# GRADBENI VESTNIK

oktober 2013

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE IN
MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKE ZBORNICE SLOVENIJE

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana

**Gradbeni vestnik** • **GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKE ZBORNICE SLOVENIJE**

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

**Ljubljana, oktober 2013, letnik 62, str. 217–240**

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 knjigo RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:
ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**
**prof. dr. Matjaž Mikoš**
**Jakob Presečnik**
MSG IZS: **Gorazd Humar**
**mag. Črtomir Remec**
**doc. dr. Branko Zadnik**
FGG Ljubljana: **doc. dr. Marijan Žura**
FG Maribor: **doc. dr. Milan Kuhta**
ZAG: **akad. prof. dr. Miha Tomaževič**

Glavni in odgovorni urednik:
**prof. dr. Janez Duhovnik**

Sodelavec pri MSG IZS:
**Jan Kristjan Juteršek**

Lektor:
**Jan Grabnar**

Lektorica angleških povzetkov:
**Darja Okorn**

Tajnica:
**Eva Okorn**

Oblikovalska zasnova:
**Mateja Goršič**

Tehnično urejanje, prelom in tisk:
**Kočevski tisk**

Naklada:
**3400 izvodov**

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 številk. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 23,16 EUR; za študente in upokojence 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 vštet DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
SI56 0201 7001 5398 955

# Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

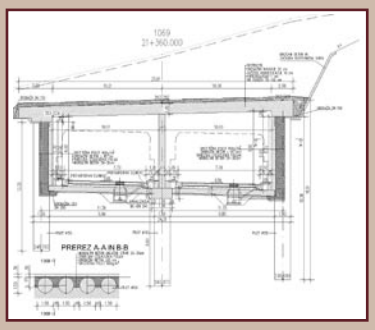
1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnim presledkom 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. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavja 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. 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 **218**
Borut Šušteršič, univ. dipl. inž. grad.
**PROJEKTIRANJE IN IZVEDBA POKRITEGA VKOPA CENKOVA**
DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE COVERED PIT CENKOVA


stran **226**
prof. dr. Marko Breznik, univ. dipl. inž. grad., univ. dipl. prof. geol.
**ISTÉRSKO JEZERO – PITNA VODA ZA 100 LET**
ISTRIAN LAKE – DRINKING WATER FOR 100 YEARS

## Vabili


stran **225**
**24. Mišičev vodarski dan**

stran **238**
**Dan inženirjev 2013**


## Novi diplomanti


stran **238**
J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.


## Koledar prireditev


J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.


Slika na naslovnici: Poslovno proizvodni objekt Geberit v Rušah, foto: Milan Kuhta

# PROJEKTIRANJE IN IZVEDBA POKRITEGA VKOPA CENKOVA
# DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE COVERED PIT CENKOVA

**Borut Šušteršič, univ. dipl. inž. grad.**
bor.sustersic@gmail.com

**Strokovni članek**
UDK 625.711.3(497.4)

**Povzetek** | V članku sta opisana projektiranje in izvedba pokritega vkopa Cenkova, ki je bil zgrajen na odseku AC Lenart–Cogetinci, na pododseku Spodnja Senarska–Cogetinci, in je bil predan v uporabo leta 2008. Pokriti vkop, ki ga tvori v prečnem prerezu armiranobetonski ploščati dvoladijski okvir, leži na območju kraja Cenkova in služi prehodu avtoceste skozi pobočni greben. Skupaj s predorom Cenkova tvori enovit objekt. Celotna osna dolžina pokritega vkopa znaša 261,40 m. Značilnosti objekta so večinoma globoko temeljenje na uvrtanih pilotih v odkopanem pobočju, princip gradnje krovne plošče na dnu gradbene jame v odkopanem pobočju s kasnejšim izkopom pod krovno ploščo, predhodno izdelani piloti krajnih sten ter »znižani« piloti vmesne stene s kasnejšo izvedbo vmesne stene.

Ključne besede: pokriti vkop Cenkova, metoda gradnje, krovna plošča, odkop

**Summary** | In the paper, design and construction of the covered pit is described. The covered pit is located on the motorway section Lenart–Cogetinci, at the subsection Sp. Senarska–Cogetinci. The covered pit was handed over for use in 2008. The cross section reveals that the covered pit is formed as a reinforced concrete plane frame with two tubes. It is located in the area of the settlement Cenkova and serves as a crossing of the motorway through the slope crest. Together with the tunnel Cenkova it forms a unified structure. The total axial length of the covered pit is 261,40 m. The following typical features are emphasized: mostly deep foundation on bored piles in the excavation slope and the construction principle of the top slab on the ground (in the excavation slope) with the subsequent excavation of the covered pit below the top slab and with previously constructed piles of the end walls as well as the 'reduced' piles of the intermediate wall with the subsequent construction of the intermediate wall.

Keywords: covered pit Cenkova, construction method, top slab, excavation

## 1 • UVOD

Pokriti vkop Cenkova je bil zgrajen v sklopu avtoceste A5 na odseku Lenart–Cogetinci, na pododseku Spodnja Senarska–Cogetinci, v stacionaži od km 21 + 255 do km 21 + 516,40. Pokriti vkop služi prehodu avtoceste skozi pobočni greben. Skupaj s predorom Cenkova tvori enovit objekt. V združenem objektu se poenostavi vzdrževanje vseh drenažnih sistemov in sistemov za odvodnjavanje onesnažene vode, elektrosistemov in strojnih sistemov ter požarnega reda.

Pokriti vkop poteka tlorisno v radiju in je v prečnem prerezu izveden kot ploščati dvoladijski okvir. Celotna dolžina pokritega vkopa v osi objekta znaša 261,40 m. Pri objektu lahko kot značilnosti poudarimo pretežno globoko temeljenje na uvrtanih pilotih v odkopanem pobočju (manjši vzhodni del vmesne stene objekta je plitko temeljen), princip gradnje krovne plošče na utrjenem dnu gradbene jame (na odkopanem pobočju) s kasnejšim izkopom pod krovno ploščo v celotni širini obeh ladij, predhodno izdelane pilote krajnih sten ter »znižane« pilote vmesne stene. Objekt je bil zgrajen leta 2008.

## 2 • PODATKI O UDELEŽENCIH IN OBJEKTU

### 2.1 Podatki o udeležencih pri graditvi pokritega vkopa Cenkova

Naročnik: DARS, Družba za avtoceste v Republiki Sloveniji, d. d.
Projektant: KO-BIRO, d. o. o., Maribor
Odgovorni projektant: Peter Koren, univ. dipl. inž. grad.
Odgovorni projektant arhitekture zahodnega portala pokritega vkopa s pogonsko centralo:
Igor Recer, univ. dipl. inž. arh.
Izvajalec: SCT, d. d., Ljubljana
Odgovorni vodja gradbišča: Maja Žiberna, univ. dipl. inž. grad.
Inženir: DDC, Družba za državne ceste Ljubljana, d. o. o.
Nadzorni inženir: dr. Maja Mikluš Moran, univ. dipl. inž. grad., Branko Đurić, dipl. inž. grad.

### 2.2 Splošni podatki o objektu

Celoten razpon pokritega vkopa znaša 261,40 m v osi AC. Svetla širina posamezne ladje znaša 10,00 m. Svetla višina na levi strani leve ladje znaša 6,00 m, na desni strani desne ladje pa se zaradi prečnega nagiba vozišča in nagiba krovne plošče poveča na 6,92 m.

V tlorisu poteka trasa pokritega vkopa v osi avtoceste od km 21 + 255 do km 21 + 516,40 v horizontalnem radiju R = 2500 m. Niveleta avtoceste v pokritem vkopu je v konveksni vertikalni zaokrožitvi z radijem R = 10.000 m, tako da je vzdolžni nagib v območju zahodnega portala 3,00 %, na stiku s predorom (na vzhodni strani – smer Cogetinci) pa 0,31 %. Temeljenje je globoko na uvrtanih pilotih premera D = 1,50 m, vzhodni del vmesne stene je temeljen plitko s pasovnim temeljem. Oprema pokritega vkopa so dilataciji, izvedeni v krovni plošči z gubo nad fugo v tesnilnem sloju iz bitumenskih trakov, kanalizacija drenažne vode, odtočni kineti meteorne vode, zbirni bazen onesnažene vode, dve niši za klic v sili, več čistilnih niš za čiščenje in kontrolo drenaže ter kabelske kinete. Požarna niša z dvema hidrantoma (vsak hidrant je namenjen za eno ladjo) pa je vgrajena v srednji steni predora. Pogonska centrala, kot sicer samostojni objekt znotraj zahodnega dela pokritega vkopa, je del opreme pokritega vkopa, saj služi namestitvi vseh naprav za napajanje energetskih sistemov in signalno-varnostnih ter kontrolnih sistemov v združenem objektu pokritega vkopa in predora Cenkova.

Pri gradnji objekta so bili uporabljeni betoni kvalitete C 25/30 z ustrezno predpisano recepturo za posamezne konstrukcijske elemente glede odpornosti proti mrazu in soli ter armaturno jeklo (rebraste palice in mreže) kvalitete S 500-B.

Pri zgornjem ustroju AC nad talno ploščo so bili uporabljeni betoni kvalitete C 35/45 in C 30/37.

### 2.3 Elementi karakterističnega prečnega profila pokritega vkopa

Odprtine med stenami v PV ustrezajo naslednjemu karakterističnemu prečnemu profilu AC v eni ladji:

| | | |
|---|---|---|
| zunanji robni pas | 0,35 | 0,35 m |
| dva vozna pasova | 2 x 3,50 | 7,00 m |
| notranji robni pas | 0,35 | 0,35 m |
| širina vozišča | | 7,70 m |

| | | |
|---|---|---|
| zunanji in notranji hodnik | 2 x 0,75 | 1,50 m |
| prostor ob zunanji steni | | 0,35 m |
| prostor ob vmesni steni | | 0,45 m |
| širina cestišča ene ladje | | 10,00 m |

Prečni nagib vozišča je enostranski – 2,5 %. Odmiki na nivoju vozišča so nekoliko večji od zahtevanih, saj je odprtina obeh ladij PV očrtana profilu predora.

## 3 • PROJEKTIRANJE IN TEHNOLOGIJA GRADNJE

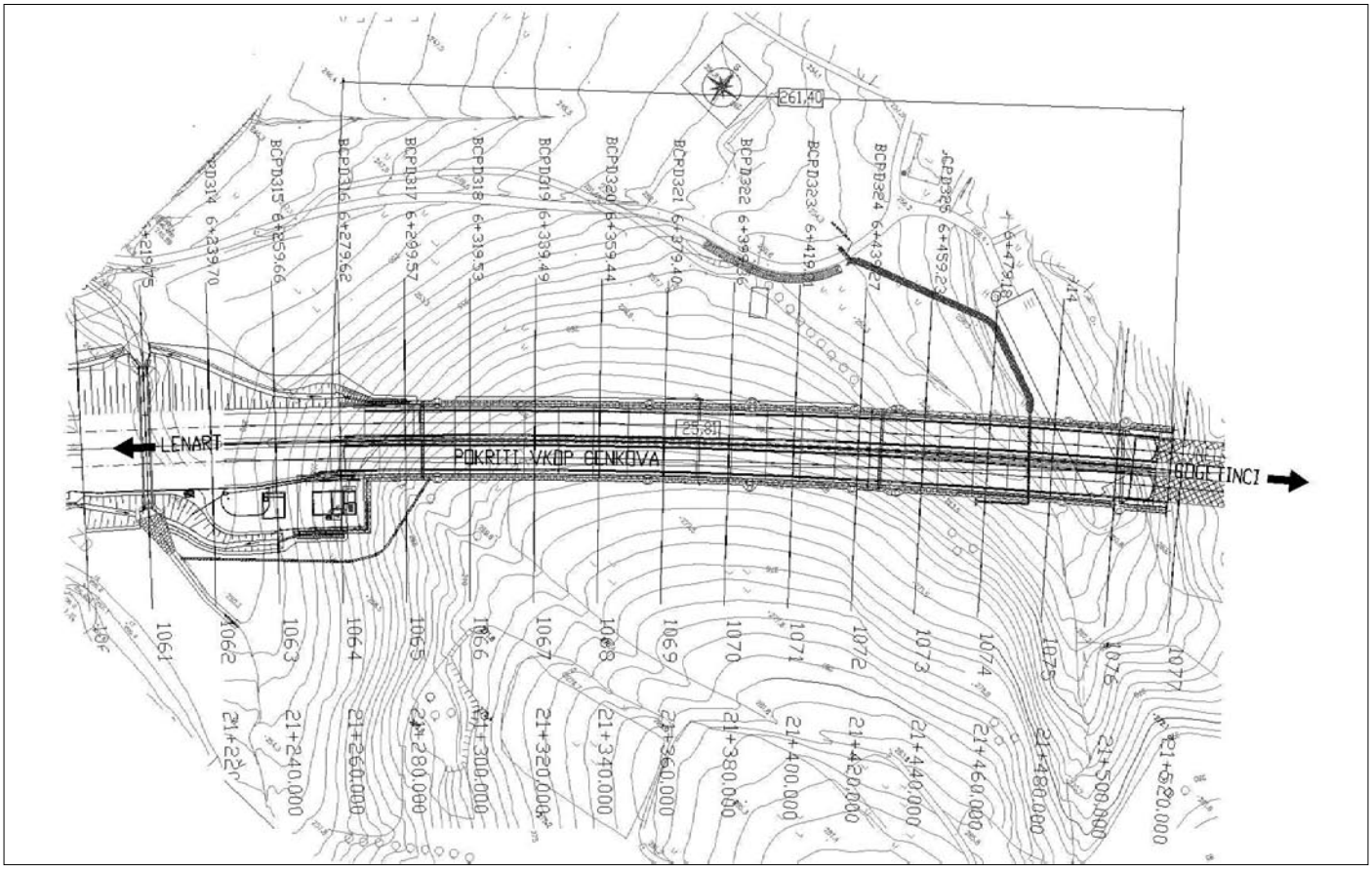
### 3.1 Konstrukcijska zasnova

Pokriti vkop je zasnovan kot armiranobetonski dvoladijski ploščat okvir, kjer zunanji steni predstavljata pilotni steni iz pilotov premera 150 cm, ki sta na notranji strani obloženi z obložnima stenama minimalne debeline 25 cm (slike od 1 do 5). Zaradi prilagoditve svetlega profila v pokritem vkopu glede na elemente profila v predoru se je ob zunanjih stenah in ob vmesni steni formiral dodaten prostor. Vmesna stena je na celotni dolžini objekta debeline 60 cm. Postavljena je na pilotno blazino dimenzij 100/190 cm, ta pa na vrsto pilotov premera 150 cm. Krovna monolitna plošča PV je debela 70 do 100 cm, talna plošča je debela 50 cm. Svetlo odprtino obeh ladij v prvi polovici dolžine pokritega vkopa narekuje karakteristični profil AC, v drugi polovici pa prilagoditev na skupni profil obeh predorskih cevi. Zaradi prehoda ladij pokritega vkopa v predorske cevi, ki imata prav tako skupno vmesno steno majhnega prereza, so določene faze izvedbe predora potekale po posebni tehnologiji.

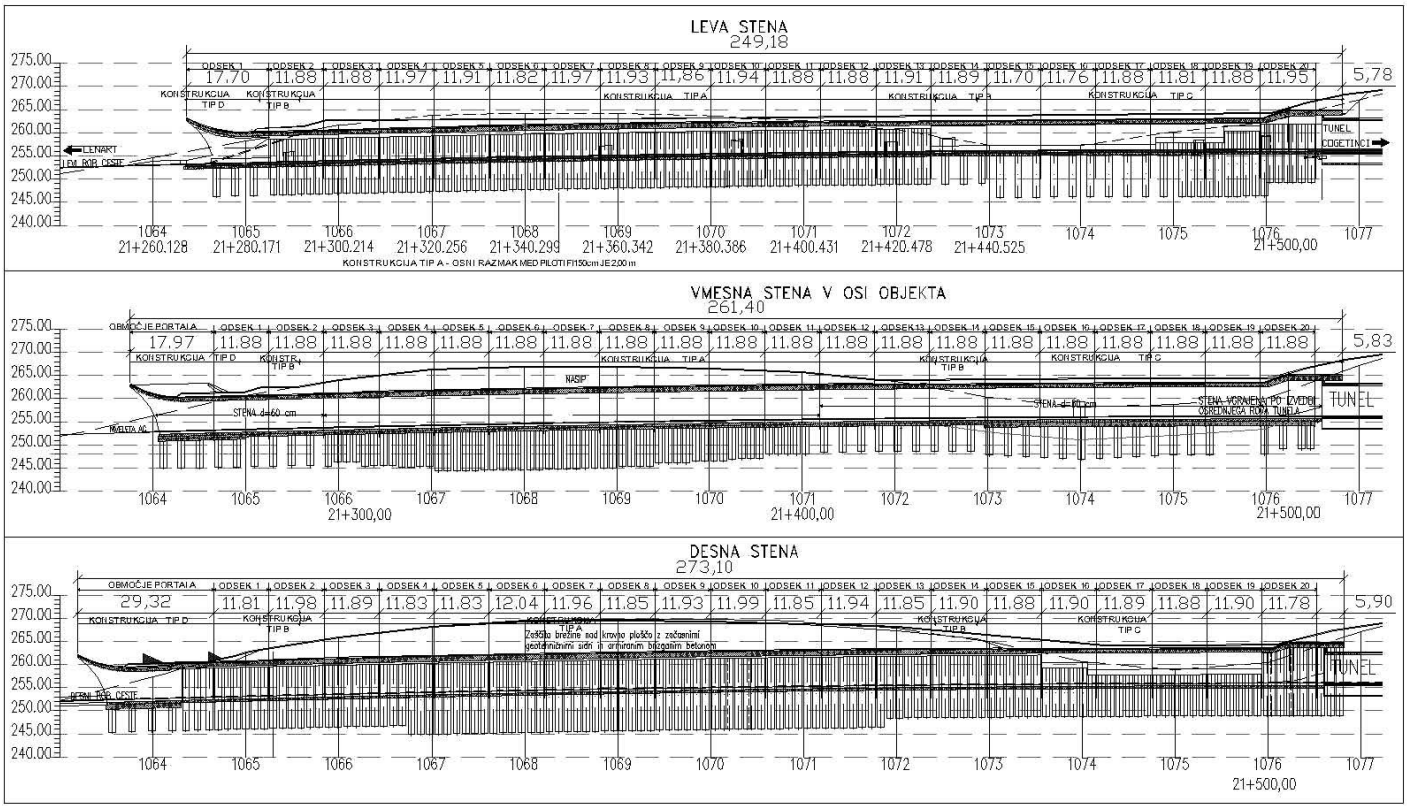
Slika 1 • **Navezava pokritega vkopa Cenkova na predor – betoniranje krovne plošče pokritega vkopa**

Posebna značilnost predora, ki se navezuje na pokriti vkop, je v tem, da se je gradil z vmesnim stebrom, ki je omogočil gradnjo predorskih cevi z minimalno medsebojno razdaljo. Vmesni steber se je izvajal v začasnem vmesnem rovu manjšega premera.

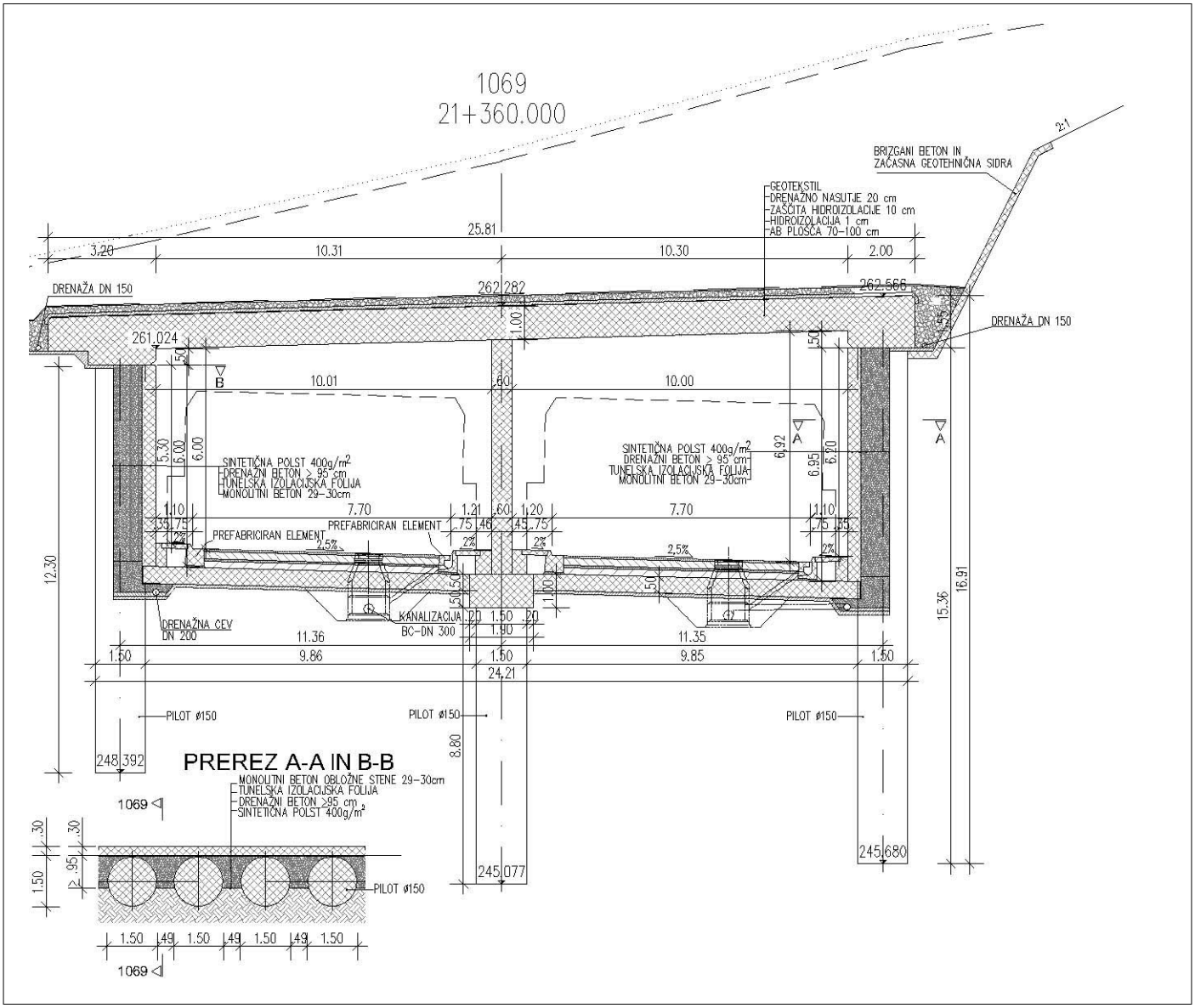
Slika 2 • **Zahodni portal pokritega vkopa**




Slika 3 • **Tloris pokritega vkopa Cenkova**




Slika 4 • **Vzdolžni prerezi pokritega vkopa**




Slika 5 • **Karakteristični prečni prerez pokritega vkopa Cenkova**

### 3.2 Nosilna konstrukcija

Nosilna konstrukcija pokritega vkopa je zasnovana v odvisnosti od zahtevane geometrije funkcionalnega prostora znotraj objekta, in sicer v odvisnosti od geometrije pobočja in v odvisnosti od geološko-geotehničnih razmer vzdolž objekta. Hkrati je upoštevanje navedenih primarnih parametrov narekovalo tudi način gradnje, ki je posredno vplival na končne tehnične rešitve in s tem na izvedeno stanje.

Konstrukcijo pokritega vkopa sestavljajo štirje značilni tipi konstrukcije, ki imajo različne debeline konstrukcijskih elementov in so pri izvedbi zahtevali različne tehnološke postopke. V tem članku je podan le opis konstrukcije tipa A, iz katerega izhajajo tudi preostali trije podobni tipi konstrukcije z oznakami B, C in D.

Za vse tipe je bila podobna pripravljalna faza gradnje, ko je izvajalec na očiščenem terenu izkopal v dveh odsekih gradbeno jamo z utrjenim planumom na nivoju spodnje strani krovne plošče pokritega vkopa, s katerega so

Slika 6 • **Piloti desne stene pokritega vkopa z zaščito desne brežine**

Slika 7 • **Globoko temeljenje s piloti desne stene in plitko temeljenje s pasovnim temeljem vmesne stene na vzhodnem delu pokritega vkopa**

bili uvrtani najprej piloti desne, za tem pa še srednje in leve pilotne stene kakor tudi piloti povezovalnega objekta med pokritim vkopom in predorom (sliki 6 in 7).

Pilotne stene se je gradilo postopoma v 12,0 m dolgih kampadah. Pri tem se je odkopalo še manjši preostali del najprej desne in nato leve brežine ter podaljšalo oblogo desne brežine do dna odkopa, tako da je bila omogočena izvedba kvalitetne drenaže na obeh prečnih koncih PV. Po končanem pilotiranju je bila zemljina odkopana do nivoja planuma, na katerem je bila zabetonirana krovna plošča pokritega vkopa.

Gradnja obložnih sten pilotov v minimalni debelini 25 cm je zahtevala dokaj natančno izvedbo pilotov, za katere je bilo predpisano dovoljeno odstopanje v prečni smeri od vzdolžne osi obeh krajnih sten le za ± 5 cm. V vzdolžni smeri pilotnih sten so bila dovoljena odstopanja ± 10 cm. Piloti so bili izvedeni znotraj zahtevanih toleranc.

Konstrukcija tipa A je bila predvidena za najtežje pogoje izvedbe med profili P 1065 in P 1073. Pri njeni gradnji je bilo najprej znižano pobočje nad desno, višjo brežino gradbene jame. Za tem je bila odkopana v dveh nivojih celotna gradbena jama – do nivoja sidrišč geotehničnih sider desne brežine. V preostalem delu je bila nato jama poglobljena v minimalnem obsegu, tako da je bila možna še izvedba pilotov leve in srednje pilotne stene. Odkop je bil opravljen v kampadah dolžine 12 m, s čelom v nagibu do 60°, kar je dovoljevala kompaktna sestava tal. Desna brežina gradbene jame je bila zavarovana z brizganim betonom v debelini 15 cm, armiranim z armaturno mrežo in sidranim z začasnimi geotehničnimi sidri (slika 8).

Krovna plošča je debela 1,00 m in obojestransko vpeta v pilote. To je omogočilo odkop zemljine pod krovno ploščo v polnem profilu in v obeh ladjah hkrati. Pred gradnjo talne plošče je bil zavarovan izkop med piloti obeh zunanjih sten z vgradnjo drenažnega betona, debelega ca. 100 cm (sliki 5 in 9). Z vgradnjo drenažnega betona je bilo zagotovljeno odvajanje morebitne zaledne vode. Sprednja stran drenažnega betona je bila pred betoniranjem obložne stene prekrita z vodotesno predorsko folijo. S tem je bilo poleg popolne zaščite notranjosti pokritega vkopa pred morebitno zaledno vodo tudi preprečeno pronicanje cementnega mleka v drenažni beton.

Po vgradnji drenažnega betona med piloti obeh zunanjih sten je bila zgrajena pilotna greda nad »znižanimi« piloti vmesne stene, iz katere je segala priključna armatura v levi in desni del talne plošče ter zgoraj v vmesno steno. Nato se je skozi puščene odprtine v krovni plošči zabetonirala vmesna stena, debela 60 cm. Sledila je gradnja talne plošče (slika 5), na koncu pa sta se izvedli še krajni obložni pilotni steni (leva in desna), debeli

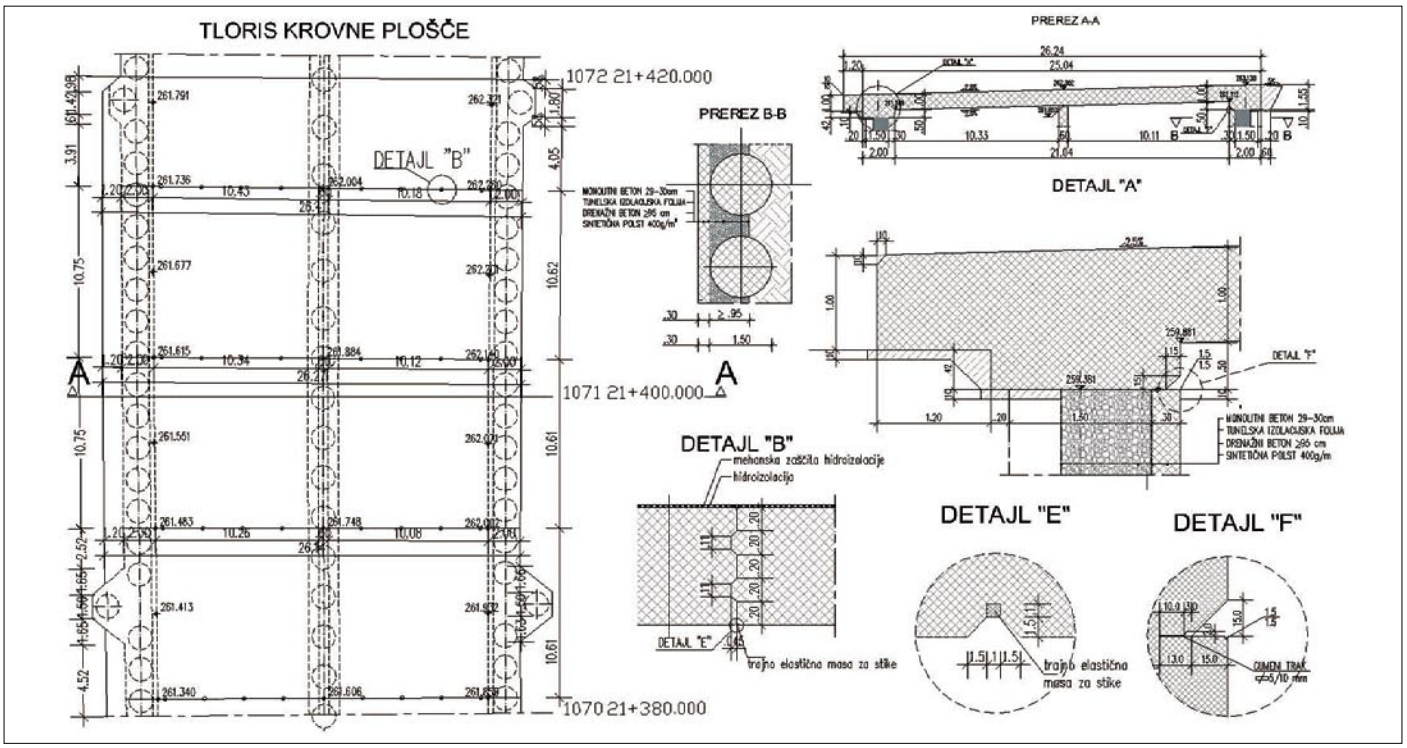
Slika 8 • **Zaščita desne brežine pokritega vkopa z začasnimi geotehničnimi sidri in z armiranim brizganim betonom**

30 cm, ki sta lokalno odebeljeni v območju niš (slika 10).

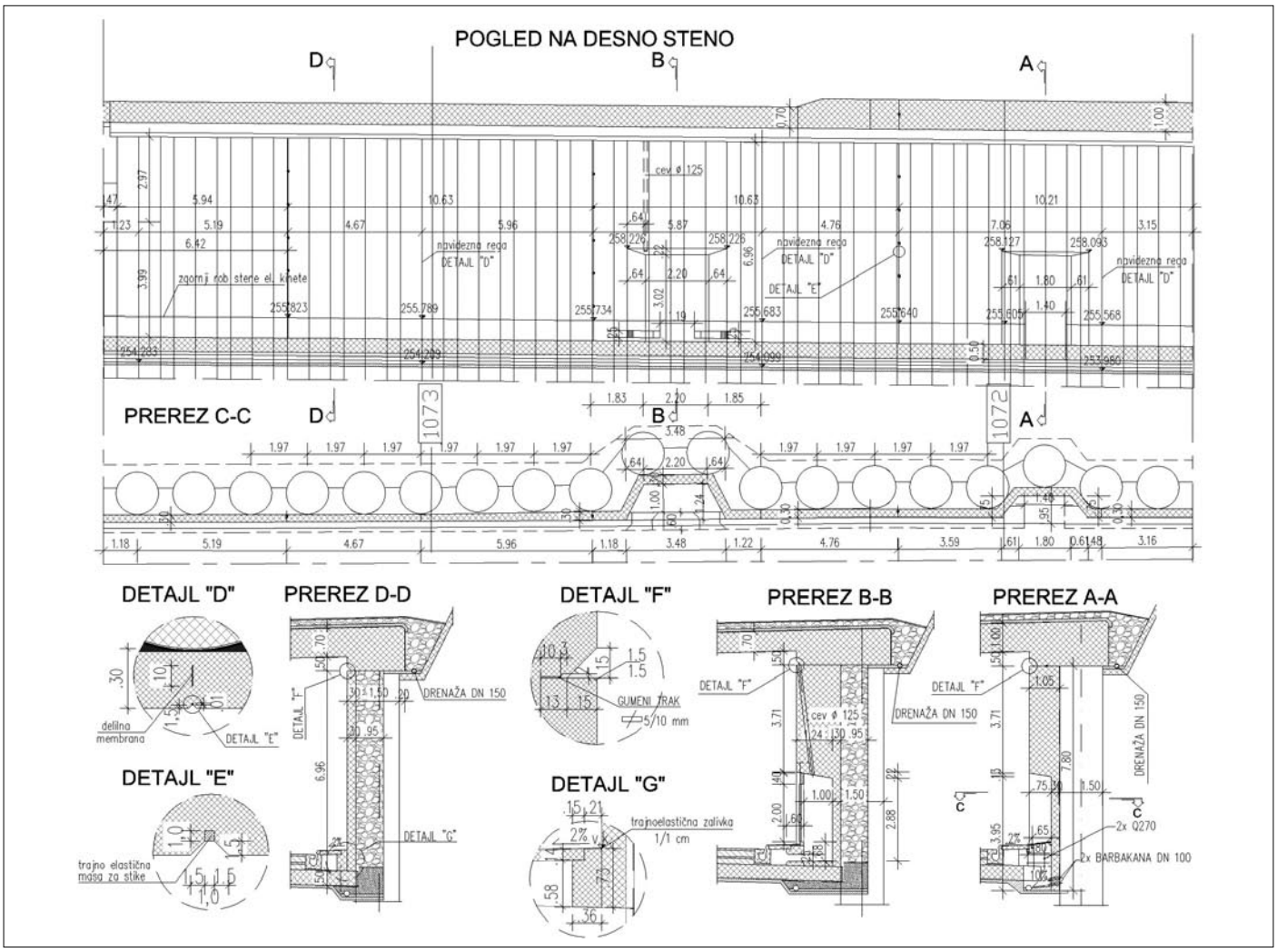
Vsi ostri robovi konstrukcijskih elementov PV so posneti s trikotno letvijo 3/3 cm. Za opaževanje sten so bili uporabljeni veliki opažni paneli z enakomerno razporejenimi in oblikovanimi stiki. Površina betona ima zahtevano enotno barvo.

Objekt pokritega vkopa izpolnjuje bistvene zahteve za standardno požarno odpornost vseh konstrukcijskih elementov, za katere obstaja možnost, da bodo neposredno ali posredno izpostavljeni vplivom požara.

Pri statični analizi objekta so bila upoštevana določila Pravilnika o mehanski odpornosti in stabilnosti (Ur. l. RS, št. 101/2005). Opravljena




Slika 9 • **Opažni načrt krovne plošče pokritega vkopa**




Slika 10 • **Opažni načrt desne obložne AB-stene PV z nišami**

je bila v skladu s standardi SIST EN 1990, SIST EN 1991, SIST EN 1992 in SIST EN 1998. Ker ni na voljo slovenskih nacionalnih dodatkov, so bila uporabljena tudi priporočila iz nemške smernice DIN – Fachbericht 101 in 102.

### 3.3 Hidroizolacija na krovni plošči in vozišče v objektu PV

Hidroizolacijske sloje na krovni plošči sestavljajo naslednje plasti (sliki 5 in 9):

- beton krovne plošče debeline od 70 do 100 cm, kvaliteta betona C 25/30,
- hidroizolacijski trakovi debeline 5 mm iz modificiranega bitumna s poliestrsko tkanino; trakovi so zalepljeni preko vogalov, pri tipih konstrukcije z delovnim stikom stena–krovna plošča pa s preklopom 10 cm pod delovni stik,
- zaščitni sloj hidroizolacije iz betona debeline 10 cm, armiranega z armaturno mrežo z okenci 5/5 cm.

Nasutje in drenažni sloj:

- površina na nasutju je pokrita z 20 cm nasutja iz poravnanega, nepovaljanega humusa,
- nasutje je minimalne debeline 80 cm, iz mešanice zemeljskega materiala, ki omogoča rast grmovnih in manjših drevesnih vrst (sicer je pokriti vkop zasut z materialom iz izkopa),
- pod nasutjem je vgrajena 20 cm debela drenažna plast iz granuliranega gramoznega materiala z dobrimi precejnimi lastnostmi, ki je zgoraj prekrita s plastjo geosintetika.

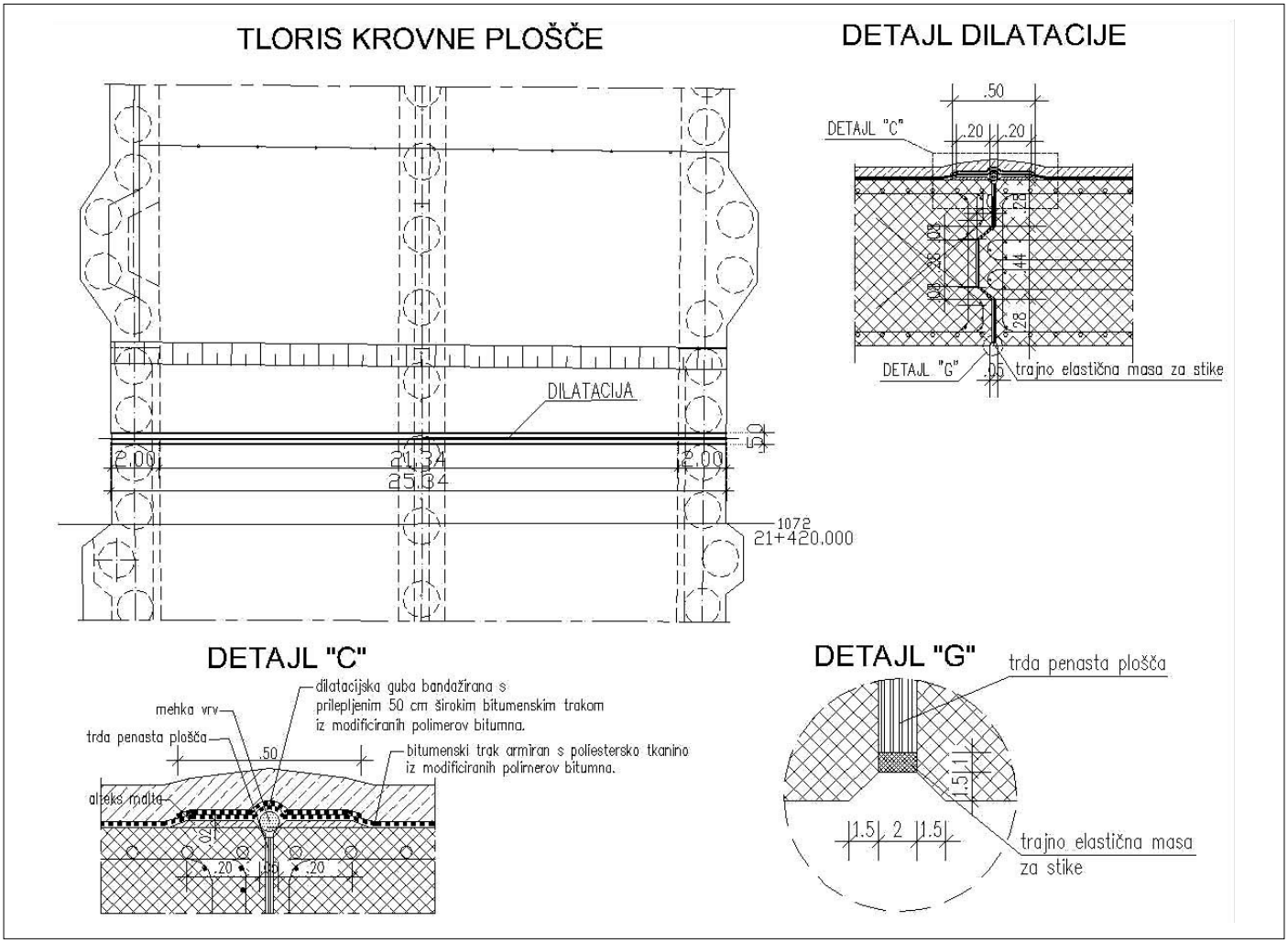
Zgornji ustroj AC na talni plošči je naslednji (slika 5):

- obrabni sloj iz cementnega betona C 35/45 z lastnostmi, predpisanimi za cementna vozišča, debel 7 cm,
- zgornja nosilna plast iz cementnega betona C 30/37 iz zmesi zrn iz karbonatnih kamnin, debela 22 cm,
- plast iz bitumeniziranega drobljenca BD 22, debela 6 cm,
- plast s cementom stabilizirane zmesi kamnitih zrn, debela 15 cm,
- talna plošča, debela 50 cm,
- podložni beton, debel 10 cm.

### 3.4 Drenažni sistemi in odvod meteorne vode

Čeprav je v geološko-geomehanskem poročilu navedeno, da v plasteh zemljine, ki gradi hrib in skozi katerega je zgrajen pokriti vkop, ni pričakovati večjih količin vode, je objekt zavarovan s sistemom horizontalnih drenaž. Vgradnjo drenaž zahteva tudi možnost kasnejšega vdora površinske meteorne vode skozi sloje zasutja PV. Vsa pronicajoča voda iznad nivoja krovne plošče se zbira v dveh vzdolžnih drenažah, ki ju sestavljata drenažni cevi DN 150 mm in sta položeni ob obeh spodnjih robovih krovne plošče (slika 5).

Med piloti zunanjih pilotnih sten, izza obložnih sten, je vgrajena drenažna plast iz drenažnega




Slika 11 • **Detajl dilatacije krovne plošče pokritega vkopa**

betona. Hidroizolacijo sten PV predstavlja beton sten s pravilno tesnjenimi navideznimi fugami, z delovnimi stiki, in predvsem predorska tesnilna folija, vgrajena med drenažnim betonom oziroma piloti in med obložnimi stenami.

Vertikalne drenaže iz drenažnega betona med piloti povezuje obojestranska horizontalna drenažna cev DN 200 mm, izvedena po enakem detajlu kot za predorski del, ki omogoča zbiranje vse zaledne vode. Drenaža je vgrajena pod talno ploščo. Dostopna je v čistilnih nišah, kjer je priključena na kanalizacijo drenažne vode, položene pod talno ploščo. Voda iz drenaže je odvedena kot čista voda zunaj AC.

Meteorna voda, ki jo bodo na kolesih in vsrkano v pokriti vkop prinašala vozila, in občasna pralna voda se stekata ob nižje ležečem robniku v odtočno kineto pod robnikom. Ta voda je na čelu zahodnega dela pokritega vkopa kanalizirana in odvedena v zbirni bazen onesnažene vode z volumnom 200 m$^3$, kar omogoča zajetje umazane vode v primeru gašenja požara.

### 3.5 Stiki

Med posameznimi kampadami so v krovni plošči narejeni zatesnjeni delovni stiki, bandažirani s tesnilnim trakom hidroizolacije. V krovni plošči sta izvedeni tudi dve dilataciji z izvedeno gubo nad fugo v tesnilnem sloju iz bitumenskih trakov (slika 11). V stenah so delovni stiki zatesnjeni z zunanjim tesnilnim trakom, znotraj dolžine kampad pa so v stenah narejene še navidezne fuge.

Horizontalni stik med krovno ploščo in obložno steno ni posebej tesnjen, saj zaradi vseh opisanih drenažnih sistemov ni pričakovati dotoka zaledne vode v ta stik.

### 3.6 Oprema objekta

V pokritem vkopu so vgrajeni elementi opreme, ki so poenoteni z opremo v predoru.

Tako je v predoru v srednji steni vgrajena požarna niša z dvema hidrantoma, od katerih je mogoče uporabiti vsakega v svoji ladji pokritega vkopa. Nadalje so vgrajene dve niši za klic v sili in več čistilnih niš za čiščenje in kontrolo drenaže. V pokritem vkopu potekajo tudi vse kabelske kinete in kineta za vod požarne vode.

Slika 12 • **Zahodni portal pokritega vkopa s pogonsko centralo ter površinsko odvodnjavanje v območju pogonske centrale in portalov pokritega vkopa**

## 4 • POGONSKA CENTRALA POKRITEGA VKOPA

Pogonska centrala služi namestitvi vseh naprav za napajanje energetskih sistemov in signalnovarnostnih ter kontrolnih sistemov v združenem objektu pokritega vkopa in predora Cenkova. Pogonska centrala je v zahodnem portalu desnega dela pokritega vkopa (slika 12). Vsi signalnovarnostni kontrolni sistemi iz pogonske centrale so priključeni na nadzorni sistem AC-baze Slovenske Konjice.

## 5 • SKLEP

Pri pokritem vkopu Cenkova so bile pri projektiranju in gradnji objekta uporabljene številne zanimive rešitve. Objekt lahko uvrstimo med tiste vrste pokritih vkopov, pri katerih se je krovna plošča zgradila na utrjenem dnu gradbene jame na delno odkopanem pobočju, šele nato pa je sledil izkop pokritega vkopa pod krovno ploščo. Ta način odkopa se je izkazal kot ekonomičen in tehnološko ustrezen. Pri gradnji je bila dosežena predpisana vodotesnost z ustrezno izolacijo proti vlagi ter s kvalitetnim drenažnim sistemom.

Pri odkopu pobočja je bila uporabljena metoda, ki je predvidevala odkop celotnega pobočja do nivoja spodnjega roba krovne plošče, pri čemer je desna, višja brežina varovana z oblogo iz brizganega armiranega betona z geotehničnimi začasnimi sidri in ne kot podaljšana pilotna stena iznad nivoja krovne plošče, ki je bila obdelana kot ena od variant v fazi idejnega projekta in projekta za pridobitev gradbenega dovoljenja.

## 6 • LITERATURA

KO-BIRO, d. o. o., Maribor, Pokriti vkop 0807-2, 8-1, Cenkova, faza PID, št. projekta 258 in št. načrta 758/2007 – PID, 2008.

M24.DV

24. MIŠIČEV VODARSKI DAN

Narodni dom Maribor, sreda, 4. december 2013

Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o. in Drava, vodnogospodarsko podjetje Ptuj d.d.,
vabita k sodelovanju na letošnjem strokovnem posvetu, kjer bodo obravnavane naslednje teme:

1. LETO DNI PO KATASTROFALNI POPLAVI V NOVEMBRU 2012,
2. SUŠA PONOVNO V LETU 2013,
3. IZVAJANJE VODARSKIH PROJEKTOV IZ KOHEZIJSKIH SKLADOV EU,
4. AKTUALNI PROJEKTI S PODROČJA UPRAVLJANJA Z VODAMI IN UREJANJA VODA.

Vsi prijavljeni referati bodo objavljeni v zborniku in na zgoščenki, izbrani pa predstavljeni na posvetu.

# ISTÉRSKO JEZERO – PITNA VODA ZA 100 LET

# ISTRIAN LAKE – DRINKING WATER FOR 100 YEARS

**prof. dr. Marko Breznik, univ. dipl. inž. grad., univ. dipl. prof. geol.**
Devinska ulica 1 c, Ljubljana

**Strokovni članek**
UDK 628.1(282)(497.4)

**Povzetek** | Predlagano Istérsko jezero na Dragonji s črpanjem Rižane 120 m visoko po vodnem rovu med Rižano in jezerom zagotavlja vodo za naslednjih 100 let. S povišanjem pregrade, povečanjem jezera, z dodatnim dotokom iz bližnje notranjske Reke bo pitne vode dovolj še za daljše časovno obdobje. Vodi v Klaričih, črpani iz kraškega vodnega rova, ki je 25 m pod gladino 3 km oddaljenega morja, grozi zaslanitev ob podnebnih spremembah.

Ključne besede: Istra, akumulacija, vodooskrbni sistem

**Summary** | The proposed accumulation Istrian lake in Dragonja river valley, with the additional pumping from Rižana river, 180 to 120 m high, covers drinking water demands for next 100 years. Dam increasing and additional pumping from a nearby river Reka would provide enough drinking water for even longer period of time. The existing well in Klariči, taking water from natural Karst water conduit, which is located 25 m below the surface of the sea, 3 km away, is under the threat of saltwater intrusion, caused by climate changes.

Keywords: Istrian lake, river Dragonja, drinking water

## 1 • UVOD IN STANJE

Zaradi razvoja turizma v Istri nam Hrvati po letu 2015 verjetno ne bodo več prodajali vode. Kot rešitev (ki pa ni dolgoročna) je Rižanski vodovod leta 2002 predlagal hitro zgraditev male akumulacije Kubed. Dolgoročna rešitev pa je akumulacija Istérsko jezero na Dragonji, ki jo je s sofinanciranjem z evropskimi sredstvi mogoče zgraditi v dveh letih in pol in jo pozneje povečevati ter polniti s črpanjem zimskih voda Rižane. (Breznik, 2011b).

V državnem proračunu je za čas od 2012. do 2015. predvidenih 50 milijonov evrov za nov vodni vir; od tega je 80 odstotkov nepovratnih evropskih sredstev. Spomladi 2011 se je devet županov, ob prisotnem ministru za okolje in prostor (MOP), odločilo, da novega vodnega vira ne bodo gradili, zato pa bodo za 20 milijonov evrov povečali črpanje v že delujočem črpališču v Klaričih, obnovili 50 km cevovoda do Dekanov in zgradili nov cevovod od Rodika pre-

Slika 1 • **Pogled na dolino Dragonje iz vasice Boršt (foto: Leon Gosar, 2008). Reka Dragonja teče v desno. Istérsko jezero bo v dolini, višina hriba 428 m. n. m.**

ko 615 m visoke Barke do izvira Bistrice, ki ima 100 l/s presežka vode. Za 30 milijonov evrov pa bodo obnovili lokalne vodovode. V članku pišem o bodoči kakovosti vode, ki jo črpajo v Klaričih iz kraškega rova, ki je pod gladino 3 km oddaljenega morja (Breznik, 2011c).

## 2 • PODNEBJE IN HIDROLOGIJA

### 2.1 Podnebne spremembe

V evropskih Alpah se zmanjšujejo ledeniki že 200 let. Pred 65 leti smo alpinisti, po preplezani 800 m visoki severni triglavski steni, hodili na Kredarico po 1 km dolgem triglavskem ledeniku. Danes so od njega samo še majhni ostanki. Na območju nekdanjega ledenika je skraseli apnenec. Tudi ledenika pod Skuto, kjer so poleti vadili vrhunski smučarji, ni več (Breznik, 2011a). Živimo v najtoplejšem obdobju v zadnjih 150.000 letih (Roškar, 2007). V Trstu so se v petdesetih letih prejšnjega stoletja zmanjšale letne padavine s 1100 na 1000 mm. Italijanski znanstveniki pojasnjujejo, da je to posledica širjenja azorskega anticiklona s sončnim vremenom v Sredozemlje.

V Portorožu so se zmanjšale padavine za 14 % in v Ljubljani se je povišala temperatura za 1,7 °C v 50 letih (Kajfež Bogataj, 2006). Mednarodna skupina za podnebne spremembe (IPCC) meni, da se bodo spremembe nadaljevale vsaj še 100 let (Kajfež Bogataj, 2010). Evropska agencija za okolje je izdala v oktobru 2012 poročilo o vplivih podnebnih sprememb, citiram: "(...) Desetletje, 2002–2011, je bilo v Evropi najtoplejše doslej. (...) Čez 40 let bo Evropa za 2,5 do 4 stopinje Celzija toplejša od povprečja iz obdobja 1961–1990. (...) V sredozemskem območju bo porast temperature in upad letnih padavin. (...)" (Rogelj Petrič, 2012) Zdaj nam viharji podirajo drevesa in stebre daljnovodov odkrivajo in odnašajo strehe. Pred 80 leti pri nas ni bilo takšnih viharjev.

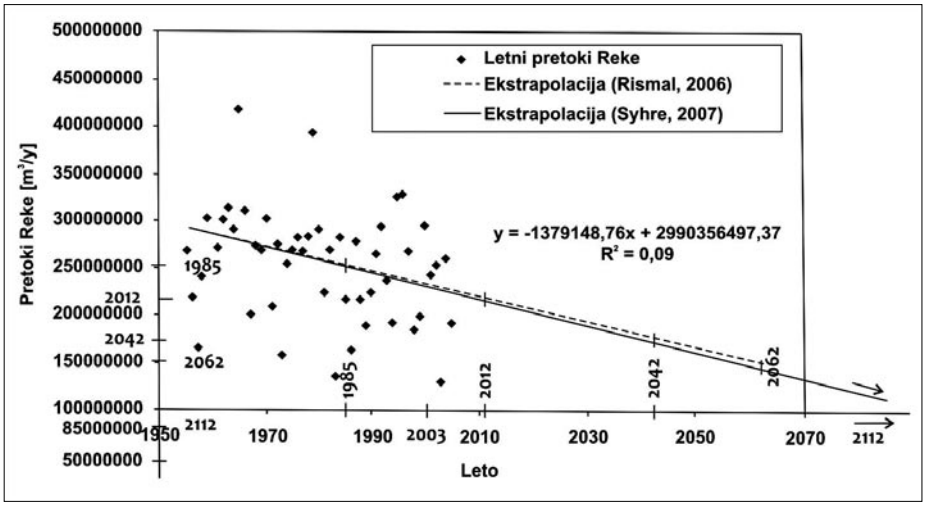
### 2.2 Pretoki rek

Za pitno vodo iz Istérskega jezera na zgornji Dragonji sta pomembna pretoka rek Rižane in Dragonje na mestu predvidene pregrade. Notranjska Reka je rezervni vodni vir, ki naj bi polnila Istérsko jezero takrat, ko bo vode Rižane premalo zaradi podnebnih sprememb čez več kot 100 let. Reka je tudi najbližja reka, denimo v primeru trajnega onesnaženja Rižane.

V vodni bilanci Slovenije 1971–2000 (MOP, 2008) so podani pretoki Rižane in Reke. Za Dragonjo imamo nedokončane vodnogospodarske bilance Primorske iz leta okrog 1994,

| Vodotok | Rižana | Reka | Dragonja |
|---|---|---|---|
| Kraj meritev pretoka | Kubed II ($m^3/s$) | Cerkvenikov mlin ($m^3/s$) | Pregrada za pitno vodo ($m^3/s$) |
| Januar | 5,06 | 10,13 | / |
| Februar | 4,65 | 9,57 | / |
| Marec | 4,65 | 7,17 | / |
| April | 5,07 | 10,13 | / |
| Maj | 3,28 | 6,80 | / |
| Junij | 2,48 | 4,80 | / |
| Julij | 1,07 | 2,06 | / |
| Avgust | 0,8 | 1,78 | / |
| September | 1,76 | 3,23 | / |
| Oktober | 4,68 | 10,41 | / |
| November | 5,82 | 13,97 | / |
| December | 6,10 | 12,35 | / |
| ***Srednji letni*** | ***3,78*** | ***7,84*** | ***0,40*** |
| ***Najmanjši*** | ***0,01*** | ***0,18*** | ***0,01*** |
| ***Največji*** | ***90,90*** | ***305,00*** | ***73,00*** |

Preglednica 1 • **Srednji mesečni, srednji letni, najmanjši in največji pretoki iz obdobja 1971–2000 ((MOP, 2008), (MOP, 1994))**




Slika 2 • **Letni pretoki Reke pri Cerkvenikovem mlinu v obdobju 1950–2003, ocena do 2070 ((Rismal, 2006), (Syhre, 2007) – ekstrapolacija za oceno zmanjšanja pretoka do leta 2112 (Breznik, 2011a))**

izdelane za tedaj načrtovano akumulacijo za namakanje kmetijskih zemljišč. V članku predlagana pregrada za pitno vodo naj bi bila 2 km dolvodno, zato smo povečali pretok za 11 % na 0,40 $m^3/s$ in padavinsko območje za 2 $km^2$ na 26 $km^2$.

### 2.3 Zmanjšanje pretokov Reke in Rižane zaradi podnebnih sprememb

Zmanjšanje pretokov rek zaradi podnebnih sprememb računamo iz diagrama spremembe pretoka Reke (preglednica 1). Za Reko je srednji letni pretok 7,84 $m^3/s$ in za Rižano 3,78 $m^3/s$, oba srednja pretoka iz obdobja 1971–2000 sta povzeta iz vodne bilance Slovenije.

Na sliki 2 je prikazan način ekstrapolacije ocenjenih pretokov Reke v naslednjih desetletjih posameznih avtorjev.

Za Rižano je privzeto za 10 % manjše zniževanje odstotka pretokov kakor za Reko. Padavinsko področje Rižane je predvsem apnenčasta jugozahodna brežina Matarskega podolja, kjer padavine hitro poniknejo in je izhlapevanje zato manjše ter ponikovanje večje. Letna poraba vode Rižanskega in Kraškega vodovoda bo predvidoma 13 milijonov kubičnih metrov na leto za leto 2042 in 17 milijonov $m^3$ na leto za leto 2062. Poraba v letu 2003 je bila 9 milijonov $m^3$ na leto.

| Leto | Letni pretok Reke (mio. $m^3$/leto) | Srednji pretok Reke ($m^3/s$) | Odstotek Reke (%) | Pretok Rižane ($m^3/s$) | Odstotek Rižane (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1985 | 250,10 | 7,84 | 100 | 3,78 | 100 |
| 2012 | 215,00 | 6,81 | 87 | 3,59 | 96 |
| 2062 | 150,10 | 4,76 | 61 | 2,53 | 67 |
| 2112 | 85,00 | 2,70 | 34 | 1,40 | 37 |

Preglednica 2 • **Ocena dolgoročnega zmanjšanja pretokov Reke in Rižane (Breznik, 2011a)**

Pretok Rižane po gornji preglednici 2 daje za leto 2112 skupno letno količino:

31,5 mio. sekund x 1,40 $m^3/s$ = 45 mio. $m^3$/leto 2012,

ki bo mnogo večja kakor takratna poraba vode. Največja predlagana akumulacija naj bi imela 27 milijonov $m^3$ vode.

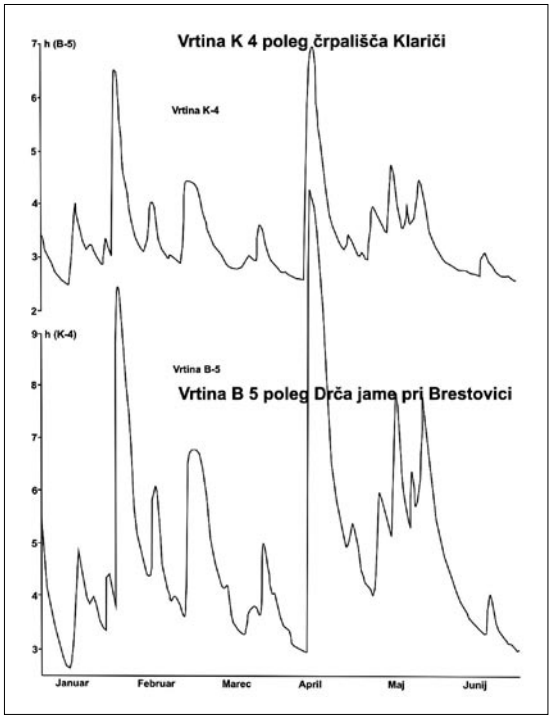
Na sliki 3 so prikazane smeri doberdobskega kraškega vodnega toka. Posebno je poudarjeno črpališče Klariči, iz katerega naj bi se po novih načrtih oskrbovalo celotno območje s pitno vodo.

Obseg nihanja podtalnice, prikazan na sliki 4, v Klaričih in v Drči jami pri Brestovici je povzet po meritvah iz leta 1978 (Krivic, 1982).

| | | Rižanski vodovod | | Rižanski vodovod | | Vsi trije vodovodi | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2003 | | 2042 | 2062 | 2042 | 2062 |
| Mesec | dni/mesec | ($m^3$/mesec) | (%) | ($m^3/s$) | ($m^3/s$) | ($m^3/s$) | ($m^3/s$) |
| Januar | 31 | 631.256 | 7,12 | 0,304 | 0,370 | 0,429 | 0,524 |
| Februar | 28 | 604.236 | 6,81 | 0,322 | 0,393 | 0,455 | 0,555 |
| Marec | 31 | 658.225 | 7,42 | 0,317 | 0,386 | 0,448 | 0,546 |
| April | 30 | 662.248 | 7,46 | 0,329 | 0,402 | 0,466 | 0,568 |
| Maj | 31 | 744.451 | 8,39 | 0,358 | 0,437 | 0,506 | 0,617 |
| Junij | 30 | 854.512 | 9,63 | 0,425 | 0,518 | 0,601 | 0,732 |
| Julij | 31 | 898.184 | 10,12 | 0,432 | 0,527 | 0,611 | 0,745 |
| Avgust | 31 | 935.948 | 10,55 | 0,450 | 0,549 | 0,637 | 0,776 |
| September | 30 | 777.709 | 8,77 | 0,386 | 0,472 | 0,547 | 0,667 |
| Oktober | 31 | 722.052 | 8,14 | 0,347 | 0,424 | 0,491 | 0,599 |
| November | 30 | 687.736 | 7,75 | 0,342 | 0,417 | 0,483 | 0,589 |
| December | 31 | 694.889 | 7,83 | 0,334 | 0,408 | 0,473 | 0,576 |
| SKUPAJ ($m^3$/leto) | 365 | 8,871.446 | 100,00 | 11,425.536 | 13,944.360 | 16,163.712 | 19,708.968 |

Preglednica 3 • **Za leto 2003 ugotovljene ter za leti 2042 in 2062 ocenjene porabe vode najprej za Rižanski vodovod, Koper, nato še za vse tri, tj. dodano za Kraški vodovod, Sežano in Bistriški vodovod, Ilirska Bistrica (Syhre, 2007)**

Slika 3 • **Doberdobski kraški vodni tok s črpališčem Klariči, tok Rižane s črpališčem, tok Reke in tok Vipave ((Breznik, 2008), (Krivic, 1982), (Breznik, 2011c))**



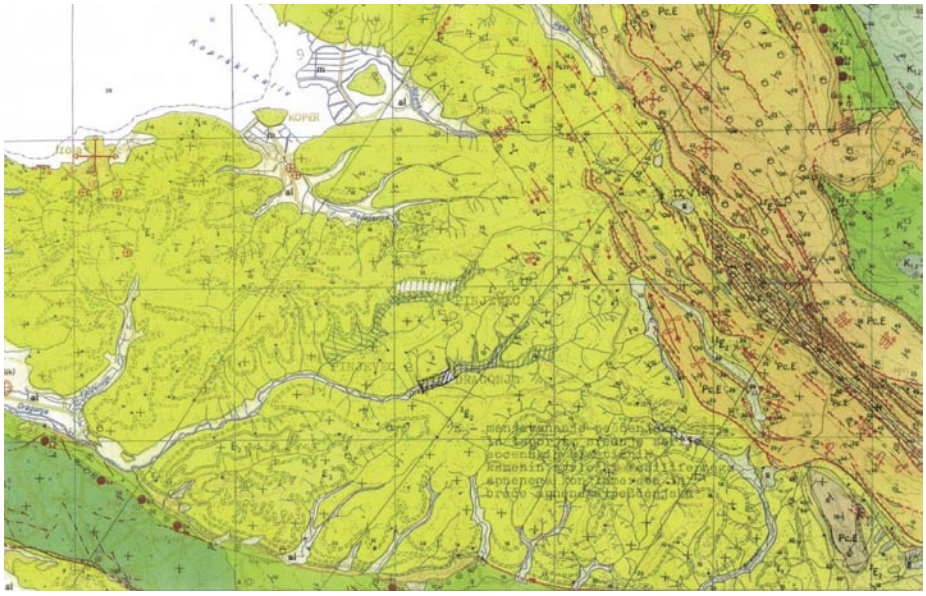

Slika 4 • **Nihanje gladine podtalnice v vrtinah K-4 (Klariči) in B-5 (Drča jama pri Brestovici) leta 1978 (Krivic, 1982)**

## 3 • GEOLOGIJA

### 3.1 Geološki opis ozemlja

Glavni objekti predlaganega vodovodnega sistema so: črpališče Rižana, dovodno – odvodni cevovod ali vodni rov, pregrada Dragonja z akumulacijo Istérsko jezero, čistilna naprava, cevovod do Sečovelj s priključkom na glavni južni cevovod, ki je zdaj pretežno osušen cevovod iz hrvaških Gradol.

Iz Tolmača k Osnovni geološki karti SFRJ, list Trst, 1 : 100.000, Beograd, 1973 (Pleničar, 1973), citiramo: »(...) Tržaški paleogeni bazen (spodnji terciar). (...) Šele v zvezi z vrtanjem za premog so bili spoznani kredni apnenci in spodnji terciarni skladi v tržaškem bazenu. (...) Južna meja tržaškega bazena je prelomna glede na bujsko pregrado. (...) Pri Kopru in Izoli so flišni skladi nagubani v nekaj antiklinal. Samo dve sta na kopnem, druge so pod morjem vzdolž obale. (...) Flišni sedimenti eocena (E1-E3) (...) obsegajo veliko območje tržaškega bazena. (...) Severno in vzhodno od tega območja se vrstijo samo peščenjaki in laporji. (...) Ciklična ponavljanja plasti so v eocenskih flišnih sedimentih pogosta (...) na območju južno od Izole in Kopra (...), vsak cikel se pričenja z numulitno apneno brečo. Navzgor postane apnena kamenina bolj drobnozrnata (...), v močno peščeni apnenec (...) prehaja navzgor v lapornate plasti. (...) Nenadoma se pojavijo z ostro mejo navzgor zopet numulitne apnene breče in ves cikel se znova ponovi. Debelina takih ciklov, ki smo jih južno od Izole ugotovili štiri, znaša od 50 do 100 m.




Slika 5 • **Pregrada Dragonje z akumulacijo Istérsko jezero. Kasneje je možen še rov za dotok Rižane, s črpališčem ob izviru (Breznik, 2009). Premogovnik Sečovlje je bil blizu Dragonje, levo od roba te slike. Podlaga: Osnovna geološka karta SFRJ, 1963, list Trst, 1 : 100 000 (Pleničar, 1973)**

Eocenske flišne sedimente tržaškega, pazinskega in reškega bazena lahko razdelimo na spodnje, srednje in zgornje plasti. (...) Srednji del eocenskih sedimentov (3E2) v tržaškem bazenu. Serija sestoji iz laporjev in peščenjakov, vložkov breč, numulitnih apnencev in apnenčevih skladov. (...) Apnenci so kompaktni in gosti s številno foraminiferno favno. Nekateri so tenko plastoviti, drugi tudi zelo debeli. (...) Skupna debelina tega dela eocenskih flišnih sedimentov znaša okoli 400 m. (...)«

### 3.2 Geotehnične in geohidrološke lastnosti kamenin

**Vodni rov od črpališča Rižane do** Istérskega **jezera**

Na prvi četrtini okrog 8 km dolgega podzemnega vodnega rova premera 2,5 m bo v apnencu potrebno lažje oporje stropa, pričakujemo tudi manjše dotoke vode. Za fazo obratovanja s pretokom vode bo kasneje potrebno torkretiranje za vodotesnost rova.

Na treh četrtinah dolžine opiranje rova v apnencih ne bo potrebno, tudi dotokov vode ne pričakujemo. V tem odseku bo rov v apnencu vodotesen, tudi v fazi obratovanja s pretokom vode verjetno ne bo potrebno torkretiranje.

**Pregrada Dragonja z** Istérskim **jezerom**

Eocenski apnenci so dobro nosilni in predvidoma neprepustni. Potrebne bodo manjše lokalne preiskave. Glavne izkušnje smo pridobili iz raziskav eocenskih apnencev nad premogovnikom Sečovlje, oddaljenim okrog 10 km, med letoma 1955 in 1959 (Breznik, 1973b) ter pretokov potočkov zgornje Dragonje in Pinjevca preko apnencev v sušnem decembru 2008, kar dokazuje, da niso skraseli.

### 3.3 Raziskave eocenskih apnencev v Sečovljah

Prepustnost in kompaktnost eocenskih (terciarnih) apnencev smo raziskovali med letoma 1955 in 1959. Premogovnik Sečovlje so izkoriščali Italijani že pred drugo svetovno vojno. Med letoma 1953 in 1961 so premog izkopavali Slovenci. Iz stare vrtine S-7/2 je iztekalo 17 l/s pitne vode. Ko je počila krovnina nad premogovnim slojem, se je pretok povečal na 65 l/s. Zaradi črpanja vode iz premogovnika je bila gladina kraške vode 30 m pod površino. Izviri Bužini na levem bregu Dragonje so bili suhi. Dno izvoznega jaška je bilo 227 m pod gladino 3 km oddaljenega morja.

Konec leta 1955 je dobil Geološki zavod Ljubljana naročilo, naj raziščemo možnost zajetja te pitne vode s površine kot dodaten vodni vir za Rižanski vodovod. Ob začetku naših del decembra 1955 so kopali premog v prvem jugovzhodnem revirju. Mali revir in drugi jugovzhodni revir sta bila zaprta z betonskim čepom in potopljena.

Neprepustnost apnenca v globini 227 m pod površjem, na dnu izvoznega jaška ob betonskem čepu dolžine 6 m, je bila izredna. Na vodni strani čepa je bil pritisk 20 barov, na zračni strani, na dnu izvoznega jaška, pa je bil apnenec samo vlažen, voda ni niti curljala.

Premogovniki imajo zelo dobro geodetsko službo. Z notranjim urezom so določili na površini položaj stare vrtine S-7/2. Okrog nje smo izvrtali pet raziskovalnih vrtin (V1 ... V5) premera 10 cm in eno eksploatacijsko vrtino premera 30 cm na območjih večjih dotokov v premogovnik.

Geološki profil pod morsko gladino je naslednji:

| | |
|---|---|
| 0,0–83,0 m | meljnata peščena glina (pleistocen – holocen) |
| 83,0–84,8 m | preperel razpokan apnenec |
| 84,8–176,5 m | kompakten foraminiferni apnenec (paleocen – eocen) |
| 176,5–179,0 m | razpokan apnenec, dotok vode |
| 179,0–184,0 m | kompakten apnenec |

Voda je dotekala v vrtino V5 samo v globini 176,5–179,0 m pod gladino 3 km oddaljenega morja.

Ob črpalnem poskusu z električno črpalko je bil pretok 6,2 l/s, depresija 3,9 m in slanost 38,2 mg/l $Cl^-$ leta 1958. Vrtina je imela premer 10 cm. V isti vrtini smo črpali leta 1959 z batno črpalko, ki jo je načrtoval in izdelal dipl. inž. stroj. Lukman. Pretok je bil 16 l/s, depresija 13,16 m in temperatura vode 16 °C.

Eksploatacijsko vrtino premera 30 cm so izvrtali 7 m oddaljeno od vrtine V5, v globini vtoka vode. Vertikalnost vrtin smo merili z inklinometrom Eastman. Eksploatacijska vrtina premera 30 cm bi omogočala črpanje 100 l/s, vendar ni dobila zveze z vodonosno cono vrtine V5 v globini 176,5–179,0 m in je ostala suha.

Rudarski inženirji vodne skupnosti, z dolgoletno prakso v premogovnikih Bosne, so predlagali v eksploatacijski vrtini močno eksplozijo (t. i. torpediranje) v globini vodonosne cone vrtine V5 z brizantnim vojaškim eksplozivom Vitezit, imenovanim po kraju proizvodnje v Bosni, ki je kemično trinitrotoluol, ter predlagali manjšo količino eksploziva.

»Torpediranje« eksploatacijske vrtine premera 30 cm je opravilo podjetje Nafta iz Lendave. Začeli so s 5 kg trinitrotoluola, nadaljevali z 20 in 50 kg, vendar brez uspeha. Posvetovali smo se in predlagali še dvakrat po 200 kg. Skupno so porabili okrog pol tone eksploziva. Eksplozivni »torpedo« je bil vedno v globini 176,5–179,0 m, vrtina je bila 185 m globoka in zalita z vodo. Po eksploziji je najprej zamolklo zabobnelo, čez nekaj sekund pa je vrglo 30 m visoko steber vode z jekleno žico in električnim kablom za »torpedov vžig«. Prizor je bil spektakularen. Eksploatacijska vrtina je ostala suha, povezave z vodo iz raziskovalne vrtine V5 nismo dobili. Raziskavo smo zaključili marca 1959 (Breznik, 1973).

Raziskave terciarnih apnencev nad zdaj že dolgo opuščenim premogovnikom Sečovlje v letih 1955–1959 so podale naslednje rezultate:

- Apnenci niso skraseli ali razpokani v eksploatacijski vrtini, globoki 185 m in zaliti z vodo.
- Apnenci so izredno neprepustni za vodo, primer betonskega vodnega čepa v globini 227 m.
- Apnenci so zelo kompaktni, primer neuspelih silnih eksplozij v globini 176,5–179,0 m.

### 3.4 Geološka zgradba padavinskega območja Rižane

Padavinsko območje Rižane je jugozahodno pobočje Brkinov (fliš), od koder pritekajo številni potočki, ki tečejo preko Matarskega podolja in ponikujejo v terciarni apnenec na jugovzhodnem obrobju. Od ponora Odolina je bila s sledenjem dokazana podzemna zveza z 12 km oddaljenim izvirom Rižane. Apnenci, ki se nadaljujejo v jugovzhodni smeri, se tudi odvodnjavajo v izvir Rižane. Površinski dotok iz jugozahodnega dela Brkinov s ponikovanjem v ponor Odolina in v sosednje ponore ter ponikovanje padavin v apnenec, ki se razteza še proti jugovzhodu, in flišno področje Obrova so skupaj padavinsko območje Rižane.

### 3.5 Geološke raziskave za akumulacijo notranjske Reke za hidroelektrarno Osp

Za Eles sta Elektroprojekt (M. Lavrenčič) in Geološki zavod (M. Breznik) pripravljala HE Osp, ki bi izkoriščala 300 m padca med Reko na kraški planoti in rečico Glinščico, ki teče kot Rosandra v Svobodno tržaško ozemlje. Morda je bil namen HE Osp tudi argument Jugoslavije pri pogajanjih za Osimski sporazum 1954. HE Osp niso nikoli gradili.

Pregrada je bila načrtovana okrog 1 km gorvodno od Cerkvenikovega mlina v ozki dolini s strmimi pobočji v eocenskem flišu. Izvrtali smo 20 raziskovalnih vrtin globine okrog 30 m in opravili preizkuse vodoprepustnosti po Lugeonu. Profil smo ocenili kot vododržen in nosilen za 30 m visoko pregrado. Ugoden je bil

tudi 10 km dolg akumulacijski bazen do vasice Ribnica ob cesti med Pivko in Ilirsko Bistrico.
Ko je mlinar ostarel in niso več mleli, ni nihče več tesnil majhnih ponorov in razpok v apnencu ob mlinu. Pred okoli 20 leti se je odprl velik ponor in vsa Reka je vtekala v ponor in ne več površinsko v Škocjanske jame. Dr. P. Habič, vodilni krasoslovec iz Postojne, je k reševanju povabil tudi dr. M. Breznika, gradbenika in geologa, avtorja več člankov. Vsa Reka je vtekala v ponor po strmi kamniti in nad 100 m dolgi strugi v spodnje etaže nekaj kilometrov oddaljene Škocjanske jame. Geološko gledano, je pojav naraven, krasoslovci pa so proces imenovali »kraški vodni rovi brez stropa«. Tako so nastali vintgarji, tokovi kraških rek z navpičnimi apnenčastimi stenami. Z gradbenimi ukrepi bi lahko nad ponorom Reke zgradili kakšnih 100 m dolg betonski akvadukt, ali ceneje, v apnencu bi v bregu izkopali novo strugo mimo ponora do suhe dolvodne struge. Gradbenih ukrepov ni bilo, verjetno so bili predragi.

### 3.6 Gradbeni materiali

Glavni gradbeni materiali bodo:
- Kompaktni eocenski apnenec iz lupinic malih živalic (foraminifer, numulitov idr.) s kalcitnim vezivom. Drobljenec in pesek iz tega apnenca bosta agregat za tesnilni beton s 300 kg cementa/m$^3$ betona.
- Manj kompakten apnenec bo za drobljenec in pesek za uvaljani beton s 150 kg cementa/m$^3$ betona.
- Peščeni apnenec s peščenjaki in malo laporja bo za nasipni material za začasne ceste za gradnjo.

Na kolovozu iz vasice Boršt do doline reke Dragonje so do 30 cm visoke stopnje iz kompaktnega eocenskega apnenca.
V novem kamnolomu, v zaledju levega brega reke, v bližini pregrade, naj bi ugotovili, kakšno kamenino imamo. Kompaktni apnenec je malo nagnjen ali horizontalen in je armatura sklopa kamenin, ki imajo zato bolj strma pobočja. Učinek je podoben armirani zemljini v cestogradnji, kjer plastične mreže med sloji zemljine omogočajo strmejše naklone pobočij.
Če ne bo v bližini pregrade dovolj kompaktnega apnenca eocenske starosti, je v dolini spodnje Dragonje na obeh straneh meje več kamnolomov apnenca kredne starosti, primernega za drobljenec tesnilnega betona pregrade.

## 4 • PREGRADA DRAGONJA

### 4.1 Uvod

Leta 2005 je potekla večkrat podaljšana pogodba o obveznem dotoku 220 l/s iz Istrskega vodovoda v obalna mesta zaradi slovenskega sofinanciranja črpališča Gradole pred desetletji. Izgubili smo glavni vodni vir v sušnem obdobju.
Vodno bogastvo Istre sta srednja pretoka 3,78 m$^3$/s Rižane in 7,84 m$^3$/s Reke (MOP, 2008) ter ocenjeni veliki zimski pretok leta 2112, okrog 45 milijonov m$^3$ vode reke Rižane, ki bi jo morali delno akumulirati za poletno sušo. V poletni suši se zmanjša pretok Rižane na 200 do 300 l/s in najmanj na 110 l/s v letu 1921 in 10 l/s v letu 1995. Pitne vode je premalo, ker mora po strugi odtekati 70 l/s biološkega minimuma. Sušna poraba vode Rižanskega vodovoda je 400 do 500 l/s in Kraškega 140 l/s. Akumulaciji na Rižani Predloka z 28 milijoni m$^3$ vode (Ciuha, 1980) in Izvir z 32 milijoni m$^3$ vode (Guštin, 2003) odpadeta iz geoloških razlogov zaradi plazovitega pobočja pri Črnem Kalu, vasjo z nagnjenim zvonikom. V podobni nesreči s plazom zemljine v akumulacijo Vaiont, z izrinjeno vodo in dolvodno poplavo, je bilo 1000 mrtvih v vasi Longarone v Italiji leta 1963.

### 4.2 Pregrada

Pregrada z akumulacijo je prvi od ključnih objektov novega vodovodnega sistema. Profil zgornja Dragonja je boljši od profilov Pinjevec 1 in Pinjevec 2 na pritoku Dragonje, ker je ožji, ima bolj strma pobočja, in ker je akumulacija v odročni dolini, ki ni naseljena in nima ceste. Lokacija pregrade je 400 m dolvodno od opuščenega Zankoličevega mlina in 200 m gorvodno od električnega daljnovoda, ki preči dolino.
Območje akumulacije Dragonja je del jadranske stabilne plošče s skoraj vodoravnimi sloji predvsem apnenca v jugozahodni Istri in v Ravnih Kotarih pri Zadru. V bližnji okolici profila pregrade so sloji apnencev skoraj horizontalni. Kraških pojavov nismo opazili, tudi pretok Dragonje prek apnenca dokazuje, da tam ni podzemnega pretoka. Fotografija iz vasi Boršt, december 2008, proti zožitvi doline s strmim pobočjem v profilu pregrade potrjuje apnenčasto območje brez laporjev (slika 1).
Pet geoloških vrtin s preizkusom vodoprepustnosti po Lugeonu in globine 40–50 m naj razjasni kompaktnost, možno skraselost

Slika 6 • **Pogled na travnik pri Zankoličevem mlinu in na dolvodno ožino doline Dragonje, kjer je predlagana lokacija pregrade (foto: Leon Gosar, december 2008). Tri črte predstavljajo nivo gladine jezera pri mlinu na 165, 175 in 190 m. n. m. pri višinah pregrad okrog 45, 55 in 70 metrov, višina dna doline v jezeru 118 do 138 m. n. m. (Breznik, 2011a)**

in vodoprepustnost kamenine. Predvidevamo, da bodo razmere zelo ugodne.
Na Dragonji predlagamo gradnjo pregrade iz uvaljanega betona (RCC – Roller Compacted Concrete), ki je varna in omogoča hitro gradnjo s cestno mehanizacijo. Gradbeni material bo drobljenec iz lokalnega apnenca.
Kot primer takšne gradnje navajamo pregrado Taum Sauk v ZDA dolžine okrog 2 km in višine 37 m, prostornine uvaljanega betona (RCC) 2,3 milijona $m^3$ in prostornine vode 1,5 milijonov $m^3$, ki je zgornji bazen črpalne hidroelektrarne. Graditi so jo začeli novembra 2007 in jo z vodo napolnili marca 2010. V manj kot dveh letih in pol jo je zgradilo sedemsto delavcev z veliko mehanizacije.
V zadnjih treh desetletjih pregrade iz uvaljanega betona nadomeščajo zemeljske pregrade. Na Japonskem so jih v 30 letih zgradili več kot petdeset (stanje v maju 2013) in objavili izkušnje v tehnični literaturi. Pri nas bi bila pregrada Dragonja prva te vrste. Na pritoku notranjske Reke je IB Elektroprojekt (inž. Močnik) izdelal načrt za takšno pregrado, ki pa je verjetno tam še ne bodo gradili.

### 4.3 Pregrada Taum Sauk v ZDA

Betonska pregrada nadomešča manjšo pregrado iz nasipa skal (rock fill), ki se je porušila zaradi prelivanja vode decembra 2005. Gre za zgornjo akumulacijo črpalne hidroelektrarne, ki so jo želeli zaradi izpadle proizvodnje energije čim prej znova zgraditi.
Globočnino rhyolite, iz katere je bila zgrajena stara pregrada, so drobili in jo sejali ter uporabili kot agregat za beton nove pregrade, ki so jo zgradili s tehnologijo uvaljanega betona RCC (Roller Compacted Concrete).

### 4.4 Ureditev gradbišča za predlagano pregrado Dragonja

Dela za ureditev gradbišča bodo enostavna, hitra in poceni. Do vasice Boršt je asfaltirana cesta, do doline reke je treba delno razširiti in betonirati strm kolovoz dolžine okrog 2 km. Na obstoječe rečne stebre Dragonje naj bi namestili začasen jekleni most, na primer vojaški. Na obeh bregovih reke sta do pregrade potrebna po 1 km ceste, enostavnejša bo po kolovozu na desnem bregu. Električni daljnovod 20 kV prečka dolino 200 m dolvodno od pregrade, zato bo z novim transformatorjem gradbišče enostavno priključeno na elektriko.
Za osušitev gradbene jame pregrade bi med gradnjo uporabili talni izpust pregrade. V apnenec pod temelji bodoče pregrade bi vkopali 3 m globok in 2 m širok jarek, vanj položili jekleni talni izpust premera okrog 1 m in ga zabetonirali. Talni izpust bi podaljšali za okrog 100 m v bodočo akumulacijo in ga zapirali s tablasto zapornico, drsečo po tračnicah na pobočju. Talni izpust mora biti med gradnjo vedno odprt.
Na iztočni strani bi podaljšali tudi talni izpust za okrog 100 m zaradi možnega poznejšega povišanja in podaljšanja pregrade. Po končani izgradnji je treba pri izlivu iz talnega izpusta vgraditi zasun, na primer sistema Howell-Bunger, ki razprši iztekajoči se curek. Uporaba talnega izpusta pregrade za osušitev gradbene jame bo mnogo hitrejša in cenejša kakor okrog pol kilometra dolg obtočni rov premera 2 m v desnem apnenčastem pobočju doline.
Med gradnjo bo pretok možnih visokih voda omogočen po začasnem prelivu, ki bo za 1 m nižji kot vsakokratna delovna krona pregrade v dolžini 15 m. To je sprejemljivo, ker je padavinsko območje profila pregrade veliko samo 26 $km^2$ in znaša ocenjena 30-letna visoka voda 37 $m^3/s$. Takšno prelivanje bo povzročilo malo škode v primerjavi s ceno pol kilometra dolgega obtočnega rova v desnem bregu doline.

Slika 7 • **Pogled iz helikopterja na 37 m visoko in nad 2 km dolgo pregrado Taum Sauk v ZDA, zgrajeno v dveh letih in pol. Vir: http://www.stlsi.com**

Slika 8 • **Pregrada Taum Sauk v ZDA v izgradnji leta 2008. V sredini so vidni okrog 15 m dolgi deli tesnilnega betona z 1 m širokimi presledki, ki so omogočili raztezanje betona zaradi toplote pri vezanju betona. Presledke so kasneje zalili s tesnilnim betonom ob pomoči žerjava z zelo dolgo roko. Vir: http://www.stlsi.com**

## 5 • ISTÉRSKO JEZERO NA DRAGONJI

### 5.1 Osnovni podatki

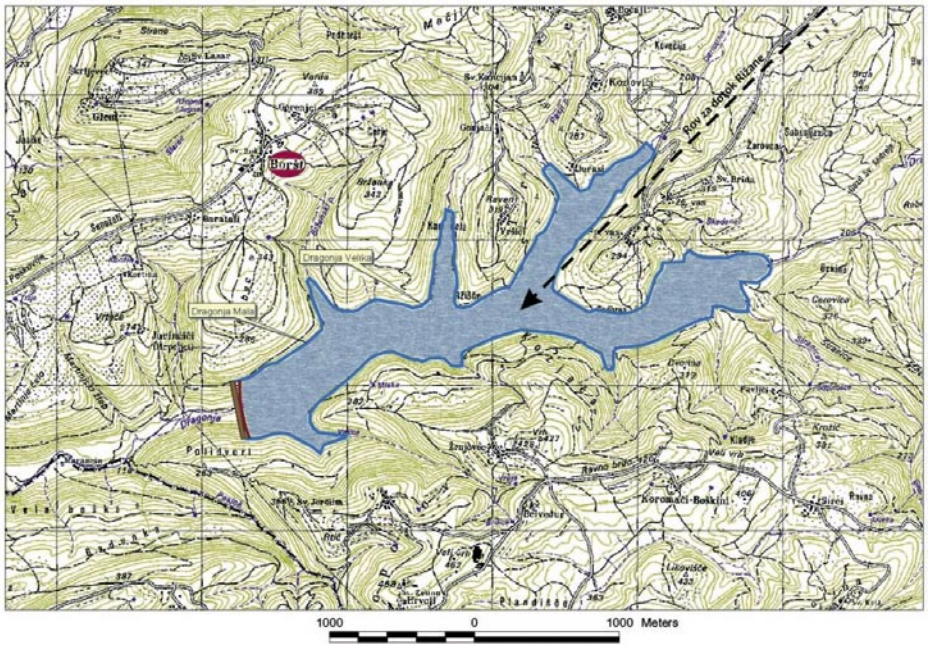
Jezero predlagamo v dolini zgornje Dragonje, ki ni poseljena in nima cest. Višina terena na mestu pregrade Dragonja je okrog 120 m. n. m. Pri bodoči najvišji gladini vode 190 m. n. m. bo prostornina vode polnega Istérskega jezera 27 milijonov $m^3$ ter višina pregrade nekaj nad 70 m in dolžina do 400 m. Pri gladini vode 175 m. n. m. bo imelo manjše Istérsko jezero 12,6 milijonov $m^3$ vode in za 15 m nižjo pregrado.

V profilu pregrade Dragonja ima padavinsko območje 26 $km^2$ in je srednji letni pretok Dragonje ca. 0,4 $m^3/s$ majhen. Zimski pretok Rižane je zdaj zelo velik in bo dovolj vode tudi čez 100 let za napolnitev akumulacije. Za še daljše obdobje, po letu 2112, bo možno v Istérsko jezero, poleg črpanja Rižane, dotočiti še del zimskih voda notranjske Reke z novim, okrog 30 km dolgim cevovodom in črpališčem. Načrtovani akumulaciji Padež ali Suhorca nista potrebni.

Pred 30 letih so v Veliki Britaniji ob akumulacijah za pitno vodo dovolili najprej vodne športe in pozneje tudi kopanje, vendar ob strogih higienskih pogojih. Istérsko jezero naj bi turistično izkoriščali za stacionarni turizem najvišje stopnje. Čez 20 let bi tudi dovolili vodne športe in kopanje ob strogih higienskih pogojih. Takrat, lahko upamo, bodo za izdajo dovoljenja upoštevali dolgoročne strokovne razloge in ne več kratkotrajnih političnih.

### 5.2 Edina dobra akumulacija

Istersko jezero je daleč naokoli najboljša geološka lokacija za veliko akumulacijo pitne vode, ker je na stabilni jadranski plošči, kjer ni lokalnih potresov, kjer ni poselitve in cest in kjer pričakujemo dobro nosilne in slabo prepustne apnence terciarne starosti. V sušnem decembru 2008 je na treh možnih lokacijah pregrade, dveh na Pinjevcu, imenovanem tudi Rokava, pritoku Dragonje, in na zgornji Dragonji, tekel potoček preko apnencev, torej voda ni poniknila. Pozitiven je tudi rezultat raziskav terciarnega apnenca nad premogovnikom Sečovlje v letih 1955–1959, kjer s silnimi eksplozijami v eksploatacijski vrtini, globoki 185 m, nismo uspeli razpokati apnenca za dotok pitne vode iz 7 m oddaljene raziskovalne vrtine (Breznik, 1973b).




Slika 9 • **Akumulaciji Dragonja Mala in Dragonja Velika (nadvišana pregrada). Veliko Istérsko jezero bo bolj »naravno« in turistično s pregrado v obliki sklede, z R = 500 m v sredini in R = 100–50 m ob bokih, tam, kjer je pritisk vode usmerjen v hribino in ne vzporedno z reko (Breznik, 2011)**

### 5.3 Predlog postopne gradnje novega vira pitne vode

#### 5.3.1 Prva stopnja

Gradnja do 45 m visoke, 250 m dolge pregrade Dragonja z akumulacijo Istérsko jezero z gladino vode 165 m. n. m. in prostornino vode do 6 milijonov $m^3$, čistilne naprave in 15 km dolgega površinskega cevovoda premera 900 mm do Sečovelj, priključenega v suhi cevovod iz Istérskega vodovoda. Zadržali bi samo vode Dragonje, kar bi nadomestilo dotok 220 l/s ob suši iz istérskega vodovoda. Čas gradnje: dve leti in pol.

#### 5.3.2 Druga stopnja

Povišanje pregrade na 55 m z gladino jezera 175 m. n. m. in prostornino 12,7 milijonov $m^3$ vode. Izgradnja črpališča ob izviru Rižane, cevovoda 900 mm, dolžine 3 do 4 km, preko sedla pod Kubedom na višini 250 m. n. m., v zgornji tok Dragonje. Pozimi črpanje do 1 $m^3/s$ vode Rižane, 200 m visoko v Istérsko jezero, ki bi jo v sušnem obdobju izlivali v Sečovljah v južni dotok Rižanskega vodovoda.

S podaljšanjem cevovoda za 3 km in izgradnjo novega črpališča ob jezeru bi lahko vodo črpali 100 m visoko nazaj v izvir Rižane in proti Kopru v severni dotok Rižanskega vodovoda. Čas gradnje: dve leti in pol.

#### 5.3.3 Tretja stopnja

Povišanje pregrade Dragonja na 70 m z gladino 190 m. n. m. in prostornino vode Istérskega jezera 27 milijonov $m^3$. Z izgradnjo skupno 8 km dolgega dotoka vode s podzemnim vodnim rovom premera 2,5 m na višini okrog 150 m. n. m. in z okrog 1 km dolgim dvojnim cevovodom premera 1100 mm naj bi povezali črpališče ob izviru Rižane z Istérskim jezerom. Novo črpališče ob izviru Rižane bo v jašku globine 25 m, kjer bo na vertikalni osi električni agregat – dinamo ali motor, turbina in spodaj črpalka. To je splošna shema povezave Rižana–Dragonja.

Povečava čistilne naprave in nov povečan zakopan cevovod premera 1100 mm do Sečovelj s priključkom v južni dotok v obalna mesta so zaključna dela. Površinski cevovod premera 900 mm bo uporabljen za namakanje ob Dragonji in za sečoveljske ravnice.

### 5.4 Primer hrvaškega mesta Reke

Tudi bližnja Reka ima glavni vodni vir iz kraškega vodnega rova z močnim tokom sladke vode pod mestom in pod gladino

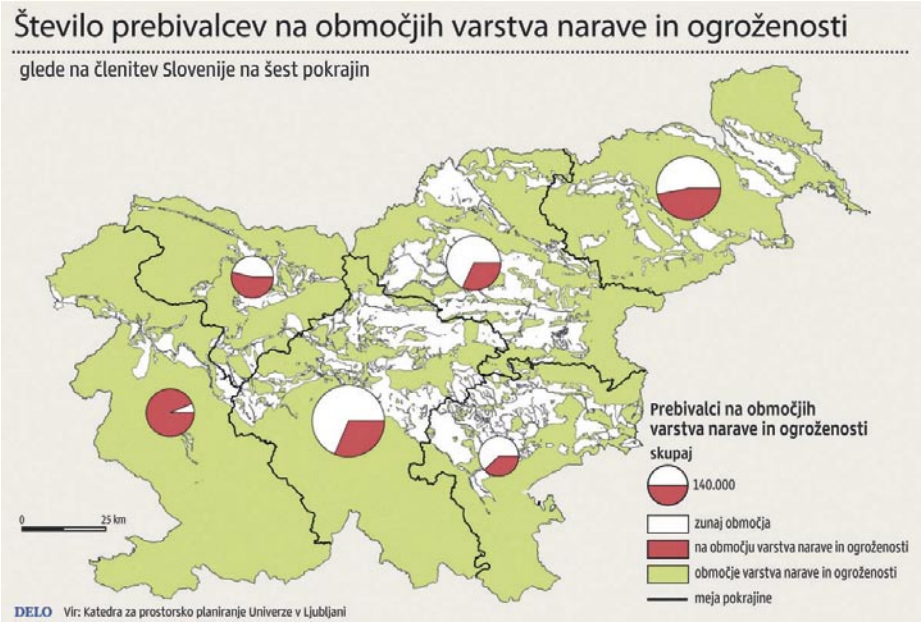
bližnjega morja. Pred desetletji je pokojni zagrebški prijatelj inž. Boris Pavlin izdelal smele načrte za zajem kraškega vodnega toka iz operativnega rova, kilometre daleč od obale in vzporednega z vodnim rovom. Z vrtinami in cevovodi so zajeli le del vodnega toka. Prilagoditi so se morali pretoku sladke vode, vedno so smeli črpati manj, kakor je bil dotok sladke vode, da ne bi bili pritegnili morske vode. Vprašali so in povedali smo jim za ljubljanske predpise o zaščiti vodnih virov iz leta 1977. Pomembno je, da imajo na Reki tudi rezervne vodne vire, podobno črpališče v Bakru, že desetletja 30 m visoko pregrado Letaj z jezerom na Rječini, s pregrado poplavljeno Čepićko polje in termoelektrarno Plomin v Istri, z veliko odvečne toplote, kjer bi lahko v enem letu uvozili napravo z vretjem morske vode in kondenzacijo pare, ki ni slana. Na ta način dobi večino vode Savdska Arabija z napravami iz Velike Britanije.

Naše povečano in podobno črpališče Klariči, ki je zdaj ob suši glavni vodni vir za obalna mesta, na žalost nima rezervnih vodnih virov.

### 5.5 Pitna voda ali krajinski park

Na zgornji Dragonji so idealne naravne danosti za Istérsko jezero, zadrževalnik pitne vode, črpane v zimskih mesecih 180 do 100 m visoko iz kraškega izvira Rižane. Analize vpliva podnebnih sprememb, topleje in manj padavin, so pokazale, da bo imela Rižana še čez 100 let povprečni letni pretok 1,4 $m^3/s$, kar je dvakrat več od takratne porabe.

Dragonja leta 1997 ni dobila koncesije za pitno vodo, Rižana jo ima. V dolini Rižane pa ni sprejemljiva gradnja zadrževalnika pitne vode zaradi zemeljskega plazu pod Črnim Kalom, katerega gibanje kaže nagnjen zvonik.




Slika 10 • **Število prebivalcev na območjih varstva narave in ogroženosti glede na členitev Slovenije na šest pokrajin (Pogačnik, 2009)**

### 5.6 Težave jezera pitne vode pri umestitvi v prostor

Pogačnik v svojem prispevku Razvojne možnosti Slovenije in kako smo omejeni pri posegih v prostor piše: »Naslov tega članka se da razumeti tudi kot umsko omejenost pri urejanju slovenskega prostora. Čeprav resnica ni daleč, se bomo ukvarjali z različnimi omejitvami, s katerimi se srečujejo stroka in občani pri gradnji, ki izvirajo iz naravnih danosti, iz rezervacij za velike projekte, iz direktiv EU in iz drugih razlogov. (...) Na najslabšem je, seveda, znova južnoprimorska regija, kjer smo že tako ugotovili, da je v režimih omejitev ves prostor, kar pomeni, da 136.119 prebivalcev, tj. 99 %, živi v prostorih z omejitvami.« (Pogačnik, 2009)

Pogačnik tudi ugotavlja: »Večinoma pa v 'majhnih' pokrajinah živi na območjih z omejitvami približno 30 do približno 80 odstotkov prebivalcev ali med 40.000 in 100.000, kar so za Slovenijo velike številke. Pri nas nadvse radi tekmujemo v omejitvah in prepovedih, neradi pa v razvojnih pobudah in pogumnih zamislih. Celo na območjih, ki so zunaj Nature 2000 – in pri vseh visokih številkah, ki smo jih navedli v tem članku –, bi prepovedali prepotrebne vetrne elektrarne (beri: Volovja reber). Vsej ogroženosti zaradi suše in vročine navkljub bi črtali vodne akumulacije, ki jih je država že začrtala! Evropski prostor brez meja se ne bo vprašal o naših prostorsko-razvojnih fobijah. Plinski terminali, daljnovodi, plinovodi, elektrarne, sežigalnice odpadkov in vse drugo bodo pač zrasli v naši soseščini, najraje kar ob državni meji.« (Pogačnik, 2009)

## 6 • DRUGAČNA OSKRBA S PITNO VODO JUGOZAHODNE SLOVENIJE po predlogih Breznika, 2009–2011

### 6.1 Osnovna filozofija je:

- da bodo vodni viri in dotok h koristnikom v Sloveniji,
- da bo vpliv na Hrvaško čim manjši,
- da ima Rižana pozimi dovolj vode, ki jo je mogoče varno akumulirati samo v Istérskem jezeru na Dragonji, zaradi plazu pod Črnim Kalom pa ne v dolini Rižane,
- da je iz Istérskega jezera mogoč težnostni dotok vode v obalna mesta s severne in južne smeri, kar je pomembno ob morebitnem izpadu enega dovoda, na primer zaradi okvare, onesnaženja ali izpada elektrike,
- da se zmanjša višina črpanja od sedanjih 620 m (Klariči) in predvidenih bodočih 350–400 m (Bistrica, Mola, Klivnik, Padež) na tukaj predlaganih 120 m za jezero v končni izgradnji,
- da je mogoče objekte postopoma povečevati na istem mestu, skladno s potrebami po vodi,
- da bo mogoče rizično vodo iz Klaričev izločiti iz oskrbe z vodo, saj je tudi doberdobski vodni rov 80 do 90 % v Italiji in nima zaščitnih pasov,
- da je mogoče Kraški vodovod priključiti na Rižanski vodovod po zaslanitvi vodnega vira Klariči, ker lahko Istérsko jezero še povečamo in polnimo dodatno tudi z notranjsko Reko.

### 6.2 Izgradnja

Za oskrbo Obale z vodo (Rižanski vodovod) je obetaven nov vodni vir Istérsko jezero na Dragonji s črpanjem zimskih viškov iz Rižane, kar omogoča postopno opustitev črpanja iz Klaričev. Od Obale ločena vodovoda Ilirske Bistrice in Brkinov imata vodna vira izvir Bistrice in akumulacijo Klivnik ter akumulacijo Mola za rezervne vire z medsebojno povezavo s cevovodi in črpališčem. Pregrado Klivnik je treba poprej sanirati. Pitne vode bo dovolj za več kot 100 let (Breznik, 2011a).

## 7 • POVZETEK IN PRIPOROČILA

### 7.1 Pitna voda

Rižanski vodovod – Koper potrebuje zdaj 400 do 500 l/s in kraški vodovodi – Sežana 140 l/s vode vse leto.

### 7.2 Vodni vir Rižana

V obdobju 1971–2000 je bil srednji letni pretok Rižane 3,78 $m^3/s$ (ARSO, 2008). Analiza vpliva podnebnih sprememb – topleje, manj padavin, večje izhlapevanje – je pokazala, da bo imela Rižana srednji letni pretok 1,4 $m^3/s$ še leta 2112, kar bo dovolj za takratno dvakrat povečano porabo.

### 7.3 Zadrževalnik pitne vode – Istérsko jezero

Na notranjski Reki, na Rižani in Dragonji so pretoki veliki v zimskem mokrem obdobju in zelo majhni v poletnem sušnem obdobju. Rižana je imela samo 10 l/s dne 17. 7. 1995 (ARSO, 2008). Potreben je torej zadrževalnik zimske vode za poletno sušo.

Predlog za Istérsko jezero na zgornji Dragonji, s črpanjem Rižane 180 m visoko, preko sedla pod Kubedom, 4 km daleč v tok Dragonje ali tudi vodnega rova, je rezultat 27-letnega občasnega geološkega raziskovanja in gradbeniškega projektiranja. O sprotnih, delnih rezultatih smo že obveščali vlado, občine in strokovne organizacije.

### 7.4 Pitna voda ali krajinski park

V sušnem decembru 2008 sva našla z dr. Leonom Gosarjem, višjim predavateljem, prostor za akumulacijo pitne vode v odročni dolini zgornje Dragonje. V Delu (Znanost) smo v prispevku Črpališče Klariči in nevarnost zaslanitve 6. oktobra 2011 zapisali: »(...) Prosim vlado (...), ali reka Dragonja od leta 1997 še vedno nima dovoljenja za pitno vodo. (...) Ali je prostor akumulacije še vedno Natura 2000, kjer gradnje niso dovoljene. (...) Videl sem 35 let star cerov gozd, Nature 2000 ne. (...) Priporočam ogled.«

### 7.5 Naravne danosti – prednost Istérskega jezera

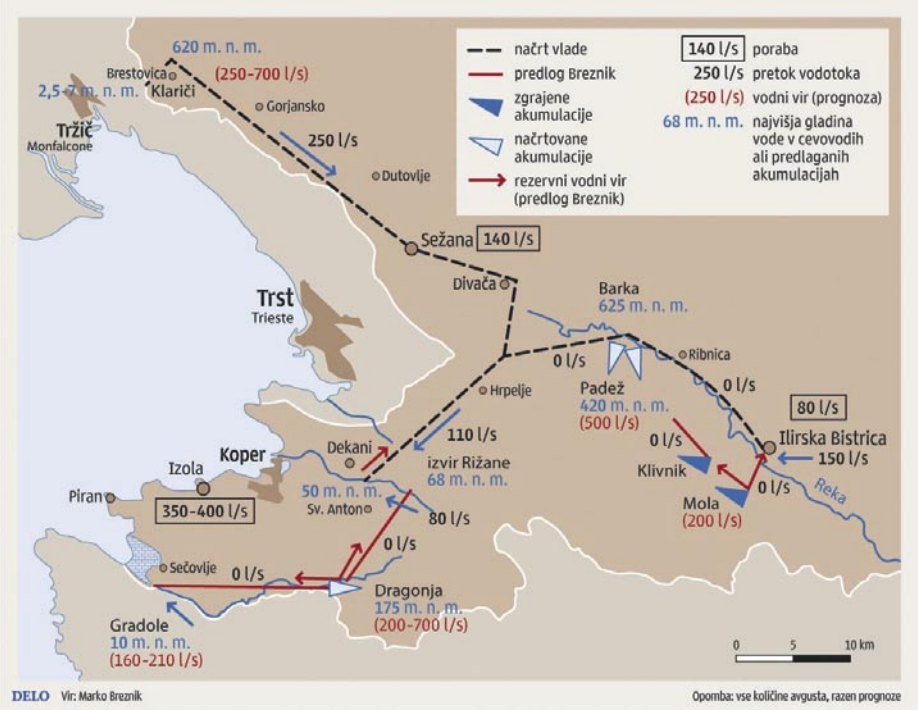
Pregrada Dragonja bo temeljena na stabilni jadranski plošči med Dinaridi in Apenini. Sloji terciarnih apnencev so pretežno vodoravni. Apnenci niso skraseli, v sušnem decembru 2008 so tekli potočki Dragonje in Pinjevca preko pragov apnenca. Ne poznamo ponorov in obrhov v porečju Dragonje, značilnih za pokrajino skraselih apnencev. Možni vodni rov dolžine 8 km na nadmorski višini 150 m med izvirom Rižane in jezerom bo v teh terciarnih apnencih.

### 7.6 Vladni načrt 2003–2009; občinski načrt 2010–2015; Istérsko jezero – predlog Breznik v 2009–2011

Pri zasnovi vladnega in občinskega načrta gre za veliko oddaljenost vodnih virov, dvakrat po 60 km, in črpanje dvakrat na višino 620 m, hkrati pa je akumulacija na celinski strani hriba. Za Istérsko jezero, ki ga je predlagal avtor (2009–2012), znaša oddaljenost le 4 in 15 km, višini črpanja 180 do 120 m, akumulacija pa je na morski strani hriba in ima težnostni dovod vode v obalna mesta ob suši (slika 11).

Pojavljajo se različni predlogi:

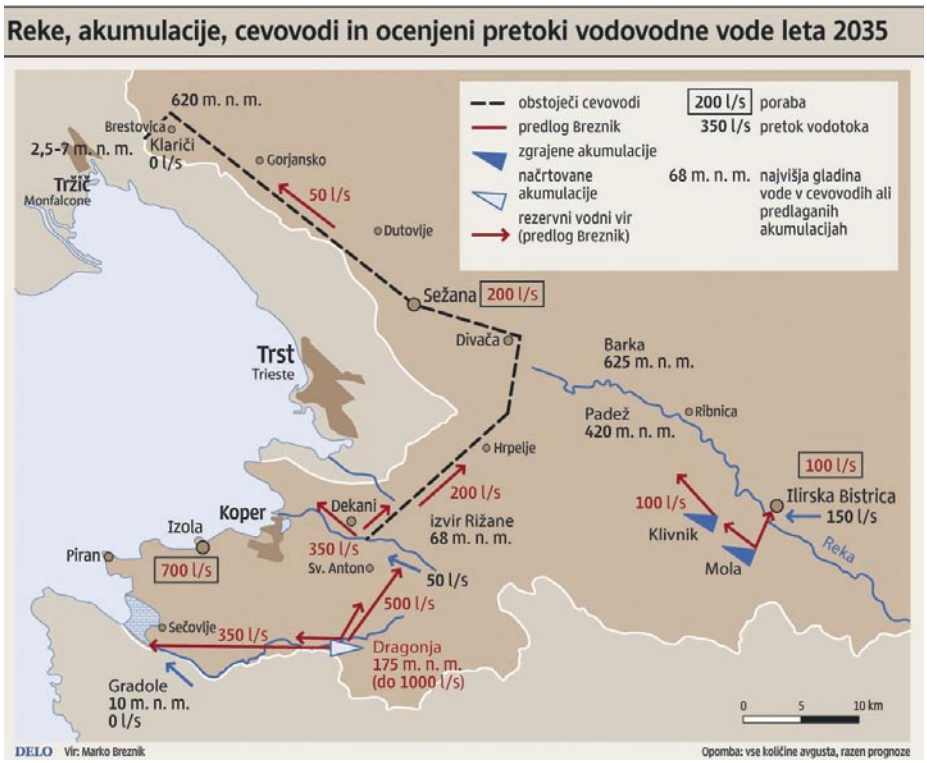
- Cevovod izvir Rižane – Koper, 1980, črpališče Klariči s 250 l/s, cevovod do Sežane in Divače, 1986, cevovod do Dekanov, 2000.
- vladni načrt 2003–2009: četrti vodnjak v Klaričih, 2006, z obnovljenim cevovodom 50 km, nova akumulacija Padež ali Suhorca, opuščena, 2011, nov cevovod Rodik–Bistrica, 2012.
- predlog Breznik, 1987–2011: črpališče Rižana, vodni rov Rižana–Istersko jezero na Dragonji, iztok iz jezera proti Sečovljam in proti Rižani ter dalje proti Kopru.
- Predlog Rižanskega vodovoda: novi cevovodi iz obstoječih akumulacij Klivnik in Mola




Slika 11 • **Pitne vode za obalna mesta in sežanski kras – pretoki v avgustu 2008 (Breznik, 2009 in Breznik, 2012)**

proti Brkinom in Ilirski Bistrici. Vodni viri: Klivnik, Mola, Reka in izvir Bistrice. Samostojni ilirskobistriški vodovod, ki ni povezan z rižanskim zaradi njune višinske razlike in zelo visokih črpanj.

Iz Klaričev bi črpali 50 % porabe vode ob suši v vladnem načrtu, v občinskem načrtu pa gre že za 90 % porabe vode. Klaričem, ki črpajo vodo iz kraškega rova sladke vode 25 m pod gladino 3 km oddaljenega morja, grozi zaslanitev zaradi podnebnih sprememb: topleje, manj padavin, večje izparevanje, nižja gladina sladke vode in poviševanje gladine morske vode. Zato avtor predlaga bistveno drugačno oskrbo z vodo (slika 12).
Vodni vir Istérskega jezera, izvir Rižane, na višini 68 m nad gladino morja se ne more zaslaniti v doslej znanih geoloških razmerah. Prednosti in slabosti variant so prikazane na sliki 13.




Slika 12 • **Rezervni vodni vir za kraški vodovod po zaslanitvi črpališča Klariči v sušnem obdobju (Breznik, 2011c)**

**Primerjava lastnosti vodnih virov Rižana–Dragonja in Rižana–Klariči–Padež–Reka–Bistrica–Mola**

● Rižana + Dragonja ● Rižana + Klariči + Padež + Reka + Bistrica + Mola

| lastnost | boljši vodni vir: kateri? | boljši vodni vir: zakaj? | slabši vodni vir: kateri? | slabši vodni vir: zakaj? |
|---|---|---|---|---|
| razdalja do mest | ● | 10-14 km | ● | 60-40 km |
| višina črpanja | ● | 100-120 m | ● | 600-250 m |
| obdobje črpanja | ● | občasno pozimi | ● | stalno vse leto |
| onesnaženje | ● | Rižana nima industrije, Dragonja ni naseljena, nima ceste in železnice | ● | Il. Bistrica ima nekaj industrije, važna cesta, železnica |
| geološki pogoji gradnje pregrade z akumulacijo | ● | zelo ugodni, jadranska stabilna plošča, apnenci | ● | manj ugodni, luskasta zgradba s peščenjaki in laporji, narivno območje |
| stroški izgradnje | ● | manjša pregrada, krajši cevovodi, stabilno območje | ● | večja pregrada, daljši cevovodi, bližje snežniško potresno območje |
| stroški obratovanja | ● | manjša amortizacija, cenejše vzdrževanje kratkih cevovodov, nizko črpanje z manj elektrike | ● | večja amortizacija, dražje vzdrževanje daljših cevovodov, višje črpanje z več elektrike |
| zanesljivost | ● | večja zaradi bližine mest, dotok čiste vode iz akumulacije Dragonja | ● | manjša zaradi oddaljenosti mest, črpanje iz manj čiste Reke |
| dovoljenja | ● | okoljsko in gradbeno | ● | Dragonja nima koncesije za pitno vodo, dolina Dragonje je proglašena za območje »Natura 2000« |

DELO Vir: Marko Breznik

Slika 13 • **Primerjava vodnih virov Breznikovega predloga in vladnega načrta 2003–2009 (Breznik, 2009)**

## 8 • AVTORSKE PRAVICE

Avtor si pridržuje avtorske pravice za oceno velikosti podzemne akumulacije izvira Rižane (Breznik, 1984) in možnosti njenega izkoriščanja (Breznik, 1993), na predlog akumulacije Istérsko jezero na Dragonji s črpanjem Rižane ((Breznik, 1987), (Breznik, 2011)) in na predlog drugačne oskrbe s pitno vodo jugozahodne Slovenije ((Breznik, 2009), (Breznik, 2011)). Avtorske pravice je avtor zavaroval s projektom: Pitna voda za slovensko Istro in Kras. Vodni vir Rižana in akumulacija Dragonja. Agencija za avtorske in sorodne pravice, Ljubljana, je izdala po Zakonu o avtorskih in sorodnih pravicah (ZASP – UPB3, Ur. l. 16/07) potrdilo o vpisu v register za projekt: Pitna voda za slovensko Istro in Kras. Vodni vir Rižana z akumulacijo Dragonja. Avtor: dr. Marko Breznik. Datum in številka vpisa v register: 26. 5. 2009, R-047/09. Delo: Projekt, 42 strani – besedilo in karte.
Avtor je bil z odločbo LRS sekretariat izvršnega sveta za industrijo in obrt, številka 010-700/3-G1, datum 10. 11.1961, vpisan v seznam projektantov s pooblastilom za gradbeno projektiranje s pooblastilom.

## 9 • ZAHVALA

Prof. F. Steinman je preuredil moj koncept članka v obliko, primerno za objavo. Višji predavatelj L. Gosar me je spremljal na terenskih raziskavah lokacij in ocenil njihovo prostornino, prof. A. Pogačnik pa je analiziral umestitev akumulacije v prostor. Urednik priloge Znanost, Delo, G. Pucelj, je prispeval več fotografij in objavil prispevke, ki so del tega članka. Vsem naštetim in njihovim sodelavcem ter recenzentu članka se v svojem 93. letu iskreno zahvaljujem. Brez njihove pomoči tega članka ne bi bilo. Moji številni družini se zahvaljujem za razumevanje mojega dela in da sem bil zato kot mož, oče, dedek in pradedek premalo z njimi.

## 10 • VIRI

Breznik, M., Nastanek zaslanjenih kraških izvirov in njihova sanacija, The origin of Brackish Karstic Springs and their development, Geologija – razprave in poročila, knj. 16, Ljubljana, str. 83–186, 1973a.

Breznik, M., Geološke raziskave za hidroelektrarno Osp, Podlaga: Osnovna geološka karta 1 : 100.000, Tolmač za List Trst, ELES, Ljubljana, 1973b.

Breznik, M., Vode je lahko za vse dovolj, Delo – Sobotna priloga, 31. marec 1984a.

Breznik, M., Exploration, design and construction of cut offs in karstic regions, 15th International Congres on Large Dams, pp. 1111–1129, Laussanne, 1984b.

Breznik, M., Storage reservoirs and deep wells in karst regions, A. A. Balkema, ISBN 978 905 410 6883, Rotterdam/Brookfield, 1998.

Breznik, M., Najučinkovitejša bi bila akumulacija na Dragonji, Delo – Znanost, 4. novembra 1998.

Breznik, M., Steinman, F., Hydromechanism and desalination of coastal karst aquifers: theory and cases, Hidromehanizem in razslanitev obalnih kraških vodonosnikov: teorija in primeri, Acta carsol., l. 37, št. 2–3, str. 197–212, 2008.

Breznik, M., Pitna voda jugozahodne Slovenije, Nov vodni vir: akumulacija Dragonje s črpanjem Rižane, pismo Vladi RS in 15 drugim naslovnikom, I. del: Poročilo, 8 strani, II. del: Priloge, 80 strani, 2011a.

Breznik, M., Rižanski vodovod uvaža vodo, gradbeniki pa so brez dela, Delo – Znanost, 10. februarja 2011b.

Breznik, M., Črpališče Klariči in nevarnost zaslanitve, Delo – Znanost, 6. oktobra 2011c.

Breznik, M., Steinman, F. 2011. Desalination of Coastal Karst Springs by Hydro-geologic, Hydro-technical and adaptable Methods. Desalination. Intech, Rijeka, pp. 41–70, 2011d.

Kajfež Bogataj, L., Glede spreminjanja podnebja Slovenija ni izjema. Proteus, Vol. 69, No. 2, pp. 54–61, 2006.

Krivic, P., Variations naturelles de niveau piezometrique d'un aquifere karstique, Naravna nihanja gladine podtalnice kraškega vodonosnika, Geologija – razprave in poročila, Ljubljana, 1982, knj. 25/1, str. 129–150, 1982.

Rogelj Petrič, S., Delo, 10. december 2012.

Syhre, C., Grischek, T., Remmler, F., Skark, C., 2007, Review of the project Water Supply for Istria and the Coastal Region, Hochschule für Technik und Wirtschaft, Dresden in Institut für Wasserforschung, Dortmund, 2007.

MOP, ARSO, Vodnogospodarska bilanca Primorske, Ljubljana, 1994.

MOP, ARSO, Vodna bilanca Slovenije, MOP, Ljubljana, 2008.

Pleničar, M., Polšak, A., Šikič, D., Tolmač k Osnovni geološki karti SFRJ, list Trst, 1 : 100 000, Zvezni geološki zavod, Beograd, 1973.

Pogačnik, A., Kako omejeni smo pri posegih v prostor?, Razvojne možnosti Slovenije, Delo – Znanost, 5. nov. 2009.

14. november 2013
DAN INŽENIRJEV
Maribor - Hotel Habakuk

Vabilo

Vabimo vas na Dan inženirjev, ki bo potekal 14. novembra v Mariboru na temo "S povečano vlogo inženirjev do nižjih stroškov investicije".

Program in prijavnica: www.izs.si.

Organizator
IZS
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

KRAFT&WERK

# NOVI DIPLOMANTI

## UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

### VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI PROGRAM I. STOPNJE OPERATIVNO GRADBENIŠTVO (VS)

**Jan Šircelj,** Površinska odpornost betonov na zmrzovanje in tajanje ob prisotnosti talilnih soli, mentor izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov, somentor asist. Tina Prinčič

**Luka Kocman,** Analiza in dimenzioniranje nosilne konstrukcije večstanovanjske stavbe v Novem mestu, mentor doc. dr. Sebastjan Bratina

**Zlato Bešič,** Razmerje med prodajno ceno in odškodnino zaradi spremembe namembnosti kmetijskih zemljišč v občini Litija, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

**Matija Božič,** Izračun difuzije vodne pare skozi KS vrtc, mentor doc. dr. Živa Kristl, somentor doc. dr. Mitja Košir

**Matic Novak,** Dinamična analiza betonske težnostne pregrade HE Moste s programskim orodjem CADAM, mentor doc. dr. Simon Schnabl, somentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

**Toni Čančar,** Projektiranje prekladne konstrukcije armiranobetonskega grednega mostu v skladu z EVROKOD standardi, mentor prof. dr. Tatjana Isaković

**Nejc Fabijan,** Spletna aplikacija za poenostavljeno oceno ranljivosti objekta na potresno obtežbo, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor doc. dr. Matevž Dolenc

**Katarina Kekič,** Analiza cen zemljišč na različnih razvojnih stopnjah – primer občine Šentjernej, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor asist. mag. Matija Polajnar

**Tilen Lovše,** Dostop do projektne dokumentacije na prenosnih napravah z operacijskim sistemom Android, mentor doc. dr. Matevž Dolenc

**Jure Lovšin,** Vpliv odprtin na osvetljevanje prostorov, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor doc. dr. Živa Kristl

**Danijel Pavlič,** Analiza prometno-tehničnih elementov montažnih krožišč na posameznih primerih, mentor viš. pred. mag. Robert Rijavec

**Peter Pekolj,** Ocena potresne odpornosti zidane stavbe v Posočju, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor Jure Snoj

**Teja Penko,** Ocena potresne odpornosti zidanega objekta Mala vas, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor Jure Snoj

**Martin Rus,** Analiza in dimenzioniranje armiranobetonske nosilne konstrukcije tri-etažne poslovne stavbe v Ribnici, mentor doc. dr. Sebastjan Bratina

**Dejan Semič,** Analiza in dimenzioniranje armiranobetonskih nosilnih elementov poslovno trgovskega objekta v Ljubljani, mentor doc. dr. Sebastjan Bratina

**Adis Sinanović,** Brv čez Gruberjev prekop, mentor prof. dr. Jože Korelc, somentor asist. dr. Primož Može
**Matjaž Skvarča,** Primerjalna študija maksimalne dovoljene energije za ogrevanje glede na lokacijo po PURES 2010, mentor doc. dr. Živa Kristl , somentor doc. dr. Mitja Košir
**Elen Zudič,** Požarna zaščita lesenih konstrukcij, mentor doc. dr. Simon Schnabl

## UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM I. STOPNJE GRADBENIŠTVO (UN)

**Rok Goltnik,** Pregled izhodišč hidrologije od Da Vincija do danes, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Mitja Brilly
**Grega Drčar,** Vpliv notranjih rezervoarjev vode na krčenje betona visoke trdnosti, mentor doc. dr. Drago Saje
**Simon Trošt,** Vpliv akumulacije na dinamično obnašanje betonske pregrade Suhorka, mentor doc. dr. Simon Schnabl , somentor doc. dr. Andrej Kryžanowski
**Miha Povše,** Projektiranje armiranobetonskih okvirov na potresnih območjih, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek
**Barbara Miko,** Prenova stavbe v skoraj nič energijsko hišo, mentor prof. dr. Aleš Krainer, somentor doc. dr. Mitja Košir
**Rok Kurinčič,** Statična analiza plezalne stene, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor asist. dr. Franc Sinur
**Nejc Filipič,** Zbiranje podatkov o prometu v križiščih in razvoj aplikacije za štetje prometa v križiščih, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek, somentor viš. pred. mag. Robert Rijavec
**Jan Mak Bevcl,** Predlog rekonstrukcije križišča na cesti G1-4/1260 v KM 0,150 v Gornjem Doliču, mentor doc. dr. Tomaž Maher, somentor doc. dr. Peter Lipar
**Sanja Kvrgić,** Poškodovanost zidanih stavb zaradi potresov v Posočju, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor izr. prof. dr. Vlatko Bosiljkov
**Petra Lovšin,** Tehnologije izvedbe gradbene jame z vrha navzdol, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor doc. dr. Boštjan Pulko
**Nina Kepic,** Analiza razvoja cen zemljišč v Občini Ig, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač
**Urška Bačar,** Delotoki za optimalne odločitve pri načrtovanju gradnje, mentor doc. dr. Vlado Stankovski
**Jure Berkopec,** Presoja možnih rešitev križišča regionalne ceste R2-419/1203 in lokalne cest LC 295040 v naselju Straža, mentor doc. dr. Peter Lipar
**Rok Bertoncelj,** Mehanska analiza valjane betonske pregrade, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski, somentor doc. dr. Simon Schnabl
**Denis Bojanc,** Projekt mostu za pešce pri Ribjem trgu, mentor prof. dr. Darko Beg , somentor asist. dr. Franc Sinur
**Daša Božić,** Stanovanjska gradnja in varstvo kmetijskih zemljišč v občini Postojna, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač
**David Božiček,** Geometrija lupinastih konstrukcij, mentor prof. dr. Boštjan Brank, somentor doc. dr. Tomo Cerovšek
**Jaka Brezočnik,** Lesene skeletne nosilne konstrukcije iz hlodov, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič
**Ines Ahmić,** Investiranje v nepremičninske projekte v družbi PV Invest d.o.o., mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač
**Vesna Dukić,** Razmerje med energetsko učinkovitostjo, tržno vrednostjo in stroški energetske prenove hiše v Bovcu, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor doc. dr. Živa Kristl
**Bojan Fink,** Požarna odpornost jeklene stavbe, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor asist. dr. Franc Sinur
**Simon Frank,** Poročilo o spremljanju učinkov investicije kot sestavni del vodenja gradbenih projektov, mentor doc. dr. Primož Banovec
**Nika Gerbec,** Projekt visečega mostu za pešce preko reke Tolminke, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor asist. dr. Franc Sinur
**Marijan Gorjup,** Zgodovinski pregled in trenutno stanje vodopreskrbe v vodovodnem sistemu Kranj, mentor prof. dr. Boris Kompare, somentor asist. dr. Matej Uršič
**Bojan Jakše,** Analiza izrednih dogodkov na državni cestni mreži, mentor izr. prof. dr. Marijan Žura, somentor viš. pred. mag. Robert Rijavec
**Janez Kastigar,** Računske analize posedkov tal s programom Settle 3D, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor asist. mag. Sebastjan Kuder
**Ana Kragelj,** Palične lupinaste konstrukcije, mentor prof. dr. Boštjan Brank
**Anže Kumar,** Idejna študija kolesarske poti okoli Kamnika, mentor doc. dr. Peter Lipar
**Barbara Legat,** Vpliv podnebnih sprememb na verjetnost pojava poplav v porečju Save v Sloveniji, mentor prof. dr. Mitja Brilly, somentor doc. dr. Mojca Šraj
**Blaž Lipej,** Vpliv konfiguracije polnil na parametre potresnega odziva armiranobetonskega okvira, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek
**Damjan Lisec,** Vpliv notranjih rezervoarjev vode v betonih visoke trdnosti na krčenje zaradi sušenja, mentor doc. dr. Drago Saje
**Domen Logar,** Študija prometne varnosti križišča G1-4, odsek 1258 Otiški vrh – Sl. Gradec/G1-4, odsek 1445 Sl. Gradec / LZ 378021 Glavni trg – Murko, mentor doc. dr. Peter Lipar
**Dijana Maleš,** Vpliv zrnavostne strukture lahkega agregata na zgodnje avtogeno krčenje betona visoke trdnosti, mentor doc. dr. Drago Saje
**Špela Marđetko,** Optimalna rešitev križišča – Orožnova ulica, Hofbauerjeva ulica, cesta v Loke – v Mozirje, mentor doc. dr. Peter Lipar
**Anže Matko,** Projekt jeklenega prostoležečega cestnega mostu z razponom 25 m, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor asist. dr. Primož Može
**Matej Matos,** Parametri izbire elementov prečnega profila dvopasovne ceste, mentor doc. dr. Peter Lipar, somentor viš. pred. mag. Robert Rijavec
**Luka Miklavčič,** Sonaravni ukrepi za upočasnitev vodnega toka, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. mag. Gašper Rak
**Alenka Mohorič,** Upravljanje večstanovanjskih stavb v občini Škofja Loka, mentor izr. prof. dr. Albin Rakar, somentor asist. mag. Matija Polajnar
**Tina Muhič,** Uporaba različnih vrst podatkov za oceno tržne vrednosti enostanovanjske hiše v občini Medvode, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač
**Luka Novak,** Analiza armiranobetonskih okvirjev s polnili na potresno obtežbo, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek
**Nina Pečar,** Presoja najema enosobnega stanovanja glede na različno oddaljenost od Ljubljane, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač
**Nuša Pintar,** Vpliv zasnove fasadnega ovoja na porabo energije v stavbi, mentor doc. dr. Mitja Košir, somentor doc. dr. Živa Kristl
**Blaž Prosen,** Obvoznica na relaciji Horjul–Koreno (JP 568051, plaz križišče Koreno Prošca), mentor doc. dr. Peter Lipar
**Grega Rodman,** Geotehnična analiza za projekt gradbene jame v Ljubljani, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor doc. dr. Boštjan Pulko

**Uroš Ristić,** Ocena potresne odpornosti zidanega objekta v Zgornjem Posočju, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek

**Sašo Seljak,** Idejna zasnova rekonstrukcija križišča Lucija, mentor doc. dr. Peter Lipar

**Matic Skalja,** Projekt prostoležečega sovprežnega cestnega mostu v obsegu PGD, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor asist. dr. Primož Može

**Anej Srebovt,** Načrt varovanja gradbene jame v Ljubljani, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor doc. dr. Boštjan Pulko

**Lucija Stermšek,** Vpliv dodatkov na lastnosti injekcijskih mas z apnenim vezivom, mentor izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov

**Gregor Svetina,** Idejna rešitev ureditve dveh križišč pri naselju Hrušica, mentor doc. dr. Peter Lipar

**Tomaž Šabec,** Analiza novega hladilnega stolpa v Šoštanju na temperaturni vpliv, mentor prof. dr. Boštjan Brank

**Špela Tomažič,** Izmenjava živega srebra med vodo in zrakom v Tržaškem zalivu, mentor doc. dr. Dušan Žagar

**Marko Tratar,** Uporaba informacijskih modelov stavb za izdelavo opažnih načrtov, mentor doc. dr. Tomo Cerovšek

**Uroš Trošt,** Dimenzioniranje medetažne AB plošče osnovne šole v Ajdovščini, mentor doc. dr. Sebastjan Bratina

**Neven Verdnik,** Hidravlične lastnosti Meže pri Ravnah na Koroškem, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. Matej Müller

**Katja Vidic,** Okoljski vidiki v gradbeni industriji, mentor izr. prof. dr. Jana Šelih

**Klemen Vidonja,** Ureditev kolesarske poti Velenje – Mislinja, mentor doc. dr. Peter Lipar

**Andraž Vožič,** Kolesarska pot Dravograd–Muta na južni strani Drave, mentor doc. dr. Peter Lipar

**Maja Weisseisen,** Vpliv okolja na stanje objektov stavbne dediščine na Gorenjskem, mentor izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov, somentor asist. Petra Štukovnik

**Petra Zupan,** Varianta priključevanja vzhodne obvoznice mesta Kranj na AC Kranj – Ljubljana, mentor doc. dr. Peter Lipar, somentor izr. prof. dr. Marijan Žura

**Petra Žnidaršič,** Meritve vodoodbojnosti in infiltracije tal, mentor doc. dr. Mojca Šraj

**Timotej Čižek,** Gradbeniške aplikacije za iOS, mentor doc. dr. Matevž Dolenc

**Gašper Gosar,** Projektiranje in sodelovanje z generičnimi aplikacijami v oblaku, mentor doc. dr. Matevž Dolenc

**Janij Oblak,** Mehanizacija, ukrepi in postopki upravljanja z rinjenimi plavinami, mentor doc. dr. Primož Banovec

**Klemen Pahulje,** Analiza sproščanja in odplavljanja zemljin s porečja, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor dr. Josef Krasa

**Mica Pagon,** Vpliv prostorskih izvedbenih pogojev na uspešnost nepremičninskega projekta, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor asist. mag. Matija Polajnar

## UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM I. STOPNJE VODARSTVO IN OKOLJSKO INŽENIRSTVO (UN)

**Pavel Janko,** Izdelava dodatnih podlog v načrtih zaščite in reševanja Občine Mozirje, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. Tanja Prešeren

**Nejc Zupančič,** Vpliv vegetacije na odtoke v urbanem okolju, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Mitja Brilly

**Tanja Tofil,** Vpliv parametrizacije vetrnih valov na strižne napetosti ob dnu, mentor doc. dr. Dušan Žagar

**Gregor Robič,** Hidravlično modeliranje obratovanja črpalk na cevovodnih omrežjih, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. Daniel Kozelj

**Mateja Ribnikar,** Analiza karakterističnih vrednosti merjenih pretokov, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Mitja Brilly

**Matej Radinja,** Postopki investicijske presoje za zmanjšanje poplavne ogroženosti, mentor doc. dr. Primož Banovec, somentor izr. prof. dr. Polona Domadenik

**Miha Kračun,** Poplavne nevarnosti na območju reke Hudinje z uporabo poplavnih scenarijev, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. mag. Gašper Rak

**Petra Cvetko,** Meritve pretokov vodotoka z dvema različnima instrumentoma, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor asist. dr. Simon Rusjan

**Nuša Brolih,** Analiza fizičnih kazalcev opremljanja stavbnih zemljišč v izbranih ureditvenih območjih, mentor izr. prof. dr. Albin Rakar

## ŠTUDIJSKI PROGRAM II. STOPNJE GRADBENIŠTVO

**Damjan Podgorelec,** Vpliv stopnjevanja sprejemljivega potresnega tveganja na armiranobetonsko okvirno konstrukcijo, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor Jure Žižmond

**Jure Turk,** Armiranobetonske lupinaste konstrukcije, mentor prof. dr. Boštjan Brank

## VISOKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Andrej Gričar,** Presoja finančnih posledic operativnega programa odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v Občini Trebnje, mentor izr. prof. dr. Albin Rakar

## UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Anita Treven,** Analiza daljnovodnih vodnikov, mentor izr. prof. dr. Dejan Zupan, somentor Metod Bonča

**Martin Česnik,** Razvoj voznega cikla za urbano območje Ljubljane na osnovi dejanskih meritev, mentor doc. dr. Tomaž Maher, somentor viš. pred. mag. Jure Kostanjšek

**Monika Pikelj,** Ocena potresne odpornosti Hale Tivoli, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek, somentor Gregor Gruden

**Gašper Lužar,** Podrobna analiza vpliva geometrijskih nepopolnosti na nosilnost vzdolžno ojačanih pločevin, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor dr. Klemen Rejec

**Matej Prevc,** Nosilne jeklene konstrukcije za skladiščne šotorske objekte, mentor prof. dr. Darko Beg

**Anže Rezar,** Primerjava metod optimizacije semaforjev na odprti cestni mreži, mentor izr. prof. dr. Marijan Žura

**Aleš Zupan,** Navezava Jadransko – Jonske prometne osi na avtocesto A1 proti osrednji Sloveniji, mentor doc. dr. Alojzij Juvanc, somentor Andrej Jan

## UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA

**Barbara Kukovec,** Analiza projektov preskrbe prebivalcev s pitno vodo na desnem bregu Mure – Sistem C, mentor prof. dr. Boris Kompare, somentor asist. dr. Matej Uršič

**Anja Žogan,** Analiza nizkih pretokov vodotokov porečja Ljubljanice, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Mitja Brilly

**Matej Sečnik,** Razvoj hidrometričnega sistema na Ljubljanici v realnem času, mentor prof. dr. Mitja Brilly, somentor mag. Andrej Vidmar

**Nejc Štukl,** Zasnova metodologije za implementacijo mestnega kompostiranja na lokalni ravni v RS, mentor izr. prof. dr. Viktor Grilc

### MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Tea Hrovat,** Vpliv napak pri proizvodnji asfaltnih zmesi na poškodbe vgrajenih asfaltnih plasti, mentor prof. dr. Janez Žmavc
**Simona Golčman Ribič,** Vpliv volumske deformacije pri različnih napetostnih stanjih na strižno trdnost kemične sadre, mentor doc. dr. Vojkan Jovičić, somentor doc. dr. Ana Petkovšek
**Gašper Rak,** Hidravlična analiza vpliva rabe prostora na poplavnih območjih na potovanje poplavnih valov, mentor prof. dr. Franc Steinman

## UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Tomaž Jazbec,** Organizacija gradbenega podjetja Jazbec d.o.o. in priprava gradbišča pri rekonstrukciji HE Dravograd, mentor izr. prof. dr. Uroš Klanšek, somentor doc. dr. Nataša Šuman
**Katarina Polc,** Uvajanje območij omejene hitrosti v naselju Miklavž na Dravskem polju, mentor doc. dr. Marko Renčelj, somentor mag. Simon Hmelak
**Gašper Princ,** Idejna rešitev odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v naselju Škofja Riža v občini Trbovlje, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, somentor doc. dr. Janja Kramer Stajnko
**Mario Stojaković,** Čiščenje pitne in odpadne vode v Šaleški dolini, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, somentor doc. dr. Janja Kramer Stajnko
**Martin Fratina,** Kriteriji za parcelacijo: razvoj roba naselja Kred, mentor pred. dr. Peter Šenk
**Tjaša Gmajner,** Fizikalno mehanske lastnosti elektrofiltrskega pepela, mentor doc. dr. Samo Lubej, somentor doc. dr. Andrej Ivanič
**Andrej Jaušovec,** Sovprežni cestni most razpona 42,5 m, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula
**Ciril Medved,** Organizacija gradbišča in tehnološki proces grajenja večstanovanjskega objekta ob Paki v Velenju, mentor izr. prof. dr. Uroš Klanšek, somentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj
**Lojz Pečoler,** Tehnologija brizganega betona, mentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj
**David Plavčak,** Armirano betonski stebri, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor pred. Aljoša Klobučar
**Izidor Pupić,** Postopek pridobitve dovoljenj in ekonomska upravičenost gradnje sončne elektrarne inštalirane moči 10 kw v Republiki Hrvaški, mentor doc. dr. Nataša Šuman
**Tomaž Šoštarič,** Predlog sanacije vlage v stanovanjski hiši na Ptuju, mentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj
**Vid Štukovnik,** Načela in kriteriji uporabe prometne opreme na javnih cestah, mentor doc. dr. Marko Renčelj, somentor asist. Sašo Turnšek
**Tina Ugulin,** Vpliv razpona etaž na uporabnost različnih modelov stavb za analizo nihajnih časov, mentor izr. prof. dr. Matjaž Skrinar
**Žana Uratnik,** Organizacija gradbišča in terminsko planiranje gradnje Varstveno delovnega centra Mozirje, mentor izr. prof. dr. Uroš Klanšek, somentor asist. Zoran Pučko
**Jure Videmšek,** Postopek rekonstrukcije maloprometne ceste: primer lokalne ceste Šoštanj–Topolščica, mentor doc. dr. Marko Renčelj, somentor Vesna Andrejc, univ. dipl. inž. grad.
**David Žnider,** Projekt organizacije gradbišča izgradnje glavnega tehnološkega objekta in hladilnega stolpa za nadomestni blok 6 Termoelektrarne Šoštanj, mentor viš. pred. Metka Zajc Pogorelčnik

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Bernarda Györköš,** Tehnologija vgrajevanja samozgoščevalnega betona, mentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj

### 1. STOPNJA, VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Luka Leiler,** Preveritev variantnih rešitev rekonstrukcije križišča na Markovi in Stresovi ulici v Kobaridu, mentor doc. dr. Marko Renčelj, somentor asist. Sašo Turnšek

### 1. STOPNJA, UNIVERZITETNI ŠTUDIJSKI PROGRAM GRADBENIŠTVO

Študij so zaključili z diplomskim izpitom:

| | | |
|---|---|---|
| **Mitja Picej** | **Jure Čeh** | **Vanja Naglav** |
| **Barbara Šikovc** | **Tomi Kresnik** | **Vasja Očko** |
| **Gorazd Švelc** | **Tim Maltar** | **Anamarija Povh** |
| **Marcel Vrabl** | **Tomaž Mayer** | **Jernej Španinger** |
| **Aleš Avguštin** | **Mateja Motaln** | **Matevž Zih** |

### 2. STOPNJA, MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Miha Pukšič,** Statična in dinamična analiza poslovno-industrijskega objekta Arnovski gozd, mentor red. prof. dr. Miroslav Premrov, somentor doc. dr. Vesna Žegarac Leskovar

## UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

### INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO – Bolonjski študijski program 1. stopnje

Študij so zaključili z diplomskim izpitom:

| | | |
|---|---|---|
| **Jernej Stojnšek** | **Jasmina Gojčič** | **Nejc Pikl** |
| **Famany Conde** | **Katja Ježovnik** | **Žiga Rajšter** |
| **Anja Črep** | **Aleksandar Mitrović** | **Hana Sovič** |
| **Blaž Felkar** | **Miha Nassif** | **Darko Tešić** |
| **Rok Frangež** | **Aljaž Petrič** | **Mario Vouk** |

### INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO

**Milena Bojović,** Predstavitev montažne gradnje individualne hiše po sistemu Neopan, mentorja izr. prof. dr. Andrej Štrukelj FG in doc. dr. Vita Jagrič – EPF
**Nuša Vrečič,** Vpliv gradbenih dejavnikov na ekonomiko fotonapetostnih sistemov, mentorja izr. prof. dr. Igor Pšunder –FG in red. prof. dr. Uršič Duško – EPF

# KOLEDAR PRIREDITEV

**6.-9.11.2013**

**ECOMONDO 2013**
**17th International Trade Fair of Material & Energy Recovery and Sustainable Development**
Rimini, Italija
http://en.ecomondo.com/

**7.-8.11.2013**

**1. DAfStb Jahrestagung 2013**
**Innovationen in Beton**
**Forschung & Praxis treffen sich**
Bochum, Nemčija
http://www.ruhr-uni-bochum.de/DAfStb2013/index.html.de

**28.-29.11.2013**

**Združenje asfalterjev Slovenije**
**14. kolokvij o asfaltih in bitumnih**
Bled, Slovenija
www.zdruzenje-zas.si

**28.-30.1.2014**

**International Sustainable Built Environment Conference**
Doha, Katar
www.isbe-conference.com

**10.-14.2.2014**

**4th International FIB Congress**
Mumbai, Indija
www.fibcongress2014mumbai.com

**27.3.2014**

**3. Trienalni znanstveni posvet**
**Naravne nesreče v Sloveniji**
Ig, Slovenija
http://giam.zrc-sazu.si/?q=sl/nns

**3.-5.4.2014**

**Structures Congress 2014**
Boston, Massachusetss, ZDA
http://content.asce.org/conferences/structures2014/index.html

**27.4.-2.5.2014**

**EGU General Assembly**
Dunaj, Avstrija
www.egu2014.eu

**2.-6.6.2014**

**3rd World Landslide Forum "Landslide risk mitigation: Constructing a safe geo-environment"**
Peking, Kitajska
www.wlf3.org

**23.-27.6.2014**

**10th International Symposium on Ecohydraulics**
Trondheim, Norveška
http://www.ntnu.edu/ecohydraulics2014

**30.6.-2.7.2014**

**EURODYN 2014**
**9th International Conference on Structural Dynamics**
Porto, Portugalska
http://paginas.fe.up.pt/~eurodyn2014/

**16.-18.7.2014**

**Footbridge 2014: Past, Present & Future**
London, Anglija
www.footbridge2014.com

**3.-5.9.2014**

**37th IABSE Symposium Madrid 2014**
Madrid, Španija
www.iabse.org/Images/Conferences/Madrid/symposium_iabse2014.pdf

**15.-19.9.2014**

**IAEG XII Congress Engineering Geology for Society and Territory**
Torino, Italija
www.iaeg2014.com

**12.-17.4.2015**

**7th World Water Forum**
Daegu-Gyeongbuk, Republika Koreja
http://worldwaterforum7.org/en

**25.-29.5.2015**

**XVth IWRA World Water Congress**
Edinburgh, Škotska
www.worldwatercongress.com

**22.6.-2.7.2015**

**XXVIth IUGG General Assembly**
Praga, Češka
www.iugg.org/programmes/grants2015.php

Rubriko ureja • **Jan Kristjan Juteršek,** ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: **msg@izs.si**