

# GRADBENI VESTNIK

julij 2007



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

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana



# Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN

TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH

INŽENIRJEV INŽENIRSKÉ ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-JDC 05 : 625; ISSN 0017-2774

Ljubljana, julij 2007, letnik 56, str. 165-184

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Leskoškova 9e, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200; faks 01 52 40 199 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**  
**izr. 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: **Milan Kuhta**  
ZAG: **prof. dr. Miha Tomažević**

Glavni in odgovorni urednik:

**prof. dr. Janez Duhovnik**

Sodelavec pri MSG IZS:

**Jan Kristjan Juteršek**

Lektorica:

**Alenka Raič Blažič**

Lektorica angleških povzetkov:

**Darja Okorn**

Tajnica:

**Anka Holobar**

Oblikovalska zasnova:

**Mateja Goršič**

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

**Kočevski tisk**

Naklada:

**3000 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 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 22,95 EUR; za študente in upokojenca 9,18 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 169,79 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je všteti DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:

SI56 0201 7001 5398 955

## Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

- Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
- Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
- Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
- Besedilo mora biti izpisano z znaki velikosti 12 pik z dvojnimi presledkom med vrsticami.
- Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
- Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); oznako ali je članek strokoven ali znanstven; nazive, imena in priimke avtorjev ter njihove naslove; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, in povzetek 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 dodatki označeni še z A, B, C, itn.
- Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
- Slike, preglednice in fotografije morajo biti omenjene v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Vse slike in fotografije v elektronski obliki (slike v običajnih vektorskih grafičnih formatih, fotografije v formatih .tif ali .jpg visoke ločljivosti) morajo biti v posebnih datotekah, običajne fotografije pa priložene.
- Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
- Kot decimalno ločilo je treba uporabiti vejico.
- Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki: (priimek prvega avtorja, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.
- V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime prvega avtorja (lahko okrajšano), priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
- 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.
- Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD in v 8. točki določenih grafičnih formatih.

Uredništvo

# Vsebina • Contents

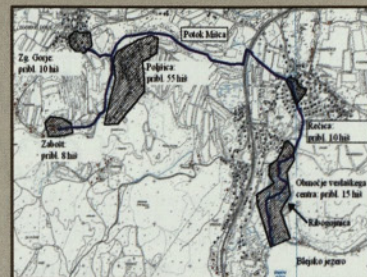
## Članki • Papers

stran **166**

Anže Urevc, univ. dipl. inž. grad.

### UPRAVLJANJE Z JEZEROM – PRIMERJAVA BLEDA S PODOBNIMI KRAJI V AVSTRIJI

LAKE MANAGEMENT – COMPARISON BETWEEN BLED  
AND AUSTRIAN LOCATIONS



stran **175**

prof. dr. Mitja Brilly, univ. dipl. inž. grad.

asist. dr. Mojca Šraj, univ. dipl. inž. grad.

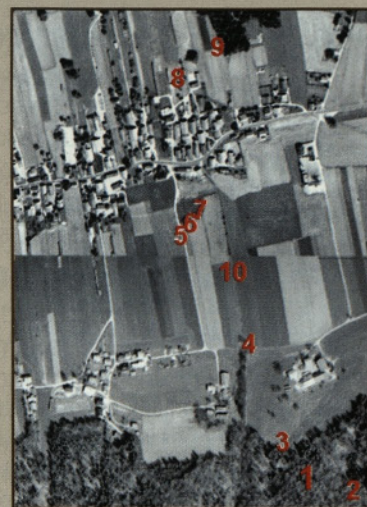
mag. Andrej Vidmar, univ. dipl. inž. grad.

asist. Matej Padežnik, univ. dipl. inž. vod. kom. inž.

Anja Horvat, univ. dipl. inž. vod. kom. inž.

### HIDROLOŠKO-HIDROTEHNIČNA ŠTUDIJA S PRIKAZOM CELOVITE REŠITVE IN HIDROTEHNIČNIMI IZRAČUNI ZA ŠIRŠE OBMOČJE OLN ZAPOGE 1

HYDROLOGICAL AND HYDROTECHNIC STUDY PROVIDING AN  
OVERALL SOLUTION AND CALCULATIONS FOR THE GREATER AREA  
OF LOCAL DETAILED PLAN ZAPOGE 1

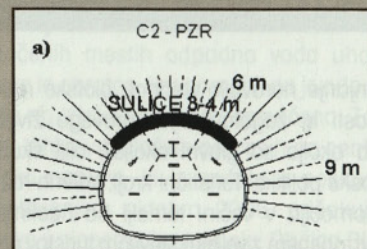


stran **182**

dr. Andreja Popit, univ. dipl. inž. geol.

### SPREMEMBE PRI GRADNJI PREDORA ŠENTVID

CHANGES DURING CONSTRUCTION OF THE ŠENTVID TUNNEL



## Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Sanacija stebrov AB okvirjev v Luki Koper, foto Matevž Bergant

# UPRAVLJANJE Z JEZEROM – PRIMERJAVA BLEDA S PODOBNIMI KRAJI V AVSTRIJI

## LAKE MANAGEMENT – COMPARISON BETWEEN BLED AND AUSTRIAN LOCATIONS

**Anže Urevc, univ. dipl. inž. grad.**  
Krnica 84, 4247 Zgornje Gorje

**Strokovni članek**  
UDK 627.17 : 628.161 : 712.23

**Povzetek** | Prispevek obravnava problematiko upravljanja z Blejskim jezerom kot posebne vrednote slovenskega prostora. Navedene so glavne značilnosti jezera, opisana oba izvedena sanacijska ukrepa in naštetih glavni problemi pri upravljanju. Kot primer dobro delujočega sistema je prikazana upravljavska struktura na jezerih Avstrijske Koroške, dodatno podkrepjena še s primeri dobre prakse iz Bledu primerljivih jezer. Za konec so naštetih najbolj nujni ukrepi, ki jih je potrebno izvesti za dokončno sanacijo Blejskega jezera ter tako Bledu in tudi širši okolici omogočiti nadaljnji razvoj trajnostnega turizma.

**Summary** | The main problems concerning the management of Lake Bled are discussed in the paper. The basic characteristics of the Lake, implemented sanitation measurements and the main management problems are presented first. The management structure in the Corinthian lakes, confirmed with the best management practices applied in lakes comparable with Bled, are described in the second part. Finally, the most necessary measurements for achieving the sustainable management of Lake Bled are listed, everything in vision to enable the future development of tourism in the whole region.

### 1 • UVOD

Ohranjanje naravnih vrednot, biotske raznovrstnosti in zagotavljanje zdravega življenjskega okolja so glavni okoljski cilji skupne evropske politike. Turistični kraji, katerih razvoj in promocija v večini temelji na neokrnjeni naravi, obenem z velikim številom turistov predstavljajo za naravo tudi veliko obremenitev. Še posebej občutljiva okolja na zunanje obremenitve so kraji z jezeri, ki tako zahtevajo še podrobnejšo obravnavo in dobro delujoče uprav-

ljavske modele. Blejsko jezero predstavlja za našo državo pomembno narodnogospodarsko vrednoto in temu primerno je bilo v preteklosti tudi obravnavano. Za njegovo sanacijo so z dovodom vode iz Radovne in z izgradnjo natege vzpostavili sistem površinskega in globinskega izpiranja. Kljub temu pa stanje jezera še danes ni stabilno, kar gre pripisati nepravemu načinu upravljanja s celotnim pojezerjem, ki ima na samo jezero tudi

največji vpliv. Veliko število različnih mnenj, večinoma nasprotujočih si, in kar je še huje, proces se odvija brez pravega vodje, povzroča zmedo in nejasnosti pri samem upravljanju. V tem članku je kot možnost za bodoče rešitve in nadaljnje delovanje prikazan model upravljanja z jezeri v sosednji Avstriji, natančneje v deželi Koroški. Deželo odlikuje množica različno velikih jezer, katerih okoljski kraji so turistično znani po vsem svetu in v sezonah temu primerno tudi obiskani. Zaščita jezer potrebuje dobro delujoč upravljavski model, v katerega so vključeni vsi deležniki, njihove funkcije in delovanje pa natančno določene.

### 2 • BLEJSKO JEZERO: SANACIJSKI UKREPI IN UPRAVLJAVSKI PROBLEMI

Blejsko jezero je tektonsko-ledeniškega izvora, nastalo je pred približno 15.000 leti, uvršča-

mo pa ga med alpska jezera (Urbanc-Berčič, 1993). Jezero je dolgo 2.120 m ter široko

1.080 m, največja globina znaša 32 m. Celotni volumen vode v jezeru znaša  $25,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ , z zadrževalnim časom vode 2,5 let (Kompore, 2005). Velikost pojezerja se je v zgodovini dvakrat močno spremenila, z začetnih 487 ha na današnjih 10.703 ha (Rismal, 1993). Prvo

povečanje gre pripisati povezavi potoka Mišce z jezerom, drugo pa vzpostavitvi umetnega sistema površinskega izpiranja in povezavi z reko Radovno. Blejsko jezero napaja 12 pritokov ter nekaj manjših izvorov iz dna (preglednica 1).

Monitoring Blejskega jezera je pod okriljem Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), Oddelka za limnologijo, in se izvaja vsak mesec. Meritve vključujejo fizikalne (prosojnost, temperatura, prevodnost, pH, itd.), kemijske (kisik, fosfor, ortofosfat, amonij, nitrit, nitrat, itd.), biološke (fitoplankton, zooplankton, klorofil, itd.) in mikrobiološke parametre. Vzorčenje se izvaja v vzhodni in zahodni jezerski kotanji ter večjih pritokih in iztokih iz jezera. V zadnjih dveh letih se izvaja tudi analiza sedimenta v pritoku Mišca (ARSO, 2003).

## 2.1 SANACIJSKI UKREPI NA BLEJSKEM JEZERU

### 2.1.1 Površinsko izpiranje

Zaradi naraščajoče urbanizacije ter vedno večjih vplivov na jezero se je v sredini prejšnjega stoletja pojavil problem eutrofikacije, t.i. cvetenje jezera. Ker eutrofna jezera za turizem alpskega tipa niso zanimiva, je bil takoj ustanovljen strokovni odbor z nalogo sanacije jezera. Po vročih polemikah so kot prvo rešitev predlagali sistem površinskega izpiranja jezera z dodatnim dotokom vode, bogate s kisikom. Tako je bil leta 1964 zgrajen 2,4 km dolg cevovod, ki je jezero povezal z reko Radovno. Zaradi obstoječe hidroelektrarne na reki Radovni, ki ne dopušča večjega odvzema vode, sistem površinskega izpiranja ni nikoli trajno deloval s polno kapaciteto ( $2 \text{ m}^3/\text{s}$ ), pač pa so maksimalni dotok omejili na ca.  $300 \text{ l/s}$  (Rismal, 1993). Zadrževalni čas vode v jezeru se je tako zmanjšal s 2,7 na 1,4 leta (Remec-Rekar, 2005). Ker je čas rasti alg povprečno 14 dni (Kompore, 2005), sistem površinskega izpiranja pri takih pretokih ni mogel prinesiti zadovoljivih rezultatov, kar se je pokazalo v cvetenju jezera tudi v letih po začetku delovanja sistema. Poleg tega bi večji dotok Radovne znižal temperaturo jezera in na ta način zmanjšal privlačnost jezera za vodne športe, kar bi imelo posledice tudi v turističnem gospodarstvu.

### 2.1.2 Globinsko izpiranje – natega

Ker površinsko izpiranje jezera z zgraditvijo dovoda vode iz Radovne po načrtih tedanjega Vodogradbenega laboratorija na FAGG ni prineslo zelenih rezultatov, je Inštitut za zdravstveno hidrotehniko FAGG septembra

Pritoki	Povprečni pretok $Q_{pr}$ (l/s)	Letni pretok ( $10^6 \text{ m}^3/\text{leto}$ )	Fosfor (kg/leto)	Dušik (t/leto)
Krivca	20	0,6	10	1
Mišca	161	5,1	231	7
Ušivec	27	0,8	19	2
Solznik	6	0,2	—	—
Radovna (umetno)	394	12,4	50	6
Padavine	—	1,7	42	1
<b>Skupaj</b>	<b>608</b>	<b>20,8</b>	<b>352</b>	<b>17</b>
<b>Iztoki</b>				
Jezernica	363	11,4	94	2
Natega (umetno)	284	8,9	308	7
Evaporacija	—	1,6	—	—
<b>Skupaj</b>	<b>647</b>	<b>21,9</b>	<b>402</b>	<b>9</b>

Preglednica 1 • Večji pritoki in iztoki Blejskega jezera ter ocena bilance hraniv (ARSO, 2003)

1977 po naročilu tedanje Zveze vodnih skupnosti Slovenije izdelal študijo natege za sanacijo Blejskega jezera na podlagi limnološkega modela bilance hraniv v jezeru (Rismal, 1979), (Rismal, 1980) (glej preglednico 1).

V 5. poglavju te študije Zaključki s predlogi sanacijskih ukrepov pa je bila predlagana naslednja prioriteta sanacijskih del:

- zmanjšanje dotoka hraniv v jezero s pritoki,
- globinsko izpiranje hipolimnijskih voda z natego,
- za površinsko izpiranje jezera že zgrajen cevovod za vodo iz Radovne se uporabi za globinsko izplakovanje jezera s  $400 \text{ l/s}$  preko natege.

Prezračevanje hipolimnijskih voda in kemijske ukrepe so zaradi visokih stroškov obratovanja in vzdrževanja opustili ter kot najbolj učinkovito rešitev predlagali globinsko izpiranje s pomočjo natege. Tak sistem je bil prvič vzpostavljen na Krotowskem jezeru na Poljskem. V letih 1980–1981 je bil tako v vsako izmed kotanj zgrajen krak natege s kapaciteto  $400 \text{ l/s}$ , ki pa ni polno izkoriščena, saj po njej iz hipolimnija v povprečju odvajajo le  $300 \text{ l/s}$  vode. Rešitev globinskega izpiranja je pokazala dobre rezultate, saj se je jezero vrnilo v dokaj stabilno mezotrofnost stanje. Cvetenje se je pojavilo še enkrat edino le v letih 1999–2000, ko so upravljalci zaradi nepravilnega upravljanja na zahodnem kraku natege zaprli odplinjevalni ventil, cev natege v temenu pa poškodovali ter tako preprečili učinkovito delovanje načrtovane natege in s

tem celotnega sistema. Čeprav se je stanje jezera po odpravi omenjene napake izboljšalo, pa natega še vedno ne deluje po predlogih limnološkega modela.

### 2.1.3 Kanalizacijski sistem

Že prva komisija, pristojna za sanacijo jezera, je kot najnujnejšo rešitev predlagala dokončno ureditev kanalizacijskega sistema in odvod vseh odpadnih voda v ožji jezerski skledi stran od jezera (Rismal, 2005). »M« kanal, kot glavni odvodnik odpadnih voda iz centra Bleda, je bil zgrajen že v tridesetih letih prejšnjega stoletja in je še vedno v uporabi. Kljub sanaciji je kanal netesen in na določenih mestih odpadna voda uhaja v jezero in obratno, kar pomeni, da je odpadna voda na iztoku že precej razredčena. Zaradi tega lahko v bioloških procesih na centralni čistilni napravi, ki je začela s poskusnim obratovanjem oktobra 2006, pričakujemo težave v njenem obratovanju. Občina Bled je v letu 2002 z mednarodnim podjetjem WTE Wassertechnik iz Essna podpisala koncesijsko pogodbo za izgradnjo in upravljanje sistema odvajanja in čiščenja odpadnih voda v občini Bled. Koncesijska pogodba je bila podpisana za dobo 25 let in kot glavni cilj predvideva 95 % priključenost objektov v občini na čistilno napravo (Občina Bled, 2002). Zaradi tega lahko upravičeno pričakujemo, da se bo problem odpadnih voda, vsaj v območjih z vplivi na jezero, ustrezno rešil v prihodnjih 3 letih.

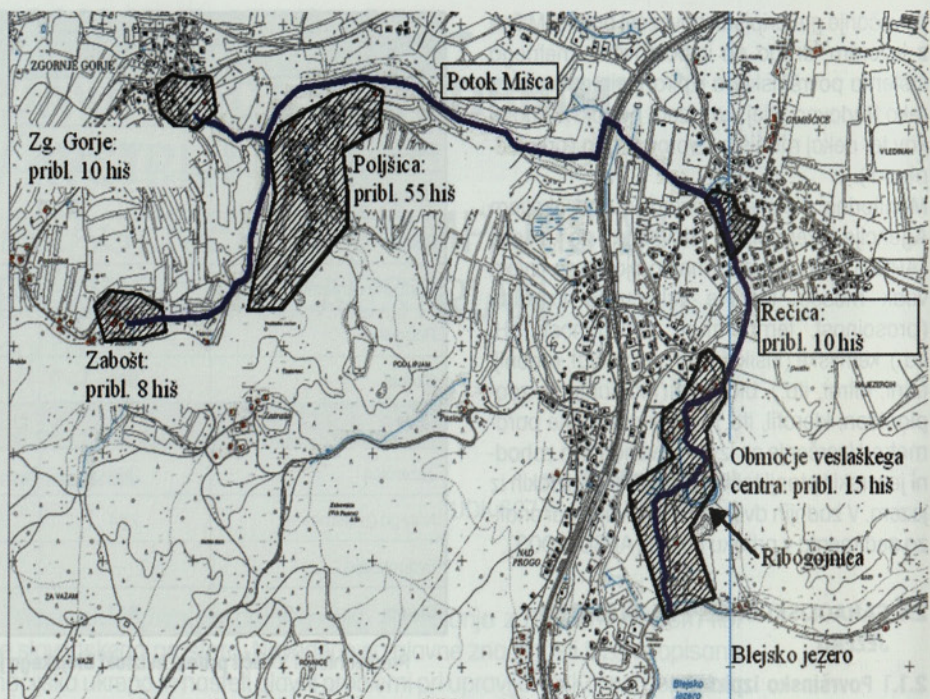
## 2.2 UPRAVLJANJE Z BLEJSKIM JEZEROM IN GLAVNI PROBLEMI

Ker sta bila za sanacijo jezera vzpostavljena že dva dokaj draga ukrepa, so glavni problemi v zvezi z Blejskim jezerom organizacijske in ne tehnične narave. Kot probleme tehnične narave velja omeniti poleg netesne kanalizacije v centru Bleda še neurejen odvod odpadnih voda ob potoku Mišca, ki je glavnik pritok v jezero (slika 1), in nerazjasnjeno stanje glede ribogojnice, skozi katero teče Mišca le nekaj metrov pred izlivom v jezero. Uradno naj ribogojnica ne bi bila več v uporabi, a očitno obratuje nelegalno. Dokončno zaprtje in, če je njena ekonomska vrednost tolikšna, selitev na drugo lokacijo (npr. na Savo Bohinjko) sta tako nujna koraka za prihodnost. Največje onesnaževanje jezera s hranili iz Mišce je mogoče in potrebno trajno preprečiti le s preusmeritvijo Mišce v potok Rečico, ki je njeno prvotno in naravno korito.

Probleme organizacijske narave lahko strnemo v tri glavne točke:

- zapletena zakonodaja,
- sodelovanje deležnikov,
- program upravljanja z okoljem.

V prvem primeru gre za zapleteno stanje v zvezi z zakonodajo, ki vsako vodno telo definira kot javno dobro, njegov upravljavec pa je Ministrstvo za okolje in prostor oziroma pooblaščen organizacija ali podjetje. Na drugi strani je kot upravljavec obale postavljena občina Bled. Ker med obema stranema še vedno ni prišlo do podpisa sporazuma o celostnem upravljanju, se pojavlja precej problemov. Poleg tega imata na priobalnih zemljiščih tako Ministrstvo kot občina predkupno pravico, s prvo upravičenim Ministrstvom. Na ta način je občina zakonsko povsem destimulirana za kakršnokoli bolj



Slika 1 • Območja vzdolž potoka Mišca z neurejeno kanalizacijo

natančno upravljanje obale jezera.

Drugi problem upravljanja je nesodelovanje deležnikov, ki so z jezerom neposredno ali posredno povezani. Tudi sama javnost je v procese odločanja ponavadi vključena prepozno, kar se odraža v velikem negodovanju lokalnega prebivalstva tik pred začetkom implementacije načrtovanih projektov. Glavni deležniki v zvezi z upravljanjem z jezerom so, poleg omenjenih Ministrstva za okolje in prostor (Oddelek za limnologijo) ter občine Bled (skupno z občinskimi podjetji), še VGP Kranj kot upravljavec z vodami na področju zgornje Gorenjske, vsa turistična podjetja in ponudniki, zlasti Sava Kranj d.d., kmetje in Kmetijsko-gozdarska zbornica, zasebna podjetja ali gospodarske družbe, ki so v

okviru koncesij pripravljene sodelovati pri določenih projektih upravljanja, ter univerze in inštituti, ki se ukvarjajo z za jezero pomembnimi področji. Vsa ta množica deležnikov bi se morala združiti v posebni organizaciji, ki bi s primernimi strokovnjaki in dovolj visokimi finančnimi sredstvi z jezerom tudi upravljala.

Ker gre v primeru jezera za kompleksen naravni sistem, na katerega vplivajo številni dejavniki, v prvi vrsti urbani, upravljanje ne more potekati stihijsko, pač pa po natančno določenem programu, kjer so vsi koraki dobro preučeni in načrtovani. Tako je za Blejsko jezero potrebno pripraviti program upravljanja z jezerom ali celotnim okoljem in na ta način začrtati poteze v prejšnjem odstavku omenjeni organizaciji.

## 3 • UPRAVLJANJE Z JEZERI V AVSTRIJI: PRIMER AVSTRIJSKE KOROŠKE

Republika Avstrija velja za eno izmed okoljsko najbolj zavednih držav na svetu. Za okoljske rešitve namenja v povprečju 3,4 % bruto družbenega produkta (BDP), kar je skupaj s Švedsko in Finsko tudi največ v celotni Evropski uniji (Preslmayr, 2005). Avstrijo odlikuje zelo dovršena in dobro strukturirana zakonodaja na vseh področjih. Kljub nekoliko bolj zapleteni strukturi je sistem pregleden ter s

strani stroke in uporabnikov dobro upoštevan. Okoljsko zakonodajo pripravljajo na dveh različnih nivojih, na državnem in na regijskem. Vodni zakon, zakon o gozdovih, zakon in večina podzakonskih aktov s področja ravnanja z odpadki so sprejeti in pripravljene na državnem nivoju, medtem ko se zakoni o varovanju okolja, graditvi objektov in urejanju prostora pripravljajo

na regijskem nivoju, torej so od dežele do dežele različni (Kainz, 2000).

Glavni zakon s področja voda je državni vodni zakon, ki je bil prvič sprejet že leta 1953, zadnjo spremembo pa doživel leta 2003 zaradi zahtev evropske vodne direktive (WFD). Vodnemu zakonu pripada 53 uredb, od katerih 3 urejajo področje komunalnih odpadnih voda, ostalih 50 pa ureja industrijske odpadne vode. Obremenitev okolja zaradi kmetijstva kot enega izmed največjih onesnaževalcev je v zakonu definirana z največjimi dovoljenimi obremenitvami tal z gnojili. Za

poljske površine je meja postavljena na 175 kg N/(leto · ha), za travnate površine na 210 kg N/(leto · ha) ter za vodno občutljiva območja na 110 kg N/(leto · ha).

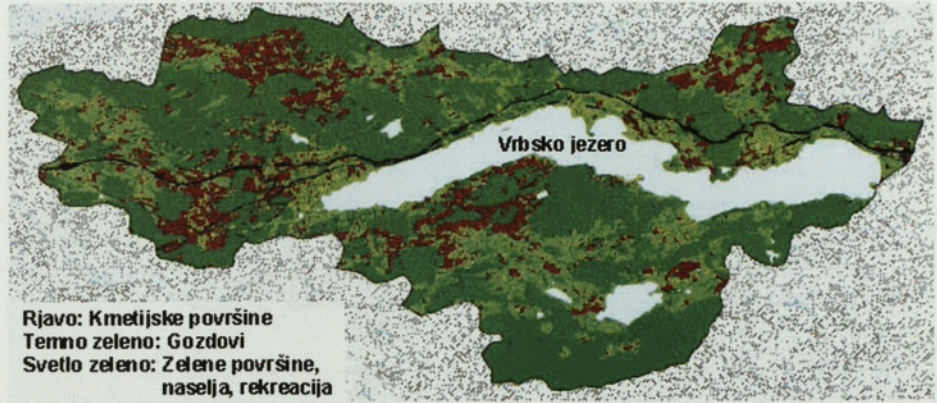
Na področju vodnega gospodarstva in varovanja okolja avstrijska zakonodaja pozna naslednje organizacijske strukture za gradnjo, upravljanje in vzdrževanje s sistemi (Kainz, 2000):

- zadruga (Genossenschaften),
- združenja (Verbände),
- občine,
- javno – zasebno partnerstvo,
- zasebna podjetja.

Prvi dve sta v celotni Evropi prepoznavni kot izredno dobri rešitvi. V primeru zadrug gre za majhne organizacije, ki jih ustanovijo tisti prebivalci, ki so priključeni na zaključen sistem. To pomeni, da je v zadrugo lahko vključena le majhna vas ali celotno mesto, odvisno od zmožnosti sodelovanja lokalnega prebivalstva. V večini so zadruga ustanovljene za upravljanje z vodovodnimi sistemi, le v redkih tudi za upravljanje s kanalizacijskimi sistemi. Na drugi strani so združenja že lahko ogromna podjetja, ki upravljajo s sistemi, ki se razprostirajo v več občin ali celo v celotni regiji. Združenja lahko primerjamo z našimi javnimi komunalnimi podjetji, saj gre za zelo podobno strukturo. Ko gre za sisteme znotraj posamezne občine, v večini primerov občine z njimi upravljajo kar same. Ustanovitev in vođenje združenj bi namreč predstavljalo večji strošek in posledično višjo ceno za končnega uporabnika. Primeri zasebnih podjetij ali javno – zasebnega partnerstva so v Avstriji redki, saj dober sistem financiranja omogoča izgradnjo in upravljanje sistemov brez zasebnega kapitala.

### 3.1 KOROŠKA JEZERA IN UPRAVLJAVSKA STRUKTURA

V deželi Koroški leži kar 1.270 stoječih voda in jezer s skupno površino 60 km<sup>2</sup>, kar Koroško uvršča med zelo vodnate pokrajine (Schulz, 2006). Veliko število jezer zahteva celovit in dobro strukturiran način upravljanja. Glavne pristojnosti so v rokah deželne vlade oz. uprave, kjer se tudi sprejemajo in potrjujejo vsi večji projekti. 15. enoti deželne uprave, ki je zadolžena za varstvo okolja in tehnologijo, pripada Koroški inštitut za preučevanje jezer (KIS) kot poseben organ v sestavi. Njegova naloga je izvajati monitoring na vseh večjih jezerih, vzdrževati bazo podatkov za vsa vodna telesa v deželi (vodna telesa + prispevna območja), izdelovati študije v primeru



Slika 2 • Pojezerje Vrbskega jezera – raba tal (KIS, 2003)

novih posegov ali težav, voditi odnose z javnostjo (PR), privabiti k sodelovanju vse pomembne deležnike ter izvajati dejavnosti tudi na trgu (Schulz, 2003). Glavni del sredstev za delovanje inštituta zagotovi deželna vlada, manjšinski delež prispevajo razne organizacije in gospodarske družbe, nekaj sredstev pa inštitut pridobi na trgu.

Glavni dejavnosti Inštituta za preučevanje jezer sta torej izvajanje meritev in vzdrževanje baze podatkov o okolju oz. vodnih telesih. Na manjših jezerih se meritve izvajajo dvakrat letno, medtem ko pri večjih štirikrat. Vsako leto se na enem jezeru izvajajo bolj pogoste meritve, tj. enkrat mesečno. Omenjeno število meritev je v OECD-jevih priporočilih o eutrofikaciji voda predpisano kot minimalno (Voltenweider, 1986). Meritve obsegajo večino fizikalnih, kemijskih in bioloških parametrov, v kopalnih jezerih pa tudi mikrobiološke analize. KIS vodi in vzdržuje bazo podatkov o rezultatih meritev v samih jezerih in kar je še pomembnejše, tudi podatke o pojezerjih. Slednji so obdelani na podlagi baz geodetskih služb, z zemljiško parcelo kot osnovno enoto. Podatki so zapisani v tekstovnih datotekah in za boljše preglednost prikazani na načrtih in kartah. O pojezerjih se vodijo naslednji podatki (KIS, 2004):

- pritoki in iztoki jezera;
- prikaz območij pripadajočih posameznim upravnim enotam;
- višinske točke in linije;
- karakteristike tal;
- vegetacija;
- območja, namenjena intenzivni kmetijski rabi;
- raba tal (slika 2, primer Vrbskega jezera).

Iz omenjenih kart je nato enostavno razbrati potencialno nevarna območja, ki jim je potrebno posvetiti posebno pozornost. To pomeni

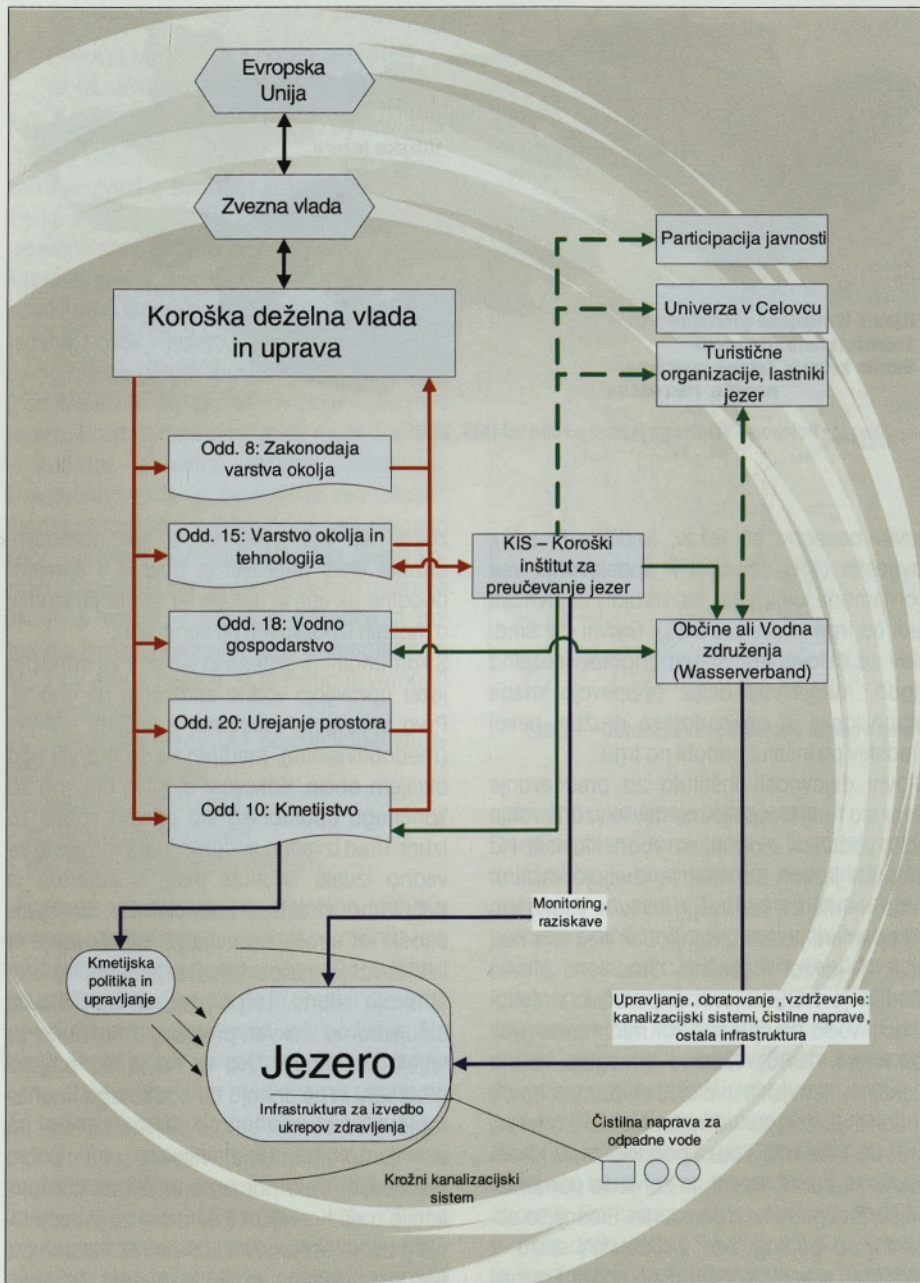
zbirati še več podatkov o teh območjih, deželni vladi pripraviti in poslati v sprejem dodatne ukrepe in odloke ter pripraviti študije o možnih izboljšavah ali sanacijah.

S komunalnimi sistemi in sistemi za sanacijo jezer upravljajo vodna združenja ali občine. Prva upravljajo večinoma z večjimi sistemi (medobčinskimi), medtem ko so manjši pod okriljem občin. Kakovost storitve in cena za končnega uporabnika sta glavno vodilo za izbor. Pred izvedbo posameznega projekta se vedno izdelata finančni plan, v katerem je definirana struktura financiranja, kapitalski stroški ter stroški upravljanja, obratovanja in vzdrževanja, in sicer tako, da je finančna konstrukcija zaprta. To pomeni, da upravljavec deluje samo v okviru projekta, iz katerega se krijejo vsi stroški. Na ta način so projekti pregledni in ne prihaja do dodatnega financiranja med samim obratovanjem, sistemi pa so zaradi primerno visokih cen dobro vzdrževani. Zelo pomembna je tudi komunikacija med Koroškim inštitutom za preučevanje jezer in upravljavci komunalnih sistemov, saj je v primeru težav odzivnost še kako pomembna. Poleg tega je pred implementacijo projektov potrebno izdelati študije vplivov na jezera in pojezerja, kar je v pristojnosti Inštituta.

Splošna upravljavna struktura je prikazana na sliki 3.

### 3.2 SANACIJSKI UKREPI NA KOROŠKIH JEZERIH

Po drugi svetovni vojni so urbanizacija, hitro rastoči turizem ter moderno kmetijstvo privedli do stanja, ko so bili vplivi na jezerske ekosisteme preveliki, sanacije v smislu zaščite le-teh pa nujne. Zaščita jezer pred odpadnimi vodami je bila predstavljena kot prvi in naj-nujnejši ukrep. Koroška deželna vlada se je



Slika 3 • Koroška jezera – upravljavska struktura

reševanja problema lotila celovito in leta 1964 sprejela program izgradnje sistemov odvajanja in čiščenja odpadnih voda v jezerskih območjih. Program je v prvi vrsti predvidel organizacijske rešitve, to so že prej omenjeni sistemi upravljanja, in kot drugo navedel tehnične rešitve za posamezna območja. Zvezna vlada se je odločila projektu pomagati s finančnimi sredstvi v smislu ugodnejših kreditov in daljših odplačilnih dob. Te je bilo za projekte sanacije jezer možno dobiti s pol nižjimi obrestnimi merami kot pri ostalih. Tako so bili v sedemdesetih in osemdesetih letih

prejšnjega stoletja okoli vseh večjih jezer, zgrajeni krožni kanalizacijski sistemi, ki so se priključevali na čistilne naprave. Na ta način je bil vpliv odpadnih voda na jezera povsem izničen. Sistemi so se gradili v klasični izvedbi v zemljini (gravitacijski ali tlačni) in, kjer je bilo to ekonomsko opravičljivo, tudi po dnu jezer. V tem primeru je šlo za tehnologijo neskončne cevi, ki so jo izdelovali na mestu, tj. na obali jezera. Cev so v določenih razmakih obteževali z betonskimi utežmi ter s posebnimi čolni povlekli na drugo stran jezera. Ko so cev napolnili z vodo, je potonila na dno. V primeru

vzdrževanja ali sanacij se v cev zopet načrpa zrak, cev se dvigne na gladino in popravila se lahko izvedejo. Gre za povsem preprost ukrep, ki je predstavljal samo 5 % celotnih stroškov tlačne izvedbe. Ostalih 95 % predstavljajo stroški gradnje in vzdrževanja črpališča (Sampl, 2005).

Drugi pomemben projekt je bil zaščita jezer pred meteornimi vodami s cest in urbanih središč. Sploh območje Vrbskega jezera je bilo zaradi bližine avtoceste A2, ki povezuje Beljak z Dunajem, zelo obremenjeno. Ker meteorne vode nastopajo v večjih količinah, njihova onesaženost pa ni tolikšna kot v primeru fekalnih odpadnih voda, je priključitev teh na komunalne čistilne naprave ponavadi ekonomsko neupravičena. Rastlinska čistilna naprava predstavlja tako boljše in predvsem cenovno ugodnejšo rešitev. Vzдолž omenjene avtoceste je bilo zgrajenih 15 takšnih čistilnih naprav in posledično zmanjšan vnos hraniv in onesažil z odpadnimi vodami z avtoceste. Isto rešitev je možno uporabiti tudi v primeru meteornih voda iz urbanih središč ali fekalnih odpadnih voda iz manjših odročnih krajev, kjer gradnja male čistilne naprave ali povezovalnega kanalizacijskega voda zahteva večja finančna vlaganja.

Celotna izvedba programa odvajanja in čiščenja odpadnih voda v jezerskih območjih je od leta 1963 do 2003 stala 430.665.000 evrov. Struktura financiranja je bila sledeča (Schulz, 2006):

- krediti zvezne vlade: 20–80 % celotne investicije,
- nepovratna sredstva deželne vlade: 15–20 % celotne investicije,
- prispevki prebivalcev: 10 % celotne investicije.

V primerih, ko sanacijski ukrepi odvajanja in čiščenja odpadnih voda še vedno niso zagotovili stabilnega stanja jezer oz. v primerih, ko so bili ostali zunanji vplivi preveliki, je bilo potrebno izvesti dodatne ukrepe v samih jezerih. Slabost teh ukrepov je v tem, da vzrokov ne odpravljajo, pač pa samo zmanjšujejo njihove posledice. Stroka danes pozna ogromno tehničnih rešitev, na koroških jezerih so bile izvedene naslednje (Sampl, 1993):

- površinsko in globinsko izpiranje – natega,
- odstranjevanje talne vegetacije,
- odstranjevanje alg,
- odstranjevanje sedimentov iz dna,
- ozračevanje hipolimnijske vode,
- biološki postopki.

Kot zadnjo možnost navajamo še posredne ukrepe, ki se izvajajo zunaj jezerskih kotanj, tj.



v pojezerju. Gre za ukrepe, ki v večini vzroke odpravljajo in so lahko tehnične, strukturne in nestrukturne narave. K prvim štejemo že omenjene kanalizacijske sisteme in rastlinske čistilne naprave, k drugim vse zakonske prepovedi in omejitve, k tretjim pa razne predstavitevne brošure, konference, delavnice, internetne strani, skratka osveščanje in vključevanje javnosti o zaščiti jezerskih območij.

Koroška zakonodaja pozna tri možnosti zakonske zaščite za naravo pomembnih območij. Prva je zakon o varovanju prostora, ki prepoveduje kakršnokoli gradnjo ali spremenjanje zaščitenih območij, dovoljuje pa uporabo za kmetijske namene. Druga možnost je zakon o varstvu narave, s katerim so zaščiteni pomembni habitati. V jezerskih območjih so to največkrat nasadi trsja ter močvirja. Na teh območjih je poleg vseh ostalih posegov prepovedana tudi uporaba za kmetijske namene. Tretja možnost je prostorska politika, ki definira občutljiva območja, v katerih je pred posegi potrebno izdelati študije o vplivih na okolje in z njimi dokazati upravičenost posega. Poleg naštetih možnosti so tu še vse mednarodne konvencije in pogodbe, ki vsaka za svoje področje ščitijo mednarodno pomembna naravna območja (npr. močvirja v pojezerju Hodiškega jezera so pod zaščito Ramsarske konvencije za zaščito močvirij).

V smislu nestrukturnih ukrepov Koroški inštitut za preučevanje jezer (KIS) izdaja razne brošure s podatki o samih jezerih, predstavijo izvedenih sanacijskih ukrepov ter nasveti za trajnostno uporabo jezer (npr. uporaba stranišč na kopališčih, ne hranjenje vodnih ptic, pametna uporaba zaščitnih krem, zaščita trsja, odlaganje odpadkov na za to namenjena mesta). S takimi ukrepi se pripomore k izboljšanju okoljske osveščenosti lokalnih prebivalcev in turistov ter tudi k turistični promociji regije. Prav tako KIS vse omenjene podatke objavlja na svoji spletni strani ([www.kis.ktn.gv.at](http://www.kis.ktn.gv.at)), vključno s podatki o aktualnem stanju jezer. Stran obstaja tudi v obliki prirejeni za slepe in slabovidne.

### 3.3 REZULTATI KOT POTRDITEV PRAVIH ODLOČITEV

Da so sanacijski in ostali ukrepi dosegli zastavljene cilje, kažejo rezultati analiz jezerskih voda, ki so se izvajale v vseh letih od začetka sanacij. Po avstrijskem standardu ÖNORM M 6231 so jezera uvrščena v trofične razrede (v preglednici 2 so prikazani kriteriji za uvrstitev v posamezen razred). Razvrstitev za leto 2003 kaže, da je velika večina jezer

Kriterij	Razred	Oligotrofni	Šibko mezotrofni	Mezotrofni	Šibko evtrofni	Evtrofni
Celotni fosfor (leto povprečje v epilimniju) (mg/l)		< 10	10–15	15–30	30–40	> 40
Celotni fosfor (leto povprečje v miksolimniju) (mg/l)		< 10	10–20	20–40	40–60	> 60
Fitoplankton v epilimniju (mg/m <sup>3</sup> )		< 1000	1000–1500	1500–3000	> 3000	> 3000
Klorofil-a v epilimniju (mg/l)		< 4	4–12	4–12	12–35	12–35
Pristopnost kisika		Po celi globini	Poleti na dnu ne	Poleti na dnu ne	Na dnu ne	Na dnu ne

Preglednica 2 • Klasifikacija stoječih voda po avstrijskem standardu ÖNORM M 6231

Oligotrofna jezera (16/+5)	Šibka mezotrofna jezera (18/-3)	Mezotrofna jezera (12/-1)	Šibka evtrofna jezera (1/-3)	Evtrofna jezera (1/+1)
Badeseer Kirschentheur (+)	Afritzer See	Flatschacher See	Goggausee (-)	Grünsee (-)
Faaker See	Aichwaldsee	Flatschacher Vortich (+)		
Farchtensee (+)	Feldsee	Hafnersee		
Falkertsee	Greifenburger Badeseer	Hörzendorfer See		
Ferlacher Badeseer	Keutschacher See	Leonhardersee (-)		
Forstsee (++)	Kleinsee	Moosburger Mitterteich		
Gösselsdorfer See (+)	Kopeiner See	Moosburger Mühlteich		
Längsee (+)	Kraiger See (+)	Pirkdorfer Badeteich		
Linsendorfer See	Magdalenensee (-)	Sonnegger See		
Millstätter See (+)	Ossiacher See	St. Andräer Badeseer		
Pischeldorfer Badeteich	Rauschelesee (+)	Trattnigteich		
Pressegger See	Saisser See	Maltschacher See (+)		
Silbersee	St. Urbaner See			
Weißensee	Turnersee			
Wernberger Badeseer (+)	Turracher See			
St. Johanner Badeseer	Vassacher See			
	Wörthersee			
	Zmlner See (+)			

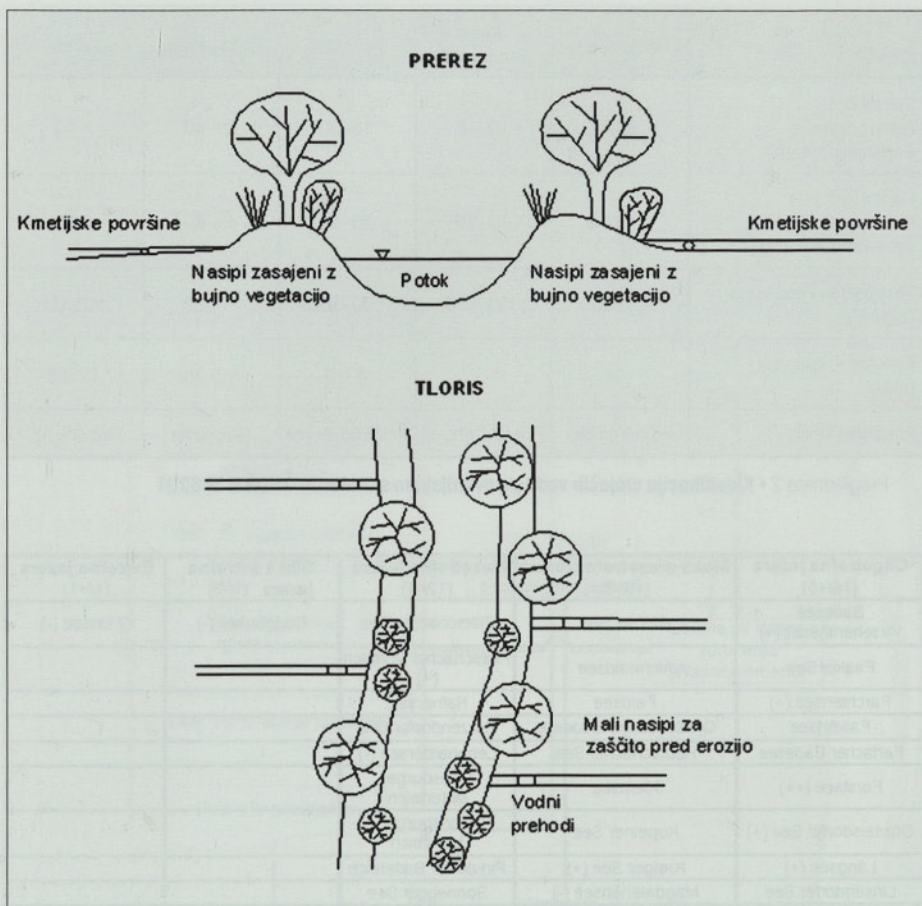
Preglednica 3 • Uvrstitev koroških jezer v trofične razrede (KIS, 2004)

uvrščeni med oligotrofna ali šibko mezotrofna. Vsa večja in najbolj znana spadajo med te. V razred evtrofnih jezer sta uvrščeni samo dve manjši jezera, ki nista namenjeni kopanju (KIS, 2004). Razvrstitev je prikazana v preglednici 3.

### 3.4 POSEBNOSTI BAŠKEGA, HODIŠKEGA IN KLOPINJSKEGA JEZERA

Baško, Hodiško in Klopinsko jezero so po karakteristikah najbolj podobna Blejskemu jezeru. Tudi območja, ki so s temi jezera povezana in od njih v veliki meri odvisna (turistična privlačnost kraja), so približno enaka Bledu, s podobnim številom prebivalcev. V nadaljevanju podajamo nekaj rešitev na teh območjih, ki bi se lahko uporabile tudi kot dobre rešitve na območju Bleda.

Baško jezero leži v južnem delu dežele Koroške in je razdeljeno med občini Bekštanj in Beljak. Jezero je v zasebni lasti, zato imajo vsi uporabniki z lastniki sklenjeno dolgoročno najemno pogodbo o uporabi. Seveda, zaščita jezera, spremljanje njegovega stanja in zbiranje podatkov, je še vedno v pristojnosti obeh občin in deželne uprave, predvsem Koroškega inštituta za preučevanje jezer. Ker je vpletenih subjektov kar nekaj in bi proces odločanja trajal predlogo, so za zaščito jezera pred vplivi odpadnih voda (krožni kanalizacijski sistem) ustanovili Vodno združenje Baško jezero ter ga zadolžili za gradnjo sistema, danes pa z njim tudi upravlja. Na ta način so se ponavadi prevladujoči občinski interesi podredili zavedanju o pomembnosti jezera za celotno območje in njegovi zaščiti. S krovnim



Slika 4 • Zaščita potokov pred vplivi izpiranja iz kmetijskih površin

zduženjem se je problem rešil v celoti, dolgo- ročno pa zagotavlja stabilno in kakovostno storitev.

Hodiško jezero leži v pojezerju Vrbskega jezera, v bližini mesta Celovec. Podobno kot Baško je tudi Hodiško jezero v zasebni lasti. V območju okoli jezera leži kar nekaj močvirij, ki so zaščiteni z Ramsarsko konvencijo za

zaščito močvirij iz leta 2003. Močvirja so idealna zaščita jezera pred zunanjimi vplivi, sploh vplivi vtočnih voda, saj se le-te v močvirjih delno prečistijo. Nadalje so pritoki v jezera zaščiteni pred izpiranjem s kmetijskih površin s posebnimi nasipi, ki so zasajeni z bujno vegetacijo (slika 4). Na ta način neposredno izpiranje v potoke ni možno, inten-

#### 4 • PREDLOGI ZA IZBOLJŠANJE UPRAVLJANJA Z BLEJSKIM JEZEROM

Na podlagi opisanih problemov pri upravljanju Blejskega jezera in predstavitvi dobrih rešitev v sosednji avstrijski Koroški so v nadaljevanju naštet predlogi za izboljšanje upravljanja z našim najbolj znanim jezerom. Ker je večina teh organizacijske narave, ki v večini ne zahtevajo znatnih finančnih vlaganj, bi bila implementacija predlaganih rešitev izvedljiva že v prihodnjih letih. Prav tako se odpira dobra možnost za sodelovanje z organizacijami na

Koroškem, tako v smislu okoljskih rešitev kot tudi turizma. Podobnost krajine, neposredna bližina in velika možnost podpore Evropske unije pričajo temu v prid.

Predlogi za izboljšanje upravljanja z Blejskim jezerom so naslednji:

- Ustanovitev podobne organizacije, kot je Koroški inštitut za preučevanje jezer (KIS). V svetu te organizacije je potrebno združiti vse deležnike, omenjene v prvem poglavju,

zivna vegetacija pa poskrbi za še dodatno zmanjšanje posrednih vplivov. V preteklosti je v bližini Hodiškega jezera obratovala ribogojnica z letno produkcijo okoli 6 ton rib. Študije so pokazale, da je iz ribogojnice v jezero prišlo približno 24 kg fosforja letno, zaradi česar so ribogojnico zaprli (Honsig Erlenburg, 1986).

Klopinjsko jezero, ki je skupaj z Vrbskim v svetu najbolj poznano, leži v severovzhodnem delu dežele, v bližini kraja Velikovec. Za razliko od prejšnji dveh ni v zasebni lasti in ima status javnega dobra. Ker je obala skoraj v celoti v zasebni lasti in zaradi tega do jezera prosto ni mogoče priti, občina Škocijan lastnikom nepremičnin na obali (zemljišča, pomoli) obračunava dodatne takse. Prav tako se takse obračunavajo za uporabo plovil na jezeru. Ker na celotnem območju zabeležijo letno okoli 700.000 nočitev (Občina Škocijan, 2005), od tega večji del v poletnih mesecih, obstaja precejšnje nihanje v količinah odpadnih voda med letom. Zaradi tega so v letu 2001 zgradili novo centralno čistilno napravo s kapaciteto 25.000 PE, ki lahko obratuje pri treh različnih obremenitvah (Občina Škocijan, 2005):

- zimska: 6.200 PE (ena linija v prezračevalnem bazenu),
- med sezonski čas: 9.800 PE (dve liniji v prezračevalnem bazenu),
- poletna: 25.000 PE (tri linije v prezračevalnem bazenu).

Glavna negativna posebnost večine koroških jezer je popolna uzurpacija obale zaradi zasebnih lastnikov. To pomeni, da je neposreden dostop do jezer za obiskovalce mogoč le v organiziranih kopaljščih ali za to namenjenih parkih. Sprehoda ob obali si ni mogoče privoščiti skoraj nikjer. To je lahko ena izmed velikih prednosti in obenem tudi priložnosti Bleda v njegovem nadaljnjem razvoju.

kot glavna subjekta pa imenovati Ministrstvo za okolje in prostor ter občino Bled. Strokovno telo organizacije mora vsebovati strokovnjake iz vseh področij, povezanih z okoljskim upravljanjem, npr. biolog, tehniki, ekonomisti, pravniki. Obstoječi Oddelek za limnologijo, ki deluje pri Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO), je potrebno pridružiti predlagani organizaciji. Da se preprečijo bodoča nesoglasja med glavnima deležnikoma (MOP in občina Bled), je v statutu organizacije potrebno te pristojnosti natančno opredeliti.

- Novoustanovljena organizacija mora najprej vzpostaviti bazo podatkov o pojezerju, kot je predstavljena v razdelku 3.1. Danes Oddelek za limologijo zbira ogromno podatkov o stanju jezera, nima pa podatkov o pojezerju. Ker so vplivi iz pojezerja za jezero najpomembnejši, je nujno voditi bazo podatkov o njem. Nadalje, občinska prostorska politika mora biti pripravljena v skladu z omenjeno bazo. Z uporabo informacijske tehnologije je izmenjava podatkov povsem enostavna, seveda ob predpostavki, da vsi subjekti uporabljajo iste aplikacije (npr. ESRI®-jevo bazo).
- Potok Mišca je glavni onesnaževalec jezera, saj vanj prinaša največ hranljivih snovi. Ker je bila Mišca umetno preusmerjena v jezero, je potrebno izdelati študijo o vzpostavitvi prejšnjega stanja, tj. povezava Mišce s potokom Rečico, ki se kasneje izliva v Savo Dolinko. Ker bo omenjeni projekt verjetno težko realizirati, je nujno potrebno dokončno zapreti ribogojnico ter jo, če je ekonomsko upravičljivo, preseliti na drugo lokacijo, stran od jezera. Nadalje, potok Mišca na določenih delih teče po kmetijskih površinah, s katerih se ob deževjih intenzivno izpirajo gnojila. Na teh delih je potrebno ob potoku zgraditi nasipe ter tako preprečiti izpiranje neposredno v Mišco in preko nje v jezero. Omenjena rešitev je predstavljena v posebnostih Hodiškega jezera. Prav tako je na območjih ob Mišci, ki še nimajo urejene

kanalizacije (slika 1), potrebno to čimprej zgraditi in povezati s centralno čistilno napravo.

- Kanalizacijski sistem v centru Bleda je na mnogih delih dotrajan, kar povzroča uhajanje odpadnih voda v jezero ter na določenih mestih tudi vdor jezerske vode v kanal. Zato je celoten sistem potrebno pregledati s TV kamero ter odpraviti napake ali zgraditi nove cevovode. Najbolj problematičen je glavni povezovalni vod do bodoče čistilne naprave, t.i. »M« kanal, katerega sanacija v osemdesetih letih prejšnjega stoletja ni bila uspešna. Tla ob potoku Jezernica so zaradi tega prepojena s fekalnimi vodami, kar je to območje v vseh letih pripeljalo do popolne ekološke degradacije. Ker je občina Bled s podjetjem WTE Wassertechnik iz Essna podpisala koncesijsko pogodbo o odvajanju in čiščenju odpadnih voda ter v njej predvidela izgradnjo kanalizacijske sistema v občini do leta 2007, se torej upravičeno pričakuje rešitev omenjenih problemov. Med obema pogodbenima partnerjema zaenkrat še ni prišlo do pravega sodelovanja, sploh pri reševanju odvajanja meteornih voda, saj je vse skupaj preveč podrejeno ozkim interesom tako javnega kot tudi zasebnega sektorja. Da bo pravo javno – zasebno partnerstvo res zaživelo, bo v procese odločanja potrebno vključiti še ostale deležnike, npr. vse rešitve odvajanja odpadnih voda, ki imajo ali bodo

imela vpliv na jezero, je potrebno preveriti na matematičnih modelih in s tem preprečiti nepravne rešitve.

- Podobno kot v primeru Klopinskega jezera je tudi na Bledu potrebno pripraviti taksni model za uporabo jezera, v prvi vrsti za tiste subjekte, ki jim uporaba jezera prinaša dobiček (pletnarji, izposojevalci čolnov, kopališča). Prav tako je potrebno dosledno prepovedati kopanje kjerkoli ob jezeru ter ga omogočiti le v zato urejenih kopališčih. Seveda je najprej potrebno povečati njihovo število. Na ta način bo vzpostavljen sistem nadzora in kontrole zunanje obremenitve jezera zaradi kopalcev (npr. obremenitev z urinom).
- Slednji predlog velja za državni sistem financiranja okoljskih projektov. Avstrijski model je primer dobro delujočega modela, kjer je z vzpostavitvijo javno – zasebnega partnerstva na višjem nivoju (država in banka Kommunkredit AG) preprečena prevlada močnega zasebnega sektorja nad malimi občinami. Poleg tega struktura in višina cen za komunalne storitve omogočata odplačevanje kreditov ter obenem zagotavljata stabilno in varno obratovanje. Sistemi, ki so sicer zgrajeni na novo, a kasneje zaradi prenizkih cen niso primerno vzdrževani in se za njihovo obnovo namenja sredstva iz državnega ali lokalnega proračuna, povzročajo t.i. prerazdeljevanje v javnem financiranju in ustvarjanje mrtvih izgub.

## 5 • SKLEP

Množica jezer na avstrijskem Koroškem, urbanizacija in rastoči turizem so Koroško zvezno vlado v šestdesetih letih prejšnjega stoletja pripeljali do spoznanja, da se je upravljanje z vodami treba lotiti načrtno, celostno in dolgoročno. Tako so najprej postavili organizacijske temelje in nato vsakemu od deležnikov naložili izvrševanje določenih nalog. Organizacijska

struktura s centralizirano organizacijo, ki zahteva bolj specifična znanja (Koroški inštitut za preučevanja jezer) ter množico lokalnih operativcev (občine, združenja), ki z vso infrastrukturo upravljajo, vse skupaj pod močno kontrolo regije, zagotavljajo učinkovito upravljanje z jezeri in pripadajočimi pojezerji, celotni regiji pa omogočajo trajnostni razvoj.

Položaj na Bledu je nekoliko bolj zapleten in manj uspešen. Vzpostavljeni sanacijski ukrepi, ki so zahtevali velika finančna sredstva, so ubranili jezero pred najhujšim. A za povsem stabilno stanje jezera je potrebno dokončno opredeliti upravljavsko strukturo, vanjo vključiti vse pomembne deležnike in predvsem zagotoviti učinkovito in vzdržno upravljanje s pojezerjem. To ima na jezero največji vpliv, a je bilo v preteklosti na žalost povsem na stranskem tiru.

## 6 • ZAHVALA

Avtor se zahvaljuje izr. prof. dr. Borisu Komparetu za mentorstvo pri izdelavi raziskovalne naloge in pomoč pri izmenjavi na Tehnični

univerzi v Gradcu. Iskrena hvala tudi vsem zaposlenim na tamkajšnjem Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschafts-

wasserbau, v prvi vrsti predstojniku in tudi somentorju prof. dr. Haraldju Kainzu. Izmenjava je bila podprta z Erasmus – Socrates štipendijo, št. pogodbe 2005/06-693.

## 7 • LITERATURA

- Abt. 15, Amt der Kärntner Landesregierung, Abteilung 15 – Umweltschutz und Technik, Kärntner Umweltbericht 1999 – Wasser, Klagenfurt, 2000.
- ARSO, Agencija Republike Slovenije za okolje, Monitoring kakovosti jezer v letu 2002, 2003.
- Birsa, M., Izdelava matematičnega modela Blejskega jezera z orodji DYRESM in CAEDYM, Diplomaska naloga, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, študijski program Vodarstvo in komunalno inženirstvo, 2005.
- Kainz, H., Siedlungswasser- und Abfallwirtschaft, Study literature. Graz University of Technology, Institute of Urban Water Management and Landscape Water Engineering. 2000.
- KIS, Kärntner Institut für Seenforschung, Kärntner Seenbericht 2004, Klagenfurt, 2004.
- OECD, Eutrophication of waters – monitoring, assessment and control, 1982.
- Remec-Rekar, Š., Bat, M., Jezera, ARSO, na: [www.arso.gov.si/podrocja/vode/porocila\\_in\\_publikacije/Vodno\\_bogastvo\\_3jezera.pdf](http://www.arso.gov.si/podrocja/vode/porocila_in_publikacije/Vodno_bogastvo_3jezera.pdf). (20.02.2005).
- Rismal, M., Študija natege za sanacijo Blejskega jezera na podlagi limnološkega modela bilance hraniv v jezeru, IZH, FAGG, 1979.
- Rismal, M., Presoja posameznih metod za sanacijo Blejskega jezera, Gradbeni vestnik, (29) 2–3: 34–46, 1980.
- Rismal, M., Sanacija Blejskega jezera. Gradbeni vestnik, (54), str. 13–24, 2005.
- Rismal, M., Kompore, B., Metode in rezultati sanacije Blejskega jezera. EIPOS Nr. 10– Neue Inhalte, Gewässersanierung und Wasserbau in Slovenien, Referate zum 2. Internationalen EIPOS-Kolloquium Umweltwissenschaften, Ljubljana 7.–8. 5. 1993, str. 114–145, 1993.
- Preslmayr Rechtsanwälte and Auditor 2005. Investing in Austria, Outline publication, Wien, 2005.
- Sampl, H., Gewässersanierung am Beispiel der Kärntner See. EIPOS Nr. 10– Neue Inhalte, Gewässersanierung und Wasserbau in Slovenien, Referate zum 2. Internationalen EIPOS-Kolloquium Umweltwissenschaften, Ljubljana, 7.–8. 5. 1993, str. 59–83, 1993.
- Sampl, H., Gewässerökologie, Ökologie für Bauingenieure, Study literature. Graz University of Technology, Institute of Urban Water Management and Landscape Water Engineering. October 2005.
- Schulz, L., Die Kärntner Seen, Presentations of Carinthian lakes and Institute work, Carinthian Institute of Limnology, Klagenfurt, 2003–2006.
- Urbanc-Berčič, O., Metode in rezultati sanacije Blejskega jezera, EIPOS Nr. 10 – Neue Inhalte, Gewässersanierung und Wasserbau in Slovenien, Referate zum 2. Internationalen EIPOS-Kolloquium Umweltwissenschaften, Ljubljana 7.–8. 5. 1993, str. 106–113, 1993.
- Urevc, A., Lake Management – Comparison between Bled and Austrian locations, Diplomaska naloga, Tehnična univerza Gradec, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Gradbeništvo UNI, 2006.
- <http://www.kis.ktn.gv.at/index.htm>
- <http://obcina.bled.si/default.asp?PI=92&HI=92>
- [http://www.st.kanzian.at/v2/index.php?subcat=2&inc\\_id=48](http://www.st.kanzian.at/v2/index.php?subcat=2&inc_id=48)
- <http://www.kagis.ktn.gv.at/kagis/>

# HIDROLOŠKO-HIDROTEHNIČNA ŠTUDIJA S PRIKAZOM CELOVITE REŠITVE IN HIDROTEHNIČNIMI IZRAČUNI ZA ŠIRŠE OBMOČJE OLN ZAPOGE 1

## HYDROLOGICAL AND HYDROTECHNIC STUDY PROVIDING AN OVERALL SOLUTION AND CALCULATIONS FOR THE GREATER AREA OF LOCAL DETAILED PLAN ZAPOGE 1

prof. dr. Mitja Brilly, univ. dipl. inž. gradb.  
asist. dr. Mojca Šraj, univ. dipl. inž. gradb.  
mag. Andrej Vidmar, univ. dipl. inž. gradb.  
asist. Matej Padežnik, univ. dipl. inž. vod. kom. inž.  
Anja Horvat, univ. dipl. inž. vod. kom. inž.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za  
splošno hidrotehniko, Hajdrihova 28, Ljubljana, za vse  
ime.priimek@fgg.uni-lj.si

Strokovni članek  
UDK 626 + 627.51

**Povzetek** | Študija je bila izdelana za potrebe analize poplavne varnosti načrtovanih objektov na območju vasi Zapoge v okviru občinskega lokacijskega načrta Zapoge 1, v ureditvenem območju ŠS 14/7. Na omenjenem območju ni vidnih sledi o površinskem toku vode, ker meteorne vode ponikujejo v bližnji ponikovalnici, južno od naselja Zapoge. Pri večjih nalivih se občasno voda razlije in poplavlja okoliške travnike. Po pričevanju se je to zgodilo leta 1990 in leta 2005. Na podlagi digitalnega modela reliefa je bilo opredeljeno celotno prispevno območje doline in poti odtoka vode v dolini. Nato je bil za posamezna prispevna območja izdelan model površinskega odtoka s pomočjo modela HEC. Pred tem je bila tudi pri Agenciji Republike Slovenije za okolje naročena verjetnostna analiza padavin za postajo Brnik - letališče. Na podlagi verjetnostne analize padavin in modela so bile izračunane količine odtoka v odvisnosti od padavin z različno povratno dobo. Za potrebe izdelave modela so bile na terenu izmerjene sposobnosti tal za vpijanje vode. Za potrebe določanja nevarnosti poplav je bil izdelan še posnetek vzdolžnega profila in ključnih prečnih profilov doline s pomočjo nivelmana in GPS. Glede na rezultate so podani predlogi ukrepov za zagotavljanje poplavne varnosti na območju lokacijskega načrta.

**Summary** | The purpose of this study was to analyse flood safety of a future residential settlement planned in the area of the village of Zapoge, which is covered by the local detailed plan Zapoge 1, under planning zone ŠS 14/7. In this area there are no visible traces of surface flow, because the rain water infiltrates in a nearby sinkhole, at the south end of the village of Zapoge. Sometimes, during heavy rain, the water flows on the surface and floods the grasslands nearby. Records show that this happened at least in 1990 and 2005. First, the catchment area of the valley was defined, as well as the course of the runoff. This was made using the Digital Relief Model. Afterwards, surface runoff was modelled using HEC, covering each part of the catchment area. Prior to modelling, the probability calculus for the station Brnik - Airport was ordered at the Environmental Agency of the Republic of Slovenia. On the basis of rainfall probability calculus and the model, the amount of surface runoff with several recurrence periods was calculated. In the field, infiltration in ten sites of different soil types was also measured. For the purpose of defining flood safety, the longitudinal profile and critical transversal profile were recorded using levelling measurements and GPS. Based on the results, the proposed measures to assure flood safety of the future settlement were proposed.

## 1 • UVOD

Dno plitve doline je umeščeno med pobočji Smedniškega in Repenjskega hriba na južni strani in teraso Brezovec in Veliki del, ki meji na območje na severu. Površinske vode v

največji meri dotekajo z območja Smedniškega in Repenjskega hriba ter ponikujejo na poljih v dnu doline ter ponikovalnicah. Poljske poti, ki povezujejo kmetije v vznožju hriba z

vasmi in ceste Vodice–Valburga, prečkajo dolino v nizkih nasipih, ki delijo dolino na posamezna manjša ponikovalna območja. Tako je tudi obravnavano območje med nasipoma ceste Zapoge–Dornice (zahod) na zahodni strani in ceste Zapoge–Dornice (vzhod) na vzhodni strani.

## 2 • DOLOČANJE PRISPEVNIH POVRŠIN

Za določanje meje prispevnih površin padavinskega prispevnega območja ureditvenega načrta Zapoge 1 v modelu HEC-HMS smo uporabili programsko orodje RiverTools. ver. 3.03.

Za preračun prispevnih površin širšega padavinskega območja Zapog z orodjem RiverTools smo uporabili digitalne podatke terena DMR25. DMR25 – digitalni model reliefa so

Označba prispevne površine (slika 1)	Površina (ha)
1.01	517,25
1.02	387,19
1.03	76,13
1.04	101,81
1.05	159,06
1.06	263,75
Skupaj	1505,19

Preglednica 1 • Prispevne površine



Slika 1 • Prispevno območje, ki gravitira v kotanjo pri vasi Zapoge

podatki višin terena v rastru celic 25 x 25 m. DMR25 se izdeluje vzporedno z izdelavo digitalnega ortofota DOF 5.

Povprečna višinska natančnost podatkov je za:

- raven relief – 1,5 m,
- razgiban relief – 3 m,
- hribovit relief – 6,5 m.

Natančnost podatkov na poraščenih območjih je približno 5 m. Model ni homogen, ampak se od lista do lista razlikuje predvsem

glede na leto izdelave. Prednost modela v primerjavi z drugimi digitalnimi modeli višin je boljša lokalna višinska natančnost. Pri uporabi več listov DMR25 hkrati lahko pride do odstopanj na robovih med posameznimi listi. Za izračun hidroloških karakteristik prispevnih površin širšega območja so podatki DMR25 zadovoljive natančnosti.

Zaradi velike prepustnosti terena in globoke podtalnice so površinski odtoki na obravnavanem območju le začasno zaznavni,

čeprav so na posameznih delih razpoznavni erozijski jarki, ki jih je povzročil površinski odtok vode. Tudi dolina ima zvezni enakomerni padec, ki so ga oblikovali počasni tokovi vode v preteklosti. Prispevne površine so prikazane na sliki 1 in v preglednici 1. Celotno prispevno območje suhega vodotoka do prehoda pod avtocesto znaša 1505 ha, površina do Zapog 1082 ha in površina, ki neposredno gravitira v kotanjo, zgolj 103 ha.

### 3 • ANALIZA PADAVIN

Za analizo padavin smo izbrali šest okoliških padavinskih postaj. Ker postaja Brnik razpolaga z ombrografom in s podatki za intenzitete padavin v času krajšem od 24 ur, smo analizirali korelacijo med padavinami, izmerjenimi na letališču Brnik, in ostalimi postajami. Analiza je izdelana za mesečne vsote padavin. Rezultati so pokazali dobro ujemanje podatkov, saj so bili koeficienti korelacije večji od 0,86.

1. Srednji mesečni padavinski podatki za postaji Brnik in Ambrož pod Krvavcem za obdobje 1970–2006.  
 $r = 0.905321$
2. Srednji mesečni padavinski podatki za postaji Brnik in Primskovo za obdobje 1970–2006.  
 $r = 0.898981$
3. Srednji mesečni padavinski podatki za postaji Brnik in Brezovico za obdobje 1970–2006.  
 $r = 0.861473$
4. Srednji mesečni padavinski podatki za postaji Brnik in Šentvid za obdobje 1970–2006.  
 $r = 0.869406$
5. Srednji mesečni padavinski podatki za postaji Brnik in Vodice za obdobje 2003–2006.  
 $r = 0.899443$

Analiza tudi kaže, da so bile na Brniku izmerjene nekoliko večje vrednosti padavin kot na ostalih postajah.

Za postajo na letališču Brnik smo nato izdelali še verjetnostno analizo za pojav padavin krajšega trajanja. Rezultati so v preglednici 2.

Analizirali smo tudi celoten vzorec podatkov za padavinsko postajo na Brniku. Obravnavali smo dogodke maksimalnih letnih dnevnih

padavin in število dogodkov dnevnih padavin, večjih od 66 mm (dveletna povratna doba). Omenjenih dogodkov je bilo v 37 letih 26 in v zadnjih 10 letih samo pet. Vsekakor gre za redek pojav; dejanskih primerov razlivanja

vode po terenu je bilo dosti manj ob upoštevanju vpliva vlage v tleh na pojav poplav. Največ enodnevnih padavin je padlo leta 1990 (102 mm), kar pomeni pojav s približno 10-letno povratno dobo. Pojavi s petletno povratno dobo so bili 4. Na območju preprosto ni bilo padavin, ki bi lahko povzročile pojav toka vode po dolini. Občasno je bila tako poplavljen le okolica kotanje.

Postaja: BRNIK–LETALIŠČE Obdobje: 1970–1993 Višina padavin (mm)

trajanje padavin	POVRATNA DOBA								
	1 leto	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let	
5 min	5	7	9	10	12	13	15	16	mm
10 min	8	10	13	16	18	20	22	25	mm
15 min	10	13	17	20	24	26	29	32	mm
20 min	11	15	20	24	28	31	34	39	mm
30 min	13	18	24	28	34	37	41	46	mm
45 min	16	21	28	32	38	42	46	51	mm
60 min	18	23	31	35	42	46	51	57	mm
90 min	20	26	34	40	47	52	57	64	mm
120 min	21	28	38	44	52	58	64	71	mm
180 min	24	32	43	50	60	66	73	82	mm
240 min	27	36	48	56	66	73	81	90	mm
300 min	29	39	52	61	72	80	89	100	mm
360 min	30	41	55	65	77	85	94	106	mm
540 min	34	46	62	73	86	96	106	119	mm
720 min	41	52	69	79	93	103	113	126	mm
900 min	45	57	74	85	99	109	119	133	mm
1080 min	49	61	78	88	102	113	123	136	mm
1440 min	52	66	85	97	113	124	136	151	mm

Preglednica 2 • Povratne dobe za ekstremne padavine

## 4 • HIDROLOŠKI MODEL

Hidrološki model je bil izdelan na podlagi analize prispevnih površin, pedološke karte, rabe površin in terenskih meritev pronicanja vode.

### 4.1 MERITVE INFILTRACIJE VODE

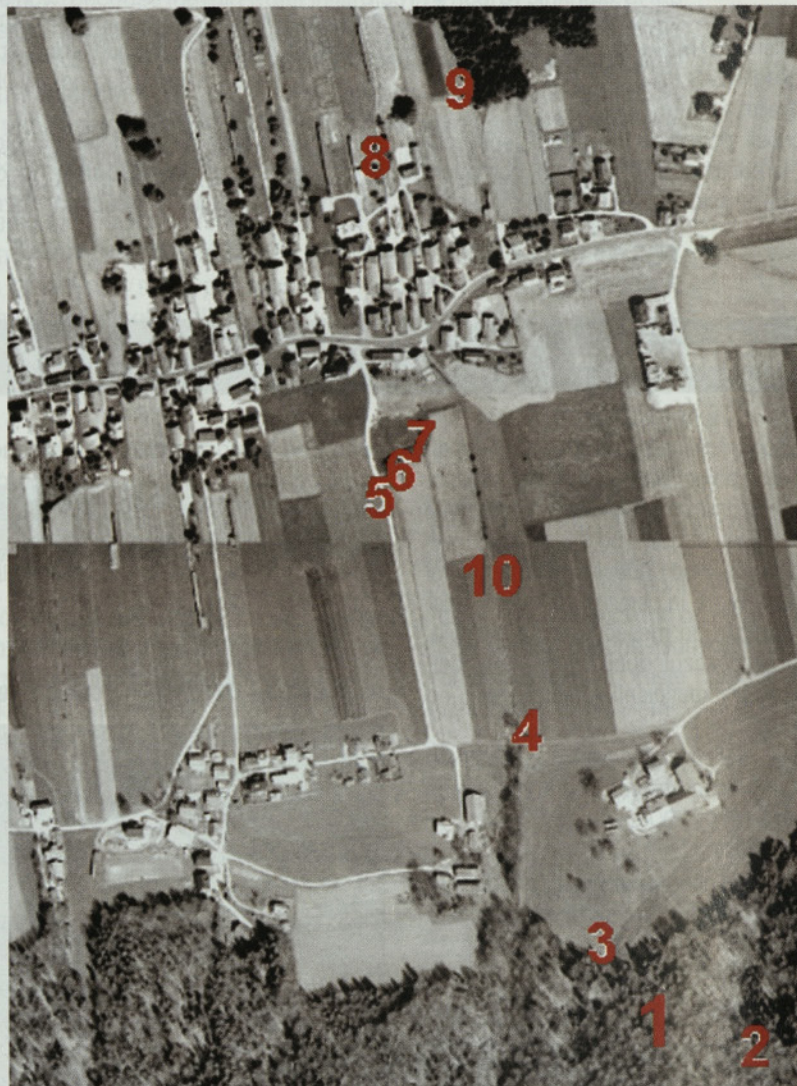
#### Metodologija dela in uporabljeni instrumentarij

Za meritve infiltracije smo uporabili mini disk infiltrimeter proizvajalca Decagon, katerega delovanje temelji na dejstvu, da je v nezasičeni zemljini tlak manjši od atmosferskega, zato so tla sposobna črpati vodo iz infiltrimetra. Na podlagi meritev smo določili koeficient prepustnosti  $k$ , in sicer z infiltrimetrom M1 (0,5 srka) in M2 (2,0 srka), v odvisnosti od lastnosti tal.

Izbrali smo deset merskih mest glede na posamezno rabo tal in velikost obravnavanega območja naselja Zapoge v občini Vodice.

Za izračun koeficienta prepustnosti  $k$  smo uporabili metodo Zhanga (1997), ki zahteva meritve kumulativne infiltracije v odvisnosti od časa.

Podatki, zbrani v preglednici 3, kažejo na izredno nizko prepustnost gozdnih tal na pobočju Zapoškega hriba. Tla na travnikih so tisočkrat bolj prepustna. Tla v ponikovalni kotanji so tudi zelo prepustna, v zgornjem delu kotanje tudi desetkrat bolj kot na travniku. Problematična je prepustnost tal na spodnjem delu kotanje, ki je desetkrat manjša in praktično enaka kot na travniku. Vzrok je v spuščanju odplak v kotanje, ki so v večji meri zablatile dno kotanje, tako da se v tem delu voda zadržuje dlje. Zato lahko pričakujemo večje dotoke vode samo na z gozdom poraščenih pobočjih Zapoškega hriba in v delu vasi s kanalizacijo. Travniki infiltrirajo v povprečju  $2,5 \cdot 10^{-4} \cdot 3600 = 0,9$  cm vode na uro ali 9 mm, kar je dovolj, da vsakoletne visoke vode na tem območju poniknejo. Požiralna sposobnost kotanje na nezablatenem delu je  $1,54 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 5,544$  cm na uro. Površina celotne kotanje je  $1200 \text{ m}^2$ , nezablatenega dela pa  $900 \text{ m}^2$ . Tako lahko računamo s ponikovalno sposobnostjo kotanje  $900 \cdot 55,44 = 49890$  l/uro ali približno  $50 \text{ m}^3$  na uro.

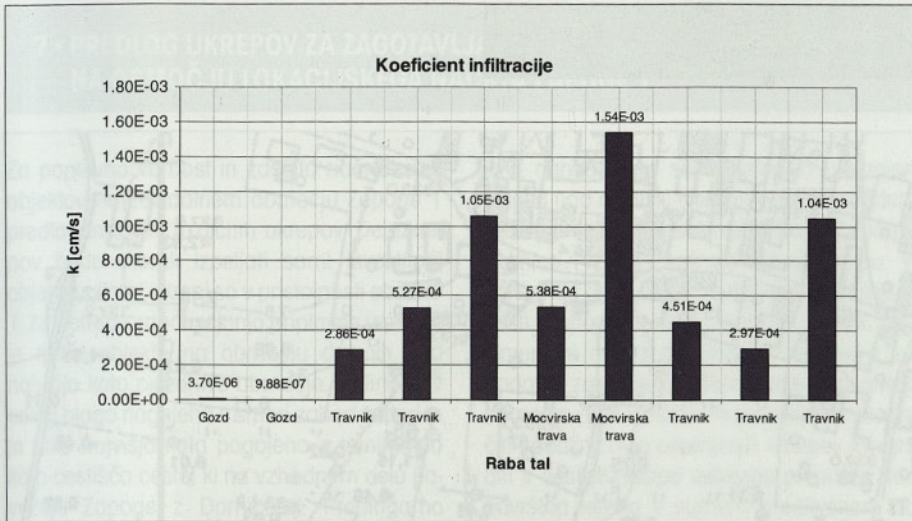


Slika 2 • Merilna mesta infiltracije

MM	X	Y	z	Raba	$h_s$	A	C	$k$ [cm/s]
T_01	5459537	5114544	409	Gozd	2.00	8.1	3.00E-05	3.70E-06
T_02	5459563	5114519	466	Gozd	2.00	8.1	8.00E-06	9.88E-07
T_03	5459476	5114625	376	Travnik	0.50	9.1	2.60E-03	2.86E-04
T_04	5459410	5114815	376	Travnik	0.50	9.1	4.80E-03	5.27E-04
T_05	5459269	5114037	338	Travnik	0.50	9.1	9.60E-03	1.05E-03
T_06	5459287	5115082	338	Mocvirska trava	0.50	9.1	4.90E-03	5.38E-04
T_07	5459289	5115093	338	Mocvirska trava	0.50	9.1	1.40E-02	1.54E-03
T_08	5459263	5115371	339	Travnik	0.50	9.1	4.10E-03	4.51E-04
T_09	5459342	5115435	340	Travnik	0.50	9.1	2.70E-03	2.97E-04
T_10	5459369	5114957	338	Travnik	0.50	9.1	9.50E-03	1.04E-03

Preglednica 3 • Pregled vseh meritev in vrednosti koeficientov infiltracije (cm/s) za posamezna merska mesta





Slika 3 • Vrednosti koeficienta infiltracije posameznih merskih mest

## 5 • MODEL HEC-HMS 3.1.0

Program HEC-1 je eden najstarejših in najbolj znanih programov za simulacijo padavinskega odtoka s povodja. Nova verzija programa HEC-HMS je prilagojena novi računalniški opremi in delu z okni. Program je v bistvu namenjen modeliranju padavinskega odtoka s povodij. Vključuje tako naravni in umetni odtok s povodij kot zaloge vode na velikih rečnih povodjih ter poplave.

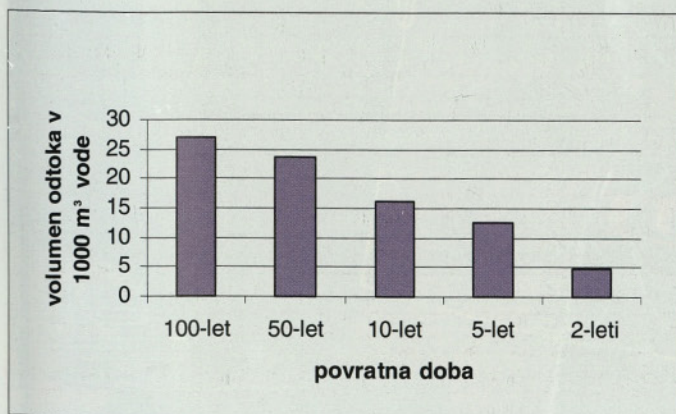
Projekt je zaključena celota različnih modelov in podatkov, ki jih potrebujemo za simulacijo površinskega odtoka z določenega povodja. Za projekt kot zaključeno celoto so potrebni vsaj trije osnovni modeli: model povodja, meteorološki model in kontrolni model, ki skupaj

tvorijo podatke, ki jih potrebujemo za izračun. Posebno pozornost pri programu HEC-HMS je treba nameniti vnosu padavinskih podatkov. Pri modelu povodja je treba vrisati shemo povodja, da se lahko v naslednjem koraku vnesejo potrebni parametri za izračun. Za meteorološki model je treba za posamezna podpovodja določiti padavine, ki jih bo program uporabil za izračun. Kontrolni model določa časovne parametre modela, tj. računski interval ter začetek in konec simulacije. Rezultati izračuna se lahko izpišejo v grafični in tabularični obliki. Pri grafičnem izpisu se hidrogram lahko izriše samo za posamezni element, medtem ko se je v programu proHEC1 lahko

določilo, kateri hidrogrami naj se izrišejo. Zaenkrat je HEC-HMS, kar se tiče izpisa rezultatov, še nekoliko okoren, saj ima manj možnosti izbire načina izpisa v primerjavi s prejšnjim programom ProHEC1.

Za naprednejši prikaz rezultatov so v Hidrološkem inženirskem centru (HEC) razvili program HEC-DSSVue, ki omogoča enostavno prikazovanje preglednic in risanje poljubnih hidrogramov ter enostavno popravljanje datotek HEC-DSS.

Rezultati izračuna za posamezne povratne dobe in za celotno območje po posameznih prispevnih površinah so prikazani na sliki 4 in v preglednici 4.



Slika 4 • Volumen vode površinskega odtoka s površin Pb in Pc

	100 let	50 let	10 let	5 let	2 leti
P4b	9.800	8.600	6.100	4.800	1.900
P4c	17.100	15.000	10.200	7.900	2.800

Preglednica 4 • Volumen vode v m³ površinskega odtoka s površin Pb in Pc

## 6 • ANALIZA POPLAV

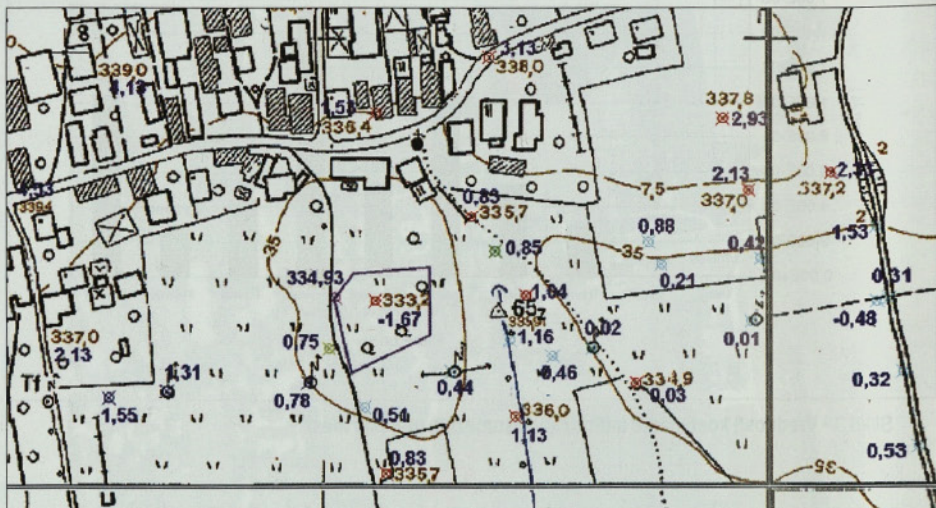
Analiza poplav je bila opravljena na podlagi hidroloških in morfoloških analiz ter meritev ključnih podatkov na terenu.

### 6.1 MERITVE TERENA

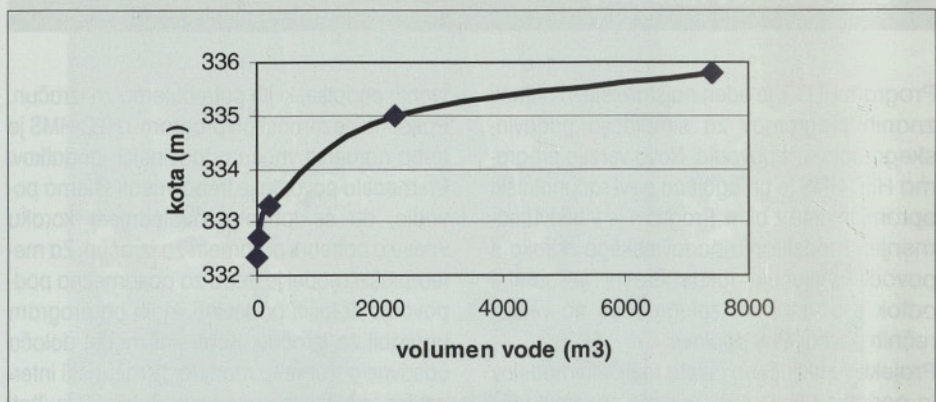
Meritve na terenu smo izvedli 8. marca 2007. Teren smo merili z optičnim nivelirjem Leica NA730, ki je najpreciznejši nivelir s 30-kratno povečavo in zadovoljuje najvišje standarde za gradbene, inženirske in topografske potrebe. Iz prvega stojišča smo v 19 točkah izmerili nadmorsko višino terena. Iz drugega stojišča smo teren izmerili v štirih točkah. Koordinate vseh točk smo določili s pomočjo GPS-a znamke Leica GS20 PDM, ki meri z natančnostjo do 30 cm pri naknadni obdelavi in omogoča meritve na  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+55^{\circ}\text{C}$ , tudi pri vlažnosti 99 %. Izmerjene kote smo preračunali glede na nadmorsko višino jaška in dobili kote nadmorske višine terena v 25 točkah, slika 5. Na podlagi geodetske izmere je bila določena kota reperja na pokrovu jaška 334,93 in izdelane karte z izmerjenimi vrednostmi, prikazanimi na sliki 5.

Na podlagi geodetske izmere obravnavanega območja je bila izdelana karta poplavnih območij pri koti 335,80 in 335,40, slika 7. Kota 335,80 je privzeta kot kota poplavnosti za današnje stanje, ko vodo zadržuje nasip na bližnjem travniku. Kota 335,40 pa je opredeljena z nivojem terena, če bi bil nasip popolnoma odstranjen v svojem najnižjem delu. Pri koti 335,40 je poplavljen 1,3 ha površin in pri koti 335,8 še dodatnih 1,19 ha, kar skupaj znaša 2,54 ha poplavljenih površin.

Na podlagi meritev na terenu in razpoložljivih podatkov je bil izdelan diagram gladine vode v odvisnosti od akumulirane vode v kotanji, slika 6. Maksimalna kota zajezbe, brez odtoka zunaj območja, znaša 335,80 in volumen zbrane vode  $7400\text{ m}^3$ . Pri tem poplava zajame območje, prikazano na sliki 7. Kotanja požira relativno majhne količine vode  $50\text{ m}^3$  na uro, to pa pomeni, da je za popolno izpraznitev kotanje potrebnih 148 ur.



Slika 5 • Podatki meritev terena, relativna odstopanja od reperja na jašku kanalizacije



Slika 6 • Volumen vode, zbrane na obravnavanem območju, v odvisnosti od kote gladine vode



Slika 7 • Poplavno območje zazidalnega načrta Zapogge 1 pri kotah 335,8 m in 335,4 m

## 7 • PREDLOG UKREPOV ZA ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE VARNOSTI NA OBMOČJU LOKACIJSKEGA NAČRTA ZAPOGE 1

Za poplavno varnost in zaščito načrtovanih objektov na zazidalnem območju Zapoge 1 predlagamo več različnih ukrepov. Del ukrepov bodo morali izpeljati sami investitorji objektov, drugi ukrepi so v pristojnosti občine.

1. Za potrebe zagotavljanja poplavne varnosti je treba objekte na območju dvigniti nad najvišjo koto ojezeritve območja. Dolina je v celoti blago nagnjena v smeri zahod-vzhod in je tako najvišja kota pogojena z minimalno koto cestišča ceste, ki na vzhodnem delu povezuje Zapoge z Dornicami. Predlagamo izgradnjo objektov z visokim pritličjem, tako da so tla v pritličju vsaj pol metra nad koto poplavne vode. Kota pritličja naj bi tako bila na koti 336,2 ali 1,35 m nad reperjem, ki je na zgornji plošči jaška. Pri tem morajo biti temelji in talna plošča dobro izolirani. Vsi priključki – vodovod, kanalizacija, elektrika, telefon in podobno – morajo biti speljani v vodotesnih vodih ali nad terenom. Dostopna cesta se lahko dvigne do kote 335,90 z obvezno ureditvijo prepustov. Treba je vgraditi več cevni prepustov s premerom cevi vsaj 50 cm ali zgraditi premostitve.

2. Dno doline z najnižjimi kotami poteka zvezno in naravno od zahoda proti vzhodu približno po trasi nadzemnega električnega voda. Dno je prekinjeno z nasipi cest in urejenim kanalom potoka, ki ponikuje na polju v neposredni bližini kotanje. Omenjeni potok se

je z nanašanjem sedimentov in urejanjem dvignil nad okoliški teren in oblikoval sedemdeset centimetrov visok nasip. Cesta Zapoge–Dornice (vzhod) tudi poteka v nasipu, visokem do osemdeset centimetrov in nasip na cesti Zapoge–Dornice (zahod) je še višji. Omenjeni nasipi preprečujejo dotoke z zahoda in zadržujejo odtok z obravnavanega območja proti vzhodu. Nujno je treba preprečiti nadaljnji dvig omenjenih nasipov in vgraditi v cestne nasipe ustrezne prepuste. Tudi površina terena v samem ureditvenem območju se ne sme nasipati, ker bo tako moten naraven odtok vode. Pri možnem katastrofalnem pojavu s povratno dobo sto in več let bi zadržana voda namreč lahko prelila nasipe in povzročila porušitvene valove. Porušitveni val zaradi porušitve nasipa Zapoge–Dornice (zahod) bi lahko ogrozil objekte v obravnavanem območju. Z vgradnjo prepustov v nasipu ceste Zapoge–Dornice bi omogočili dotok vode po dolini in se izognili pojavom nevarnih porušitvenih valov. S tem bi se izognili možnosti porušitve nasipa, obenem pa bi nekoliko povečali poplavnost območja pri manjših pojavih.

3. Poplavna varnost objektov se bo izdatno izboljšala z odstranitvijo nasipa, po katerem v ponikovalnico teče potok z Zapoškega hriba, odvozom materiala, naloženega na južnem robu ponikovalne jame, in vgradnjo prepustov

na cesti Zapoge–Dornice (vzhod). Na ta način bi se kota poplav na obravnavanem območju lahko spustila za 35 cm, to je na koto 335,35 (kota terena ob nasipu potoka), kar bi znatno zmanjšalo obseg poplav. Kota cestišča ceste Zapoge–Dornice (vzhod) je 335,18 in terena ob cesti 334,39, slika 5. Odtok bi bil z obravnavanega območja nemoten, tudi če prepust na cesti ne bi bil zgrajen.

4. V kotanji je treba postaviti vodomerno lato in opozorilni sistem, ki bo opozarjal prebivalce takoj, ko gladina v kotanji preseže rob kotanje in začne poplavljeni. Pri tem je treba ogroženim prebivalcem pripraviti tudi ustrezna navodila. Takrat bo treba pospraviti dvorišča, umakniti vozila, pripraviti škornje in podobno.

5. Odtok kanalizacije se mora odstraniti iz kotanje. Sedimenti in hraniva iz kanalizacije namreč povzročajo intenzivno zarast in zablatenje dna kotanje, posledično pa zmanjšano ponikanje vode in tako bolj pogoste poplave.

6. Dodatno odvajanje meteorne vode z okoliških površin v kotanjbo bo tudi poslabšalo poplavno varnost na območju. Za odvajanje meteornih voda z območja predlagamo izgradnjo kanalizacije ali odprtega kanala po trasi suhega vodotoka pod avtocesto do Gameljščice. Pričakovani pretoki s 100-letno povratno dobo namreč presegajo 30 m<sup>3</sup>/s v prerezu Zapog oziroma 35 m<sup>3</sup>/s v profilu avtoceste. Z manjšim razlivanjem in poplavljanjem površin se lahko omenjeni poplavni pretoki izdatno zmanjšajo. Na ta način bi lahko dosegli boljšo poplavno varnost celotne doline, vključno z naseljem Hraše.

## 8 • ZAHVALA

Zahvaljujemo se naročniku projekta, DOMPLAN d.d., Kranj, ki je omogočil izvedbo hidrološko-hidravlične študije, ki predstavlja koristen prispevek k zagotavljanju poplavne varnosti.

## 9 • LITERATURA

Brilly M. Priročnik za program HEC-1. Univerzitetni učbenik, UL FGG, Ljubljana, 1993.

Brilly M., Šraj M. Osnove hidrologije. Univerzitetni učbenik, UL FGG, Ljubljana, 2005.

Brilly M., Šraj M. Modeliranje površinskega odtoka in navodila za program HEC-HMS. Učbenik, UL FGG, Ljubljana, 2005.

Decagon Devices, Inc. Mini Disk Infiltrrometer. User's Manual. Version 3, 2006.

US Army Corps of Engineers. HEC-HMS Hydrologic Modeling System. Technical Reference Manual, ZDA, 2000.

US Army Corps of Engineers. Engineering and design: Flood runoff analysis. Engineer manual EM 1110-2-1417, Office of chief of engineers, Washington, 1994.

# SPREMEMBE PRI GRADNJI PREDORA ŠENTVID

## CHANGES DURING CONSTRUCTION OF THE ŠENTVID TUNNEL

dr. Andreja Popit, univ. dipl. inž. geol.  
SCT, Ljubljana

Strokovni članek  
UDK 624.195

**Povzetek** | Predorski cevi potekata med Šentvidom in Pržanjem v dolžini 1030 m (leva cev) in 1060 m (desna cev). Za predorske strokovnjake SCT je gradnja tripasovnega predora s kaverno in polnim priključkom na Celovško cesto že od vsega začetka velik izziv, ne le zaradi tako edinstvenega objekta, ampak predvsem zaradi zahtevnosti gradnje v močno tektoniziranih permokarbonskih kamninah. Prav zaradi kompleksnih geoloških razmer je bilo treba stalno prilagajati način gradnje in podperne ukrepe. Za napredovanje izkopa je bilo potrebno ojačevanje stropa in bokov predora z vgradnjo sulic ali cevnega štita in sistematično varovanje izkopnega čela z vgradnjo sider. Izkop smo izvajali v bistveno več fazah, podaljšali smo odseke z začasnimi talnim obokom, skrajšali korake napredovanja v kaloti, stopnici in talnem oboku ter skrajšali razdaljo kalota – talni obok in primarno podgradnjo ojačevali z dodatnimi sidri.

**Summary** | The tunnel connects Šentvid with Pržanj and consists of two tubes of 1030 m (left) and 1060 m (right). The construction of the three-lane tunnel with connecting caverns and ramp tunnels is a big challenge to SCT engineers, both in terms of building such an unique object and excavating it in highly tectonized Permo-Carboniferous rocks. Constant adjustments in construction procedure and support measures were due to complex geological conditions in the rock mass. It was necessary to proceed the excavation with reinforced fore poling and pipe roof as well as systematically stabilize the working face by a great number of rock bolts, even under a pipe roof. A number of the excavation sequences at the top heading was increased; the round lengths were shortened as well as the lengths between the top-heading and the invert. The support elements designed in the tunnel profiles needed reinforcing during the execution of the works.

### 1 • UVOD

V letih 1991 in 2003 so se za potrebe izgradnje predora Šentvid, na AC odseku Šentvid – Koseze, izvajale geološko-geotehnične raziskave, ki so jih naredili Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko (IGGG), Geološki zavod Slovenije (GeoZS) in Zavod za gradbeništvo (ZAG). Izvedene so bile terenske raziskave, in sicer inženirsko-geološko in hidrogeološko kartiranje hribine, vrtanje vrtin (12 strukturnih in 8 geomehanskih), preskave vrtin (presiometrične meritve, nali-valni poizkusi, meritve nivojev podzemne vode v piezometrih), geofizikalne raziskave

(geoseizmika, geoelektrika) in laboratorijske analize vzorcev kamnin (geomehanske in mineraloške) (ZAG, 2002), (ZAG, 2003). Ocene geomehanskih parametrov kamnin so bile osnova za projektiranje predora in za določitev načina izkopavanja. Za projektiranje predora v prelomnih conah so med najpomembnejšimi karakteristikami: trdnost hribinske mase, deformacijske lastnosti kamnin in primarno napetostno stanje v hribini (Goricki, 2006).

V projektu za razpis (PZR) sta bili predvideni dve dvopasovni cevi, oziroma v primeru

ugodnih geoloških in geomehanskih razmer leva dvopasovna cev in desna tripasovna cev s kaverno in priključkom na Celovško cesto (DARS, 2004). Dars je 4. novembra 2004 sklenil pogodbo za gradnjo predora Šentvid z izvajalcema SCT Ljubljana (vodilni partner) in Primorje Ajdovščina. Že z razpisom je bilo opredeljeno, da se bo investitor o končni podobi predora odločil med samo gradnjo. Tako je investitor z namenom, da se ugotovi izvedljivost kavern in njuno najprimernejšo lokacijo naročil dodatne geološko-geomehanske raziskave z raziskovalnim rovom. SCT je pričel izkop raziskovalnega rova aprila 2004 in ga dokončal decembra 2004, prvi izsledki raziskav pa so bili objavljeni januarja 2005. Izkop predora je SCT pričel

novembra 2004, in sicer sprva le dvopasovne cevi iz šentviške smeri. Natančnejše študije prometnih obremenitev kakor tudi geoloških, geomehanskih in hidrogeoloških razmer na podlagi izsledkov raziskovalnega rova so naročnika kasneje privedle do odločitve, da bosta obe predorski cevi tri-

pasovni s kaverno in priključkom na Celovško cesto. SCT je nato junija 2005 pričel izkop obeh tripasovnih cevi iz pržanjske smeri. Predor Šentvid se gradi po Novi avstrijski metodi (NATM), po kateri se na osnovi kontinuiranega opazovanja deformacij hribinske mase v okolici predora preverja stabil-

nost primarne predorske obloge. Preučevanje širjenja sekundarnega napetostnega in deformacijskega polja okrog predorske cevi omogoča pravočasno in ustrezno prilagajanje podpornih ukrepov in načina gradnje. Tako je dosežena najbolj stabilna in ekonomična predorska obloga.

## 2 • GEOLOŠKA ZGRADBA V TRASI PREDORA

Geološka strukturna zgradba v trasi predora je bila v razpisni dokumentaciji (PZR) interpretirana kot večja sinklinalna guba permokarbonskih plasti, ki je razkosana z narivanjem treh tektonskih lusk in s premiki ob subvertikalnih prelomih dinarske in prečno dinarske smeri ter smeri sever – jug (DARS, 2004). V trasi predora so bile predvidene naslednje litološke enote: muljevec in glinasti skrilavec z več metrov debelimi plastmi peščenjaka (mu-gs CP), menjavanje glinastega skrilavca in skrilavega meljevca (centimeter – decimeter debele plasti) s peščenjakom (pem CP) in tektonska glina (ZAG, 2002), (ZAG, 2003), (DARS, 2004).

Da je geotektonska zgradba šentviškega hriba kompleksnejša od predvidene v PZR,

se je pokazalo že ob izkopavanju raziskovalnega rova, ki je bil izveden za potrebe študije izvedljivosti kavern in iskanja njune najprimernejše lokacije. Prvi izsledki geoloških in geotehničnih raziskav so bili objavljeni januarja 2005 (Elea iC, 2005), medtem ko je bil SCT uveden v gradnjo predora že novembra 2004. Pri izkopavanju obeh glavnih cevi smo pogosto naleteli na tektonizirane kamnine. Traso predora namreč seka več prelomov in narivnic, ob katerih so kamnine razpokane in zdrobljene. Pogosto smo naleteli tudi na večje prelomne in narivne cone, v katerih so bile kamnine spremenjene v tektonski drob oziroma tektonsko glino z izredno slabimi geomehanskimi lastnostmi (IRGO Consulting, 2006). Ovire pri izkopa-

vanju so povzročali tudi dotoki vode, ki so že tako oslabiljeni hribini zaradi tektonske poškodovanosti še dodatno povzročali nestabilnosti izkopnega čela.

Tudi raziskave avstrijskih raziskovalcev (Pöschl, 2006), (Schubert, 2006), ki so na podlagi geološke in geotehnične spremljave izkopa raziskovalnega rova ter obeh glavnih cevi predora izdelali geotehnični model za prognozo geotehničnih razmer za širitev kavern in izkop priključnih cevi, so pokazale, da je tektonski model hribine bistveno bolj kompleksen, kot je bilo predvideno. Natančnost napovedi posameznih geoloških modelov (Pöschl, 2006) so ocenili z oceno 1 do 10, kjer so model 2002, ki je bil znan v času razpisne dokumentacije, ocenili z oceno 3, geološki model 2005 po izkopu raziskovalnega rova z oceno 7, geološki model 2006, ki prikazuje dejansko stanje ob izkopavanju glavnih predorskih cevi, pa z oceno 9.

## 3 • PRILAGODITVE PODPORNH UKREPOV IN NAČINA GRADNJE PREDORA

Na podlagi avstrijskega standarda ÖNORM B 2203 (ÖNORM, 1994) so bile predvidene: hribinska kategorija PC na območju portalov, SCC na območju nizkega nadkritja, B2 v območju močno strukturno poškodovane hribine, C2 v hribini, kjer se v času izkopa pojavijo povečana napetostna stanja in C3 v hribini, kjer se v času izkopa pojavijo močno povečana napetostna stanja. V dvopasovnem predoru je bila predvidena parkirna niša, na stičiščih glavnih in priključnih cevi pa kaverni, ki sta sestavljeni iz treh različnih tipskih profilov.

Izkopavanje predora v močno tektoniziranih permokarbonskih kamninah je zahtevalo stalno prilagajanje načina gradnje in podpornih ukrepov, da smo lahko zagotovili stabilnost primarne predorske obloge in ustrezno poskrbeli za varnost. Na 76 % dolžine predora smo naleteli na modificirane hribinske kategorije, kar pomeni, da so iz-

kopna dela potekala počasneje, kot je bilo predvideno oziroma smo morali primarno podgradnjo ojačati z dodatnimi podpornimi ukrepi.

Predor smo izkopavali večinoma z bagrsko žlico in hidravličnim klavivom, medtem ko smo miniranje lahko izvajali le v zanemarljivem obsegu. Za varno napredovanje izkopa smo morali izkopno čelo sistematično stabilizirati z večjim številom sider dolžine 9–12 m, tako da so se prekrivala v dolžini najmanj 5 m, medtem ko je bilo sidranje čela po PZR predvideno le po potrebi, brez navedbe količin. Sistematično varovanje čela smo izvajali tudi na odsekih, kjer smo vgrajevali cevni ščit. Povprečna gostota sider je bila 4–30 m/m.

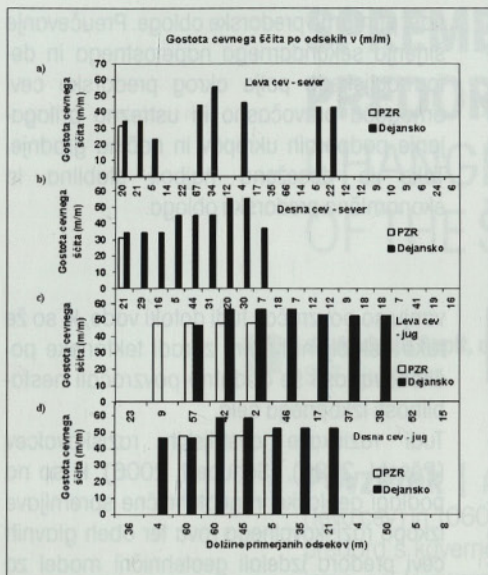
V trasi predora so tektonizirane kamnine, ki jih pogosto sekajo narivi, prelomi in prelomne cone, zato smo za napredovanje izkopa morali ojačevati strop in boke predora s sulicami ali cevnim ščitom (slika 1) in v nekaterih

odsekih C2, C3 in odstavni niši zamenjati sulice s cevnim ščitom.

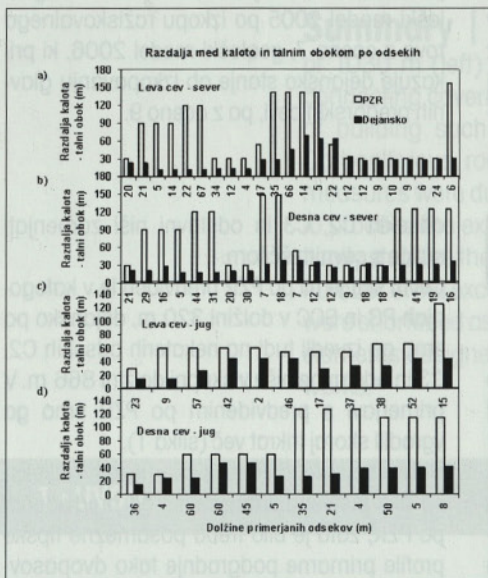
Cevni ščit je bil po PZR predviden le v kategorijah PC in SCC v dolžini 320 m, dejansko pa smo ga izvedli tudi na nekaterih odsekih C2, C3 in odstavne niše v skupni dolžini 866 m. V primerjavi s predvidenim po PZR smo ga vgradili skoraj trikrat več (slika 1).

Hribinske kategorije na posameznih odsekih so bile bistveno zahtevnejše od predvidenih po PZR, zato je bilo treba posamezne tipske profile primarne podgradnje tako dvopasovnega in tripasovnega predora kot tudi kavern ojačiti z dodatnimi sidri. V preglednici 1 je prikazano ojačenje primarne predorske obloge v kavernah. Gostota sider v desni kaverni je bila na vseh treh odsekih (K-1A, K-2A, K-3A) večja za 99–114 m/m, medtem ko je bila na 70 % dolžine leve kaverne gostota sider večja za 65–79 m/m.

Kljub sistematičnemu sidranju čela pred izkopom naslednjega koraka, ojačevanju stro-pa in bokov predora s sulicami in cevnim ščitom ter večfaznemu izkopavanju so se zaradi tektonsko poškodovanih kamnin pojavljali

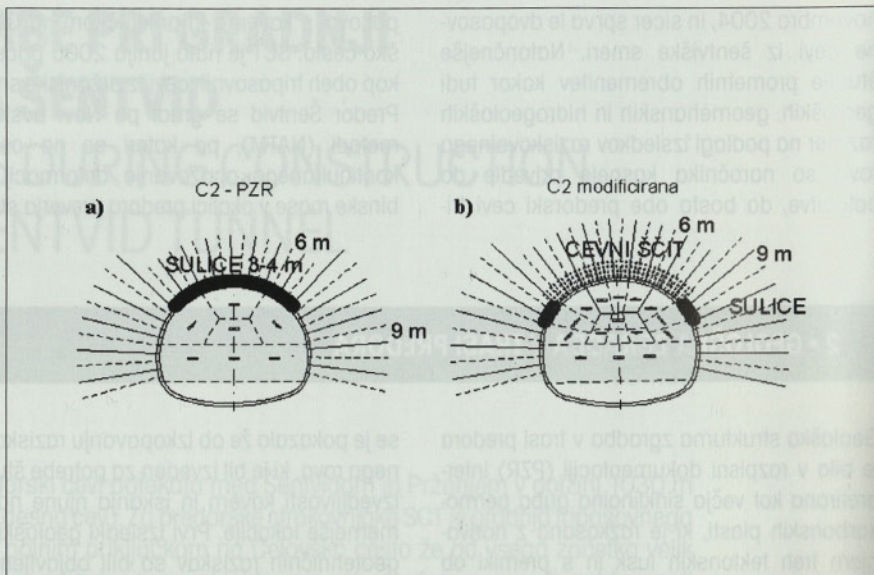


Slika 1 • Odseki s cevni ščitom (črni stolpci) in tisti predvideni po PZR (beli stolpci s črno obrobo): (a) leva cev – sever, (b) desna cev – sever, (c) leva cev – jug in (d) desna cev – jug. Primerjava je bila narejena po odsekih na podlagi vzdolžnih profilov za obe predorski cevi.



Slika 3 • Dejanske razdalje kalota – talni obok (črni stolpci) in razdalje, predvidene po PZR (beli stolpci s črno obrobo) po odsekih: (a) leva cev – sever, (b) desna cev – sever, (c) leva cev – jug in (d) desna cev – jug.

zruški na vseh štirih izkopnih čelih, celo na območju, kjer je bil vgrajen cevni ščit. Skupno se je vsulo kar 45 zruškov, od tega 31 v levi cevi. Za sanacijo smo vgradili dodatna sidra, podporne palice, sulice, mreže, brizgan beton ali cevni ščit.



Slika 2 • Število izkopnih faz v kaloti v primeru hribinske kategorije C2 tripasovnega predora: (a) PZR – 3 faze za izkop kalote in 1 faza za izkop podpornega jedra, (b) dejansko – 9 faz za izkop kalote in 6 faz za izkop podpornega jedra.

Gostota sider v kaverni po PZR (m/m)						Dejavanska gostota sider v kaverni (m/m)					
leva			desna			leva			desna		
K-1A	K-2A	K-3A	K-1A	K-2A	K-3A	K-1A	K-2A	K-3A	K-1A	K-2A	K-3A
400,4	398,3	340	336,6	337,8	282,4	372	463,6	418,6	450,8	437,1	389,4
Razlika v gostoti sider: dejansko – PZR (m/m)						-28	65,3	78,6	114,2	99,3	107
Razlika v gostoti sider: dejansko – PZR (%)						-7	16	23	34	29	38

Preglednica 1 • Gostota sider v kavernah (m/m)

Ob prilagajanju podpornih ukrepov dejanskim geološkim razmeram v hribini smo hkrati prilagajali tudi način gradnje predora, kar je vplivalo na manjšo hitrost izkopnih del. V močno tektoniziranih kamninah je bil mogoč le postopen izkop v več fazah (slika 2). V hribinskih kategorijah PC, C2, C3, odstavni niši in kaverni A naj bi izkop za vgradnjo predorskega loka potekal predvidoma v 3 fazah, v kategoriji SCC tripasovnega predora v 2 fazah, jedro pa naj bi bilo v vseh omenjenih kategorijah izkopano v 1 fazi. Dejansko smo izkop izvajali v bistveno več fazah, kot je bilo predvideno po PZR. Izkop kalote v kategorijah PC, C2 in C3 je potekal pogosto v več kot 7 fazah, jedro pa v več kot 5 fazah. V kategoriji SCC je izkop kalote potekal povprečno v 11 fazah, izkop jedra pa povprečno v 6 fazah. Dolžine korakov za izkop kalote, stopnice in talnega oboka smo v tektoniziranih kamninah skrajšali. Začasni talni obok je

bil v razpisni dokumentaciji predviden le v kategorijah PC in SCC tripasovnega predora (dolžina koraka v PZR za kategorijo PC dvopasovnega predora ni bila podana), dejansko pa smo ga v dvopasovnem predoru izvedli v dolžini 344 m. Skupno smo ga izvedli za 390 m več. Predvidena razdalja kalota – talni obok v hribinski kategoriji B2 je bila 200 m, C2 150 m in SCC 60 m, v ostalih kategorijah pa 30 m. Le-te smo morali zaradi geoloških razmer v trasi predora skrajšati za več kot polovico, kar na 58 % dolžine predora (stanje do konca maja 2006, slika 3). Zaradi stalnega prilagajanja načina gradnje in podpornih ukrepov dejanskim geotektonskim razmeram v trasi predora je bila hitrost dnevnih napredkov manjša. Za izkop in primarno podgradnjo glavnih predorski cevi je bilo v projektu za razpis predvidenih 8-10 mesecev, dejansko pa smo primarno podgradnjo zaključili po skoraj 31 mesecih od uvedbe v delo.

## 4 • SKLEP

Hribinske kategorije in način gradnje predora smo prilagajali dejanskim geološkim razmeram v trasi predora. Za napredovanje izkopa je bilo treba močno ojačevati strop (slika 4) in boke predora (slika 5) z vgradnjo sulic ali cevnega ščita in sistematično varovati čelo

izkopa z vgradnjo sider, mrež in brizganega betona, vendar so se kljub temu pogosto pojavljali zruški na vseh štirih izkopnih čelih v predoru. Izkop predora smo izvajali v bistveno več fazah, kot je bilo predvideno v PZR. Poleg navedenega so bili izvajani ukrepi, kot so

krajšanje izkopnega koraka pri napredovanju v kaloti, stopnici in talnem oboku, podaljševanje odsekov z začasnim talnim obokom, skrajšanje razdalje kalota – talni obok ter ojačenje primarne predorske obloge z dodatnimi sidri, zelo pogosti. Posledica vseh sprememb je bila manjša hitrost dnevnih napredkov in temu primerno večje zamude pri izkopnih delih ter občutno povečane količine vgrajenih podpornih elementov.



Slika 4 • Sidra v kaloti kaverne



Slika 5 • Vgrajevanje sider v stopnici tripasovnega predora

## 5 • LITERATURA

Dars, PZR – projekt za razpis za predor Šentvid, 2004.

Elea iC, Predor Šentvid, Priključni kaverni, Študija izvedljivosti, Poročilo št. 415484P, 2005.

Goricki, A., Rachaniotis, N., Hoek, E., Marinos, P., Tsotsos, S., Schubert, W., Support decision criteria for tunnels in fault zones, Felsbau 24, No. 5, 51–57, 2006.

IRGO Consulting, Geoinženiring, Elea iC, Geološko-geotehnična poročila gradnje predora Šentvid, poročila 1–115, 2005, 2006.

ÖNORM B 2203, Untertagebauarbeiten – Werkvertragsnorm, Österreichisches Normungsinstitut, Wien, 1994.

Pöschl, I., Genser, W., Kleberger, J., Development of a high-value geological model for cavern design in faulted rock mass, Felsbau 24, No. 5, 28–32, 2006.

Schubert, P., Žigon, A., Vergeiner, R., Entscheidungskriterien für die Planung zweier 360 m<sup>2</sup> Kavernen in Slowenien, Felsbau 24, No. 5, 38–43, 2006.

ZAG, Dopolnilne geološko-geomehanske raziskave za PGD, PZI predora Šentvid. Poročilo št. P0013.0112, 2002.

ZAG, iC, Pregled geoloških in geomehanskih podatkov o trasi predora. Poročilo št. P803-750-2, 2003.

# KOLEDAR PRIREDITEV

**3.-5.9.2007**

**5th International Symposium on Environmental Hydrology and 5th Regional Conference on Civil Engineering Technology**

Kairo, Egipt

[www.geocities.com/intsymp5\\_conf5/September2007#3](http://www.geocities.com/intsymp5_conf5/September2007#3)

**17.-18.9.2007**

**5th International Conference on current and future trends in Bridge Design, Construction and Manintenance**

Peking, Kitajska

[www.asce.org/files/pdf/conferences/bridgescallforpapers.pdf](http://www.asce.org/files/pdf/conferences/bridgescallforpapers.pdf)

**18.-21.9.2007**

**The Eleventh International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing**

St Julians, Malta

[www.civil-comp.com/conf](http://www.civil-comp.com/conf) or contact

**19.-21.9.2007**

**IABSE Symposium**

**International Association for Bridge and Structural Engineering**

Weimar, Nemčija

[www.iabse2007.de](http://www.iabse2007.de)

**24.-27.9.2007**

**14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering: Geotechnical Engineering in Urban Environments**

Madrid, Španija

[www.ecsmge2007.org](http://www.ecsmge2007.org)

**26.-28.9.2007**

**12th International Congress: Polymer in Concrete (ICOIC'07)**

Chuncheon, Južna Koreja

<http://icpic.kongwon.ac.kr>

**6.-10.10.2007**

**75th IBTTA Annual Meeting and Exposition**

Dunaj, Avstrija

[www.ibtta.org](http://www.ibtta.org)

**18.-19.10.2007**

**29. Zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije**

Hotel Golf, Bled, Slovenija

[jlopatic@fgg.uni-lj.si](mailto:jlopatic@fgg.uni-lj.si)

**5.-6.11.2007**

**RIMC 07**

**3. Mednarodni znanstveni in strokovni kongres upravljavcev železniške infrastrukture**

Rogaška Slatina, Slovenija

[www.fg.uni-mb.si/RIMC2007/vabilo.html](http://www.fg.uni-mb.si/RIMC2007/vabilo.html)

**29.-30.11.2007**

**Kolokvij o asfaltih in bitumnih**

Hotel Kompas, Kranjska gora, Slovenija

[www.zdruzenje-zas.si](http://www.zdruzenje-zas.si)

**10.-13.12.2007**

**7th International Symposium on Cable Dynamics**

Dunaj, Avstrija

[www.aimontefiore.org/cable/](http://www.aimontefiore.org/cable/)

**9.-12.4.3008**

**GEOCongress 2008**

**The Challenge of Sustainability in the Geoenvironment Annual Congress of the Geo-Institute of ASCE**

New Orleans, Louisiana, ZDA

[www.adsc-iafd.com/files/public/GeoCongress2008.pdf](http://www.adsc-iafd.com/files/public/GeoCongress2008.pdf)

**21.-25.4.2008**

**TRA 2008**

**2nd Transport Research Arena (TRA)**

Ljubljana, Slovenija

[www.traconference.com](http://www.traconference.com)

**18.-21.5.2008**

**EM08**

**The Inaugural International Conference of the Engineering Mechanics Institute**

Minneapolis, Minnesota, ZDA

[www.cce.umn.edu/conferences/em08](http://www.cce.umn.edu/conferences/em08)

**4.-6.6.2008**

**IABSE Conference**

**ICT for Bridges, Buildings and Construction Practice**

Helsinki, Finska

[www.iabse.org](http://www.iabse.org)

**30.6.-4.7.2008**

**10th International Symposium on Landslides and Engineered Slopes**

Xi'an, Kitajska

[www.landslide.iwhr.com](http://www.landslide.iwhr.com)

**8.-10.7.2008**

**7th International Congress Concrete: Construction's Sustainable Option**

Dundee, Škotska

[www.ctucongress.co.uk](http://www.ctucongress.co.uk)

**24.-26.11.2008**

**2nd International Conference on Concrete Repair, Rehabilitation and Retrofitting (ICRRR 2008)**

Cape Town, Južna Afrika

[www.civil.uct.ac.za/icrrr](http://www.civil.uct.ac.za/icrrr)

**5.-9.10.2009**

**17th International Conference for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering**

Alexandria, Egipt

[www.2009icsmge-egypt.org](http://www.2009icsmge-egypt.org)

Rubriko ureja • **Jan Kristijan Juteršek**, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: [msg@izs.si](mailto:msg@izs.si)