







Izdajatelj:

**Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, Karlovška cesta 3, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200; faks 01 52 40 199 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Fakultete za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo Univerze v Mariboru in Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**, predsednik  
**Dušan Jukić**  
**prof. dr. Matjaž Mikoš**  
IZS MSG: **Gorazd Humar**  
**mag. Mojca Ravnikar Turk**  
**dr. Branko Zadnik**  
UL FGG: **izr. prof. dr. Sebastjan Bratina**  
UM FG: **doc. dr. Milan Kuhta**  
ZAG: **doc. dr. Matija Gams**

Glavni in odgovorni urednik:

**prof. dr. Janez Duhovnik**

Lektor:

**Jan Grabnar**

Lektorica angleških povzetkov:

**Romana Hudin**

Tajnica:

**Eva Okorn**

Oblikovalska zasnova:

**Mateja Goršič**

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

**Kočevski tisk**

Naklada:

**950 tiskanih izvodov**  
**3000 naročnikov elektronske verzije**

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na

<http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 23,16 EUR; za študente in upokojenca 9,27 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 171,36 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:  
SI56020170015398955

# Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

**UDK-UDC 05 : 625; tiskana izdaja ISSN 0017-2774;**

**spletna izdaja ISSN 2536-4332.**

**Ljubljana, marec 2017, letnik 66, str. 45-80**

## Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, strokovni naziv, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; ključne besede v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; ključne besede (key words) v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ... naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so ti označeni še z A, B, C itn.
7. Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavlja se oštevilčijo brez končnih pik. Denimo: 1 UVOD; 2 GRADNJA AVTOCESTNEGA ODSEKA; 2.1 Avtocestni odsek ... 3 ...; 3.1 ... itd.
8. Slike (risbe in fotografije s primerno ločljivostjo) in preglednice morajo biti razporejene in omenjene po vrstnem redu v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Kot decimalno ločilo je treba uporabljati vejico.
11. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki oglatih oklepajev: (priimek prvega avtorja ali kratica ustanove, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja ali ustanove morajo biti označena še z oznakami a, b, c itn.
12. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela razvrščena po abecednem redu priimkov prvih avtorjev ali kraticah ustanov in opisana z naslednjimi podatki: priimek ali kratica ustanove, začetnica imena prvega avtorja ali naziv ustanove, priimki in začetnice imen drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
13. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
14. Prispevke je treba poslati v elektronski obliki v formatu MS WORD glavnemu in odgovornemu uredniku na e-naslov: [janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si](mailto:janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si). V sporočilu mora avtor napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren.

Uredništvo

# Vsebina • Contents

## Članki • Papers

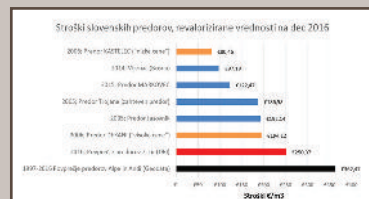
stran **46**

dr. Tina Špegelj, univ. dipl. inž. grad.  
red. prof. dr. Miroslav Premrov, univ. dipl. inž. grad.  
izr. prof. dr. Vesna Žegarac Leskovar, univ. dipl. inž. arh.  
**ENERGIJSKA SANACIJA OBSTOJEČIH VEČSTANOVANJSKIH STAVB**  
ENERGY REFURBISHMENT OF EXISTING MULTI-FAMILY BUILDINGS



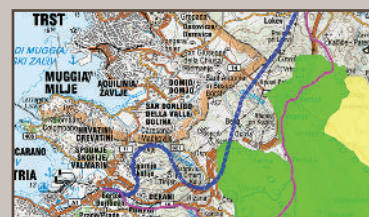
stran **56**

Bogomir Troha, univ. dipl. inž. grad.  
**REVIZIJA VREDNOSTI 2. TIRA KOPER-DIVAČA**  
REVIEW OF COST ESTIMATION OF THE 2ND TRACK KOPER - DIVAČA



stran **74**

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.  
**PRELOŽITEV NOVEGA ŽELEZNIŠKEGA TIRA DIVAČA-KOPER NA TRASO 1/3**  
**VODNOGOSPODARSKO NI UTEMELJENA**  
RELOCATION OF THE NEW RAILWAY TRACK 1/3 DIVAČA - KOPER FROM WATER  
RESOURCE MANAGEMENT IS NOT JUSTIFIED



stran **79**

dr. Marjetka Levstek, univ. dipl. inž. kem. inž.  
**SVETOVNI DAN VODA 2017**

## Obvestilo ZDGITS

stran **80**

**VABILO IZDAJATELJSKEGA SVETA GRADBENEGA VESTNIKA**

## Novi diplomanti

Eva Okorn

## Koledar prireditev

Eva Okorn

Slika na naslovnici: Gradnja cestnega podvoza P2 pod obstoječim in novim tirom na progi  
Divača-Koper pri Dekanih, foto: Andrej Matekovič

# ENERGIJSKA SANACIJA OBSTOJEČIH VEČSTANOVANJSKIH STAVB

## ENERGY REFURBISHMENT OF EXISTING MULTI-FAMILY BUILDINGS

**dr. Tina Špegelj, univ. dipl. inž. grad.**

tina.spegelj@rihter.si

Rihter, d. o. o., Loke 40, 3333 Ljubno ob Savinji

**red. prof. dr. Miroslav Premrov, univ. dipl. inž. grad.**

miroslav.premrov@um.si

**izr. prof. dr. Vesna Žegarac Leskovar, univ. dipl. inž. arh.**

vesna.zegarac@um.si

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo,  
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor

**ZNANSTVENI ČLANEK**

UDK: 699.86:728.2(497.4)

**Povzetek** | Prispevek prikazuje numerično parametrično analizo vpliva različnih pristopov k energijski prenovi obstoječih energijsko potratnih večstanovanjskih stavb. Na dveh obstoječih večstanovanjskih stavbah je opravljena numerična parametrična analiza vpliva različnih faz prenove na spremembo letne potrebne energije obravnavanih večstanovanjskih stavb, ki je definirana kot vsota letne potrebne energije za ogrevanje in letne potrebne energije za hlajenje. Analiza je narejena z uporabo programskega paketa PHPP, ki temelji na standardu EN 13790:2008. Bistvo prispevka je v prikazu vpliva posameznih oziroma delnih energijskih prenov večstanovanjskih stavb, ki se stopnjujejo in kombinirajo do stopnje, s katero zadostijo zahtevam trenutno veljavne slovenske zakonodaje pri energijski učinkovitosti stavb na letno potrebno energijo obravnavanih večstanovanjskih stavb. V članku predstavljeni rezultati pomenijo za slovensko območje in zakonodajo aktualno razširitev prvega dela analiz energetske sanacije, kjer pa je poudarek predvsem na parametričnem razvoju in aplikaciji leseno-steklenih modulov nadgradnje, ki pa v tem prispevku niso obravnavani. Zato v članku predstavljeni rezultati pomenijo tudi osnovo za nadaljnje raziskovalno delo, ki kot eno izmed možnosti za energijsko prenovu predstavlja tudi dodajanje novih modularnih enot na obstoječe večstanovanjske stavbe.

Ključne besede: energijska učinkovitost, energijsko učinkovita prenova, stavbni fond

**Summary** | The current paper presents a numerical parametrical analysis of the impact of different approaches on energy refurbishment of existing energy inefficient multi-family buildings. The analysis of the influence of different renovation phases on annual energy consumption, defined as the sum of annual need for heating and cooling, is carried out on two existing multi-family buildings. The analysis is performed using software package PHPP, which is based on standard EN 13790:2008. The goal of the paper is to present the efficiency of single or partial and complex energy refurbishment of existing multi-family buildings escalating to the point at which the requirements of the current Slovenian legislation on energy efficiency in buildings are satisfied. Results presented in the paper represent for the Slovenian area an interesting extension of the first part of the analysis of energy renovations, but focus primarily on the development and application of timber-glass upgrade modules, which are in this paper not considered at all. Therefore, the results of the study present a basis for further research, which will consider the refurbishment of existing multi-family buildings by adding new modular units onto existing buildings.

Key words: energy efficiency, energy efficient renovation, building stock.

## 1 • UVOD

Svarila v zvezi z okoljskimi spremembami so trenutno med najaktualnejšimi temami mednarodne politike ter strokovne in splošne javnosti. Izmed vseh načinov onesnaževanja se najpogosteje izpostavljajo izpusti toplogrednih plinov, predvsem plina CO<sub>2</sub>. Fosilna goriva, ki povzročajo veliko emisij CO<sub>2</sub>, so pogosto glavni vir energije za ogrevanje stavb. Statistični podatki iz leta 2004 dokazujejo, da je bilo več kot 50 % stanovanjskega fonda v EU-25 zgrajenega pred letom 1970, 33 % pa v obdobju med letoma 1970 in 1990 ((Eurostat, 2010), (Norris, 2004), (Poel, 2007)). Do leta 1970 je bila evropska zakonodaja pri energijski učinkovitosti stavb zelo ohlapna. Iz tega sklepamo, da pretežni delež obstoječega stavbnega fonda sestavljajo predvsem energijsko potratne stavbe. Podobno stanje je tudi v Sloveniji (slika 1), kjer je bilo do leta 1970 zgrajenih 62 % vseh večstanovanjskih stavb, med letoma 1970 in 1990 pa 20 % večstanovanjskih stavb (GURS, 2012). Za ogrevanje prostorov te stavbe porabijo veliko energije in s tem posledično vplivajo na povečanje deleža emisij toplogrednih plinov. To je razvidno iz podatkov Statističnega urada Republike Slovenije (SURS, 2016), ki kažejo, da so slovenska gospodinjstva v letu 2013 za ogrevanje porabila kar 61 % energije, za pripravo sanitarne vode 20 %, preostalih 19 % pa za razsvetljavo, kuhanje in za delovanje drugih porabnikov električne energije. Novejše stavbe, grajene po letu 2008, so energijsko manj potratne, k čemur je veliko pripomogla zakonodaja, ki narekuje gradnjo energijsko varčnejših stavb. Svoj delež so prispevale tudi ozaveščenost investitorjev o okoljski problematiki in rastoče cene energentov. Ker pa je delež stavb, grajenih po zahtevnejših kriterijih energijske učinkovitosti, izredno nizek, se v energijskih prenovah stavb v Sloveniji in v širšem prostoru EU kaže velik potencial za zmanjšanje energijske porabe in posledičnih negativnih okoljskih vplivov.

Na temo energijske preнове obstoječega stavbnega fonda je bilo objavljenih večje število znanstvenih in strokovnih člankov, a le redki obravnavajo celostne in sistematične rešitve preнове obstoječega stavbnega fonda. Lechtenböhrer in Schüring (Lechtenböhrer,

2011) sta za oceno prihrankov energije na račun energijske preнове obstoječih stavb primarno opravila analizo obstoječega stavbnega fonda (EU-27), ob analizi ukrepov pa sta ugotovila, da bi z izboljšanjem karakteristik ovoja obstoječih in novih stavb do leta 2030 lahko prihranili 90 Mtoe na letni ravni. Raziskava avtorjev Bećiroviča in Vasića (Bećirovič, 2013) obravnava energijsko prenovo 62 javnih stavb v Srbiji, med njimi šole (28 stavb), zdravstvene organizacije (29 stavb) in socialne organizacije (5 stavb). Rezultati so pokazali, da se pri stroškovno optimiranem načinu energijske sanacije prihrani skoraj polovica letne potrebne energije za ogrevanje. Študija prihrankov energije z energijsko prenovo 36 večstanovanjskih stavb, ki so bile zgrajene med letoma 1966 in 1972 v Moskvi, je pokazala, da lahko le s celostno prenovo večstanovanjske stavbe z vgrajenim sistemom prezračevanja z rekuperacijo odpadnega zraka dosežemo prihranke energije za ogrevanje in pripravo sanitarne vode za več kot 65 % (Paiho, 2013). Analiza vpliva preнове večstanovanjske stavbe, zgrajene leta 1933 v Beogradu, je pokazala, da se pri prenovi posameznih elementov toplotnega ovoja stavbe prihrani med 17 % in 52 % energije za ogrevanje na letni ravni, medtem ko se pri celoviti energijski prenovi toplotnega ovoja prihrani med 65 % in 69 % energije za ogrevanje na letni ravni (Đukanović, 2016). Csoknyai in sodelavci (Csoknyai, 2016) so naredili analizo možnosti prihrankov energije z energijsko sanacijo obstoječega stavbnega fonda, zgrajenega v različnih časovnih obdobjih v štirih državah vzhodne Evrope. Rezultati so pokazali, da bi se z energijsko sanacijo obstoječega stavbnega fonda, zgrajenega med letoma 1945 in 1989, primarna energija teh stavb na letni ravni zmanjšala za 81,9 % v Srbiji, 74,6 % na Češkem, 71,6 % na Madžarskem in 66,5 % v Bolgariji. V študiji Ortiza in sodelavcev (Ortiz, 2016) je analiziran vpliv celovite energijske preнове in stroškovno optimalne energijske preнове novejše večstanovanjske stavbe v Barceloni, zgrajene med letoma 1991 in 2007. Rezultati so pokazali, da se pri energijski prenovi novejših stavb prihrani le manjši delež energije za ogrevanje na

letni ravni, in sicer pri stroškovno optimizirani prenovi se letna poraba energije za ogrevanje zmanjša le za do 4 %, pri celoviti energijski prenovi pa le za do 14 %. Podobno ugotovitev v svoji študiji utemeljujejo tudi Eicker, Demir in Gürlich (Eicker, 2015), kjer za tri stanovanjske stavbe, zgrajene v različnih časovnih obdobjih v treh različnih evropskih državah, analizirajo energijsko prenovo stavb z vidika letne porabe energije in z vidika stroškovne upravičenosti preнове. Pri analizi večstanovanjske stavbe, zgrajene leta 1990 v portugalskem mestu Almada, so ugotovili, da je prihranek energije po prenovi prenizek, da bi lahko upravičili visoke stroške preнове. Energijski prenovi večstanovanjske stavbe, zgrajene leta 1930 v Bologni, in enodružinske hiše, zgrajene leta 1920 v Nottinghamu, sta pokazali, da je prenova starejših obstoječih večstanovanjskih stavb tako z vidika prihrankov energije kot ekonomske upravičenosti smiselna. V primeru preнове večstanovanjske stavbe v Bologni z elementi nizkoenergijske gradnje znaša prihranek energije za ogrevanje 52 %, v primeru enodružinske hiše v Nottinghamu pa do 76 %. Iz navedenega pregleda literature je razvidno, da so lahko energijski prihranki v primerih celostne energijske preнове zelo veliki, vendar pa večina raziskav ne podaja smernic za razvoj optimalnega pristopa preнове posamezne stavbe, temveč obravnava ocenitev splošnih prenovitvenih ukrepov v okviru večjih skupin stavb. Z namenom določitve sistematičnega pristopa k energijskim prenovam stavb je v tem članku predstavljena raziskava, ki obravnava vpliv posameznih korakov energijske preнове, kombinacij posameznih korakov ter celovite energijske preнове dveh stavb na letno potrebno energijo za ogrevanje in hlajenje. V študiji so privzeti podatki stavb v času izgradnje, z namenom jasnega podajanja rezultatov za učinkovitost posameznih ukrepov pa posamezni na stavbah že izvedeni ukrepi preнове niso bili upoštevani. Na podlagi rezultatov študije bo torej mogoče podati smernice za učinkovitost določenih ukrepov oziroma kombinacij le-teh glede na tip oziroma značilnosti posameznih obravnavanih stavb. Predstavljeni pristop bo tako mogoče uporabljati za pomoč oziroma pavšalno oceno učinkovitosti pri odločanju o načinu posameznih prenov stavb s podobnimi lastnostmi.



## 2 • EVROPSKI STAVBNI FOND

Glavni porabniki energije in onesnaževalci okolja v svetu so transport, industrija in stavbe. V državah Evropske unije (EU) obstoječi stavbni fond za svoje delovanje porabi 40 % končne energije. Stanovanjske stavbe, ki v povprečju predstavljajo 75 % (EU-27, Švica in Norveška) površine celotnega stavbnega fonda, porabijo 68 % vse energije, namenjene delovanju stavbnega fonda (Economidou, 2011). Največji delež energije v stanovanjskih stavbah se porabi za ogrevanje prostorov, v povprečju 63 %. Razlog za tako visoko porabo energije v stanovanjskih stavbah je v njihovi starosti. Do leta 1970 je bila zakonodaja na področju energijske učinkovitosti stavb zelo ohlapna. Zaradi nizkih cen energentov se s porabo energije nihče ni ukvarjal. Po prvi naftni krizi so se stvari začele počasi spreminjati. S spreminjanjem zakonodaje so države začele predpisovati obvezno uporabo toplotnoizolacijskih materialov na toplotnem ovoju novih stavb. Poraba energije za delovanje stavb pa ni v vseh državah članicah EU enaka. Največjo količino energije za delovanje stavb porabijo

Nemčija, Francija, Velika Britanija in Italija (EU, 2010).

### 2.1 SLOVENSKI STAVBNI FOND

Spreminjajoča se zakonodaja v preteklosti ima danes močan vpliv na stanje stavbnega fonda v Sloveniji. Od prvega predpisa o toplotni zaščiti stavb leta 1875 do danes se je na območju današnje Slovenije zgodilo več sprememb zakonodaje na temo energijske učinkovitosti v stavbah. Pri zgodovinskem pregledu zakonodaje je opazen trend zaostrovanja zahtev po toplotni prehodnosti toplotnega ovoja novogradenj (preglednica 1). Prvi predpis, ki se je le posredno nanašal na toplotno zaščito stavb na območju današnje Slovenije, je Stavbni red za vojvodino Kranjsko (Pfeifer, 1875), ki je bil izdan leta 1875. Predpisana je bila izdelava zunanega zidu iz kamna v debelini 60 cm ali polne opeke debeline 45 cm. Toplotna prehodnost takega opečnega zidu znaša  $U_{st,max} \leq 1,29 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{K})$ . Predpis je bil v veljavi skoraj 100 let. Vsa zakonodaja do Pravilnika o racionalni rabi energije pri gretju

in prezračevanju stavb ter pripravi tople vode (Pravilnik, 1984), ki je bil objavljen v Uradnem listu SFRJ leta 1984, je poudarjala le toplotno prehodnost ovoja stavbe. Po izidu pravilnika leta 1984 se tudi prvič začne omenjati poraba energije za ogrevanje v stavbah, vendar so bile zahteve v primerjavi z današnjimi minimalne. V pravilniku so bile predpisane največje dovoljene specifične izgube zaradi prehoda toplote v stavbah in specifična letna potrebna toplota za ogrevanje na enoto površine stanovanjske stavbe. S tem se je zgodil premik pri energijski učinkovitosti, saj toplotna prehodnost elementov ovoja stavbe ni več edini zakonsko določen kriterij. Prvi pravilnik v samostojni Republiki Sloveniji je Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, ki je veljal med letoma 2002 in 2008. Leta 2008 pa ga je nadomestil Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2008), predhodnik leta 2010 izdanega Pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES, 2010), ki z dopolnitvami velja še danes. Pravilnik določa minimalne zahteve za doseganje energijske učinkovitosti v dveh delih. Prvi del predpisuje blažje zahteve, ki jih je bilo treba upoštevati do 31. 12. 2014, drugi del pa predpisuje strožje zahteve, ki jih je treba upoštevati po 1. 1. 2015.

Leto gradnje stavbe	do 1965	do 1968	do 1970	do 1977	do 1980	do 1983	do 1987	do 1990	do 1995	do 2000
Enostanovanjske stavbe (kWh/m <sup>2</sup> a)	> 200	150	140	140	120	120	120	120	90	80
Večstanovanjske stavba (kWh/m <sup>2</sup> a)	> 180	170	130	130	100	100	100	100	90	70
U zunanje stene (W/m <sup>2</sup> K)	1,29	1,29	1,29	1,28 1,45 1,68	1,28 1,45 1,68	1,22 0,93 0,93	1,22 0,93 0,93	1,20 0,90 0,80	1,20 0,90 0,80	1,20 0,90 0,80

\* Med letoma 1971 in 2000 je bila Slovenija razdeljena na tri klimatske cone. Za vsako klimatsko cono je bila predpisana druga največja dovoljena toplotna prehodnost zunanje stene.

Preglednica 1 • Poraba energije v stavbi in toplotna prehodnost zunanje stene glede na leto izgradnje stavbe (IBE, 2004)

Posledica blage zakonodaje pri porabi energije v stavbah v preteklosti je danes vidna v veliki porabi energije obstoječega slovenskega stavbnega fonda (preglednica 1). Po podatkih Ministrstva za infrastrukturo in prostor RS (Republika Slovenija, 2014) so gospodinjstva v letu 2013 porabila 1/4 vse porabljene energije v Sloveniji, torej takoj za transportom, ki je porabil 40 % energije.

Največ energije v gospodinjstvih se je v letu 2013 po podatkih Statističnega urada RS (SURS, 2016) porabilo za ogrevanje (61 %), sledi priprava tople sanitarne vode (20 %), preostala energija (19 %) se je porabila za

razsvetljavo, kuhanje in za delovanje drugih porabnikov električne energije. V povprečju porabi evropska stanovanjska stavba za ogrevanje 57 % manj energije kot slovenska, za pripravo tople sanitarne vode pa 25 % več kot slovenska (Chwieduk, 2003). Omenjene vrednosti so povprečne in za posamezno stavbo lahko variirajo zaradi obnašanja uporabnika.

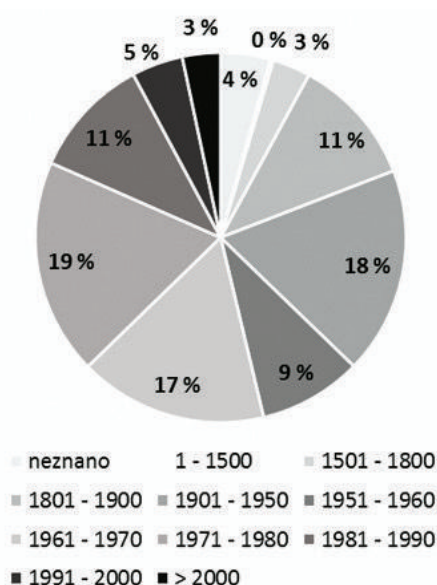
Glede na število stanovanjskih stavb s 87 % v Sloveniji prevladujejo enostanovanjske stavbe (Geodetska uprava, 2012). Delež večstanovanjskih stavb je 13 %. Stanovanjskih stavb za posebne družbene skupine

je manj kot 1 %. Neto floorisna površina večstanovanjskih stavb pa predstavlja približno 1/4 vse neto floorisne površine stanovanjskih stavb v Sloveniji.

Največje število večstanovanjskih stavb se je zgradilo med letoma 1940 in 1980, in sicer približno 45 % (slika 1). Do leta 1940 je bilo v Sloveniji zgrajenih približno 36 % vseh večstanovanjskih stavb. V času novejšee gradnje (od 1980 do 2000) je bilo v Sloveniji zgrajenih okoli 16 % vseh stavb. Najmanj večstanovanjskih stavb (3 %) je bilo zgrajenih po letu 2000.

Iz zgoraj navedenega je razvidno, da je

Leto izgradnje	%
neznano	4
1 - 1500	0
1501 - 1800	3
1801 - 1900	11
1901 - 1950	18
1951 - 1960	9
1961 - 1970	17
1971 - 1980	19
1981 - 1990	11
1991 - 2000	5
> 2000	3



obstoječi stavbni fond v Sloveniji velik porabnik energije in onesnaževalec okolja in da ga je v prihodnosti treba nujno energijsko sanirati. Nekaj obstoječega stavbnega fonda se je od izdelave statistike (leta 2012) do danes že energijsko saniralo. Vendar pa so energijsko sanirane večstanovanjske stavbe prej izjema kot pravilo na slovenskih tleh. Trenutna slovenska zakonodaja ne obravnava energijske sanacije obstoječega stavbnega fonda. Se pa v prihodnosti pričakuje, da se bo tako slovenska kot tuja zakonodaja pri energijski učinkovitosti obstoječih stavb začela razvijati.

Slika 1 • Delež večstanovanjskih stavb glede na leto izgradnje v Sloveniji (Geodetska uprava, 2012).

### 3 • OBNOVE VEČSTANOVANJSKIH STAVB

Obnova energijsko potratnih stavb se je že opravljala v Sloveniji in drugih državah. Dokaz za to so že narejene delne in celovite obnove energijsko potratnih stavb, ki so predstavljene v preglednici 2. Predstavljenih je nekaj primerov obnov večstanovanjskih stavb, ki so bile zgrajene med letoma 1953 in 1982.

Iz preglednice 2 so razvidni prihranki energije pri obnavah posameznih večstanovanjskih stavb v različnih državah. Nižji prihranki so posledica delne energijske prenove stavb, medtem ko je večje prihranke energije mogoče doseči le s celovitimi energijskimi prenovami stavb. Iz primerov energijskih prenov v Sloveniji je razvidno, da gre za nižje prihranke energije, kar je značilno za delne energijske prenove stavb. Eden izmed razlogov za trend delnih energijskih prenov stavb je v ustanovitvi Slovenskega okoljskega javnega sklada (Eko sklad, j. s.), katerega namen je spodbujanje razvoja pri varstvu okolja z dodajanjem ugodnih kreditov in nepovratnih sredstev za okoljske naložbe in z drugimi oblikami pomoči. Sklad spodbuja naložbe, ki so skladne z nacionalnim programom varstva okolja in z okoljsko politiko Evropske unije. Po podatkih Eko sklada RS (Ekosklad, 2013) so v letu 2012 največ vlog prejeli za nepovratne subvencije za delne prenove fasadnega ovoja stanovanjskih stavb, kot je namestitev toplotne izolacije na fasado (11,9 %), in za menjavo

Država	Kraj	Leto izgradnje	Poraba pred prenovo (kWh/m <sup>2</sup> )	Poraba po prenovi (kWh/m <sup>2</sup> )	Prihranek (%)
Nizozemska	Haarlem	1960	207	61	71
	Raamsdonk	1963-69	240	120	50
	Hoogeveen	1969	248	113	54
	Roermond	1970	205	103	50
	Leidschendam	1965	179	104	42
Nemčija	Ludwigshafen	1960-62	250	15	94
Švedska	Gaardsten	1970	275	165	40
Danska	Gyldenrisparken	1965-69	147	69	53
	Lineagarden	1920	149	84	44
	Sundevedsgade	1880	150	86	43
Francija	Chatelet 3 - Actis	1966	191	92,5	52
Švica	Ženeva	1953	214	42	80
Bolgarija	Radomir 1	1980	198	107	46
	Radomir 2	1980	192	102	47
	Radomir 3	1980	166	90	46
Avstrija	Ried	1979	75	30	60
	Wartberg	1979	122	47	61
Slovenija	Jesenice	1961	283	161	43
	Ljubljana 1	1975	252	92	63
	Ljubljana 2	1965	252	92	63
	Sladki Vrh	1982	114	89	22
	Kranj	1963	227	116	49
	Slovenske Konjice	1975-77	136	80	41

Preglednica 2 • Primeri dobre prakse pri obnovi večstanovanjskih stavb (El\_Education, 2007)

stavnega pohištva (13,7 %). Namestitvev toplotne izolacije v streho (3,4 %) in vgradnja umetnega prezračevanja z izkoriščanjem toplote odpadnega zraka (3,1 %) predstavljata manjši delež naložb. V manjšem številu se uporabniki odločajo še za posodobitev sistemov za ogrevanje. S takšnimi delnimi en-

ergijskimi prenovami stavb prihranimo le nekaj energije. Za doseganje večjih prihrankov je potrebna celovita energijska prenova stavbe, kar je razvidno iz primera celovite energijske obnove večstanovanjske stavbe iz nemškega mesta Ludwigshafen, kjer so bili izvedeni zamenjava stavbnega pohištva, namestitvev

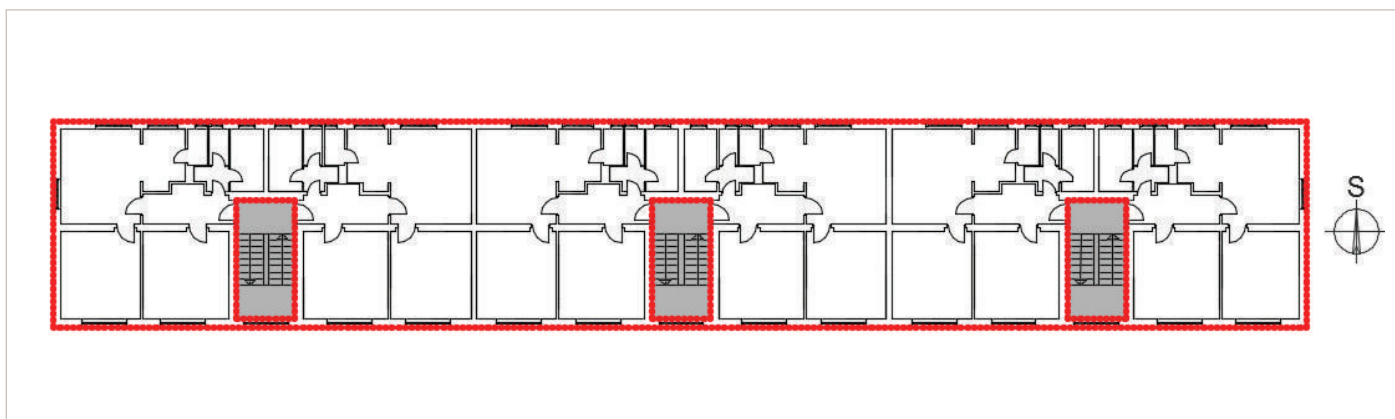
toplotne izolacije na fasado, tla in streho, zamenjava sistema ogrevanja, namestitvev prisilnega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka in namestitvev PV-sistema na strešno konstrukcijo. Skupni prihranek energije na letni ravni z uvedbo vseh ukrepov je 94 %.

#### 4 • OSNOVNI MODEL IN FAZE PRENOVE

Za osnovni primer, na katerem bomo naredili analizo vpliva delne in celovite energijske prenove na letno porabo energije, sta bili izbrani dve različni večstanovanjski stavbi, ki predstavljata tipična primera povojne večstanovanjske gradnje v Sloveniji. Izbrani sta bili stavbi s podobno neto tlorisno površino in popolnoma različnima obliko in faktorjem oblike, obe zgrajeni v klasičnem masivnem konstrukcijskem sistemu. Na obeh izbranih stavbah so se do danes opravljali le nujna vzdrževalna dela in posamezne zamenjave stavbnega pohištva, česar pa zaradi že navedenih razlogov v študiji nismo upoštevali. Večstanovanjska stavba A z neto tlorisno površino 1252,57 m<sup>2</sup> je bila zgrajena leta 1951. Kot je razvidno s slike 2, ima večstanovanjska stavba tri nadstropja in tri ločene vhode, pri katerih se dostopa do osemnajstih stanovanj. Tloris tipične etaže večstanovanjske stavbe A z označenim toplotnim ovojem prikazuje slika 3.



Slika 2 • Večstanovanjska stavba A.



Slika 3 • Tloris tipične etaže večstanovanjske stavbe A.

Toplotni ovoj večstanovanjske stavbe A predstavljajo zunanje stene, strop mansarde in strop nad neogrevano kletjo. Vsa tri stopnišča, ki so znotraj toplotnega ovoja, so neogrevana, ogrevajo se le stanovanja.

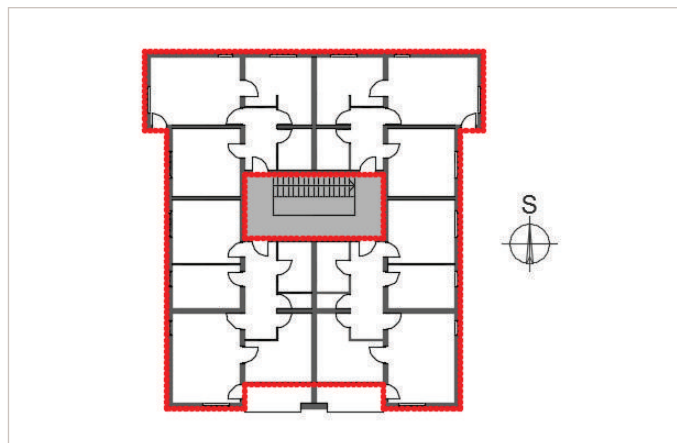
S slike 3 je razvidno, da ima večstanovanjska stavba B, zgrajena leta 1965, en vhod, pri katerem se dostopa v pritličje in v 4 nadstropja, katerih skupna neto tlorisna površina znaša 1138,06 m<sup>2</sup>.

Toplotni ovoj tipične etaže večstanovanjske stavbe B je prikazan na sliki 5. Potek toplotnega ovoja pri večstanovanjski stavbi B je podoben kot pri večstanovanjski stavbi A, tvorijo ga zunanje stene, strop





Slika 4 • Večstanovanjska stavba B.



Slika 5 • Tloris tipične etaže večstanovanjske stavbe B.

mansarde in strop nad neogrevano kletjo oziroma neogrevanimi garažami. Stopnišče, ki je znotraj toplotnega ovoja, je prav tako neogrevano. Ogrevajo se le stanovanja.

#### 4.1 Lokacija stavb

Obraunavani večstanovanjski stavbi sta v mestni občini Velenje, katere razvoj je tesno povezan z razvojem Rudnika lignita Velenje. Velike zaloge lignita so omogočile širjenje rudnika in ustvarjanje novih delovnih mest. Za delavce, ki so se priseljevali iz nekdanje celotne Jugoslavije in drugih držav, ter njihove družine je bilo treba v kratkem času zagotoviti dovolj primernih stanovanj. Začela se je intenzivna gradnja večstanovanjskih stavb. Velenje je le eden izmed primerov slovenskih mest, ki so zaradi povečanih potreb po delovni sili v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja doživela izrazito širitev.

S slike 6 je razvidno, da so se v času ohlapne zakonodaje na področju toplotne zaščite v stavbah, tj. do leta 2000, zgradile skoraj vse (99 %) večstanovanjske stavbe v Velenju. Iz tega sklepamo, da so transmisijske izgube skozi toplotni ovoj obstoječih večstanovanjskih stavb v Velenju ogromne.

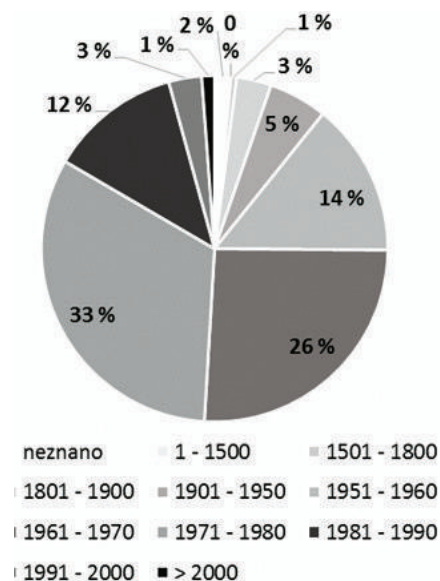
#### 4.2 Predpostavke in morebitne omejitve

Uporabljeni so meteorološki podatki za mesto Velenje, ki so generirani s programom Meteororm 6.

Za izkaz energijske učinkovitosti izbrane večstanovanjske stavbe in analizo vpliva posameznih faz prenove je uporabljeno programsko orodje Passive House Planning Package (Feist, 2012). Programsko orodje temelji na standardu SIST EN 13790 (SIST, 2008) in je namenjeno za energijsko modeliranje stavb ter omogoča izračun toplotnih prehodnosti

Leto izgradnje	%
neznano	0
1 - 1500	2
1501 - 1800	1
1801 - 1900	3
1901 - 1950	5
1951 - 1960	14
1961 - 1970	26
1971 - 1980	33
1981 - 1990	12
1991 - 2000	3
> 2000	1

Slika 6 • Delež večstanovanjskih stavb po letih izgradnje v Velenju (Geodetska uprava, 2012).



konstrukcij, izračun energijske bilance stavbe, načrtovanje prezračevanja, potrebno energijo za ogrevanje in hlajenje stavbe, moč naprave za ogrevanje, porabo energije za delovanje stavbe in poletno ugodje v stavbi.

Ogrevalni sistem in njegova učinkovitost se v raziskovalnem delu ne obravnavata in se med posameznimi fazami prenove ne spreminjata. Statična in dinamična analiza obravnavanih obstoječih večstanovanjskih stavb ni predmet tega raziskovalnega dela.

#### 4.3 Osnovno stanje

Od postavitve izbranih večstanovanjskih stavb do danes so se na njihju opravljala le nujna vzdrževalna dela, med njimi je tudi nekaj primerov zamenjave stavbnega pohošiva v posameznih stanovanjih. Talni plošči, stene

kleti ter plošči med pritličjem in mansardo so v obeh večstanovanjskih stavbah zgrajene iz armiranega betona. Nosilna konstrukcija sten pritličja in nadstropij je pri obeh večstanovanjskih stavbah opečna. Strop mansarde večstanovanjske stavbe A je narejen iz lesenih stropnikov, medtem ko je ravna streha večstanovanjske stavbe B armiranobetonska. V času postavitve večstanovanjske stavbe A in večstanovanjske stavbe B so se vgrajevala okna z enojno zasteklitvijo in lesenim okvirjem ter škatlata lesena okna. Vhodna vrata v blok so bila lesena, brez polnil.

Za izhodišče raziskovalnega dela smo privzeli, da se stavbno pohošivo od časa vgradnje do danes ni zamenjalo in se je le delno vzdrževalo. To ustreza stanju večine stavbnega pohošiva obravnavanih večstanovanjskih stavb. Celoten

	Stavbno pohištvo (W/(m <sup>2</sup> K), /)	Fasada (W/(m <sup>2</sup> K))	Streha – strop (W/(m <sup>2</sup> K))	Ploščica med prilittjem in kletjo (W/(m <sup>2</sup> K))	Stopnišče (W/(m <sup>2</sup> K))	Zrako-tesnost (h <sup>-1</sup> )	Prezračevanje (%)
<b>VS A</b>	$U_d = 4,6$ $U_w = 5,7$ $g = 0,85$	$U_{sf} = 1,18$	$U_s = 1,38$	$U_{sv} = 2,45$ $U_{sz} = 2,45$ $U_{stK} = 1,10$ $U_t = 3,40$	$U_{ss} = 1,31$ $U_{ds} = 2,19$	$n_{50} = 7,0$	$\eta = 0$
<b>VS B</b>	$U_d = 4,6$ $U_w = 5,7$ $g = 0,85$	$U_{sf} = 1,51$	$U_s = 2,07$	$U_{sv} = 3,20$ $U_{sz} = 3,20$ $U_{stK} = 1,95$ $U_t = 2,88$	$U_{ss} = 1,86$ $U_{ds} = 2,19$	$n_{50} = 7,0$	$\eta = 0$

$U_d$  – vhodna vrata v stavbo,  $U_w$  – okna,  $g$  – faktor prepustnosti sončne energije,  $U_{sf}$  – zunanja stena stanovanj,  $U_s$  – streha, strop mansarde,  $U_{sv}$  – zunanje stene kleti, vkopane,  $U_{sz}$  – zunanje stene kleti, nevkopane,  $U_{stK}$  – strop kleti,  $U_t$  – talna ploščica,  $U_{ss}$  – stena med stopniščem in stanovanji,  $U_{ds}$  – vhodna vrata v stanovanje,  $\eta$  – delež vračanja toplote pri prisilnem prezračevanju, pri naravnem prezračevanju je  $\eta = 0$ .

Preglednica 3 • Osnovno stanje večstanovanjskih stavb A in B (FPO)

toplotni ovoj obeh večstanovanjskih stavb je brez toplotne izolacije. Toplotne prehodnosti posameznih elementov toplotnega ovoja večstanovanjske stavbe A in večstanovanjske stavbe B so prikazane v preglednici 3.

Iz preglednice 3 je razvidno, da je toplotni ovoj večstanovanjske stavbe B slabši od toplotnega ovoja večstanovanjske stavbe A.

Površine posameznih elementov toplotnega ovoja večstanovanjskih stavb A in B so predstavljene v preglednici 4.

Kot je razvidno iz preglednice 4, je površina toplotnega ovoja večstanovanjske stavbe A večja od površine toplotnega ovoja večstanovanjske stavbe B. Razlog za različne površine toplotnega ovoja večstanovanjskih stavb A in B je v različnih oblikah stavb.

Stanovanja v obeh večstanovanjskih stavbah se ogrevajo z uporabo radiatorjev preko daljinskega sistema ogrevanja.

#### 4.4 Faze prenove

Za namen analiziranja vpliva posamezne faze prenove in njihovih kombinacij na letno potrebno energijo za ogrevanje in hlajenje večstanovanjske stavbe A in večstanovanjske stavbe B, za katere se predvidi, da sta v fazi osnovnega stanja – OS, smo si izbrali 12 faz prenove (preglednica 5). Prvih pet faz prenove, od FP1 do FP5, predstavlja energijsko prenovo posameznih elementov toplotnega ovoja stavbe. Pri naslednjih fazah prenove, od FP6 do FP9, se faze prenove od FP1 do FP5 smiselno kombinirajo. Pri fazah prenove od FP9 in FP10 gre za celovito prenovo večstanovanjskih stavb po zahtevah trenutno

	VS A	VS B
Površina fasade (m <sup>2</sup> )	1023,4	811,3
Površina vhodnih vrat v večstanovanjsko stavbo (m <sup>2</sup> )	10,1	2,8
Površina oken in balkonskih vrat (m <sup>2</sup> )	213,8	237,3
Površina ploščice nad neogrevano kletjo (m <sup>2</sup> )	536,9	297,1
Površina stropa mansarde (m <sup>2</sup> )	568,9	297,1
Površina sten med neogrevanim stopniščem in ogrevanimi prostori v stanovanju (m <sup>2</sup> )	138,7	270,8
Površina vhodnih vrat v stanovanja, ki mejijo na neogrevano stopnišče (m <sup>2</sup> )	43,2	36,0
Skupna površina toplotnega ovoja (m <sup>2</sup> )	2535,0	1952,4

Preglednica 4 • Površine toplotnega ovoja pri večstanovanjskih stavb A in B

veljavne slovenske zakonodaje za novogradnje (PURES, 2010). Pri zadnjih dveh fazah prenove, FP11 in FP12, se prav tako predvidi celovita prenova stavb, vendar z izboljšanimi elementi. To so elementi nizkoenergijske in pasivne gradnje, ki se, čeprav presegajo zahteve trenutno veljavne slovenske zakonodaje na temo energijske učinkovitosti v stavbah, vse pogosteje pojavljajo v praksi pri izvedbi tako stanovanjskih kot nestanovanjskih stavb.

Faze prenove od FP1 do FP5 predstavljajo energijsko prenovo posameznih elementov toplotnega ovoja stavbe. Pri fazi prenove FP1 se obstoječa okna zamenjajo z novimi, energijsko učinkovitejšimi. V fazi prenove FP2 se na fasado doda toplotna izolacija. Pri FP3 se doda toplotna izolacija na strop mansarde. Pri FP4 se toplotno izolira strop

nad neogrevano kletjo. Pri FP5 se doda toplotna izolacija na stene proti neogrevanemu stopnišču in se zamenjajo vhodna vrata v stanovanja. Toplotne prehodnosti posameznih konstrukcijskih elementov pri fazah prenove od FP1 do FP5 in delnih prenovah so skladne z zahtevami trenutno veljavne zakonodaje v Sloveniji. Pri naslednjih treh fazah prenove, od FP6 do FP8, se faze od FP1 do FP5 smiselno dopolnjujejo. Zamenjava stavbnega pohištva se naredi istočasno kot prenova fasade, kar omogoča prekrivanje okvirjev oken s toplotno izolacijo in s tem zmanjšanje toplotnih mostov zaradi vgradnje stavbnega pohištva. Vgradnja stavbnega pohištva po prenovi fasade tudi ni smiselna, saj se poškodujeta izolacija in zaključni sloj fasade. V fazi prenove FP7 sledi nameščanje dodatne toplotne izolacije

FP	Stavbno pohištvo (W/(m <sup>2</sup> K), /)	Fasada (W/(m <sup>2</sup> K))	Streha - strop (W/(m <sup>2</sup> K))	Plošča med prilijem in kletjo (W/(m <sup>2</sup> K))	Stopnišče (W/(m <sup>2</sup> K))	Zrakotesnost (h <sup>-1</sup> )	Prezračevanje (%)
1	$U_d = 1,6$ $U_w = 1,3$ $g = 0,63$					$n_{50} = 5,0$	$\eta = 0$
2		$U_{st} = 0,28$				$n_{50} = 6,5$	$\eta = 0$
3			$U_s = 0,20$			$n_{50} = 6,5$	$\eta = 0$
4				$U_{stK} = 0,35$		$n_{50} = 6,0$	$\eta = 0$
5					$U_{ss} = 0,70$ $U_{ds} = 1,60$	$n_{50} = 7,0$	$\eta = 0$
6	$U_d = 1,6$ $U_w = 1,3$ $g = 0,63$	$U_{st} = 0,28$				$n_{50} = 4,5$	$\eta = 0$
7	$U_d = 1,6$ $U_w = 1,3$ $g = 0,63$	$U_{st} = 0,28$	$U_s = 0,20$			$n_{50} = 4,0$	$\eta = 0$
8	$U_d = 1,6$ $U_w = 1,3$ $g = 0,63$	$U_{st} = 0,28$	$U_s = 0,20$	$U_{stK} = 0,35$		$n_{50} = 3,0$	$\eta = 0$
9	$U_d = 1,6$ $U_w = 1,3$ $g = 0,63$	$U_{st} = 0,28$	$U_s = 0,20$	$U_{stK} = 0,35$	$U_{ss} = 0,70$ $U_{ds} = 1,60$	$n_{50} = 3,0$	$\eta = 0$
10	$U_d = 1,6$ $U_w = 1,3$ $g = 0,63$	$U_{st} = 0,28$	$U_s = 0,20$	$U_{stK} = 0,35$	$U_{ss} = 0,70$ $U_{ds} = 1,60$	$n_{50} = 2,0$	$\eta = 82$
11	$U_d = 1,0$ $U_w = 0,7$ $g = 0,52$	$U_{st} = 0,165$	$U_s = 0,165$	$U_{stK} = 0,165$	$U_{ss} = 0,165$ $U_{ds} = 1,00$	$n_{50} = 0,6$	$\eta = 82$
12	$U_d = 0,9$ $U_w = 0,7$ $g = 0,52$	$U_{st} = 0,100$	$U_s = 0,100$	$U_{stK} = 0,100$	$U_{ss} = 0,100$ $U_{ds} = 1,00$	$n_{50} = 0,6$	$\eta = 82$

$U_d$  – vhodna vrata v stavbo,  $U_w$  – okna,  $g$  – faktor prepustnosti sončne energije,  $U_{st}$  – zunanja stena stanovanj,  $U_s$  – streha, strop mansarde,  $U_{stK}$  – strop kleti,  $U_{ss}$  – stena med stopniščem in stanovanji,  $U_{ds}$  – vhodna vrata v stanovanje,  $\eta$  – delež vračanja toplote pri prisilnem prezračevanju, pri naravnem prezračevanju je  $\eta = 0$ .

Preglednica 5 • Posamezne faze prenove

na ostrešje. Toplotna izoliranost stropa nad neogrevano kletjo je predvidena v fazi prenove FP8. Pri fazah prenove FP9 in FP10 se večstanovanjski stavbi prenovita skladno z zahtevami trenutno veljavne slovenske zakonodaje za novogradnje. Razlika med FP9 in FP10 je v vgradnji prisilnega prezračevanja z vračanjem toplote odpadnega zraka, ki je predvideno v FP10. Skladno s slovensko zakonodajo se v FP10 predvidi tudi izboljšana zrakotesnost ovoja stavbe. Pri zadnjih dveh fazah prenove FP11 in FP12 se predvidi kompleksna energijska prenova stavb z izboljšano toplotno prehodnostjo ovoja in boljšo zrakotesnostjo stavb. Izboljšani izolativnost in zrakotesnost stavb sta pri gradnji novih stavb pri nas in v tujini že ustaljena

praksa. Gradnja tako imenovanih nizkoenergijskih in pasivnih hiš se z leti povečuje.

#### 4.5 Rezultati

Vsota izračunane potrebne energije za ogrevanje in hlajenje ( $Q_h + Q_c$ ) obstoječih večstanovanjskih stavb A in B pred prenovo (FPO) ter po posameznih fazah prenove (FP1–FP12) so prikazani na sliki 7. Za vsako fazo prenove (FP1–FP12) je na sliki 7 prikazan tudi procentualni prihranek letne potrebne energije v primerjavi z letno potrebno energijo pred prenovo (FPO).

S slike 7 je razvidno, da je letni prihranek energije pri fazah prenove od FP1 do FP5, kjer gre za izboljšanje toplotne izolativnosti posameznih elementov toplotnega ovoja

večstanovanjske stavbe A in večstanovanjske stavbe B, nižji kot pri fazah prenove od FP6 do FP8, kjer gre za kombinacije ukrepov. Kot pričakovano, so najvišji prihranki energije pri fazah prenove od FP9 do FP12, kjer gre za celovito energijsko prenavo večstanovanjskih stavb A in B.

Pri prenovi posameznih elementov toplotnega ovoja večstanovanjskih stavb A in B je razvidno, da se največ energije na letni ravni prihrani pri fazi prenove FP2, kjer se na zunanje stene, ki predstavljajo največjo izpostavljenost površino stavbe, namesti toplotna izolacija. Fasada je največja izpostavljenost površina toplotnega ovoja obeh stavb. Pri večstanovanjski stavbi A fasada predstavlja 40 % celotnega toplotnega ovoja, medtem ko



pri večstanovanjski stavbi B predstavlja 42 % toplotnega ovoja. Večji prihranki energije pri FP2 pri večstanovanjski stavbi B so posledica višjega deleža površine fasade v toplotnem ovoju in slabše toplotne izolativnosti fasade v fazi pred prenovo (FPO).

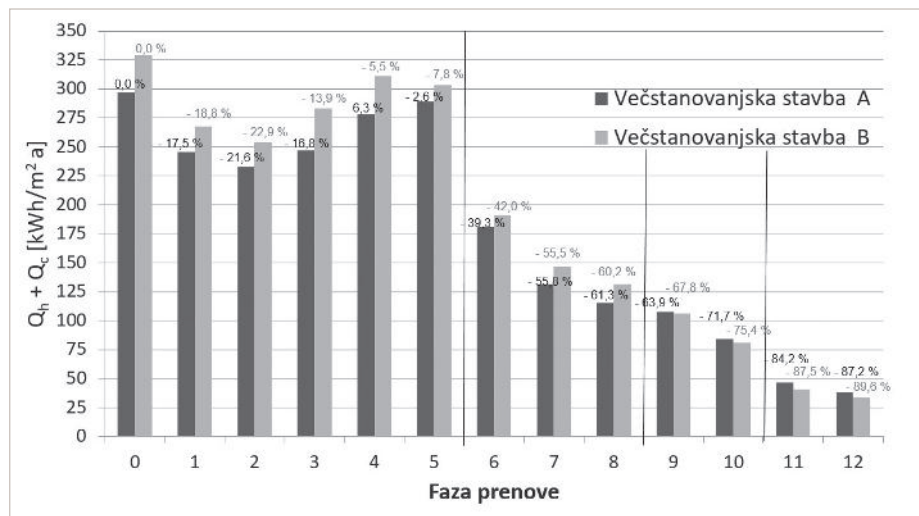
Druga najboljša izbira za izboljšanje energijske učinkovitosti stavbe je zamenjava stavbnega pohištva (FP1), ki zmanjša letno porabo energije za 17,5 % pri večstanovanjski stavbi A in 18,8 % pri večstanovanjski stavbi B, ki ima več stavbnega pohištva na fasadi kot večstanovanjska stavba A. Razlog za velike prihranke energije pri zamenjavi stavbnega pohištva, kljub njegovi manjši površini v večstanovanjskih stavbah, je v veliki razliki med toplotno prehodnostjo obstoječega stavbnega pohištva in novo predvidenega v fazi prenove FP1, ki znaša  $\Delta U_w = 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Za ti dve fazi prenove (FP1 in FP2) so tudi pri Eko skladu najpogosteje podeljene nepovratne subvencije.

Z namestitvijo toplotne izolacije na strop mansarde oziroma streho (FP3) se prihrani 16,8 % letne potrebne energije pri večstanovanjski stavbi A in 13,9 % pri večstanovanjski stavbi B. Razlog za večje prihranke energije v fazi prenove 3 v večstanovanjski stavbi A je v veliki površini strehe oziroma stropa mansarde v primerjavi z večstanovanjsko stavbo B.

Najnižji prihranki energije so pri fazah prenove FP4 in FP5, kjer je izboljšanja toplotna izolativnost stropa med ogrevanimi prostori in neogrevano kletjo ter zidov in vrat med ogrevanimi stanovanji in neogrevanimi stopniščem. Pri fazi prenove FP6, kjer gre za kombinacijo faz prenove FP1 in FP2, se letna potrebna energija večstanovanjskih stavb A in B skoraj prepolovi glede na osnovno stanje. Pri večstanovanjski stavbi A se zmanjša za 39,3 %, pri večstanovanjski stavbi B pa za 42 %.

## 5 • ZAKLJUČEK

Predstavljena študija vpliva posameznih faz energijske prenove na energijsko učinkovitost obravnavanih večstanovanjskih stavb (VS A in VS B) dokazuje, da zakonsko predpisane vrednosti toplotne prehodnosti posameznih elementov ovoja stavbe ne zadostujejo za doseganje minimalnih zahtev energijske učinkovitosti za stavbo, če se izvaja le delna prenova stavbe, na primer le zamenjava stavbnega pohištva, namestitev toplotne izolacije



Slika 7 • Letna poraba energije ( $Q_h + Q_c$ ) za osnovno stanje in faze prenove od FP1 do FP12 večstanovanjskih stavb A in B.

Pri fazah prenove 7 in 8 so večji prihranki pri večstanovanjski stavbi A v primerjavi s prihranki v večstanovanjski stavbi B posledica oblike stavbe. Strop mansarde in plošča med neogrevano kletjo in pritličjem skupaj predstavljata približno 44 % toplotnega ovoja večstanovanjske stavbe A, medtem ko v večstanovanjski stavbi B skupaj predstavljata le 30 % toplotnega ovoja.

Pri fazah prenove FP9 in FP10, kjer gre za celovito energijsko prenovo stavb s skladu s trenutno veljavnim nacionalnim pravilnikom (PURES, 2010), prihranek energije na letni ravni znaša 63,9 % pri FP9 in 71,7 % pri FP10 za večstanovanjsko stavbo A in 67,8 % pri FP9 in 75,4 % pri FP10 za večstanovanjsko stavbo B. Rezultati analize kažejo, da bi lahko s celostno sanacijo večstanovanjskih stavb v skladu z zahtevami trenutno veljavne slovenske zakonodaje prihranili več kot 60 % vse energije za

ogrevanje in hlajenje večstanovanjskih stavb. To velja ob privzetih lastnostih stavbe v času izgradnje.

Pri sanaciji po fazah prenove FP11 in FP12 se predvidijo elementi, ki ustrezajo zahtevam za nizkoenergijsko oziroma pasivno gradnjo. Pri obeh fazah prenove so večji prihranki pri večstanovanjski stavbi B (87,5 % in 89,6 %) v primerjavi z večstanovanjsko stavbo A (84,2 % in 87,2 %).

Razlog v večjih prihrankih energije pri fazah prenove od FP9 do FP12 in nižje letne potrebne energije večstanovanjske stavbe B v primerjavi z večstanovanjsko stavbo A je v njeni obliki. Večstanovanjska stavba B ima namreč kompaktnjšo obliko in posledično nižji faktor oblike kot večstanovanjska stavba A ter s tem že v osnovi precej manjše transmisijske izgube skozi ovoj stavbe.

Študija je pokazala, da se s posameznimi fazami in njihovimi kombinacijami prihrani do 60 % energije na letni ravni. Celovita energijska prenova stavb pa ni najboljša izbira le z energijskega vidika (prihranki energije so lahko tudi več kot 60 %), ampak tudi z vidika doseganja zdravega in ugodnega bivanja. V prihodnosti se bo delež energijskih prenov zaradi zaostrovanja zakonodaje in različnih finančnih spodbud še povečeval. Bo pa vsekakor treba v prihodnosti smiselno spodbujati celostne energijske sanacije stavb, saj z delnimi energijskimi sanacijami prihranimo le manjši del energije na letni ravni.

Naše nadaljnje delo predstavlja razvoj leseno-steklenih modulov nadgradnje (Špegelj, 2016), ki se uporablja kot dodaten korak

za namen energijskih prenov obstoječih večstanovanjskih stavb. Razviti moduli nadgradnje poleg povečanja bivalnih površin

v strnjениh mestnih središčih pomenijo nov pristop k prenovi energijsko neučinkovitih obstoječih stavb.

## 6 • ZAHVALA

»Operacijo delno financira Evropska unija, in sicer iz Evropskega socialnega sklada. Operacija se izvaja v okviru Operativnega programa razvoja človeških virov za obdobje

2007–2013, 1. razvojne prioritete: Spodbujanje podjetništva in prilagodljivosti, prednostne usmeritve 1.1.: Strokovnjaki in raziskovalci za konkurenčnost podjetij.«



## 7 • LITERATURA

- SIST EN 13790:2008, Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling, International Organization for Standardization, SIST 2008.
- Chwieduk, D., Towards sustainable-energy buildings, *Applied Energy*, 76 (1–3), 211–217, 2003.
- Csoknyai, T., Hrabovszky-Horváth, S., Georgiev, Z., Jovanovic-Popovic, M., Stankovic, B., Villatoro, O., Szendr, G., Building stock characteristics and energy performance of residential buildings in Eastern-European countries, *Energy and Buildings*, 132, 39–52, 2016.
- Đukanović, L., Radivojević, A., Rajčić, A., Potentials and limitations for energy refurbishment of multi-family residential buildings built in Belgrade before the World War One, *Energy and Buildings*, 115, 112–120, 2016.
- Economidou, M., Atanasiu, B., Despret, C., Economidou, M., Maio, J., Nolte, I., Strong, D., Europe's buildings under the microscope: A country-by-country review of the energy performance of buildings, *Buildings Performance Institute Europe (BPIE)*, 2011.
- EI-Education, <http://ei-education.aarch.dk/index.php?id=478>, pridobljeno junija 2007.
- Eicker, U., Demir, E., Gürlich, D., Strategies for cost efficient refurbishment and solar energy integration in European Case Study buildings. *Energy and Buildings*, 102, 237–249, 2015.
- Ekosklad, S. o. j. s., Letno poročilo o dejavnosti in poslovanju Eko sklada, Slovenskega okoljskega javnega sklada v letu 2012, Ljubljana, marec 2013.
- EU, European Union, Statistical pocketbook 2010: EU energy and transport in figures, Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2010.
- Feist, W., Pfluger, R., Schneiders, J., Kah, O., Kaufmann, B., Krick, B., Ebel, W., Passive House Planning Package, Energy balance and Passive House design tool for quality approved Passive Houses nad EnerPHit retrofits, 2012.
- GUERS, Geodetska uprava RS, [www.gu.gov.si](http://www.gu.gov.si), pridobljeno: avgusta 2012.
- IBE, d. d., svetovanje, projektiranje in inženiring, Novelacija energetske zasnove mestne občine Velenje (študija), Številka projekta: JEZN.V – D129/051A, december 2004.
- Lechtenböhrer, S., Schüring, A., The potential for large-scale savings From insulating residential buildings in the EU. *Energy Efficiency*, 4(2), 257–270, 2011.
- Norris, M., Shiels, P., Regular National Report on Housing Developments in European Countries. Synthesis Report, The Housing Unit, Dublin, Ireland, 2004.
- Ortiz, J., Fonseca i Casas, A., Salom, J., Garrido Soriano, N., Fonseca i Casas, P., Cost-effective analysis for selecting energy efficiency measures for refurbishment of residential buildings in Catalonia. *Energy and Buildings*, 128, 442–457, 2016.
- Paiho, S., Hedman, Å., Abdurafikov, R., Hoang, H., Sepponen, M., Kouhia, I., Meinander, M., Energy saving potentials of Moscow apartment buildings in residential districts, *Energy and Buildings*, 66, 706–713, 2013.
- Petrović Bećirović, S., Vasić, M. Methodology and results of Serbian Energy-Efficiency Refurbishment Project. *Energy and Buildings*, 62, 258–267, 2013.
- Poel, B., van Cruchten, G., in Balaras, C. A. Energy performance assessment of existing dwellings. *Energy and Buildings*, 39(4), 393–403, 2007.
- Pravilnik o racionalni rabi energije pri grejtu in prezračevanju objektov ter pripravi tople vode, Uradni listi SFRJ, 31/84, 1984.
- PURES, Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, 93/2008, 2008.
- PURES, Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, 52/2010, 2010.
- Republika Slovenija, Ministrstvo za infrastrukturo in prostor, Energetska bilanca Republike Slovenije za leto 2014, Maribor, avgust 2014.
- SURS, Statistični urad Republike Slovenije, <http://pxweb.stat.si/>, pridobljeno januarja 2016.
- Pfeifer, J., Stavbni red za vojvodino Kranjsko, A. Klein & Comp., Ljubljana, 1875.
- SIST EN 13790, Energijske lastnosti stavb – Račun rabe energije za ogrevanje in hlajenje prostorov, 2008.
- Špegelj, T., Žegarac Leskovar, V., Premrov, M., Application of the timber-glass upgrade module for energy refurbishment of the existing energyinefficient multi-family buildings, *Energy and Buildings* 116, 362–375, 2016.

# REVIZIJA VREDNOSTI 2. TIRA KOPER–DIVAČA

## REVIEW OF COST ESTIMATION OF THE 2ND TRACK KOPER - DIVAČA

**Bogomir Troha, univ. dipl. inž. grad.**

mirko.troha@axis.si

Axis, Tehnološki park 19, Ljubljana

**STROKOVNI ČLANEK**

UDK: 656.3:657.47(497.4)

**Povzetek** | Opisujemo napake, ki jih je pri javnem naročilu preveritve ocenjene vrednosti projekta drugega tira Koper–Divača storil naročnik, Direkcija RS za infrastrukturo. V nadaljevanju bomo kritično ocenili ugotovitve izvajalca javnega naročila in opozorili na napake, na katere izvajalec javnega naročila ni opozoril, vendar bi jih moral vodja investicije upoštevati. Na koncu sta predstavljena povzetek ocene stroškov projekta drugi tir, ki temelji na dejanskih stroških izvedbe predorov avtocestnega omrežja, ki potekajo po podobnem terenu kot načrtovani predori za novo železniško povezavo, in razmišljanje, ali je sedanja različica projekta enotirne proge z majhno servisno cevjo dolgoročno smiselna.

Ključne besede: 2. tir Divača–Koper, stroškovni inženiring, DRI, Direkcija RS za infrastrukturo, Geodata, Axis, napake pri javnih naročilih infrastrukturnih projektov, ocena stroškov predorov, ABC-analiza, napake pri izdelavi ocene stroškov, TBM, NATM, prikaz nepredvidenih del, obvladovanje tveganj pri izvedbi, dejanski stroški slovenskih predorov

**Summary** | The paper describes errors in the public procurement order for the Review of cost estimation of the project of the second railway track on the route Koper-Divača made by the investor, Slovenian Infrastructure Agency. We will critically evaluate the findings pointed out by the contractor and point to mistakes that should be considered by the manager of the investment but were not mentioned by the contractor. Finally, we will present a summary of the project cost estimates for the second track project, based on the actual costs of tunnels on the Slovenian highway network project, located on the same route as the planned tunnels for the new railway link, as well as some additional thoughts about the long-term rationality of the current variant of the single track project with a small service tube.

Keywords: 2nd track Divača-Koper, cost engineering, DRI, Slovenian Infrastructure Agency, Geodata, Axis, errors at public procurement orders, tunnel cost estimation, ABC analysis, errors in cost estimation, TBM, NATM, estimation of unforeseen works, Risk management, Slovenian tunnels actual costs.



## 1 • UVOD

V javnosti že od leta 2010 krožijo zelo različne ocene stroškov izvedbe projekta 2. tira med Divačo in Koperom (v nadaljevanju 2TDK), ki se gibljejo med 700 in 1400 mio. EUR. V tem obdobju je praktično vsak minister, pristojen za infrastrukturo, napovedoval re-

vizijo stroškov. To obljubo je končno izpeljal minister Gašperšič, ki pa je najprej naročil študijo o obliki financiranja z naslovom A New Hinterland Rail Link for the Port of Koper? Review of Risks and Delivery Options (OECD, 2015) in šele potem študijo o

tem, koliko bo investicija sploh vredna (MZI, 2016a). V prispevku želimo podati odgovor na vprašanje, ali se ta investicijski projekt vodi pregledno in pravilno, oziroma konkretnije, kakšna je uporabnost predmetne revizije in ali je upravičila svoj namen. Sprašujemo se, kako bodo izsledki revizije stroškov projekta, ki so jo pripravili slovenski neodvisni stroškovni inženirji, vplivali na prihodnje vodenje projekta 2. tir.

## 2 • JAVNO NAROČILO ZA IZDELAVO REVIZIJE VREDNOSTI PROJEKTA 2. TIR DIVAČA–KOPER

### 2.1 Investicijski program

Vsa investicijska dokumentacija za vse investicijske projekte in druge ukrepe, financirane po predpisih, ki urejajo javne finance, bi se morala izdelati v skladu z Uredbo o enotni metodologiji za pripravo in obravnavo investicijske dokumentacije na področju javnih financ. Ta v 10. členu določa, da je treba pri načrtovanju oziroma pred odločitvijo o investiciji izdelati:

- dokument identifikacije investicijskega projekta,
- predinvesticijsko zasnovo,
- investicijski program oz. njegove novelacije, če so potrebne.
- Če študija o izvedbi nameravane investicije ni sestavni del investicijskega programa, jo je treba do začetka postopka javnega razpisa izdelati.

Predsednik vlade je večkrat poudaril, da se projekt 2. tira vodi pregledno. Ob spremljanju dogajanj okoli projekta 2. tira pa že pri investicijski dokumentaciji ne moremo govoriti o preglednosti.

Leta 2013 je bil izdelan investicijski program. Razlog, zakaj ni bil predstavljen javnosti, ni znan. Ministrstvo ga še do zdaj ni posredovalo javnosti; trdilo je, da gre za osnutek. Ta osnutek bi morala obravnavati strokovna komisija, ki bi jo imenoval minister, in ga potrditi. To bi bil tudi pogoj za nadaljevanje investicije, vendar minister komisije ni imenoval. Denar za odkupovanje zemljišč in drugo se je porabljal, čeprav ni imel podlage v potrjeni investicijski dokumentaciji. Zanimivo je, da je vrednost investicije javna, kako so izračunali to vrednost, pa je tajno. Ta osnutek investicijskega programa se tri leta ni spremenil. **Če bi želeli investicijo voditi pregledno, bi investicijski program moral biti javno objavljen. Če bi se zgodile spremembe, bi se v skladu z Uredbo**

**o enotni investicijski dokumentaciji morala izdelati novelacija investicijskega programa.**

### 2.2 Specifikacija javnega naročila za izdelavo revizije vrednosti projekta 2. tir Divača–Koper

Zaradi različnih ocen vrednosti investicije je bilo pri Ministrstvu za infrastrukturo RS oziroma Direkciji RS za infrastrukturo (v nadaljevanju naročnik) 20. 1. 2016 objavljeno javno naročilo z naslovom Preveritev ocenjene vrednosti ter vse možne racionalizacije in optimizacije za projekt drugega tira železniške proge Divača–Koper (MzI, 2016a). Predračun javnega naročila je bil sestavljen iz petih postavk:

- preveritev in utemeljitev primernosti in ustreznosti tehničnih rešitev in upoštevanih varnostnih standardov tako za mešani promet kot tudi za varianto izključno za tovorni promet z ugotovitvijo vseh možnih optimizacij in racionalizacij celotnega projekta in posameznih delov,
- preveritev in elaboriranje vseh možnih optimizacij in racionalizacij obstoječe variante samo za tovorni promet (florisni in vertikalni potek trase ostaneta nespremenjena),
- preveritev in elaboriranje vseh možnih optimizacij in racionalizacij obstoječe variante samo za tovorni promet (florisni in vertikalni potek trase se lahko spremenita),
- preveritev in utemeljitev primernosti in ustreznosti pravilnosti vrednosti projektantskih popisov del ter predračunov in ocenjenih vrednosti del,
- izdelava kataloga tveganj za konkretni projekt in za možne racionalizacije in optimizacije, določitev verjetnosti nastopa tveganja, izdelava ocene tveganja fizične izvedbe projekta v fazi gradnje ter

upoštevanje zaključkov ocene tveganja pri izračunu stroškov gradnje in investicijskih stroškov.

### 2.3 Napačna zasnova javnega naročila za preveritev vrednosti projekta 2. tir

Specifikacija del v sklopu naročila je namesto jasnih navodil, usmerjenih v preveritev stroškov, od ponudnikov zahtevala vsebinsko zelo raznolike naloge: od iskanja novih variant poteka trase in nalog umeščanja v prostor do določanja tehnologije gradnje, novih terenskih raziskav v primeru projektiranja variante s spremenjenim potekom trase – vse to je namreč potrebno, če želimo določiti stroške investicije. Zaradi tako široko zastavljene naloge so slovenska podjetja, ki se ukvarjajo predvsem s stroškovnim inženiringom, morala iskati partnerje v tujini. Ti pa so za svoj projektantski del podali visoke stroške izvedbe, kar se je tudi odražalo v skupni ponudbeni ceni. Omeniti je treba, da so vsa slovenska projektantska podjetja, ki bi lahko sodelovala na razpisu, bila vključena v projektiranje za projekt 2. tir in zato niso smela sodelovati pri reviziji projekta.

Glede na dejstvo, da je trasa že umeščena v prostor, da so že odkupljena zemljišča in da je že pridobljeno gradbeno dovoljenje, je smiselnost teh zahtev v naročilu zelo vprašljiva, kajti to so predvsem vprašanja, ki bi si jih morali zastaviti v predhodni fazi izdelave investicijske dokumentacije. Še posebno ob dejstvu, da je bilo do zdaj za projekt 2TDK že porabljenih 49 mio. EUR, od tega 6 mio. EUR za pridobivanje zemljišč (MzI, 2016b).

Zahteve javnega naročila bi morale biti usmerjene zgolj v preveritev dveh variant na obstoječi trasi:

- obstoječi mešani promet in
- samo tovorni promet.

Pri tem bi ohranili nespremenjene vse prometnotehniške elemente, ki so bili predvideni in upoštevani pri projektiranju. Revizija bi morala biti usmerjena v podrobno identifikacijo tveganj in njihovega ovrednotenja ter preveritev projektantske ocene stroškov v smislu preveritve količin, pravih opisov postavk potrebnih del in ocene cen za enoto postavk. Tako bi dobili strokovno oceno predvidenih del kot tudi strokovno oceno stroškov zaradi nedoločljive zahtevnosti geotehničnih del, ki se bodo pojavila med izvedbo. Vsa nepredvidena dela, za katera ni mogoče reči, da se bodo z gotovostjo opravila, naj bi se ovrednotila po postopku obvladovanja tveganj pri projektu.

## 2.4 Potek oddaje naročila

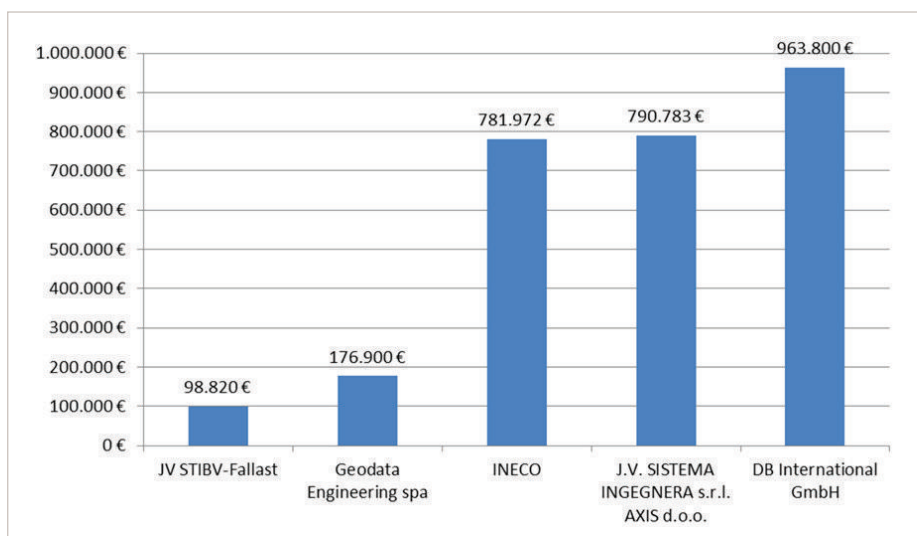
### 2.4.1 Oddaja ponudniku z dampinško ceno

Avtor tega prispevka je zaposlen v edini slovenski družbi, ki se je prijavila kot soizvajalec s svojo ponudbo na razpisu za oceno vrednosti projekta 2. tir.

Na javnem razpisu je najnižjo ponudbo, ki je znatno odstopala od drugih veljavnih ponudb, oddala italijansko podjetje Geodata (v nadaljevanju izvajalec), (slika 1). Ponudilo je, da bo predmetno naročilo izvedlo za ceno, ki je predstavljala zgolj 25 % povprečne cene drugih ponudnikov, ki so oddali veljavne ponudbe, pri čemer velja poudariti, da so bile ponudbe preostalih ponudnikov dokaj poenotene in medsebojno niso bistveno odstopale. Še nižjo ponudbo je oddala avstrijska družba, ki pa niti razpisne dokumentacije ni izpolnila na predpisanih obrazcih, zato je bila izločena.

Naročnik je ponudnike obvestil, da je zmagala najcenejša ponudba. V dodatni obrazložitvi, ki smo jo zahtevali kot neizbrani ponudnik, je naročnik navedel, da je izbrano ponudbo v skladu z 49. členom ZJN-2 (oziroma sedaj 86. čl. ZJN-3) obravnaval kot neobičajno nizko ponudbo. Omenjeni člen v svojem 2. odstavku zavezuje naročnika, da »mora od ponudnika pisno zahtevati podrobne podatke in utemeljitve o elementih ponudbe, za katere meni, da so odločilni za izpolnitev naročila«. V obrazložitvi je naročnik navedel, da je ponudnik podal izrecno izjavo, da bo za ponujeno ceno izpolnil naročilo v celotnem zahtevanem obsegu in kvaliteti in da ekonomičnost ponujene storitve zagotavlja z organizacijo dela, izoblikovano na podlagi velikih izkušenj ... V povzeti izjavi izbranega ponudnika je bilo podanih zgolj nekaj vrstic o zahtevah naročnika, prepisanih iz razpisne dokumentacije, ki jo je izdelal naročnik.

Na podlagi te obrazložitve je bila naročniku podana pritožba zaradi sprejetja tako vsebin-



Slika 1 • Ponudbe za javno naročilo preveritev vrednosti projekta 2. tir

sko prazne obrazložitve, ki ne zajema podrobnih podatkov o načinu izvedbe naročila. V pritožbi je bil podan tudi predlog, naj se neobičajno nizka ponudba preveri vsaj pri navedbi porabe ur (prevajalskih in inženirskih) po posameznih postavkah naročila, kar bi bil vsaj približen podatek o tem, kako obsežna in poglobljena bo naročena revizija. Naročnik je pritožbo zavrnil in vztrajal pri svoji odločitvi izbire.

### 2.4.2 Pritožba na Državno revizijsko komisijo

Po pritožbi na izvedbo postopka, ki jo je naročnik zavrnil, je sledila še pritožba na DKOM, v kateri je bilo navedeno, da naročnik

ni podrobno preveril elementov ponudbe v skladu z 49. členom ZJN-2 niti se ni posvetoval s ponudnikom.

V obrazložitvi zavrnitve pritožbe je DKOM zapisal, da se ne spušča v to, ali je ponudnik strokovno primeren ali ne. **Glede na to, da v pritožbi sploh ni bil podan dvom o usposobljenosti izbranega ponudnika, se poraja vprašanje, ali je DKOM sploh razumel vsebino pritožbe, sicer je njegovo ignoriranje 49. člena ZJN-2 (oziroma 86. člena ZJN-3) nerazumljivo.**

Naj še enkrat poudarimo, da nismo trdili, da ponudnik ni sposoben izpolniti naročila, temveč le to, da naročnik ni podrobno preveril

Oddaja ponudb za javno naročilo		18. 3. 2016
Odločba o izbiri ponudnika		6. 4. 2016
Zahtevek za revizijo		26. 4. 2016
Odločitev DKOM		17. 6. 2016
Podpis pogodbe z izvajalcem		30. 6. 2016
Uvedba v delo	10 dni od podpisa pogodbe	10. 7. 2016
Začetno poročilo	35 del. dni od uvedbe v delo	14. 8. 2016
Priporombe na začetno poročilo	20 del. dni od prejema začetnega poročila	11. 9. 2016
Osnutek končnega poročila	45 del. dni po prejemu pripomb	13. 11. 2016
Priporombe na osnutek končnega poročila	25 del. dni od prejema osnutka	18. 12. 2016
Končno poročilo	15 del. dni od prejema pripomb	8. 1. 2017
Izvedbeni pogodbeni rok (določi izvajalec)	3 mesece od podpisa pogodbe	30. 9. 2016

Preglednica 1 • Roki pri javnem naročilu za preveritev ocenjene vrednosti za 2. tir (MzI, 2016a)

elementov ponudbe v skladu s členom zakona, ki govori o neobičajno nizki ponudbi.

#### 2.4.3 Časovni roki za izpolnitev javnega naročila

Naročnik je 25. 1. 2016 kot prvi popravek razpisne dokumentacije popravil navedbe o roku izvedbe javnega naročila, ker je bil rok izvedbe v razpisni dokumentaciji neuskkljen. Povzetek vmesnih rokov je naveden v preglednici 1. Vmesni roki so približni najdaljši možni roki in so odvisni tudi od tega, kako hitro bosta pogodbeni stranki izpolnjevali svoje obveznosti. Ne glede na vmesne roke je vsak ponudnik podal končni rok izvedbe naročila, ki je bil tudi eden od kriterijev za uspeh ponudbe. Izvajalec Geodata se je s pogodbo zavezal, da bo svoje naročilo izpolnil v 3 mesecih. Na naročnika smo 21. 9. 2016 naslovili vprašanja o datumu podpisa pogodbe, o trajanju pogodbenega roka, o pogodbeni kazni v primeru zamude in o tem, kdaj bo poročilo na voljo javnosti. 5. 10. 2016 smo od naročnika prejeli odgovor, da je izvajalec Geo-

data Končno poročilo oddal v pogodbenem roku 3 mesecev in da o pogodbeni kazni ne morejo govoriti.

10. 10. 2016 smo na DRSI naslovili podrobnejša vprašanja o datumih oddaje vmesnih poročil in oddaje naročnikovih pripomb. 25. 10. 2016 nas je naročnik obvestil, da potekata pregled in ocena vsebine poročila in da nam zato, ker postopek še traja, ne morejo odgovoriti na vprašanja. Poudariti velja, da vprašanja niso bila vsebinske narave, ampak le procesne.

Naročnik ni želel pojasniti, ali sta bila Začetno poročilo in Osnutek končnega poročila sploh oddana, ni želel pojasniti, kdaj so bile sporočene pripombe. V uradnem pojasnilu je napisal, da je bilo predano Končno poročilo, čeprav predvidevamo, da je bilo 30. 9. 2016 oddan le Osnutek končnega poročila, na katerega je potem strokovna komisija naročnika podala pripombe.

Jože P. Damijan je 15. 11. 2016 na svojem blogu objavil dokument z naslovom Končno

poročilo z datumom 30. 9. 2016 (Geodata, 2016a), čeprav je po vsej verjetnosti šlo za Osnutek končnega poročila. Ali je bilo Začetno poročilo predano, kot določa pogodba, pa naročnik ni želel povedati.

Dokaz je dokument, ki ga je naročnik objavil 2. 12. 2016 na svoji spletni strani z istim naslovom Končno poročilo, vendar z drugačnim besedilom (Geodata, 2016b). Ta dokument je antidatiran na 30. 9. 2016. Če bi naročnik napisal, da je bil 30. 9. 2016 oddan Osnutek končnega poročila, bi priznal, da izvajalec ni spoštoval končnega roka ni predal vmesnih poročil, kot določa pogodba. **Naročnik je kršil lastna pogodbeno določila, saj je sam napisal, da je bilo Končno poročilo predano 30. 9. 2016, kar ni bilo res, saj je bilo takrat po vsej verjetnosti predano eno od vmesnih poročil, izvajalec pa ni izpolnil svojih pogodbenih obveznosti in Končnega poročila ni predal v roku.** Naročnik je ravnal pristransko, saj je izvajalca z dampinško ceno zavaroval še pred kaznovanjem, ker naročila ni izpolnil v roku.

## 3 • REVIZIJA PROJEKTA DRUŽBE GEODATA

V nadaljevanju so podane ugotovitve, ki temeljijo na končnem poročilu (v nadaljevanju revizija), ki je bilo predano naročniku od izvajalca 30. 9. 2016, in naši komentarji ugotovitev ali napak, storjenih pri izdelavi revizije. Po pregledu pri strokovni komisiji, ki jo je imenoval naročnik, je imel izvajalec, glede na izjavo Ministra za infrastrukturo RS, čas za popravke do konca novembra 2016. Naročnik je 2. 12. 2016 objavil Končno poročilo (datirano na 30. 9. 2016), kjer pa svojih ugotovitev ni bistveno spremenil. Ali je izvajalec pojasnil vsa vprašanja in ustrezno popravil svoje poročilo, naročnik ni pojasnil.

### 3.1 Potek trase

V postavko o vseh mogočih optimizacijah za spremembo vertikalnega in horizontalnega poteka trase bi lahko vsebinsko združili skoraj vse aktivnosti zadnjih 20 let pri projektu 2. tira. Vendar pa je naročnik hkrati podal tudi pogoj, da je pri iskanju racionalizacij in optimizacij treba ostati znotraj gabaritov prostorskega plana, ki pa je najverjetneje usklajen s končno varianto trase. Zato je bila ta zahteva naročila praktično nesmiselna. To dejstvo se odraža

tudi v ugotovitvah, podanih v reviziji, v kateri izvajalec priporoča, da se potek trase ohrani, kot je predviden.

V nadaljevanju revizije pa izvajalec komentira edino vzdolžni naklon proge, ki je enak vzdolž celotnega vzpona in znaša 17 promilov. Za

primerjavo: na sedanji progi znaša največji vzdolžni naklon 26 promilov. Izvajalec predlaga kvečjemu zmanjšanje naklona, ker naj bi bilo to pomembno zaradi prevladujočega tovarnega prometa. Zmanjšanje naklona pomeni podaljšanje proge zunaj omejitev, ki jih nalaga upoštevanje prostorskega načrta, in višje stroške gradnje. V reviziji je navedeno, da ima večji naklon za posledico višje stroške transporta in vzdrževanja, ker je potrebna

WBSL	KrOpis	Opis	EM	FakPor	CenaNep	VredNep/EM
p1	Material	Konstruktivski črpi beton srednje trdnosti, vodotesen	m3	1,0000	67,44	67,44
p1.1	B034	C25/30, XC4, XD2, XS2, CI-0.2, Dmax: 32, S3, PV2	m3	1,0000	62,00	62,00
p1.1.1	VV046	Avtomešalnik 300kW 10m3	h	0,1415	38,35	5,43
p1.1.2	S006	Voda iz vodovoda	m3	0,0200	0,90	0,02
p2	TrBet-AvtoMeš	Transport betona z avtomešalnikom - 10,0m3	m3	1,0000	5,05	5,05
p2.1	TN056	Transport - Avtomešalnik 300kW 10m3, betoni [m3]	m3	1,0000	5,05	5,05
p2.1.1	VV046	Avtomešalnik 300kW 10m3	h	0,1316	38,35	5,05
p3	TrBet-AvtoČrp	Transport betona z avtočrpaliko Q=115m3/h	m3	1,0000	6,42	6,42
p3.1	TrBet-Avtočrp	Transport betona z avtočrpaliko	m3	1,0000	5,63	5,63
p3.1.1	TN051	Transport - Avtočrpalika za beton H=23, V=28, Q=115, betoni [m3]	m3	1,0000	5,63	5,63
p3.1.1.1	SS060	Avtočrpalika za beton H=23, V=28, Q=115	h	0,0794	65,55	5,20
p3.1.1.2	PD003	Gradbeni delavec KV	h	0,0412	10,36	0,43
p3.2	Zastoj	Zastoj avtomešalnika pri iztrosu	m3	1,0000	0,79	0,79
p3.2.1	TN056	Transport - Avtomešalnik 300kW 10m3, betoni [m3]	m3	1,0000	0,79	0,79
p3.2.1.1	VV046	Avtomešalnik 300kW 10m3	h	0,0206	38,35	0,79
p4	VgrBet-Strojno	Vgrajevanje betona - strojno, temelji	m3	1,0000	6,80	6,80
p4.1	B0002	Vgrajevanja betona - strojno, temelji	m3	1,0000	6,80	6,80
p4.1.1	PD008	Betoner PK	h	0,3251	9,99	3,25
p4.1.2	PD009	Betoner KV	h	0,3251	10,36	3,37
p4.1.3	OP003	Pervibrator fi 45 z elektromotorjem 2,5kW	kpl/h	0,3251	0,45	0,15
p4.1.4	S006	Voda iz vodovoda	m3	0,0400	0,90	0,04
p5	NegaBet	Nega betona plošče 20°C < T < 30°C	m2	10,0000	0,62	6,24
p5.1	B0009	Nega betona - plošče	m3	1,0000	0,62	6,24
p5.1.1	PD003	Gradbeni delavec KV	h	0,0593	10,36	6,14
p5.1.2	S006	Voda iz vodovoda	m3	0,0107	0,90	0,10

Slika 2 • Primer analize cene postavke betoniranja (Axis, 2016).



večja vlečna sila, kar pomeni več lokomotiv. Žal izvajalec svojih trditvev ne utemeljuje s primerjavo razmerja med stroški in vertikalnim naklonom ob dani višinski razliki med Koperom in Divačo kljub zahtevi v specifikaciji naročila, da je treba vse predloge tudi finančno oceniti. Le tako bi lahko presodili, kje je optimalna točka dveh krivulj: stroškov pri gradnji in stroškov uporabe pri različnih vzdolžnih naklonih.

### 3.2 Predpisana metoda preveritve stroškov po metodi ABC

V ključnem poglavju revizije, kjer bi morali preveriti obstoječo oceno stroškov, je revizija vsebinsko nezadostna. V specifikaciji naročila je določeno, da je treba stroške preveriti s t. i. ABC-analizo (Wikipedia, 2016). Na Wikipediji lahko preberemo, da pomeni ABC-analiza analizo, ki temelji na določanju postopkov del in določanju vrste in obsega virov pri teh postopkih del (ang. Activity Based Costing). Tovrstni analizi stroškov za vsako posamezno postavko, ki pomeni temeljno analizo v stroškovnem inženirstvu (ang. Cost Engineering), pravimo gradbena kalkulacija.

Za boljše predstavo, kaj pomeni analiza stroškov posamezne postavke, naj predstavimo kalkulacijo postavke za betoniranje temeljev s ceno 91,92 EUR /m<sup>3</sup> (slika 2). Pri taki analizi so obravnavani vsi postopki del in pri vsakem postopku del je napisan vir s faktorjem porabe, ceno in zneskom.

### 3.3 Uporabljen neprimeren primerjalna metoda preveritve ocene finančne vrednosti predorov

Predori zavzemajo kar tri četrtine stroškov pri 2. tiru, kot je ugotovil naročnik. Zato je zelo pomembno, kako so ti stroški preverjeni. Izvajalec je za preveritev stroškov uporabil neprimeren poenostavljen postopek preveritve ocene, ki v nikakršnem pogledu ne zadosti zahtevam v specifikaciji naročila, ki jo je podal naročnik. Za preveritev stroškov izvedbe predorov je uporabil zgolj primerjavo s finančnimi vrednostmi različnih predorov, ki so jih gradili po svetu v zadnjih 18 letih. Te finančne vrednosti je delil s številko, ki najverjetneje predstavlja prostornino izkopanega materiala, in tako dobil finančno vrednost predora za m<sup>3</sup> izkopanega materiala za različne predore. Takšna metoda primerjave finančnih vrednosti predorov glede na strošek izkopa m<sup>3</sup> je primerna le za oceno, ali je potrebna revizija ocene vrednosti projekta, kar pa je naročnik že ugotovil, saj je naročil revizijo. Vsekakor pa

ne potrebuje v reviziji podane ugotovitve, naj naročnik podrobneje preveri stroške!

Tudi v primeru, da izjemoma sprejmemo uporabljeno metodo za primerno, je pri njeni uporabi marsikaj sporno že pri vhodnih podatkih:

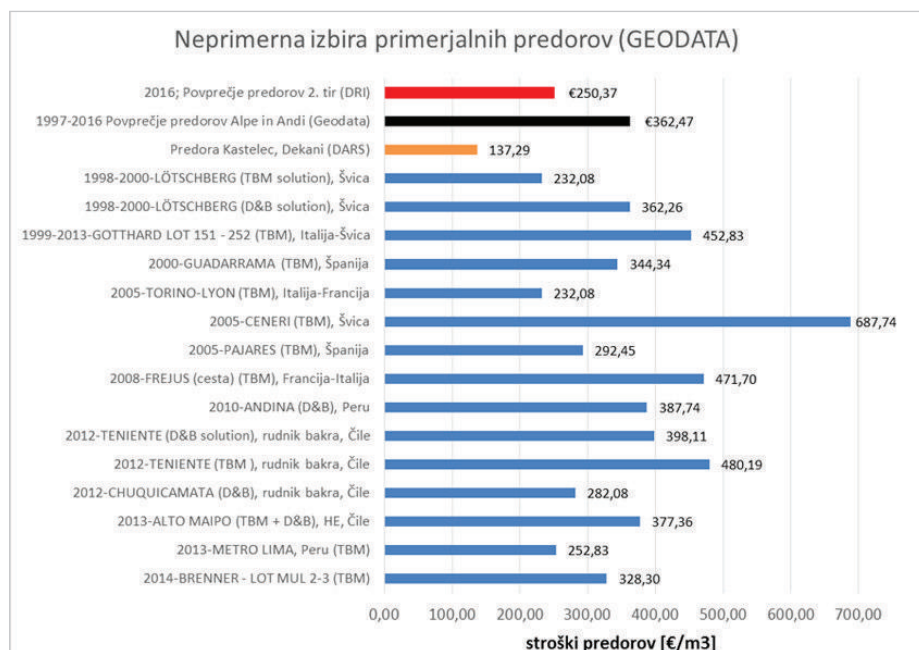
- Izvajalec ne navaja svojega vira podatkov finančnih vrednosti predorov, da bi dokazal verodostojnost svojih podatkov.
- Ni podano, ali so te finančne vrednosti projektantske ocene napovedi vrednosti predorov, ali so to vrednosti sklenjenih pogodb za gradnjo predorov, ali gre za seštevke končnih stroškov skupaj z aneksi.
- Ni znano, ali so davki vključeni.
- Finančne vrednosti niso revalorizirane na datum analize.
- Ni podan obseg del v sklopu teh finančnih vrednosti: ali so poleg izgradnje predora v to vključeni predhodne raziskave, projektiranje, vodenje in nadzor, stroški financiranja, morebitne deviacije obstoječe infrastrukture, nadomestne gradnje in druge pogojevane investicije, izgradnja dostopnih cest, ravnanje z izkopanim materialom ...
- Tudi v primeru, da gre za končne vrednosti, kjer so seštet vsi stroški za določen predor, še vedno ne vemo, kakšna je prava vrednost del, ali je izvajalec imel izgubo ali dobiček, ali je bila projektna dokumentacija kvalitetna, ali je bila izbrana ustreznost tehnologija izkopa in

gradnje, ali je bilo upravljanje projekta pri izvajalcu racionalno.

- Nikjer ni podano, katera prostornina izkopa je bila upoštevana. Pri tem velja opozoriti, da je eno projektiran profil izkopa, drugo nadprofil, v katerega so vključeni tudi zruški, tretje pa koristen uporabni profil predorske cevi.
- Nikjer ni podano, kako so referenčni predori sploh primerljivi s predori na trasi 2. tira v smislu geološko-hidroloških pogojev, ni napisana vrsta predora (cestni, železniški, dovodni kanal za HE, kanal za kanalizacijo, evakuacijska cev ...), kolikšen je bil obseg dodatnih nepredvidenih del. Ni znano, kako so predori primerljivi glede na velikost izkopnega profila in dolžino.
- Izvajalec bi lahko v svoji analizi uporabil podatke o finančni vrednosti primerljivih sosednjih predorov, zgrajenih v okviru avtocestnega omrežja (Kastelec, Dekani, Markovec), a je namesto tega uporabil podatke za nereprezentativne predore, med drugimi tiste iz rudnikov bakra iz Južne Amerike ali najdaljših alpskih predorov, kot sta Gotthard in Brenner.

### 3.4 Natanznost cen za faktor 3

Zgoraj smo našli le nekaj parametrov, ki vplivajo na to, koliko bo predor stal. Problem pavšalnega sklepanja, ki mu ne moremo reči analiza, je v tem, da je izvajalec primerjal povsem neprimerljive predore.



Slika 3 • Stroški predorov ki jih navajajo Geodata, DRI in DARS, vir (Geodata, 2016b).

Da je to popolnoma napačno in nedopustno, sledi iz prikaza cen predorov, kot imenuje finančne vrednosti (slika 3). Cene predorov s celega sveta (Geodata, 2016b), ki jih primerja s predori na trasi 2. tira, so v razponu od 220 EUR/m<sup>3</sup> do 650 EUR/m<sup>3</sup>. Gre za razpon za faktor od 1 do 3. Izvajalec je ocenil stroške za posamezne predore pri projektu 2. tira od 202 EUR/m<sup>3</sup> do 356 EUR/m<sup>3</sup>, torej v razponu za faktor od 1 do 1,8. Kakršnokoli sklepanje na takšni osnovi je popolnoma nesmiselno glede na prevelik raztros vrednosti rezultatov, ki jih navaja izvajalec. Izvajalec zaključuje, da znaša povprečna cena gradnje vseh predorov za 2. tir 265 EUR/m<sup>3</sup> (Geodata, 2016b), kar naj bi bilo, kot navaja izvajalec, za 25 % manj, kot je povprečje cen tujih predorov, ki jih navaja, to je 351 EUR/m<sup>3</sup>. Za primerjavo smo dodali tudi povprečne stroške slovenskih predorov Kastelec (DARS, februar 2006) in Dekani (DARS, marec 2006), revalorizirane v decembru 2016.

**Izvajalec ne samo da ni upošteval navodil naročnika, naj preveri vrednost projekta za celoten predračun in za vse postavke po predpisani analitični metodi, ampak je samovoljno izbral strokovno povsem neprimerno metodo primerjave finančne vrednosti predorov kot celote. Dejstvo, da je cenovni razpon prevelik za kakršnekoli analize in zaključke, pa pomeni, da izvajalec ni prepoznal primerljivih predorov in ni dal predorov na skupni imenovalec, zato so zaključki zavajajoči in napačni.**

### 3.5 Slovenski gradbeni trg ima cene za 25 % nižje od srednjeevropskih

V nadaljevanju revizije je podana ugotovitev, da bi bilo treba za oceno stroškov gradnje predorov upoštevati za 25 % višje cene. Uporabljene »prenizke cene« v investicijski dokumentaciji, ki jo je pripravilo podjetje DRI – Družba za razvoj investicij iz Ljubljane (v nadaljevanju vodja projekta), pa izvajalec razloži s tem, da ima slovenski trg gradbenih storitev posebnosti zaradi krize. Ta trditve ni podprta z nobenimi konkretnimi podatki oziroma analizo, ki bi to potrjevala. Ta pavšalna predpostavka je hkrati v nasprotju s trditvami vodje projekta, da so bile pri izdelavi ocene stroškov izgradnje upoštevane cene iz avtocestnega programa, ko krize v Sloveniji še ni bilo.

### 3.6 Manjkajoče cene pri predorih

Projekt nove železniške povezave med Koper in Divačo vsebuje 8 predorov, od tega so trije veliki predori T1, T2 in T8, ki zavzemajo tri četrtine celotne dolžine predorov. V

reviziji izvajalec ugotavlja, da so posamezni projektantski predračuni nepopolni – sicer obstajajo popisi del, vendar pa manjkajo cene za postavke za štiri predore: T3, T4, T6 in T7. Kljub temu je v predračunu v rekapitulaciji stroškov napisan znesek v skupni vrednosti skoraj 70 mio. EUR.

Zadnje omenjeno lahko vodi v domnevo, da je vodja projekta preprosto »čez palec« ocenil stroške za te štiri predore, vsekakor pa to izkazuje nezadostno in neprimerno obvladovanje stroškov in poraja dvome tudi o oceni drugih stroškov. Pri tem je treba omeniti, da je bilo do sedaj za inženiring in svetovalne storitve porabljenih skoraj 6,5 mio. EUR, za stroške projektiranja 2. tira pa 28 mio. EUR (2TDK, 2016)!

### 3.7 Pomanjkljiva oziroma neizvedena kontrola opisov del, količin in cen v projektne predračunu

Izvajalec je v specifikaciji naročila (MzL, 2016a) dobil nalogo, naj preveri in oceni:

1. pravilnost vsebine izdelanih popisov del,
2. količine v postavkah predračuna,
3. cene v postavkah predračuna.

Projektantski predračun je običajno sestavljen iz več poglavij (ki predstavljajo objekte ali odseke trase), ta pa se naprej lahko delijo na poglavja po vrstah del, ki so sestavljena iz posameznih postavk. Vsaka postavka pa je sestavljena iz opisa izdelka ali storitve, enote mere, količine, cene na enoto mere in izračunanega zneska postavke:

Količina x cena/enota mere = vrednost postavke.

Vsota vseh vrednosti postavk = vrednost projekta.

Iz zgoraj napisanih formul razberemo, da je vrednost projekta odvisna od vseh postavk, zato je treba vse tudi preveriti. Znesek postavke pa je odvisen tako od količine kot tudi od cene. Ali je izvajalec res pregledal vse opise del, težko ocenimo. Glede na to, da bi moral v treh mesecih prevesti vse postavke v italijanščino ter popis prebrati in ga preveriti, pa o tem upravičeno dvomimo. Izvajalec je v poročilu pisal le o cenah, pri čemer je imel v mislih zneske v rekapitulacijah poglavij. Izvajalec se ni spuščal v podrobnosti predračuna, ampak je bežno preletel le površino. **To je tako, kot da bi bralec prebral le kazalo in trdil, da je prebral knjigo.** Izvajalec ni vsebinsko podal nobene pripombe k opisom del, prav tako ni dokazal nobenega izračuna količin, s katerimi bi dokazal svojo kontrolo. Prav tako ni naredil nobene analize, s katero bi dokazal pravilnost cen.

### 3.8 Ocena stroškov optimizacije projekta za varianto samo tovorni promet po metodi »čez palec«

Izvajalec nadaljuje prakso ocene »čez palec« tudi v primeru preveritve stroškov za primer, da bi bil drugi tir namenjen samo tovornemu prometu. Pri tem predpostavi le to, da evakuacija oseb v primeru nesreče ni mogoča. To pomeni, da se pri predorih T1, T2 in T8 servisna cev ne zgradi in da cevni izhodi pri krajših predorih prav tako ni. Ne upošteva nobene druge optimizacije.

**Brez kakršnekoli analitične osnove uvede predpostavke (po metodi »čez palec«) o zmanjšanih stroških glede na stroške, ocenjene po projektne predračunu.** Predpostavi, da se stroški gradnje predorov v primeru

WBS	KrOpis	OrgOpis	EM	Količina	CenaNep	VredNep
	GOI - Izmere					6.641.229,83
1	A	GRADBENA DELA		0,00	0,00	2.260.073,40
1.1	I.	Pripravljajna dela, organizacija gradbišča		0,00	0,00	35.136,00
1.2	II.	Zemeljska dela		0,00	0,00	79.181,62
1.3	III.	Betonska dela		0,00	0,00	1.109.162,10
1.3.1		Vsi vidni betonski elementi, ki niso ometani, morajo biti izvedeni v kvaliteti gladkega vidnega opaža, po zahtevah standardov DIN 18217 (4) in DIN 18500 (5), DBV VBZ, smernice za vidni beton: -razred vidnih betonov SB 2, razen če ni drugače navedeno	op	0,00	0,00	0,00
1.3.2		Vse izvedbe delovnih stikov mora izvajalec upoštevati v enotni ceni betona in jih prikazati v projektu betona, ki ga mora potrditi stabi!	op	0,00	0,00	0,00
1.3.3		Izvajalec mora v ceni upoštevati: - izdelati projekt betona ter ga predati projektantu in nadzoru v potrditev. - izdelati vzorčne elemente iz betona - vsi kovinski elementi, ki ostanejo na površini ali blizu površine betona, morajo biti nerjavni - distančni armature morajo biti bele barve - nega betona - PREDPOVEDANO je kakršnokoli popraviljanje betona v smislu izparjanje, neravnih opažev, od, brez predhodnih navodil arhitekta. Taka konstrukcija se smatra kot neizvedena. - vsi stiki konstrukcij, ki so v isti ravnini vidne, morajo biti izvedeni neopazno (fot npr. stik med nosilcem in ploščo v območju stopnišč ipd. Temu je potrebno prilagoditi izvedbo betoniranja in opažev.	op	0,00	0,00	0,00
1.3.4	I.	Dobava in vgrajevanje nearmiranega podložnega betona C12/15, prereza 0,10 m,3m,2-mil.	op	0,00	0,00	0,00
1.3.5	1.1	podložni beton pod pasovnimi temelji - telovad.	m3	7,00	77,30	541,09
1.3.6	1.2	podložni beton pod pasovnimi temelji - kolesarnica	m3	0,70	77,30	54,11
1.3.7	1.3	podložni beton pod temeljno ploščo os A;G,a1-a6	m3	102,00	77,30	7.884,52
1.3.8	1.4	podložni beton pod temeljnimi ploščami prizidkov in kolesarnice lope za igrače, deb. 5 cm.	m3	152,00	77,30	11.749,48
1.3.9	1.5	zunanje nadstrešnice	m3	2,00	77,30	154,60

Slika 4 • Prikaz elementov predračuna (Axis, 2016).

tovornega prometa zmanjšajo za eno tretjino. Posledično predpostavi, da se stroški ravnanja z izkopom posledično zmanjšajo za eno tretjino. Pri gradbenih delih prav tako predpostavi, da se stroški zmanjšajo za 20 %, čeprav nikjer v poročilu ne navede, kaj so ta gradbena dela, niti ne pojasni, zakaj se zmanjšajo ravno za 20 %.

Prav tako ne navede pojasnila, po kakšnem ključu so zmanjšani stroški elektrostrojne opreme za 24 %.

Ker zavzemajo stroški predorov tri četrtine vseh stroškov gradnje, to pomeni, da je pavšalno zmanjšana vrednost investicije za 193 mio. EUR, stroški z izkopanim materialom so zmanjšani za 15 mio. EUR, stroški gradbenih del pa za 20 mio. EUR. Skupaj znaša zmanjšana vrednost del za skoraj 228 mio. EUR, in sicer po metodi »čez palec«.

Tak pristop je primeren zgolj za preliminarno oceno stroškov na osnovi idejnih projektov. Glede na dejstvo, da je v reviziji obravnavana dokumentacija na nivoju PGD in tik pred objavo razpisa za izvedbo del, pa je tak pristop povsem nesprejemljiv, saj natančnost ocene stroškov narašča z natančnostjo razpoložljive dokumentacije.

### 3.9 »Optimizacija« gradnje predorov s tehnologijo vrtalne kompozicije (TBM)

V projektni dokumentaciji je predvidena gradnja z uporabo tehnologije NATM. Gre za postopni izkop čela predora z začasnimi in stalnim varovanjem izkopnega profila s sidri, mrežami, jeklenimi loki, sulicami in brizganim betonom. Nosilnost predorske cevi se vzpostavi s stabilizacijo okoliške hribine in ne z betonsko oblogo cevi. To je tehnologija, s katero so bili izdelani vsi slovenski predori na AC-križu.

Za glavno optimizacijo projekta navede izvajalec gradnjo predorov z vrtalno kompozicijo (ang. Tunnel boring machine –TBM). Predlaga 2-plaščno zaščitno cev, ki ima na čelu izkopa vrteči se disk premera kot predorska cev, ki vrta v hribino. Za diskom je transportni trak, ki prenaša izkopano hribino do tovornjakov, ki jo odpeljejo iz predora. Nosilnost daje predoru montažna betonska obloga. Ta tehnologija je bila v Sloveniji uporabljena edino v primeru gradnje dovodnega kanala za HE Dobljar in Plave pri avstrijskem izvajalcu Jager Bau.

V reviziji podano mnenje je pristransko, saj favorizira gradnjo s TBM na osnovi analize, ki je izdelana premalo natančno, izračun časovnih prihrankov pa je napačen.

Pri tako pomembni spremembi je treba navesti vse dobre in vse slabe strani take izbire.

Izbira ustrezne tehnologije je močno odvisna od geoloških razmer, trdnosti in trdnosti hribine, števila prelomnic, kraških jam, vode v hribini ... Predvsem v zgornjem apnenčastem delu se pričakuje veliko kraških jam. Predvideni ukrepi so zelo različni in segajo od zelo obsežnih in zahtevnih del gradnje mostov za železnico v velikih kraških jamah do enostavnejših metod zasipa jam – odvisno od velikosti jam. Pri gradnji s TBM je v poročilu predlagano, da se za zapolnitev uporabi primeren že izkopani material, ki se zameša s cementom, jama se v celoti zasuje, vlaga v jami pa omogoči stabilizacijo te mešanice.

Prednosti TBM:

- Večja hitrost gradnje v homogenih in trdnih tleh

Slabosti TBM:

- Istočasno se lahko gradi le ena predorska cev, če jih je več, se delajo zaporedno.
- Za manjšo servisno cev je treba uporabiti drugi TBM kot za glavno cev.
- Močna upočasnitev gradnje v primeru nehomogenih tal.
- Zaradi popolnoma okrogle cevi je potreben večji izkop kot pri NATM, kjer je izkopni profil jajčaste oblike.
- Zaradi debelejših sten je potreben večji izkop kot pri NATM.
- Zaradi vključenja niš je potreben večji prerez kot pri NATM.
- Zamik začetka del zaradi izdelave TBM-kompozicije.
- Visoki stroški izdelave TBM, ki je unikaten za vsako velikost predorske cevi.
- Prilaganje in predelava TBM za drugačno geološko sestavo (apnenec, fliš, lapor).
- Preprojektiranje vseh že izdelanih načrtov zaradi spremembe tehnologije.
- Prilagoditev cest in mostov (krivine in nosilnost) zaradi dovoza sestavnih delov za TBM.
- Zastoji zaradi del, povezanih s kraškimi jamami.
- Zastoji zaradi posedanja hribine.
- Ukleščenost TBM zaradi prelomnic.
- Večje količine za deponiranje izkopanega materiala.
- Stroški zaradi nabave, dobave in deponiranja montažnih plošč za oblaganje predorske cevi.

#### 3.9.1 Natančen izračun stroškov za TBM

Izvajalec je za TBM celo naredil enostavno analizo stroškov, sestavljeno iz 9 virov, pri čemer je cene določil na meter predorske cevi. To je prevelika poenostavitev, saj se stroški delijo na fiksne in spremenljive, torej tiste, ki so odvisni od dolžine cevi in na tiste, ki so odvisni od projekta kot celote.

Izvajalec bi moral stroške izdelave in končne razgradnje TBM, sestavljanja in razstavljanja za vsak predor in transporta do gradbišča in med predori podati kot fiksne. Enako bi moral kot fiksni strošek obravnavati analizo za transport izkopanega materiala. Proizvodnja montažnih AB-elementov za oblogo zavzema 47 % stroškov, zato bi morala biti bolj detajlno razložena in ne zgolj v eni vrstici. Ni jasno, ali gre za dobavo elementov iz oddaljenega obrata ali za proizvodnjo na lokaciji gradbišča. Ni jasno, ali se pri proizvodnji betonov uporablja kamniti material iz izkopov in na ta način zmanjšujejo stroški deponij. Če je proizvodnja predvidena na lokaciji gradbišča, je treba predvideti tudi postavitve proizvodnega obrata s postrojenjem vred. Prav tako izvajalec ni navedel nobenih virov ali analiz, iz katerih bi bili razvidni podatki, ki bi potrjevali verodostojnost njegovih izhodiščnih predpostavk.

Izvajalec v stroškovni analizi navede le stroške izgradnje dveh velikih predorov T1 in T2 v apnencu po tehnologiji TBM. Ne prikaže pa stroškov za predelavo TBM za gradnjo predora T8 v flišu in laporju. V svoji reviziji tudi ni nedvoumen, ali se predor T8 izvaja s TBM-tehnologijo ali ne. Izvajalec tudi ne navede jasno, ali se servisne cevi gradijo po metodi NATM ali TBM. Če se gradijo s TBM, kar je logično, če predlaga uporabo te tehnologije, potem izvajalec ni upošteval dodatnih stroškov za izdelavo druge kompozicije TBM za manjšo servisno cev. Če bi navedel tudi te manjkajoče stroške, bi rezultat pokazal, da bi bili stroški po tehnologiji TBM višji, zato je tudi s stroškovno analizo optimizacije s TBM zavajal naročnika.

#### 3.9.1 Neprimerna primerjava stroškov TBM-NATM

Zdi se, da izvajalec favorizira gradnjo po TBM in pri tem navaja napačne ugotovitve. Morda je razlog v tem, da bi gradnjo dobilo tuje podjetje, saj slovenska podjetja do zdaj niso gradila po tehnologiji TBM, ampak le NATM.

**Izvajalec pri primerjavi stroškov predorov po tehnologiji TBM in NATM enostavno poveča stroške NATM za 25 %, da lahko prikaže višje stroške kot v primeru TBM. To opraviči s tem, da so cene prenizke v primerjavi s srednjeevropskimi. O tem, da je takšno sklepanje**



### **vajajoče in povsem strokovno neprimerno, smo že pojasnili (glej poglavje 3.5).**

#### 3.9.3 Neprimerna primerjava časovne učinkovitosti TBM-NATM

Tudi pri navajanju časovnega načrta gradnje predorov izvajalec z ugotovitvami zavaja. Ugotavlja, da gradnja z uporabo tehnologije NATM traja 7 let, pri TBM pa 5 let. Izvajalec pri varianti NATM prikaže, da traja gradnja dostopnih cest 1 leto, pri TBM pa začne gradnjo kar takoj, čeprav tudi v primeru TBM potrebuje dostopne ceste in tudi čas za izdelavo vrtalne kompozicije TBM.

V reviziji je nekonsistenten, saj v določenih poglavjih omenja, da se s TBM gradita le 2 predora v apnencu, drugje pa omenja možnost gradnje tudi tretjega predora v flišu in laporju. Pri NATM se za vsak predor lahko postavi 2 napadni mesti in dela lahko napredujejo hkrati z enega in drugega konca pri vseh predorih hkrati. To pomeni, da je pri NATM ozko grlo najdaljši predor. Vsi predori se gradijo kvečjemu toliko časa, kolikor se gradi najdaljši predor. Pri TBM pa imamo na voljo le eno vrtalno kompozicijo, ki gradi predore zaporedno. To pomeni, da ko končamo dela v enem, se premaknemo v drugega in potem v tretjega. Če upoštevamo, da se tudi pri varianti s TBM upoštevata čas za gradnjo dostopnih cest in čas za izdelavo TBM in da se gradijo vsi 3 predori s TBM, potem bi nepristranska analiza pokazala, da traja gradnja s TBM vsaj toliko časa, če ne celo dlje. Čas gradnje in s tem povezani stroški s TBM so močno odvisni od zastojev zaradi geomehanskih in hidroloških okoliščin in bi morali biti prikazani po metodi obvladovanja tveganj.

#### 3.10 Ravnanje z izkopanim materialom

Izvajalec ugotavlja, da je analiza ravnanja z izkopanim materialom izdelana nestrokovno in nenatančno, čeprav je ocenjena na precej visoko vrednost: 47 mio. EUR. Analiza prikazuje le stroške, povezane z izkopanim materialom, ne pa tudi koristi. Upošteva stroške prevoza materiala do kamnoloma Črnotiče, do cementarne v Anhovem in do deponije Bekavec. Izkopani lapor pri spodnjih predorih je surovina za cement, izkopani apnenec pa surovina za beton in izdelavo nevezanih nosilnih plasti pri izdelavi cest. Koristi od dobave oz. prodaje surovinskega materiala niso upoštevane. Prav tako ni izdelana natančnejša analiza količin materiala, ki bo namenjen nadaljnji predelavi ali deponiranju. Niti ni narejena optimizacija stroškov vrste transporta in transportnih poti lapornega materiala do cementarne Anhovo.

Smiselno bi bilo upoštevati, da se čim več izkopane materiala uporabi za surovino pri izdelavi betonov, ki se ponovno vgradijo v predore in druge objekte pri projektu, namesto da se material odlaga na deponijah, betoni pa se proizvajajo iz surovin, pripeljanih od drugod. Čeprav bi moral izvajalec narediti finančno analizo optimizacije, tega tudi v primeru racionalizacije z izkopanim materialom ni naredil.

#### 3.11 Sprememba predorskega profila

Izvajalec za racionalizacijo predlaga znižanje predorskega profila. Zdaj je projektirana svetla višina 7,00 m. Slovenske smernice predvidevajo višino od 5,80 do 6,50 m. Tudi predora Gotthard in Brenner imata nižji profil. Razlika je tudi v obliki. Predori s TBM-tehnologijo so bolj okrogli, NATM pa bolj jajčasti. Izvajalec ne navaja argumentov projektantov, zakaj so izbrali pokončni jajčasti profil. Domnevamo, da so lahko razlog večje tolerance v primeru večjih konvergenčnih posedkov. Izvajalec tudi v tem delu revizije ni navedel stroškovne analize prihrankov in s tem ni izpolnil pogodbenih obveznosti. Izvajalec navaja več možnosti predorskega profila, med drugim tudi 1 veliko cev za 2-tirno progo, ki bi bila na sredini pregrajena z eno vertikalno steno. Tudi za to racionalizacijo ni izdelal nikakršne finančne analize.

#### 3.12 Obvladovanje tveganj brez računanja verjetnosti

Izvajalec je v svojem poročilu izdelal katalog tveganj, ki ga je povzel po smernicah »ocena stroškov za projekte prometne infrastrukture« avstrijskega društva za geotehniko iz leta 2005. V katalogu tveganj je predstavil le seznam potencialnih tveganj. Za rezultat po metodi PPA (ang. Potential Problem Analysis) je ocenil, da tveganja lahko povzročijo povečanje skupnih stroškov projekta v intervalu od 12 do 35 %.

Izvajalec je v katalogu tveganj predstavil 51 vrst tveganj, pri čemer je le manjši del povezan s tveganji v fazi gradnje. Tveganja, kot so pridobitev zemljišč, hrup in tresljaji, nasprotovanje lokalne skupnosti, varnost predora med obratovanjem, povečanje gladine morja in poplave, trki vlakov, požar ali eksplozija, padež iz vlaka, nepravilno natovarjanje ..., nimajo nič skupnega s tveganji pri gradnji, zaradi katerih se vrednost investicije lahko poveča. Izvajalec izbora tveganj ni pripravil v skladu z navodili naročnika, naj oceni le tveganja, povezana s fazo gradnje, ampak je navajal predvsem tista, ki so povezana z načinom

financiranja in celo z uporabo že zgrajene železniške infrastrukture.

Izvajalec za dogodke v katalogu tveganj ni navedel verjetnosti nastopa posameznega tveganja za oba scenarija (optimistični in pesimistični), ni izračunal finančne vrednosti za vsako tveganje in ni izračunal finančnega vpliva za vsako tveganje, kar je sestavni del analize tveganj (kvalitativna in kvantitativna ocena tveganj). **Izvajalec ni predstavil nobenega izračuna, kako je določil finančni vpliv tveganj med 12 % in 35 % oziroma posledično stroške nastopa tveganj od 87 mio. EUR do 256 mio. EUR.**

Izvajalec ni izpolnil naloge v skladu z navodili naročnika, ker ni predstavil analize izračuna tveganj.

#### 3.13 Neprimerno upoštevana in prikazana nepredvidena dela

Vodja projekta je neprimerno prikazoval nepredvidena dela v projektnem predračunu. Namesto da bi jih opredelil glede na vrsto pojavnosti in jih obravnaval po metodi obvladovanja tveganj, jih je obravnaval kot dela, ki se bodo zagotovo opravila. Pri tem pa je s kaskadnim upoštevanjem celo večkrat upošteval odstotke nepredvidenih del tudi pri delih, ki so že sicer bila nepredvidena, in tako nepregledno povečeval vrednost projekta.

**Obstoječi predračun je večkrat pavšalno v % upošteval nepredvidena dela. Najprej za vsak objekt po 7 %, potem pa je še za vsoto, v kateri so že vključena tudi nepredvidena dela, dodatno predvidel nepredvidena dela v nekem %.**

Tako prikazovanje nepredvidenih del v % in z večkratnim upoštevanjem nepredvidenih del je neprimerno s stališča preglednosti vodenja projekta in napačno tudi z vidika obvladovanja tveganj.

V projektu ločimo dela, ki se bodo zagotovo opravila in za katera natančno poznamo količine, in tista, za katera ne vemo, v kolikšnem obsegu se bodo opravila, če sploh. Ta dela, ki se bodo gotovo zgodila, so: betonska obloga, hidroizolacija, elektrostrojna dela, tiri in tirne naprave, komunikacijske inštalacije. Nepredvidena dela pa bi moral pri tem projektu razdeliti na tri vrste in jih obravnavati po metodi obvladovanja tveganj:

- nejasnosti pri dejanski izkopni kategoriji hribine in načinu primarne podgradnje;
- nejasnosti, povezane s kraškimi pojavi, posebno jamami in prelomnicami;
- nejasnosti zaradi napak pri projektiranju in vodenju projekta.

Nejasnosti pri izkopnih kategorijah obstajajo pri vseh zemeljskih delih, tudi pri predorih. Izkopne kategorije so ocenjene glede na podatke iz bližnjih predorov in trase avtoceste, iz izdelanih vrtnin in drugih geofizikalnih preiskav terena. Iz geometrijskih podatkov predora poznamo, koliko bodo končne izkopne količine, ne moremo pa z gotovostjo trditi, da bodo izkopne kategorije in podporni ukrepi v točno takih razmerjih, kot so predvideni. Lahko bo več težjih izkopnih kategorij in manj lažjih, lahko pa bo tudi nasprotno. Ti nepredvideni stroški lahko odstopajo navzgor ali navzdol. Amplitude odstopanja stroškov navzgor ali navzdol bi bilo treba določiti glede na obseg in natančnost predhodno zbranih podatkov, ki so služili za pripravo geološke karte in načrtov primarne podgradnje predora.

Za kraške jame in prelomnice ne moremo trditi, ali se bodo pojavile ali ne. Tovrstna nepredvidena dela lahko odstopajo od predvidene vrednosti le navzgor.

Projekt predvideva v predoru T1 veliko kraških jam. Za sanacijo kraških jam so v predračunu predvideni stroški, ki so skoraj enaki stroškom izkopa in primarne podgradnje in znašajo 30 % celotnih stroškov predora. Pri predoru T2 so stroški sanacije kraških jam ocenjeni na 7 % vseh stroškov predora, pri predoru T8 pa zgolj na 0,5 %. Ali so tako velika odstopanja pri stroških, predvidenih za sanacijo kraških jam, posledica nesorazmerno opravljenih terenskih raziskav ali le drugačnega pristopa stroškovne opredelitve nepredvidenih del, ne moremo vedeti, ker ne vemo, kako je vodja projekta obravnaval tovrstne probleme. Treba bi bilo že vnaprej predvideti ukrepe za različne primere kraških jam, od velikih, srednjih do manjših. Na podlagi geoloških raziskav pa določiti obseg pojavnosti teh kraških pojavov. Pravilen način obravnave nepredvidenih del je torej po metodi obvladovanja tveganj. To pomeni, da bi morali o vrednosti projekta govoriti v intervalu. Dela, ki se bodo gotovo zgodila, bi pomenila konkretno vrednost, nepredvidena dela pa bi lahko nastala ali pa ne, lahko bi projekt pocenila ali pa ga podražila. Strokovnjaki družbe Axis so izračunali stroškovnik projekta (Strah, 2017). Če te izračune upoštevamo, lahko poenostavljeno prikazemo, na kakšen način bi upoštevali metodo obvladovanja tveganj:

Izračunana vrednost neposrednih zagotovo potrebnih del: 523 mio. EUR.

Izračunana vrednost posrednih zagotovo potrebnih del: 79 mio. EUR.

Vpliv stroškov na izkopne kategorije je ocenjen na od -30 mio. EUR do +30 mio. EUR.

Vpliv stroškov zaradi kraških pojavov je ocenjen na od 0 do 28 mio. EUR.

Vpliv napak zaradi načrtovanja in vodenja je ocenjen na 52 mio. EUR.

Na podlagi teh podatkov lahko ocenimo, da je najnižja ocenjena vrednost projekta  $523 + 79 - 30 = 572$  mio. EUR

Najvišja ocenjena vrednost pa je  $523 + 79 + 30 + 28 + 52 = 712$  mio. EUR.

Lahko pa izračunamo tudi najverjetnejšo vrednost projekta. Če poenostavimo in predpostavimo, da je pričakovana verjetnost vseh nepredvidenih del 50 %, potem izračunamo vrednost projekta:  $523 + 79 + 0,50 (-30 + 30 + 28 + 52) = 642$  mio. EUR.

**Če obstaja dobra projektna dokumentacija in je pri tem prisoten dober vodja investicije, se lahko predvidijo skoraj vsa dela. Za nepredvidena dela se navedejo tista, ki jih moramo predpostaviti, vendar o njih zaradi različnih okoliščin ne more vedeti, ali bodo zagotovo opravljena v predvidenem obsegu ali ne. Zato se taka dela obravnavajo v skladu z metodo obvladovanja tveganj.**

### 3.14 Vrednost projekta po predračunu, ki ga je pripravil vodja projekta

Gre za vrednost projekta za varianto, predvideno s projektom za pridobitev gradbenega dovoljenja, brez optimizacij in drugih sprememb. To je varianto z enocestnim železniškim predorom, ki ima pri daljših predorih servisno cev vzporedno z glavno cevjo in pri krajših predorih, tam, kjer je potrebno, ubežne cevi pravokotno na glavno cev. Ker je v poročilu izvajalca revizije vrednost projekta predstavljena nepregledno, smo se odločili, da jo predstavimo še enkrat, da ugotovimo, ali številke držijo.

V poročilu (Geodata, 2016b) je razdelitev stroškov, ki se ne ujema z nobeno rekapitulacijo investicijske vrednosti, ki je prikazana na spletnih straneh Direkcije za infrastrukturo (MzI, 2016b). Poročilo navaja, da gre za skupno rekapitulacijo po projektantskem predračunu, pri čemer predvidevamo, da so stroški železniške infrastrukture upoštevani v drugih gradbenih delih na trasi, elektrostrojna oprema pa je zajeta v predorih. Vrednost projekta po predračunu, ki ga je pripravil vodja projekta, je 790 mio. EUR brez DDV.

Stroški so razdeljeni takole:

- 48 %: predora v apnencu skupne dolžine 12,7 km: T1 in T2
- 11 %: predor v flišu in laporju dolžine 3,8 km: T8
- 15 %: drugi predori v flišu in laporju skupne dolžine 3,9 km

- 12 %: druga gradbena dela na trasi
- 6 %: ravnanje z izkopanim materialom
- 5 %: mostovi
- 3 %: dostopne ceste

### 3.15 Popravek vrednosti pri izvajalcu Geodati

Popravki se nanašajo na predvideno projektno rešitev brez optimizacij in drugih sprememb. Izvajalec v analizi končne vrednosti projekta upošteva naslednje popravke:

- izvzame nepredvidena dela iz predračuna (-55 mio. EUR);
- izvzame predvidene stroške za organizacijo gradbišča iz predračuna (-30 mio. EUR);
- poveča stroške za signalne naprave (+9 mio. EUR);
- zmanjša stroške pri videonadzoru (-5 mio. EUR);
- stroški, ovrednoteni v projektni dokumentaciji in manjkajoči v predračunu (+10 mio. EUR);
- izpuščeni seštevki v predračunu (+10 mio. EUR).

Izvajalec je ocenil, da se stroški zmanjšajo za 61 mio. EUR, kar pomeni, da je nova cena 729 mio. EUR.

### 3.16 Ukrepi za kraške jame bi morali biti v poglavju tveganj

Izvajalec pravi, da obstoječe geološke in hidrološke raziskave niso bile opravljene v zadostni meri, da bi lahko potrdile ukrepe, ki so sicer detajlno obdelani v projektni dokumentaciji in posledično zajeti v predračunu. Izvajalec pravi, da je bil obseg vrtnin le 20 % tistega, ki ga priporoča Nacionalni komite za gradnjo predorov ZDA (USNCTT, 1984). Nenatančna projektna dokumentacija pomeni več reševanja problemov pri gradnji. To pa pomeni podaljšanje gradnje in nepredvidene višje stroške. Izvajalec navaja, da so v projektni dokumentaciji narisane prelomnice, ki se jih s podatki raziskav ne da potrditi. Priporoča, da bi se opravili dodatna vrtnanja in dodatne geofizikalne preiskave, pri čemer priporoča AMT, s katerimi bi pridobili natančnejše podatke, na podlagi katerih bi lahko izdelali bolj zanesljive načrte in zmanjšali vpliv tveganj, še posebno na območjih, kjer se predvidevajo kraški pojavi. Ukrepi zaradi kraških jam so napačno obračunani v predračunu med deli, ki se bodo zagotovo zgodila v vrednosti 72 mio. EUR za vseh 8 predorov. Izvajalec zato izvzame nepredvidena dela iz neposrednih del, ki se bodo zagotovo zgodila, in jih uvrsti med nepredvidena dela.

Izvajalec navaja, da bi izdelava analize R-index opredelila vpliv tveganj, povezanih s slabo projektno dokumentacijo, vendar tega v katalogu tveganj ne upošteva in ne naredi, čeprav bi to moral v skladu s pogodbo.

### 3.17 Organizacija gradbišča

Le pri predoru T2 je zajeta postavka za organizacijo gradbišča v vrednosti 32 mio. EUR, pri predorih T1, T5 in T8 so ti stroški od 0,014 mio. EUR, do 0,017 mio. EUR, pri drugih predorih ta postavka sploh ni opredeljena. Napaka je zelo visoka vrednost organizacije gradbišča, saj tudi pri predoru T2 v projektni dokumentaciji ni detajlno obrazloženo, kaj zajema organizacija gradbišča, zato je izvajalec 30 mio. EUR iz tega naslova izločil iz predračuna.

Običajno se organizacija gradbišča upošteva že v enotnih cenah, vendar tudi ni napačno, če je ločeno prikazana, da ni dilem pri obračunavanju posrednih stroškov, če se rok podaljša. Vprašanje pa je, ali cene vključujejo tudi posredne stroške izvajalca gradnje (kamor spada organizacija gradbišča) ali ne. Na to izvajalec revizije v poročilu ni odgovoril.

### 3.18 Nepregledni rebalans investicijske vrednosti v letu 2013

Vodja projekta je leta 2013 izdelal rebalans investicijske vrednosti (MzI, 2016b), pri čemer se je vrednost projekta zvišala za 323 mio. EUR, iz 737 mio. EUR na 1060 mio. EUR.

Izvajalec Geodata (Geodata, 2016b) je v končnem poročilu na strani 117 izračunal vrednost projekta med 935 mio. EUR in 1100 mio. EUR (brez upoštevanja dodatnih stroškov za prilagoditev razpisa za TBM in dodatnih terenskih preiskav).

Izvajalec Geodata pojasnjuje razliko investicijske vrednosti v letu 2013 za 126 mio. EUR zaradi:

- zvišanja stroškov za 4,25 % (42 mio EUR)
- ugotovljenih dodatnih nepredvidenih del (17 mio EUR)
- drugih del (11 mio EUR)
- svetovanja (5,5 mio EUR)
- upravljanja projekta 5 let (24 mio EUR)
- nadzora nad projektom (27 mio EUR)

Ostalo razliko pa pojasnjuje z napakami pri izračunih za 61 mio. EUR (glej poglavje 3.15) in oceni nepredvidenih stroškov (od 12% do 35%, glej poglavje 3.19), ki jih ocenjuje v razponu od 87 do 256 mio EUR. Kljub računanju stroškov iz obeh virov se seštevki ne ujemajo.

**To, da se stroški zvišajo za neki % brez opisa del, je nenavadno. To, da se stroški opišejo kot nepredvidena dela, kot druga dela, kot**

**svetovanje, pomeni nejasno definiran projekt brez opisa del, brez količin, vendar z bogatim proračunom; pomeni, da je projekt vsebinsko nejasno določen.**

Izvajalec v poročilu niti ne razloži, kaj so ta nejasno določena dela, niti jih ne problematizira, kar je glede na njihov skupni seštevke 126 mio. EUR nerazumljivo.

Edino, kar lahko ocenimo, so stroški za upravljanje projektov in njihov nadzor v skupni

višini 51 mio. EUR za obdobje petih let. Če predpostavimo, da so mesečni stroški povprečnega inženirja 4000 EUR, pomeni, da bo vsak mesec, za dobo 5 let, za potrebe upravljanja in nadzora pri projektu angažiranih 212 inženirjev. Po sedanjih izkušnjah ocenjujemo, da gre za precej pretirano oceno. Treba je povedati, da gre tu le za osebe naročnika, saj so inženirji pri izvajalcu gradnje zajeti v enotnih cenah.

			(mio. EUR)
Neposredni stroški izvedbe (DRI) + popravki (Geodata)			729
DRI			
	nepredvidena dela	7 %	55
	nepredvidena dela, 2013		17
			72
Geodata			
	ocena tveganj Geodata, optimistično	12 %	87
	ocena tveganj Geodata, pesimistično	35 %	256

Preglednica 2 • Nepredvidena dela po oceni Geodata in DRI (Geodata, 2016b)

			(mio. EUR)
Neposredni stroški izvedbe (DRI) + popravki (Geodata)			729
Geodata, pesimistični scenarij tveganj			255
DRI, popravki			
	inflacija 2012–2013		42
	nepredvidena dela		17
	druga dela		11
	svetovanje		5
	vodenje in nadzor		51
	inflacija 2013–2016		9
Geodata, popravki			
	preprojektiranje za TBM		4
	dodatne preiskave terena		10
	manjši profil predora		-29
	izboljšanje elektrike in vozne mreže		5
	ravnanje z izkopanim materialom		-20
	slovenske cene so 25 % prenizke		146
	delitev projekta na 2 gradbišči		-59
neto vrednost			1176
davek		22 %	259
			1435

Preglednica 3 • Stroški projekta po oceni Geodate (Geodata, 2016b)



### 3.19 Pregled stroškov projekta po stroškovnih izhodiščih vodje projekta in ugotovitvah izvajalca

V nadaljevanju želimo predstaviti, kakšen je vpliv nepredvidenih del na vrednost investicije v analizi Geodate, če se za izhodišče vzamejo izračuni vodje projekta in ugotovitve izvajalca revizije. Gre za varianto za mešani promet in 1-tirno progno s servisno cevjo.

Vodja projekta je nepredvidena dela ocenil na 72 mio. EUR, izvajalec Geodata pa je tveganja, kar v bistvu predstavljajo nepredvidena dela, ocenil na precej več, do 256 mio. EUR (preglednica 2). Osnovni problem in napaka sta v tem, da niti vodja projekta niti izvajalec nista predložila nobenih pojasnil, analiz ali izračunov, kako sta pridobila te ocene.

Lahko ugibamo, da je šlo pri določitvi obsega tveganj za povratno analizo. To pomeni, da je bil rezultat analize že vnaprej znan – to so stroški 1,4 mrd. EUR, o kateri govori vodja projekta, stroški neposrednih del so bili znani, zato so se morala nepredvidena dela oz. tveganja povečati. Zato za oceno tveganj ni nobenih izračunov, ker jih ne bi bilo mogoče upravičiti.

Po podatkih, ki jih je pripravila Geodata, so popravki DRI z rebalansom leta 2013 povečali investicijsko vrednost za 135 mio. EUR. Geodata pa je predlagala povišanje predračuna še za dodatnih 57 mio. EUR.

Pri vrednosti investicije se ne všteje davek, saj se ta po državah spreminja. In če gre za javne investicije, država davek obračuna enkrat kot izdatek, drugič pa kot dohodek, kot tak pa ne vpliva na bilanco.

### 3.20 Napačen izračun stroškov projekta pri izvajalcu Geodati

Minister je po objavi poročila Geodate v začetku decembra odšel v Bruselj, da bi evropskim uradnikom predstavil »strokovno študijo« izvajalca Geodate (Geodata, 2016b). Ne vemo, ali je kdo v Sloveniji, razen »pro bono« strokovnjakov civilne družbe, študijo Geodate sploh prebral, razumel in preveril številke, saj je ravno na koncu dokumenta kot kronski dokaz predstavljena preglednica, ki prikazuje, da je metoda TBM, ki naj bi bila glavna racionalizacija, prikazana napačno, saj so rezultati napačno izračunani.

V končnem poročilu (Geodata, 2016b) je bilo narejenih več računskih in vsebinskih napak:

- Nepravilna uporaba osnove nizkih »slovenskih cen« namesto višjih »evropskih cen« za izračun prihranka pri gradnji s TBM.

- Nepravilno upoštevanje prihranka s TBM, s tem da se vsi predori gradijo s TBM, čeprav so za gradnjo s TBM predvidene le dve cevi dveh predorov.
- Niso upoštevani stroški garniture TBM za servisno cev.
- Prihranek zaradi razdelitve projekta na 2 dela.
- Računska napaka pri prihrankih zaradi znižanja predorske cevi.

V študiji so napačno upoštevani stroški gradnje s TBM. Izvajalec prikazuje, da gre pri uporabi TBM za prihranek stroškov. V končnem poročilu (Geodata, 2016b) – v poglavju 8.2.3 Povzetek dejavnikov pri oceni stroškov za eno-jne tovarne predore in obstoječi projekt – na strani 95 razlaga, da je strošek predorov brez servisne cevi po »slovenskih cenah« po metodi NATM 391 mio. EUR, strošek po tehnologiji TBM pa 442 mio. EUR. Ko izvajalec govori o slovenskih cenah, so to cene iz predračuna, ki ga je pripravil vodja projekta, in so skoraj enkrat višje od cen predorov na avtocestnem omrežju, kot smo pokazali v poglavjih 3.4 in 3.5. Zato je trditev o nizkih slovenskih cenah neresnična. Da bi izvajalec prikazal, da je metoda TBM cenejša, trdi, da so »evropske cene« za 25 % višje od slovenskih, zato dvigne ceno

po NATM na 489 mio. EUR (391 x 1,25). In potem nestrokovno zaključuje, da je TBM cenejši za 10 % (489/442).

**V končni preglednici na strani 152 napačno predpostavi kot osnovo za znižanje stroškov kar neto vrednost vseh osmih predorov: 585 mio. EUR, čeprav predlaga gradnjo po metodi TBM le za dva predora. Zato napačno predpostavi, da je prihranek tudi pri preostalih šestih predorih enak in znaša 10 %, torej 58 mio. EUR. Vendar je to prihranek, ki se lahko obračuna le na osnovo, ki bi bila izračuna z visokimi »evropskimi cenami«, in ne na osnovo z nizkimi »slovenskimi DRI-cenami«, ki so jih upoštevali v analizi.**

V preglednici na strani 152 v 1. vrstici prikaže (»skupaj neto, dokončna«) stroške po »slovenskih cenah« in neupravičeno prikaže za 58,5 mio. EUR prihrankov. Te prihranke bi lahko prikazal, če bi vzel za osnovo »evropske cene« in strošek predorov 731 mio. EUR (585 x 1,25). Naslednja napaka, ki jo naredi, je, da v stroških upošteva le eno garnituro TBM za cev prereza 70 m<sup>2</sup>, ne pa tudi stroškov druge garniture TBM, ki vrta cev prereza 40 m<sup>2</sup>. To pomeni, da so stroški za TBM še podcenjeni. Poglejmo, kakšna je pravilna analiza in koliko so stroški gradnje enocevni predorov T1

samo gradbena dela	m <sup>3</sup>	EUR/m <sup>3</sup>	cena samo gradbena dela	cena gradb. + elektrostrojna dela
NATM	preglednica 5, str. 57	preglednica 14, str. 86		
Enocevni predor T1, brez servisne cevi	469.980	268 EUR	125.954.640 EUR	136.764.180 EUR
Enocevni predor T2, brez servisne cevi	421.190	264 EUR	111.194.160 EUR	120.881.530 EUR
ES-oprema		23	EUR/m <sup>3</sup>	257.645.710 EUR

gradbena dela	m <sup>3</sup>	EUR/m <sup>3</sup>	cena samo gradbena dela	cena gradb. + ES dela
TBM	preglednica 5, str. 57		preglednica 25, 26; str. 94, 95	
Enocevni predor T1, brez servisne cevi	469.980	309 EUR	145.088.161 EUR	155.897.701 EUR
Enocevni predor T2, brez servisne cevi	421.190	340 EUR	143.127.585 EUR	152.814.955 EUR
ES-oprema		23	EUR/m <sup>3</sup>	308.712.656 EUR

dražja gradnja predorov T1 in T2 s TBM:	51.066.946 EUR
---	----------------

Preglednica 4 • Pravilni izračun ocene stroškov za predora T1 in T2 po metodi NATM in TBM

Št.	Postavka	Predori NATM Min. skupni stroški (EUR)	Predori NATM Maks. skupni stroški (EUR)	Predori TBM T1, T2 Min. skupni stroški (EUR)	Predori TBM T1, T2 Maks. skupni stroški (EUR)
1	Skupaj neto, dokončna (tč. 9.3, tab. 44, str. 112–113)	957.259.474	1.133.517.103	957.259.474	1.133.517.103
4	Projekt z zmanjšanim presekom in gradnja (-5 %)	-29.000.000	-29.000.000	0	0
5	Gradnja s TBM T1, T2 (-10 %)	0	0	-58.500.000	-58.500.000
6	Mostova Glinščica 1+2, izboljšana za TBM (+35 %)	0	0	3.500.000	3.500.000
7	Izboljšanje cest, TBM (+10 %)	0	0	2.800.000	2.800.000
8	E+M (25kV transformatorji in toga vozna mreža) izboljšano za nivo TEN-T (+10 %)	4.800.000	4.800.000	4.800.000	4.800.000
9	Ponovna uporaba presežkov materiala (+50 %)	-20.000.000	-20.000.000	-20.000.000	-20.000.000
10	Ponudbe mednar. družb (+25 %)	146.000.000	146.000.000	0	0
11	Delitev projekta na 2 gradbišči (-5 %)	-47.500.000	-58.500.000	-47.500.000	-58.500.000
12	Vmesna zmanjšanja/povečanja (vsota 2-11)	54.300.000	43.300.000	-114.900.000	-125.900.000
13	Celotni skupni neto, dokončno (»mešani promet«)	1.011.559.474	1.176.817.103	842.359.474	1.007.617.103

Preglednica 5 • Končno poročilo Geodate: preglednica z napačnimi zneski (Geodata, 2016b)

in T2 po varianti NATM in TBM. Dejansko bi morala Geodata upoštevati le stroške za predora T1 in T2 ter brez servisne cevi, ki naj bi se gradila, po predlogu Geodate, po metodi TBM. Vse podatke, na katere se sklicujemo, smo dobili v Končnem poročilu Geodata (Geodata, 2016b). Količine izkopanega materiala smo dobili na strani 57, povprečne slovenske DRICene/m<sup>3</sup> na strani 86, stroške izgradnje samo predorov brez servisne cevi po tehnologiji TBM pa na straneh 94 in 95.

V preglednici 4 smo prikazali izračun, s katerim smo dokazali, da so stroški gradnje s TBM v primerjavi s »slovenskimi DRI-cenami« višji za 51 mio. EUR. Če bi upoštevali, da se tudi servisna cev predorov T1 in T2 gradi s TBM, bi bila ta razlika še večja.

Druga večja napaka v preglednici na strani 152 pa je ta, da prikazuje pri varianti s tehnologijo TBM za 25 % višje stroške. S kvazianaličnim izračunom upošteva v ničemer dokazano trditve, da bi bile mednarodne ponudbe za 25 % višje od DRI-cen, čeprav smo dokazali da so DRI-cene skoraj enkrat višje od cen predorov na avtocestnem

omrežju (glej poglavje 3.4).

Prav tako zavračamo možnost pocenitve projekta za 47 do 58 mio. EUR le s tem, da projekt razdelimo na 2 razpisa, posebno ker predračun ni predvideval, kako bo projekt razdeljen. Logično sklepamo: ni mogoče trditi, da predračun ni predpostavil razdelitve projekta na 2 dela, zato ni mogoče trditi, da obstaja prihranek.

Manjšo napako le za 4 mio. EUR pa je Geodata naredila, ko je predpostavila prihranke zaradi znižanega prometnega profila. Te je na strani 56 ocenila na 27 mio. EUR prihranka in 2 mio. EUR dodatnih stroškov zaradi preprojektiranja, v preglednici pa je upoštevala prihranek 29 mio. EUR. Pravilno bi morala upoštevati 25 mio. EUR prihrankov (27-2).

V preglednici 5 je prikazana analiza variante enotirne proge s servisno cevjo (70 + 40 m<sup>2</sup>), kot jo prikazuje izvajalec Geodata, pri čemer so z rdečo označene napake.

V preglednici 6 je prikazana analiza variante enotirne proge s servisno cevjo (70 + 40 m<sup>2</sup>), pri čemer so upoštevani pravilni izračuni, z rdečo pa označeni popravki.

S primerjavo vrednosti v preglednici 6 lahko ugotovimo, da je gradnja po tehnologiji TBM tudi v primeru analize Geodate dražja od tehnologije NATM, če upoštevamo pravilni izračun brez napak in zavajajočih predpostavk.

Če primerjamo napačni izračun Geodate in pravilni izračun Geodate, ugotovimo, da pravilni izračun pokaže, da so stroški po tehnologiji NATM cenejši od 94 do 84 mio. EUR v primerjavi z objavljenimi rezultati. **Pri tehnologiji TBM pa se izkaže, da so stroški, če se upošteva pravilni račun brez napak, dražji za od 157 do 168 mio. EUR v primerjavi z objavljenimi rezultati.**

Mnogi se sprašujemo, ali gre za naključne napake, saj bi bile v tem primeru napake tako v eno in drugo smer, dejansko pa gre le za napake, ki so v korist DRI-jeve ocene stroškov. Če k temu dodamo še to, da ni bila opravljena zahtevana ABC-analiza cen po enoti in da so bile uporabljene »čez palec« ocene stroškov optimizacij, potem se lahko vprašamo, ali se bo Slovenija s tako nestrokovno študijo osmešila do te mere, da je v Bruslju ne bodo več jemali resno.

Št.	Postavka	Predori NATM Min. skupni stroški (EUR)	Predori NATM Maks. skupni stroški (EUR)	Predori TBM T1, T2 Min. skupni stroški (EUR)	Predori TBM T1, T2 Maks. skupni stroški (EUR)
1	Skupaj neto, dokončna (tč. 9.3, tab. 44, str. 112–113)	957.259.474	1.133.517.103	957.259.474	1.133.517.103
4	Projekt z zmanjšanim presekom in gradnja (-5 %)	-25.000.000	-25.000.000	0	0
5	Gradnja s TBM T1, T2(-10 %)	0	0	51.066.946	51.066.946
6	Mostova Glinščica 1+2, izboljšana za TBM (+35 %)	0	0	3.500.000	3.500.000
7	Izboljšanje cest, TBM (+10 %)	0	0	2.800.000	2.800.000
8	E+M (25kV transformatorji in toga vozna mreža) izboljšano za nivo TEN-T (+10 %)	4.800.000	4.800.000	4.800.000	4.800.000
9	Ponovna uporaba presežkov materiala (+50 %)	-20.000.000	-20.000.000	-20.000.000	-20.000.000
10	Ponudbe mednar. družb (+25 %)	0	0	0	0
11	Delitev projekta na 2 gradbišči (-5 %)	0	0	0	0
12	Vmesna zmanjšanja/povečanja (vsota 2-11)	-40.200.000	-40.200.000	42.166.946	42.166.946
13	Celotni skupni neto, dokončno (»mešani promet«)	917.059.474	1.093.317.103	999.426.420	1.175.684.049

Preglednica 6 • Končno poročilo Geodata: preglednica z napačnimi zneski (Geodata, 2016b)

## 4 • OCENA STROŠKOV PROJEKTA STROKOVNJAKOV DRUŽBE AXIS

### 4.1 Dejanski stroški slovenskih predorov

Geodata pravi, da o stroških gradnje lokalnih slovenskih predorov ni na voljo nobenih podatkov. To ne drži, saj vemo, da je v Sloveniji DARS v zadnjih 20 letih vodil investicije v predore na AC-omrežju. Če Geodata tega ne ve, potem tudi ne sme trditi, da so slovenske cene za 25 % nižje od svetovnih cen, ker je zelo očitno, da ne ve nič o slovenskem gradbenem trgu. Cene predorov in drugih objektov na AC-omrežju so dostopne vsakomur, ki zaprosi zanje. Tudi mi smo zaprosili za podatke o končni vrednosti gradbenih situacij za nekaj slovenskih predorov, ki so bili zgrajeni v zadnjih 15 letih, med drugimi predora Kastelec in Dekani. Ta dva predora imata zelo podobne geološke razmere, saj potekata v »istem hribu« kot predori na trasi 2. tira. Železniški viadukt za novo traso 2. tira bo npr. zgrajen pod avtocest-

tnim viaduktom Črni Kal. Predora T1 in T2, skupne dolžine 6 in 7 km, potekata v apnencu, enako kot predor Kastelec, Predor T8 dolžine 3,5 km pa poteka v laporno flišnatem terenu, enako kot predor Dekani.

Samo dejstvo, da je predor železniški in ne cestni, ne igra pomembne vloge, saj prilagoditve za železnico ali cesto predstavljajo ca. 10 % celotnih stroškov predora. Gradnja predora poteka enako ne glede na končno uporabo.

Končni vrednosti gradbenih situacij (računov) za predora Kastelec (DARS, februar 2006) in Dekani (DARS, marec 2006) vključujeta vse predvidene in nepredvidene stroške, ki se nanašajo na gradnjo predorov. Zajemata najprej pogodbeno vrednost (portali, podporne konstrukcije in podpiranje brežin, podzemni izkop, primarna podgradnja, hidroizolacija,

betonska obloga, geotehnične meritve, predvrtavanje in utrjevanje, ozemljitev, izgradnja vozišča, hortikultura ureditev, prometna oprema in hidrantno omrežje), potem pa še vsa dodatna dela zaradi nepredvidenih geoloških, hidroloških in drugih okoliščin in vse anekse k pogodbi, skratka vse stroške.

#### **Predor Kastelec, končna situacija: februar 2006, 6.544 mio. SIT = 27,31 mio. EUR**

1. Predor Kastelec s preduseki in portalnimi konstrukcijami – gradbeni del
2. Pogonski centrali – gradbeni del
3. Vodovod z vodohrani

#### **Predor Dekani, končna situacija: marec 2006, 14.973 mio. SIT = 62,48 mio. EUR**

1. Gradbena dela
2. Pogonska centrala Dekani vzhod
3. Vodohran

Dolžine predorskih cevi smo dobili na spletni strani DARS (DARS, 2016). Zaradi po-



Predor	skupna dolžina vseh cevi	prerez	zadnja situacija	stroški ob končanju	leto končanja	stopnja revalorizacije na 1. 12. 2016	stroški, revalorizirani na 1. 12. 2016
	(m)	(m <sup>2</sup> )	brez DDV	(EUR/m <sup>3</sup> )			(EUR/m <sup>3</sup> )
Markovec	4242	90	46.429.826	121,61	sep. 2015	1,007	122,47
Kastelec	4498	90	27.308.078	67,46	jun. 2006	1,193	80,46
Dekani	4372	90	62.482.157	158,79	mar. 2006	1,222	194,12
Trojane	5772	90	79.285.595	152,62	avg. 2005	1,222	186,58
Jasovnik	3245	90	45.902.187	157,17	avg. 2005	1,222	192,14

Preglednica 7 • Dejanski stroški slovenskih avtocestnih predorov (DARS, 2016)

enostavitve smo privzeli enak izkopni profil železniškega predora 90 m<sup>2</sup>. Zanimarili smo prostornino prečnih rovov, kar pa pomeni, da so dejanski stroški za m<sup>3</sup> predora še nižji. Stopnjo revalorizacije smo povzeli po izračunu na spletni strani Statističnega urada RS (SURS, 2016).

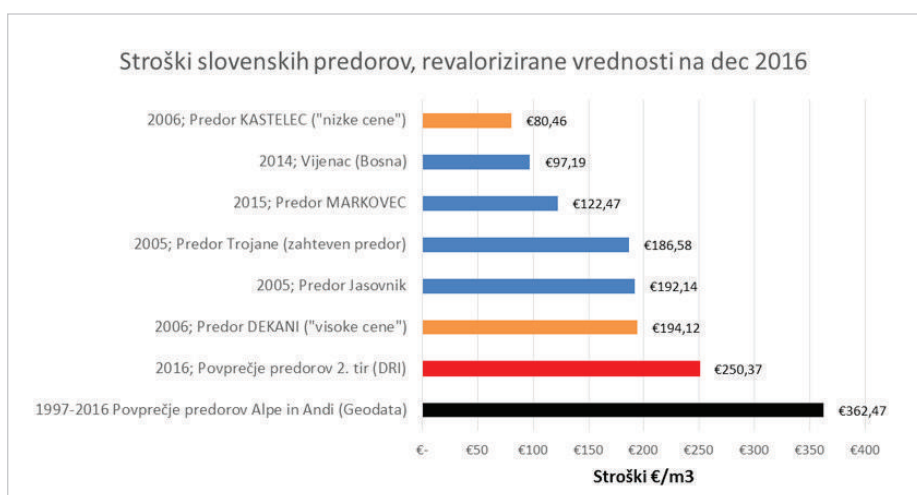
V preglednici 7 in na sliki 5 smo navedli nekaj predorov in stroške za njihovo gradnjo. Zanimivi sta predvsem oceni stroškov za predora Kastelec in Dekani, ki sta se gradila v času velikega razmaha gradbeništva. Vse stroške smo revalorizirali na december 2016. Predor Dekani (2,2 km) je po geološki sestavi in dolžini primerljiv predoroma T4 (2,0 km) in T8 (3,8 km).

Predor Markovec je bil grajen v flišnati trdi kamnini. Zaradi protestov prebivalcev, ki so živeli v objektih na vrhu hriba Markovec, niso uporabili tehnologije izkopa z miniranjem, ampak z rezkalno glavo na bagru. Predor Markovec je že bil del zgodbe izvajalcev pred stečajem, zato so bile cene nizke in verjetno niso pokrivala dejanskih stroškov.

Predora Trojane (2,9 km) in Jasovnik (1,6 km) sta po dolžini primerljiva s predori T4 (2 km), T7 (1,2 km) in T8 (3,8 km), po geoloških lastnostih hribine pa sta zahtevnejša kot predori na trasi 2. tira. Čeprav imata težje geološke razmere smo ju navedli zaradi predstavitev stroškov zahtevnejših predorov.

Na sliki 5 navajamo tudi primer gradnje Predora Vijenac (2,9 km) na trasi sarajevske obvoznice, ki ga je začel graditi SCT, potem je dela prevzelo Primorje, nato pa je dela zaradi stečajev slovenskih podjetij končal konzorcij bosanskih podjetij. Navajamo pogodbeno vrednost, ki je sicer dokaj nizka in v kateri je že upoštevanih 10 % nepredvidenih del in ne končna vrednost situacije.

**Povprečna vrednost predorov Kastelec in Dekani, revalorizirana na december 2016,**



Slika 5 • Primerjava stroškov predorov, vir DARS, (Geodata, 2016b).

**ki zajema vsa dela vključno z vsemi aneksi zaradi nepredvidenih del, je 137,29 EUR/m<sup>3</sup>.** Povprečna vrednost gradbenih del brez elektrostrojne opreme je izračunana kot  $(80,46 + 194,12)/2 = 137,29$  EUR/m<sup>3</sup>.

#### 4.2 Stroški predorov Kastelec in Dekani

Da bi ugotovili, zakaj predor Kastelec, ki je zgrajen v apnencu, izrazito odstopa navzdol, predor Dekani, zgrajen v flišu in laporju, pa odstopa navzgor, smo naredili analizo stroškov po podatkih iz zadnjih situacij obeh predorov. Stroškovne vrednosti upoštevajo podražive pri projektu in komercialni popust. Stroški se nanašajo na m<sup>3</sup> izkopa in so pretvorjeni v evre, niso revalorizirani in se nanašajo na datum zadnje situacije (marec 2006).

Na sliki 6 so prikazani stroški, ki zajemajo 91 % vseh stroškov iz situacije. Prva ugotovitev je, da je bil za predor Kastelec ponujen kar 23-odstotni komercialni popust, pri predoru Dekani pa le 2,5-odstotni popust. Pri pre-

doru Dekani so bili obračunani tudi zahtevki v obsegu 5 % glede na končno vrednost, pri predoru Kastelec pa zahtevkov ni bilo. Ta podatek je del razlogov nižjih stroškov predora Kastelec v primerjavi s predorom Dekani. Drugi razlog za razliko v stroških pa je geološka sestava hribine. Stroški, ki so odvisni od geološke sestave, pa so stroški za izkop in primarno podgradnjo.

Ker so stroški tako izkopa kot tudi podpiranja in betonskih del izrazito višji v primeru predora Dekani, smo bolj detajlno primerjali še te vrste stroškov.

Zaradi boljše preglednosti smo na sliki 7 predstavili le 74 % vseh stroškov izkopov, podpiranja in betonskih del. Pričakovano so stroški začasnega podpiranja s sulicami in stalnega podpiranja s sidri bistveno višji v primeru mehkejše in manj nosilne hribine predora Dekani, medtem ko v predoru Kastelec sidra in sulice praktično niso bili uporabljeni. Podobno je dopustna tudi višja poraba brizganega betona zaradi večjega

obsega zruškov pri manj nosilni hribini predora Dekani.

Stroški izkopa so v splošnem v mehkih tleh višji kot v trdih tleh. Res je, da v mehkih tleh ni potrebnega toliko vrtnja in miniranja kot v trdih, vendar so izkopni koraki v trdih tleh bistveno daljši, to pa pomeni hitrejši in cenejši izkop. Zato so, pričakovano, višji tudi stroški izkopa v mehki hribini predora Dekani.

Opazna je razlika pri stroških betonskih del v predoru. Eden od razlogov, da so stroški v predoru Kastelec za faktor 5 nižji kot v predoru Dekani, je, da v predoru Kastelec talni obok ni bil izdelan, ker je bila hribina dovolj nosilna.

Poskusili smo pojasniti glavne razloge (komercialni popust, dodatna dela, trdnost hribine in posledično drugačni konstrukcijski ukrepi), zakaj so bili stroški v predoru Kastelec več kot za polovico nižji od stroškov predora Dekani, čeprav gre za predora skoraj enakih prečnih profilov, dolžine, namena in časa gradnje. To pa je še en argument več, da lahko primerjamo le predore, ki jih na podlagi tehničnih in drugih parametrov lahko damo na skupni imenovalec.

### 4.3 Stroški projekta 2. tir Diviča–Koper

Spodnja ocena je povzeta po izračunih, ki so bili predstavljeni v članku (Strah, 2017) in velja za varianto enotirne proge s servisno cevjo (glavna cev 70 m<sup>2</sup> + servisna cev 40 m<sup>2</sup>).

Če predpostavimo, da

- je cena predorov primerljiva s cenami iz avtocestnega programa, tj. 150 EUR/m<sup>3</sup>,
- so dolžine predorov povzete po obstoječem projektu,
- so prečni prerezi glavnih cevi 70 m<sup>2</sup>, servisnih cevi pa 40 m<sup>2</sup>,

potem so stroški izvedbe predorov 367 mio. EUR.

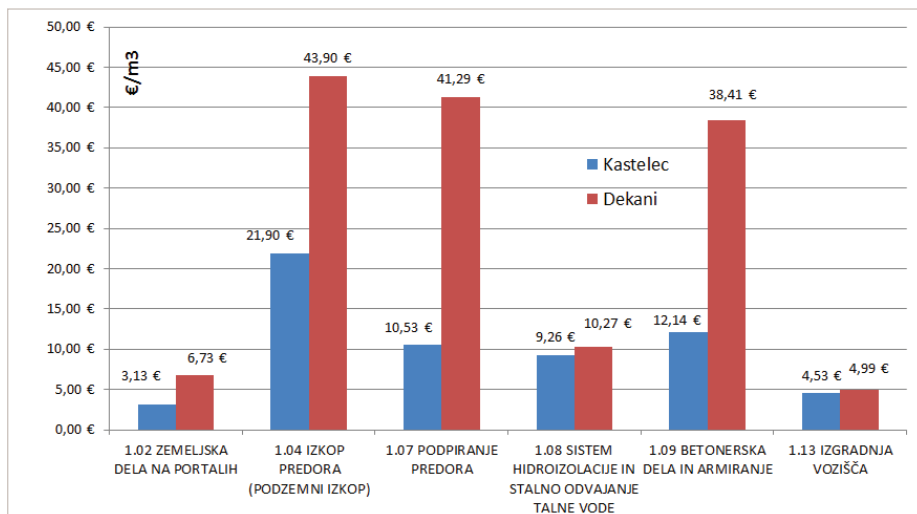
Če naprej predpostavimo, da:

- so stroški za traso 90 mio. EUR (zgornji ustroj, tiri, signalno varnostne naprave) enaki kot v osnutku investicijskega programa,
- so stroški za dostopne ceste in mostove 57 mio. EUR enaki kot v osnutku investicijskega programa,
- so stroški ravnanja z izkopanim materialom 10 mio. EUR,

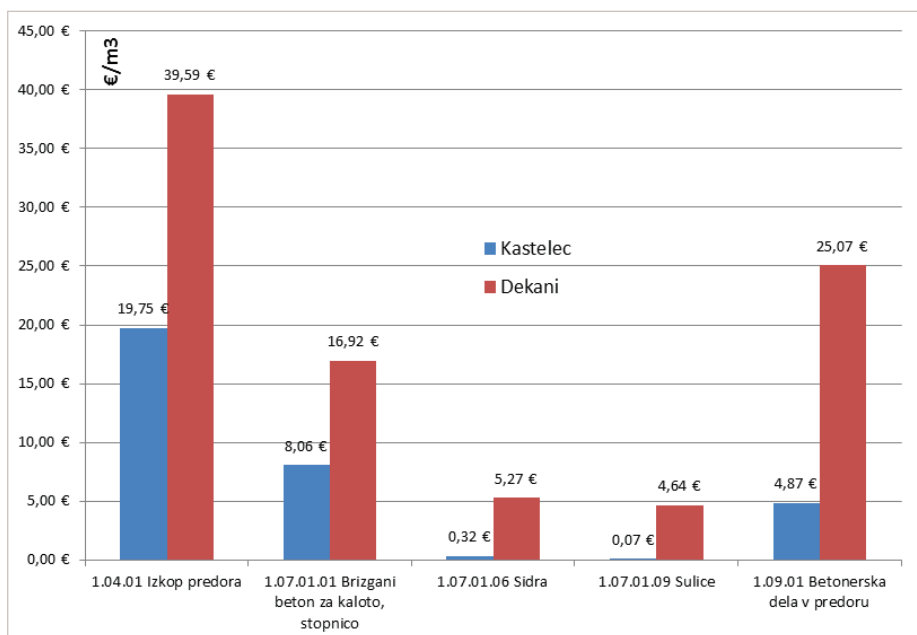
ugotovimo, da so neposredni stroški za izvedbo 524 mio. EUR.

Če predpostavimo, da:

- so stroški nepredvidenih del 10 % neposrednih stroškov, tj. 52 mio. EUR,
- so stroški za sanacijo kraških jam 28 mio. EUR,



Slika 6 • Primerjava bistvenih stroškov predorov Kastelec in Dekani.



Slika 7 • Primerjava bistvenih stroškov izkopa, podpiranja in betonskih del predorov Kastelec in Dekani.

Neposredni stroški gradnje	524 mio. EUR
Nepredvidena dela	80 mio. EUR
Posredni stroški	79 mio. EUR
<b>Skupaj</b>	<b>683 mio. EUR</b>

Preglednica 8 • Vrste stroškov projekta 2. tir (Strah, 2017)

ugotovimo, da je rezervni sklad stroškov za nepredvidena dela ocenjen na 80 mio. EUR.

Če predpostavimo še dodatne stroške za:

- projektiranje, zemljišča, raziskave: 49 mio. EUR,

- vodenje in nadzor projekta: 30 mio. EUR, lahko zaključimo, da bi morala država za gradnjo 2. tira po varianti, za katero je bilo pridobljeno gradbeno dovoljenje, nameniti od 603 do 683 mio. EUR, odvisno od obsega

nepredvidenih del zaradi geoloških razmer. Da postavimo stroške projekta 2. tira na isti imenovalec, ne smemo navajati davka.

**Vodja projekta trdi, da so stroški 1.176 mio. EUR. Izračuni strokovnjakov podjetja Axis pa kažejo, da so ti stroški največ 683 mio. EUR. Razlika je vsaj 493 mio. EUR.**

#### 4.4 Nesmotnost gradnje obstoječe rešitve enotirne proge s servisno cevjo

Rešitev z gradnjo ene predorske cevi, v kateri poteka en tir, in dodatne servisne cevi je najdražja možna varianta, če bi morali obstoječi 1. tir nadomestiti ali ga sanirati in obnoviti, kar bo nujno, ker se obstoječi 1. tir izkazuje za neprimerne. Prefekle študije so pokazale, da so vse variante, ki gredo ob obstoječi progi, nesprejemljive z vidika varstva okolja in pomenijo prevelik poseg v kraški teren. To je opisano tudi v specifikaciji javnega naročila (MzI, 2016a). Obstoječa železniška povezava med Koperom in Divačo je dolga 47 km, največji naklon je 26 promilov, vlaki so počasni, promet pa je mogoč hkrati le v eno smer. SŽ Projektivno podjetje naj bi že pred leti izdelalo strokovno študijo, ki je opredelila sanacijske ukrepe na plazovitem terenu obstoječe proge 1. tira. Stroški za sanacijska dela na železniški infrastrukturi in ukrepi za stabilizacijo plazovitega terena pa so visoki.

Če bi se opravila obsežnejša sanacijska dela na trasi 1. tira po tem, ko bi bil projekt drugega tira že zaključen, bi bil promet po 1. tiru prekinjen. Uporaba 1. tira bi bila v najboljšem primeru za več tednov prekinjena, v najslabšem primeru za več mesecev ali let onemogočena. To pa pomeni, da bi med Koperom in Divačo zopet obratoval le en, zdaj še nezgrajeni tir, promet pa bi bil po enem tiru spet dvosmeren, kar bi ponovno drastično zmanjšalo kapaciteto prevoza po železnici. Luka Koper bi se ob vedno večjem pretovoru znašla pred nemogočo situacijo, kako presežni tovor prepeljati do Divače. Edina možnost bi bila uporaba tovornjakov in avtoceste. To pa pomeni, da bodo tovornjaki popolnoma uničili vozišče. Javnosti malo znano dejstvo, ki je napisano v tehnični specifikaciji TSC 06.511 (DRSC, 2009), je, da le en težek tovornjak uniči cesto enako kot 50.000 osebnih avtomobilov. Če bi cestnino plačevali po načelu »kdor uniči – plača«, potem bi cestnino plačevali le tovornjaki.

Posredne stroške zaradi uničenja avtoceste in počasnejšega prometa vlakov na obstoječem prvem tiru ter zaradi več nesreč bi morali upoštevati in šteti za posredne stroške zaradi zaprtja 1. tira.

Če k temu dodamo še stroške ukrepov za preprečevanje požarov na Kraškem robu, stroške popravil obstoječe proge zaradi padajočih skal ali plazov in posledičnih neposrednih in posrednih stroškov zaradi izpada prometa Luke Koper, vidimo, da je obnavljanje 1. tira nesmiselno in nesmotrno tudi s finančnega vidika.

Za dolgoročno najcenejšo možnost se bosta izkazali zgraditev nove železniške povezave po novi trasi in opustitev sedanje proge. Vlade in ministri se bodo menjali, posledice njihovih odločitev pa bodo ostale. Namesto da bi že zdaj projekt 2. tira načrtovali tako, da bi lahko v prihodnosti namestili dodatni tir, se to ne bo zgodilo, če bo obveljala zadnja ministрова trditev, da se je odločil za gradnjo enotirnega predora s servisno cevjo variante 70 m<sup>2</sup> + 40 m<sup>2</sup>. Čeprav je v radijski oddaji Studio ob 17 (Studio ob 17, 2016) vodja projekta inž. Cerkovnik povedal, da bo tudi obstoječa servisna cev prereza 40 m<sup>2</sup> omogočala razširitev v polno cev prereza 70 m<sup>2</sup>, je to z inženirskega in finančnega vidika nesmiselno. Obstoječa cev bo z ukrepi primarne podgradnje s sidri ojačala plast debeline ca. 10 do 15 m okoli predorske cevi. Predorske cevi pozneje ni mogoče enostavno razširiti, ampak bi bilo treba že izdelane ukrepe utrditve predorske cevi porušiti in jo na novo ojačati z novimi ukrepi primarne podgradnje. To pa bilo še dražje kot izdelati novo cev.

Če se izkaže, da bo v prihodnosti treba zgraditi ob obstoječem 2. tiru še dodatni tir, je edina možnost gradnja nove cevi. To pomeni, da bi imeli na koncu 3 cevi: 2 cevi prereza 70 m<sup>2</sup> in

eno servisno cev prereza 40 m<sup>2</sup>, če ne štejemo še povezovalnih prečnih cevi.

To pa pomeni, da sedanji minister kratkoročno zagovarja cenejšo varianto, ki pa se v prihodnosti izkaže za najdražjo možno varianto.

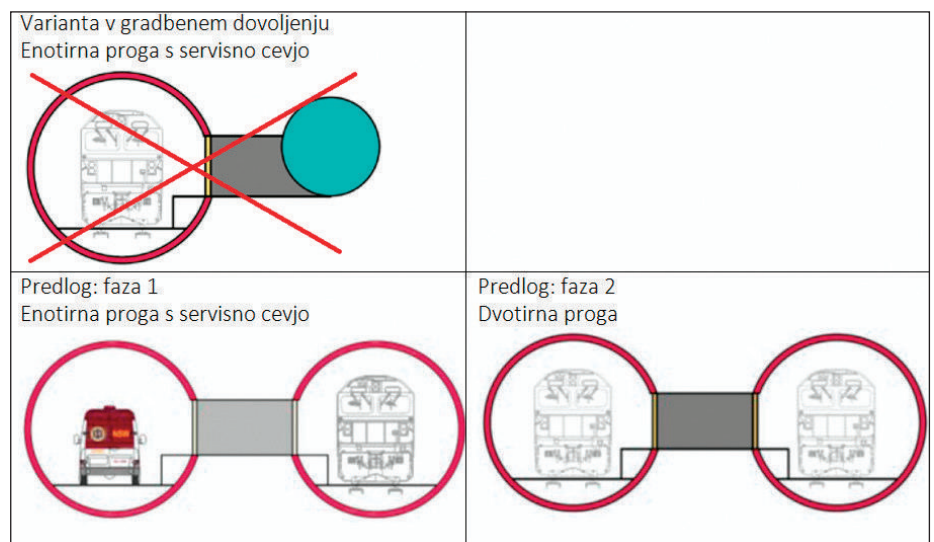
**Dolgoročno najnižji stroški bi bili, če se nova povezava zgradi v 1. fazi kot enotirna proga, ki bi se v 2. fazi lahko razširila v dvotirno progo, obstoječa proga pa bi se opustila.** To pomeni, da se nova proga zgradi v predorskem profilu 70 m<sup>2</sup> + 70 m<sup>2</sup> namesto 70 m<sup>2</sup> + 40 m<sup>2</sup>.

Pri tem bi v 1. fazi zaradi znižanja stroškov le eno cev prereza 70 m<sup>2</sup> namenili železnici in jo opremili s potrebno infrastrukturo, 2. cev pa bi v 1. fazi namenili za potrebe reševanja in servisiranja. To pomeni, da bi v 1. fazi odpadli stroški mostov za dodatni 3. tir ter stroški tirov in vozne mreže za 3. tir, sprejeti pa bi morali ukrepe za omogočenje gradnje za mostove 3. tira.

Strokovnjaki družbe Axis so izračunali tudi stroške za varianto enotirne proge z dvocevni predori polnega prereza in dvotirne proge (Strah, 2017) (slika 8).

Stroški za izdelavo večje cevi prereza 70 m<sup>2</sup> bi se v primerjavi z obstoječo tehnično rešitvijo, ki predvideva cev prereza 40 m<sup>2</sup>, povečali za 94 mio. EUR oz. za 14 %. Če pa bi se že zdaj zgradila polna dvotirna proga, bi bili stroški višji za 363 mio. EUR v primerjavi z obstoječo varianto enotirne proge.

Analiza je pokazala, da bi glede na precenjeno vrednost projekta, ki jo zagovarjata minister in DRI, že zdaj rezervirani denar za enotirno progo zadostoval za zgraditev polne dvocevne, dvotirne proge v 1. fazi.



Slika 8 • Variante izvedbe predorskih cevi



## 5 • SKLEP

Vodenje projekta nove železniške povezave med Koperom in Divačo ter prikazovanje stroškov pri vodji projekta sta nepregledni, nepravilni in zavajajoči. Za projekt, kjer glavni stroški predstavljajo predori, naj bi bilo opravljeno premalo geomehanskih raziskav. Posledica premajhnega obsega raziskav so natančni projekti, posledica teh pa nepredvideni stroški in zamude pri končanju del.

Vodja projekta (oz. projektanti, s katerimi je sklenil pogodbe) je predračun izdelal v številnih dokumentih xls in v številnih zavahkih, zato so številne napake pri seštevkih predračuna, namesto da bi predračun pregledno predstavil v projektnem informacijskem sistemu. Vodja projekta je naredil številne vsebinske napake, kot so, da pri štirih predorih sploh niso navedene cene, ampak je rekapitulacija celotnega predora izpolnjena »na pamet«. Nenatančne so analize ravnanja z izkopanim materialom, ki predstavljajo znaten delež stroškov.

Predvidevamo, da analize cen pri postavkah niso bile izračunane, temveč so bile cene enostavno prepisane iz preteklih projektov, potem pa še »na pamet« povečane.

Opredelitev nepredvidenih stroškov je neustemeljena, nepregledna, večkrat upoštevana in prenapihnjena.

Rezultat revizije izvajalca, ki je oddal štirikrat nižjo ponudbo kot drugi ponudniki, je potrdil oceno vodje projekta o stroških projekta 1,4 mrd. EUR in ugotovil, da je stroške mogoče

znižati za 228 mio. EUR, če se servisna cev ne zgradi, kar pa je bilo že zavrnjeno zaradi varnostnih razlogov.

Revizija stroškov predorov, ki predstavljajo 75 % vseh stroškov projekta, temelji na pavšalni primerjavi stroškov različnih predorov na izkopani m<sup>3</sup> in ni izdelana po metodi ABC, kot je zahtevana v specifikaciji naročila.

Pri predstavitvi racionalizacije stroškov variante samo tovornega prometa brez servisnih cevi v vrednosti 24 % vseh stroškov projekta je uporabljena ocena stroškov po metodi »čez palec«, brez kakršnihkoli analiz, ki bi upravičile navedeni odstotek.

Pri nepredvidenih stroških, ki naj bi jih izvajalec ocenil po metodi obvladovanja tveganj na 35 % vseh stroškov projekta, ni navedenega nikakršnega izračuna, ki bi potrjeval njegove trditve. Sama tveganja pa so večinoma opredeljena kot tista, ki nastopijo v času upravljanja že zgrajene proge in nimajo nobene povezave z gradnjo.

Pri nobeni racionalizaciji se ne predstavi stroškovna analiza, kot je zahtevana v naročilu. Izredno visoki stroški nepredvidenih del v višini 22 % projekta, ki so bili dodani v rebalansu leta 2013, se sploh ne problematizirajo, čeprav dela niso vsebinsko opredeljena.

To je le opis večjih napak pri »analizi«, ki je kot celota ocenjena za neprimerno tudi za dopolnitev.

Če bi naročnik, Direkcija RS za infrastrukturo, nalogo usmeril le v verodostojno stroškovno

analizo, bi stala vsaj polovico manj, javni interes pa bi v primeru, da bi naročilo dobilo podjetje, ki ima izkušnje s stroškovnim inženiringom, dobil verodostojno, pregledno in, najbolj pomembno, neodvisno analizo vrednosti projekta 2. tira.

Glede na številne napake pri vodenju projekta in načrtovanju stroškov se zastavlja vprašanje, ali so dosedanje metode vodenja primerne tudi za nadaljevanje in uspešno končanje projekta 2. tira.

Vsekakor čaka vodjo projekta oz. investicije veliko dela, saj revizija izvajalca ni v zadostni meri preverila stroškov projekta, kot je bilo predvideno.

Za preveritev stroškov bo treba zelo natančno najprej pregledati obstoječo projektno dokumentacijo in preveriti, ali je nivo terenskih raziskav dovolj obsežen. Prav tako je treba z bolj natančno analizo preveriti prednosti predlagane izkopne metode po TBM in narediti natančnejšo oceno stroškov za to morebitno optimizacijo.

Predračun in popise del je treba vsebinsko poenotiti in jih predstaviti pregledno v strukturirani obliki in v informacijskem sistemu, ki je primeren za obvladovanje velikih investicij. Ponovno je treba preveriti predvidene količine. Za dele projekta, ki so nezadostno preučeni (ravnanje z izkopnim materialom), je treba izdelati strokovne analize stroškov in prihrankov. Izdelati je treba analize cen po enoti mere za vsako postavko v predračunu. Na novo je treba opredeliti, kolikšen je obseg morebitnih dodatnih stroškov po metodi obvladovanja tveganj.

## 5 • LITERATURA

2TDK, Vprašanja in odgovori, pridobljeno na: <http://www.drugitir.si/vprasanja-in-odgovori>, 30. 11. 2016.

Axis, sistem X-pert, pridobljeno na: <http://www.x-pert.si/>, 30. 11. 2016.

DARS, Rekapitulacija končne gradbene situacije N57P001, Izvedba predora Kastelec s preduseki in portalnimi konstrukcijami, pogonskima centralama (gradbeni del) ter napenjalnim in požarnim cevovodom z vodohranom (gr. in montažni del), februar 2006.

DARS, Rekapitulacija končne gradbene situacije N54P01E, AC Koper–Lendava; odsek Klanec–Ankaran, Srmob-Socerb: Predor Dekani, marec 2006.

DARS, Predori, pridobljeno na: [https://www.dars.si/Dokumenti/O\\_avtocestah/Objekti\\_na\\_avtocestah/Predori\\_85.aspx](https://www.dars.si/Dokumenti/O_avtocestah/Objekti_na_avtocestah/Predori_85.aspx), 30. 11. 2016.

DRSC, Direkcija RS za ceste, TSC 06.511: 2009, Prometne obremenitve, določitev in razvrstitev, pridobljeno na: [http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Tehnicne\\_specifikacije\\_z\\_cest/TSC\\_06\\_511\\_2009\\_Prometne\\_obremenitve\\_Dolocitev\\_in\\_razvrstitev.pdf](http://www.di.gov.si/fileadmin/di.gov.si/pageuploads/Tehnicne_specifikacije_z_cest/TSC_06_511_2009_Prometne_obremenitve_Dolocitev_in_razvrstitev.pdf), 2009.

Geodata, Končno poročilo, 30. 9. 2016, 135 strani, objavljeno 15. 11. 2016 na spletu, pridobljeno na: [https://damijanweblog.files.wordpress.com/2016/11/revizijsko-porocilo-2tdk-final-report-2016-09-30\\_slo.pdf](https://damijanweblog.files.wordpress.com/2016/11/revizijsko-porocilo-2tdk-final-report-2016-09-30_slo.pdf), 2016a.

Geodata, Končno poročilo, antdatirano 30. 9. 2016, 156 strani, objavljeno 2. 12. 2016, pridobljeno na [http://www.di.gov.si/si/medijsko\\_sredisce/novica/article/1328/5807/](http://www.di.gov.si/si/medijsko_sredisce/novica/article/1328/5807/), 2016b.

MzI, Direkcija RS za infrastrukturo, Javno naročilo A-55/15-S z dne 20. 1. 2016, pridobljeno 30. 11. 2016 na: <http://portal.drsc.si/dc/narocila/2431-15-300095/narocilo.html>, 2016a.

- Mzl, Direkcija RS za infrastrukturo, Drugi tir Divača–Koper, pridobljeno 30. 11. 2016 na: [http://www.di.gov.si/si/javna\\_zelezniska\\_infrastruktura/novogradnje\\_javne\\_zelezniske\\_infrastrukture/drugi\\_tir\\_divaca\\_koper/](http://www.di.gov.si/si/javna_zelezniska_infrastruktura/novogradnje_javne_zelezniske_infrastrukture/drugi_tir_divaca_koper/), 2016b.
- OECD, International Transport Forum, A New Hinterland Rail Link for the Port of Koper? Review of Risks and Delivery Options, Case-Specific Policy Analysis, pridobljeno 30. 11. 2016 na: [http://www.drugitir.si/resources/files/pdf/15CSPA\\_Koper.pdf](http://www.drugitir.si/resources/files/pdf/15CSPA_Koper.pdf), 2015.
- Strah, B., Rus, I., Troha, B., Koren, M., Likar, A., Srdić, A., Damijan, J. P., Poštena ocena stroškov drugega tira, Pridobljeno iz Damijan blog: <https://damijan.org/2017/01/30/drugi-tir-je-mogoce-izgraditi-za-580-milijonov-ceneje-ce-bi-upostevali-standardde-stroke/>, 2017.
- Strah, B., Rus, I., Troha, B., Koren, M., Srdić, A., Likar, A., Ocena vrednost projekta Drugi tir Divača–Koper s strani stroškovnega inženirja, pridobljeno na: [https://damijanweblog.files.wordpress.com/2017/02/analizavrednosti\\_2-tir\\_final.pdf](https://damijanweblog.files.wordpress.com/2017/02/analizavrednosti_2-tir_final.pdf), 2017.
- Studio ob 17, Največji infrastrukturni projekt Slovenije in njegova cena, pridobljeno na: <http://radioprvi.rtvsl.si/2016/12/studio-ob-sedemnajstih-vmes-porocila-417/>, 9. 12. 2016.
- SURS, Statistični urad RS, Revalorizacija denarnih zneskov, pridobljeno na: <http://www.stat.si/StatWeb/glavnanavigacija/interaktivno/preracuni>, 30. 11. 2016.
- Troha, B., Zakaj Mzl ne želi izvedeti prave ocene stroškov projekta drugega tira?, pridobljeno na: <https://damijan.org/2016/06/23/zakaj-mzi-ne-zeli-izvedeti-prave-ocene-stroskov-projekta-dругega-tira/>, 2016.
- USNCTT, U.S. National Committee on Tunneling Technology, Geotechnical Site Investigations for Underground Projects Volume 2 Abstracts of Case Histories and Computer-Based Data Management System, Subcommittee on Geotechnical Site Investigations, Commission on Engineering and Technical Systems National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C., 1984.
- Wikipedia, Activity-based costing, pridobljeno na: [https://en.wikipedia.org/wiki/Activity-based\\_costing](https://en.wikipedia.org/wiki/Activity-based_costing), 30. 11. 2016.

# PRELOŽITEV NOVEGA ŽELEZNIŠKEGA TIRA DIVAČA–KOPER NA TRASO 1/3 VODNOGOSPODARSKO NI UTEMELJENA

## RELOCATION OF THE NEW RAILWAY TRACK 1/3 DIVAČA - KOPER FROM WATER RESOURCE MANAGEMENT IS NOT JUSTIFIED

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.  
Barjanska 68, Ljubljana

STROKOVNI ČLANEK  
UDK: UDK:628.1:656.3(497.4)

**Povzetek** | Članek obravnava ekološko in krajinsko nekonsistentno vrednotenje načrtovanega železniškega tira 1/3 na varovanem območju Kraškega roba in posledice neustrezno določenega Qes (ekološko še sprejemljivega minimalnega pretoka) reke Reke ter nove akumulacije na Suhorki v območju zaščitenega Regijskega parka Škocjanske jame (UNESCO).

Gljučne besede: drugi tir Divača–Koper, Rižanski vodovod, akumulaciji Mola in Klivnik, Kraški rob

**Summary** | The paper describes the consequences of unproved, arbitrary prescribed ecologically still acceptable low discharges Qes of the Reka river and inconsistent evaluation of the impact of the designed railway trac 1/3 on the landscape protected area of the Karstic edge and the huge water reservoir on the creek Suhorka in the UNESCO protected Park of the karstic caves Škocjanske jame.

Keywords: second track Divača–Koper, Rižana water supply system, water reservoirs Mola and Klivnik, Karstic edge

### 1 • UVOD

V članku obravnavam vodnogospodarsko vprašanje zaščite pitne vode slovenske Istre z Obalo in naravnega parka na Kraškem robu, ki je neločljivi del prostorsko in naravovarstveno kompleksnega vprašanja o poteku nove železniške proge med Divačo in luko v Kopru. Luka Koper je za državo pomemben del gospodarske in prometne infrastrukture. Sedanja in nova železniška proga Divača–Koper in avtocesta pa posegajo v varovano naravno okolje Kraškega roba,

ki je tudi prispevno območje izvira Rižane, ki je vir pitne vode za slovensko Istro z Obalo.

Produktivna rešitev tega konflikta med gospodarskim razvojem in potrebo po zaščiti naravnega okolja ter varne oskrbe s pitno vodo potrebuje celostno obravnavo z uravnoteženim upoštevanjem pomena teh nasprotujočih si potreb. V nadaljevanju bo na nekaj primerih prikazana nekoherentnost odločanja.

V prvem krogu vrednotenja variant za novi tir proge Divača–Koper je bila predlagana varianta 4/0 z dolžino trase 47,8 km, po optimizaciji pa nekoliko daljša, 51 km dolga, investicijsko ugodnejša varianta 4/1 (slika 1). Odbor za pripravo in izvedbo aktivnosti, povezanih z izgradnjo drugega tira proge Divača–Koper, ki ga je z odločbo 9. 7. 1996 imenovalo Ministrstvo za promet RS, je sklenil, da se ta varianta, ki bi stala 800 milijonov evrov, vključi v nadaljnjo obravnavo in načrtovanje. Vendar pa Urad za prostorsko planiranje od Uprave RS za varstvo narave (oba v sestavi Ministrstva za okolje in prostor RS) za to varianto ni pridobil pozitivnega mnenja (dopis

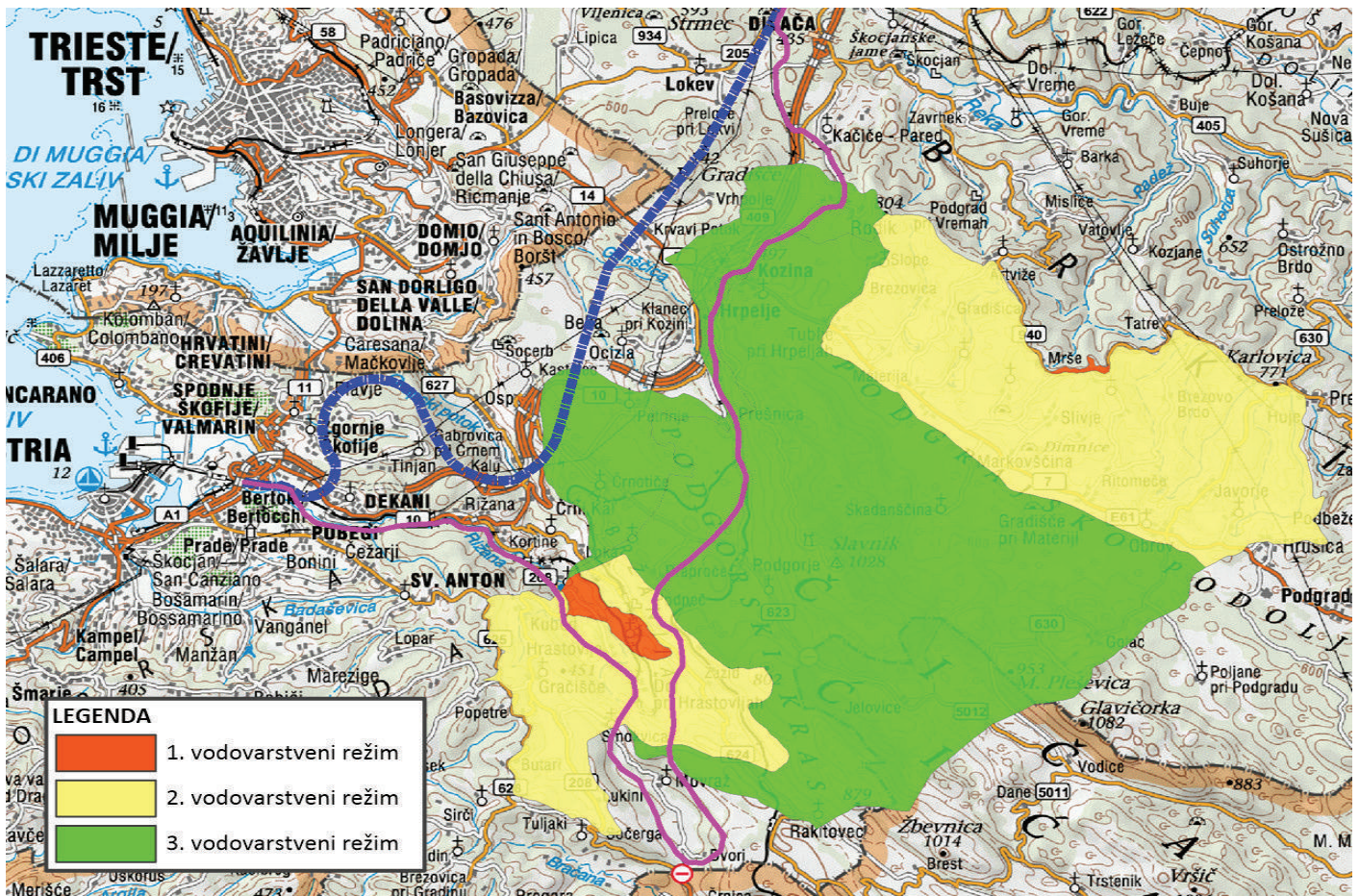




Slika 1 • Varianta 4/1 ( $V_{max} = 100 \text{ km/h}$ ,  $i = 17 \text{ ‰}$ ).



Slika 2 • Novo načrtovani tir Divača–Koper po varianti 1/3 poteka po skrajnem zahodnem robu naravovarstveno varovanega Kraškega roba, ki je tudi prispevno območje Rižane, vira pitne vode za slovensko Istro z Obalo (vir: Tomaž Prohinar).



Slika 3 • Vodovarstveno območje vodonosnikov Rižane. (Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Rižane, Ur. l. RS, št. 49/08, str. 5295). Modra črta kaže potek trase po varianti 1/3, vijolična trasa pa po varianti 4/1.



135001-15/00 z dne 11. 7. 2000), kar je utemeljeno s tem, da bi trasa 4/1 »po dolžini dvakrat presekala Kraški rob, ki je v sklopu Kraškega regijskega parka v celoti predviden za zavarovanje, kar bi pomenilo degradacijo prostora in naravnih vrednot«.

Zato je bil v okviru Uredbe o DLN (1. 8. 2014) narejen in predlagan nov potek trase tira zunaj Kraškega roba, t. i. varianta 1/3 (slika 2), ki pa bi stala 1400 mio. EUR (slika 2). Ta

varianta se je nato upoštevala pri izdelavi PGD.

Primerjavo poteka obeh tras podaja slika 3. Vidimo, da trasa 1/3 poteka po skrajnem zahodnem robu vodovarstvenega območja Rižane, iz katere Rižanski vodovod oskrbuje s pitno vodo slovensko Istro z Obalo.

Po mnenju hidrogeologov (Ratej, 2012) gradnja in obratovanje železniške proge Divača–

Koper po varianti 1/3 – ob doslednem upoštevanju vseh za zaščito Rižane predvidenih ukrepov – Rižane kot vira pitne vode ne bosta čezmerno ogrožala, »ker je tveganje onesnaženja med gradnjo in obratovanjem železnice sprejemljivo, saj bi bil vodni vir lahko ogrožen le v primeru nesreče, v scenariju najslabše možnosti«.

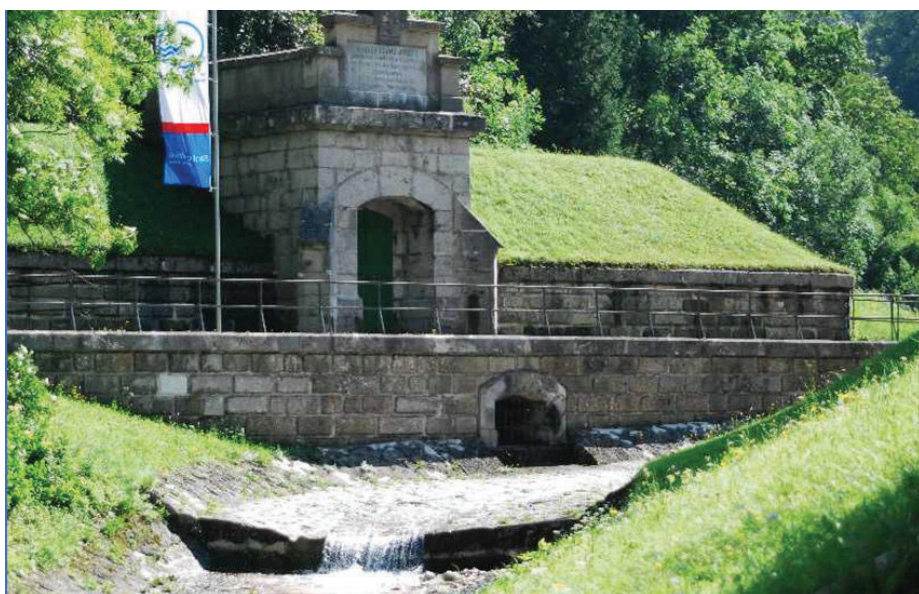
## 2 • Z NOVIM TIROM 1/3 PROBLEM PITNE VODE ZA SLOVENSKO ISTRO Z OBALO ŠE NI REŠEN

S tem pa problem varovanja vira rižanske pitne vode pred onesnaženjem zaradi kraških lastnosti tal, poselitve in prometnic, na njenem z vodo prispevnem območju ca. 10 km nad Rižano, na Podgrajskem podolju, še ni v celoti rešen. To dokazuje že primer izpred let, ko je bil zaradi prevrtnice cisterne na cesti pod Črnim Kalom onesnažen izvir Rižane. Na problem varovanja kraške podtalnice opozarja tudi pojav nafte v izviru Globočec vodovoda Suhe krajine iz rezervoarjev v ca. 13 km oddaljenem Ortneku pa onesnaženje Krupe oz. izvira Obrh v Loški dolini itd. Zaradi velike prepustnosti razpoklin v kraških tleh se onesnaženje kraške podtalnice največkrat opazi šele pri njenem izviru, ko uspešna in pravočasna intervencija ni več mogoča.

Zato so v Avstriji Dunajski vodovod že leta 1873, v času cesarja Franca Jožefa, kar je v svetu skoraj edinstveni primer, razglasili za vo-



Slika 4 • Dunajski vodovod s I. cevovodom iz višinskega platoja Raxa in Schneeberga in pozneje zgrajenim II. cevovodom z območja Wildalpen. Modro so obarvana vodovarstvena območja.



Slika 5 • Zajetje izvira »cesarjev vodnjak« na platoju Raxa in Schneeberga za leta 1876 zgrajeni dovod vode na Dunaj.

dovarstveni pas 330 km<sup>2</sup> veliko nenaseljeno vodozbirno območje višinskega platoja Raxa in Schneeberga, kar se še danes uspešno potrjuje (sliki 4 in 5).

Takšna rešitev zaradi poselitve vodozbirnega območja Rižane – kot tudi drugje v svetu – z redkimi izjemami ni mogoča. Zato si stroka za premostitev obdobja nenadnega onesnaženja pomaga z vodo iz drugih povodij, z rezervoarji čiste vode, če je treba, tudi s kombinacijo postopkov čiščenja onesnažene vode itd.

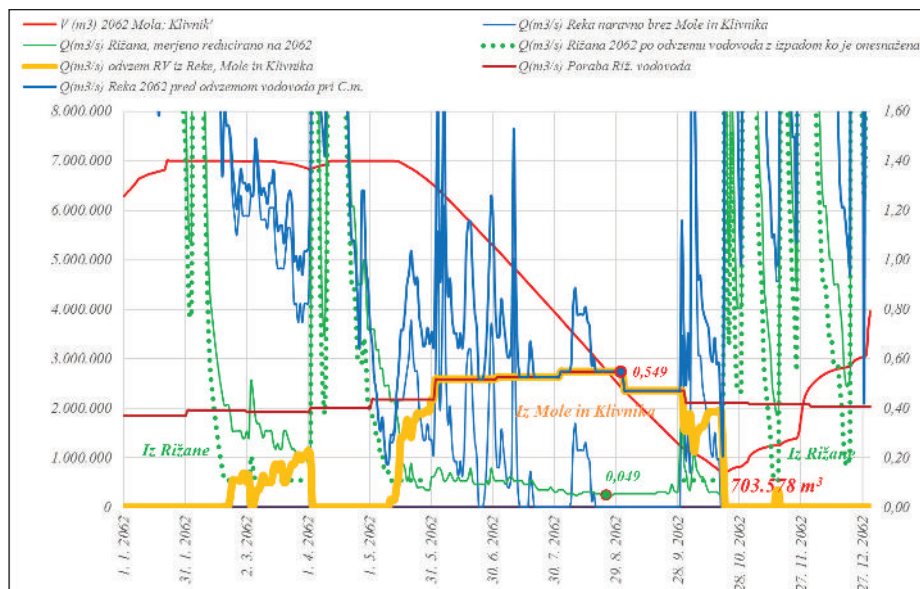
### 3 • IZGRADNJA NOVEGA TIRA PO TRASI 1/3 ZARADI ZAŠČITE PITNE VODE RIŽANE NI POTREBNA

Z izgradnjo novega tira 1/3 bo sicer bistveno zmanjšana dolžina trase, od koder lahko izvirajo možne posledice različij nevarnega tovora. Hidrogeologa (Ratej, 2012) navajata, da bodo tudi pritoki v izvir Rižane zaradi dreniranja podtalnice ob tunelih manjši. Ker bodo drenirane podzemne vode z vidika kemijskega stanja ustrezne, predlagata, da se obdelajo v ustrezni vodarni in priključijo na vodovod. Kljub temu pa pri načrtovanih varnostnih ukrepih vzdolž variante tira 1/3 možnost onesnaženja Rižane s širšega vodovarstvenega območja, enako kot pri cenejši varianti 4/1, ni izključena.

V primeru nenadnega onesnaženja izvira Rižane bi bilo mogoče izpad vira pitne vode nadomestiti z dovodom vode iz že zgrajenih vodnih akumulacij na Moli in Klivniku. Gre za že zgrajeni, a za njun glavni namen (redčenje onesnažene reke Reke) ne več uporabljeni akumulaciji, saj tedanji veliki onesnaževalec reke več ne obstaja. Prikazano je že bilo, da imata akumulaciji Mola in Klivnik dovolj vode za dolgoročne 50-letne potrebe Rižanskega vodovoda (Rismal, 2016), na spodnjem diagramu pa je prikazano, da zadoščata tudi za večmesečno premostitev pri nenadnem onesnaženju Rižane (slika 6).

Uporaba vode iz obeh akumulacij je tudi naravovarstveno pozitivna, ker lahko nadomesti odvzem vode za vodovod in kmetijstvo iz Rižane ter s tem poleti in ob sušah poveča devastirane naravne nizke pretoke Rižane na 11 km dolgem odseku do morja.

Kot so pokazale simulacije, bi tudi po odvzemu vode za vodovod leta 2062 pretoki



Slika 6 Po načrtu vodovoda z uporabo Mole in Klivnika je mogoče izpad Rižane zaradi onesnaženja med 31. 5.–31. 9. 2062, nadomestiti tudi v načrtovanem ekstremno sušnem letu 2062, če bodo pretoki Reke zaradi klimatskih sprememb za 33% manjši, kot so bili izmerjeni v ekstremno sušnem letu 2003.

Rižane pri predpostavljani takratni večji porabi vodovoda in zaradi podnebnih sprememb predvidenega 33-odstotnega upada naravnih pretokov še vedno zadostili predpisanemu  $Q_{es} = 110$  l/s. Torej bi bili vsaj 2-krat večji od 49 l/s, kot naj bi bil nizki pretok, brez Mole in Klivnika, v ekstremno sušnem letu 2062, če upoštevamo leta 2003 izmerjeni minimalni pretok Rižane 74 l/s, zmanjšan za eno tretjino.

Uporaba že zgrajenih akumulacij Mola in Klivnik, ki ležita 400 m nad morjem, omogoča tudi energetske pozitivno dobavo vode za potrebe Rižanskega vodovoda.

Glavni problem je, da za uporabo Mole in Klivnika kot vira vode za slovensko Istro z Obalo, ki so ga že leta 2007 potrdili mednarodni izvedenci, MOP že več kot 20 let ne poda soglasja, obenem pa tudi napačno določenih količin  $Q_{es}$  za reko Reko ne popravi.

### 4 • ARBITRARNI DOLOČENI $Q_{es}$ IN NARAVOVARSTVENE OCENE ZA REGIJSKI PARK ŠKOCJANSKE JAME

Upravo RS za varstvo narave lahko razumemo, da je leta 2000 nasprotovala posegom železnice v varovano prispevno območje Rižane in na Kraški rob, ki je del zaščitenega kraškega naravnega parka. Na železniški trasi 4/1 je treba le zgraditi varovanje pred posledicami različij onesnaženja, in to z enako stopnjo varnosti, kot je zunaj tunelov predvidena pri tiru 1/3.

Opozoriti je treba, kar je namen tega prispevka, na naravovarstveno nekonsistentno ravnanje MOP (organov v sestavi), ki določa (z vodnogospodarskimi dovoljenji) na reki

Reki  $Q_{es} = 1388$  l/s, medtem ko je za Rižano, ki ima polovico manjše letne pretoke, predpisan kar 12-krat manjši  $Q_{es} = 110$  l/s, čeprav gre za vodna vira na istem vodnem območju! Zaradi te nerazumne količine za Reko,  $Q_{es} = 1388$  l/s, obeh akumulacij na Moli in Klivniku že od leta 1994 ni mogoče uporabiti za tekoče potrebe Rižanskega vodovoda niti ju ne bo mogoče pri variantah železniške trase 1/3 in 4/1 uporabiti za premostitev primanjkljaja vode, če pride do izpada zaradi onesnaženja Rižane z njenega širšega vodovarstvenega območja. Da za takšno vrednost  $Q_{es}$

ni strokovne podlage, so potrdili izvedenci Instituta für Wasserforschung GmbH Dortmund in Zentrum für Angewandte Forschung und Technologie e.V. an der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, 2007, in enako je pri izračunih (Rismal, 2016). Namesto da bi to eklatantno napačno določitev  $Q_{es}$  na MOP takoj popravili, pa tozadevno problematiko že več kot 20 let ponovno proučujejo.

Da se nekaj premika, je zaznati iz spremenjenega  $Q_{es}$  za v. p. Trnovo, ki so ga po reviziji tujih izvedencev leta 2008 zmanjšali zgolj z 925 l/s na 610 l/s, kar je še vedno napačna



vrednost. Tudi potem ko je Vlada RS leta 2009 izdala »Uredbo o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka«, pa  $Q_{es}$  za reko Reko še vedno ni ustrezno določen.

Podobno kot problematika  $Q_{es}$  je vprašljiva tudi omenjena zahteva Uprave RS za varstvo narave (iz leta 2000), po kateri ne podajo soglasja k izvedbi tira po var. 4/1, »ker bi po dolžini dvakrat presekal Kraški rob, ki je v sklopu Kraškega regijskega parka v celoti

predviden za zavarovanje, kar bi pomenilo degradacijo prostora in naravnih vrednot«. Nekonsistentnost takšnega odločanja je razvidna, če upoštevamo, da pa so januarja 2007 na območju zaščitenega Regijskega parka Škocjanske jame (UNESCO) podali soglasje k okoljskemu poročilu (Brilly, 2009), ki je bilo predmet podrobnih razprav z nosilci urejanja prostora (UNESCO, PŠJ, ZVND), in soglašali z »naravovarstveno in bilančno optimalno rešitev« k projektu vodovoda z novo grajeno

akumulacijo na Suhorki z megalomansko, 57 m visoko zemeljsko pregrado.

S takšnim protislovnim ravnanjem v primeru Mole in Klivnika, ker z nasprotnimi argumenti verjetno ni bila seznanjena, ter pri umeščanju drugega tira v prostor je Uprava RS za varstvo narave bistveno vplivala na izbor dražje variante 1/3, cenejšo 4/1 pa zavrnila. Posledica tega se je pokazala pri poznejši obravnavi (Uredba o DLN z dne 1. 8. 2014, PGD) pa tudi pri povečanju vrednosti investicije z 800 na 1400 mio. EUR.

## 5 • SKLEP

V članku obravnavam dva med seboj prostorsko in naravovarstveno povezana projekta: izbiro med variantama trase novih tirov 1/3 in 4/1 od Divače do Kopra in preskrbo s pitno vodo slovenske Istre z Obalo, s katerima želim opozoriti na v tem primeru strokovno nekonsistentne odločitve o varovanju voda in naravnih krajinskih vrednot.

V obeh primerih gre za nekoherentno arbitrarno, ožje strokovno naravovarstveno kontradiktorno določanje  $Q_{es}$  in za uporabo različnih

kriterijev pri varovanju naravnega okolja v zaščitenem Regijskem parku Škocjanske jame (UNESCO) in na Kraškem robu, kot da gospodarno ravnanje z za varstvo okolja potrebnim denarjem ne bi zahtevalo strokovno premišljenih in gospodarnih rešitev.

Zaradi napačne določitve  $Q_{es}$  pri MOP problem vode za Rižanski vodovod že 30 let ni rešen, so pa nastali gospodarska škoda za 8 napačnih projektov in stroški za v tem obdobju nepotrební uvoz vode iz sosednje

Hrvaške; gospodarska škoda je že večja od 50 milijonov evrov. Prav tako ne bo mogoče akumulacij Mola in Klivnik uporabiti za vir vode v primeru nenadnega onesnaženja Rižane.

Zaradi naravovarstveno kontradiktornih ocen, kot je argumentirano v tem prispevku, trasa železniškega tira 4/1 med Divačo in Kopro ni bila sprejemljiva in je bila potrjena trasa tira 1/3. Postavlja se vprašanje za (razliko) 600 mio. EUR – kako strokovno je bilo argumentirano naravovarstveno odločanje v primeru drugega tira?

## 6 • LITERATURA

Brilly, M., Kompore, B., Kryžanowski, A., Pismo KSH na UL FGG Rižanskemu vodovodu, Ljubljana, št.17-KSH, 1. 4. 2009.

Ratej, J., Prestor, J., Analiza tveganja za onesnaženje podzemne vode zaradi gradnje 2. tira železniške proge Divača–Koper, Razprave 6. posvetovanja slovenskih geotehnikov, Lipica, 14.–15. junij 2012.

Rismal, M., Slovenske vode, največje naravno bogastvo, potrebujejo odgovorne strokovnjake, Mišičevi vodni dnevi 2016.



**SLOVENSKO DRUŠTVO  
ZA ZAŠČITO VODA**

## SVETOVNI DAN VODA 2017



### Odpadna voda – breme ali priložnost?



Svetovni dan voda, ki ga vsako leto označujemo 22. marca, je posvečen aktualnim temam in ukrepom, ki so povezani z vodo. V Slovenskem društvu za zaščito voda ga zato označujemo z vsebinami, s katerimi opozarjamo na nujnost učinkovitejšega upravljanja voda, saj bo prav to ključno vplivalo na našo prihodnost in tudi prihodnost naših zanamcev. Odgovor na vprašanje, kdo je zanj bolj odgovoren, ni enoznačen. Za bolj zeleno prihodnost, ki nam lahko prinese nova delovna mesta, več zdravja in kakovostnejše razmere bivanja, smo odgovorni vsi, ki živimo na tem planetu, saj jo soustvarjamo s svojimi dejanji, miselnostjo, zavestjo oziroma razumevanjem posledic svojega ravnanja. Zavedanje, da bi morali z naravo živeti v sožitju in tako, da

ji ne povzročamo škode, je ne izčrpavamo in uničujemo, je edini ključ do uspeha, zlasti ker smo življenjsko odvisni prav od vode.

Letošnja osrednja tema svetovnega dneva voda je bila odpadna voda. Nanjo smo še do nedavnega gledali kot na odvečen in ničvreden odpadek, v resnici pa prav komunalna in industrijska odpadna voda lahko predstavljata tudi vir surovin. Prej ko se bomo v družbi tega zavedali, bolj nam bo to koristilo. Na odpadno vodo ne smemo več gledati kot na breme, temveč jo je treba razumeti kot priložnost. Nanjo ne smemo pozabiti takoj, ko odteče skozi odvodne kanale, temveč moramo nanjo gledati kot na vir surovin in energije.

Glede na lokalne potrebe in vrsto iz odpadne vode s pomočjo toplotnih izmenjevalcev lahko dobimo toplotno energijo. Odpadna voda je



bogat vir dušikovih in fosfornih spojin, ki so vir hranil za rastline. Ker fosfornih rudnin v naravi počasi zmanjkuje, ponekod po svetu iz aktivnega blata, ki se nabere v čistilnih napravah, s posebnimi postopki že pridobivajo fosfor. V komunalni odpadni vodi je veliko celuloze, ki bi jo v čistilnih napravah lahko izločili iz odpadne vode in koristno uporabili za druge namene. V prehranski industriji s preiščljenimi postopki ločevanja iz vode lahko izločimo koncentrirane organske snovi, ki predstavljajo surovino za prehrano živali ali koncentrat za proizvodnjo bioplina. Tako bi namesto porabljanja energije za vnos zraka v čistilnih napravah lahko pri-

dobivali energijo. V naši kanalizaciji še vedno konča preveč odpadnega jedilnega olja, ki bi ga ob ustreznem zbiranju lahko uporabili za proizvodnjo biodizelskega goriva ali bioplina, nato pa še električne energije. Jedilno olje kot odpadek v kanalizaciji povzroča težave pri odvajanju odpadne vode, zahtevnejši pa so tudi postopki čiščenja odpadne vode v čistilnih napravah. V nekaterih industrijskih objektih že čistijo lastne odpadne vode in jih vračajo v svoje procese. V zaprtih krogotokih so tako znatno zmanjšali odjem čiste vode iz sistema ter zmanjšali količino in onesnaženost končne odpadne vode. Pravilno zajeta deževnica je lahko dober nadomestek za splakovanje stranišč in zalivanje vrta. Rešitev, povezanih z odpadno vodo, je veliko, so pa povezane z določeno situacijo – in ravno v tem je priložnost vseh nas, da to prepoznamo in izkoristimo.

Pomembno vprašanje ob letošnjem svetovnem dnevu voda je, kako količine odpadne vode zmanjšati in kako odpadno vodo ponovno uporabiti. Odgovore in optimalne rešitve bo morala zagotovo najprej ponuditi stroka.



Poleg prepoznanega vira surovin in energije je odpadna voda za nas pomembna tudi zato, ker v okolje vnaša onesnaževala, ki vplivajo na vsa živa bitja, tudi na ljudi. Pot komunalne odpadne vode v bivalnem okolju se začne v hišnih odtokih, najpogosteje pri



straniščni školjki, v kateri se znajdejo tudi predmeti, ki vanjo nikakor ne spadajo – ostanki hrane, sanitarni odpadki, tkanine, farmacevtski odpadki, agresivna čistila, ostanki barv itd. Splošna ali gospodinjska poraba namreč v odpadno vodo prinaša vrsto vsebnosti pralnih sredstev, zdravil, kozmetike in drugih snovi oziroma kemikalij. Ljudje s svojimi izločki v odpadno vodo odvajamo tudi zdravilne učinkovine. Spomnimo, odpadna voda, ki se pretaka po razvejanih kanalizacijskih omrežjih, ter njeno urejeno odvajanje in čiščenje ne pomeni le mehanskega čiščenja, pač pa tudi biološko, torej odstranjevanje ali vsaj zniževanje koncentracij onesnaževal, ki so se znašla v odpadni vodi. Čistilna naprava

odpadno vodo prečisti do stopnje, ki je kar najmanj obremenjujoča in škodljiva za okolje in naravo, še vedno pa so v čiščeni vodi snovi, ki so škodljive za manjše organizme in se s ponikanjem ponovno lahko pojavijo v naših virih pitne vode. Znanstveno je dokazano, da biološke čistilne naprave odstranijo od 30 do 50 odstotkov protibolečinskih zdravilnih učinkovin – kar pomeni, da imamo v čiščeni vodi še veliko snovi, katerih sestave in koncentracije ne poznamo. Kakšen vpliv in posledice bo to imelo na naše potomce, ki bodo uživali vodo s t. i. hormonskimi motilci, lahko samo ugibamo.

Zato se moramo o odpadni vodi in vsem, kar izlivamo ali mečemo v straniščne školjke,

tudi pogosteje pogovarjati. Zavedati se moramo, da v naravo pri nas danes nenadzorovano spustimo še vedno več kot desetino neprečiščene odpadne vode.

V Slovenskem društvu za zaščito voda zato tudi ob 22. marcu, svetovnem dnevu voda, znova opozarjamo, da je z vodo treba ravnati skrbno, kar velja tudi za odpadno vodo. Ne smemo je razumeti kot breme, pač pa kot dragoceni vir, ki nam ponuja številne nove priložnosti. Tako bomo lahko uresničevali cilje, kot so varovanje vseh površinskih in podzemnih voda pred organskim onesnaženjem, vnosom dušika in fosforja ter pred mikrobiološkim onesnaženjem.

**dr. Marjetka Levstek, univ. dipl. inž. kem. inž.  
predsednica  
Slovenskega društva za zaščito voda**

## VABILO

Izdajateljski svet Gradbenega vestnika vabi k sodelovanju:

1. Področne urednike za: vodarstvo, komunalno in okoljsko gradbeništvo; konstrukcije; promet; stavbarstvo; operativno gradbeništvo.
2. Območne dopisnike iz posameznih regij ali večjih podjetij.

Vse zainteresirane prosimo, da se do 15. 4. 2017 prijavijo na naslov [gradb.zveza@siol.net](mailto:gradb.zveza@siol.net). V prijavi navedite morebitni znanstveni naziv, ime in priimek, strokovni naziv, naslov in področje ali območje, za katerega se prijavljate. Vse prijavljene bomo povabili na razgovor, na katerem se bomo dogovorili o podrobnostih sodelovanja.



# NOVI DIPLOMANTI

## UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

### I. STOPNA - VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM OPERATIVNO GRADBENIŠTVO

**Miha Češarek**, Primerjava postopkov meritev nedrenirane strižne trdnosti, mentorica doc. dr. Ana Petkovšek; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=88999>

**Emma Kovač**, Problematična križišča v Občini Vrhnika – analiza izbranega križišča, mentor doc. dr. Tomaž Maher; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=88998>

### I. STOPNJA - UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

**Rok Bregar**, Uporaba ultrazvočne metode za določitev značilnih parametrov v procesu vezanja cementne paste, mentorica prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov, somentor dr. Gregor Trtnik; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=89143>

**Kaja Moličnik**, Energetska prenova leta 1869 zgrajene domačije, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor asist. Luka Pajek; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=90999&lang=slv>

**Aleš Tičar**, Terensko evidentiranje toplih mostov z IR kamero in ocena njihovega vpliva na energetske bilanco, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor doc. dr. Roman Kunič; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=87769&lang=slv>

**Matej Blaž**, Predlog izboljšanja mreže kolesarskih povezav v mestni občini Ljubljana, mentor doc. dr. Peter Lipar, somentorica doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=91000>

### I. STOPNJA - UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM VODARSTVO IN OKOLJSKO INŽENIRSTVO

**Sandi Stanjko**, Izračun odtoka z manjšega porečja, mentorica doc. dr. Mojca Šraj, somentor asist. dr. Nejc Bezak; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=89141>

### II. STOPNJA - MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

**Jure Berkopec**, Vpliv vremena in izkušenosti pregledovalcev na objektivnost določanja stanja premostitvenih objektov tekom periodičnih pregledov, mentorica prof. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Matej Kušar; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=89156>

**Luka Novak**, Identifikacija poškodb armirano betonskih konstrukcij z neporušno ultrazvočno metodo, mentor izr. prof. dr. Tomaž Hozjan, somentor doc. dr. Gregor Trtnik; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=89018>

### II. STOPNJA - MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM STAVBARSTVO

**Nataša Štupar**, Bioklimatsko načrtovanje trajnostnih in podnebno pogojenih sodobnih stavb, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor asist. Luka Pajek; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=89158>

### II. STOPNJA - MAGISTRSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM VODARSTVO IN OKOLJSKO INŽENIRSTVO

**Gregor Grbec**, Optimizacija obratovanja mHE Ceršak na Muri, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski, somentor mag. Igor Čuš; <https://repozitorij.uni-lj.si/lzpisGradiva.php?id=89160>

Rubriko ureja • Eva Okorn, [gradb.zveza@siol.net](mailto:gradb.zveza@siol.net)

# KOLEDAR PRIREDITEV

**19.-20.4.2017**

**2. slovenski kongres o vodah**

Podčetrtek, Slovenija  
[www.kongresvode2017.si/](http://www.kongresvode2017.si/)

**19.-21.4.2017**

**CoMS 2017: 1. mednarodna konferenca o gradbenih materialih za trajnostni razvoj**

Zadar, Hrvaška  
[www.grad.hr/coms/ocs/index.php/coms/coms2017](http://www.grad.hr/coms/ocs/index.php/coms/coms2017)

**25.-28.4.2017**

**International Exhibition for Construction Technology, Equipment, Machinery, Vehicles & Materials**

Hanoi, Vietnam  
<http://contechvietnam.com/en/>

**15.-18.5.2017**

**ICBEST Istanbul - International Conference on Building Envelope Systems and Technologies**

Istanbul, Turčija  
<http://icbestistanbul.com/>

**29.5.-2.6.2017**

**4. svetovni forum o zemeljskih plazovih**

Ljubljana, Slovenija  
[www.wlf4.org/wlf4-intro-slo/](http://www.wlf4.org/wlf4-intro-slo/)

**7.-9.6.2017**

**S.ARCH 2017 – the 4th International Conference on Architecture**

Hong Kong, Kitajska  
<http://s-arch.net/>

**12.-14.6.2017**

**EATA 2017 – 7th International European Asphalt Technology Association Conference**

Zürich, Švica  
<http://eata2017.empa.ch/>

**21.-23.6.2017**

**ICNF2017 - 3rd International Conference on Natural Fibers**

Braga, Portugalska  
[www.icnf2017.fibrenamics.com/](http://www.icnf2017.fibrenamics.com/)

**15.-19.7.2017**

**GeoMEast 2017 International Conference  
"Sustainable Civil Infrastructures: Innovative Infrastructure Geotechnology"**

Sharm El-Sheik, Egipt  
[www.geomeast2017.org/](http://www.geomeast2017.org/)

**5.-8.9.2017**

**ISPE-2017 – XI International Symposium on Permafrost Engineering**

Magadan, Rusija  
<http://mpi.ysn.ru/en/permafrost-engineering-symposiums>

**13.-15.9.2017**

**SMAR 2017 – 4th International Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures**

Zürich, Švica  
[www.smar2017.org/](http://www.smar2017.org/)

**2.-4.10.2017**

**3rd International Symposium on Ultra-High Performance Fibre-Reinforced Concrete (UHPFRC)**

Montpellier, Francija  
[www.afgc.asso.fr/UHPFRC2017](http://www.afgc.asso.fr/UHPFRC2017)

**11.-13.10.2017**

**4th ICEES - International Conference on Earthquake Engineering and Seismology**

Eskişehir, Turčija  
[www.tdmd.org.tr/TR/Genel/KonferansAnaSayfaEN.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EFFB0FF6CAD6E83E4E](http://www.tdmd.org.tr/TR/Genel/KonferansAnaSayfaEN.aspx?F6E10F8892433CFFAAF6AA849816B2EFFB0FF6CAD6E83E4E)

**20.-22.11.2017**

**ICCEN 2017 – 6th International Conference on Civil Engineering**

Brisbane, Avstralija  
[www.iccen.org/](http://www.iccen.org/)

Rubriko ureja • **Eva Okorn**, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: [gradb.zveza@siol.net](mailto:gradb.zveza@siol.net)