijo upravljavcev šob (sprejemni preizkus) in preskus ustreznosti pred začetkom gradnje (ang. *prequalification*). Po začetnih uskladitvah pri izvajalcih ter v okviru notranje in zunanje kontrole kakovosti so se ti postopki izkazali kot učinkovit pristop k zagotavljanju kakovosti pri brizganem betonu in mikroarmiranem brizganem betonu. Tak pristop priporočamo tudi na drugih projektih.

## Zagotavljanje kakovosti zemeljskih del

Kontrola kakovosti vhodnega in tudi že vgrajenega materiala se ni izvajala zgolj za potrebe betona, temveč tudi v aplikaciji z zemeljskimi deli. Posebej kritično je zagotavljanje kakovosti vgrajenega materiala v prehodnih območjih – pri portalih predorov in tam, kjer se viadukt zaključi in sledi zasipni klin za opornikom. Tam se togost konstrukcije nenadno spremeni (toga konstrukcija → nasip), zato je tveganje za diferencialne posedke največje. Pri tiru na togi podlagi so posedki praktično nedopustni; vsaka neenakomernost povzroča degradacijo tirne geometrije, povečane dinamične obremenitve in pospešeno utrujanje konstrukcijskih sklopov.

Uporabljeni material mora imeti potrebne lastnosti, med njimi tudi nizko vsebnost plastičnih finih delcev in visoko strižno odpornost (robata zrna, brez ploščatih/igličastih delcev). Kjer so se temeljna tla izkazala kot šibkejša ali neenakomerna, je bila potrebna stabilizacija (apno/cement), uporaba geosintetike (ločitveni/filter geotekstil, ojačitvene geomreže) ali lahkih zasipov (npr. EPS) za zmanjšanje napetosti in posedkov. Gradnja je potekala v tankih plasteh z natančno kontrolo vlažnosti (okoli optimalne) in zgoščevanja (LWD/plošča, Ev-preskusi, merila Ev2 in razmerje Ev2/Ev1). Ključna sta tudi odvodnjavanje (drenažni klini, reliefne drenaže, zaščita pred kapilarnim dvigom) in ločitev plasti, da preprečimo migracijo finih delcev. Materiali z neustreznimi lastnostmi so bili odstranjeni še pred vgradnjo. Namen kontrole vgradnje je predvsem pravočasno opozoriti na napake pri izvedbi, zaradi katerih tudi sicer ustrezen material ne bi razvil zahtevane nosilnosti in drugih predvidenih lastnosti.

Tak, na lastnostih temelječ pristop – klasifikacija materiala, laboratorijska kontrola (granulometrija, vsebnost organske snovi ...), sprotne terenske kontrole (zbitost, debelina, vlažnost) ter po potrebi monitoring za posedke –





zagotavlja, da je prehod iz predora ali z viadukta na nasip tog in enakomerno nosilen. Rezultat so zanemarljivi posedki pod togo tirno ploščo in stabilna tirna geometrija skozi celotno obratovanje.

## Zaključek

Drugi tir nas je strokovnjake postavil pred številne, tudi povsem nove izzive. Prav zato sta bila ključna sodelovanja in stalna izmenjava izkušenj, ko smo z odprto komunikacijo začetne težave pretvorili v rešitve in novo znanje.

Izpostaviti velja zahtevo naročnika, družbo 2TDK, po čim širši ponovni uporabi izkopanega materiala kot agregata za beton. Gre za trajnostno usmerjeno odločitev, ki pa je za vse udeležence v izvedbi in kontroli kakovosti betonskih del pomenila pomemben strokovni in organizacijski izziv. Zaradi pomanjkanja izhodiščnih podatkov o materialu in njegove izrazite spremenljivosti z napredovanjem izkopa je bila kontinuirana kontrola agregata ključnega pomena za doseg zahtevane kakovosti svežega in strnjenega betona. Izkušnja potrjuje, da trajnostne ambicije prinašajo realne koristi, hkrati pa terjajo tesno sodelovanje znotraj stroke.

Uspešen zaključek zato ne pomeni le konca del, temveč tudi pomemben doprinos k strokovnemu znanju na vseh področjih – od materialov do izvedbe in tudi kontrole. K temu je bistveno prispeval tudi naročnik z jasnimi postopki in visoko postavljenimi tehničnimi zahtevami, kar naj bo dober zgled za prihodnje projekte doma in v tujini.







# Supernadzor na drugem tiru

Gradnja drugega tira Divača–Koper, največjega infrastrukturnega projekta sodobne Slovenije, je bila poligon tehničnih presežkov, inženirskih in okoljskih izzivov, pa tudi povezovanje različnih finančnih instrumentov in rezultat mednarodnega sodelovanja. Na eni strani strateški koridor, brez katerega si Luka Koper in celotno gospodarstvo države ne moreta predstavljati prihodnosti, na drugi pa labirint izzivov, ki segajo od kraških pojavov in globalnih vplivov na projekt do posebnosti, značilnih za infrastrukturne megaprojekte, med njimi tudi supernadzor.

Prvič v novejši zgodovini Slovenije smo bili priča gradnji sedmih predorov, od tega trem dvocevnim izjemnih dimenzij in štirim krajšim, ter trem večjim premostitvenim objektom – viaduktom, da bi dobili železniško progo, ki si utira pot skozi kraški svet in čez flišne doline. Velik gradbeni zalogaj, ki je zahteval neprestano pozornost, natančnost in sodelovanje domačih in tujih izvajalcev iz različnih poslovnih in kulturnih okolij, da bi skupaj dokončali projekt, je bil tudi tehnično zahteven in časovno omejen. Odvijal se je v času globalnih pretresov, ki so neposredno zaznamovali njegovo izvedbo. Pandemija covid-19 je povzročila motnje v dobavnih verigah in zmanjšala razpoložljivost delovne sile. Sledili sta vojna v Ukrajini ter nato bližnjevzhodna kriza, ki sta vnesli dodatno negotovost še na trg surovin in energije. Posledično so se cene gradbenega materiala med gradnjo drugega tira občutno zvišale, obenem pa je prihajalo do pomanjkanja človeških virov.

Vsi ti dogodki so na projekt vplivali z dveh smeri. Predvsem zahtevne tehnične rešitve pri premoščanju kraških pojavov, stabilnostne težave v dolini Glinščice in nenazadnje pandemija so zamaknili gradbeni tempo in tako vplivali na podaljšanje vmesnih, pa tudi končnih rokov za izvedbo del. Na drugi strani smo bili priča že omenjenim občutnim podražitvam, ki so bile posledica rasti cen materialov in storitev. Vse to se je odražalo v najbolj občutljivem delu projekta – pri obračunavanju izvedenih del, kjer vsaka sprememba pomeni tehtanje med tehnično nujnostjo, finančnimi posledicami in pogodbenimi obveznostmi.



Za supernadzor je to pomenilo stalno prisotnost in spremljanje vsake faze gradnje, pregled obsežnih knjig obračunskih izmer, preverjanje situacij izvajalcev ter usklajevanje rešitev med vsemi vpletenimi stranmi (naročnikom, inženirjem in izvajalci). Projekt je bil še posebej zahteven, ker je bil razdeljen na več pogodb, ki so šele, ko smo jih povezali v celoto, ustvarile končni rezultat. Naloga investicijskega supernadzora je bila torej zahtevna in je morala zagotavljati neodvisno kontrolo, preglednost in red, ob tem pa ni smela zavirati toka gradnje.

## Dodatne oči ali kako je supernadzor vodil projekt skozi izzive

Investicijski supernadzor je bil uveden, da bi obvladoval oziroma zmanjševal tveganja. Njegova stalna prisotnost, neodvisnost in nepristranskost so zagotavljali, da so se vsa dela in druge spremljajoče storitve izvedle skladno s podpisanimi pogodbami, v predvidenem finančnem in terminskem obsegu, zastavljenih rokih in zahtevani kakovosti del.

Vloga in potreba po uvedbi investicijskega supernadzora sta bili poudarjeni v *Študiji za preučitev obvladovanja tveganj zlorab in investicijskih odklonov* (Ernst & Young, 2018). Ta študija eksplicitno poudarja nujnost principa t. i. »štirih oči« zaradi izjemne velikosti investicije in predlaga, da vlogo inženirja, kot ga določa FIDIC, opravita dva glavna inženirja, in sicer eden, ki opravlja gradbeni nadzor, in drugi, ki je dejansko v vlogi svetovalca naročniku (neodvisna zunanja kontrola oziroma investicijski supernadzor). S takšno organizacijo – inženir in investicijski supernadzor – se zadosti zahtevi po principu »štirih oči«, kar je kasneje (zanimivo!) sovpadlo z zahtevami mednarodne finančne institucije in tudi komercialne banke po neodvisni zunanji kontroli.

Skladno z zahtevami naročnika je supernadzor vključeval izkušene strokovnjake s tehničnega, pravnega in finančnega področja, ki so pravočasno zaznavali napake, nepravilnosti ali pomanjkljivosti v projektni dokumentaciji in izvedbi del. Tako je supernadzor zmanjševal tveganja za tehnične napake, ki bi se lahko pokazale šele po končani gradnji, in s tem prispeval k varnejši izvedbi projekta.

Prav tako je pomagal pri hitrejšem reševanju zapletov in s tem pomembno prispeval k hitrejši izvedbi. Njegova prisotnost je prinesla dodatno koordinacijo in večjo preglednost, kar je omogočalo učinkovitejše obvladovanje časovnic in zanesljivejše usklajevanje posameznih faz projekta.

S pregledi knjige obračunskih izmer in primerjavo z izvedenimi deli ter rednim pregledom mesečnih finančnih situacij je supernadzor ves čas gradnje opozarjal na morebitne nejasnosti ali pomanjkljivosti pri izdelavi obračunskih dokumentov z namenom, da so bili opisi odstopanj ali sprememb jasni in upravičeni, vsi obračuni pa podprti z ustreznimi prilogami. Cilj strogih standardov dokumentiranja je nedvoumnost dokumentov, kar je ključno za kasnejše morebitne revizije Računskega sodišča ali evropskih institucij pri razjasnjevanju odgovornosti ob napakah ter tudi za prihodnje vzdrževanje in upravljanje drugega tira Divača–Koper. S tem je supernadzor pomembno prispeval k jasnejši, preglednejši in bolj sledljivi dokumentaciji celotnega projekta.





Finančni nadzor, ki ga je zagotavljal supernadzor, je bil prav tako ključnega pomena. Redno spremljanje porabe sredstev, mesečni pregledi finančnih situacij izvajalcev in pregledi zahtevkov so naročniku omogočili jasen vpogled v realno stanje projekta. Kot strokovna podpora naročniku smo vse zahteve presojali natančno in z ustreznimi strokovnimi argumenti.

Želimo si, da bi bile bogate izkušnje supernadzora, pridobljene v okviru projekta, uporabljene tudi v prihodnje. Za uspešno izvedbo novih projektov bi bilo smiselno več pozornosti nameniti začetni fazi – optimalnemu in gospodarnemu načrtovanju tehničnih rešitev. Pri tem je ključno izkoristiti moč naprednih tehnologij, kot je na primer BIM, ki omogoča natančno, pregledno in optimalno načrtovanje infrastrukturnih rešitev.

## Drugi tir kot šola znanja za prihodnost

Drugi tir Divača–Koper nas je naučil, da veliki infrastrukturni projekti niso le gradnja predorov, viaduktov in tirrov, postavitve vozne mreže, varnost proge ..., temveč tudi preizkus zaupanja, transparentnosti in odgovornosti. Dodatni supernadzor, ki je bil na projektu vzpostavljen, je v tem procesu deloval kot kontrolni mehanizem, ki je s svojo prisotnostjo zmanjševal tveganja, odpravljal dvome in krepil zaupanje javnosti. Drugi tir je pokazal, da moramo na prihodnje velike infrastrukturne projekte gledati z več kot enim parom oči, s pogledom, ki združuje tehnično znanje, finančno razsodnost in pravo mero zdrave pameti. Ko gradimo pot, ki povezuje pristanišče, mesta in ljudi, gradimo prihodnost.







# Sistemi za zanesljivo in varno obratovanje drugega tira

Projekt Drugi tir je proces. Razdelili smo ga na tri sklope, ki si sledijo: Sklop 1 je zajemal glavna gradbena dela na odseku proge od Divače do Črnega Kala s predori T1 in T2 ter viaduktom Glinščica, Sklop 2 izgradnjo predorov T3-T8 na območju med Črnim Kalom in Koprom ter viaduktov Gabrovica in Vinjan, Sklop 3 pa zaključna dela, brez katerih proga ne more obratovati, saj se z njimi zagotavljajo varno obratovanje proge in naprav ter pogoji za reševanje iz predorov v primeru nesreč, vključno z nadzorom nad obratovanjem vgrajenih sistemov.

## O Sklopu 3

Družba 2TDK je na javnem razpisu izbrala izvajalca za Sklop 3, izvedbo železniških in predorskih sistemov, ter z njim septembra 2023 podpisala pogodbo za izgradnjo zgornjega ustroja železniške proge (tirne naprave), elektrostrojnih del, novega objekta elektronapajalne postaje Črni Kal, treh transformatorskih postaj ter kableske kanalizacije na delih trase izven predorov in premostitvenih objektov.

## Zgornji ustroj proge

Drugi tir je v večini (85 % dolžine proge) izveden kot tir na togi podlagi, razen na delu trase od postaje Divača do vstopnega portala predora Lokev (T1) ter od izstopnega portala predora Škofije (T8) do postaje Koper tovarna, kjer je predviden tir na gredi (15 % dolžine proge). Tir na togi podlagi je optimalna izbira za gradnjo tira v predorih in premostitvenih objektih. V primerjavi s klasičnim tirom na tirni gredi ima daljšo pričakovano življenjsko dobo, zagotavlja udobnejšo vožnjo in potrebuje manj vzdrževanja, saj je pričakovana življenjska doba tira na togi podlagi od 50 do 60 let (več v besedilu Marjana Zaletelja Tiri na drugem tiru, op. ur.).

## Elektro in strojna oprema

Elektro dela vključujejo vozno omrežje, elektroinštalacije v elektronapajalni postaji Črni Kal z napajanjem z električno energijo iz 110 kV prenosnega omrežja, sistem napajanja naprav predorov z električno energijo (oprema



transformatorskih postaj in napajalni kabli), telekomunikacijske naprave, sistem zasilne razsvetljave v predorih, sistem nizkonapetostnih močnostnih inštalacij, varnostni sistem z videonadzorom, sistem daljinskega nadzora in krmiljenja naprav ter elektro opremo za prezračevanje v predorih, ozemljitev in izenačitev potencialov. Strojna dela pa vključujejo strojno opremo za prezračevanje v predorih v primeru nesreč (varnostno prezračevanje), vključno z vgradnjo ubežnih vrat, sistemov prezračevanja, gretja in ohlajevanja tehničnih prostorov v transformatorskih postajah.

Po vgradnji tirov se je začela vgradnja elektro in strojne opreme za obratovanje proge, tako na odprti trasi in viaduktih kot v predorih, kjer je treba tudi zagotoviti pogoje za reševanje v primeru nesreče. Bistveni elementi pri reševanju potnikov iz predora so evakuacijska pot z ročajem z vgrajeno zasilno razsvetljavo, ustrezno prezračevanje predora, sistemi komunikacije in obveščanja potnikov, videonadzora ter napajanja vseh sistemov z električno energijo. Zahteve za odprto traso niso tako stroge, zagotavljajo se komunikacijski sistemi ZARE (ZaRe - Zaščita Reševanje – radijski sistem, namenjen gasilcem in reševalcem), TETRA (ang. *Terrestrial Trunked Radio* – digitalni radijski sistem, ki ga uporablja Policija) in GSM-R.

## Komunikacijski sistemi

Za zagotavljanje varnosti in daljinskega nadzora vseh naprav se vgrajujejo nadzorno-krmilni sistem SCADA, video nadzor, sistem radijskih zvez, klic v sili in ozvočenje, sistem za javljanje požara v tehničnih prostorih, sistem kontrole pristopa v posamezne objekte in kontrola vloma v objekte zunanjih transformacijskih postaj.

Preko nadzorno-krmilnega sistema se nadzira stanje naprav, izvajajo se vklopi in izklopi naprav, ki so del sistemov Sklopa 3, prav tako se nadzirajo naprave hidrantnega omrežja, kot sta npr. stanje ventilov, nivo vode v vodohranih ipd. Za prenos informacij za daljinski nadzor ter upravljanje naprav in sistemov je vgrajeno optično in podatkovno omrežje Ethernet za nadzor in upravljanje varnostnih sistemov ter za video nadzor. Vsa omrežja omogočajo zanesljivo komunikacijo v primeru prekinitev posameznih povezav oziroma izpada posameznih komponent omrežja. V prostorih Centra vodenja prometa v Postojni je vzpostavljen Nadzorni center za predorske sisteme, kjer se bo ob začetku obratovanja nove proge odprlo tudi novo delovno mesto varnostnega inženirja.

Videonadzorni sistem je poleg nadzora nad objekti namenjen obvladovanju situacij ob izrednih dogodkih (nepooblaščenih dostopih, nesrečah ipd.). Omogoča nadziranje evakuacije potnikov iz vlaka v predoru, usmerjanje reševalcev v primeru nesreč ter nadziranje situacij na varnih območjih, kjer se zbirajo ponesrečenci in delujejo reševalne službe.

Radijski sistem omogoča radijsko komunikacijo službam sistema ZARE (gasilci, reševalci) in TETRA (policija) v predorih, servisnih cevih in evakuacijskih prečnikih ter na portalnih območjih. Radijskemu sistemu TETRA-ZARE smo dodali še ločen sistem GSM-public, ki zagotavlja pokritost s komercialnimi mobilnimi omrežji, da bodo





Predorska oprema

potniki imeli na voljo možnost komuniciranja in kratkočasnja med vožnjo na novi progi, ki poteka pretežno v predorih, v skupni dolžini preko 20 kilometrov. Vsi ti sistemi se v predorih povezujejo na enotni sevalni kabel, na odprti trasi pa na ločene antene.

Z ločenim sevalnim kablom in antenami se proga pokriva s signalom GSM-R. Sistem GSM-R je brezžični radijski komunikacijski sistem, ki preko baznih postaj in repetitorjev, postavljenih vzdolž železniških prog, zagotavlja kakovostno, neprekinjeno in zanesljivo komunikacijo med vozilom na progi in prometniki v Centru vodenja prometa, kot tudi vso ostalo komunikacijo med osebjem pooblaščenim za vzdrževanje železniške infrastrukture.

## 45 transformatorskih postaj

Za varno obratovanje in vzdrževanje ter še posebej za reševanje v predorih v primeru nesreč je zagotovljeno napajanje z električno energijo na srednje napetostnem 20 kV nivoju iz dveh neodvisnih omrežij, ki se napajata iz razdelilnih transformatorskih postaj Divača in Dekani, kot rezerva pa je predvideno napajanje iz 20 kV stikališča v elektronapajalni postaji Črni Kal. Napajanje je zagotovljeno z dvema kablovodoma, ki sta med seboj požarno varno in ločeno trasirana, ter zasnovano tako, da pri morebitnem izpadu ene izmed komponent v srednje napetostnem omrežju to ne povzroči izpada napajanja opreme predora.





Transformatorska postaja na platoju T8 - Koper

Za napajanje predorov je načrtovanih 45 transformatorskih postaj s transformacijo napetosti 20/0,4 kV. Ena transformatorska postaja je posebej namenjena sistemu centralnega prezračevanja prvega in drugega predora. Poleg tega imajo ključni predorski varnostni sistemi predvidene še ločene namenske sisteme za brezprekinitveno napajanje, ki zagotavljajo vsaj še 90-minutno obratovanje tudi ob izpadu vseh napajalnih virov iz javnega omrežja.

## Varnostna in zasilna razsvetljava

Ena od temeljnih varnostnih funkcij varnostnih sistemov v predorih je varnostna in zasilna razsvetljava. Vseh sedem predorov ima varnostno razsvetljava v glavni cevi in zasilno v servisni cevi ali izstopni cevi, v prečnikih ter zunanjih transformatorskih postajah. Evakuacijske poti so v glavni cevi razsvetljene z LED-svetilkami, integriranimi v ročaj ob poti, prav tako je zasilna razsvetljava zagotovljena z LED-svetili v servisnih in izstopnih ceveh. Med običajnim delovanjem proge so vse svetilke, ki so namenjene varni evakuaciji, izključene. Vkllop svetilk je omogočen na dva načina, daljinsko iz Nadzornega centra v Postojni ali ročno s tipkami, nameščenimi vzdolž evakuacijskih poti.

## Prezračevanje

V predorih drugega tira, ki so daljši od kilometra, je za prezračevanje v primeru nesreč oziroma požarov predvidena tudi vgradnja posebnih strojnih in elektro inštalacij z ventilatorji. Te v primeru požara preprečujejo vdor dima



Objekt ENP  
Črni Kal na platoju  
T2 - Koper



v prečnike, ki povezujejo glavno cev s servisno in izstopno cevjo ter predstavljajo t. i. varna območja za umik iz cevi. Za ustrezno prezračevanje dveh najdaljših predorov na progi (T1 in T2), ki sta povezana preko zaprte konstrukcije viadukta Glinščica v enovit 13-kilometrski predor, je predvideno centralno prezračevanje z ventilatorsko postajo. Postavljena je na severnem portalu drugega predora v dolini Glinščice. Ventilatorska postaja je bila zgrajena med gradnjo predorov, v okviru Sklopa 3 pa je v njej predvidena izvedba elektro in strojne opreme ter vgradnja sistema za njihovo napajanje, vključno z opremo za upravljanje in nadzor. V postaji sta predvidena dva zmogljiva sesalna ventilatorja premera 3,2 metra, dolga 10 metrov z mehansko močjo 560 kW, od katerih vsak zagotavlja do 250 m<sup>3</sup>/s pretoka zraka. Ventilatorja bosta odsesavala zrak oziroma dim iz cevi prvega in drugega predora skozi centralni dimnik ventilatorske postaje ter s tem ustvarjala ustrezno razliko zračnega tlaka med glavno cevjo in prečniki. Na ta način bo preprečen vdor dima v prečnik v primeru reševanja potnikov in osebja iz mesta požara v glavni cevi skozi prečnik v servisno cev. Rešitev centralnega prezračevanja je na drugem tiru prvič vgrajena na železniški infrastrukturi v Sloveniji in nas uvršča med države z razvito železniško infrastrukturo ter visoko stopnjo zagotavljanja varnosti za potnike.

V vseh prečnikih osmega predora ter krajnih prečnikih prvega in drugega predora je prav tako zagotovljeno prezračevanje z nadtlakom, ki preprečuje vstop dima v prečnike. V vsakem prečniku sta dva tlačna ventilatorja premera cca 0,9 metra in moči 15 kW. Predora T4 in T7 sta grajena tako, da imata izhodne cevi, ki vodijo neposredno



na prosto. Tudi v njih je zagotovljen nadtlak za varno evakuacijo. Rešitev je podobna kot v prečnikih, s tem da je v vsako izstopno cev pri portalu pogonske centrale vgrajen po en tlačni ventilator, ki prav tako vpihuje zrak v smeri glavne cevi in s tem preprečuje vdor dima v evakuacijsko pot.

Poleg ventilatorjev so v predorih vgrajene tudi zaporne lopute z motornimi pogoni, dušilniki zvoka in ustrezne konstrukcije za usmerjanje zraka. Na evakuacijskih poteh med glavno cevjo in prečniki, na izhodih iz prečnikov v servisnih ceveh, na vseh in izhodih izstopnih cevi ter na izhodih servisnih cevi se vgrajujejo t. i. vrata na ubežnih poteh, ki zagotavljajo protipožarno zaščito.

Ob inštalacijah za varnostno prezračevanje so v predorih vgrajene še inštalacije za prezračevanje, hlajenje in ogrevanje tehničnih prostorov v prečnikih in zunanjih transformatorskih postajah.

## Vozno omrežje

Nova proga Divača–Koper bo vključena v omrežje glavnih prog, ki je v Sloveniji elektrificirano z enosmerno napetostjo 3 kV. Za napajanje električne vleke je predvideno električno vozno omrežje z enakim sistemom napetosti, dodatno zgrajena elektronapajalna postaja (ENP) Črni Kal pa bo ob že zgrajenih elektronapajalnih postajah Divača in Dekani zagotavljala energijo za vleko električnim lokomotivam in elektromotornim garnituram.

Vozno omrežje na drugem tiru, nova in obstoječi elektronapajalni postaji bodo zagotavljali napajanje potniškim in tovrnim vlakom v vseh predvidenih kombinacijah; tudi istočasno vožnjo navzgor dveh zaporednih tovrnih vlakov teže do 2200 ton, vsak s po dvema lokomotivama moči 6 MW ter s hitrostjo do 90 km/h, kar na tej progi predstavlja najtežje predvidene obratovalne pogoje za sistem napajanja električne vleke.

Dodatno zgrajena elektronapajalna postaja Črni Kal je načrtovana kot vmesna napajalna postaja med obstoječima elektronapajalnima postajama Dekani in Divača z nazivno enosmerno močjo 14,4 MW in z enakimi tehničnimi karakteristikami kot že obstoječi postaji ENP. Priključena je na javno električno omrežje 110 kV AC. Kot dodatni neodvisni vir za lastno uporabo bo preko 20 kV stikališča priključena tudi na daljnovod 2 x 20 kV Kozina–Dekani.

Vozno omrežje na drugem tiru je zasnovano z voznim vodom preseka 440 mm<sup>2</sup>, podobno kot na drugih nedavno elektrificiranih ali obnovljenih glavnih progah v Sloveniji. Proga v smeri Koper–Divača je skoraj v celoti v vzponu 1,7 %, kar zahteva prenos večjih moči pri vožnji vlakov navkreber, zato so na delu proge dodatno predvideni še ojačitveni vodi.

## Signalnovarnostne naprave

Na novi progi se sočasno vgrajujejo signalnovarnostne naprave, s katerimi bo poleg varnosti zagotovljena tudi večja prepustnost proge, izvajajo pa se tudi preureditev obstoječih postajnih signalnovarnostnih naprav v Divači in



Kopru. Z vgrajenimi napravami ETCS na progi bodo vlaki prejeli tako podatke o progi kot o dovoljenju za vožnjo z enega na drug odsek proge. S tem je omogočeno varno in zanesljivo obratovanje železniškega prometa na novi progi. Vsi novi in nadgrajeni obstoječi sistemi bodo integrirani v sistem vodenja, obratovanja ter vzdrževanja železniškega prometa na javnem železniškem omrežju v Sloveniji.

## Varna proga

Zahteva za tako kompleksno opremljene predore izhaja iz evropske zakonodaje, zasnova pa sledi izdelanim varnostnim konceptom predorov in študijam požarne varnosti. Tveganja za nastanek nesreče so na železnici bistveno nižja od nam bolj poznanih in pogostejših nesreč v cestnih predorih. Varnost se zagotavlja z ustreznimi potniškimi garniturami višje požarne odpornosti, t. i. kategorije B, ki imajo požarne pregrade, ki gorečemu vlaku zagotavljajo 15-minutno zaščito potnikov in osebja pred učinki vročine in dima. Požarne pregrade, blokada zasilne zavore in ukrepi za zmogljivost obratovanja takim vlakom omogočajo, da zapustijo tudi 20 kilometrov dolg predor in dosežejo varno mesto, ob domnevi, da vlak vozi s hitrostjo 80 km/h ali več. V primeru, da vlak ne more zapustiti predora (npr. da bi iztiril in tam obstal), bi se potniki evakuirali na reševalno pot, za evakuacijo pa uporabljena infrastruktura, ki je na voljo v predoru.

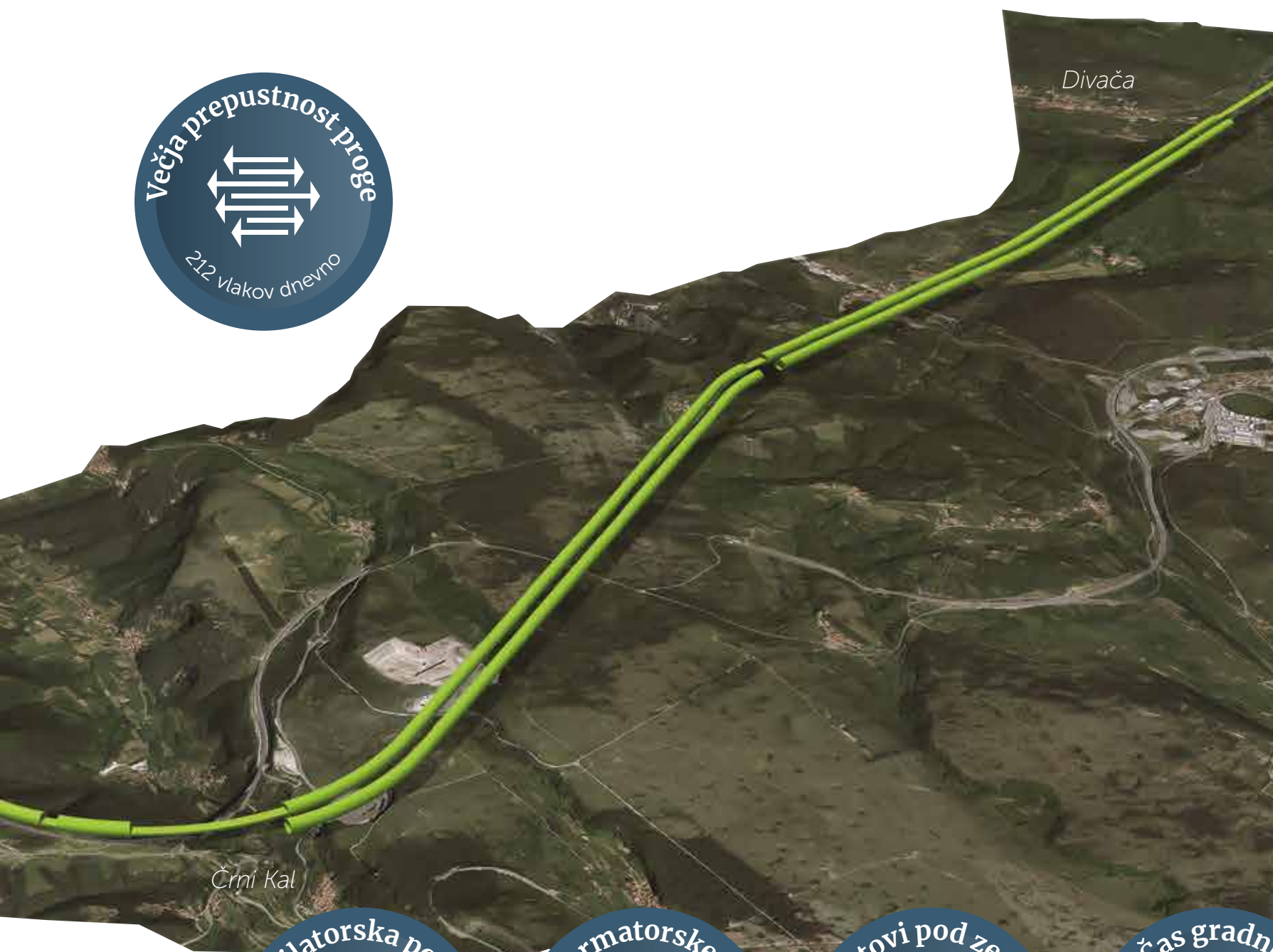
Sklop 3 torej ne predstavlja zgolj tirov, voznega omrežja in drugih železniških sistemov za zagotavljanje prevoznosti vlakov, temveč vse dodatne sisteme za reševanje iz predorov v primeru nesreč, vključno z nadzorom nad obratovanjem vgrajenih sistemov.



# Značilnosti drugega tira











**POGLED NAPREJ –  
VZPOREDNI LEVI TIR**











# Z vlakom od Divače do Kopra po dveh vzporednih tirih

Pričenjajo se aktivnosti za izvedbo težko pričakovanega vzporednega levega tira. Z njegovo izgradnjo bo na progi Divača–Koper vzpostavljena dvotirnost. Namen projekta je zagotoviti dolgoročno zmogljivost infrastrukture železniškega prometa v Sloveniji.

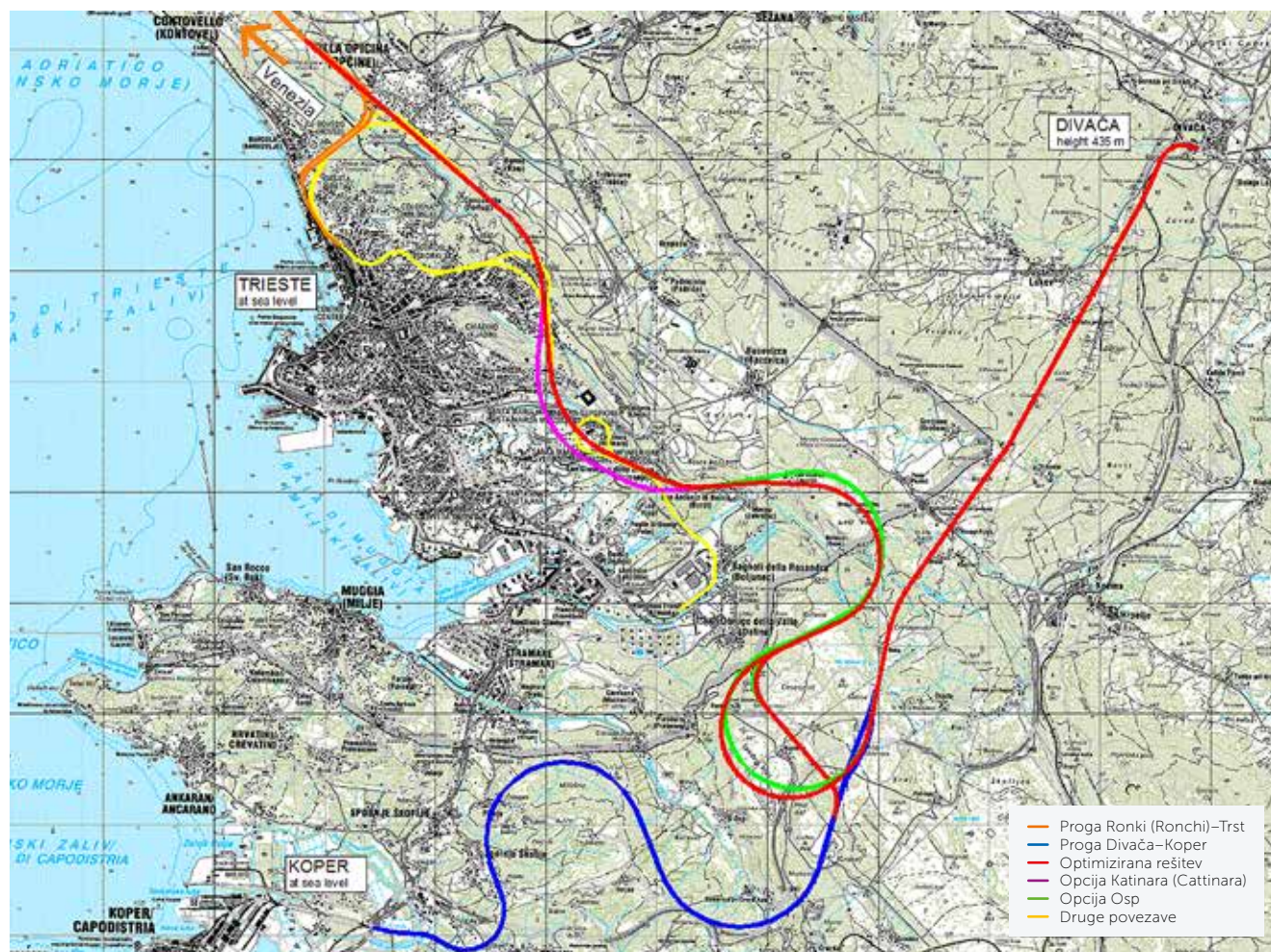
## Desni tir v preteklem obdobju

Leta 1996 sprejet *Nacionalni program razvoja slovenske železniške infrastrukture* je podrobno opredelil razvoj slovenskega železniškega omrežja do leta 2005, pa tudi usmeritve za obdobje po njem. Te predvidevajo obnovo in dograditev obstoječih prog in vozlišč ter gradnjo prog za visoke hitrosti ustreznega standarda za zagotovitev ustreznih notranjih povezav v širši evropski prostor, spodbuditev gospodarskega razvoja, izboljšanje prometne varnosti in zmanjšanje negativnih prometnih vplivov na okolje.

Ker je obstoječa enotirna proga na železniškem odseku Divača–Koper, zgrajena leta 1967, predstavljala ozko grlo in je hkrati okoljsko problematična, je bila leta 1999 izdelana študija upravičenosti, ki je obravnavala različne možnosti povečanja njenih kapacitet. Osnovna ugotovitev študije je bila, da samo s tehnološko reorganizacijo obstoječe proge in s posegi na obstoječi infrastrukturi ni mogoče obvladati predvidenega prometa ter ustvariti rezervnih kapacitet na železnici za pozitivni razvoj pristanišča Koper. Da le izgradnja drugega (danes desnega) tira železniške proge pomeni trajno rešitev problema, je imelo za posledico začetek aktivnosti za umeščanje nove proge v prostor.

Tako je bil leta 2005 sprejet Državni lokacijski načrt za gradnjo nove enotirne železniške proge Divača–Koper, t. i. drugi oziroma današnji desni tir. Pot do pridobitve gradbenega dovoljenja za gradnjo desnega tira leta 2016 je bila zahtevna in dolga.





Slika 1: Variante proge Trst–Divača s priključki na progo Divača–Koper

Leta 2006 je bila na predlog sosednje Republike Italije izvedena preveritev navezave predvidene proge Trst–Divača na našo novo progo Divača–Koper z upoštevanjem možnosti izgradnje nove dvotirne proge med Divačo in Koprom. Tako sta bili že februarja 2007 izdelani *Preveritev možnosti gradnje nove dvotirne proge Divača–Koper* in *Preveritev možnosti priklopa nove dvotirne konvencionalne proge iz smeri Trsta na traso projektiranega 2. tira proge Divača–Koper*. Priključek proge iz Trsta je predstavljal poseg, ki je zahteval spremembo in dopolnitev že veljavnega DLN za drugi tir iz leta 2005, hkrati pa bi bilo možno obravnavati tudi dvotirnost proge Divača–Koper. Žal je italijanska stran leta 2011 odstopila od izbrane variante trase nove proge Trst–Divača, zaradi česar so se aktivnosti (priprava projektne dokumentacije za gradnjo) za novo enotirno progo Koper–Divača nadaljevale po že sprejeti Uredbi o državnem lokacijskem načrtu za drugi tir železniške proge Divača–Koper.

V času projektiranja je bila izpeljana presoja vplivov na okolje in izdelano poročilo o vplivih na okolje (PVO) skladno s predpisi, ki so bili že v celoti usklajeni z evropsko zakonodajo. To je pomenilo določene dopolnitve projekta



predvsem iz okoljskih razlogov v takem obsegu, da je bilo treba izpeljati spremembo in dopolnitev DLN v letu 2014 ter ustrezno dopolniti projekte za pridobitev gradbenega dovoljenja, kar je povzročilo še dodaten časovni zamik. Leta 2016 je bilo končno pridobljeno gradbeno dovoljenje za gradnjo desnega tira. Sledila sta dva referenduma, v letih 2017 in 2018, da bi se gradnja desnega tira začela v letu 2019, ko je projekt že vodila družba 2TDK. Postopki za začetek gradnje levega vzporednega tira pa že potekajo.

## Projekt Drugi tir

Projekt Drugi tir vključuje desni in levi tir, govorimo o polni dvotirnosti, usklajeni z razvojnimi strategijami in politikami Republike Slovenije, ki sledijo *Strategiji razvoja prometa v Sloveniji*. Namen projekta Drugi tir je zagotoviti dolgoročno zmogljivost infrastrukture železniškega prometa v Sloveniji. Glavni cilji so povečati gospodarsko konkurenčnost, skrajšati potovalni čas, odpraviti nizke prometne tokove in zmanjšati prevozne stroške. Tudi uskladiti oziroma zagotoviti povezljivost javnega železniškega omrežja z omrežjem EU (npr. upoštevanje standardov TEN-T glede osnega pritiska, največjih hitrosti, elektrifikacije, implementacije ERMTS, dolžine vlakov 740 m itn.), izboljšati dostopnost posameznih regij, izboljšati varnost in upravljanje prometa ter zmanjšati okoljska bremena.

Projekt Drugi tir (desni in levi tir) je del vseevropskega jedrnega omrežja TEN-T in njegova gradnja je bistvena za večjo konkurenčnost evropskega gospodarstva, kar bo učinkovalo tudi na druge državne ali zasebne naložbe. Z boljšo železniško povezavo iz Luke Koper skozi Slovenijo v Avstrijo, Češko, Slovaško in Madžarsko se bo povečala tudi privlačnost posameznih regij za nove naložbe. Za uresničitev cilja, da železnica postane konkurenčnejša od ceste, bo treba del tovarnega prometa preusmeriti s ceste na železnico, zlasti na razdaljah daljših od 300 kilometrov, to pa bo mogoče doseči s povečanjem zmogljivosti Baltsko-jadranskega koridorja in skrajšanjem potovalnega časa.

Pozitivna posledica nove proge bo tako tudi zmanjšanje okoljskih stroškov in ogljičnega odtisa, kar bo prispevalo k doseganju ciljev blaženja podnebnih sprememb, ki jih je določila Evropska unija. Z upoštevanjem vseh veljavnih in predpisanih tehničnih parametrov pa bo izpolnjen tudi cilj interoperabilnosti v skladu z evropskimi standardi, ob tem pa bosta optimizirani zmogljivost in učinkovitost železniške infrastrukture. Nova dvotirna proga bo znatno prispevala k nadaljnji krepitvi povezav za tranzit tovora iz Luke Koper na Madžarsko, v Avstrijo, Nemčijo in Ukrajino. Hkrati bo prevzela del cestnega prometa iz Luke Koper (prestavitve s ceste na železnico) in s tem zmanjšala zunanje stroške prevoza med Koprom in Divačo ali Koprom in Ljubljano.

## Aktivnosti za vzpostavitev dvotirnosti

Čeprav je bil leta 2005 sprejet prostorski akt samo za en tir, ideja dvotirnosti ni zamrla. Izvedene so bile prehodne preveritve upravičenosti, ki so upoštevale tudi vlaganja in okoljsko problematiko obstoječega tira med Prešnico in Dekani ter izvedljivost umestitve vzporednega tira z vidika veljavnega prostorskega akta za enotirno progo.



Sledila je preveritev poteka vzporednega levega tira nove proge Divača–Koper (*Idejna zasnova poteka levega tira nove proge Divača–Koper*, št. proj. 3675/IDZ, april 2018), medtem ko se je za desni tir že pripravljala projektna dokumentacija, ki je v največji možni meri upoštevala dejstvo, da bo ob desnem tiru kmalu umeščen še dodatni levi tir. Glede na zahteve gradbene zakonodaje in zakonodaje s področja prostorskega načrtovanja je bilo treba za izvedbo vzporednega tira zagotoviti ustrezen prostorski akt, zato so se pričele aktivnosti za spremembe in dopolnitve veljavnega državnega lokacijskega načrta. Leta 2019 so se z objavo *Pobude za spremembe in dopolnitve državnega lokacijskega načrta za drugi tir železniške proge na odseku Divača–Koper* pričeli postopki umeščanja v prostor za levi tir. Vlada RS je leta 2024 sprejela spremembe in dopolnitve državnega lokacijskega načrta za drugi tir (desni in levi) železniške proge na odseku Divača–Koper in izdala Uredbo o spremembah in dopolnitvah uredbe o državnem lokacijskem načrtu (DLN) za drugi tir železniške proge Divača–Koper, ki je začela veljati novembra 2024.

Postopek je trajal dobrih pet let. Zaradi gradnje desnega tira so bile aktivnosti v postopku še bolj zahtevne, predvsem usklajevanje z lokalnimi skupnostmi, pa tudi usklajevanje končnih rešitev in tehnologije izvajanja del zaradi poteka proge po naravovarstveno občutljivih območjih, predvsem v dolini Glinščice, kjer je že zgrajen desni tir. V postopku priprave DPN je bilo treba zaradi bližine italijanske meje izvesti tudi postopek čezmejne presoje vplivov na okolje.

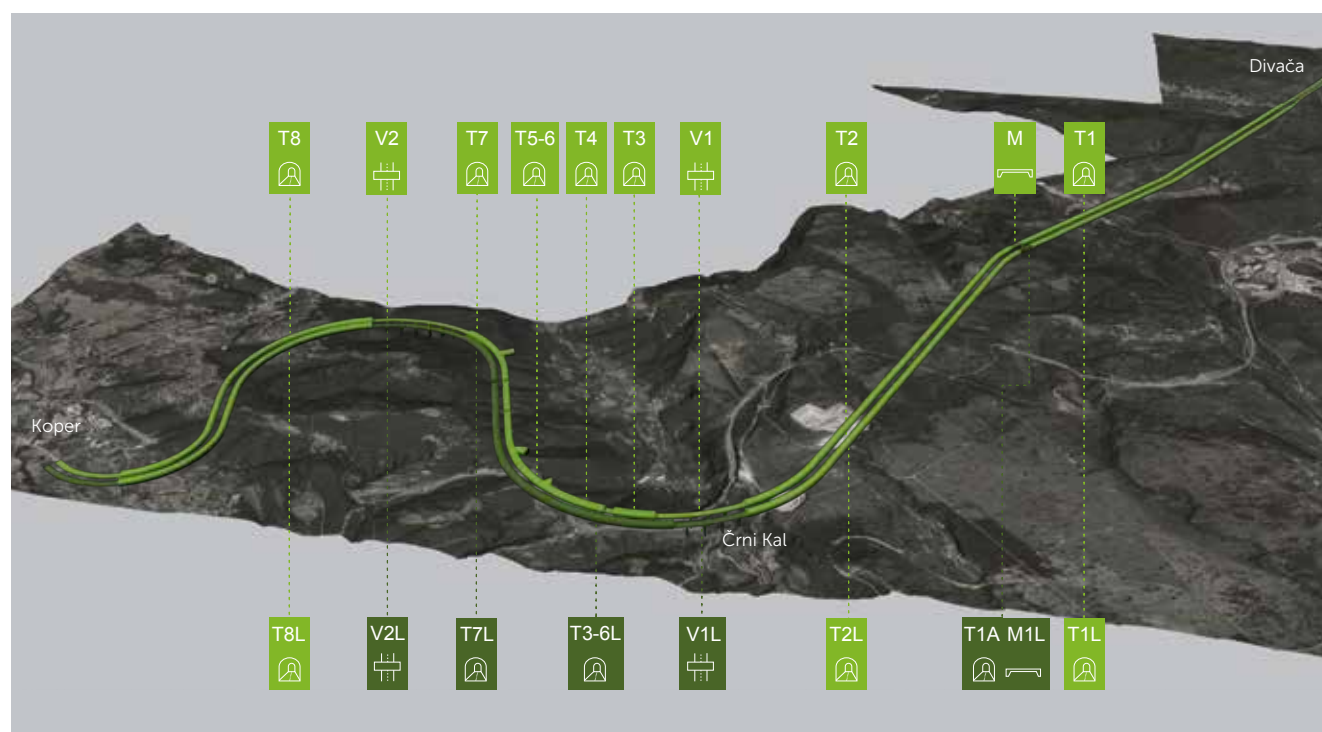
Po analogiji vodenja projekta desnega tira je bilo odločeno, da je tudi za izvedbo vzporednega levega tira zadolžena družba 2TDK. Zato so se vzporedno vodili postopki za sprejetje Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o izgradnji, upravljanju in gospodarjenju z drugim tirom železniške proge Divača–Koper (ZIUGDT-A). Zakon je stopil v veljavo novembra 2024.

Na podlagi zakona je »drugi tir« vsa javna železniška infrastruktura dveh enotirnih prog na podlagi že pridobljenega gradbenega dovoljenja št. 35105/118/2011/162 1093-5 z dne 31. 3. 2016 in gradbenega dovoljenja za vzporedni levi tir, ki bo šele pridobljen v okviru projekta vzporednega levega tira. Za drugi tir se štejejo tudi vsi novi in obnovitveni ter posodobitveni posegi na progi, ki jih je treba izvesti za njeno obratovanje in jih je dopustno izvesti s spremembo gradbenega dovoljenja ali brez nje. Drugi tir torej pomeni železniško progo polne dvotirnosti: levi in desni tir.

Družba 2TDK bo v skladu s spremenjenim 22. členom Zakona za izgradnjo in gospodarjenje z vzporednim levim tirom (ZIUGDT-A) sklenila ločeno koncesijsko pogodbo na podlagi novega koncesijskega akta. Koncesijski akt je bil že sprejet v juniju 2025. Družba 2TDK je na podlagi zakona, skladno s 23. členom ZIUGDT-A, v novembru 2024 prevzela pristojnosti investitorja vzporednega levega tira z dnem uveljavitve uredbe o državnem prostorskem načrtu za vzporedni levi tir.



Slika 2: Drugi tir  
(desni in levi tir)



## Umestitev vzporednega levega tira v prostor

V fazi študije variant so bile preučene variante vzporednega poteka levega in desnega tira v istem koridorju na relaciji Divača–Koper:

*Varianta 1* je tako imenovana ničelna opcija, je kombinacija obstoječe enotirne železniške proge in desnega tira, brez dograditve vzporednega levega tira. Na obstoječi progi obratujejo lokalni potniški vlaki v obe smeri, tovorni vlaki v smeri Divača–Koper, na desnem tiru pa tovorni vlaki v smeri Koper–Divača in mednarodni oziroma regionalni potniški vlaki v obe smeri.

*Varianta 2* je kombinacija desnega tira, načrtovanega levega tira in obstoječe proge med Divačo in cepiščem Prešnica. Na obstoječi progi na odseku Divača–cepišče Prešnica obratujejo čezmejni vlaki do Pulja (Hrvaška), tovorni in potniški vlaki (mednarodni in regionalni) obratujejo na desnem tiru v eno smer, na načrtovanem levem tiru pa v nasprotno smer. Obstoječa proga med Prešnico in Koprom se demontira in se lahko namenijo drugi rabi – po vsej verjetnosti kolesarski povezavi po predlogu lokalnih skupnosti.

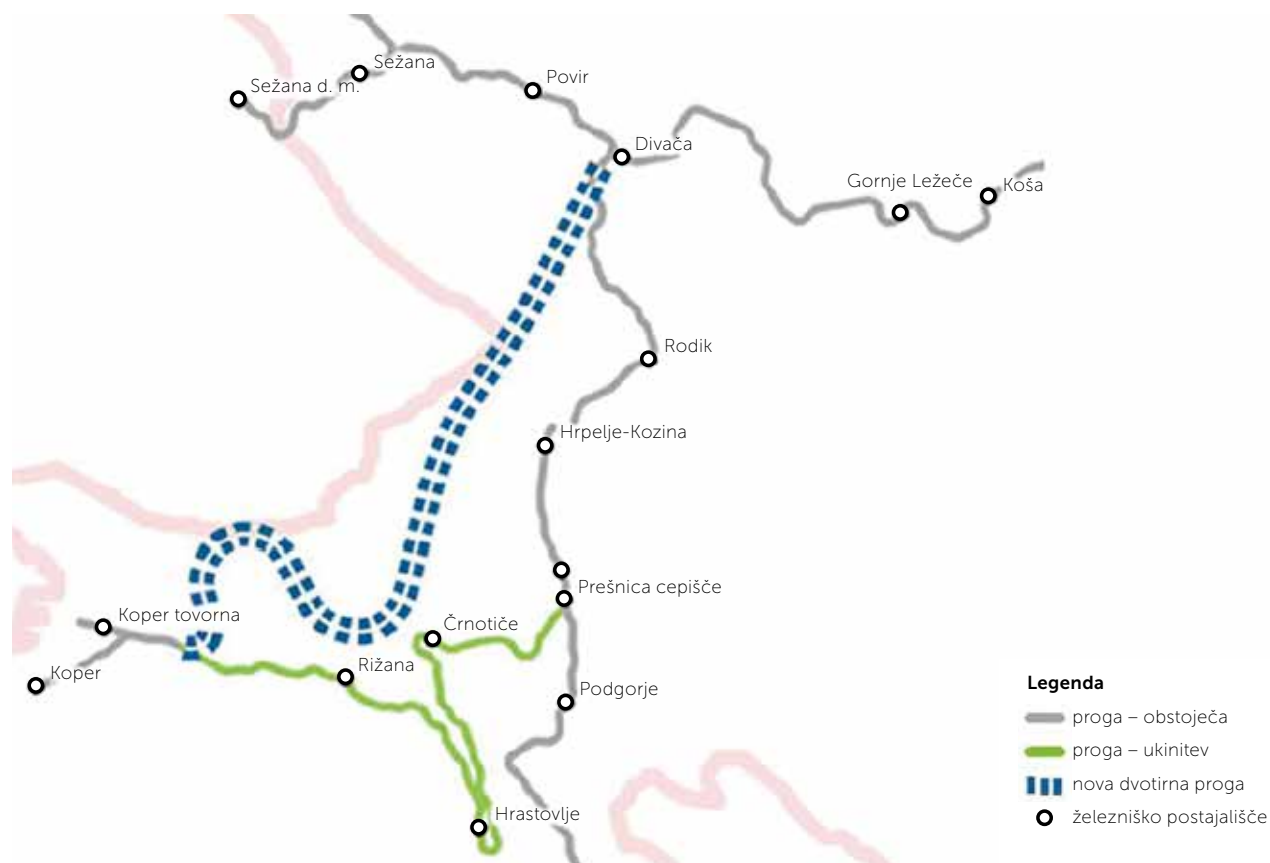
*Varianta 3* je kombinacija desnega tira, načrtovanega levega tira in obstoječe proge. Na obstoječi progi obratujejo lokalni potniški vlaki na relaciji Divača–Koper ter potniški in tovorni čezmejni vlaki do Pulja (Hrvaška), na



desnem tiru tovorni in potniški vlaki (mednarodni in regionalni) obratujejo v eno smer, na načrtovanem levem tiru pa v nasprotno smer.

## Izbrana varianta 2

Študija variant se je na podlagi prostorsko-druženega, varstvenega, funkcionalnega in ekonomskega vidika ter z vidika sprejemljivosti v lokalnem okolju zaključila z izborom variante 2, ki predvideva umestitev vzporednega levega tira k že izvedenemu desnemu tiru v izgradnji, obstoječa proga med Prešnico in Koprom pa se po izgradnji levega tira opusti.



Slika 3: Izbrana varianta 2.  
Vir: Investicijska zasnova

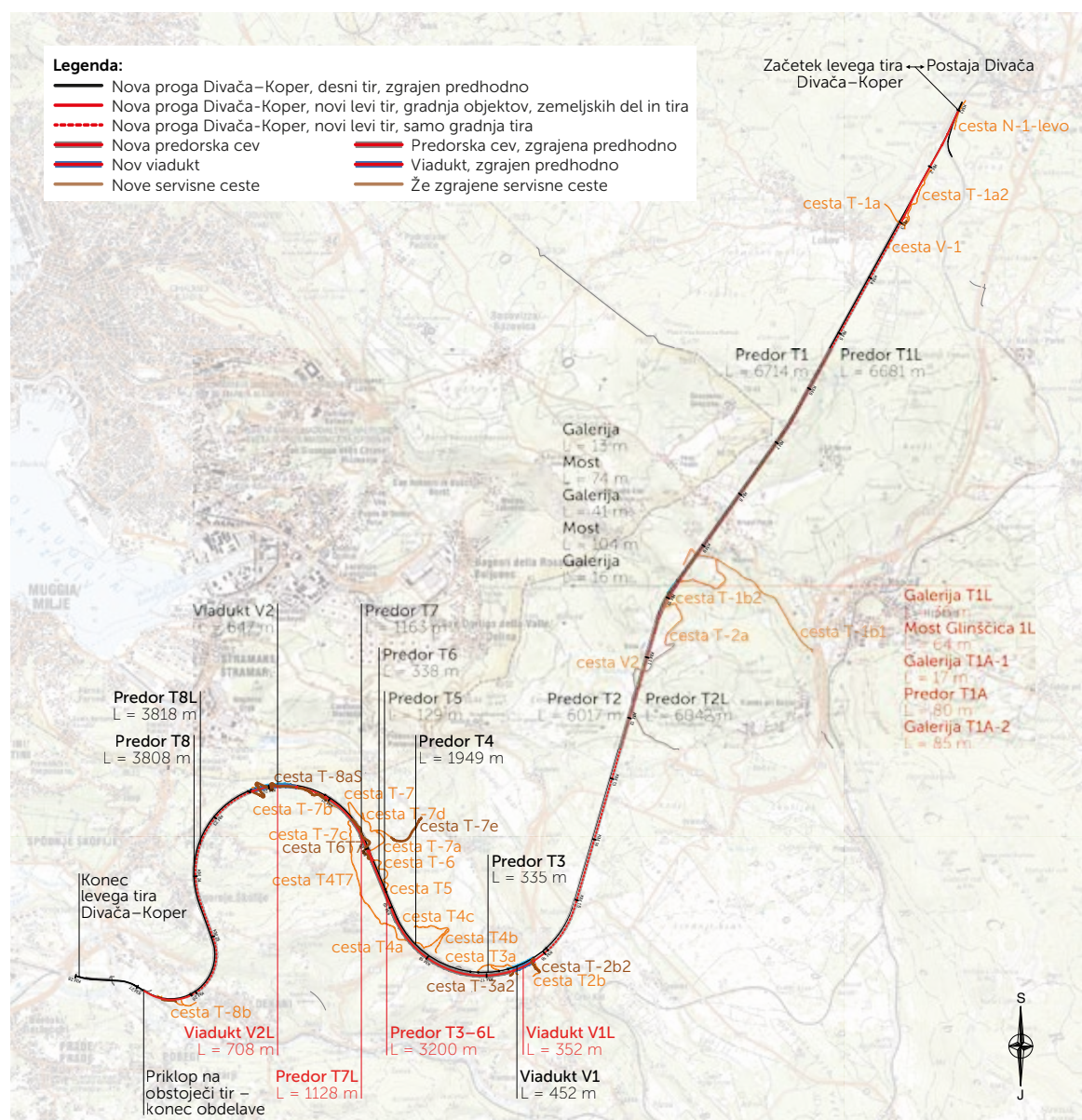
Tudi v okoljskem poročilu za drugi tir nove železniške proge na odseku Divača–Koper je bil kot scenarij z najmanjšimi vplivi na okolje ovrednoten scenarij 2 oziroma varianta 2 z levim tirom ob desnem v obstoječem koridorju in opustitvijo obratovanja obstoječe železniške proge med Prešnico in Koprom. Ravno opustitev obratovanja tega dela železniške proge bo po dokončanju polne dvotirnosti privedla do pomembnega zmanjšanja negativnih vplivov na vodovarstveno območje, pritiskov na naravovarstveno pomembno območje Kraškega roba in obremenjenosti okolja s hrupom.



## Vsebina sprememb in dopolnitev prostorskega akta

Spremenjeni in dopolnjeni prostorski akt drugega tira železniške proge Divača–Koper obravnava vse posege v prostor in ureditve, ki so potrebne za vzpostavitev polne dvotirnosti. Trasa levega tira poteka vzporedno z desnim tirom, v istem koridorju na medsebojni oddaljenosti od 4,5 metra do 25 metrov.

V okviru gradnje desnega tira so bili že zgrajeni trije najdaljši predori (T1, T2 in T8) levega tira, ki do njegove izgradnje služijo kot servisne cevi. Izvedeni so bili v polnem profilu, ki je enak profilu glavnih cevi desnega tira.



Slika 4: Objekti vzporednega levega tira.

Vir: Okoljsko poročilo



Po izgradnji levega tira pa bodo glavne cevi desnega in levega tira služile tudi kot servisne cevi, povezane s prečniki. Sicer pa levi tir predstavlja vzporedno traso desnemu z vsemi elementi in objekti, tiri ter tirnimi napravami. Vsi objekti so analogni objektom desnega tira, z enakimi izbranimi podporno-konstrukcijskimi rešitvami in enakimi tehnološkimi rešitvami na novo predvidenih sistemov levega tira.

Elementi trase drugega tira železniške proge s primerjavo levega in desnega tira:

|                                     | Desni tir                                   | Levi tir                                                           |
|-------------------------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Dolžina                             | 27,101 km                                   | 25,915 km                                                          |
| Najvišja hitrost                    | do 160 km/h                                 | do 160 km/h                                                        |
| Največji vzdolžni nagib             | 17 ‰                                        | 17,23 ‰                                                            |
| Število predorov na progi           | 7                                           | 6 (3 že zgrajeni, 3 novi)                                          |
| Skupna dolžina železniških predorov | 20,322 km                                   | 20,950 km (4,407 km bo skupna dolžina treh novozgrajenih predorov) |
| Delež predorov glede na celo traso  | 75 ‰                                        | 77,7 ‰                                                             |
| Število viaduktov                   | 3 (Gabrovica V1, Vinjan V2 in Glinščica V3) | 2 (Gabrovica V1L in Vinjan V2L)                                    |
| Skupna dolžina viaduktov            | 1,251 km                                    | 1,060 km                                                           |
| Število mostov                      | /                                           | 1 (Glinščica M1L)                                                  |
| Dolžina odprte trase                | 5,4 km                                      | 3,7 km                                                             |
| Svetli profil                       | GC                                          | GC                                                                 |
| Tirnice                             | 60 E1                                       | 60 E1                                                              |
| Podlaga tira                        | Pretežno tir na togi podlagi                | Pretežno tir na togi podlagi                                       |
| Elektrificirana                     | Enosmerni tok 3 kW                          | Enosmerni tok 3 kW                                                 |
| Sistem upravljanja prometa          | ERTMS (GSM-R/ETCS nivo 1)                   | ERTMS (GSM-R/ETCS nivo 1)                                          |

Računska hitrost za določanje horizontalnih in vertikalnih elementov na progi je na pretežnem delu 160 km/h. Na začetnem delu proge pri Divači je v prvi krivini računska hitrost 100 km/h, saj je hitrost skozi postajo Divača omejena na 70 km/h. Na zadnjem delu trase, ko se ta približuje postaji Koper tovarna, pa hitrost pada postopoma po odsekih najprej na 120 km/h in nato še na 100 km/h. Obstoječa cepna kretnica za potniško postajo Koper dovoljuje največjo hitrost v odklon 80 km/h ( $R = 760\text{ m}$ ). Računske hitrosti ustrezajo najvišjim hitrostim klasičnih vlakov.

### Objekti vzporednega levega tira

Na trasi levega tira bodo naslednji glavni objekti: šest predorskih cevi (tri so že zgrajene), dva viadukta, most, tri galerije, enajst prepustov, oporna stena in podporni zid.



### Predori

Na vzporednem levem tiru so že zgrajene tri predorske cevi, ki služijo kot servisne desnega tira in bodo, ko bo levi tir zgrajen, preurejene v predore: prva predorska cev (T1L) je dolga 6681 metrov, druga (T2L) 6042 metrov in osma (T8L) 3818 metrov. Na novo bodo zgrajene predorske cevi T1A v dolžini 80 metrov, T3-6L 3200 metrov, T7 pa 1127 metrov.

V predorskih ceveh, ki nimajo servisnih cevi (T3-6L in T7L), je treba izvesti pet prečnih servisnih navezav z desnim tirom.

### Premostitveni objekti

V dolini Glinščice bo zgrajen most Glinščica (1L) v zaprtem profilu, dolg 64 metrov. Pod viaduktom Črni Kal bo zgrajen viadukt Gabrovica (V1L), dolg 352 metrov, in Vinjan (V2L), dolg 708 metrov.

Na dostopni cesti med predorom Beka (T2) in viaduktom Gabrovica (V1) bo zgrajen nov 112 metrov dolg cestni viadukt, na drugi pa cestni most preko Osapske doline, dolg 15 metrov.

### Galerije

V dolini Glinščice bodo zgrajene tri galerije, ki skupaj z mostom Glinščica (M1L) in predorom (T1A) tvorijo zaprt prečni profil. Ta rešitev sledi že zgrajenemu mostu desnega tira.

Objekti, ki prečkajo dolino Glinščice, so oblikovani tako, da konstrukcija v prečnem prerezu tudi v primeru iztiranja vlaka preprečuje, da bi se kompozicija prevrnila v dolino. Konstrukcija je zasnovana tudi kot ustrezna protihrupna zaščita.

### Prepusti

Zaradi gradnje levega tira bo treba dograditi sedem prepustov, ki so že zgrajeni v okviru gradnje desnega tira. Trije že zgrajeni prepusti iz sklopa projekta za izvedbo desnega tira, ki bodo pod novim tirom, so ustrezni in ne potrebujejo dodatnih posegov.

### Podporne in oporne konstrukcije

Izven predorskih portalov bo treba na platoju med predoroma T3-6L in T7L zgraditi samostojno sidrno steno in armiranobetonski podporni zid tik pred viaduktom Vinjan (V2L), ki bo temeljen na uvrtnih pilotih.

### Dostopne ceste

Zaradi gradnje levega tira bi bilo treba zgraditi ali preurediti osem dostopnih cest. Predvidena je gradnja štirih dodatnih dostopnih cest (T6T7, T7-e, T-3a2 in T-2b2) v skupni dolžini 2335,75 metra. Izvedeni bosta dve delni



rekonstrukciji cest (T8a in DP-1) v skupni dolžini 1617,9 metra. Na cesti T-2b2 bo zaradi premoščanja doline zgrajen viadukt dolžine 112,2 metra. Ob Divaški jami bo urejen cestni priključek na regionalni cesti Divača–Lokev–Lipica. Na podlagi pripomb javnosti bo za potrebe gradbišča urejena dostopna cesta Stepni. Predvidena je rekonstrukcija oziroma razširitev obstoječe ceste od odcepa Stepni do nadvoza čez avtocesto.

Vse že izvedene dostopne ceste desnega tira bodo v celoti v uporabi do zaključka gradnje obeh tirov. Nekatere bodo namenjene za vzdrževanje predorov, portalov in trase proge, pretežni del cest pa bodo prevzele lokalne skupnosti.

#### Odprta trasa

Na odprti trasi je predvidena širitev nasipa, stabilnost novega nasipa pa je treba zagotoviti z dodatnimi podpornimi ukrepi.

Izvedene bodo vse potrebne regulacije predvidoma 11 vodotokov ter odvodnjavanje z zemeljskimi jarki, tlakovanimi jarki, kanaletami in drenažami. Voda bo speljana v požiralnike ter po pobočnih kanaletah in jarkih v pre-puste in druge vodotoke.

#### Električno vozno omrežje

Na celotni trasi novega tira, razen zadnjega kilometra pred postajo Koper tovarna, bo zgrajena nova vozna mreža s povratnim vodom, ki se bo napajala iz obstoječih ENP Divača in Dekani ter nove ENP Črni Kal. Zaradi novega tira so predvidene tudi manjše predelave v ENP Črni Kal.

#### Signalnovarnostne in telekomunikacijske naprave

Na desnem tiru, razen na zadnjem kilometru pred postajo Koper tovarna, je že zgrajeno osnovno omrežje signalnovarnostnih in telekomunikacijskih naprav ter napeljav, ki jih bo treba z gradnjo levega tira uskladiti in dograditi, kar bo natančno obdelano v projektni dokumentaciji.

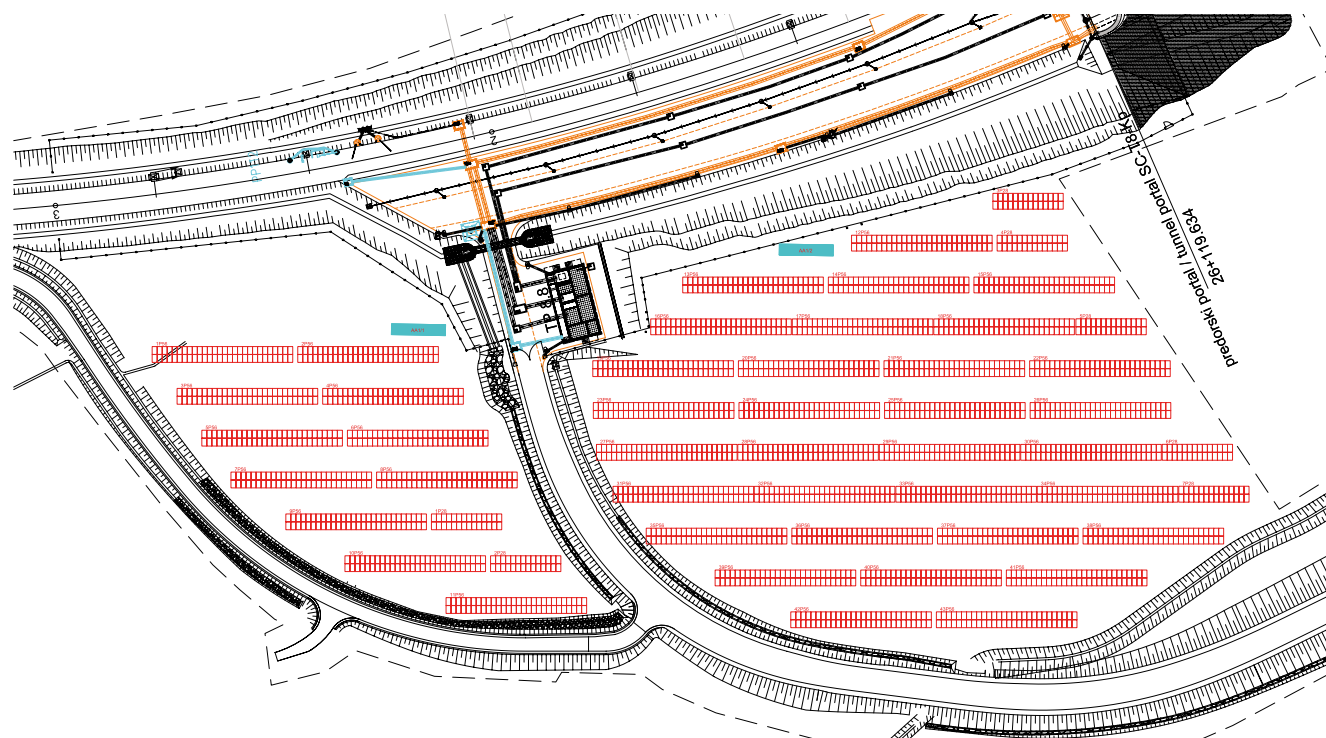
#### Naprave za proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov

Na podlagi študije izvedljivosti sončnih elektrarn z naslovom *Sončne elektrarne na trasi drugega tira Divača–Koper* je družba 2TDK v fazi načrtovanja proučila postavitve sončnih elektrarn na nekaterih odprtih lokacijah večjih površin in izdelala ustrezno dokumentacijo za lokacije na odprti trasi do portala predora T1 (Lokev) in odprti trasi med portaloma T7 Koper in T8 Divača do viadukta Vinjan, za streho objekta ENP Črni Kal ter odprto traso in okolico platoja T8 Koper.

Cilj družbe 2TDK je na začetku predvsem zagotoviti enak obseg proizvodnje električne energije, kot je ocenjena poraba opreme na obeh tirih, se pravi proizvesti dovolj električne energije za lastne potrebe. Če bo električne



energije proizvedeno več, kot je je treba, se bo pošiljala v omrežje. V nadaljevanju pa je treba glede na izkušnje iz obratovanja desnega tira zagotoviti čim bolj pripravljeno dokumentacijo za razširitev sistema napajanja predorskih sistemov iz sončnih elektrarn glede na morebitne dodatne potrebe ali zainteresiranost zunanjih uporabnikov ter danih možnosti za to.



Slika 5: Objekti  
SE – plato T8.  
Vir: Študija  
izvedljivosti SE

## Izzivi izvedbe projekta vzporednega levega tira

Med gradnjo desnega tira smo naleteli na kar nekaj izzivov, ki smo jih uspešno rešili oziroma nekatere še rešujemo, pri tem pa smo pridobili prenekatero izkušnje. Ob vseh izzivih, ki jih prinaša tako zahtevna gradnja, smo se vseskozi morali intenzivno ukvarjati z ravnanjem z viški materialov, ki nastanejo pri gradnji, ter z varovanjem okolja in spoštovanjem vseh zahtev iz okoljskih dokumentov. Vse na novo pridobljeno znanje in izkušnje bomo uporabili pri vodenju projekta vzporednega levega tira. Ima pa vsak projekt svoje specifičnosti, in tako je tudi pri novem, levem tiru.

### Gradnja pod prometom

Ob začetku gradnje desnega tira v prostoru ni bilo še ničesar, saj je trasa potekala izven vseh do tedaj obstoječih koridorjev. Pri gradnji desnega tira torej še ni bilo zahtev, ki bi se nanašale na obratovanje obstoječega železniškega prometa. Gradnja levega tira pa bo potekala, ko bo promet po desnem tiru že stekel. Proga je elektrificirana, kar je glede na varnost pri izvajanju del še posebej pomembno. To za sabo potegne zelo natančen pristop že v fazi



načrtovanja projektne dokumentacije, v kateri bo moral projektant izdelati natančno tehnologijo izvajanja del in po potrebi temu prilagoditi tudi projektno rešitev.

Rešitve morajo biti take, da je motenj obratovanja proge čim manj. Če pa bo treba ustaviti promet in uvesti zapore tira, kar pomeni zamude, te pa dodatne stroške, je treba napovedati zaporo tri leta prej, ker gre za mednarodni promet po vzpostavljenem voznem redu.

Tako bodo med drugim pripravljeni obvezni dokumenti, ki so sestavni del projektne dokumentacije za izvedbo v okviru projektiranja vzporednega levega tira, in sicer *Elaborat tehnologije faznosti izvajanja del*, *Elaborat začasnih ukrepov na železniški in cestni infrastrukturi zaradi gradnje* in *Elaborat tehnologije železniškega prometa v času izvajanja del*. Cilj dobre priprave projektne dokumentacije je, da predlagane rešitve v čim manjši meri vplivajo na odvijanje prometa ter posledično na zamude in s tem manjše stroške.

Viški materialov

V času gradnje desnega tira je nastalo pri gradnji predorov približno 4,3 milijona m<sup>3</sup> izkopanega materiala. Kakovost izkopanega materiala, apnenca in fliša ter zemeljskega izkopa, ki ima status nenevarnega odpadka, je bila različna. Po ugotovitvi, da sta apnenec in fliš mineralni surovini, ju je skladno z veljavno zakonodajo naročnik proglasil za stranski proizvod, ki je z nadaljnjo predelavo uporabljiv. Cilj je bil, da se apnenec v čim večji meri uporabi za lastne potrebe, za agregate in betone, fliš, ki je bil manj uporabljiv v okviru gradnje drugega tira, pa je bil v neporabljenih količinah uporabljen za sanacijo opuščenih delov bližnjih kamnolomov. To prostorski akt DLN tudi dovoljuje ob pogoju, da ima lokacija za to ustrezne dokumente in dovoljenja. Zemeljski izkop je bil prepeljan in naložen na degradirano območje Bekovec, kjer je bila izvedena rekultivacija degradiranega območja v kmetijske namene. Celoten način ravnanja z viški temelji na konceptu krožnega gospodarstva.

V primeru levega tira pa je situacija nekoliko drugačna, ker je količina izkopanega materiala manjša: predori bodo grajeni v flišu, predora (T1 in T2), ki sta v apnencu, pa sta že zgrajena.

| Izvor materiala                     | Vrsta materiala              | Načrtovani levi tir    |
|-------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| Vzporedni levi tir (podatki iz IDP) | Apnenec (mineralna surovina) | 77.500 m <sup>3</sup>  |
|                                     | Fliš (mineralna surovina)    | 538.038 m <sup>3</sup> |
|                                     | Zemeljski izkop (17 05 04)   | 71.895 m <sup>3</sup>  |
|                                     | Skupaj                       | 687.433 m <sup>3</sup> |

Preglednica 1:  
Pričakovane  
količine izkopanega  
materiala

V skladu s strategijo desnega tira bo v fazi priprave projektne dokumentacije natančno določena tudi strategija ravnanja z viški materiala iz gradnje levega tira. Apnenec, kolikor ga bo, bo porabljen na gradbiščih levega tira, fliš, ki ne bo uporabljen na projektu, bo porabljen za sanacijo opuščenih delov bližnjih kamnolomov, za zemeljski



izkop pa bodo določene lokacije za to pooblaščenih prevzemnikov. Celotna strategija bo presojana v okviru postopka vplivov na okolje na način, da bo vpliv na okolje v času gradnje čim manjši.

## Okolje

Trasa levega tira železniške proge Divača–Koper je vzporedna desnemu tiru, poteka preko več območij velikega naravovarstvenega pomena ter po kar nekaj okoljsko pomembnih in varovanih območjih. Med njimi so najpomembnejša območja Krasa z razvejanim podzemnim svetom in Kraškega roba ter Krajinski park Beka s sotesko Glinščice in z dolino Griže, doline Škofijskega, Vinjanskega, Plavskega in Krniškega potoka, povodje reke Rižane in Osapske reke ter območje Nature 2000.

Skladno z izkušnjami iz projekta desnega tira bo treba izpeljati vse z zakonom predpisane postopke in posledično izdelati vse okoljske dokumente za pridobitev gradbenega dovoljenja za čas gradnje in za fazo obratovanja. Naročnik, družba 2TDK, se je skladno s 70. členom GZ-1 odločila za pridobitev dovoljenja v integralnem postopku.

Med sprejetjem DLN SD2 je bilo – vključno s strokovnimi podlagami – izdelanih več dokumentov, med njimi tudi *Okoljsko poročilo za drugi tir nove železniške proge na odseku Divača–Koper z Dodatkom za varovano območje za drugi tir nove železniške proge na odseku Divača–Koper za presojo sprejemljivosti vplivov izvedbe plana na varovana območja narave*.

Vsa izhodišča iz dokumentov so osnova za nadaljnje okoljske aktivnosti po veljavni zakonodaji. Skladno z Uredbo o posegih v okolje, za katere je treba izvesti presojo vplivov na okolje, je vzporedni levi tir kot predmet spremembe in dopolnitve državnega lokacijskega načrta objekt z vplivi na okolje, za katerega je treba izvesti postopek presoje vplivov na okolje. V njem je treba presojati tudi vse spremljajoče ureditve, ki bodo predmet posega in niso zajete v DPN SD2. Ključno je, da se pri presoji upoštevajo kumulativni vplivi levega in desnega tira na okolje.

Tako bo treba v nadaljnjih fazah izdelati nekatere pomembne dokumente, med njimi *Poročilo o presoji vplivov na okolje (PVO)*, ki vključuje tudi čezmejno presojo vplivov na okolje. Presoja bo že natančneje predpisala ukrepe in vrste posameznih monitoringov.

Ključno pri izdelavi vseh okoljskih dokumentov v času načrtovanja je sodelovanje med načrtovalcem okoljskega dela in izdelovalcem PZI, ki okoljskemu delu predloži vhodne podatke.

Ko bo izbran izvajalec gradnje, bo ta zadolžen za izdelavo načrta monitoringa za posameznega izvajalca monitoringa in za posamezno vrsto monitoringa ter tehnoloških elaboratov izvajalca za posamezna dela v obdobju izvajanja del, kjer bodo upoštevane vse zahteve, ukrepi in omilitveni ukrepi za čas izvedbe, predpisani v vseh predhodno sprejetih in veljavnih okoljskih dokumentih.



Pri levem tiru pričakujemo podobne ukrepe za varovanje okolja, kot so bili pri desnem tiru, kar bo ključno ravno v času gradnje, ko so pričakovani vplivi največji. Skladno z Uredbo bo treba preverjati hrup, vodo, zrak – prašne delce, tla, odpadke, vibracije in svetlobno onesnaževanje. Poleg tega bodo preverjane tudi narava in določene živalske vrste (ribe, raki, netopirji, dvoživke, ptice, habitatni tipi in vodni organizmi). V uredbi se je pojavil še dodaten pogoj v zvezi z dvema metuljema, na katera je treba paziti pri krčenju gozdnih površin in posledično pri ustrezni ponovni vzpostavitvi gozdnega roba. Dikcija iz Uredbe se glasi: »Zaradi varstva črtastega medvedka (lat. *Callimorpha quadripunctaria*) se po izvajanju posegov na območjih, kjer je bil gozd izkrčen, zagotovi gozdni rob« in »Z namenom zmanjšanja negativnih vplivov, predvsem zaradi poseganja v habitat kraškega zmrzlikarja (lat. *Erannis ankeraria*), je treba novo nastali gozdni rob ob novi dostopni cesti T-2b2 zasaditi s sadikami gradna (lat. *Quercus petraea*) in puhastega hrasta (lat. *Quercus pubescens*).«.

Glede na vse navedene prihodnje okoljske dokumente in predvidevanje, da bo v fazi gradnje vpliv na okolje največji, je pričakovati, da bodo tudi ukrepi v času gradnje vzporednega levega tira za varovanje okolja ter ohranjanje narave in kulturne dediščine natančno predpisani, vse z namenom, da se vpliv med gradnjo zmanjša na najmanjšo možno raven. Verjetnost je, da bodo ukrepi pri nekaterih vsebinah enaki ali celo strožji kot pri desnem tiru. Vsi do zdaj izdelani dokumenti za desni tir, tudi meritve, bodo vhodni podatek za nadaljevanje na vzporednem levem tiru. Že vzpostavljena merilna mesta bodo privzeta tudi v nadaljevanju, v največji možni meri, ob morebitnih novih, kar bo ugotovljeno v okoljskih dokumentih vzporednega levega tira.

Pričakovana problematika glede na izkušnje desnega tira:

- Med gradnjo vzporednega levega tira bo posebna pozornost posvečena varovanju voda z dodatnimi omilitvenimi ukrepi, ki bodo opredeljeni na podlagi izkušenj pri gradnji desnega tira.
- Geomehansko problematično je obstoječe stanje na posameznih lokacijah trase in kot najbolj nepredvidljivo se izkazuje območje Glinščice. Za zaščiteno območje doline Glinščice je že v okviru desnega tira veljal strožji režim, in sicer:
  - komunalnih in padavinskih vod iz premičnih (začasnih) naprav in objektov ni bilo dovoljeno odvajati v tla ali vodotok;
  - odpadnih/tehnoloških vod ni bilo dovoljeno izpuščati v strugo Glinščice;
  - vso uporabljeno tehnološko vodo je bilo treba zbirati in kontrolirano uporabljati med gradnjo; če je bilo preveč, jo je bilo treba odvažati z območja gradbišča v dolini Glinščice;
  - v nobeni fazi izvajanja del ni bilo dovoljeno posegati v strugo in brežine reke Glinščice.

Glede na trenutno obstoječe stanje geomehanske problematike na tem območju bo izvajanje del na vzporednem levem tiru precejšen izziv.



Slika 6: Avtomatska  
merilna postaja  
Glinščica



V dolini Glinščice je v vodotoku že zdaj postavljena avtomatska merilna naprava, ki meri osnovne parametre vode 24/7. Tako je nadzor – glede na tako stroge pogoje – stalen, na podlagi rezultatov pa je možno takojšnje ukrepanje.

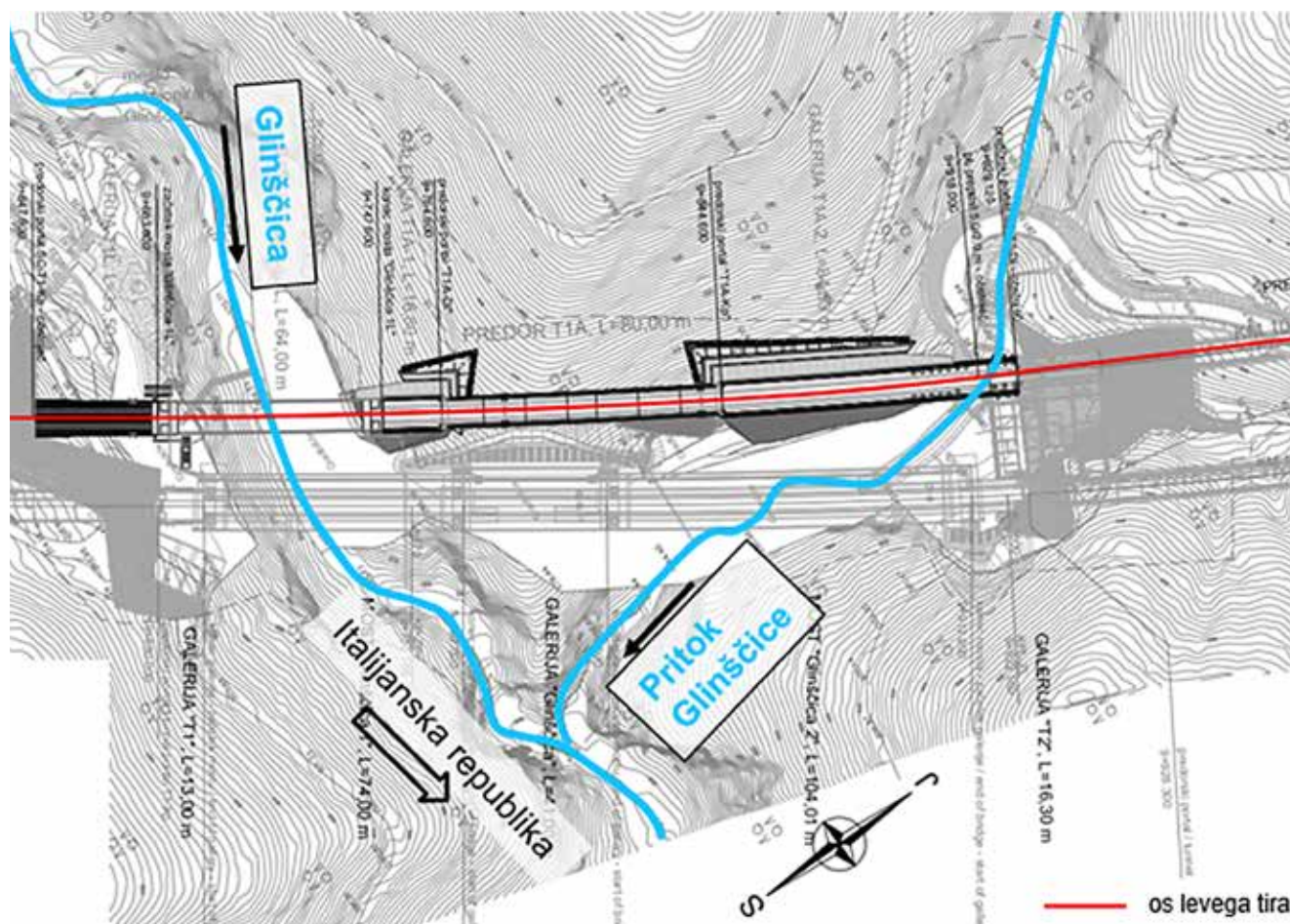
Ključna za uspešno obvladovanje okoljske problematike skozi celotno gradnjo (desnega in levega tira) sta stalna kontrola nad izvajanjem del in spoštovanje zahtevanih okoljskih ukrepov (z vzpostavitvijo sistema operativne logistike in stalnega nadzora).

## Čezmejna presoja

Zaradi bližine Republike Italije je Drugi tir projekt, ki bi lahko imel čezmejne vplive na okolje. Skladno z Zakonom o varstvu okolja in Zakonom o ratifikaciji Protokola o strateški presoji vplivov na okolje h Konvenciji o presoji čezmejnih vplivov na okolje (Uradni list RS – Mednarodne pogodbe, št. 11/10) se že pri umeščanju v prostor v okviru strateške presoje vplivov na okolje izvaja postopek čezmejne presoje vplivov na okolje. Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo je februarja 2024 obvestilo Republiko Italijo o pripravi sprememb in dopolnitev prostorskega akta ter ji posredovalo prevod Okoljskega poročila. V aprilu 2024 so sledile tehnične konzultacije s predstavniki Italije. Na tehničnih konzultacijah sta bila predstavljena vsebina in obseg DPN ter podana pojasnila na izpostavljena vprašanja. Ker je še potekala gradnja desnega tira, je bilo s predstavniki Italije dogovorjeno, da se bo med gradnjo novega, levega tira izvajal monitoring vode, narave, hrupa in krajine tudi na njihovem ozemlju, torej skupni monitoring za spremljanje ustreznosti predpisanih omilitvenih ukrepov.

Skladno s konvencijo ESPOO bo čezmejna presoja na nivoju projekta izvedena tudi v fazi presoje vplivov na okolje, v postopku pridobivanja integralnega gradbenega dovoljenja.





Slika 7: Prikaz ureditve v dolini Glinščice z vidika bližine Italije.

Vir: Pačnik in Zupančič, 2024

## Dolina Glinščice danes in jutri

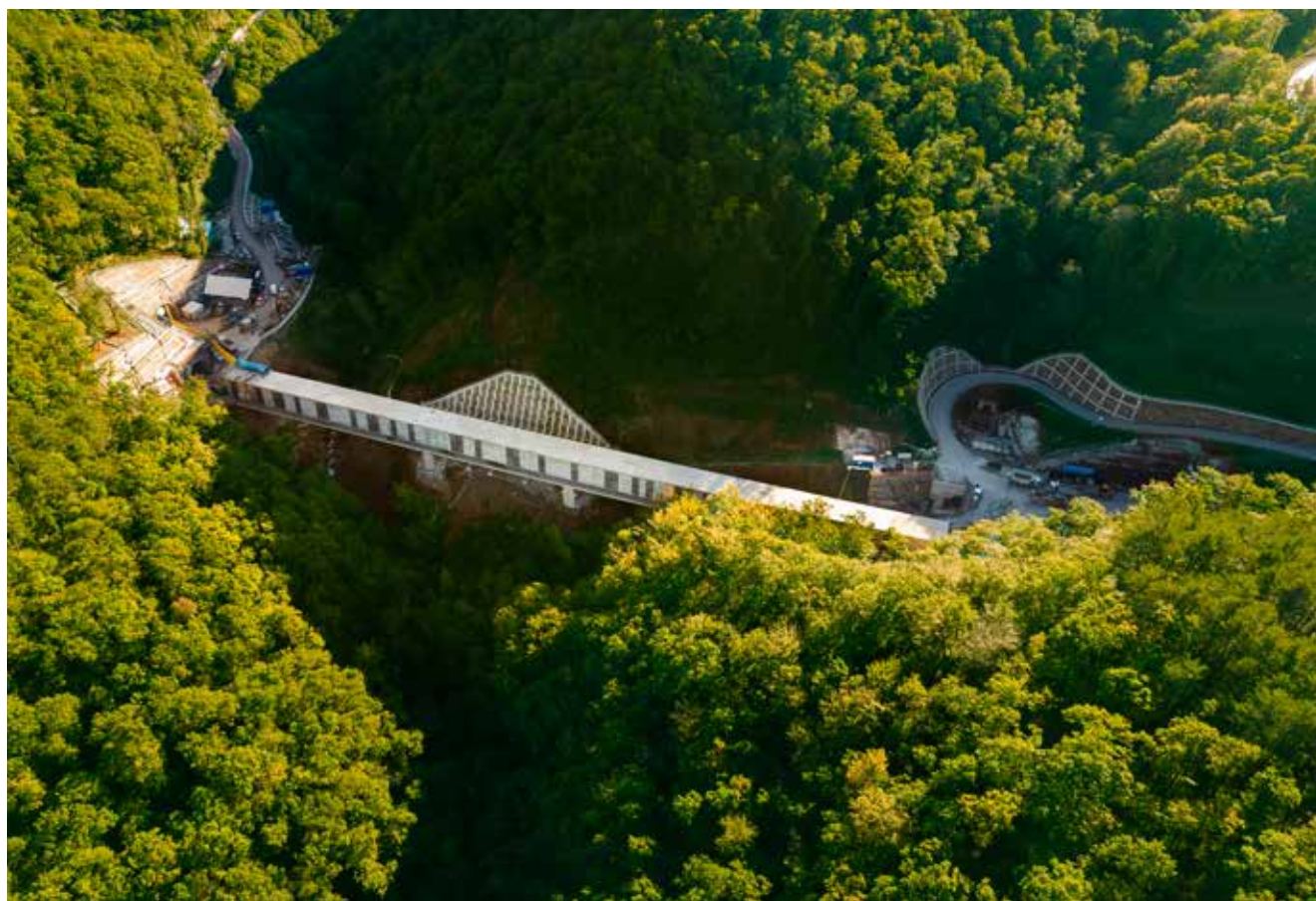
V dolini Glinščice »odprta« trasa proge med predoroma T1 in T2 poteka – skladno z okoljskimi zahtevami – v zaprtem viaduktu. Poseg zaradi mostne konstrukcijske zasnove ne vpliva na režim vodnega habitata in rečno dolino zaščitene območja.

Ker je most Glinščica izveden v celoti v zaprti galerijski zasnovi, bo med obratovanjem preprečen vsak vpliv na dolino Glinščice (v primeru morebitne nesreče), hkrati pa bo zmanjšan vpliv hrupa, ki nastane kot posledica odvijanja železniškega prometa.

V dolini Glinščice bo vzporedni levi tir z novimi objekti potekal ob obstoječem objektu, vendar bo zaradi konfiguracije terena potek premostitve nekoliko drugačen. Sestavljen bo iz več objektov: galerije (T1L, 36 m), mostu Glinščica (M1L, 64 m) v zaprtem profilu, galerije pred predorom (T1A-1, 17 m), predora (T1A, 80 m) in galerije (T1A-2, 85 m) za predorom.



Slika 8: Prikaz  
izvedenega objekta v  
Glinščici danes



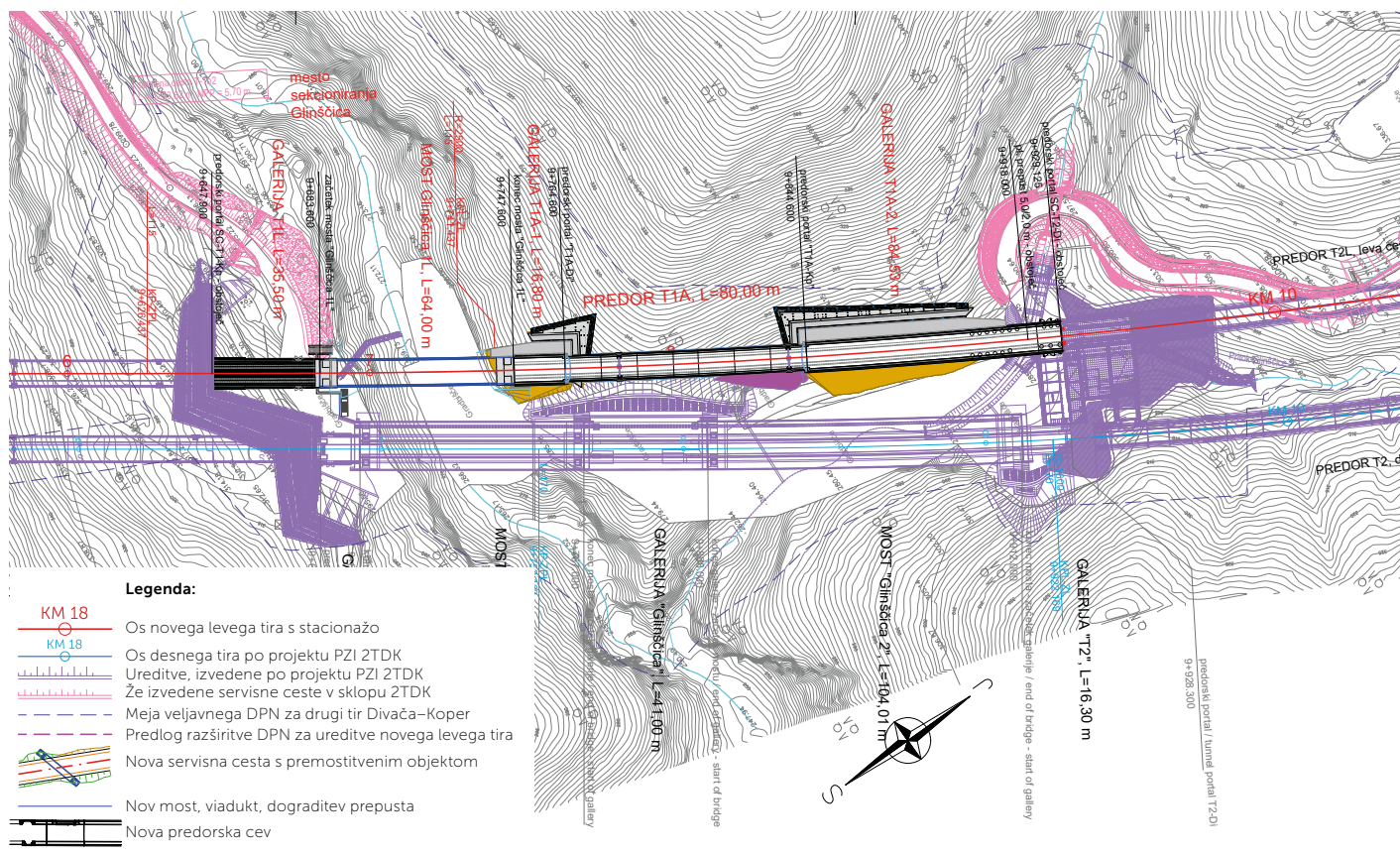
S stališča narave bo najzahtevnejša gradnja prav v zavarovanem območju doline Glinščice. Tu je prisotna velika gostota zavarovanih živalskih in rastlinskih vrst. Z vidika varstva narave je to najbolj občutljivo območje in je vključeno v območje Natura 2000, pa tudi na italijanski strani je zavarovano kot Naravni rezervat doline Glinščice.

Reševanje okoljske problematike ves čas poteka v sodelovanju z Zavodom RS za varstvo narave, ki je vključen kot strokovna institucija preko Ministrstva za naravne vire in prostor, Direktorata za naravo, in je nosilec urejanja prostora. Zavod je že med gradnjo desnega tira izvajal strokovni nadzor na področju ohranjanja narave (naravovarstveni nadzor) in bo prisoten tudi med gradnjo levega tira, tako načrtovanja kot izvedbe.

## Aktivnosti za vzpostavitev dvotirnosti

V skladu z veljavno zakonodajo je družba 2TDK novembra 2024 prevzela pristojnosti investitorja tudi za vzporedni levi tir. Takoj je začela aktivnosti za vodenje projekta vzporednega levega tira, izdelavo vse investicijske dokumentacije in pridobitev finančnih sredstev za izvedbo projekta na eni strani ter na drugi aktivnosti za izpeljavo pripravljalnih del, ki so predpogoj za dejanski pričetek gradnje. Prvi korak je bil prevzem vse dokumentacije od





Slika 9: Prikaz objektov vzporednega levega tira v dolini Glinščice.

Vir: Strokovne podlage za vzporedni levi tir

dotedanjega investitorja, Ministrstva za infrastrukturo, Direkcije RS za infrastrukturo, kar je bilo izpeljano v roku 30 dni. Istočasno je družba začela aktivnosti za glavna pripravljalna dela in zagotovitev vseh pogojev za začetek gradnje. Te so, če naštejemo le glavne: pridobitev zemljišč za gradnjo in dokumentov, ki izkazujejo pravico graditi, izdelava okoljske in projektne dokumentacije (DGD in PZI) s pridobitvijo gradbenega dovoljenja v integralnem postopku, izvedba recenzije ter izvedba arheoloških predhodnih raziskav in izkopavanj.

Za vse navedene aktivnosti je treba najprej izpeljati postopke za izbiro izvajalca. Prav javni razpisi so najranljivejše aktivnosti med vodenjem projekta, ker v primeru morebitnih pritožb ali ponovitev javnega naročila povzročijo nepredvidljivo podaljšanje rokov izvajanja posameznih faz.

## Zaključek

Glavni cilji projekta Drugi tir, njegove polne dvotirnosti, so povečanje gospodarske konkurenčnosti, skrajšanje potovalnega časa, odprava nizkih prometnih tokov in zmanjšanje prevoznih stroškov. Z boljšo železniško povezavo iz Luke Koper čez Slovenijo v Avstrijo, na Češko, Slovaško in Madžarsko se bo povečala tudi privlačnost posameznih regij in odprle dolgoročne možnosti razvoja.



Slika 10: Render – prikaz  
prihodnjih objektov  
vzporednega levega tira  
v dolini Glinščice



## Viri in literatura

- *Izdelava okoljske, investicijske in ostale dokumentacije v postopku državnega prostorskega načrtovanja za dvotirnost nove železniške proge Divača–Koper*, faza: investicijska zasnova, PNZ svetovanje projektiranje, d. o. o., 2020/DPN-074, november 2022, po recenziji KIOP maj 2023, po novelaciji oktober 2023.
- *Uredba o državnem lokacijskem načrtu za drugi tir železniške proge na odseku Divača–Koper* (Ur. list RS, št. 43/05, 48/11, 59/14, 88/15 in 92/24).
- *Okoljsko poročilo za drugi tir železniške proge na odseku Divača–Koper*, Aquarius, d. o. o. (št. projekta 1454-20-OP, februar 2022).
- *Dodatek za presojo sprejemljivosti vplivov izvedbe plana na varovana območja narave (Dodatek za varovano območje za drugi tir nove železniške proge na odseku Divača–Koper)*, Aquarius, d. o. o. (št. projekta 1454-20 VO, februar 2022).
- *Strokovne podlage, izdelane za pripravo DPN (IDP za levi tir nove dvotirne proge). Izdelava okoljske, investicijske in ostale dokumentacije v postopku državnega prostorskega načrtovanja za dvotirnost nove železniške proge Divača–Koper*, projektantska skupina DDK, št. projekta 200436/1, september 2022 (vsebujejo 77 zvezkov, od tega 46 načrtov in 31 elaboratov).
- Spletna stran [www.drugitir.si](http://www.drugitir.si)
- *Nacionalni program razvoja slovenske železniške infrastrukture (NPRSZI)*, 1995: <https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=NACP13>









# Finančni vidiki projekta Vzporedni levi tir

## Uvod

Državni zbor RS je 23. oktobra 2024 sprejel Zakon o spremembah in dopolnitvah Zakona o izgradnji, upravljanju in gospodarjenju z drugim tirom železniške proge Divača–Koper (Uradni list RS, št. 95/24; ZIUGDT-A), ki je pričel veljati 23. novembra 2024. Določil je pogoje in način izvedbe investicije v izgradnjo drugega tira železniške povezave na odseku Divača–Koper. Z uveljavitvijo zakona je družba 2TDK, Družba za razvoj projekta, d. o. o., prevzela vse naloge investitorja po navedenem zakonu in predpisih o graditvi objektov tudi za vzporedni levi tir. Družba je z navedenim zakonom zadolžena, da zagotovi izgradnjo in gospodarjenje z drugim tirom. Tako sedaj v skladu s sprejetimi spremembami zakona »drugi tir« predstavljata vso javno železniško infrastrukturo dveh enotirnih prog. Dvotirnost predstavljata desni tir (pogovorno se ga je prijelo ime drugi tir) in vzporedni levi tir, ki je v fazi pripravljanih aktivnosti.

Projekt vzporednega levega tira obsega gradnjo novega 26,95 kilometra dolgega levega tira, od katerega bo 20,95 kilometra v šestih predorih. Najdaljši trije so že zgrajeni (T1L, T2L, T8L) v sklopu gradnje desnega tira, dodatni trije pa bodo zgrajeni na novo (T1A, T3-6L, T7L). Poleg predorov projekt obsega gradnjo dveh viaduktov v skupni dolžini 1060,43 metra in mosta dolžine 64 metrov. Projekt vključuje tudi vgradnjo varnostnih in signalizacijskih sistemov.

Gradnja vzporednega levega tira se bo začela leta 2027 in bo trajala 4 leta. V letih 2025 in 2026 bodo potekala pripravljalna dela, ki vključujejo odkupe zemljišč, pripravo projektne in investicijske dokumentacije, geološke in hidrološke raziskave ter druge aktivnosti, povezane s pripravljalnimi deli.

Ena od pomembnejših aktivnosti družbe 2TDK v sklopu izvajanja pripravljanih aktivnosti je tudi izvajanje finančnega inženiringa projekta, saj mora v tej fazi zagotoviti vsa finančna sredstva za izvedbo projekta, pri tem pa slediti zahtevam številnih zakonodajnih okvirjev in sofinancerjev.





## Pravne in druge podlage za izvajanje finančnega inženiringa na projektu

Pravno podlago za izvajanje projekta vzporednega levega tira predstavlja veljavni Zakon o izgradnji, upravljanju in gospodarjenju z drugim tirom železniške proge Divača–Koper (ZIUGDT). V začetku julija 2024 je Vlada RS sprejela predlog Zakona o spremembah in dopolnitvah Zakona o izgradnji, upravljanju in gospodarjenju z drugim tirom železniške proge Divača–Koper (ZIUGDT-A), ki omogoča izgradnjo vzporednega levega tira in s tem nadgradnjo nove proge Divača–Koper v dvotirno. Predlog zakona je bil 23. oktobra 2024 obravnavan in potrjen v Državnem zboru. Pogoj za veljavnost zakona je sprejeta Uredba o spremembi in dopolnitvi Uredbe o državnem lokacijskem načrtu za drugi tir na odseku Divača–Koper, ki je pričela veljati 9. novembra 2024. Temu je sledil postopek primopredaje dokumentacije z Direkcije RS za infrastrukturo na družbo 2TDK, ki je bil zaključen 9. decembra 2024, ter sprejem spremembe Akta o ustanovitvi družbe 2TDK 20. februarja 2025.

V skladu s spremenjenim 22. členom ZIUGDT bo družba 2TDK za izgradnjo in gospodarjenje z vzporednim levim tirom sklenila ločeno koncesijsko pogodbo, in sicer na podlagi novega koncesijskega akta (Uredba o koncesiji za gradnjo in gospodarjenje z drugim tirom železniške proge Divača–Koper), ki je bil objavljen v Uradnem listu RS 12. junija 2025, veljati pa je začel naslednji dan po objavi.

## Finančni inženiring projekta Vzporedni levi tir

Družba 2TDK bo tudi na vzporednem levem tiru med drugim, skladno z 9. in 11. členom ZIUGDT, izvajala naloge finančnega inženiringa. Finančni inženiring predstavlja izvajanje vseh aktivnosti, ki so potrebni za nemoteno



zagotavljanje finančnih sredstev za projekt, vodenje in upravljanje teh sredstev, odplačevanje posojil in upravljanje z njimi ter skrb za pravočasno poravnavanje ostalih obveznosti družbe v zvezi z drugim tirom.

Tako bo družba 2TDK za projekt Vzporedni levi tir morala v letih 2025 in 2026:

- skleniti koncesijsko pogodbo in SLA z upravljavcem proge,
- pripraviti investicijski program, pri čemer mora že za potrditev investicijskega programa izkazati dokazljivo zagotovljene vire financiranja<sup>1</sup>,
- vključiti projekt v poslovne načrte družbe,
- pridobiti nepovratna sredstva, posojila (vključno z njihovim zavarovanjem) in druga sredstva za izvedbo projekta (kapital).

## Investicijska dokumentacija

Družba 2TDK je pri pripravi investicijske dokumentacije zavezana k spoštovanju Uredbe o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ (Uradni list RS, št. 60/06, 54/10 in 27/16V) in Uredbe o metodologiji priprave in obravnave investicijske dokumentacije na področju državnih cest in javne železniške infrastrukture (Uradni list RS, št. 5/17) (v nadaljevanju: Uredba).

V postopku državnega prostorskega načrtovanja za dvotirnost nove železniške povezave Divača–Koper so bili že izdelani DIIP – Dokument identifikacije investicijskega projekta<sup>2</sup>, Študija variant/predinvesticijska zasnova<sup>3</sup> ter Investicijska zasnova<sup>4</sup>. Izdelane so bile nekatere druge strokovne podlage, kot npr. idejni projekt – IDP. Navedene podlage predstavljajo minimalni okvir za pripravo Investicijskega programa, ki je še v izdelavi. Tudi sicer lahko družba skladno drugim odstavkom 10. člena ZIUGDT posamezna pripravljalna dela izvede še pred sklenitvijo koncesijske pogodbe in sprejetjem investicijskega programa.

Obvezna vsebina investicijskega programa, skladno z Uredbo, je med drugim tudi ocena vrednosti investicije po stalnih in tekočih cenah, s prikazano sestavo po vrstah investicijskih stroškov (kot npr. projektna in druga dokumentacija, odkupi in odškodnine, gradnja, oprema in naprave, ukrepi za varovanje okolja, ureditev komunalne infrastrukture, nepredvideni stroški in podobno).

---

1 Termin »dokazljivi viri financiranja« je povzet po razlagi Ministrstva za finance v dopisu št. 007-115/2017/14 z dne 22. 3. 2017. Pomeni, da je projekt evidentiran v Načrtu razvojnih programov in ima zagotovljena sredstva za naslednji dve leti ter da so dokazane oziroma dogovorjene možnosti drugega financiranja, kot npr. s strani drugih subjektov javnega oziroma zasebnega prava ali skladov EU. Takšne možnosti se lahko dokazujejo s pismom o nameri ali pisno obljubo banke oz. zavarovalnice z že oddano prijavo na razpis skladov EU ali evidentiranimi bodočimi razpisi skladov EU, ki so primerni za sofinanciranje projekta.

2 Izdelovalec URBIS, d. o. o., številka projekta 2019/POB-022, datum izdelave: junij 2019, dopolnitev julij 2020, potrjen s Sklepom o potrditvi DIIP dne 23. 7. 2020, št. dokumenta: 37500-3/2019/41.

3 Izdelovalec URBIS, d. o. o., številka projekta 200436/1, številka naloge 2020/DPN-074, datum izdelave: marec 2021, dopolnjeno po recenziji maj 2021, dopolnjeno po KIOP, avgust 2021.

4 Izdelovalec PNZ svetovanje in projektiranje, d. o. o., številka projekta 200436/1, številka naloge 2020/DPN-074, datum izdelave: november 2022, po recenziji KIOP, maj 2023, po novelaciji oktober 2023, po recenziji KIOP, april 2024.



## Investicijski stroški projekta

Čeprav bo vzporedni levi tir umeščen ob že zgrajeno traso desnega tira in se pričakuje nižja kompleksnost gradnje, so sistemska tveganja še vedno prisotna. Omenjene izkušnje iz podobnih evropskih infrastrukturnih projektov (npr. Rail Baltica, Crossrail itd.) jasno kažejo, da zgodnje ocene, pripravljene brez končne projektne dokumentacije, pogosto odstopajo tudi za 30 % ali več. O podobnih rezultatih govorijo tudi evropske smernice.

Zaradi tega je družba 2TDK za potrebe izdelave investicijskega programa in tudi z namenom zagotoviti zadostne vire financiranja pristopila k ponovnemu ovrednotenju stroškov investicije, pri tem pa je za pripravo analize in vrednotenja stroškov investicije angažirala družbi KF Finance<sup>5</sup> in Prometni inštitut<sup>6</sup>, ki v obliki konzorcija za družbo 2TDK izvajata storitev finančnega svetovanja. Temu področju smo v družbi 2TDK pri pripravi ocene investicijskih stroškov namenili veliko pozornosti, saj so pravilno ovrednotena sistemska tveganja in posledično določena ustrezna višina rezerv eden od ključnih dejavnikov uspešne izvedbe investicijskega projekta.

Pri ponovnem ovrednotenju je bila posebna pozornost namenjena izkušnjam družbe 2TDK pri izvajanju projekta desnega tira. Analizirane so bile nekatere predpostavke, ki imajo pomemben vpliv na finančni in časovni okvir izvajanja projekta in jih predhodne analize niso upoštevale. Gre za naslednje vidike:

- aktualne razmere na trgu (veliko število gradbenih projektov, velika zavzetost potencialnih izvajalcev, zmanjšana pripravljenost na sodelovanje, višje cene),
- posebne zahteve soglasodajalcev zaradi specifik projekta (okolje, požarna varnost, zahteve lokalnih skupnosti idr.),
- zahteve po sodelovanju in sočasnosti izvedbe posameznih sklopov glavnih gradbenih del,
- kadrovska tveganja (predvsem pri izvajalcih del),
- izredne zdravstvene, tržne in geopolitične razmere in posledično motnje dobavnih verig ter podražitve (pandemija, vojna žarišča),
- tveganje onesnaženja okolja,
- kibernetska varnost,
- geotehnični pogoji (kraški pojavi, plazovi),
- sodni spori.

Stopnja projektne zrelosti po mednarodni klasifikaciji AACE International

Ocenjevalci so stopnjo projekta ovrednotili tudi po mednarodni klasifikaciji AACE International, ki se pogosto uporablja pri infrastrukturnih in inženirskih projektih, vključno z železnicami, za usmerjanje priprave in

---

5 Družba KF Finance, d. o. o., je eno največjih svetovalnih podjetij na področju finančnega svetovanja v regiji, ki ima preko 80 zaposlenih.

6 Prometni inštitut, d. o. o., je vodilna raziskovalno-razvojna organizacija na področju prometa v Sloveniji, katerega temeljna dejavnost je strokovno in raziskovalno-razvojno delo na področju prometa v najširšem smislu besede, s poudarkom na železniškem prometu, ki obsega predvsem raziskave in razvoj na področjih tehnologije prometa, prometne infrastrukture in prometnih informacijskih sistemov in tehnologij, ekonomske raziskave ter izdelavo investicijske dokumentacije.



sporočanja ocen stroškov. Določeno je bilo, da je trenutna stopnja projekta izgradnje vzporednega levega tira najbolj primerljiva z oceno Razred 3, ki je značilna za študije izvedljivosti in projekte v razvojni fazi z ravnijo opredelitve med 10 % in 40 %. V tej fazi so značilna odstopanja stroškov v nižjem razponu 10–20 % oziroma višjem razponu 10–30 %. Z drugimi besedami to pomeni rezerve v razponu 10–30 %, s srednjo vrednostjo na ravni 20 %.

Tabela 1: Matrika za oceno stroškov.  
Vir: AACE International

|          | Primarna značilnost       | Sekundarna značilnost                |                                                                        |                                                  |
|----------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Razred   | Stopnja zrelosti projekta | Namen uporabe                        | Metodologija                                                           | Pričakovani razpon natančnosti ocene             |
| Razred 5 | 0 % do 2 %                | Konceptualna analiza                 | Kapacitativni ali parametrični modeli, strokovna ocena                 | Nizka: –20 % do –50 %<br>Visoka: +30 % do +100 % |
| Razred 4 | 1 % do 5 %                | Presoja izvedljivosti                | Opremsko faktorski ali parametrični modeli                             | Nizka: –15 % do –30 %<br>Visoka: +20 % do +50 %  |
| Razred 3 | 10 % do 40 %              | Načrtovanje in potrjevanje proračuna | Polpodrobni enotni stroški z združitvenimi postavkami na ravni sklopov | Nizka: –10 % do –20 %<br>Visoka: +10 % do +30 %  |
| Razred 2 | 30 % do 75 %              | Izdelava ponudbene dokumentacije     | Podrobni enotni stroški z obveznim popisom količin                     | Nizka: –5 % do –15 %<br>Visoka: +5 % do +20 %    |
| Razred 1 | 65 % do 100 %             | Končna preverba ocene stroškov       | Podrobni enotni stroški s podrobnim popisom količin                    | Nizka: –3 % do –10 %<br>Visoka: +3 % do +15 %    |

### Evropske smernice za železniške projekte

Poročilo, ki ga je Evropska komisija objavila julija 2018, predstavlja orodje REGIO Rail Unit Cost Tool, instrument za primerjalno analizo, ki je namenjen oceni stroškov na enoto pri večjih železniških projektih vseevropskega prometnega omrežja (TEN-T) ter podpori napovedovanju stroškov in ugotavljanju odstopanj od pričakovanih razponov.

Poročilo vsebuje tudi študijo družbe PwC, ki je analizirala 20 evropskih primerljivih prog in primerjala stroške na enoto na kilometer proge z namenom primerjave stroškov druge faze projekta HS2 (High Speed Two) z drugimi mednarodnimi železniškimi projekti za visoke hitrosti. Pri projektu HS2 gre za visokohitrostno železniško progo v Združenem kraljestvu, ki bo povezovala London in West Midlands.

Ugotovili so, da stroški projektov znašajo od 12,5 milijona EUR/km do 89,6 milijona EUR/km, pri čemer strošek izgradnje v povprečju znaša 36,3 milijona EUR/km. Strošek izgradnje desnega tira (vključujoč vse stroške in rezerve), ki je v zaključni fazi, znaša dobrih 40 mio EUR/km in je v razponu primerljivih projektov.



Poleg tega je bila v študiji podrobneje predstavljena struktura stroškov v celotni investiciji. Pri projektih, ki so bili v času študije PwC v podobni fazi kot druga faza projekta HS2, naj bi nadomestila za nepredvidene ali negotove stroškovne elemente znašala 10–30 %.

V družbi 2TDK smo pri določanju višine investicijskih stroškov upoštevali omenjena potencialna stroškovna odstopanja pri izvedbi projekta. Prav tako so bile pri ponovnem ovrednotenju investicijskih stroškov projekta Vzporedni levi tir upoštevane tudi izkušnje primerljivih projektov EU, kot npr. Rail Baltica (PL-LT-LA-EE-FI), Crossrail (UK, London), HS2 (UK) in Brenner Base Tunnel (AT-ITA).

Vrednost investicijskih stroškov<sup>7</sup> se je tako na podlagi vseh omenjenih analiz glede na predhodno projektno dokumentacijo nekoliko zvišala, in sicer je trenutno ocenjena na 388,87 mio EUR (brez DDV) po stalnih cenah aprila 2025 oziroma 430,20 mio EUR (brez DDV) po tekočih cenah<sup>8</sup>.

| Investicijski stroški brez DDV     | Stalne cene v EUR | Tekoče cene v EUR |
|------------------------------------|-------------------|-------------------|
| A. Izvedbena dela                  | 308.078.932       | 343.618.880       |
| B. Nabave                          | 1.687.269         | 1.745.902         |
| C. Storitve                        | 63.564.963        | 67.496.000        |
| D. SKUPAJ (A + B + C)              | 373.331.164       | 412.860.782       |
| E. Rezerve za nepredvidene izdatke | 15.542.669        | 17.335.670        |
| F. SKUPAJ Z REZERVAMI              | 388.873.833       | 430.196.452       |

Tabela 2: Rekapitulacija stroškov izgradnje projekta Vzporedni levi tir – trenutna ocena.  
*Vir: Prometni institut Ljubljana in KF Finance na podlagi podatkov 2TDK*

## Zagotavljanje finančnih virov projekta

Kot je bilo že uvodoma poudarjeno, je ena od pomembnejših aktivnosti družbe 2TDK v sklopu izvajanja finančnega inženiringa projekta pridobivanje virov za izvedbo projekta, ki vključujejo nepovratna sredstva, posojila (vključno z njihovim zavarovanjem) in druga sredstva za izvedbo projekta (kapital)<sup>9</sup>.

Družba 2TDK mora že v fazi priprave Investicijskega programa izkazati dokazljivo zagotovljene vire financiranja, pri tem pa slediti zahtevam številnih zakonodajnih okvirjev in potencialnih sofinancerjev.

7 Izdelava ocene investicijskih stroškov in vseh drugih stroškov projekta še ni dokončna, zato so vse navedene vrednosti okvirne in so lahko do dokončne potrditve investicijskega programa še predmet spremembe.

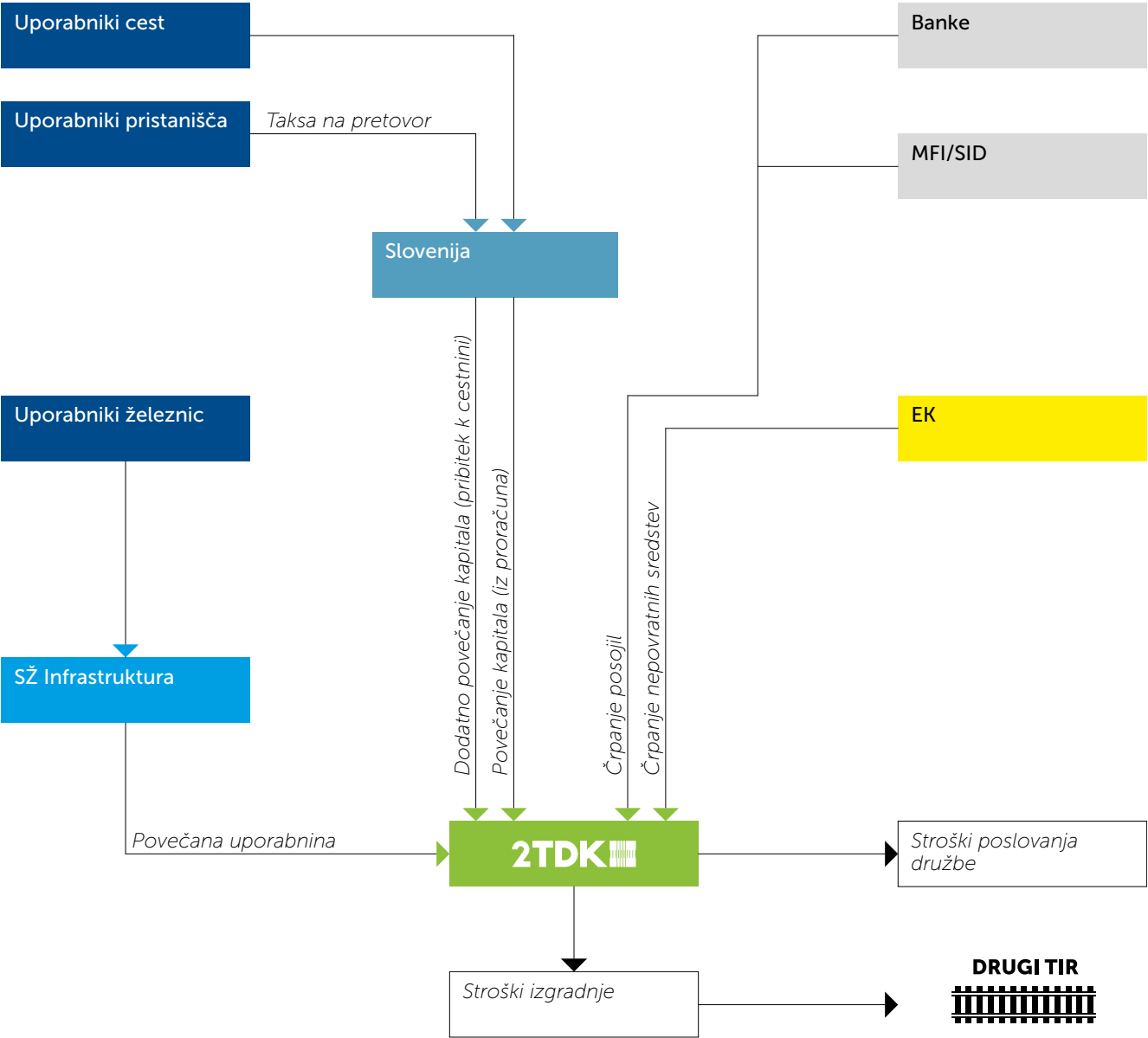
8 Predlog CAPEX v okviru Analize in vrednotenja stroškov investicije\_osnutek, Prometni institut in KF Finance, junij 2025.

9 Tretji odstavek 13. člena Uredbe o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ določa, da Investicijski program obravnava podrobno razčlenjeno optimalno varianto, ki temelji na dokazljivih virih financiranja, medtem ko tretji odstavek 10. člena Uredbe o metodologiji priprave in obravnave investicijske dokumentacije na področju državnih cest in javne železniške infrastrukture podobno določa, da Investicijski program obravnava podrobno razčlenjeno najustreznejšo varianto, ki temelji na naslednji dokumentaciji: podatkih o virih financiranja (nacionalni javni viri, pomoč Evropske unije, zasebni viri z navedbo deleža posojil) z navedbo dokumentov, v katerih so ti viri opredeljeni, četrti odstavek pa, da je obvezna vsebina investicijskega programa načrt financiranja v tekočih cenah po dinamiki in virih financiranja.



Oblikovanje modela financiranja

Pravni okvir za oblikovanje modela financiranja vzporednega levega tira, tako v času gradnje kot v času obratovanja, predstavlja ZIUGDT, ključno izhodišče pa ocenjena vrednost projekta, katere bistveni del predstavljajo investicijski stroški. Pri tem bo družba 2TDK v času gradnje sledila modelu, ki je bil že uporabljen za desni tir (slika 3), z manjšimi odstopanji, ki so nastala zaradi omejitev z vidika namenskosti nekaterih virov financiranja (pribitek k cestnini, povečana uporabnina).



Slika 3: Pregled finančnih razmerij med deležniki v času gradnje desnega tira

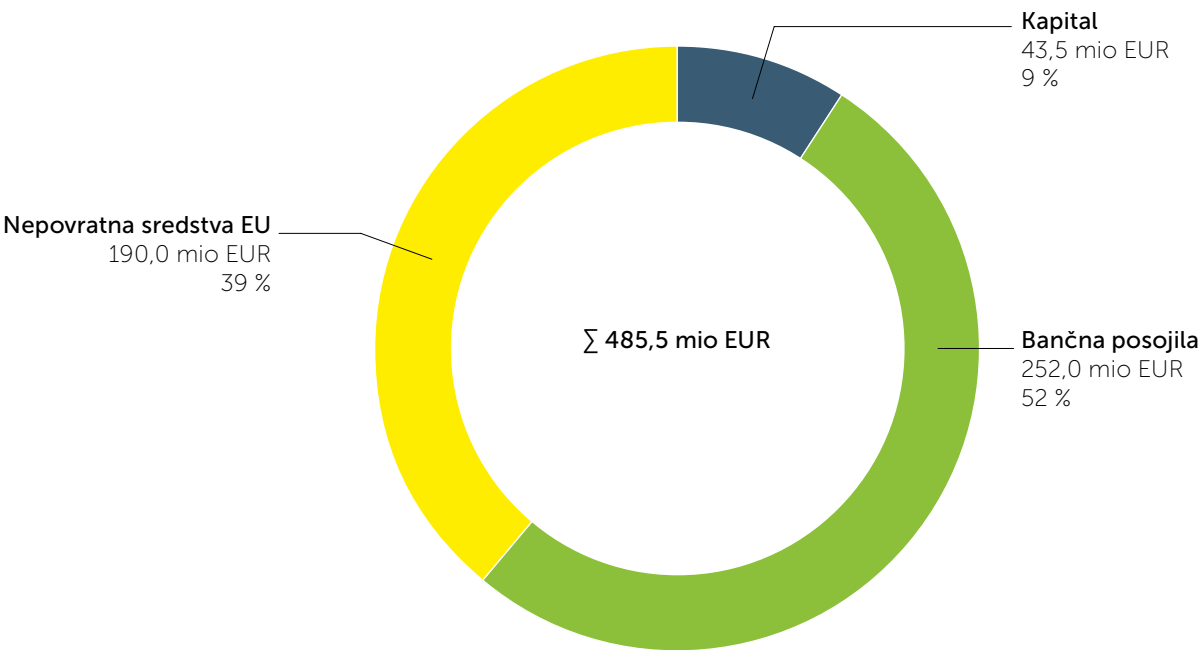


Določanje ocenjene vrednosti investicijskih stroškov je bistveni element pri določanju vrednosti projekta, kar je podrobneje obrazloženo v predhodnem poglavju. V primeru desnega tira investicijski stroški v času gradnje predstavljajo npr. 94 % vrednosti projekta (investicijski stroški 1,109 mio EUR, celotni stroški projekta 1,172 mio EUR).

Gradnja vzporednega tira se bo izvajala predvidoma v letih 2027–2030 in bo, skladno s 30. členom ZIUGDT, financirana s kombinacijo nepovratnih sredstev EU (39 %), posojili komercialnih oziroma razvojnih bank (52 %) ter s sredstvi dokapitalizacije družbe 2TDK s strani Republike Slovenije kot edinega družbenika (9 %), in sicer predvidoma v naslednji višini<sup>10</sup>:

- kapital: 43,5 mio EUR,
- bančna posojila: 252,0 mio EUR,
- nepovratna sredstva EU: 190,0 mio EUR<sup>11</sup>.

Viri financiranja



10 Višina virov je odvisna od ocene investicijskih stroškov in vseh drugih stroškov projekta ter od višine pridobljenih nepovratnih sredstev. Ker še ni dokončna, so vse navedene vrednosti okvirne in so lahko do dokončne potrditve investicijskega programa še predmet spremembe.

11 Predvidoma iz razpisov EK oz. CINEA, 85 % sofinancira nja pripravljalnih aktivnosti in 20 % sofinanciranja izvedbenih del. Sicer gre v tem primeru za pesimistično oceno, saj si bo družba 2TDK ves čas prizadevala za čim višji delež nepovratnih sredstev, s čimer bo optimizirala finančno konstrukcijo in stroške financiranja projekta.



Pri oblikovanju modela financiranja v času gradnje je bilo upoštevano naslednje:

- potrebna minimalna višina kapitala in razpoložljivost pribitka na cestnino,
- razpoložljivost nepovratnih sredstev,
- pripravljenost posojilodajalcev na financiranje projekta.

V nadaljevanju nekoliko podrobneje opisujemo aktivnosti v zvezi s pridobivanjem posameznih virov.

## Kapital

Potrebna minimalna količina kapitala je bila določena na podlagi dejstva, da posojilodajalci, ki so bodisi komercialne banke bodisi razvojne banke, ne financirajo pripravljalnih aktivnosti, tj. aktivnosti do pridobitve gradbenega dovoljenja. Prav tako je bila zaradi že izčrpane kohezijske ovojnice na instrumentu CEF2024 možnost za zagotovitev virov minimalna.

Da bi lahko družba 2TDK nemoteno začela izvajati pripravljalne aktivnosti, med drugim tudi javni razpis za projektno dokumentacijo<sup>12</sup>, je morala v tej fazi pridobiti potrebne vire za izvedbo s strani lastnika, tj. Republike Slovenije. Družba je predlog za dokapitalizacijo posredovala pristojnemu ministrstvu novembra 2024, januarja 2025 je prejela pisno informacijo o tem, da so na proračunskih postavkah zagotovljena sredstva za dokapitalizacijo družbe, in sicer 21,75 mio EUR v letu 2025 in 21,75 mio EUR v letu 2026.

Družba je potrebne aktivnosti za izvedbo dokapitalizacije v višini 21,75 mio EUR izvedla v februarju 2025, kapital je bil vplačan družbi v maju 2025.

## Nepovratna sredstva

Družba 2TDK je skladno z drugim odstavkom 30. člena ZIUOG dolžna pravočasno vlagati pravilne in popolne vloge ter storiti vse potrebno za pridobitev sredstev proračuna Evropske unije za namen izgradnje drugega tira, kadar je v pogojih programa za dodelitev sredstev predvideno, da je prejemnik sredstev neposredno investitor in frastrukture. Če je prejemnik sredstev proračuna Evropske unije Republika Slovenija, je družba dolžna prevzeti vse pravice in obveznosti iz pogodbe, ki jo z Evropsko unijo sklene Republika Slovenija kot prejemnik sredstev.

Skladno z navedenim je družba že jeseni 2024 začela pripravljati vlogo za prijavo na razpis CINEA-e CEF2024 za sofinanciranje pripravljalnih aktivnosti. Vloga je bila oddana januarja 2025. Kljub pozitivni oceni vloge in

---

12 V postopkih javnega naročanja so naročniki vezani na zagotovljena sredstva. Zagotovljena sredstva predstavljajo znesek, ki ga ima naročnik predvidenega in pripravljenega za plačilo obveznosti, ki izvirajo iz pogodbe o izvedbi javnega naročila. Naročnik lahko postopek oddaje javnega naročila začne šele, ko ima sredstva zagotovljena, saj mora naročnik pred začetkom postopka v sklepu (ali na drug ustrezen način) navesti vir in obseg sredstev, namenjen izvedbi javnega naročila (prvi odstavek 66. člena ZJN-3).

doseženemu številu točk, ki bi zadoščale za sofinanciranje, projekt zaradi številnih drugih projektov in zaradi že maksimalno izčrpane kohezijske ovojnice<sup>13</sup> ni bil predlagan za sofinanciranje.

Ne glede na to, da je bila družba že ustrezno dokapitalizirana in da so nepovratna evropska sredstva, namenjena Republiki Sloveniji, že izčrpana, bo v letu 2026, če bo razpis, ponovila prijavo.

Poleg instrumenta CEF družba 2TDK išče tudi druge možnosti sofinanciranja projekta iz nepovratnih sredstev EU, npr. iz Načrta za okrevanje in odpornost.

### Posojila

V okviru finančnega inženiringa mora skladno z ZIUOGDT družba 2TDK izvajati vse potrebno za pridobitev posojil in drugih oblik zagotavljanja dolžniškega kapitala, vključno s sklenitvijo poslov za njihovo zavarovanje. Pri tem mora delovati znotraj okvirja, ki ga določa Uredba o pogojih in postopkih zadolževanja pravnih oseb iz 87. člena Zakona o javnih financah, kar pomeni, da mora pred začetkom zadolževanja, ne glede, ali gre za komercialno ali razvojno banko (npr. SID ali EIB), pridobiti soglasje pristojnega ministrstva in soglasje Ministrstva za finance, izvesti konkurenčni postopek za izbor najugodnejšega posojilodajalca in pridobiti tudi končno soglasje Ministrstva za finance ter pridobiti za vsako posojilno pogodbo soglasje skupščine. Zaradi optimizacije stroškov financiranja projekta bi bilo smiselno, da bi lahko družba posojila zavarovala s poroštvom države, pri čemer pa poroštvo za mnoge posojilodajalce ni več pogoj za financiranje projekta (kot je bilo to v primeru desnega tira).

Družba je že v začetku leta 2025 izvedla pogovore z večjim številom potencialnih posojilodajalcev, pri čemer so vsi izrazili interes za financiranje projekta vzporednega levega tira in družbi 2TDK tudi posredovali pisma o nameri.

### Zaključek

V sklopu izvajanja pripravljalnih aktivnosti v letih 2025 in 2026 družba 2TDK intenzivno izvaja aktivnosti na področju finančnega inženiringa projekta. V tej fazi mora zagotoviti vsa potrebna finančna sredstva za izvedbo celotnega projekta ter ob tem slediti zahtevam številnih zakonodajnih okvirjev in zahtevam sofinancerjev. Pri tem je ključno pravočasno pridobivanje evropskih sredstev za zagotovitev trajnostnega modela financiranja in učinkovito sodelovanje z lastnikom. Vzpostaviti je treba tudi jasne mehanizme za spremljanje stroškov, optimizacijo virov in zagotavljanje likvidnosti projekta. Pri tem se družba močno opira na izkušnje, ki jih je pridobila med izvajanjem projekta desnega tira. Sproti še dodatno nadgrajuje ukrepe za optimizacijo finančne konstrukcije projekta.

---

<sup>13</sup> Tudi zaradi dodeljenih 156 mio EUR sredstev za desni tir je bila slovenska kohezijska ovojnica presežena za 70 %, kar je še skrajna dovoljena meja.

S premišljenim finančnim načrtovanjem in transparentnim upravljanjem sredstev bo družba 2TDK lahko zagotovila stabilno finančno podlago za nemoteno izvedbo projekta in dolgoročno vzdržnost investicije ter bo povsem pripravljena na nadaljevanje izgradnje nove, sodobne železniške povezave med Divačo in Koper, ki bo omogočila hitrejši, bolj zanesljiv in okoljsko bolj sprejemljiv potniški in tovorni promet ter nadaljnji razvoj Luke Koper.





# Summary

The book SECOND TRACK PROJECT, DIVAČA–KOPER DOUBLE TRACK presents a new perspective on what is currently the largest infrastructure project in Slovenia, placing it conceptually and thematically within its spatial and temporal context. At the same time, the book remains informative and interesting.

The book can also be read as a continuation of the previous book, *Drugi tir, nova železniška proga Divača–Koper* (Second Track, New Divača–Koper Railway Line), published at the end of 2023, with the key difference that, in the meantime, a significant shift has occurred: as the Second Track project has evolved from a single-track railway line into a double-track line, consisting of the right or »second track,« as it has become known to the public, and a parallel left track. The existing railway line, built in 1967, will be converted into a cycling route once the double track has been completed. The upgrade of the line from Divača to Koper into a double-track line is one of the most important infrastructure decisions in recent Slovenian history. As the Second Track project is considered an example of best practice, its management remains in the hands of the company 2TDK.

Through a variety of perspectives offered by experts and key stakeholders, the book SECOND TRACK PROJECT, DIVAČA–KOPER DOUBLE TRACK demonstrates that the Second Track project is not merely an engineering project. Leading experts from various fields—a climatologist, an architect, a journalist, a historian, economists, and a social scientist—reflect on it from complementary viewpoints in the context of space and time.

The track, which is 27.1 kilometres long, includes seven tunnels and three viaducts, and the book describes their challenging construction. It also

highlights some notable achievements, successes, and innovations within the project, as well as challenges that are important for future construction projects. A major challenge—and defining feature of the project—is the construction in the karst underground terrain, which contains numerous karst caves, almost 100 of which were discovered during the construction of the track.

To bridge some of these caves, new construction solutions were required, resulting in the building of bridges within tunnels. The book also describes the landslide in the Glinščica Valley, when natural geological processes and forces presented unexpected challenges. In addition, it also addresses the open-route sections of the line, the importance of circular economy and the handling of surplus materials, track systems, fire safety, external quality control and supervision, and signalling and safety devices that enable the full operation of the line.

In its final section, which presents the parallel left track, the book becomes a distinctive guide to this part of the project. It outlines the reasons for constructing the left parallel track, preparations for the project, the design process, development of the financial framework, and the technical characteristics of the left parallel track, including its route, length, number of newly built tunnels and viaducts, and the length of additional access roads.

With its content-based approach and extensive photographic documentation, the book **SECOND TRACK PROJECT, DIVAČA–KOPER DOUBLE TRACK** differs from conventional presentations of infrastructure projects. It provides a fresh and compelling insight into a project that represents a turning point in Slovenia's spatial development and a European example of best practice.



# PROJEKT DRUGI TIR

Dvotirna proga Divača–Koper







EVROPSKA UNIJA  
KOHEZIJSKI SKLAD  
NALOŽBA V VAŠO PRIHODNOST