Interreg
Danube Transnational Programme
CAMARO-D

CAMARO-D

Sodelovanje deležnikov pri uvajanju naprednih praks gospodarjenja s prostorom z vidika vplivov na vodni režim v povodju Donave

SLOVENSKO PILOTNO OBMOČJE:

Iška in Iški vršaj na Ljubljanskem barju – napajalno območje vodarne Brest

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

Interreg
Danube Transnational Programme
CAMARO-D

Avtorji:	Daniel Kozelj, Gašper Rak, Mateja Škerjanec, Barbara Čenčur Curk, Anja Torkar, Urška Valenčič, Branka Bračič Železnik
Z dragocenimi prispevki:	Maja Simoneti, Andrej Lukšič, Urša Vilhar, Erika Kozamernik, Mitja Janža, Marta Vahtar
Recenzija:	Franci Steinman
Lektura:	Nina Prešern
Izdajatelj:	Univerza v Ljubljani: – Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo – Naravoslovnotehniška fakulteta Javno podjetje VODOVOD KANALIZACIJA SNAGA, d. o. o., Ljubljana
Tisk:	Formatisk, d. o. o.
Kraj in leto izdaje:	Ljubljana, 2019
Naklada:	200 izvodov

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica Ljubljana

711(497.451)
628.11(497.451)

CAMARO-D : sodelovanje deležnikov pri uvajanju naprednih praks gospodarjenja s prostorom z vidika vplivov na vodni režim v povodju Donave : slovensko pilotno območje: Iška in Iški vršaj na Ljubljanskem barju - napajalno območje vodarne Brest / [avtorji Daniel Kozelj ... et al.]. - Ljubljana : Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo : Naravoslovnotehniška fakulteta : Vodovod kanalizacija : Snaga, 2019

ISBN 978-961-6884-68-6
(Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo)
1. Kozelj, Daniel, gradbeništvo/hidrotehnika
COBISS.SI-ID 302276352

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

Predgovor

Porečje Donave je eno izmed največjih in najbolj mednarodnih porečij v Evropi, saj obsega več kot 800.000 km^2 in skoraj 20 držav. Razprostira se med Schwarzwaldom na jugozahodu Nemčije in Črnim morjem v Romuniji. Vse države Podonavja se soočajo s podobnimi izzivi, povezanimi z rabo zemljišč in njenim vplivom na vodni režim, poplave in druge naravne nesreče. V Strategiji EU za Podonavje (EUSDR), ki jo je leta 2010 sprejela Evropska komisija in leta 2011 podprl Evropski svet, je poudarjen pomen ohranjanja kakovosti voda in biotske raznovrstnosti ter obvladovanja okoljskih tveganj. Upravljanje z vodami tako postaja vse pomembnejše področje, ki zahteva meddržavno in medresorsko usklajevanje ter sodelovanje.

Da bi lažje naslovili omenjeno problematiko, se je 14 partnerjev in 9 pridruženih partnerjev iz devetih držav Podonavja odločilo za sodelovanje v transnacionalnem projektu CAMARO-D, ki sta ga sofinancirala Evropski sklad za regionalni razvoj (ERDF) in Instrument za predpristopno pomoč (IPA). Omenjeno sodelovanje ni bilo omejeno samo na sodelovanje v geografskem smislu, ampak je združevalo tudi različna znanstvena področja in pristojne institucije. V projektu so tako sodelovali predstavniki vladnih organov, izvajalcev javne službe oskrbe s pitno vodo, raziskovalnih in izobraževalnih ustanov, agrometeoroloških služb, okoljskih agencij in institucij za prostorsko načrtovanje, ki delujejo na lokalni, regionalni in/ali državni ravni.

Intenzivna raba prostora pogosto negativno vpliva na vode, obstoječe prostorsko načrtovanje pa ne upošteva v zadostni meri značilnosti posameznega porečja oz. vodonosnika. Zato je bil cilj meddržavnega in medresorskega sodelovanja v projektu CAMARO-D razviti priporočila, predloge in napredne strateške usmeritve, namenjene odločevalcem, pristojnim za izdelavo in izvajanje prostorskih načrtov, pa tudi lokalnemu prebivalstvu, z namenom ozaveščanja o konkretnih problemih in rešitvah, ki lahko vodijo v izboljšanje obstoječega varovanja vodnih virov in boljšo zaščito pred poplavami.

V predmetni brošuri so v strnjeni obliki predstavljeni ključni rezultati projekta CAMARO-D in ugotovitve, povezane s slovenskim testnim območjem – porečjem reke Iške in vodonosnikom Iškega vršaja, ki predstavlja napajalno območje vodarne Brest. Na primeru omenjenega testnega območja je bil cilj preučiti, kako različna raba prostora v zaledju vpliva na površinski odtok in pretoke Iške, kako se različna raba prostora odraža na razvoju obsega poplav ter kako ekstremne vodne razmere (poplave ali dolgotrajne suše) vplivajo na podzemno vodo ter njene količinske in kakovostne parametre na lokaciji vodarne Brest, ki predstavlja enega glavnih virov pitne vode za Ljubljano.

dr. Daniel Kozelj
vodja projekta CAMARO-D pri projektnem partnerju Univerza v Ljubljani

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

Kazalo

1 O PROJEKTU 5
1.1 Pilotna območja 6
1.2 Transnacionalni priročniki o najboljših praksah 7
1.3 Načrt gospodarjenja s prostorom (LUDP) 8
1.4 Mednarodna priporočila za trajnostno prostorsko načrtovanje (GUIDR) 9

2 O SLOVENSKEM PILOTNEM OBMOČJU 13
2.1 Hidrogeološke značilnosti vodonosnika Iškega vršaja 16
2.2 Vodarna Brest 17
2.3 Razvoj poselitve 18
2.4 Soočanje s problematiko poplav 19
2.5 Raba prostora in ogroženost vodnih virov 20

3 MATEMATIČNO MODELIRANJE ZA UGOTAVLJANJE VPLIVA SPREMEMBE RABE TAL NA POPLAVNO NEVARNOST IN OSKRBO S PITNO VODO 21
3.1 Scenariji 21
3.2 Hidrološko modeliranje 23
3.3 Hidravlično modeliranje 24
3.4 Hidrogeološko modeliranje 27

4 EKOSISTEMSKE STORITVE GOZDOV IN NJIHOVA VLOGA PRI VAROVANJU VIROV PITNE VODE, PROTIPOPLAVNEM VAROVANJU IN ZMANJŠEVANJU EROZIJSKE OGROŽENOSTI 33
4.1 Protipoplavna vloga gozdov 35
4.2 Vloga gozdov pri zmanjševanju erozijske ogroženosti 35

5 VARSTVO VODNIH VIROV IN CELOVITO UPRAVLJANJE VODE Z VIDIKA UPRAVLJANJA S PROSTOROM 38

6 IDENTIFIKACIJA PROBLEMOV, PREDLOGOV IN PRAKS NA PODROČJU UPRAVLJANJA Z VODAMI, S POUDARKOM NA RAZMERJU MED STROKO, JAVNOSTJO IN POLITIKO 41

7 ZAKLJUČKI 44

8 VIRI IN LITERATURA 45

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

1 O projektu

Osnovni cilj projekta CAMARO-D (Sodelovanje deležnikov pri uvajanju naprednih praks gospodarjenja s prostorom z vidika vplivov na vodni režim v povodju Donave; Mayer in sod., 2019) je bil izdelava smernic in priporočil, ki bodo usmerjala deležnike k dolgoročnemu varovanju vodnih virov in zmanjševanju poplavne ogroženosti, ob upoštevanju zakonitosti posameznega porečja. Pričakovani rezultati uporabe naprednih praks gospodarjenja s prostorom so izboljšanje infiltracijskih sposobnosti tal in zadrževanja voda, kar lahko zmanjša nevarnost erozije tal ter pogostost in obsežnost poplav.

Med projektom smo projektni partnerji razvili različna orodja in strategije za spodbujanje dolgotrajne zaščite vodnih virov in preprečevanje poplavne ogroženosti. Oblikovani so bili svežnji ukrepov v obliki **transnacionalnih priročnikov o najboljših praksah (angl. Transnational Best Practice Manuals)**, ki se nanašajo na poljedelstvo, upravljanje travišč, gozdarstvo, prostorsko načrtovanje in upravljanje z vodami, za ublažitev morebitnih z njimi povezanih tveganj. Za analizo uporabnosti in izvedljivosti omenjenih ukrepov je bilo izbranih **14 pilotnih območij**. V Sloveniji je bilo kot testno območje izbrano porečje reke Iške z vodonosnikom Iškega vršaja, ki napaja vodarno Brest. V pilotnih območjih je bilo izvedenih več delavnic in usposabljanj, namenjenih različnim interesnim skupinam.

V mednarodnem okviru projekta je bil izdelan tudi **Načrt gospodarjenja s prostorom (angl. Land Use Development Plan oz. LUDP)**, namenjen usklajevanju različnih trajnostnih praks upravljanja rabe zemljišč v porečju reke Donave. LUDP podaja potrebne ukrepe za transnacionalno sodelovanje na nivoju porečja, ki bi morali biti vključeni v obstoječe Načrte upravljanja voda (NUV) in Načrte zmanjševanja poplavne ogroženosti (NZPO).

Pripravljena so bila tudi **mednarodna priporočila za trajnostno prostorsko načrtovanje (angl. Guidance for sustainable land use planning oz. GUIDR)**, ki so bila med projektom preizkušena na pilotnih območjih. GUIDR bo deležnikom in odločevalcem omogočil aktivno vključevanje v proces načrtovanja in upravljanja. Oblikovana priporočila vsebujejo vrsto najboljših praks upravljanja, prilagojenih posamezni rabi zemljišč in ravnanju z okoljem, z namenom dolgoročne zaščite vodnih virov in ublažitve posledic poplav ob upoštevanju ekstremnih vremenskih pogojev.

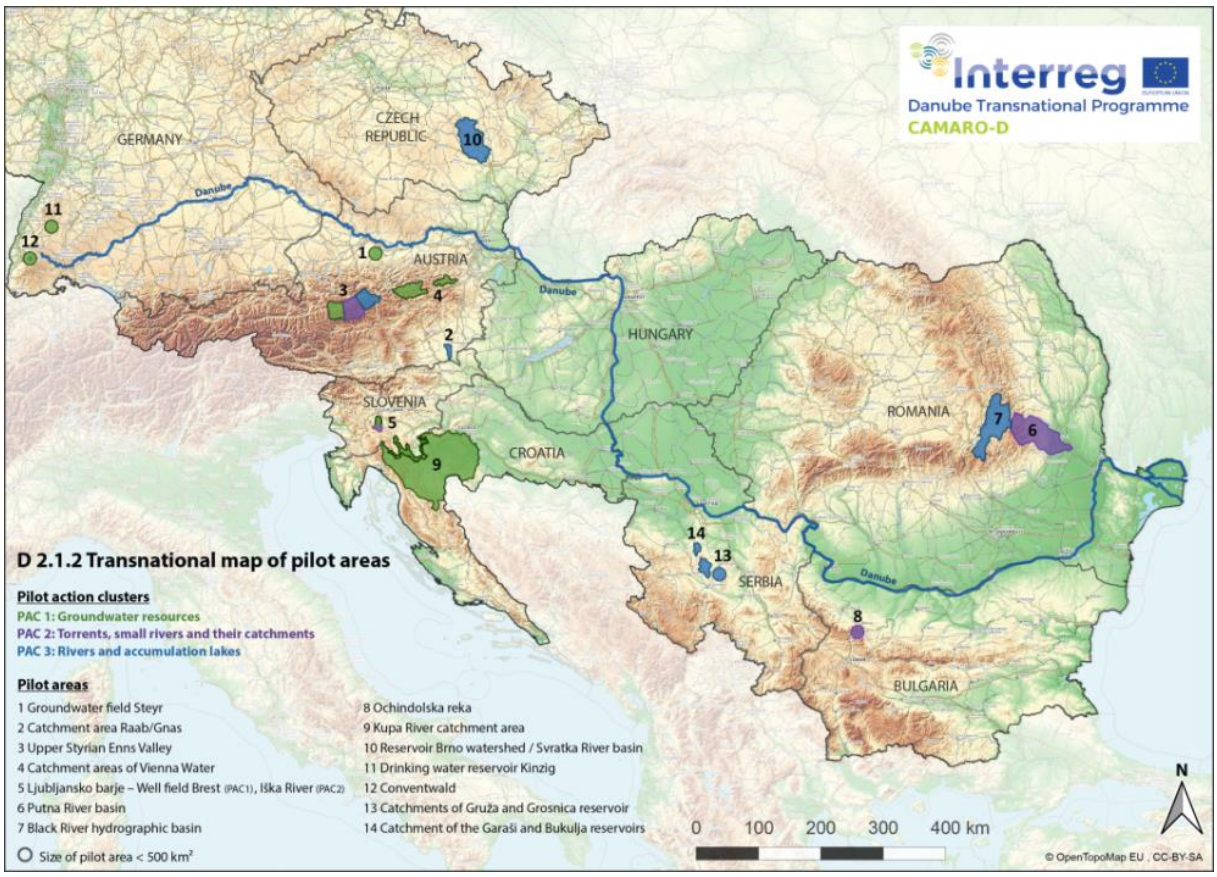
Razvita je bila tudi **zbirka orodij (angl. Stakeholder toolkit)**, namenjena vsem interesnim skupinam. Omenjena zbirka vsebuje priporočila za implementacijo optimiziranih regionalnih razvojnih strategij in programov financiranja, ki bodo odločevalcem in ostalim deležnikom nudila podporo pri soočanju z različnimi navzkrižji interesov.

Ti na novo razviti načrtovalski instrumenti vodijo k učinkovitemu upravljanju voda na mednarodnem nivoju in predstavljajo pomemben prispevek k nadaljnjemu razvoju Strategije EU za Podonavje (EUSDR) in drugih zadevnih politik EU, kot so Okvirna direktiva EU o vodah (2000/60/ES; v nadaljevanju Vodna direktiva), Direktiva o podzemnih vodah (2006/118/ES), Poplavna direktiva (2007/60/ES) in Nitratna direktiva (91/676/EGS).

1.1 Pilotna območja

V projektu CAMARO-D je sodelovalo 14 pilotnih območij, ki so bila glede na značilnosti in prevladujočo problematiko razvrščena v 3 skupine (slika 1):

- Skupina 1: Podzemni vodni viri
- Skupina 2: Hudourniki in manjši vodotoki s prispevnimi območji
- Skupina 3: Večje reke in akumulacijska jezera



Slika 1: Pilotna območja projekta CAMARO-D, razvrščena v tri skupine

Določena območja so bila uvrščena v več skupin hkrati, npr. dolina reke Enns na avstrijskem Štajerskem (slika 1, območje št. 3) in slovensko pilotno območje – porečje reke Iške z vodonosnikom Iškega vršaja (slika 1, območje št. 5). Na podlagi prepoznanih tveganj, povezanih z zaščito voda in tal ter s poplavno nevarnostjo, so bili za vse tri skupine območij izdelani transnacionalni priročniki o najboljših praksah.

1.2 Transnacionalni priročniki o najboljših praksah

Nekatera tveganja, povezana z zaščito voda in tal ter poplavno varnostjo, so bila prepoznana kot pomembna danost v več državah Podonavja. Zato smo projektni partnerji v obliki dvanajstih transnacionalnih priročnikov zbrali in zapisali najboljše obstoječe prakse za reševanje tovrstne problematike v posameznih skupinah območij (slika 2). Priročniki podajajo možne rešitve za obstoječe konflikte med rabo zemljišč in zaščito vodnih virov. Poleg tega kažejo, kako so izzivi preprečevanja oz. zmanjševanja nevarnosti poplav v državah Podonavja odvisni od obstoječih strategij in politike, sodelovanja z lokalnim prebivalstvom, institucijami in pristojnimi državnimi organi.

<table>
<tr><th>SKUPINA 1
Podzemni viri</th><th>SKUPINA 2
Hudourniki in manjši vodotoki</th><th>SKUPINA 3
Večje reke in akumulacijska jezera</th></tr>
<tr><td>Varovanje podzemnih voda s ciljnim gojenjem gozdov</td><td rowspan="2">Prilagojeno gospodarjenje z gozdovi na hudourniških porečjih</td><td>Prilagojeno kmetijstvo za optimalno varovanje površinskih voda in tal ob upoštevanju podnebnih sprememb</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Omejitve zaradi vpliva na kakovost pitne vode na območju kmetijskih zemljišč</td><td>Preoblikovanje obdelovalnih zemljišč v travnike za zmanjšanje erozije tal</td></tr>
<tr><td colspan="2">Izvedbene smernice za prostorsko načrtovanje v porečjih in vzdolž rečnih odsekov</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Upravljanje gorskih travnikov za zaščito podzemne vode</td><td colspan="2">Upravljanje z bobrom za zaščito protipoplavnih ukrepov</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Hidrotehnični ukrepi za zmanjšanje poplavne ogroženosti in vzpostavitev kart za upoštevanje nevarnosti poplav na hudourniških porečjih in vzdolž rek</td></tr>
<tr><td>Hidroelektrarne in čiščenje odpadnih voda</td></tr>
<tr><td colspan="3">Nadzor nad invazivnimi rastlinskimi vrstami</td></tr>
<tr><td colspan="3">Ozaveščanje</td></tr>
</table>

Slika 2: Pregled transnacionalnih priročnikov o najboljših praksah, prilagojenih prepoznanim tveganjem v posameznih skupinah pilotnih območij

Slovenski projektni partnerji smo sodelovali pri pripravi dveh priročnikov na temo omejitev na območju kmetijskih zemljišč zaradi vpliva na kakovost pitne vode in ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti na hudourniških porečjih in vzdolž rek. Pri tem smo izpostavili naslednje ukrepe oz. primere dobrih praks:

- prepoved oz. omejevanje uporabe fitofarmacevtskih sredstev na območju vodovarstvenih pasov,

- prepoved skladiščenja hlevskega gnoja in kompostiranja na območju vodovarstvenih pasov ter dosledno upoštevanje načrta gnojenja,
- omejevanje invazivnih vrst rastlin, minimalna obdelava njiv in uvedba zaščitnih pasov vzdolž vodotokov,
- kartiranje poplavne nevarnosti in poplavne ogroženosti na transnacionalni ravni,
- določitev stopnje poplavne ogroženosti ob upoštevanju ranljivosti, npr. števila izpostavljenih prebivalcev, gospodarskih in negospodarskih subjektov itd.,
- oblikovanje kataloga poplavnih scenarijev oz. vseh možnih kombinacij dejavnikov, ki lahko vplivajo na poplavno nevarnost,
- vzdrževanje vodotokov, hidravličnih objektov in obrežnega pasu ter ohranjanje naravnih poplavnih površin,
- vzpostavitev mreže hidrometeoroloških postaj za potrebe napovedovanja poplavnih dogodkov.

1.3 Načrt gospodarjenja s prostorom (LUDP)

Pri celostnem načrtovanju rabe zemljišč na nivoju porečja se soočamo s številnimi soodvisnostmi med različnimi rabami zemljišč in vodnimi viri. Antropogene dejavnosti, sprememba rabe zemljišč, degradacija tal in podnebne spremembe pomembno vplivajo na podzemne vodne vire, kakovostno in količinsko stanje voda ter na površinski odtok in nevarnost poplave oz. sušnih razmer v vodnih telesih.

Upravljanje porečij je dinamičen in predvsem trajen proces, ki zahteva precejšnjo fleksibilnost in multidisciplinaren pristop. Temelji na določitvi obstoječih pritiskov na vodne vire ter njihovih povezav z različnimi praksami rabe zemljišč in upravljanja. Raznolikost tipov rabe zemljišč in njihove soodvisnosti z upravljanjem voda določajo potrebo po inovativnem in prenosljivem konceptu načrtovanja rabe zemljišč. V ta namen je bil v projektu CAMARO-D razvit Načrt gospodarjenja s prostorom (LUDP), ki bi omogočil trajnostno varovanje vodnih virov in zmanjšanje poplavne ogroženosti.

Predpogoja za uspešno gospodarjenje s prostorom sta učinkovito upravljanje in usklajevanje politik (ang. »policy«, ne pa »politics«) različnih sektorjev in političnih ravni odločanja. Bistveni so horizontalno usklajevanje med različnimi sektorji, vertikalno usklajevanje med različnimi ravnmi odgovornosti in aktivno sodelovanje vseh interesnih skupin. Izboljšanje skupnih standardov na transnacionalni ravni je zahteven in počasen proces, vendar je prav tako pomemben.

LUDP bi se moral prednostno implementirati na območjih, ki jih Vodna direktiva obravnava kot zavarovana območja, in na območjih pomembnega vpliva poplav, ki so definirana s Poplavno direktivo. Pri tem bi bilo treba upoštevati vsa obstoječa tveganja in pomembne procese, kot so

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

erozija, zbitost tal, poplave, onesnaženost vode, površinski odtok, prisotnost invazivnih rastlin, bogatenje podzemne vode, interakcija med površinsko in podzemno vodo ter vpliv pritokov in medsebojno povezanih vodnih teles.

V sklopu LUDP naj bi se na podlagi dostopnih podatkov (npr. ortofoto in laserskih posnetkov, načrtov rabe zemljišč lokalnih skupnosti, podatkov o rečni mreži, vodovarstvenih pasovih in območjih Natura 2000 ipd.) prepoznalo vsa obstoječa tveganja in pomanjkljivosti na področju upravljanja s prostorom. Določili naj bi se konkretni cilji načrtovanja in upravljanja ter predviden obseg ukrepov. Osnovo za izbiro ukrepov naj bi predstavljali transnacionalni priročniki o najboljših praksah, razviti v projektu CAMARO-D. Definirati bi bilo treba časovni okvir ukrepov, posamezne korake implementacije ter morebitne ovire na tej poti, preračunati predvidene stroške in določiti vire financiranja. Izbrani ukrepi bi morali biti: 1) usklajeni z upravnimi organi, zadolženimi za obvladovanje tveganj ob nesrečah in načrtovanje upravljanja s porečji, pa tudi z ostalimi interesnimi skupinami, npr. načrtovalci rabe prostora, kmetijci, gozdarji in naravovarstveniki, ter 2) vključeni tako v NUV (v sklopu programa ukrepov) kot tudi v NZPO.

1.4 Mednarodna priporočila za trajnostno prostorsko načrtovanje (GUIDR)

V projektu CAMARO-D nas je zanimalo, kako lahko ustrezno načrtovanje rabe zemljišč prispeva k upravljanju z vodami, še posebej v luči doseganja ciljev vodne politike EU in zagotavljanja varne oskrbe z vodo v Podonavju. V tem kontekstu GUIDR podaja smernice za učinkovito povezovanje obeh področij, tj. načrtovanja rabe zemljišč in upravljanja z vodami.

Ugotovljeno je bilo, da obstoječe načrtovanje rabe zemljišč v veliki meri že vključuje strategije, namenjene obvladovanju številnih pritiskov na vodo. V skladu s tem je bil pripravljen kodeks ravnanja, ki ga lahko strnemo v naslednje točke:

- Ker so spremembe v rabi zemljišč neločljivo povezane z okoljskimi spremembami, z množico neposrednih, posrednih, kumulativnih in pogosto negotovih učinkov, mora biti načrtovanje rabe zemljišč v središču reševanja okoljske problematike.
- Pri soočanju z izzivi, povezanimi z vodo, je poudarjena potreba po transnacionalnem načrtovanju rabe zemljišč v kombinaciji s številnimi drugimi strategijami načrtovanja in upravljanja z okoljem (npr. ekonomskimi instrumenti, preprečevanjem in nadzorovanjem onesnaževanja ipd.).
- Načrtovanje rabe zemljišč je še posebej pomembno v primeru omejenih zalog vode in posegih v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav.
- Večja raznolikost rabe vode in večje povpraševanje po vodnih virih zahtevata celosten pristop k upravljanju z vodami. Usklajevanje konkurenčnih zahtev oz. potreb po vodi je odvisno od ustreznih mehanizmov načrtovanja, ki naj bi predstavljali izhodišče za trajnostno upravljanje z vodnimi viri ter z njimi povezanimi družbenimi in gospodarskimi sistemi.

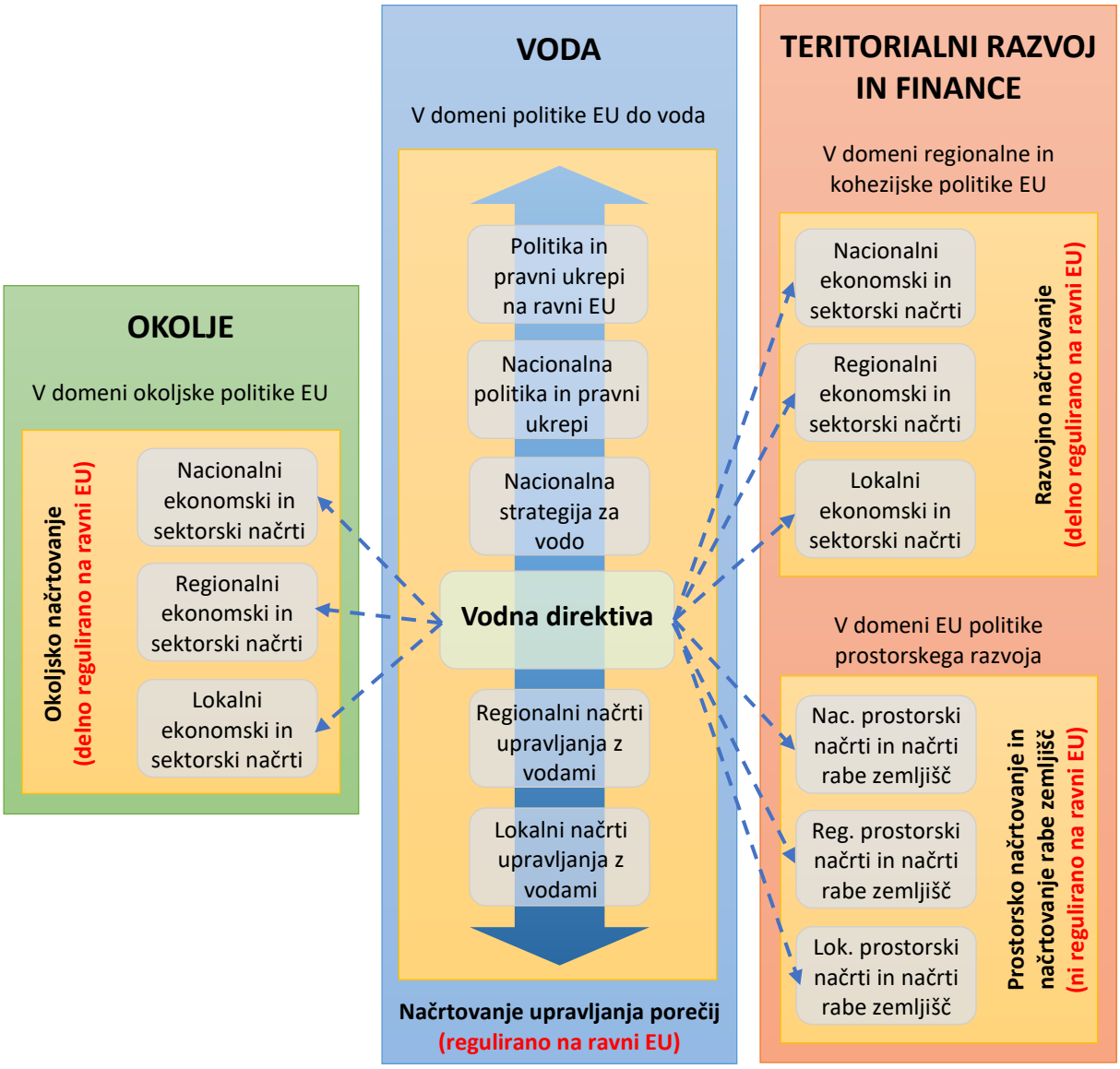
- Načrtovanje rabe zemljišč je pomembno pri reševanju problematike poplav in onesnaževanja voda, na katero močno vplivajo tako naravne danosti kot tudi antropogeni dejavniki.
- Doseganje ciljev Vodne direktive, ki med drugim določa vsebino in postopek priprave NUV, je v veliki meri odvisno od integracije postopkov upravljanja z vodami in upravljanja z rabo zemljišč. Načrtovanje rabe zemljišč, povezanih z vodo (kjer imajo vodne danosti prevladujoč vpliv), bi se moralo vključiti v različne faze oblikovanja NUV in Programa ukrepov, ki je sestavni del vsakega NUV. Na ta način bo načrtovanje rabe zemljišč, povezanih z vodo, dejansko postalo sestavni del NUV.
- Organi, pristojni za načrtovanje rabe zemljišč, morajo zagotoviti, da se razvoj in uporaba zemljišč izvajata skladno z zahtevami Vodne direktive. Posledično so ključne pri izvajanju omenjene direktive.
- Ustrezno načrtovanje rabe zemljišč lahko neposredno prispeva k varovanju vodnih virov, zmanjšanju potrebe po čiščenju za pripravo pitne vode, nadzoru nad razpršenim onesnaževanjem, zmanjševanju onesnaženosti površinskih voda in preprečevanju oz. zmanjšanju vpliva okoljskih nesreč (tj. nenamernega onesnaženja vode, ki nastane kot posledica izjemnega dogodka). Prav tako lahko pomembno vpliva na povpraševanje po vodi, zmanjševanje poplavne ogroženosti in varovanje naravnih poplavnih območij kot naravnih zadrževalnikov vode. Naštete večnamenske koristi ustreznega načrtovanja rabe zemljišč bi morale predstavljati vzpodbudo načrtovalcem in ostalim deležnikom v prostoru.
- Transnacionalni priročniki o najboljših praksah, oblikovani na podlagi pozitivnih izkušenj, so dragocen sestavni del zbirke orodij, ki je na voljo načrtovalcem upravljanja z vodami in rabo zemljišč. Omenjeni priročniki predstavljajo pomemben vir znanja v procesu oblikovanja NUV in Programa ukrepov za izvajanje NUV.
- Načrtovanje rabe zemljišč, povezanih z vodo, se mora osredotočiti na ekosistemske storitve, ki jih zagotavljajo različne rabe zemljišč v kontekstu Vodne direktive. Vrednotenje ekosistemskih storitev in njihove vloge pri upravljanju z vodami mora postati temeljni del načrtovanja rabe zemljišč v sklopu oblikovanja NUV.

GUIDR podaja smernice in priporočila za načrtovanje rabe zemljišč s poudarkom na:

- standardih za upravljanje rabe zemljišč in prostorsko načrtovanje na nivoju porečja,
- učinkoviti podpori odločanju in aktivni udeležbi vseh deležnikov,
- političnem, medsektorskem in transnacionalnem sodelovanju na nivoju porečja,
- implementaciji najboljših praks v obstoječe strategije, politike itd.

Vodna, Poplavna in Nitratna direktiva ter Direktiva o podzemnih vodah predstavljajo glavne komponente politik EU, ki narekujejo načrtovanje rabe zemljišč, povezanih z vodo. Implementacija omenjenih direktiv zahteva transnacionalno sodelovanje na nivoju EU. Skladno s

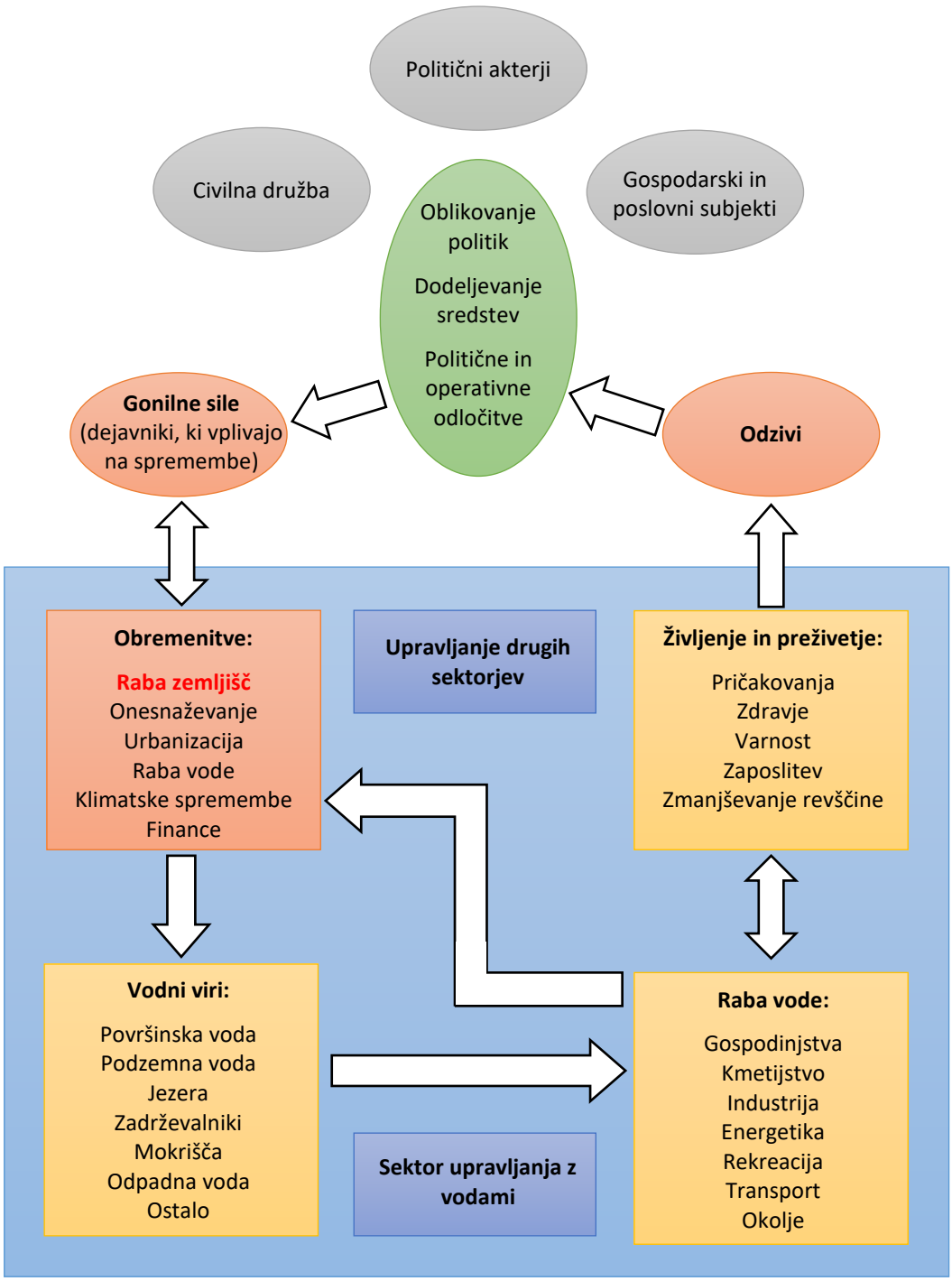
tem GUIDR podaja splošni okvir za vključevanje načrtovanja rabe zemljišč v okvir transnacionalne politike, katerih sestavni del je tudi Vodna direktiva (slika 3).



Slika 3: Vpetost Vodne direktive v transnacionalno okoljsko, vodno in kohezijsko politiko EU

V trenutnih okoliščinah se lahko transnacionalno načrtovanje rabe zemljišč, povezanih z vodo, najučinkoviteje začne in izvaja, če je zastavljeno v mejah in okvirih obstoječega sistema, kar v praksi pomeni, da je treba transnacionalno načrtovanje rabe tovrstnih zemljišč vključiti v proces oblikovanja NUV, skladno z zahtevami Vodne in (do določene mere tudi) Poplavne direktive. Tako bo načrtovanje rabe zemljišč, povezanih z vodo, dejansko postalo sestavni del NUV in procesov odločanja v vodnem sektorju.

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)



Slika 4: Sprejemanje odločitev, ki vplivajo na količinsko in kakovostno stanje voda (povzeto po WWAP, 2009)

Slika 4 prikazuje sprejemanje odločitev, ki vplivajo na količinsko in kakovostno stanje voda. Spodnji (modro obarvan) kvadrat predstavlja področje upravljanja z vodami, kjer upravljalci (iz vodnega in ostalih sektorjev) nadzorujejo interakcije med viri vode in njihovo rabo. Nad njimi so

prikazani različni akterji (obarvani s sivo), ki soustvarjajo ali vplivajo na socialno-ekonomske politike, povezane z vodo. Z oranžno so obarvane komponente DPSIR okvira presoje (Driving forces – Pressures – State – Impact), ki ga je razvila Evropska agencija za okolje z namenom boljšega razumevanja vzročno-posledičnih odnosov v okolju.

Proces sprejemanja odločitev se začne s političnimi akterji, civilno družbo in gospodarskimi subjekti, ki določajo cilje socialno-ekonomskega razvoja ter oblikujejo politike in operativne odločitve za njihovo doseganje. Posledice njihovih odločitev, ki so pogojene z zahtevami življenja in preživetja, so zunanji učinki, ki so pogosto izven njihovega neposrednega nadzora. Ti učinki vplivajo na gonilne sile (tj. socialno-ekonomske dejavnike in dejavnosti), ki povzročajo povečanje oz. zmanjšanje obremenitev vodnih (in ostalih) virov. Upravljalci vodnih virov skrbijo za zagotavljanje življenjskih potreb ljudi in drugih živih bitij po vodi in tudi za usklajevanje med različnimi porabniki vode. S tem vplivajo na povečanje oz. zmanjšanje obremenitev. Zaradi različnih omejitev, npr. pomanjkanja virov (vodnih, finančnih in/ali človeških) ali nepredvidljivih zunanjih okoliščin, upravljalci vodnih virov včasih ne morejo doseči zastavljenih ciljev. Da bi presegli naštete omejitve, potrebujejo pomoč akterjev (politike, podjetij in posameznikov), ki lahko oblikujejo ustrezen odziv oz. odgovor družbe na prepoznane probleme. To od upravljalcev vodnih virov zahteva pravočasno informiranje odločevalcev o nastalih spremembah in aktivno (medsektorsko) sodelovanje pri načrtovanju ustreznih odzivov.

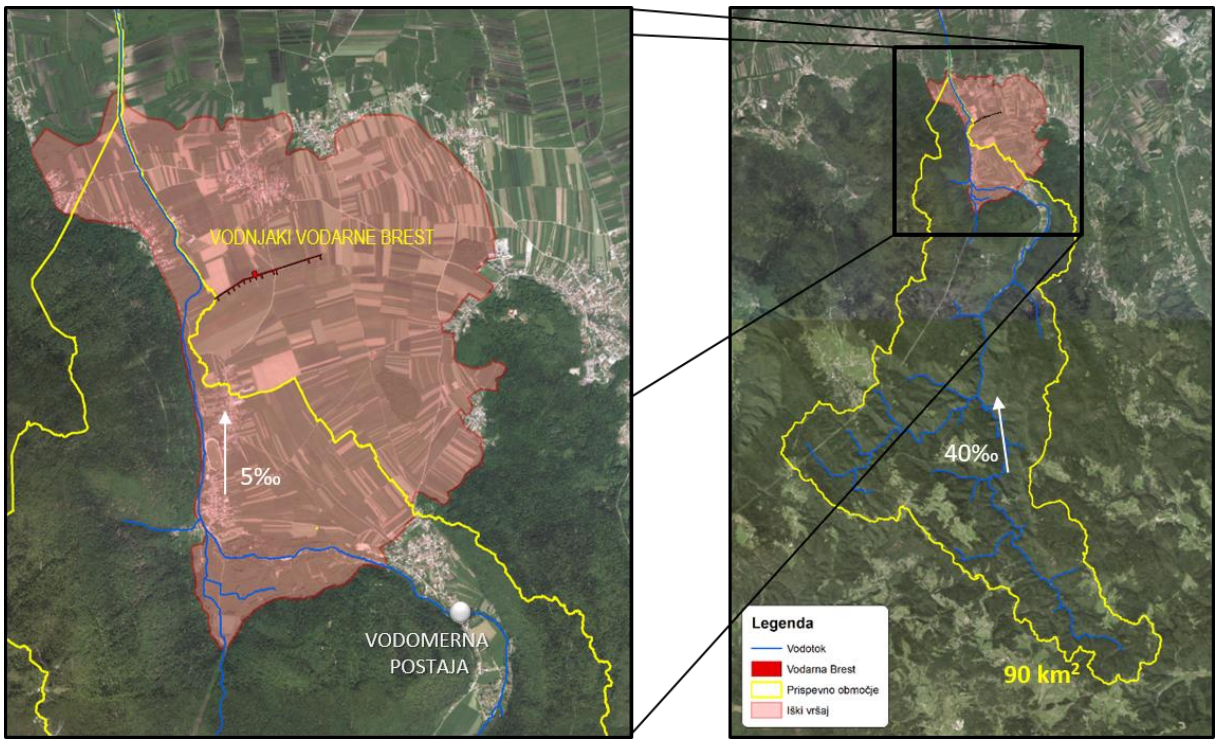
2 O slovenskem pilotnem območju

Reka Iška je dolga 30 km in spada med krajše slovenske reke. Izvira na območju Bloške planote, v bližini naselja Črna vas na Ljubljanskem barju pa se izliva v Ljubljanico. Njeno prispevno območje obsega 90 km^2 in sega daleč proti jugu (slika 5). Večji (zaledni) del območja je hribovit in poraščen z gozdom. Povprečni padec reke Iške v tem delu znaša 40 ‰. Manjši del prispevnega območja reke Iške predstavlja nižinski del na območju Ljubljanskega barja, kjer se povprečni padec vodotoka zmanjša na 5 ‰. Za ta del območja so značilne široke ravnice s plitvim vodonosnikom ter pestra biotska raznovrstnost. Vzdolž reke se nahaja več manjših naselij, ki so zaradi hudourniškega značaja Iške poplavno ogrožena.

Ob vznožju strmih pobočij Krima in okoliških hribov je reka Iška v apnenčasto-dolomitno podlago zarezala 300 do 400 metrov globoko sotesko Iški vintgar, ki je priljubljena izletniška točka za sprehajalce, pohodnike in plezalce. Na prehodu iz ozke doline Iškega vintgarja na prostrano ravnino Ljubljanskega barja je reka skozi čas zaradi zmanjšanega padca in posledične izgube erozijske in transportne moči nanosila velike količine sedimenta. Do 100 m debela plast odloženega grobozrnatega drobirja (proda, peska in melja) predstavlja enega najbogatejših vodonosnikov Ljubljanskega barja – t. i. Iški vršaj.

Vršaj reke Iške se razprostira med naseljema Tomišelj in Ig. Gre za nekoliko dvignjen svet, ki leži nad povsem uravnanim površjem Ljubljanskega barja in je zato varen pred stalnimi poplavami močvirnatega Ljubljanskega barja. Zato je bil od nekdaj privlačen za poselitev. Zaradi 30 do 40 cm debele, dobro prepustne in izredno rodovitne rjave prsti območje prodnatega vršaja velja tudi za

kmetijsko najprivlačnejši del ravnine Ljubljanskega barja. Poselitev je skoncentrirana na robovih vršaja, kjer so tudi številni izviri pitne vode, saj tam vršaj prehaja v močvirno barjansko ravnico.



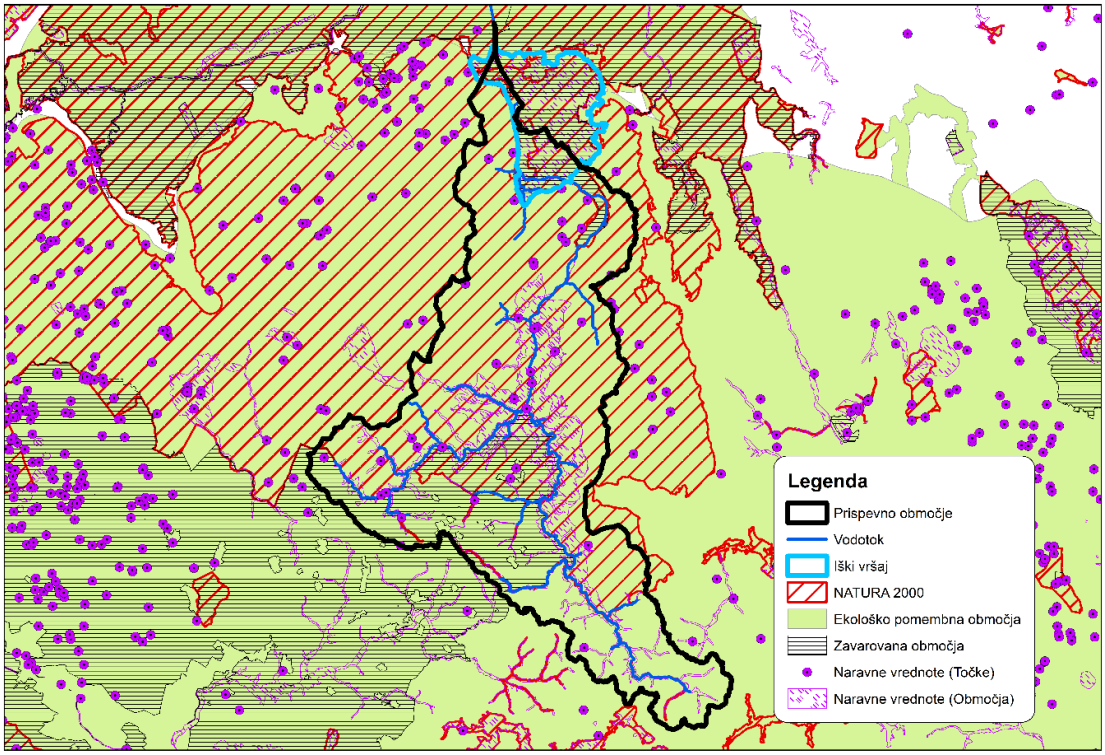
Slika 5: Prispevno območje reke Iške z Iškim vršajem (desno) in obravnavani vodonosnik (levo)

Na prispevnem območju reke Iške je prisotna cela vrsta različnih pravnih režimov oz. zavarovanj (slika 6), zaradi česar je prilagajanje rabe prostora številnim omejitvam, prepovedim in zapovedim precej zahtevno, poseganje v prostor pa omejeno – tudi v primeru nujnih sanacijskih ukrepov (npr. poseka zavarovanega gozda zaradi lubadarja).

Skoraj 90 % hribovitega prispevnega območja reke Iške prekriva gozd, ki v celoti spada pod varstvo narave, zaradi česar so posegi v vegetacijski pokrov in spreminjanje rabe v tem delu precej omejeni. V nižinskem delu Iškega vršaja prevladujejo kmetijske površine in manjša naselja. V tem delu se nahaja tudi črpališče vodarne Brest, ki s pitno vodo oskrbuje del občine Ljubljana in občine Ig. Zaradi varovanja vodnih virov je širše območje reke Iške pod vodovarstveno zaščito.

Povprečna letna količina padavin na tem območju znaša 1300–1600 mm, pri čemer se v naslednjih 100 letih zaradi podnebnih sprememb pričakuje njeno povečanje. V zgornjem delu prispevnega območja reke Iške je zaradi strmih pobočij površinski odtok velik, še posebej izven vegetacijske dobe, ko ima rastlinski pokrov manjšo sposobnost zadrževanja padavin. Odzivni čas nastopa povečanega pretoka in dolvodnih poplav na račun obilnih padavin je kratek. Zaradi regulirane struge, prekomerno zmanjšanega pretočnega profila ter hudourniškega značaja reka Iška na

območju naselij pogosto prestopi bregove. Gozd v zaledju je tako ključen pri zmanjšanju površinskega odtoka in erozije, še posebej v vegetacijski dobi.



Slika 6: Zavarovanja na prispevnem območju reke Iške

Na prispevnem območju reke Iške je prisotnih več problematik, povezanih z vodo. V prvi vrsti velja izpostaviti neoptimalno obratovanje vodnjakov črpališča Brest. Vsakič, ko se na lokaciji črpališča zamenja ali doda novo črpalko, vse teži k povečanju zmogljivosti oz. količine črpanja, ni pa jasno, ali razpoložljiva količina in kakovost podzemne vode to sploh omogočata (predvsem med ekstremnimi vremenskimi razmerami, kot so dolgotrajne suše). Težavo predstavlja tudi onesnaženost vodonosnika z desetilatrazinom kot posledica nenadzorovane uporabe gnojil in pesticidov v preteklosti.

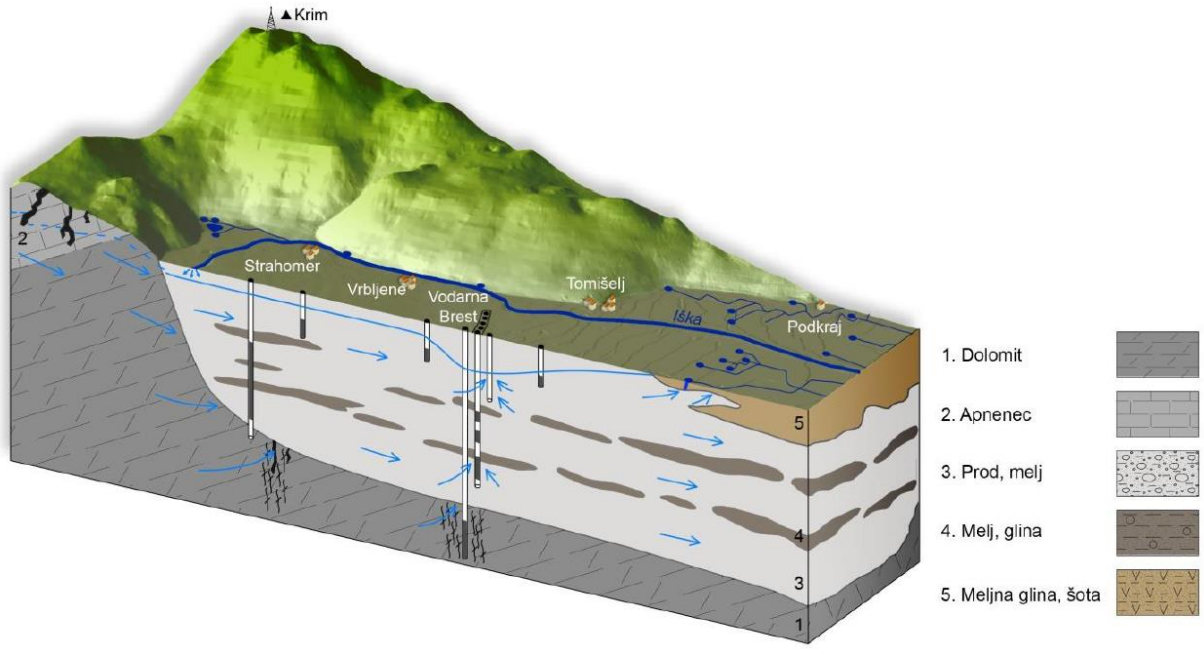
Na obravnavanem območju je prisoten tudi problem poplavljanja. Med obilnimi padavinami reka Iška pogosto prestopi bregove. To vpliva na obratovanje črpališča Brest ter na poplavno ogroženost naselja Iška vas in ostalih manjših naselij vzdolž vodotoka. Problematična je tudi prisotnost lubadarja, ki vpliva na rastlinski pokrov ter posledično na zadrževanje padavin in erozijsko ogroženost.

Zato je bil cilj projekta CAMARO-D na območju slovenskega pilotnega primera preučiti, kako lahko z različno rabo v prostoru pozitivno vplivamo na prisotne problematike, jih preprečimo oz. zmanjšamo njihovo intenziteto. V ta namen je Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani vzpostavila hidrološki in hidravlični model, Geološki zavod Slovenije pa je vzpostavil

hidrogeološki model vodonosnika obravnavanega območja. Ob podpori omenjenih modelov so bili analizirani vplivi različne rabe tal v zaledju na odtočne razmere in razsežnost poplavljanja dolvodno ter interakcije med površinskimi in podzemnimi vodami.

2.1 Hidrogeološke značilnosti vodonosnika Iškega vršaja

Ljubljansko barje je neotektonska udorina, napolnjena z jezerskimi in rečnimi sedimenti, kjer je svoj vršaj nanosila tudi reka Iška. Dinamiko podzemne vode ob reki Iški v največji meri pogojujejo hidrološke razmere v karbonatnem zaledju Krimsko-Mokrškega pogorja, ki so slabo poznane. Na območju Iškega vršaja ni ločenih vodonosnikov, le plasti z različno hidravlično prepustnostjo (različne mešanice proda in melja), vmes pa se pojavljajo leče melja in gline z zelo slabo prepustnostjo (slika 7). Plast proda, peska in melja je globoka od več deset do sto in več metrov. Matična podlaga je deloma dolomitna, deloma apnenčasta. Na zunanjem robu vodonosnik Iškega vršaja prekrivajo jezerski in barjanski sedimenti (glina in šota). Vodonosnik poleg reke Iške in podzemne vode iz kraškega zaledja napajajo tudi padavine.



Slika 7: Skica konceptualnega modela toka podzemne vode na območju Iškega vršaja (vir: Lapanje in sod., 2014)

Na območju Iškega vršaja se nahaja vodarna Brest, ki z vodo oskrbuje južni del Ljubljane, Ig in Brezovico. Vodarna obsega 11 vodnjakov, od tega 9 plitvih (do 20 m globine) in 2 globoka (do 100 m globine). Vodnjaki imajo izdatnost od 150 do 180 l/s vode. Ker je vodonosnik Iškega vršaja bolj ali manj enoten – vmes ni enovite neprepustne plasti, ki bi vodonosne plasti ločila na dva dela –

se ob nizkih vodostajih in ob sušah gladina podzemne vode precej spusti. Posledično plitvi vodnjaki, ki imajo običajno zelo velik pretok, ostanejo povsem brez vode. To se poslabšuje s klimatskimi spremembami in vse večjo porabo vode za potrebe najrazličnejših dejavnosti, vključno z vse večjimi potrebami po namakanju poljščin v sušnem obdobju leta.

Za Iški vršaj je zelo pomembna močna povezava površinskih in podzemnih voda, saj je vodonosnik zelo plitev in sorazmerno slabo zaščiten. Zaledje Iškega vršaja je kraško, kar pomeni, da se površinska voda neposredno steka v podzemno vodno telo preko podzemnih kanalov in razpok, ki jih je voda ustvarila v apnencu in dolomitu v dolgih geoloških obdobjih. Na območju vršaja, kjer se na globini manj kot 20 m že nahajajo bogate zaloge podzemne vode, pred onesnaženjem s površja podzemno vodo ščiti le sorazmerno tanka plast dobro prepustnih tal.

2.2 Vodarna Brest

Vodni vir za mesto Ljubljana z okolico predstavlja podzemna voda vodonosnikov Ljubljanskega polja in Ljubljanskega barja. Ljubljano in bližnja naselja oskrbuje s pitno vodo centralni vodovodni sistem, ki 90 % potrebne vode črpa iz podzemne vode Ljubljanskega polja in 10 % iz podzemne vode Iškega vršaja na južnem obrobju Ljubljanskega barja.

Vodarna Brest je bila zasnovana leta 1975, vrtanje vodnjakov in gradnja vodarne pa sta se izvajala v letih 1979 in 1980. V prvi fazi izvedbe vodarne je bila izdelana serija plitvih vodnjakov. Izdelanih je bilo 11 vodnjakov, globokih od 26 do 28 m, s skupno izdatnostjo 150 l/s. Vodnjaki zajemajo vodo holocenskega vodonosnika, ponekod pa zadnji metri filtrskih cevi segajo tudi v zgornji pleistocenski vodonosnik. Načrtovano je bilo, da se bo iz vodarne črpalo 15.000 m^3/dan, vendar je v sušnih obdobjih padla izdatnost vodarne na vsega 40 l/s.

Druga faza izgradnje vodarne je vključevala zajem podzemne vode iz pleistocenskega vodonosnika v skupni količini 80 l/s. V sistem oskrbe s pitno vodo naj bi se vključila že izdelana globoka vrtina Iš-4gl (VD Brest-4a) in načrtovan nov globok vodnjak A-1gl (VD Brest-1a) (Breznik, 1975). Vodnjaka sta globoka 106 m (VD Brest-4a) in 101 m (VD Brest-1a).

Tretjo fazo izgradnje vodarne Brest predstavlja izkop globokega vodnjaka A-2gl (VD Brest-2a) globine 101 m, izveden leta 1993. Načrtovana izdatnost vodnjaka je bila 150 l/s, vendar je izveden črpalni poskus na globokih vodnjakih A-1gl (VD Brest-1a), A-2gl (VD Brest-2a) in Iš-4gl (VD Brest-4a) pokazal, da je optimalna količina, ki naj se črpa iz vodnjaka A-2gl, med 80 in 100 l/s.

Obratovanje vodarne Brest je pogojeno z izhodnim tlakom in hidrološkimi razmerami. Izbira delujočih črpalk v plitvih vodnjakih je, glede na mesečno število opravljenih delovnih ur vsake črpalke, avtomatska. Po potrebi se vključujeta globoka vodnjaka VD Brest-2a in VD Brest-4a. Vodnjak VD Brest-1a zaradi prisotnosti visokih koncentracij desetilatrazina v podzemni vodi ni vključen v vodovodni sistem.

Vodarna Brest z vodo oskrbuje prebivalce Murgel, naselij ob Tržaški cesti od Dolgega mostu do Brezovice, Vnanjih Goric, Bresta, Tomišlja, Matene, Iške Loke, Iga in Črne vasi. Z izmeničnim

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

napajanjem oz. z mešano vodo iz vodarn Brest in Kleče se oskrbujejo Vič, Vrhovci in Brdo. Vodarna je bila v centralno vodovodno omrežje vključena leta 1981. Načrpana voda je dobre kakovosti.

Največji pomen vodarne Brest je, da predstavlja vodni vir, ki je neodvisen od Ljubljanskega polja. Če bi slučajno prišlo do onesnaženja pitne vode Ljubljanskega polja, bi bila oskrba Ljubljane s pitno vodo brez vodnega vira na Ljubljanskem barju močno ogrožena.

Bliskovita urbanizacija zaledja Ljubljane, vse večja potreba po vodi ter onesnaženje vodnih virov (kot posledica neustrezne kanalizacije in intenzivnega kmetovanja) so dejavniki, ki so v preteklosti že privedli do iskanja alternativnih vodnih virov na Ljubljanskem barju. Trend vse večje ogroženosti vodnih virov zaradi umeščanja različnih dejavnosti v prostor se nadaljuje. Prav tako lahko pričakujemo, da se bodo s klimatskimi spremembami potrebe po vodi še večale. Zato je skrbno varovanje obstoječih in vseh potencialnih novih virov pitne vode vse aktualnejše.

Vodarno Brest napaja zelo plitev vodonosnik z dobro prepustnimi zgornjimi plastmi, zato se vsako onesnaženje, npr. pretirano gnojenje ali uporaba fitofarmacevtskih sredstev, zelo hitro odraža na kakovosti podzemne vode. Prodni vršaj je zelo prepusten. Vse, kar se ne zadrži v zgornjih plasteh tal ali česar ne posrkajo rastline, se zelo hitro spere v vodonosnik in onesnaži podzemno vodo. Zato je zelo pomembno, da se gnoji ravno prav in ob pravem času.

Predhodne raziskave so pokazale, da je razpoložljivost podzemne vode v zgornjih vodonosnih slojih močno odvisna od hidroloških razmer in je v sušnih razmerah nižja od prvotno ocenjene (Bizjak in sod., 1981). Zajem podzemne vode s plitvimi vodnjaki med takšnimi razmerami je omejen. Dodatno tveganje za delovanje vodarne Brest je povezano s poplavnimi dogodki, ki lahko povzročijo onesnaženje pitne vode.

2.3 Razvoj poselitve

Najstarejša arheološka sled človeka na Ljubljanskem barju je iz dobe med starejšo in mlajšo kameno dobo. Ig z okolico je bil dokazano poseljen že pred najmanj 6000 leti, saj so tu našli ostanke bivališč koliščarjev, drevakov ter odlično izdelane, črno žgane, fino zglajene lončene posode, okrašene z vrezi.

Ižanska pokrajina je znana tudi po številnih najdbah iz antičnega rimskega obdobja, saj je bilo na območju Iga in Iškega vršaja najdenih preko 120 rimskih kamnitih nagrobnikov, ki so danes vzidani v stene ljubljanske stolnice, v cerkvi na Igu, ižanskem gradu, nekaj pa jih je shranjenih v cerkvici sv. Mihaela v Iški vasi kot lapidarij. Nagrobniki so bili največkrat izkopani pri obdelovanju polj in pogosto porabljeni kot gradbeni material. Po antičnih najdbah se Ig uvršča na četrto mesto v Sloveniji, takoj za Ptujem, Ljubljano in Celjem.

Antična odkritja nakazujejo, da so na lokaciji večine današnjih naselij Iškega vršaja že v antiki obstajali zaselki ali posamezne kmetije. Ig z okolico je imel v rimskem obdobju status domačega mesta. Šlo je za večjo vaško naselbino v sklopu emonskega kolonialnega teritorija. V antični Ig se je iz Emone prišlo po Ljubljanici in potem po Iščici do Iga, kjer sta bila pristanišče in nakladališče.

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

Ig je Emono oskrboval s stavbnim lesom, sicer pa je bilo na območju antičnega Iga poleg kmetijstva in gozdarstva razvito še oglarstvo, kovaštvo, kamnoseštvo, lov in brodarstvo.

Za varstvo Iga kot pomembne naselbine je bila v 4. stoletju postavljena trdnjava na Golem, kjer je bila nastanjena kohorta z okoli 800 vojaki, na Pungartu pa so stala svetišča tako državnih rimskih kot tudi domačih bogov.

V rimskem obdobju so se naselja in zaselki po vsej verjetnosti oskrbovali z vodo iz Iške in Iščice ter številnih izvirov na stiku Iškega vršaja in Ljubljanskega barja, kjer se nahaja tudi večina današnjih naselij.

Na Igu so se s pitno vodo oskrbovali iz vodnjakov in izvirov vse do leta 1929, ko so se priklopili na Ljubljanski vodovod in vodo iz vodarne Kleče. Vodarna Brest je bila zgrajena šele leta 1980. Kmalu po tem je bila zgrajena tudi prva kanalizacija s čistilno napravo, ki pa je bila leta 2013 posodobljena, saj stara ni dosegala zakonsko predpisane stopnje čiščenja.

2.4 Soočanje s problematiko poplav

Z rastjo srednjeveške Ljubljane kot centra Kranjske se je v poznem srednjem veku pojavil problem rednih poplav, ki je pomenil resno nevarnost mestu. Ko je v 16. in 17. stoletju Nizozemska dosegla neverjeten razvoj in stopnjo znanja obvladovanja vode z gradnjo nasipov, regulacijo vodotokov in gradnjo izsuševalnih kanalov, se je to znanje širilo po vsej Evropi. V Ljubljani so se v tem obdobju začeli ukvarjati z idejo o regulaciji Ljubljanice in izsuševanju barja med Igom in Ljubljano z namenom zmanjšanja nevarnosti poplav.

V želji, da bi Ljubljansko barje postalo žitnica Habsburške monarhije, je Marija Terezija naročila njegovo izsušitev. Prvi uspešen poskus izsušitve Barja med Vičem in Brezovico tako sega v drugo polovico 18. stoletja. Priprava načrtov za izvedbo kanala in poglobitev Ljubljanice je bila zaupana Gabrijelu Gruberju. Leta 1772 se je začela gradnja Gruberjevega kanala, ki je trajala do leta 1780. Izsušitev barja za potrebe kmetijstva ni bila uspešna in dela so se ustavila za nadaljnjih 30 let.

Industrijska revolucija v 19. stoletju je pocenila gradnjo kanalov. Posledično je mesto Ljubljana naročilo nadaljevanje regulacijskih del na Ljubljanici in Gruberjevem kanalu ter osuševalnih del na Barju. V tem obdobju je bila zgrajena tudi Ižanska cesta. Leta 1825 se je začela načrtna kolonizacija Barja z zasnovo in poselitvijo Črne vasi. Ker tudi drugi poskus izsušitve Barja ni bil uspešen, so se namesto s kmetijstvom priseljenci začeli množično ukvarjati z izkopavanjem šote. To pa je poplavnost še povečalo, saj šota ni več zadrževala vode.

Kljub vsem izvedenim posegom so poplave ostale nerešen problem, zato so se konec 19. stoletja ponovno lotili poglabljanja Ljubljanice in Gruberjevega kanala, a je dela prekinila vojna. Leta 1930 so se dela nadaljevala s Plečnikovo preureditvijo Ljubljanice.

Povprečni letni pretok reke Iške znaša 0,4 m^3/s. Do septembrskih poplav leta 2010 je maksimalni pretok reke, zabeležen marca 1975, znašal 128 m^3/s. Rekordni pretok (327 m^3/s) je reka Iška dosegla 18. septembra 2010. Takrat je poplavila kraj Iška ter delno Iško vas, Strahomer, Vrbljene in Tomišelj, kjer je prestopila nasip in prodrla proti naseljema Brest in Matena. Zanimivo je tudi

to, da je reka nekaj dni pred omenjenim dogodkom na odseku med Iško vasjo in Strahomerom za dober dan izginila. Dogodek iz leta 2010 je pokazal, da procesi, ki so izoblikovali Iški vršaj, še zdaleč niso končani in da se ob izrednih dogodkih še vedno lahko zgodijo obsežne poplave, ki lahko s seboj prinesejo in odložijo tudi kamninski drobir. Odloženi material lahko dvigne dno struge. Posledično se lahko Iška prej izlije in poplavlja. Zaradi klimatskih sprememb lahko pričakujemo, da bo pogostost tovrstnih izrednih dogodkov vse večja.

Poplave Iškega vršaja in doline reke Iške so hudourniškega značaja, medtem ko gre na Ljubljanskem barju za redne rečne poplave, pogojene tako z zalednimi kot tudi z lastnimi padavinskimi vodami. Poplave predstavljajo poseben problem za vodarno Brest, saj ob poplavah ta ne more obratovati. Če vodnjake zalije poplavna voda s površja, se voda v njih kontaminira in je posledično slabše kakovosti. To pa ni edini problem, ki ga povzročajo poplave. Ker poplavni tok na svoji poti spira najrazličnejše snovi, so poplavne vode lahko zelo onesnažene. Velika količina poplavne vode oz. njen visok vodostaj povzroči tudi hitrejše pretakanje skozi tla v podzemlje, s tem pa se lahko v globlje plasti tal in v sam vodonosnik vnesejo tudi onesnažila, ki bi se sicer zadržala v višjih plasteh.

2.5 Raba prostora in ogroženost vodnih virov

Ljubljansko barje nudi številne ekosistemske storitve. Zadržuje in čisti vodo, s svojo biotsko raznovrstnostjo predstavlja zakladnico zdravilnih zelišč, s svojo slikovito pokrajino pa nudi številne možnosti rekreacije.

Prodnati Iški vršaj velja za kmetijsko najprivlačnejši del ravnine Ljubljanskega barja zaradi svoje rodovitne rjave prsti. Zato je poselitev skoncentrirana na robovih vršaja, osrednji del pa je namenjen poljedelstvu. Ker se na tem območju nahaja tudi vodarna Brest z vrtinami za črpanje pitne vode, veljajo za kmetijstvo stroge omejitve in prepovedi pri rabi fitofarmacevtskih sredstev in gnojil. Prepovedi in omejitve veljajo tudi za druge dejavnosti. Kljub temu ima vodarna občasno probleme s kakovostjo načrpane pitne vode. Eden izmed tovrstnih problemov je prisotnost desetilatrazina v globokem delu vodonosnika, ki predstavlja produkt razgradnje atrazina. Gre za stara bremena, saj je ta nevarni herbicid v Sloveniji prepovedan že od leta 2003. Ob poplavah so v pitni vodi občasno prisotni tudi lahko hlapni ogljikovodiki neznanega izvora in gnojila.

V Sloveniji je podzemna voda glavni vir za oskrbo s pitno vodo. Če je ustrezne kakovosti, zahteva priprava pitne vode enostavnejše procese, sicer je potrebna naprava za pripravo pitne vode. Da bi vodo zavarovali pred onesnaženjem, je treba okolico zajetij, kjer se črpa voda za pitje, ter celotno vplivno zaledje zajetja dobro zavarovati. Te površine imenujemo vodovarstvena območja. Ožje območje črpališča z zajetjem vode je zaščiteno z visoko ograjo, okrog zajetja pa ločimo še tri vodovarstvena območja z različno stopnjo varovanja:

1. **Najožje vodovarstveno območje z najstrožjim režimom varovanja**: na tem območju se ne sme uporabljati gnojil in sredstev za uničevanje plevelov in škodljivcev, ne sme se graditi novih cest in stavb, ne sme se sekati dreves do golosekov, izkopavati peska in gramoza ter odpirati kamnolomov.

2. **Ožje vodovarstveno območje s strogim režimom varovanja**, kjer se načeloma ne sme skladiščiti kemikalij, goriva ali drugih potencialno nevarnih snovi, ki bi lahko onesnažile podzemno vodo.
3. **Širše vodovarstveno območje z blagim režimom varovanja**, ki zajema celotno zaledje, od koder se napaja zajeti vir.

Pri podzemnih vodah v prodih in peskih meje vodovarstvenih območij določa število dni, ki jih voda potrebuje, da priteče do črpališča. Tako najožje območje določa 50 dni, ožje območje pa 400 dni. Pri podzemnih vodah v kraških kamninah, skozi katere se voda zelo hitro pretaka, meje vodovarstvenih območij določa število ur, ki jih potrebuje voda, da priteče do črpališča, in ki v primeru nenadnega onesnaženja vodnega vira še omogočajo intervencijo v manj kot 12-ih urah za najožje območje in v manj kot 48-ih urah (2 dni) za ožje območje.

3 Matematično modeliranje za ugotavljanje vpliva spremembe rabe tal na poplavno nevarnost in oskrbo s pitno vodo

Cilj modeliranja je posnemanje stanja iz narave. Zaradi kompleksnih naravnih procesov, ki jih je težko natančno posnemati, so potrebne določene poenostavitve, kljub temu pa zajamemo ključne lastnosti teh procesov, saj pojav še vedno opišemo z zadovoljivo natančnostjo. V grobem ločimo fizične in matematične modele. Z razvojem računalništva so zadnji omenjeni postali lažje izvedljivi in cenovno dostopnejši, zato danes prevladujejo.

Natančnost rezultatov modela je neposredno odvisna od natančnosti vhodnih podatkov. Če želimo, da so rezultati modela uporabni, ga moramo pravilno umeriti in v ta namen uporabiti vhodne podatke z zadostno natančnostjo. Te pridobimo s pomočjo meritev in drugih terenskih analiz.

V projektu CAMARO-D smo želeli preučiti, kako lahko z različno rabo tal na prispevnem območju reke Iške in Iškega vršaja pozitivno vplivamo na prisotne problematike, jih preprečimo oz. zmanjšamo. V ta namen je Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani vzpostavila hidrološki in hidravlični model, Geološki zavod Slovenije pa je vzpostavil hidrogeološki model obravnavanega območja. Ob podpori omenjenih modelov so bili analizirani vplivi različne rabe tal v zaledju na odtočne razmere in razsežnost poplavljanja dolvodno ter interakcije med površinskimi in podzemnimi vodami.

3.1 Scenariji

Ker je prihodnost nepredvidljiva, z modeli običajno preigravamo različne možne scenarije. Scenarij je opis pričakovanih dogodkov, sestavljen iz kombinacije smiselnih in verjetnih

predpostavk o razmerah, ki bi lahko nastopile v (bližnji) prihodnosti. Predpostavke se navadno nanašajo na različne dejavnike oz. vzroke, ki sprožijo nek scenarij.

Preglednica 1: Predstavitev obravnavanih scenarijev

Številka scenarija	Povratna doba 4-urnih padavin (v letih)	Spremembe pokrovnosti zaledja	Podnebne spremembe
1	2	10-% zaraščanje (mešani gozd)	-
2	5	10-% zaraščanje (mešani gozd)	-
3	20	10-% zaraščanje (mešani gozd)	-
4	2	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	-
5	5	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	-
6	20	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	-
7	2	80-% redčenje	-
8	5	80-% redčenje	-
9	20	80-% redčenje	-
10	2	10-% zaraščanje (mešani gozd)	Optimistični scenarij
11	5	10-% zaraščanje (mešani gozd)	Optimistični scenarij
12	20	10-% zaraščanje (mešani gozd)	Optimistični scenarij
13	2	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	Optimistični scenarij
14	5	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	Optimistični scenarij
15	20	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	Optimistični scenarij
16	2	80-% redčenje	Optimistični scenarij
17	5	80-% redčenje	Optimistični scenarij
18	20	80-% redčenje	Optimistični scenarij
19	2	10-% zaraščanje (mešani gozd)	Pesimistični scenarij
20	5	10-% zaraščanje (mešani gozd)	Pesimistični scenarij
21	20	10-% zaraščanje (mešani gozd)	Pesimistični scenarij
22	2	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	Pesimistični scenarij
23	5	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	Pesimistični scenarij
24	20	10-% zaraščanje (iglasti gozd)	Pesimistični scenarij
25	2	80-% redčenje	Pesimistični scenarij
26	5	80-% redčenje	Pesimistični scenarij
27	20	80-% redčenje	Pesimistični scenarij

V projektu CAMARO-D smo za analize vpliva pokrovnosti v zaledju reke Iške na odtočne razmere obseg poplavljanja ter interakcijo med površinskimi in pozemnimi vodami določili tri skupine

dejavnikov, ki bi lahko vplivale na razmere v bližnji prihodnosti. To so različne povratne dobe ekstremnih padavin, možne spremembe pokrovnosti v zaledju in pričakovane podnebne spremembe.

Izvedena hidrološka študija je pokazala, da so z vidika doseganja maksimalnih pretokov reke Iške na območju Iškega vršaja najbolj neugodne 4-urne padavine. Ker smo z modeliranjem želeli analizirati vpliv razmeroma pogostih padavinskih dogodkov, smo za oblikovanje scenarijev izbrali tri različne povratne dobe 4-urnih padavin: 2, 5 in 20 let.

Zaradi številnih pravnih režimov oz. zavarovanj na prispevnem območju reke Iške (slika 6) je antropogeno spreminjanje rabe tal v zaledju precej omejeno. Posledično smo pri oblikovanju scenarijev lahko upoštevali samo naravne procese, kot so zaraščanje z mešanim in iglastim gozdom ter redčenje gozda v primeru naravnih nesreč, kot so žledolom, vetrolom, požar ali napad lubadarja.

Pri oblikovanju scenarijev smo upoštevali tudi pričakovane podnebne spremembe. Po zmerno optimističnem in pesimističnem scenariju izpustov toplogrednih plinov naj bi se do konca 21. stoletja v Sloveniji višina padavin znatno povečala (ARSO, 2018). V primeru obeh scenarijev naj bi povprečno povečanje letnih padavin konec stoletja v primerjavi z obdobjem 1981–2010 znašalo do 20 %. Še bolj naj bi se padavine povečale pozimi. V projektu CAMARO-D smo upoštevali povečanje povprečnih padavin za 7 % (optimistični scenarij) oz. 14 % (pesimistični scenarij).

S kombinacijo vseh zgoraj naštetih dejavnikov smo oblikovali 27 različnih scenarijev, predstavljenih v preglednici 1.

3.2 Hidrološko modeliranje

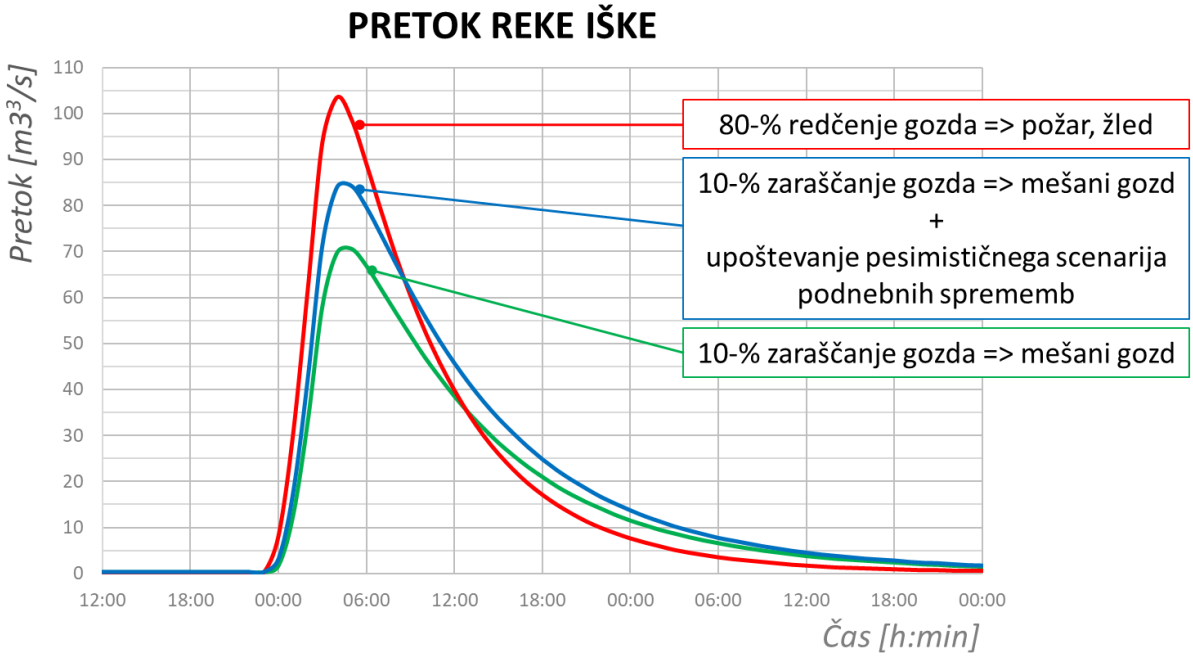
Glavni namen hidrološkega modeliranja je posnemanje naravnih procesov kroženja vode. Hidrološki modeli običajno obravnavajo le del vodnega kroga, npr. kako padavine generirajo površinski odtok in oblikovanje visokovodnega vala. Rezultate modela predstavljajo pretoki v strugi v odvisnosti od časa (t. i. hidrogrami).

Hidrološki model prispevnega območja reke Iške je bil postavljen v orodju HEC-HMS (USACE, 2018). Najpomembnejši vhodni podatek, potreben za vzpostavitev hidrološkega modela v omenjenem orodju, predstavljajo padavine. Za potrebe projekta CAMARO-D so bili pridobljeni podatki o dnevnih in urnih meritvah na lokaciji petih meteoroloških postaj v bližini prispevnega območja reke Iške. Za umerjanje hidrološkega modela je bilo treba pridobiti tudi pretoke, izmerjene na vodomerni postaji Iška vas. Pri tem sta bila pomembna časovno ujemanje meritev in enaka časovna resolucija podatkov (urne padavine – urni pretoki).

Podatki o padavinah so bili pridobljeni s spletne strani ARSO, pri čemer so se upoštevale padavine s krajšo povratno dobo kot običajno, saj smo želeli analizirati poplavne dogodke, ki nastopajo pogosteje. Podatki o topografskih značilnostih prispevnega območja in struge reke Iške so bili pridobljeni z obdelavo LIDAR podatkov v orodju ArcGis. Za določitev rabe tal so bili uporabljeni podatki Corine Land Cover.

Rezultate hidrološkega modeliranja predstavlja 27 hidrogramov oz. pretokov reke Iške na lokaciji vstopa na območje Iškega vršaja. Število hidrogramov sovpada s številom obravnavanih scenarijev. Hidrogrami so bili uporabljeni kot vhodni podatek v hidravlični model.

Graf na sliki 8 prikazuje tri izbrane hidrograme oz. pretoke za različne rabe tal ob padavinah s povratno dobo 20 let. Največji površinski odtok se pojavi v primeru zmanjšanja gozdnega pokrova, npr. zaradi požara, žledoloma ali lubadarja. Pesimistični scenarij podnebnih sprememb napoveduje večji pretok Iške zaradi pričakovanih intenzivnejših nalivov. Z grafa je razvidno, da lahko 20-% razlika v zarasti gozdnega pokrova vodi v povečanje pretoka za kar 32 m^3/s. Ta podatek je bil izredno zanimiv gozdarjem, ki so bili v projekt CAMARO-D vključeni kot deležniki v prostoru.



Slika 8: Rezultati treh izbranih (reprezentativnih) scenarijev v obliki hidrogramov

Hidrogrami torej pokažejo, kakšni visokovodni pretoki in s kakšno dinamiko dotekajo na obravnavano območje. Ko pretok preseže pretočno sposobnost struge vodotoka, se prične poplavljanje obvodnega prostora in govorimo o stopnji oz. nevarnosti poplave.

3.3 Hidravlično modeliranje

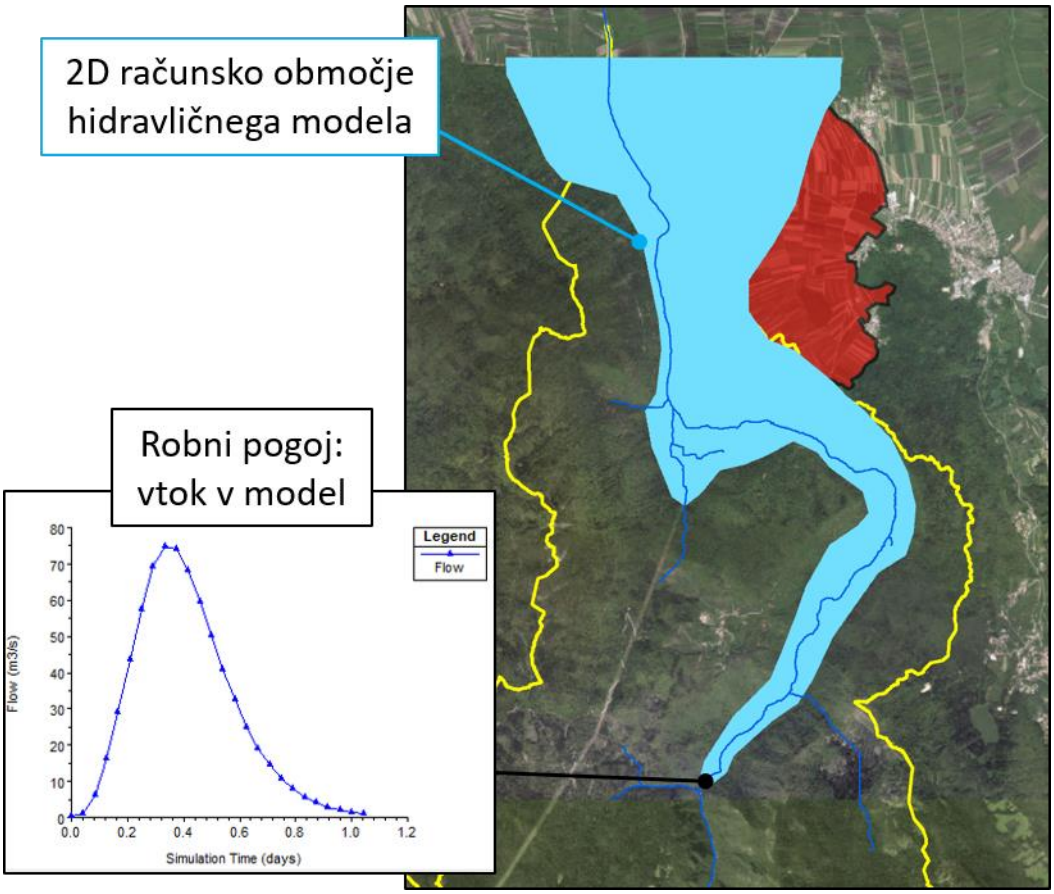
Cilj hidravličnega modeliranja je čim natančneje opisati tok vode na obravnavanem območju. Hidravlični modeli so zelo raznovrstni, zato se bomo v nadaljevanju omejili le na numerične (matematične) modele. Z njimi lahko modeliramo tok s prosto gladino (v strugi in kanalizacijskih ceveh), tok pod tlakom (v vodovodnih ceveh, kanalizaciji idr.) ali tok podzemne vode. Nekateri

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

hidravlični modeli omogočajo tudi modeliranje z vodnimi tokovi povezanega premeščanja plavin in onesnažil.

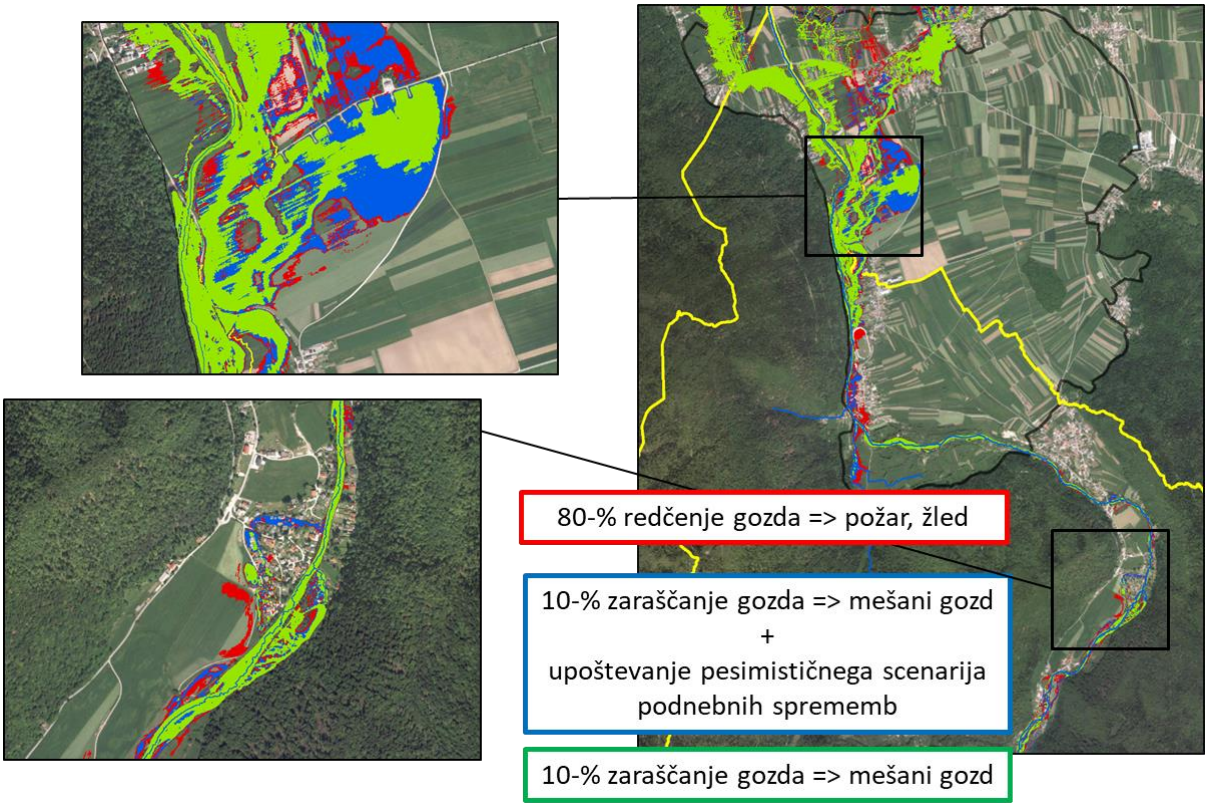
Pri hidravličnem modeliranju se zaradi obsežnosti običajno ne modelira celotnega porečja, pač pa se podrobno obravnava le izbran odsek vodotoka oz. območja, katerega lastnosti se zajamejo z izbrano gostoto numerične mreže. Hidravlični model nam za vsako numerično celico znotraj modela omogoča izračun npr. vrednosti globin in hitrosti vode, za podane robne in začetne pogoje. Rezultate hidravličnega modela se lahko uporablja v različne namene, npr. za napovedovanje poplav, načrtovanje protipoplavnih ukrepov, na področju prostorskega načrtovanja itd.

Na sliki 9 je z modro barvo prikazano računsko območje hidravličnega modela reke Iške. Za postavitev modela je bilo treba numerično zapisati geometrijo terena, ki vključuje natančno geometrijo struge, in geometrijo objektov v prostoru. Treba je bilo določiti tudi rabo tal, na podlagi katere je bil podan Manningov koeficient hrapavosti. S tem zajamemo vpliv upora tal vodnemu toku, torej vpliv zemeljskega površja in stvari (zarasti, zgradb ipd.) na njem.



Slika 9: Računsko območje hidravličnega modela Iške (obarvano modro) in vodonosnika (obarvano rdeče). Oblika visokovodnega vala (levo spodaj) pokaže lastnosti procesa, ki potuje dolvodno.

Rezultati predhodnega hidrološkega modela, tj. hidrogrami oz. pretoki v odvisnosti od časa, so robni (gorvodni) pogoji hidravličnega modela, ki podajo lastnosti procesa, ki potuje dolvodno. Pri posameznem scenariju je bil upoštevan pripadajoč vhodni hidrogram. Primeri vhodnih hidrogramov, izbranih za podrobnejše analize, so prikazani na sliki 8.



Slika 10: Rezultati hidravličnega modela za tri izbrane scenarije s podrobnejšim prikazom razmer na vodarni Brest in v Iški vasi.

Slika 10 (desno) prikazuje rezultate hidravličnega modela za tri izbrane scenarije, pri katerih se pojavijo visokovodne razmere, prikazane na sliki 8: vpliv žledoloma, katerega posledica je največji obseg poplav, ter vpliv zaraščanja z mešanim gozdom z oz. brez upoštevanja podnebnih sprememb. Z rdečo barvo je prikazan doseg najobsežnejših poplav, ki bi nastopile v primeru žledoloma oz. zmanjšanja gozdnega pokrova in padavin z 20-letno povratno dobo. Levo na sliki 10 pa je za te tri scenarije še podrobno prikazano poplavljanje na območju vodarne Brest in Iške vasi. Slika poplavne nevarnosti je izhodišče za ugotavljanje poplavne ogroženosti objektov in prebivalcev, poznavanje poplavljanja na širšem območju črpališča Brest pa je ključno zaradi zaščite vrtin pred zalitjem (vdor vode neposredno v vodnjak) oz. nevarnosti odloženih onesnaženj na površinah neposredno ob črpališču. Prikaz je podan le za pogostejše poplavljanje (Q20), zato bo treba za črpališče obravnavati še razmere ob višjih pretokih (npr. Q100), ki so sicer redkejši, a pomenijo večjo stopnjo nevarnosti za obratovanje vodarne. Nevarnost poplavljanja ob različnih

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

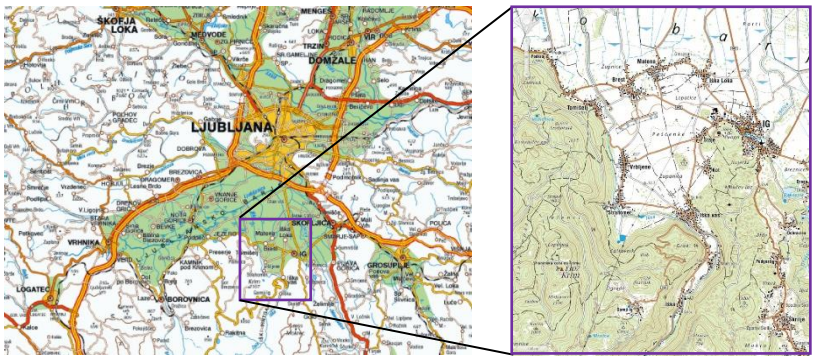
scenarijih je zato zanimiva tudi z vidika nadaljnjih raziskav interakcij med površinsko in podzemno vodo.

Na sliki 10 so torej lepo vidne dolvodne posledice zaradi sprememb pokrovnosti v zaledju reke Iške. Tu ni ločeno, ali gre za naravni ali antropogeni vzrok sprememb (npr. gozdni požar). Pomembno je, da je različnim deležnikom vidno, kako lahko večji gorvodni posek (npr. zaradi napada lubadarja), naravna katastrofa ali predvidene podnebne spremembe vplivajo na obseg poplav na že sedaj poplavno ogroženih območjih. Pomembno je spoznati tudi, kar kaže stanje v Iški vasi, da se pri različnih scenarijih lahko pojavijo tudi različne vodne poti skozi naselje. Pri zaščiti in reševanju ob poplavnih dogodkih je razen izkušenj iz preteklih dogodkov pomembno iz rezultatov posameznih scenarijev razbrati tudi možna druga stanja poplavne nevarnosti.

3.4 Hidrogeološko modeliranje

Namen izdelave numeričnega modela vodonosnika Iškega vršaja je bil določiti povezavo podzemne vode Iškega vršaja z reko Iško ter njenimi zalednimi vodami. Z modelom je bil ocenjen odziv na ekstremne hidrološke razmere. Zanimalo nas je, kako visoke vode in sušna obdobja vplivajo na količinsko stanje podzemne vode na območju Iškega vršaja. Z modeliranjem smo preverili vpliv režima črpanja na znižanje gladine podzemne vode na območju vodnjakov vodarne Brest.

Območje modela obsega ravninski del Ljubljanskega barja, ki ga na jugu omejuje gričevnato, hribovito in deloma planotasto površje, ki proti jugu prehaja v Krimsko hribovje (slika 11). Glavni površinski vodotok na območju modela je reka Iška, ki je na južnem, karbonatnem obrobju Ljubljanskega barja izoblikovala dolino, po kateri teče še danes. Na stiku z ravnino je reka odložila nanose v obliki obsežnega vršaja, ki je na območju med Tomišljem in Igom sestavljen iz več deset metrov debelih plasti proda, peska in melja. Na stiku karbonatnega obrobja z ravnino so značilni kraški izviri, kot je izvir Ižice v središču Iga.



Slika 11: Območje modeliranja (vir: Geopedia.si, 10. 5. 2018)

Numerični model vodonosnika temelji na hidrogeološkem konceptualnem modelu območja Iškega vršaja, ki so ga opisali že Lapanje in sodelavci (2014). Ugotovljeno je bilo, da slabo prepustni drobnozrnati vršajni, jezerski in barjanski sedimenti (pesek, glina in šota) nastopajo kot leče in vložki (tj. kot delno zaporna plast) in ne kot sklenjena plast po celotnem prerezu Iškega vršaja. Avtorji domnevajo, da je vodonosnik zaradi razlik v prepustnosti v vertikalni smeri notranje stratificiran. Vršajni nanosi Iškega vršaja so mlajše pleistocenske starosti (Horvat in sod., 2013). Mlajši pleistocenski do holocenski prod (ni še točno določeno) je odložen le v območju sedanje struge reke Iške in mlajšem vršajnem delu severno od Tomišlja.

Vodonosnik v Iškem vršaju se napaja s ponikanjem reke Iške, infiltracijo padavin ter posredno z infiltracijo padavin na Krimskem hribovju, ki napajajo karbonatni vodonosnik v zaledju in podlagi Iškega vršaja. Iz karbonatnega vodonosnika se podzemna voda pretaka v prodni zasip Iškega vršaja. Kljub temu da med prodnim zasipom in dolomitnim vodonosnikom v podlagi ni izrazitih zapornih plasti (lahko so le na manjših omejenih območjih), so območja večjega napajanja zelo verjetno omejena na razpoklinske in zakrasele cone prelomov, kot je npr. Mišjedolski prelom. Večji del podzemne vode iz karbonatnega vodonosnika Krimskega hribovja odteka zaradi strukturne lege karbonatnih kamnin, ki vpadajo proti jugozahodu, in razlike v prepustnosti med dolomitom in apnencem, proti izviru Virje. V bližini stika med apnencem in dolomitom nad obrobjem Iškega vršaja se na več mestih pojavljajo visokovodni prelivni izviri.

Del vode iz karbonatnega zaledja na stiku s prodnim zasipom Iškega vršaja odteka skozi izvire površinsko po vodotokih Iška in Ižica proti Ljubljanici. Vzvodno od Iškega vintgarja reka Iška drenira podzemno vodo, na območju toka reke po prodnem zasipu pa reka Iška napaja vodonosnik v tolikšni meri, da ob nizkih vodah tudi presahne (od Iške vasi do Strahomerja ter od Vrbljen do Tomišlja). Režim dreniranja reke Iške se je vzpostavil na območju med pritokom Izbarica iz Zatravnika do konca vasi Vrbljene, kjer se ob višjem vodnem stanju v desnem bregu struge pojavijo številni izviri. Na območju pritoka iz Zatravnika se pojavijo izviri v levem bregu struge.

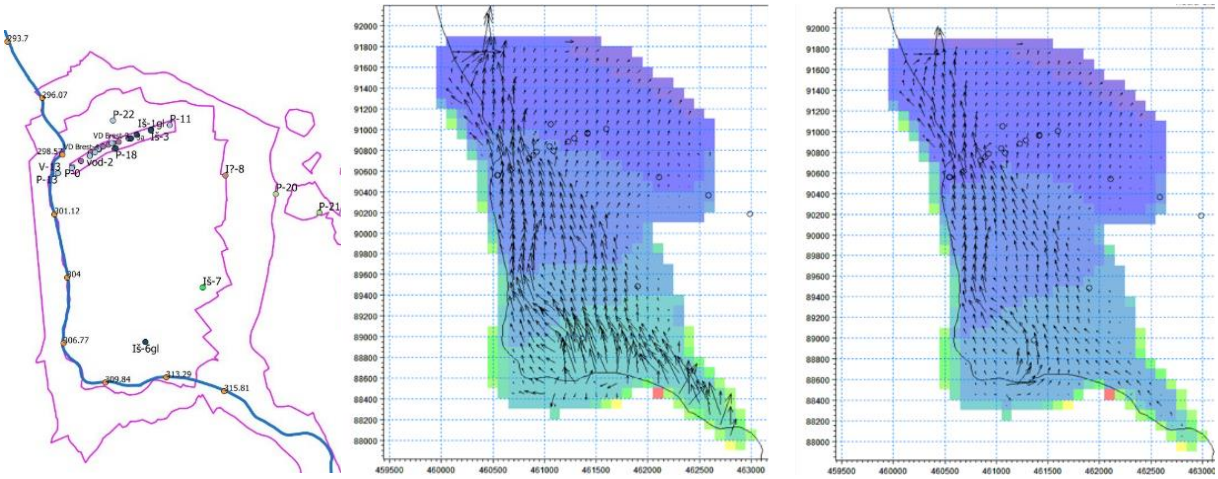
Podzemna voda v Iškem vršaju teče v splošnem proti severu, na območju severno od vasi Brest se smer toka obrne proti severovzhodu. Na stiku ali južneje od stika s krovnimi barjanskimi plastmi prihaja podzemna voda preko številnih izvirov, oken, močil in z dreniranjem v kanale na površje. Voda nato po kanalih površinsko odteka proti Ljubljanici.

Numerično modeliranje na območju Iškega vršaja smo izvedli s programskim paketom MIKE SHE/MIKE 11 (Abbot in sod., 1986; Refsgaard in Storm, 1995), ki predstavlja integrirani sistem komponent oz. modulov in omogoča modeliranje celotnega hidrološkega kroga. Območje modela je omejeno na del zaledja vodarne Brest na območju Iškega vršaja (slika 12).

Dinamika podzemne vode na območju Iškega vršaja in pretoki reke Iške so se bistveno spremenili po poplavnem dogodku 18. septembra 2010. Po tem dogodku so opazne večje amplitude nihanja podzemne vode in nižje minimalne gladine podzemne vode v sušnem obdobju (Bračič Železnik in sod., 2018). Prav tako se je spremenil pretok reke Iške, ki se je zmanjšal, predvsem bazni odtok. Hkrati s tem pojavom je bilo opaženo povečanje pretoka, predvsem baznega dela, v izviru reke Ižice. Zaradi omenjenih sprememb hidrogeoloških pogojev po letu 2010 smo pri modeliranju

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

upoštevali novejše podatke meritev in časovno omejili modeliranje na obdobje med letoma 2010 in 2016.



Slika 12: Položaji opazovalnih vrtin in profilov vodotoka Iške (rjavi krogci) z izračunanimi vodostaji ob visokih vodah (leva slika) ter simulacija toka podzemne vode v različnih hidrogeoloških razmerah, v primeru visoke (srednja slika) in nizke vode (desna slika)

Pri izdelavi modela smo uporabili dnevne podatke o: višinah padavin, izmerjenih na padavinski postaji Tomišelj (ARSO), pretokih reke Iške na hidrološki merilni postaji Iška vas (ARSO), načrpanih količinah vode iz vodnjakov na območju vodarne Brest (VOKA) in meritvah gladin podzemne vode na območju Iškega vršaja (VOKA), ki so bile uporabljene za umerjanje modela.

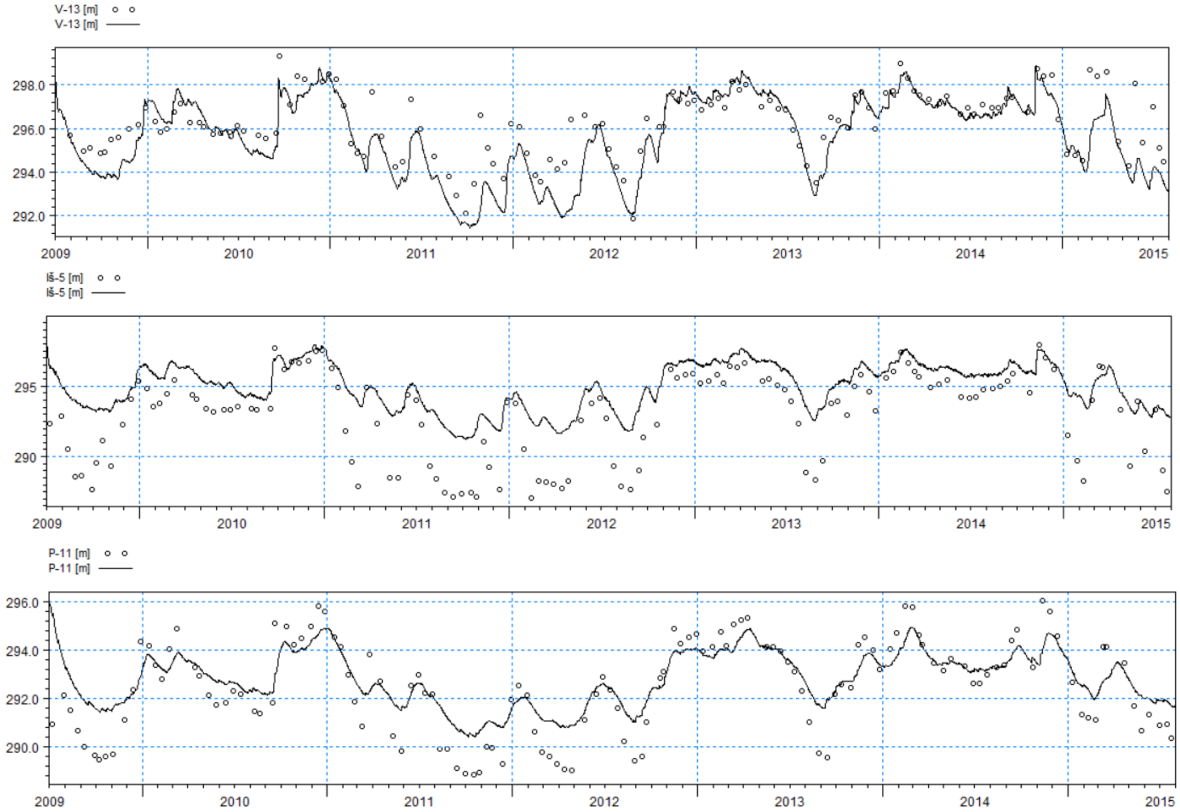
Geometrija geoloških plasti v modelu je bila izdelana na podlagi obstoječega geološkega modela (Janža in sod., 2011a). Pri izdelavi rečnega modela (MIKE 11) smo prečne profile rečne struge določili na podlagi natančnega digitalnega modela višin na osnovi LIDAR posnetkov (Janža in sod., 2011b).

S pomočjo izdelanega numeričnega modela lahko dinamično simuliramo hidrogeološke razmere na območju Iškega vršaja (slika 12). Primerjava simulirane in opazovane gladine podzemne vode (slika 13) kaže večjo zanesljivost modela pri simulaciji hidrogeoloških razmer v zahodnem delu vodarne (npr. vodnjak V-13). Odstopanja so vidna predvsem pri nižjih vodnih stanjih, ko je opazovana gladina podzemne vode nižja od modelirane (Iš-5, P-11). Celotna primerjava opazovanih in simuliranih gladin podzemne vode je na voljo v viru Janža in sod., 2019.

Za oceno vpliva visokega vodostaja reke Iške na količinsko stanje podzemne vode na območju Iškega vršaja smo kot vhodni podatek oziroma robni pogoj uporabili rezultate hidravličnega modela vodotoka Iške, ki ga je v projektu CAMARO-D izdelala Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Za osnovni scenarij smo uporabili izračunani sQnp – srednji mali pretok –, ki predstavlja zgornji robni pogoj (vtok v model MIKE 11). Scenarij predvideva konstanten pretok v velikosti 0,158

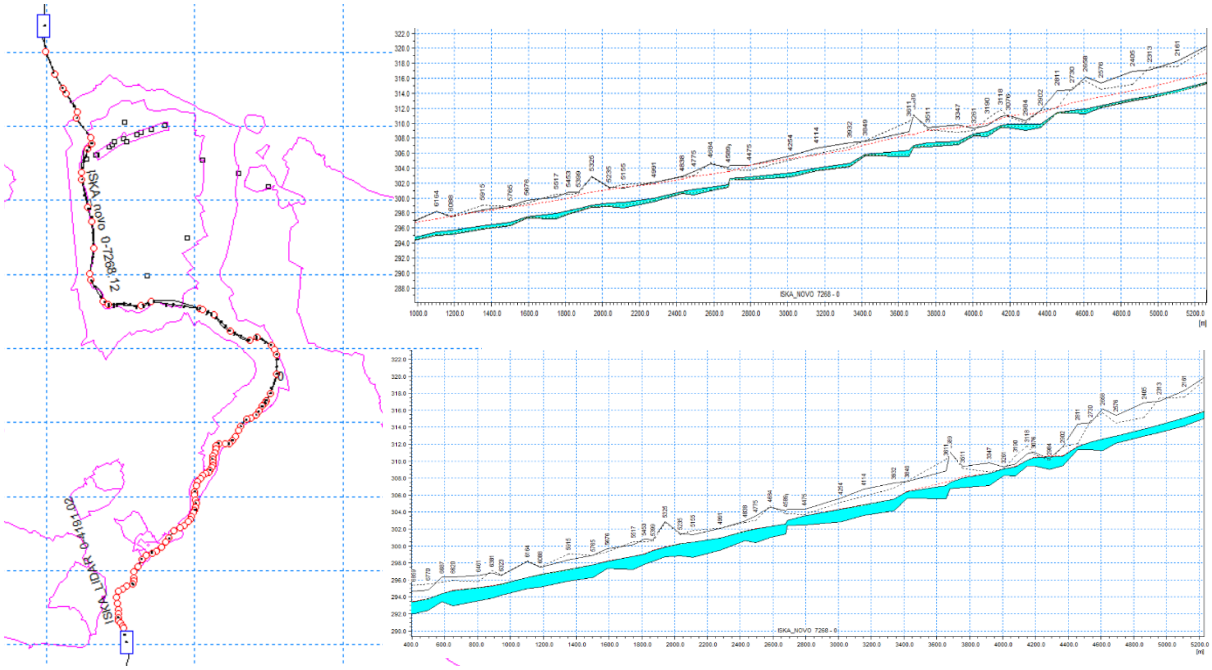
m³/s. Za simulacijo visokega vodnega stanja reke Iške smo uporabili vQ7dni – povprečni pretok najvišjega 7-dnevnega povprečja (15,175 m³/s).



Slika 13: Primerjava modelirane (polna črta) in izmerjene (krogci) gladine podzemne vode v opazovalnih vrtinah

Pretok Iške vQ7dni v modelu povzroči dvig rečne gladine (slika 14) in povečano napajanje vodonosnika Iškega vršaja. V primerjavi s scenarijem z uporabljenimi opazovanimi pretoki Iške v letu 2011 se ob upoštevanih visokih vodah napajanje vodonosnika iz Iške poveča s 147 l/s na 497 l/s.

Vpliv reke Iške na podzemno vodo smo simulirali z upoštevanjem visokega vodnega stanja, ki traja 7 dni (vQ7dni), in ga primerjali s stanjem ob srednjem malem pretoku (sQnp). Kot robne pogoje smo uporabili modelirane vodostaje ob teh stanjih na izbranih sedmih rečnih profilih (preglednica 2).



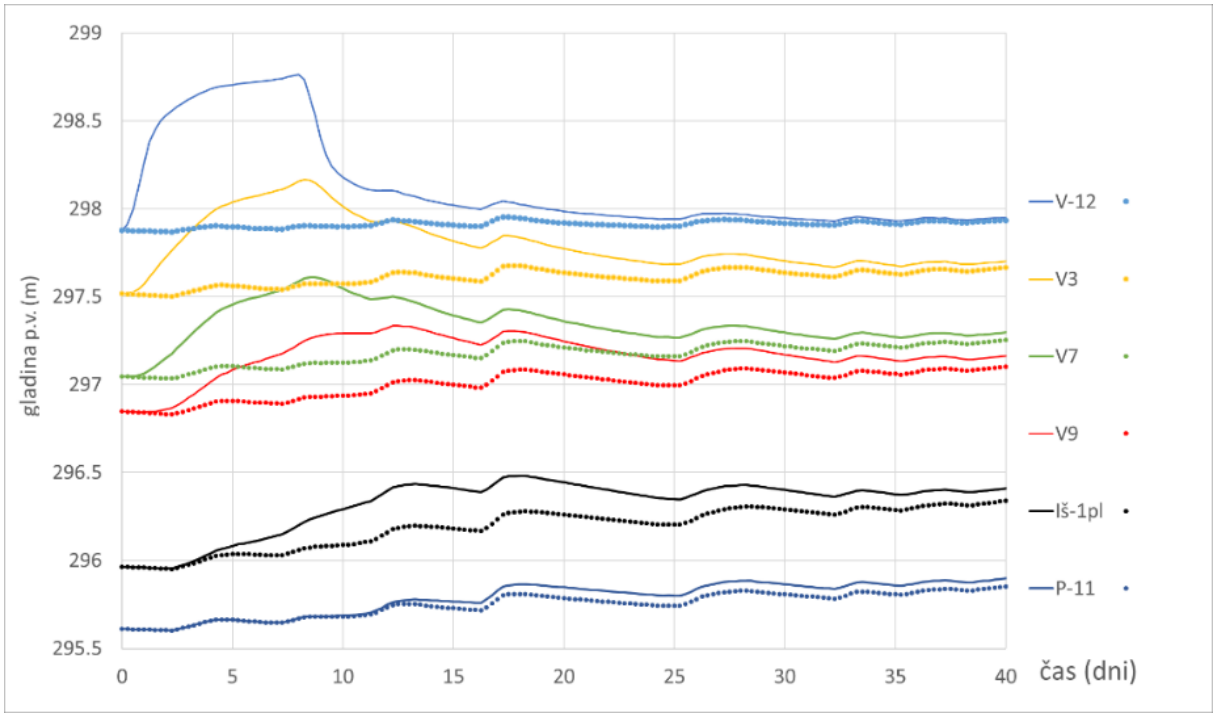
Slika 14: Model reke Iške (izdelan s programskim orodjem MIKE 11). Levo: prikaz položaja modela, desno: vzdolžni presek ob pretoku sQnp (zgoraj) in vQ7dni (spodaj).

Preglednica 2: Položaj profilov vodotoka Iške in modelirani vodostaji ob srednjem malem pretoku (sQnp) ter povprečnem pretoku najvišjega 7-dnevnega povprečja (vQ7dni)

Profil	x	y	H (m.n.v.)	
			sQnp	vQ7dni
1	462100	88520	315,2	315,8
2	461556	88648	312,6	313,3
3	460987	88601	309,2	309,8
4	460596	88967	305,8	306,8
5	460630	89584	302,8	304,0
6	460512	90175	299,8	301,1
7	460590	90733	297,5	298,6
8	460397	91261	295,2	296,1
9	460074	91789	292,6	293,7

Vpliv visokih vodostajev reke Iške na gladino podzemne vode na območju vodarne Brest se razlikuje glede na oddaljenost od reke Iške (slika 15). Na skrajnem zahodnem delu vodarne (V-12), ki je reki Iški najbližji, je dvig gladine podzemne vode skoraj sočasen z dvigom vodostaja reke Iške. Rezultati modela kažejo, da se najvišji dvig gladine podzemne vode pojavi osem dni po

začetku pojava vQ7dni in znaša več kot 80 cm. Nato v nekaj dneh hitro upade in je v treh dneh po upadu vodostaja reke Iške na tretjini najvišjega dviga. V naslednjih dneh se znižuje počasneje in se po tridesetih dneh po upadu vodostaja reke Iške izenači s prvotno gladino. Z oddaljenostjo od reke Iške se vpliv poplavnega vala pojavi z zamikom. Simulirani dvig gladine podzemne vode je manjši, vendar je opazen dlje časa. Na skrajnem vzhodnem robu vodarne (P-11) znaša dvig gladine okrog 5 cm.



Slika 15: Prikaz vpliva poplavnega vala reke Iške na gladino podzemne vode na lokaciji opazovalnih vrtin (črtkana črta – sQnp, polna črta – vQ7dni)

Prikazani rezultati simulacij vpliva poplavnega vala reke Iške na podzemno vodo odražajo zgolj vpliv tega pojava in ne upoštevajo vpliva drugih dejavnikov (npr. povečane infiltracije zaradi povečanih padavin ali poplavnih voda, povečanega napajanja vodonosnika iz kraškega zaledja), ki bi lahko bili prisotni med visokovodnim stanjem in bi lahko dodatno prispevali k dvigu gladine podzemne vode.

Izdelani numerični model vodonosnika Iškega vršaja omogoča dinamično simulacijo hidrogeoloških razmer na obravnavanem območju. Temelji na opazovanih gladinah podzemne vode in pretokih reke Iške ter privzetih robnih pogojih, ki odražajo povezavo medzrnskega vodonosnika s karbonatnim zaledjem. Tega zaradi pomanjkanja meritev ni bilo mogoče preveriti in je vir negotovosti v modelu.

Kot dodaten vir negotovosti so bile v procesu modeliranja izpostavljene vrednosti hidrogeoloških parametrov dela vodonosnika, iz katerega se zajema podzemna voda s plitvimi vodnjaki. V modelu

uporabljene vrednosti temeljijo na rezultatih črpalnih poskusov ob izvedbi vodnjakov na črpališču Brest (Bizjak in sod., 1981). Pomanjkljivosti takratnih ocen hidrogeoloških parametrov vodonosnika so pokazale tudi nedavne raziskave, v okviru katerih so bili izvedeni večstopenjski črpalni poskusi (Prestor in Svetina, 2019). Rezultati teh raziskav kažejo, da je bila prvotna izvedba črpalnih poskusov (Bizjak in sod., 1981) opravljena v razmeroma ugodnih (visoko)vodnih razmerah in da je ob večjih količinah črpanja prišlo do manjših znižanj. Na podlagi teh ugotovitev Prestor in Svetina sklepata, da je najvišji del vodonosnika (do globine 5–7 m), ki je bil takrat opredeljen kot holocenski, prepustnejši od spodnjega dela, zato so prvotno ocenjene vrednosti koeficienta prepustnosti (Bizjak in sod., 1981) za del vodonosnika, kjer se nahajajo filtrski odseki plitvih vodnjakov, precenjene. Posledično so v sušnem obdobju simulirane gladine podzemne vode na območju vodarne, razen na zahodnem delu, višje od opazovanih.

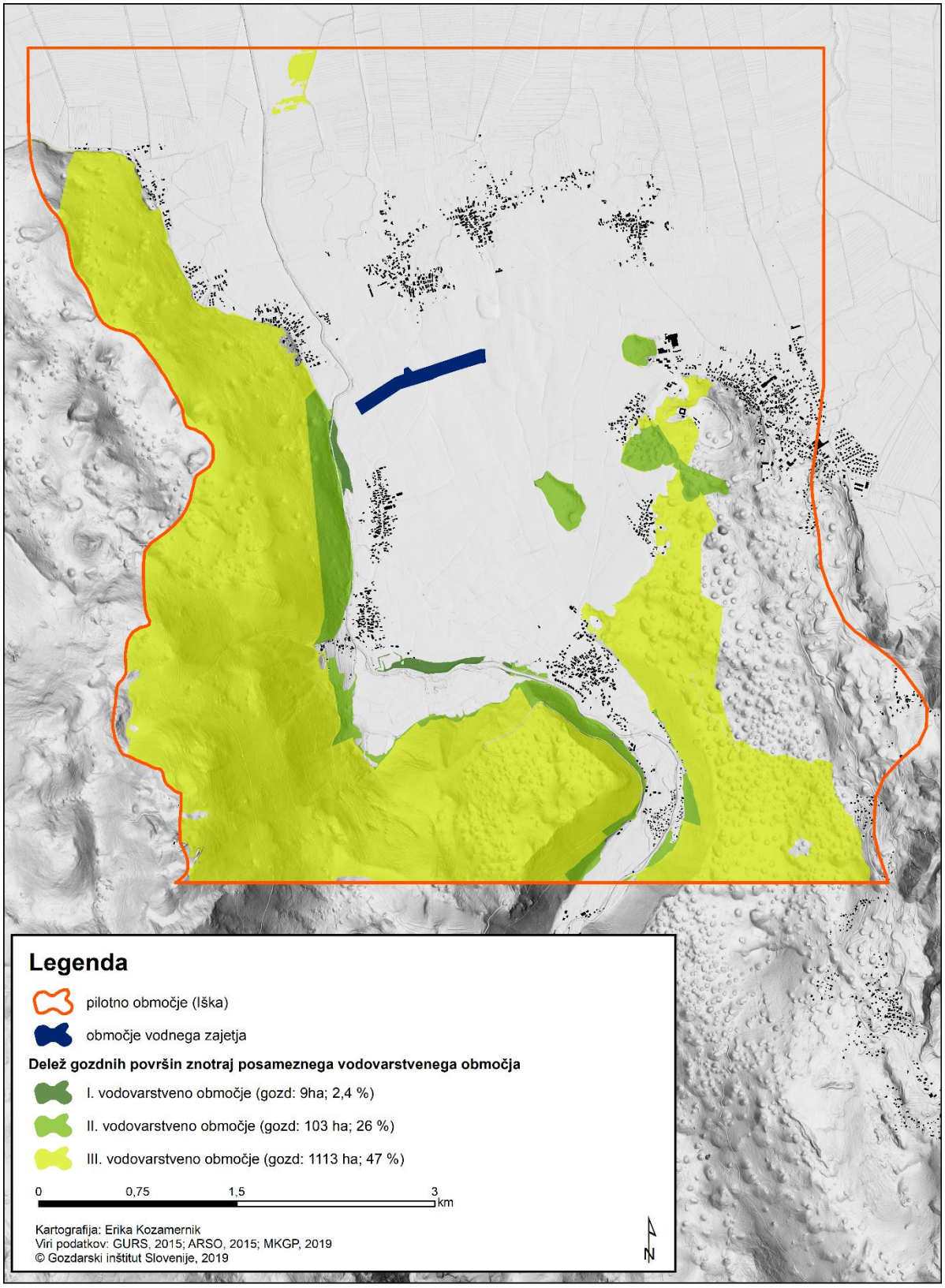
Zanesljive simulacije režima črpanja ob ekstremnih sušnih pogojih in priprave predloga optimizacije črpanja s trenutnim poznavanjem hidrogeoloških razmer sedaj še ni možno izvesti. To bo mogoče šele po posodobitvi oziroma izboljšavi hidrogeološkega modela, ko bodo znane zanesljivejše ocene oz. meritve prepustnosti delov vodonosnika, iz katerih se črpa podzemna voda s plitvimi vodnjaki (pod vrhnjo dobro prepustno plastjo, globlje od 6 m).

Rezultati modela odražajo močno soodvisnost med stanjem podzemne vode Iškega vršaja in reko Iško. Ob dolgotrajno povečanem pretoku reke Iške (npr. vQ7dni) je simulirano napajanje vodonosnika več kot trikrat višje kot v povprečnih hidroloških razmerah. Vpliv je najizrazitejši na skrajnem zahodnem delu vodarne in znaša več kot 80 cm. Z oddaljenostjo od reke Iške se vpliv pojavi z zamikom, dvig gladine podzemne vode pa je manjši, vendar opazen dlje časa. Na skrajnem vzhodnem robu vodarne znaša dvig gladine le še okrog 5 cm.

4 Ekosistemske storitve gozdov in njihova vloga pri varovanju virov pitne vode, protipoplavnem varovanju in zmanjševanju erozijske ogroženosti

Na območju Iškega vršaja, ki obsega 3460 ha, se prepletajo različne rabe tal. Od tega je 41,4 % (1431 ha) gozdov. Prevladujejo dinarski jelovo-bukovi gozdovi (Abieti-Fagetum dinaricum; Tregubov, 1957), ki predstavljajo 86 % gozda. Nahajajo se predvsem na Bloški planoti ter njenem obrobju, ki se spušča proti Ljubljanskemu barju.

Ohranjanje kakovosti in količine virov pitne vode je izredno pomembna ekosistemska storitev gozdov, še posebej tistih v urbanizirani krajini (Vilhar in sod., 2010). Gozd s svojimi gostimi krošnjami prestreže velik delež padavin. Del jih izhlapi, del odkaplja z listov in vej, del pa jih steče po deblu do gozdnih tal. Posamezen delež je odvisen tako od vrste in intenzivnosti padavin kot tudi od zgradbe gozda, drevesnih vrst, oblike dreves (Crockford in Richardson, 2000) in njihove prostorske razporeditve (Kimmins, 1997).



Slika 16: Karta gozdnih površin znotraj vodovarstvenih območij na območju Iškega vršaja

Ljubljansko barje je postalo zelo pomemben alternativni vir podzemne vode za Mestno občino Ljubljana (MOL) zaradi zaščitenosti vodonosnikov pred vplivi urbanizacije in drugimi človekovimi dejavnostmi (Urbanc in sod., 2001). Zgornji in spodnji pleistocenski vodonosnik sta zaradi glinastih plasti nad njima dobro zaščitena pred negativnimi vplivi s površja. Za onesnaženje pa je občutljivo njuno napajalno območje, ki ga predstavlja kraško območje Krimsko-Mokrškega hribovja in je uvrščeno v širše vodovarstveno območje na državnem nivoju. Gozdovi na območju Iškega vršaja z naravno ohranjeno rastlinsko sestavo in sestojno zgradbo predstavljajo pomemben filter za vnose onesnažil iz okoliških kmetijskih površin, prometnic in urbanih površin v podzemne in površinske vode (Vilhar in sod., 2010). V testnem območju v najožjem vodovarstvenem območju (VVO I) gozd prekriva 2,4 % površin, v ožjem območju (VVO II) 26 %, v širšem območju (VVO III) pa kar 47 % (slika 16) (Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega barja in okolice Ljubljane, 2007, 2008, 2012).

4.1 Protipoplavna vloga gozdov

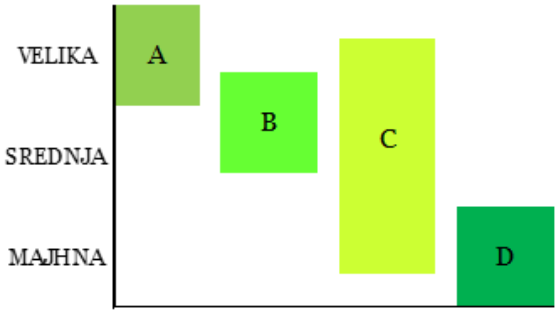
Gozdovi imajo pomembno vlogo tudi z vidika varovanja pred poplavami. Učinek gozda na zadrževanje vode je omejen na obdobja, ko tla niso nasičena z vodo. Gozdovi lahko zmanjšajo možnost pojava visokih voda ob krajših in manj intenzivnih padavinah, ne morejo pa preprečiti pojava poplav ob intenzivnejših padavinskih dogodkih na velikem območju (Chang, 2003). Na sliki 17 je prikazan vpliv stanja gozda na zadrževalno sposobnost tal za vodo glede na količino padavin (Vilhar in Fajon, 2007).

Zadrževalna sposobnost tal za vodo je odvisna tako od lastnosti tal kot tudi od stanja oz. ohranjenosti gozda. Na globokih, normalno prepustnih tleh je sposobnost tal za zadrževanje vode največja, ne glede na stanje gozda (razred A). Vpliv gozda na zadrževalno sposobnost tal za vodo je največji na globokih, slabše prepustnih tleh (razred C). Površine, ki sodijo v razred C, imajo zato prioriteto pri gozdnogojitvenih ukrepih. Na tleh z majhno sposobnostjo tal za zadrževanje vode ne glede na stanje gozda (razred D), kjer so tla izredno plitva, izredno prepustna ali izjemno namočena, pa je pomembnejše zagotavljanje stalne pokrovnosti z vegetacijo. Z gozdnogojitvenimi ukrepi na površinah razreda D ne bomo bistveno vplivali na sposobnost tal za zadrževanje vode, lahko pa prispevamo k zmanjšanju površinskega odtoka in s tem erozije tal.

4.2 Vloga gozdov pri zmanjševanju erozijske ogroženosti

Erozija je proces razdiranja tal zaradi delovanja zunanjih sil (Horvat, 2001). Povzročajo jo voda, led, sneg, veter in težnost. V slovenskem prostoru so erozijski procesi dokaj intenzivni zaradi kombinacije velike erozijske moči padavin ter hribovitosti oziroma visokih naklonov pobočij (Panagos in sod., 2015). Letna izguba tal zaradi erozije v Sloveniji znaša v povprečju 7,4 t/ha, kar jo uvršča na drugo mesto med evropskimi državami (takoj za Italijo z 8,5 t/ha/leto in pred Avstrijo s 7,2 t/ha/leto). Erozijski pojavi so prisotni na 44 % površine Slovenije. Glavni dejavniki, ki

vplivajo na intenzivnost vodne erozije, so padavine, tip tal, topografija, raba tal ter posegi v prostor (Panagos in sod., 2015).



A – Rastišča na globokih, normalno prepustnih tleh: velika zadrževalna sposobnost tal za vodo, neodvisna od ohranjenosti gozda.

B – Rastišča na srednje globokih, normalno prepustnih tleh: srednja zadrževalna sposobnost tal za vodo, neodvisna od ohranjenosti gozda.

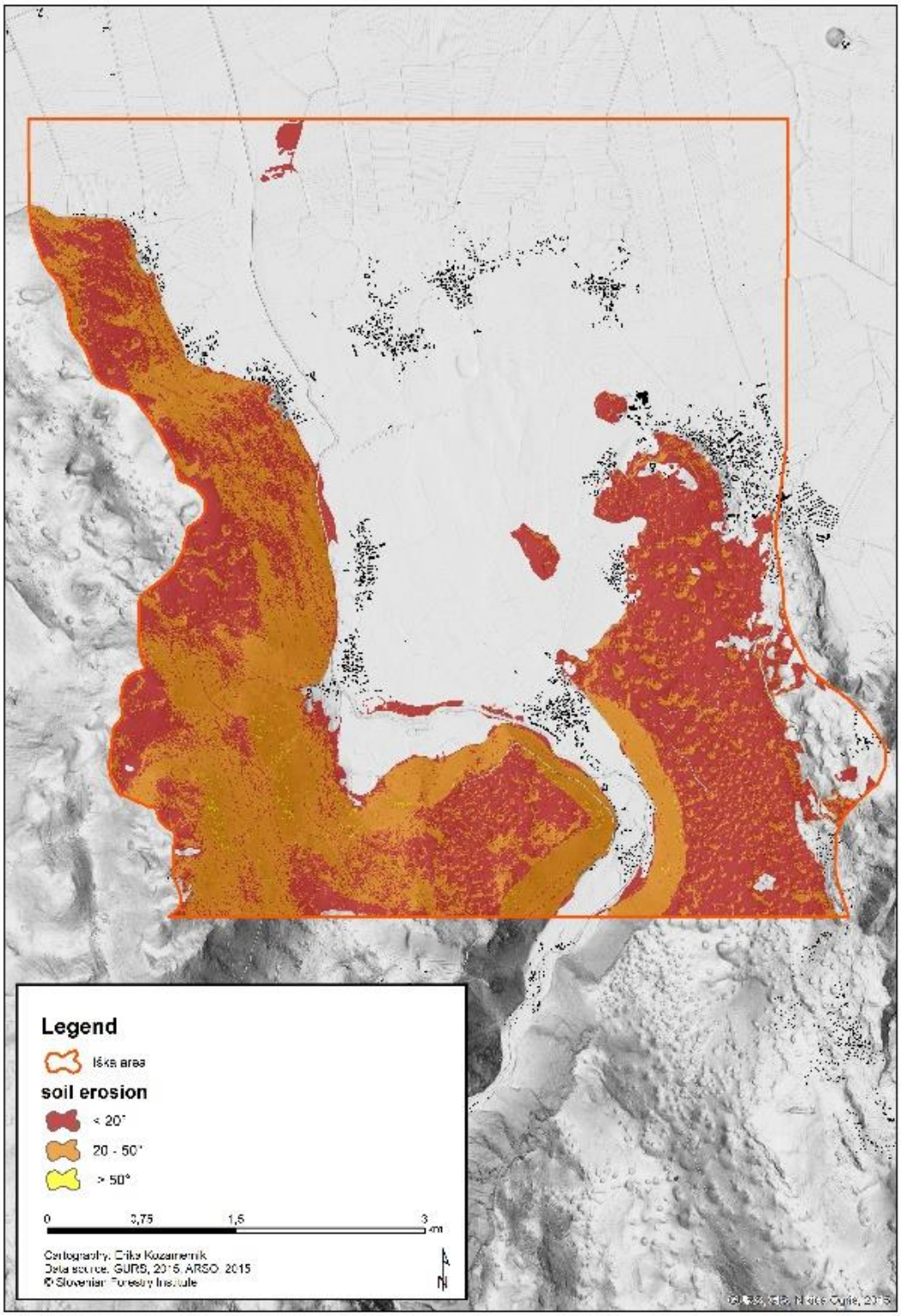
C – Rastišča na globokih, slabše prepustnih tleh: velika zadrževalna sposobnost tal za vodo pri dobri ohranjenosti gozda ter majhna zadrževalna sposobnost tal za vodo pri močno spremenjenem gozdu.

D – Rastišča na zelo namočenih, plitvih ali izjemno prepustnih tleh: majhna zadrževalna sposobnost tal za vodo, neodvisna od ohranjenosti gozda.

Slika 17: Vpliv stanja gozda na zadrževalno sposobnost gozdnih tal za vodo glede na količino padavin (Frehner in sod., 2005; Vilhar in sod., 2010)

Vpliv gozdov na skupen odtok iz porečja in kakovost voda je tem večji, čim večji je delež površine gozdov v porečju. Krčenje gozdnih površin v porečju lahko povzroči povečano sproščanje sedimentov zaradi delovanja erozije (Binkley in Macdonald, 1994; Prybolotna, 2006), povečanje visokih voda ob nevihtah in ob taljenju snega (Von Burger, 1954b; 1954a) ali celo povečanje poplavnih voda in skrajšanje njihove povratne dobe (Veny, 1986).

Za razmere slovenskega prostora velja, da so s plazno erozijo potencialno ogrožene vse brežine v nevezanih hribinah z naklonom med 20° in 50° (Horvat, 2001). Na območju Iškega vršaja je kar 48 % gozdov na brežinah z naklonom nad 20°, ki so podvrženi močnemu erozijskemu delovanju vode (slika 18). Zaradi značilnosti dolomitne matične podlage in plitvih tal jih lahko uvrstimo med erozijsko ogrožena gozdnata območja (Frehner in sod., 2005). Na teh območjih imajo gozdovi pomembno varovalno in zaščitno vlogo: zagotavljajo odpornost tal na erozijske pojave, ki jih povzročata voda in veter, preprečujejo zemeljske in snežne plazove, usade, valjenje kamenja idr.



Slika 18: Karta gozdnih površin glede na tri razrede naklona terena kot osnova za oceno erozijske ogroženosti na območju Iškega vršaja

5 Varstvo vodnih virov in celovito upravljanje vode z vidika upravljanja s prostorom

Raba prostora in upravljanje vode sta neposredno in posredno zelo tesno povezana. Kot kažejo razmere v slovenskem prostoru, ki ob velikih nalivih in različnih nesrečah dosledno opozarjajo na ogroženost naselij in vodnih virov, se tega kot družba precej slabo zavedamo ali pa to vsaj neuspešno upoštevamo pri načrtovanju rabe prostora in izvajanju dejavnosti v prostoru. Omenjeno problematiko so v projektu CAMARO-D na različne načine naslovili strokovnjaki s področja upravljanja voda, ki se teh problemov še posebej dobro zavedajo.

Z načrtovanjem namenske rabe prostora ter usmerjanjem, usklajevanjem in nadzorom rabe prostora ter izvajanja dejavnosti zagotavljamo prostor za delovanje vode in pogoje za varnost vodnih virov oziroma njihovo kakovost. Vsi veliki problemi varstva vodnih virov in upravljanja vode so na nek način obvladljivi preko prostorskega načrtovanja in dobre prakse rabe prostora. Kljub temu se pogosto dogaja, da so objekti v slovenskih naseljih zaliti z vodo iz naraslih vodotokov in da so upravljavci vodnih virov zaskrbljeni glede varnosti vodnih virov.

Še več, zaradi podnebnih sprememb in povečanja števila močnih nalivov ter različnih nesreč se razmere celo poslabšujejo. Posledično so vprašanja o možnih izboljšavah sistema upravljanja voda vse aktualnejša. Primeri kažejo, da je področje varstva vodnih virov in upravljanja vode eno tistih, ki je v procesu sektorskega zamejevanja, cepitve in odtujevanja odgovornosti ter utrjevanja posameznih (kratkoročnih) interesov na račun skupnih (dolgoročnih) interesov izgubilo možnosti za učinkovito ukrepanje. Stroka varstva vodnih virov in vodarstva opozarja, da so razmere na omenjenem področju resne in da so potrebne spremembe.

V tem duhu je projekt CAMARO-D na primeru vodarne Brest odprl razpravo o tem, kako delujeta sistema upravljanja vode in urejanja prostora. V projektu sta bili v razmaku dveh let izvedeni dve delavnici z akterji z lokalne, regionalne in državne ravni s področja urejanja prostora, upravljanja vode, kmetijstva, gozdarstva, upravljanja vodovodne infrastrukture in akademske sfere (14. junij 2017, 19. marec 2019). Obe delavnici sta bili izvedeni v dvorani Centra Ig (slika 19).

Slika 19: Druga nacionalna delavnica projekta CAMARO-D (Center Ig, 19. marec 2019)

Udeleženci obeh nacionalnih delavnic so opozorili na več dejstev, ki ilustrirajo obstoječe razmere:

- Politika odloča o rabi prostora in pri tem sledi interesom investitorjev, ne upošteva pa naravnih omejitev in strokovnih argumentov.
- Odgovornost za sprejete odločitve se praviloma prenaša na sistem in zakonodajo. Osebne odgovornosti se ne zahteva/pričakuje ne od političnih akterjev, ne od lastnikov zemljišč, ne od uporabnikov prostora in ne od vključenih nosilcev strokovnega znanja.
- Legalizacija nelegalnih gradenj na poplavnih območjih povzroča veliko problemov, ogroža upravljanje z vodo in sproža napetosti med staroselci in priseljenci (razumejo in potrebujejo vodnata območja – želijo poplavno varnost).
- Razumevanje zagotavljanja poplavne varnosti je pri uporabnikih prostora zelo omejeno. Omejitve rabe priobalnega pasu in prostora se ne upoštevajo.
- Najožja vodovarstvena območja so premajhna. Vanje se še vedno posega v preveliki meri.
- Raziskave kažejo, da je kmetijstvo še vedno glavni vir onesnaževanja pitne vode.
- Problem sta tako preusmerjanje v vrtičkarstvo (povečevanje koncentracije uporabnikov, pomanjkanje kontrole nad rabo sredstev za zaščito rastlin in gnojil) kot tudi opuščanje obdelave (pomanjkanje vzdrževalnih del, ki zagotavljajo pretočnost).
- Sedanje subvencije/kompenzacije za obdelavo zemljišč na vodovarstvenih območjih so prenizke in povsem nespodbudne.
- Problem je vzdrževanje melioracijskih sistemov in čiščenje strug.
- Lastniki gozdov se slabo zavedajo vpliva dejavnosti na vode in vodne vire.
- Upravljanje z gozdom, še posebej z gozdovi s posebnim namenom, ima velik vpliv na vodni režim in kakovost vode.
- Opuščanje gospodarjenja z gozdom lahko povzroči veliko škode. Svojstven problem predstavlja staranje lastnikov gozdov.
- Prostorsko načrtovanje zelo slabo upošteva in vključuje lastnike zemljišč ter različne sektorje (tj. nosilce urejanja prostora).
- Sistemsko gledano postavljanje malih čistilnih naprav na območjih brez urejene kanalizacije ni najboljša rešitev. Problem predstavljajo tako njihova izvedba, obratovanje in vzdrževanje kot tudi nadzor nad njihovim delovanjem. Varnejša in javnosistemsko vzdržnejša je izgradnja javnega kanalizacijskega sistema.
- Zaupanje v stroko je zelo nizko; posebej v vodnogospodarsko, ki je v nasprotju s kmetijsko in gozdarsko bistveno manj prisotna na terenu.
- Upravljavci vodnih virov lahko bolj malo vplivajo na rabo prostora na vodovarstvenih območjih.

V razpravah na delavnicah sta bili izpostavljeni dve vrsti rešitev oz. potreb: 1) po odgovornejšem, strokovno podprtem in dolgoročno usklajenem načrtovanju rabe prostora in 2) po učinkovitejšem usmerjanju rabe prostora oziroma prenosu načrtovanih pogojev rabe v prakso.

Medtem ko rešitve prve vrste zagotavljajo prostor in pogoje za delovanje vode, razlivanje in zadrževanje ter znižujejo poplavno ogroženost objektov, druge pomembno prispevajo k ustvarjanju pogojev za zadrževanje in pretakanje vode ter za kakovost vodnih virov. Rešitve prve vrste nagovarjajo prakso upravljanja in govorijo o potrebnih spremembah v procesih odločanja in delovanja na terenu ter o novih organizacijskih in upravljavskih ukrepih, kot so medsektorske delovne skupine na različnih ravneh upravljanja in vključevanje lastnikov in lokalnih akterjev v procese odločanja in izvajanje akcijskih ukrepov. Rešitve druge vrste govorijo o razvoju organizacijskih in drugih ukrepov za prenos znanja in pogojev upravljanja v prakso preko priporočil, svetovanja, finančnih podpor ipd.

Udeleženci delavnic projekta CAMARO-D so poročali o problemih v obeh fazah urejanja prostora in upravljanja vode na Ljubljanskem barju, pri čemer so posebej izpostavili pomanjkljivosti, ki jih zaznavajo pri prenosu pogojev rabe prostora v prakso izvajanja dejavnosti. Tu so priporočali več rešitev, ki bi lahko prispevale k izboljšanju upravljanja z vodami, tako preko prostorskega načrtovanja kot preko izvajanja kmetijsko-pridelovalne dejavnosti in upravljanja z gozdovi, predvsem pa so opozorili na:

- pomanjkljivo zavedanje politične in laične javnosti, lastnikov zemljišč in izvajalcev dejavnosti v prostoru o vplivu posameznih dejavnosti na podzemno vodo in upravljanje vode ter pomanjkljivo/nezadostno izobraževanje vseh naštetih akterjev;
- nezadovoljivo uresničevanje ukrepov varovanja vodnih virov v vodovarstvenih območjih in nedosledno izvajanje inšpekcijskega nadzora;
- pomanjkljivo sodelovanje med nosilci javnih političnih in strokovnih pooblastil s področij dejavnosti, ki vplivajo na podzemno vodo in upravljanje vode;
- nepovezanost med strokovnimi institucijami s področja kmetijstva, gozdarstva, varstva okolja, komunalnega inženirstva idr.;
- pomanjkanje povezanosti stroke na področju vodarstva, strokovnega dialoga, pozitivne kritike in razvoja integritete;
- pomanjkanje vključevanja prebivalcev, izvajalcev dejavnosti in potencialnih investitorjev v prostorsko načrtovanje, urejanje prostora in upravljanje z vodami, vse od strateške do izvedbene ravni;
- nujnost vzpostavitve celovitega sistema odgovornosti za sprejemanje odločitev o namenski in dejanski rabi prostora, opustitvi rabe in izvajanju nadzora;
- nujnost čezmejnega sodelovanja občin pri urejanju prostora, varovanju vodnih virov in upravljanju voda.

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

6 Identifikacija problemov, predlogov in praks na področju upravljanja z vodami, s poudarkom na razmerju med stroko, javnostjo in politiko

Zdi se, da je varovanje vodnih virov le ena izmed mnogih nalog, ki jih morajo javne oblasti s političnimi instrumenti varovati in ščititi, dejansko pa gre za zaščito in varovanje najosnovnejšega in življenjsko najpomembnejšega naravnega vira poleg zraka, brez katerega človeška skupnost (in ne le ta) ne more živeti in preživeti; brez vode ne more živeti niti sedanja generacija niti vse kasnejše, ki se bodo rodile v ta prostor. Kljub poslanstvu javne oblasti, strokovnjakov in sedaj živeče skupnosti, da zavarujejo in skrbijo za obstoječe in rezervne vodne vire, nastajajo omejitve pri uresničitvi tega poslanstva, predvsem pri stroki.

Namen politično-ekološkega raziskovanja v projektu CAMARO-D je bil preučiti dosedanje delovanje institucionalnih akterjev v povezavi z vodarno Brest, ki se sooča s kemičnim onesnaženjem in pomanjkanjem vode čez leto. Med mednarodnim projektom AMIIGA (www.interreg-central.eu/amiiga), pri katerem sta sodelovala tudi Geološki zavod Slovenije in Javno podjetje VOKA SNAGA, je bil na prispevnem območju vodarne Brest odkrit točkovni vir onesnaženja. Za razrešitev omenjenega problema so bili oblikovani ustrezni ukrepi različnih izvajalcev in institucij. Projekt AMIIGA je tako naslavljal tehnične vidike reševanja problematike vodnih virov, v projektu CAMARO-D pa smo se osredotočili na preučevanje institucionalnih vidikov upravljanja z vodo.

Na osnovi analize intervjujev z deležniki in druge nacionalne delavnice smo skušali razumeti težave, s katerimi se srečujejo akterji, ter pokazati pomen sistemskih oz. institucionalnih rešitev napram tehničnim rešitvam, ki bi omogočale dolgoročno varovanje vodnih virov. Obenem smo želeli ponuditi tudi odgovor na možnosti reorganizacije stroke v razmerju do politike in civilne družbe. Cilj je doseči upoštevanje strokovnih spoznanj pri sprejemanju političnih odločitev, ki zadevajo vodne vire in nanje vezano (ne)človeško skupnost. Tu ne gre za instrumentalistično vprašanje različne rabe prostora v razmerju do vira pitne vode, temveč za izgrajevanje kolektivne predstave odločevalcev, strokovnjakov, uporabnikov in širše skupnosti o pomenu vodnega vira kot skupnine, ki jo je treba ohraniti za prihodnje generacije z omejevanjem tistih dejavnosti, ki so potencialno rizične za onesnaževanje ali uničenje tega vira.

Predmet raziskave, tj. vprašanje usklajevanja različnih rab prostora v razmerju do ohranjanja vira pitne vode na primeru vodarne Brest, je v osnovi opredeljen s poslanstvi različnih akterjev in institucij, ki delujejo na območju vodarne. Poslanstva posameznih institucij se na tem območju kažejo preko različnih predstav o rabi prostora, pri čemer prihaja v procesu usklajevanja interesov do konfliktnih situacij na več različnih ravneh. Raziskava se na tem mestu osredotoča na izvajalsko raven upravljanja, čeprav so deloma vključene tudi institucije, ki na področju upravljanja z vodami sooblikujejo normativne akte. Za razrešitev upravljavskega vozla je treba predmet raziskave rekonceptualizirati. Namen raziskave ni zgolj razrešitev problema, temveč reorganizacija upravljavskega procesa v smeri oblikovanja trajnostnega sodelovalnega pristopa k upravljanju. Ta omogoča (ponovno) vzpostavitev povezave med javnostjo in stroko, ki na

izvajalski ravni zmanjša implementacijski in demokratični deficit. Raziskovanje je bilo treba glede na namen in predmet raziskave zastaviti na način, pri katerem tako raziskovalci kot intervjuvanci niso ločeni od predmeta raziskave.

S pogovori z vpletenimi v ta proces (polstrukturirani intervjuji) in delavnico smo skušali razumeti prakse delovanja različnih akterjev. Intervjuvanci so bili v proces priprave analize vključeni na treh ravneh. Poleg prvega pogovora, kjer so v dopolnitev in avtorizacijo dobili transkripte pogovorov, so bili intervjuvanci prvi, ki so v pregled dobili poročilo. Vprašani so bili po komentarjih ali morebitnih dopolnitvah, ki so bile nato vključene v končno poročilo. Namen raziskave je bil torej vzpostaviti voluminozno predstavo mentalne forme vključenih akterjev in institucij, ki nato na ravni razmerij med njimi omogoča refleksivnost ter s tem prehod od ciljne h komunikacijski racionalnosti. Polstrukturirane intervjuje smo opravili z akterji z Direkcije za vode RS (Sektor za razvoj in plan), Občine Ig (Oddelek za urejanje prostora, režijski center), Krajinskega parka Ljubljansko barje, Zavoda za gozdove Slovenija (Območna enota Škofljica), Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije (travništvo in pašništvo), podjetja Hidrotehnik, d. d., in JP VOKA SNAGA (Sektor vodovod). Ob izvedbi intervjujev nam je dodaten vpogled, predvsem v delovanje strokovnih akterjev in razmerje stroka – javnost – politika, omogočila delavnica na Igu, ki je bila izvedena 19. marca 2019.

Raziskavo in intervjuje smo utemeljili na naslednjih konceptih, ki so podrobno predstavljeni v končnem poročilu o tej raziskavi:

1. **ekologija brez narave**, ki konkretna vprašanja o okolju in naravi razume v luči miselnih predstav, ki vstopajo v komunikacijski in odločevalski proces,
2. **koncept okoljskih diskurzov**, med katerimi izpostavljamo diskurz administrativnega racionalizma, v katerem trenutno delujejo akterji in jim je zaradi tega tudi onemogočeno skupno delovanje,
3. **koncept ekološke modernizacije**, ki v iskanju novih rešitev kot mentalni okvir omogoča misliti onstran obstoječe politične in ekonomske ureditve, v kar nas silijo eksistenčni pogoji bivanja,
4. **koncept ekološke demokracije**, ki temelji na ideji, da imajo vsi, ki so podvrženi kolektivnim odločitvam, pravico sodelovati v predhodnih deliberacijah (poglobljenih razmislekih) o teh odločitvah in jim je treba zato zagotoviti možnost (vzpostaviti komunikacijske forme) ter dati priložnost, da pod deliberativnimi pogoji vstopajo v komunikacijski proces z drugimi, od predstavnikov javne oblasti, do različnih strokovnjakov, civilnodružbenih organizacij, različnih lokalnih in drugih iniciativ in gospodarskih akterjev ipd.

Intervjuvanci in udeleženci delavnice so izpostavili probleme in podali več predlogov, kako bi uredili tako medsebojna razmerja (problem interdisciplinarnosti) kot tudi razmerje do odločevalcev in javnosti, da bi lahko uresničili svoje poslanstvo – zavarovanje in skrb za rezervne kot tudi obstoječe vodne vire. Ti predlogi so: postavitev prioritet, skupna opredelitev javnega interesa, povezovanje institucij (pogovori in sestanki), institucionalizacija »follow-up« projektov

(možnosti spremljanja in povezovanja projektov) in ustanovitev koordinacijske skupine za projekte (povezovanje med projekti). Izpostavljene ideje imajo pomemben učinek, saj gre za odpiranje novega prostora za delovanje stroke. Stroka na takšen način ni več vpoklicana, da javni oblasti na osnovi analitičnih postopkov o predmetu pove, kako naj z ukrepi regulira dejavnost na nekem območju ali področju; njena strokovnost ni več v službi javne oblasti, temveč so njena spoznanja vpeta v deliberativni proces z drugimi akterji, kjer skupaj oblikujejo predmet preučevanja in analiz. Polisi tako ni več le rezultat aktualnega razmerja političnih moči, ki se za potrebe legitimacije opira na strokovne podlage o določenem problemu, temveč je vključena v širši deliberativni proces, kjer se sooča z interesi, potrebami, vrednotami oziroma s predstavami drugih akterjev, ki so se oblikovale na osnovi njihovih osebnih izkušenj in eksistencialnih potreb. V tej medsebojni igri izmenjevanja pogledov se poraja skupna zavest o območju in področju, ki vsebuje tudi raziskovalno-analitični del in ki so ga naredile posamezne stroke.

Več udeležencev na delavnici je izpostavilo, da so bili poleg projekta CAMARO-D vključeni v več skupnih projektov, kar pomeni, da so udeleženci tako na delavnici kot tudi v sodelovanju na več skupnih projektih in intervjujih imeli možnost izgrajevanja kolektivne predstave. Takšno delovanje pušča pomembno sporočilo: če hočemo, da bo izvajanje ukrepa učinkovito, brez večjih konfliktov pri implementaciji, oblikovanju institucionalne mreže, ki naj vključuje vse najbolj prizadete, in njenem operativnem delovanju iz leta v leto, moramo že v fazi nastajanja ukrepa odpreti komunikacijski prostor, oblikovati ustrezne komunikacijske prostore in v komunikacijski proces povabiti vse uporabnike, tudi potencialne, da sodelujejo pri oblikovanju skupne predstave o rabi prostora in tako skupaj oblikujejo meje in omejitve za dejavnosti in ravnanja v tem prostoru.

S takšnim delovanjem lahko stroka zgradi medsebojno povezanost, zmanjša implementacijski deficit ter vzpostavi nevidno trdnost ukrepov. Na takšen način se oblikuje interdisciplinarni strokovni imaginarij, kjer se skozi komunikacijski proces strokovnjaki odpovedo svoji predstavi in predmetu raziskave. Ali drugače: posledica interdisciplinarnosti in deliberacije so spremenjena razmerja med polisi, politi in politiko na eni strani ter med stroko, javnostjo in politiko na drugi strani. Stroka sestopi iz podpore politiki v podporo javnosti v odločevalskem procesu. Polisi tako ni več zgolj rezultat trenutnih razmerij moči, uokvirjenih z določenim problemom, temveč se sooblikuje v demokratičnem deliberativnem procesu med različnimi akterji. Skozi oblikovanje skupne predstave stroka v odnosu do drugih akterjev izgrajuje tudi moč in s tem zagotavlja trajnejšo in manj konfliktno trdnost varovanja vodnih virov, ki sega preko mandatnega obdobja aktualne oblasti. Posledično bi vsakokratna aktualna oblast veliko težje spremenila sprejeti ukrep in institucionalno ureditev.

Takšen deliberativni model je smiselno univerzalizirati, tj. prenesti na upravljanje z drugimi območji in tudi na druga področja delovanja skupnosti (na raven lokalne skupnosti ter na nacionalno in mednarodno raven), saj vsebuje celo vrsto prednosti, ki jih administrativni racionalistični pristop, kombiniran z ekonomsko racionalnostjo, spregleda. Deliberativni model temelji na razvojnem konceptu ekološke modernizacije, ki skozi komunikacijski proces med različnimi akterji ureja potencialno konfliktne situacije tako, da prihaja do medsebojnega pripoznavanja in sprejemljivega samoomejevanja. To omogoča skupno sobivanje in ohranjanje

javnega dobra kot pogoja za nadaljnji razvoj dejavnosti vseh zainteresiranih akterjev, tudi novih, in seveda tudi za zaščito in varovanje rezervnega vodnega vira za prihodnje generacije.

7 Zaključki

Ugotovitve projekta CAMARO-D kažejo, da se je na področju upravljanja voda nabralo veliko problemov, ki presegajo kompetence posameznih strok. Iz zbranih ugotovitev je mogoče sklepati, da se ožja strokovna skupnost, ki se zaradi specifičnih znanj in vloge v sistemu s problemi najbolj istoveti oz. se jih najbolj zaveda, počuti neučinkovita. Hkrati ni opolnomočena za ukrepanje.

Razprava na dveh nacionalnih delavnicah projekta CAMARO-D, ki sta 14. junija 2017 in 19. marca 2019 potekali na Igu, je odprla dokaj kritično oceno razmer v Sloveniji, ki bi lahko v drugem prostorskem kontekstu in v drugačni zasedbi sodelujočih zvenela drugače, pa vendar. Udeleženci delavnic so glede na vpetost v različne ravni in področja javnega upravljanja dovolj dobro seznanjeni z razmerami, da imajo njihove trditve težo, ki utemeljuje ukrepanje. Rešitve za zaznane probleme gotovo niso preproste ali hitro dosegljive, vendar pa obstajajo in se, sodeč po ugotovitvah drugih sorodnih analiz in področij javnega upravljanja, skrivajo v celovitem in vključujočem načrtovanju in upravljanju.

Projekt CAMARO-D je obravnaval zelo podobna vprašanja kot mnogi drugi domači in mednarodni projekti in programi, npr. GreenKeys (Smaniotto Costa in sod., 2008) in GreenSURGE (Hansen in sod., 2017). V teh projektih se strokovnjaki z različnih področij že dalj časa ukvarjajo prav z izzivi upravljanja prostora, zelenih površin in krajine ter ohranjanja narave in vode, kjer se srečujejo različni javni in zasebni interesi, javni in zasebni akterji, organizacije in posamezniki ter številni nosilci javnih in političnih pooblastil. Za omenjena področja je značilno, da se njihov pomen z razvojem povečuje in da se njihove javne koristi in potencial lahko uresničijo samo v primeru dolgoročnega usklajenega delovanja vseh akterjev. Vsi omenjeni projekti se zavzemajo za upravljanje vode, ki bi vključevalo različne ravni povezanih in organiziranih strokovnih služb z različnih področij ter posamezne lastnike in izvajalce dejavnosti. Izpostavljajo pomen povezanega delovanja, medsektorskega sodelovanja, vključevanja lastnikov in širše javnosti v upravljanje, oblikovanje skupne vizije razvoja in strateškega načrta razvoja ter medsektorskih in medgeneracijskih zavezništev za razvoj ter vključevanje konceptov javnega upravljanja in soupravljanja.

Na osnovi naštetih ugotovitev je možno oblikovati nekaj ključnih priporočil za nadaljnje ukrepanje v praksi:

1. Ugotovitve projekta CAMARO-D je treba dodatno pretehtati v okviru ožje in širše strokovne javnosti ter oblikovati širše interdisciplinarno soglasje o razmerah na področju upravljanja vode v Sloveniji.
2. Politično in splošno javnost je treba nazorno seznaniti z obravnavano problematiko in zagnati proces spreminjanja razmer.

3. Pripraviti je treba strateški program sanacije razmer oz. preobrazbe sistema upravljanja, ki bo vključeval nacionalno kampanjo ozaveščanja (izobraževanja) in program uveljavljanja novih konceptov upravljanja.
4. Zagotoviti je treba sredstva in človeške vire za razvoj dobrih praks upravljanja.
5. Za slovensko pilotno območje, tj. napajalno območje vodarne Brest, je treba zagnati novo upravljavsko platformo, ki naj zasleduje dolgoročne koristi skupnosti in stremi k celovitejšemu in bolj vključujočemu upravljanju, premaguje meje med različnimi področji in pristojnostmi ter krepi sposobnost skupnosti za celostno upravljanje vode s povezovanjem obstoječih in vključevanjem novih akterjev. V ta namen bi bilo treba oblikovati mešano delovno skupino, vizijo in strategijo, organizacijske in tehnične ukrepe ter priporočila in svetovalno službo.
6. Skozi procese prostorskega načrtovanja in upravljanja voda je treba uskladiti rabo prostora. Prav tako je treba dosledno uresničevati zaščitne ukrepe z vsemi instrumenti (občinskimi prostorskimi načrti, načrti upravljanja z vodami, kmetijsko politiko, gozdnogospodarskimi načrti ipd.), ki jih imajo na razpolago država, občine in pristojne institucije. V gozdarskih načrtih so npr. že vključeni ukrepi za zaščito hidrološke funkcije gozdov in zaščito pred erozijo.

8 Viri in literatura

- Abbot, M. B., Bathurst, J. C., Cunge, J. A., O'Connell, P. E., Rasmussen, J. 1986. An Introduction to the European Hydrological System-Systeme Hydrologique Euopeen, "SHE", 2: structure of a physically-based, distributed modelling system. Journal of Hydrology 87: 61–77.
- ARSO. 2018. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Sintezno poročilo. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje: 156 str.
- Binkley, D., Macdonald, L. H. 1994. Forests as non-point sources of pollution, and effectiveness of Best Management Practices. New York, National Council for Air and Stream Improvement: 57 pp.
- Bizjak, M., Kokol, L., Otorepec, S., Pederčič, M. 1981. Poročilo o izvedbi vodnjakov in črpalnih poizkusov na črpališču Brest pri Igu. Ljubljana, Geološki zavod Ljubljana, TOZD Geologija, geotehnika, geofizika.
- Bračič Železnik, B., Čencur Curk, B., Praprotnik Kastelic, J., Robič, G., Kozelj, D., Janža, M. 2018. Management of groundwater resource using mathematical modelling, case study river Iška fan (Slovenia). Vienna, European Geosciences Union General Assembly.
- Breznik, M. 1975. Podtalnica Iškega vršaja. Geologija 18, 17: 289–309.

- Chang, M. 2003. Forest hydrology: an introduction to water and forests. Boca Raton, Florida, CRC Press LLC: 373 str.
- Crockford, R.D., Richardson, D.P. 2000. Partitioning of rainfall into throughfall, stemflow and interception: effect of forest type, ground cover and climate. Hydrological processes 14, 2903–2920.
- Direktiva 2007/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2007 o oceni in obvladovanju poplavne ogroženosti. UL L št. 288, 6. 11. 2007: 27–34.
- Direktiva 2006/118/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 12. decembra 2006 o varstvu podzemne vode pred onesnaževanjem in poslabšanjem. UL L št. 372, 27. 12. 2006: 19–31.
- Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. UL L št. 327/1, 22. 12. 2000: 275–346.
- Direktiva Sveta 91/676/EGS z dne 12. decembra 1991 o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. UL L št. 375/1, 31. 12. 1991: 68–77.
- Frehner, M., Wasser, B., Schwitter, R. 2005. Nachhaltigkeit und Erfolgskontrolle im Schutzwald. Wegleitung für Pflegemassnahmen in Wäldern mit Schutzfunktion. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL): 30 str.
- Hansen, R., Rall, E., Chapman, E., Rolf, W., Pauleit, S. (ur.). 2017. Urban Green Infrastructure Planning: A Guide for Practitioners. GreenSURGE Project Team: 95 str.
- Horvat, A., Brenčič, M., Skaberne, D., Bračič Železnik, B. 2013. Ocena hitrosti pogrezanja Ljubljanskega barja na območju Iškega vršaja v mlajšem pleistocenu. Geološki zbornik 22, 21. posvetovanje slovenskih geologov, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo: 43–45.
- Horvat, A. 2001. Metode določanja erozijsko ogroženih območij. Determination of areas endangered by erosion. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 194 str.
- Janža, M., Meglič, P., Prestor, J., Šram, D. 2019. Numerični model vodonosnega sistema Iškega vršaja. Projekt CAMARO-D. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.
- Janža, M., Meglič, P., Šram, D., Skaberne, D., Rozman, D. 2011a. Improvement of hydrogeological conceptual and geological model. Final report. Projekt INCOME. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.
- Janža, M., Šram, D., Meglič, P. 2011b. Numerical hydrological modelling Final report. Projekt INCOME. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.
- Kimmins, J. P. 1997. Forest Ecology: A Foundation for Sustainable Management. New Jersey, Prentice Hall: 596 str.

- Lapanje, A., Meglič, P., Mali, N., Jež, J., Novak, M., Jamšek Rupnik, P., Atanackov, J., Celarc, B. 2014. Tolmač hidrogeološke karte pilotnega območja Iškega vršaja. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije: 49 p.
- Mayer, R., Blanzano, K., Mayer, V., Schrömmer, G., Gerhard, E. 2019. CAMARO-D: Cooperating towards Advanced Management routines for land use impacts on the water regime in the Danube river basin. Irdning-Donnersbachtal, HBLFA Raumberg-Gumpenstein: 40 p.
- Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato, E., Meusburger, K., Montanarella, L., Alewell, C. 2015. The new assessment of soil loss by water erosion in Europe. Environmental Science & Policy 54: 438–447.
- Prestor, J., Svetina, J. 2019. D.T2.2.3 – Poročilo o izboljšanem modelu transporta in interakcij med površinsko in podzemno vodo, Priloga 1: Rezultati analize večstopenjskih črpalnih poskusov na območju vodarne Brest. Projekt AMIIGA (Interreg, Central Europe). Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.
- Prybolotna, N. 2006. Content of the sediment in runoff in the small Beskid's watershed. V: Boczon, A. (ur.). Assesing of soil and water conditions in forests. Warsaw, Forest Research Institute, Center for Exellence PROFOREST for Protection of Forest Resources in Central Europe: 141–145.
- Refsgaard, J. C., Storm, B. 1995. MIKE SHE. V: Singh, V. P. (ur.). Computer Models of Watershed Hydrology. Highlands Ranch, Water Resources Publications: 809–846.
- Smaniotto Costa, C. (ur.), Allan, G. (ur.), Kasperidus, H. (ur.), Šuklje-Erjavec, I. (ur.), Mathey, J. (ur.). 2008. GreenKeys @ Your City – A Guide for Urban Green Quality. Dresden, Leibnitz Institute of Ecological and Regional Development: 105 str.
- USACE. 2018. Hydrologic Modeling System HEC-HMS. User's Manual. Version 4.3. Davis, CA, U.S. Army Corps of Engineers: 624 str.
- Tregubov, V. 1957: Prebiralni gozdovi na Snežniku. Ljubljana, Kmečka knjiga: 163 str.
- Urbanc, J., Prestor, J., Janža, M., Rikanovič, R., Strojan, M., Praprotnik, B., Železnik, B., Žlebnik, L. 2001. Hidrogeološke raziskave izvirov na območju Ljubljanskega polja in Barja za določitev razpoložljivih in obnovljivih vodnih virov mesta Ljubljane. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije: 27 str.
- Veny, E. S. 1986. Forest Harvesting and Water: The Lake States Experience. Water Resources Bulletin 22, 6: 1039–1047.
- Vilhar, U., Planinšek, Š., Ferreira, A. 2010. Vpliv gozdov na kakovost virov pitne vode Mestne občine Ljubljana. Influence of forests on drinking water resources quality in the Municipality of Ljubljana. Gozdarski vestnik 68, 5/6: 310–320.

- Vilhar, U., Fajon, Š. 2007. Vpliv gozda in gozdnogojitvenih ukrepov na hidrološki režim vodozbirnega območja. V: Kovač, M. (ur.). Gozd in voda: rezultati projekta [Interreg III A]. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Zavod za gozdove Slovenije: 16–21.
- Von Burger, H. 1954a. Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewaesser. II. Mitteilung. Der Wasserhaushalt im Sperbel- und Rappengraben von 1915/16 bis 1926/27. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt fuer forstliche Versuchswesen XVIII, 2: 311–416.
- Von Burger, H. 1954b. Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewaesser. V. Mitteilung. Der Wasserhaushalt im Sperbel- und Rappengraben von 1942/1943 bis 1951/52. Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt fuer forstliche Versuchswesen XXXI, 1: 9–58.
- World Water Assessment Programme (WWAP). 2009. The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. Paris, UNESCO and London, Earthscan: 318 p.

Beležka

Trajanje projekta:
1. 7. 2016–30. 6. 2019 (3 leta)

Vodilni partner:
Ministrstvo za trajnostni razvoj in turizem (AT)

Partnerji:
14 projektnih partnerjev in 9 pridruženih partnerjev
iz 9 držav (AT, SI, HU, RO, BG, DE, HR, CZ, RS);
vladne inštitucije, JP za oskrbo s pitno vodo, raziskovalne inštitucije

Slovenski partnerji:
Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo in
Naravoslovnotehniška fakulteta
JP VOKA SNAGA, d. o. o.

Več informacij o projektu:
www.interreg-danube.eu/camaro-d
www.interreg-danube.eu

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)

Projekt sofinanciran iz Evropskih skladov (ERDF, IPA)