REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE

Hajdrihova ulica 28c, 1000 Ljubljana

PROGRAM SODELOVANJA INTERREG V-A SLOVENIJA HRVAŠKA 2014-2020

PROJEKT: **FRISCO 1**
ČEZMEJNO USKLAJENO SI-HR ZMANJŠEVANJE POPLAVNE OGROŽENOSTI - NEGRADBENI UKREPI

NASLOV ŠTUDIJE: **CELOVITA ŠTUDIJA ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI ZA ČEZMEJNO POREČJE REKE SOTLE**

MEJNIK 2: **Analiza obstoječega stanja**
Oblikovanje in analiza alternativnih rešitev

AKTIVNOST: **Analiza poplavne ogroženosti 1. faza**
Oblikovanje alternativnih rešitev 1.faza

FAZA POROČILA: **ZAKLJUČNO POROČILO**

ŠT. POGODBE: **2555-17-430013**

VODJA DELOVNE SKUPINE ZA SOTLO, PREDSTAVNIK VODSTVA PROJEKTA FRISCO1 PO PN ZA IZDELAVO ŠTUDIJE: **ALENKA ZUPANČIČ**

ZA DRSV ODGOVORNA PO POGODBI: **STANKA KOREN**

KRAJ IN DATUM IZDELAVE NALOGE: **Ljubljana, november 2017, dopolnjeno marec 2018**

NAROČNIK: Republika Slovenija
Ministrstvo za okolje in prostor
Direkcija Republike Slovenije za vode
Hajdrihova 28c
1000 Ljubljana

VSEBINA DOKUMENTACIJE: **FRISCO 1**
Čezmejno usklajeno slovensko-hrvaško zmanjševanje poplavne ogroženosti za čezmejno porečje reke Sotle

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE **Elaborat**

ŠT. DOKUMENTA.: **J36/17**

ŠT. PROJEKTA.: **16/2017**

DOKUMENTACIJO IZDELAL: **IZVO-R , projektiranje in inženiring d.o.o.**
Pot za Brdom 102,
1000 Ljubljana

DHD d.o.o.
Praprotnikova 37,
2000 Maribor

VODILNI PARTNER: **HIDROSVET d.o.o.**
Kidričeva 25,
3000 Celje,

Direktor:
Branko SKUTNIK, univ.dipl.inž.gradb.

KRAJ IN DATUM IZDELAVE NALOGE: **Ljubljana, november 2017, dopolnjeno marec 2018**

2 IZDELOVALCI NALOGE

FRISCO 1
TEHNIČNA POMOČ V IZDELAVI CELOVITE ŠTUDIJE ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI ZA ČEZMEJNO POREČJE REKE SOTLE

Vodilni partner: **Hidrosvet, d.o.o.,** Kidričeva ulica 25, 3000 Celje	Odgovorni nosilec naloge: Branko SKUTNIK, univ. dipl. inž. gradb
Partnerji: **Vodnogospodarski biro Maribor, d.o.o.** Glavni trg 19/c, 2000 Maribor	mag. Smiljan JUVAN, univ. dipl. inž. gradb.
Inštitut za vodarstvo, d.o.o., Hajdrihova ulica 28a, 1000 Ljubljana	dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad.
IZVO-R , projektiranje in inženiring d.o.o. Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana	mag. Rok FAZARINC, univ. dipl. inž. grad.
DHD, d.o.o., Praprotnikova ulica 37, 2000 Maribor	Tomaž Hojnik, univ. dipl. inž. grad.
SL-Consult, d.o.o. Dunajska cesta 122, 1000 Ljubljana	Iztok Frank, univ. dipl. ekon.

Kazalo vsebine

1. UVOD **5**

2. OBLIKOVANJE ALTERNATIVNIH REŠITEV - LOKALNE UREDITVE **6**

2.1 Odsek od izliva v Savo do Kunšperka (Bistrica ob Sotli) **6**

Harmica, Rigonce in Kjuč 7

Gregovce, Nova vas pri Sotli, Čemehovec, ... 12

Bračna vas 13

2.2 Odsek od Kunšperka (Bistrica ob Sotli) do izvira Sotle **14**

Naselje Gmajna – Kumrovec 14

Podčetrtek – Aqualuna; (Harina Žlaka) 17

Rogatec (Hum na Sutli) 18

3. OBLIKOVANJE ALTERNATIVNIH REŠITEV - ZADRŽEVANJE VISOKIH VODA **19**

3.1 Zadrževalniki v povirju Sotle (Trlično) **19**

3.2 Pregrada Vonarje **22**

3.3 Zadrževalniki na Mestinjščici **23**

4. ZAKLJUČEK **27**

1. UVOD

Skladno s projektno nalogo bi morala biti 2. faza hidravličnega modeliranja, na osnovi katere se izdela tudi druga faza analize poplavne ogroženosti ter priprava in analiza alternativnih rešitev, osnovana na uporabi izboljšanega hidravličnega modela. Izboljšan hidravlični model se razvija v okviru aktivnosti T2.4 delovnega paketa T2. Izboljšani matematični model, kljub podaljšanju roka za mejnik 2 za en mesec, zunanjemu izvajalcu še ni bil predan. Zato je zunanji izvajalec izdelal poročilo na osnovi ekspertne ocene. Prav tako naročnik še ni predlagal metodologije za oceno poplavne ogroženosti.

V predmetnem poročilu sta tako predstavljeni aktivnosti Analiza poplavne ogroženosti, 1.faza" in "Oblikovanje alternativnih rešitev, 1.faza".

Glede na projektno nalogo je treba pri oblikovanju alternativnih rešitev obravnavati naslednja stanja:

- **Obstoječe stanje:** Ena od alternativnih rešitev, ki mora biti analizirana je scenarij „brez ukrepov“, to je brez novih ukrepov za obvladovanje poplavne ogroženosti. Ta analiza je bila na ravni ekspertnega mnenja obravnavana v zaključnem poročilu hidravlične analize za Fazo I.

- **Že v preteklosti predlagane alternativne rešitve:** Naslednja analiza alternativne rešitve bi morala obravnavati že v preteklosti predlagane in obravnavane ukrepe, ustrezno prilagojene in/ali dopolnjene na osnovi sedanjih pogojev in znanj. Pri tem je potrebno vključiti ukrepe predvidene v nacionalnem načrtu obvladovanja poplavne ogroženosti in če so, drugih nacionalnih programov in načrtov ter obstoječih študij in načrtov. Posebej bi bilo potrebno izpostaviti zanimive, v obstoječi dokumentaciji predlagane potencialne kratkoročne ukrepe, ki bi bili lahko vključeni v bodoče strateške projekte, ki bodo financirani z PA1 Programa (t.i. FRISCO2).

- **Dodatne alternativne rešitve:** Dodatne alternativne rešitve bi moral razviti Zunanji izvajalec glede na rezultate analize poplavne ogroženosti in cilje načrta obvladovanja poplavne ogroženosti. Alternativne rešitve bi morale vključevati bistveno različne tehnične rešitve (npr. alternativa z zadrževanjem in regulacijo oz. alternativi z nasipi) ali rešitev z isto konstrukcijo in različnimi dimenzijami (npr. različne prostornine zadrževanja ali nasipi različnih višin), pri čemer lahko dosežemo različne nivoje zaščite pred poplavami. Nivo poplavne zaščite naj ne bi bil določen vnaprej, ampak določen na podlagi tehnično – ekonomske analize.

Obstoječe stanje je bilo iz hidrotehničnega vidika obravnavano v poročilu »Hidravlična analiza, 1.faza« (DHD d.o.o., IZVO-R d.o.o., HIDROSVET d.o.o., št. projekta: 16/2017, 2017), ki je bilo izdelano v sklopu tega projekta. Kot podlaga za določitev dodatnih alternativnih rešitev je bil dne 14.11.2017 organiziran ogled terena, kjer so bila s strani hrvaških območnih strokovnjakov predstavljena poplavno ogrožena območja na levem bregu Sotle. Dodatne alternativne rešitve so tako bile izdelane na osnovi terenskega ogleda ter na podlagi hidravlične analize 1. faze, ki je bila izdelana na osnovi ekspertnega mnenja.

Partnerji v projektu so se odločili, da se prva faza hidravlične analize ne bo izvajala (preliminarni 1d model ni bil izdelan). Izvajalci tehnične pomoči ugotavljajo, da druge USTREZNE metode za analizo poplavne ogroženosti in oceno izvedljivost možnih ŽE PREVERJENIH kratkoročnih ukrepov ni.

Na osnovi obstoječih podatkov in obstoječih hidravličnih modelov (ki jih ni), ni možno izdelati analiz, ki so zahtevane v projektni nalogi. Poleg tega je v PN poglavje 2.1.5. navedeno :" V prvi fazi študije, mora biti analiza poplavne ogroženosti izdelana na osnovi prve faze hidravlične analize in modeliranja in/ali drugih ustreznih metod, z namenom da bi se pregledalo možne ukrepe in ocenilo izvedljivost možnih že preverjenih kratkoročnih ukrepov."

Izvajalci tehnične pomoči menijo, da analiza poplavne ogroženosti brez ustreznih podatkov o poplavni nevarnosti ni možna, še manj pa smiselna kot podlaga za ocene poplavnih škod, stroškov vzdrževanja ipd. Glede stroškov vzdrževanja in delujoče obrambe pred poplavami za obstoječe stanje je možna analiza dejanskih stroškov. Ti podatki (stroški) s strani partnerjev niso bili predani, zato smo smatrali da niso na razpolago.

PN pravi (poglavje 2.2.1): "Dodatne alternativne rešitve bi moral razviti Zunanji izvajalec glede na rezultate analize poplavne ogroženosti in cilje načrta obvladovanja poplavne ogroženosti." Ker analiza poplavne ogroženosti še ni mogla biti narejena, izvajalec ni razvijal alternativnih rešitev. Le-te bodo obravnavane po pridobitvi delujočega matematičnega modela.

Reševanje poplavne varnosti Sotle je specifično saj je območje zelo redko in malo urbanizirano. V projektni nalogi podani ukrepi najverjetneje pokrivajo vsa prizadeta območja, saj so bili (predvidevamo) določeni na osnovi opaženih potreb v prostoru (dokler ne bo ustrezne hidravlične preverbe oz. izdelanih kart poplavne nevarnosti, tega ne moremo z gotovostjo trditi oz. vedeti na katere povratne dobe se nanašajo). Šele ko bo znana dejanska poplavna nevarnost se bo izvajalec lahko opredeljeval do rešitev in podal morebitne dodatne. Ocenjujemo, da vsi podani ukrepi najverjetneje ne bodo prestali analize stroškov in koristi in bo nabor v naslednji fazi skrčen, potrebna pa bo preverba vseh.

Glede "zelenih" rešitev menimo, da v danem primeru niso smiselne oz. možne, saj je porečje Sotle že v obstoječem stanju "zeleno", t.j. redko in malo urbanizirano, struga je naravna vrednota in regulirana le odsekoma v manjšem delu.

Negradbeni "beli" ukrepi bodo predlagani, ko bo znana dejanska poplavna nevarnost. Negradbene ukrepe vidimo kot alternativo tistim gradbenim ukrepom iz nabora, ki ne bodo prestali analize stroškov in koristi.

V skladu s projektno nalogo bo naročnik organiziral posvetovanje z zainteresiranimi skupinami. Ni nam znano ali se zdi naročniku smiselno organizirati posvetovanje z zainteresiranimi skupinami brez podlage v najosnovnejših analizah (npr. 1D matematični model).

2. OBLIKOVANJE ALTERNATIVNIH REŠITEV - LOKALNE UREDITVE

2.1 Odsek od izliva v Savo do Kunšperka (Bistrica ob Sotli)

V poročilu »Hidravlična analiza, 1. Faza« (DHD d.o.o., IZVO-R d.o.o., HIDROSVET d.o.o.) je bila poplavna nevarnost vseh problematičnih območij opisana na podlagi hrvaških kart poplavne nevarnosti Sotle (ki so na razpolago samo za levi breg Sotle), zabeleženih linijah preteklih visokovodnih dogodkov Sotle ter slovenskih kart poplavne nevarnosti za območje DPN HE Mokrice ter Sotle na območju Rigonc in Dobove.

Ker smo tako na obravnavanem odseku s podlagami za oblikovanje alternativnih rešitev razpolagali samo za območje od naselja Gmajna (nekoliko gorvodno od naselja Harmica in Rigonc) do izliva Sotle v Savo, ne pa tudi za desni breg Sotle gorvodno od Gmajne pri Dobovi, so za oceno potrebnih protipoplavnih ureditev bili uporabljeni tudi delovni preliminarni rezultati 1D/2D hidravličnega modela, ki ga izdeluje Hidroinštitut. Treba je opozoriti, da še model v fazi izdelave tega poročila ni bil dodelan za natančnejše izračune in je tako služil zgolj za grobo oceno potrebnih ureditev na območjih, kjer drugih podatkov ni bilo na razpolago.

Za oblikovanje alternativnih rešitev protipoplavnih ukrepov na odseku od Kunšperka (oz. od soteske Zelenjak) do izliva v Savo so tako bile uporabljene naslednje podlage:

- Celovita študija zmanjševanja poplavne ogroženosti za čezmejno porečje reke Sotle, Hidravlična analiza - 1.faza, poročilo (DHD d.o.o., IZVO-R d.o.o., HIDROSVET d.o.o., št. projekta: 16/2017, 2017), v nadaljevanju »Hidravlična analiza, 1.faza«
- Izvedba hibridnih hidravličnih modelov za območje spodnje vode HE Krško, območje HE Brežice in območje HE Mokrice«, študija (Hidroinštitut in UL FGG št. projekta: 938-dop, 2011), v nadaljevanju »študija UL FGG«
- Ureditev Sotle za zagotavljanje poplavne varnosti območja Rigonc in Dobove, Idejna zasnova (iS PROJEKT d.o.o. št. projekta: 13 in 13b-S/12, 2013), v nadaljevanju »študija iS PROJEKT«
- hrvaške karte poplavne nevarnosti in ogroženosti za celoten levi breg Sotle na odseku od Kunšperka do sotočja s Savo (*hrvaško: Karte opasnosti od poplava, Karte rizika od poplava),* v nadaljevanju »Hrvaške karte poplavne nevarnosti«
- delovni rezultati 1D/2D hidravličnega modela (Hidroinšititut) odseka Zelenjak - izliv v Savo.

Obravnavani odsek Sotle se v celoti nahaja v območju Nature 2000 prav tako pa v območju naravnih vrednot. Zato poseganje v strugo Sotle za doseganje boljše poplavne varnosti na tem odseku ne pride v poštev. Alternativne rešitve na tem odseku zajemajo lokalne ureditve, seveda pa lahko rešitve na gorvodnih odsekih Sotle, kot so obnova in izgradnja zadrževalnikov, obravnavamo kot rešitve na tem, bolj dolvodnem odseku. Vpliv zadrževalnikov na poplavno varnost dolvodnih območij bo podal 1D/2D hidravlični model celotnega porečja Sotle (izdelan s strani Hidroinštituta), ki pa v tej fazi za natančnejše izračune še ni na razpolago.

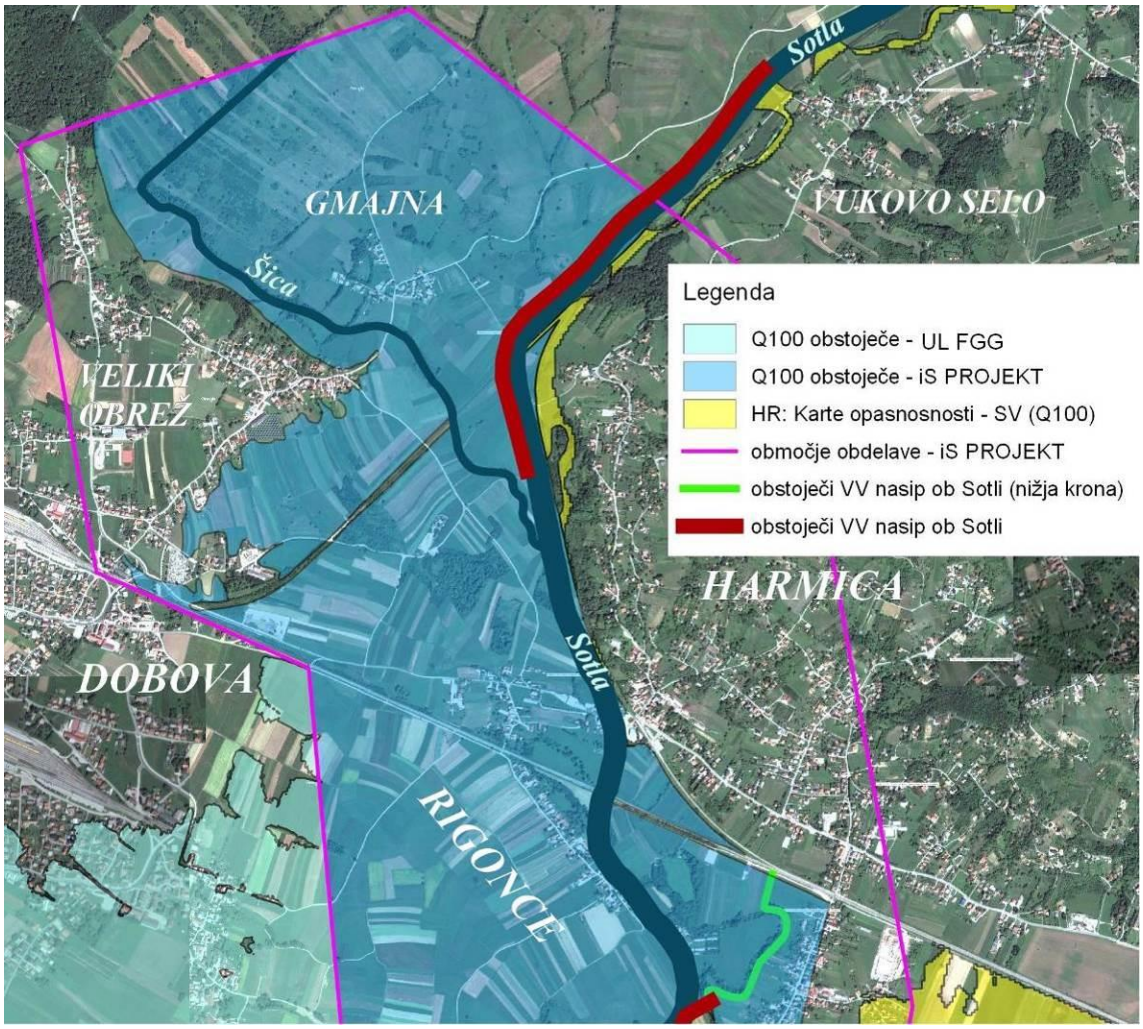
V nadaljevanju so predlogi alternativnih rešitev podani po območjih, razvrščenih od dolvodnih proti gorvodnim.

Varovanje naselij Harmica, Rigonce in Kjuč

Na območju od naselja Kraj Donji (levi breg) do Save ima bistven vpliv na poplavljanje Sotle tudi reka Sava, ki je leta 1990 in 2010 poplavljala vse do železniškega nasipa. V letu 2010 je glede na zabeleženo linijo poplave bilo pod vodo tudi območje severno od železnice pri naseljih Veliki in Mali Obrež ter Gmajna. Na tem območju torej očitno prihaja do velikega razlivanja Sotle predvsem na desni breg.

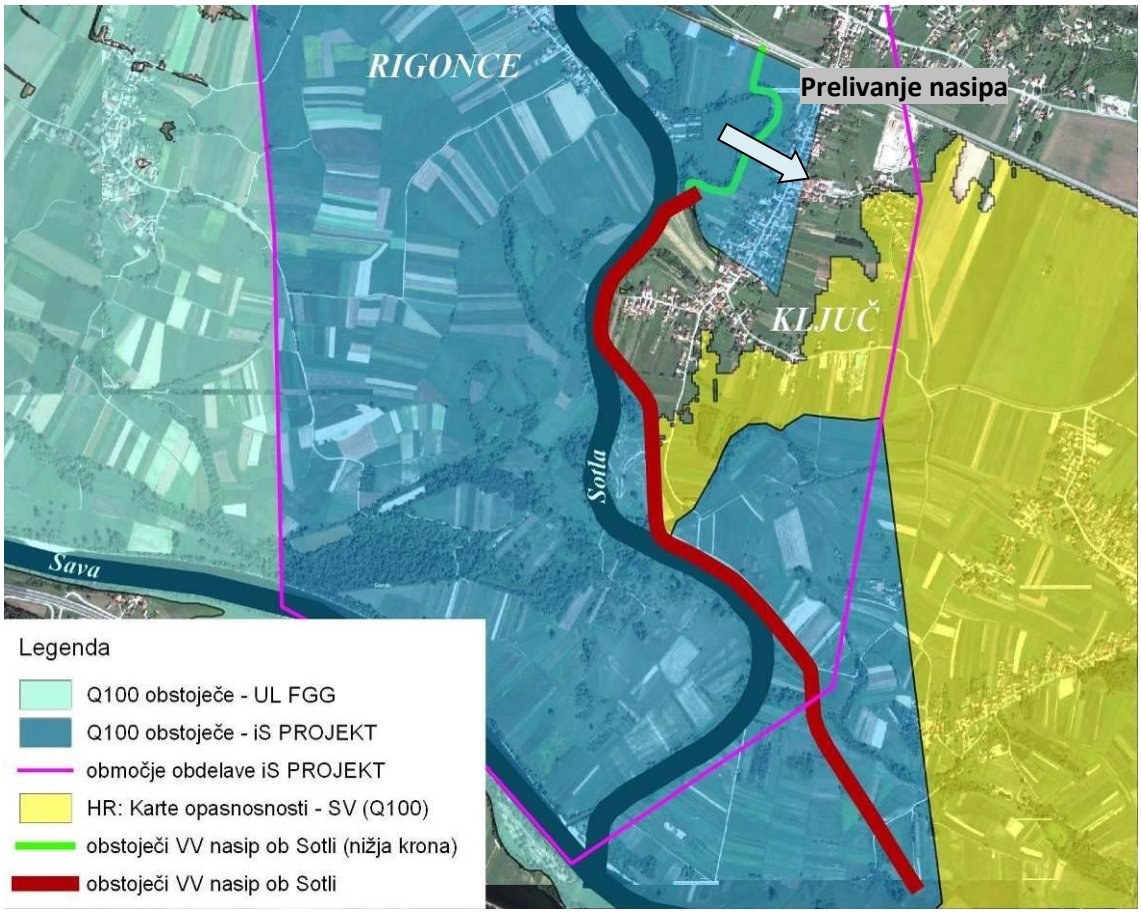
Za varovanje naselij Gmajna, Veliki Obrež, Dobova in Ključ je v preteklosti že bila izdelana idejna zasnova ureditev (iS PROJEKT). V sklopu omenjenega projekta je bil izdelan 1D hidravlični model Sotle od Gmajne do izliva v Savo. Uporabljena je bila programska oprema HEC RAS. V študiji je bil obravnavan tudi pritok Šica. V sklopu projekta FRISCO1 pritoki v hidravlični analizi ne bodo obravnavani, zato bo treba pri dimenzioniranju ureditev v bližini pritoka Šica rezultate 1D/2D hidravličnega modela

izdelanega v sklopu projekta FRISCO1, vsekakor primerjati še z izračunanimi gladinami iz študije iS PROJEKTa. Ocenjujemo pa, da ima Šica le lokalni vpliv na poplavno nevarnost, saj je pretok s povratno dobo 100 let glede na hidrološko študijo iz leta 1988 (Hidrološka študija Sotle, maj 1988, VGI, št. proj. C-1069) skoraj 60 krat manjši od 100 letnega pretoka Sotle. V poročilu »Hidravlična analiza, 1. Faza« je bilo ugotovljeno na podlagi slovenske integralne karte poplavne nevarnosti, hrvaških kart poplavne nevarnosti ter zabeleženih poplavnih linij ob visokovodnih dogodkih iz leta 1998 in 2010, da so naselja Gmajna, Rigonce in Harmica poplavno ogrožena. Na sliki 1 povzemamo dosege 100 letnih visokih vod Sotle, Šice in Save na obravnavanem območju, povzete iz različnih virov. Zaradi preglednosti so dosegi poplave iz virov, ki se prekrivajo s študijo iS PROJEKTa porezani po območju obdelave iS PROJEKTa.



Slika 1: Ovojnica Q100 iz različnih virov pri naseljih Gmajna, Veliki Obrež, Dobova, Rigonce in Harmica

Razvidno je, da sta naselji Gmajna in Rigonce v celoti poplavno ogrožena, visoka voda pa doseže tudi naselji Veliki Obrež in Dobova. Na sliki 2 so prikazani še dosegi visokih voda na območju dolvodno od Rigonc do izliva Sotle v Savo. Iz prikaza je razvidno, da je v sklopu študije iS PROJEKTa bilo izračunano, da 100 letna visoka voda Sotle (s koincidenco 10 letnega pretoka Save) prelije del obstoječega visokovodnega nasipa pri Ključu.



Slika 2: Ovojnica Q100 iz različnih virov (obstoječe stanje) pri naselju Ključ: razvidno je prelivanje obstoječega VV nasipa

Iz terenskega ogleda je bilo ugotovljeno, da ima obstoječi nasip na tem delu dejansko precej nižjo krono kot na dolvodnem odseku, kar je razvidno iz fotografije (levo) in LIDAR posnetka (desno) na sliki 3.

Slika 3: odsek obstoječega VV nasipa ob Sotli pri naselju Ključ z nižjo krono

Za zboljšanje poplavne varnosti naselij Rigonce, Dobova, Veliki Obrež in zaselka Gmajna je v sklopu študije iS PROJEKTa bilo analiziranih več variant ureditev. Najbolj ustrezna varianta je bila izbrana glede na naslednje pogoje:

- Ureditev je samo ob starem rokavu Sotle in se ne posega na hrvaško stran
- Ohranjanje poplavnega območja v čim večji možni meri
- Uskladitev z lokalno skupnostjo na terenu

- Usklajenost z namensko rabo prostora, ki je opredeljena v občinskih planih
- Cena.

Obsega pa naslednje ureditve:

- Nadvišanje brežine Sotle in visokovodni nasip ob starem rokavu - od P74+15 m do P95+13 m (desni breg); na odsekih, kjer so objekti neposredno ob strugi, je namesto nasipa predviden visokovodni zid (severno-vzhodna stran Rigonc)
- Visokovodni nasip ob lokalni cesti Dobova – Harmica in severno od Rigonc s priključkom na železniški nasip na vzhodu, l=1165 m
- Povratni nasip ob Šici gorvodno od opuščenega železniškega nasipa, l=910 m
- Odstranitev opuščenega železniškega nasipa med Šico in Sotlo
- Lokalno varovanje objektov v zaselku Gmajna z visokovodnim nasipom
- Zaščita objektov z montažnimi elementi v zaselku Gmajna, ki so potencialno ogroženi (zaščita vrat in oken s panelno protipoplavno zaščito, avtomatske zapore cevovodov) – objekti bodo določeni po detajlni izmeri pragov oz. temeljev.

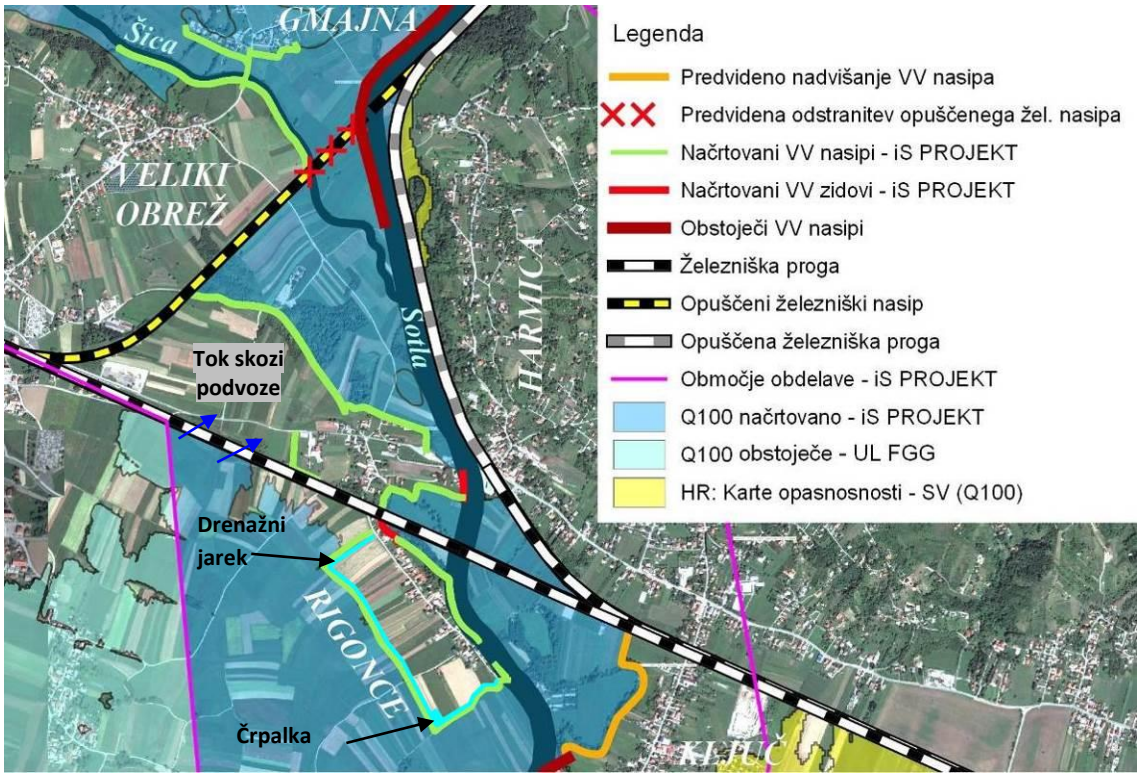
Predlagana trasa visokovodne zaščite poteka južno od železniške proge ob starem rokavu Sotle, na gorvodnem odseku pa se nasip od Sotle odmakne. S tem se ohranja tudi večino poplavnega območja. V končni varianti pa so bili upoštevani tudi naslednji ukrepi, ki pa so bili obravnavani znotraj DPN HE Mokrice, saj se v glavnem nanašajo na visoke vode Save:

- Visokovodni nasip na južni strani naselja Rigonce
- Visokovodni nasip za preprečevanje vtoka visokih vod Save skozi obstoječe podvoze v železniškem nasipu.

Prav tako je v končni varianti upoštevano še nadvišanje obstoječega visokovodnega nasipa na levem bregu Sotle dolvodno od železniške proge. Vse predlagane ureditve so shematično prikazane na sliki 4.

V drugi fazi projekta bo treba s hidravličnim modelom analizirati vpliv obravnavanih ureditev na desnem bregu na poplavno nevarnost na levem bregu Sotle. Pretočni profil je zaradi predlaganih ureditev vidno zmanjšan le na območju med železniško progo Ljubljana – Zagreb in naseljem Harmica. Na tem območju pa predstavlja ozko grlo tako ali tako mostna odprtina železniškega mostu, kjer je pretočni profil znatno manjši. Tako bi lahko ocenili, da predlagane ureditve ne bodo imele bistvenega vpliva na poplavno nevarnost na levem bregu, vsekakor pa bo le-to treba v nadaljevanju analizirati še s hidravličnim modelom.

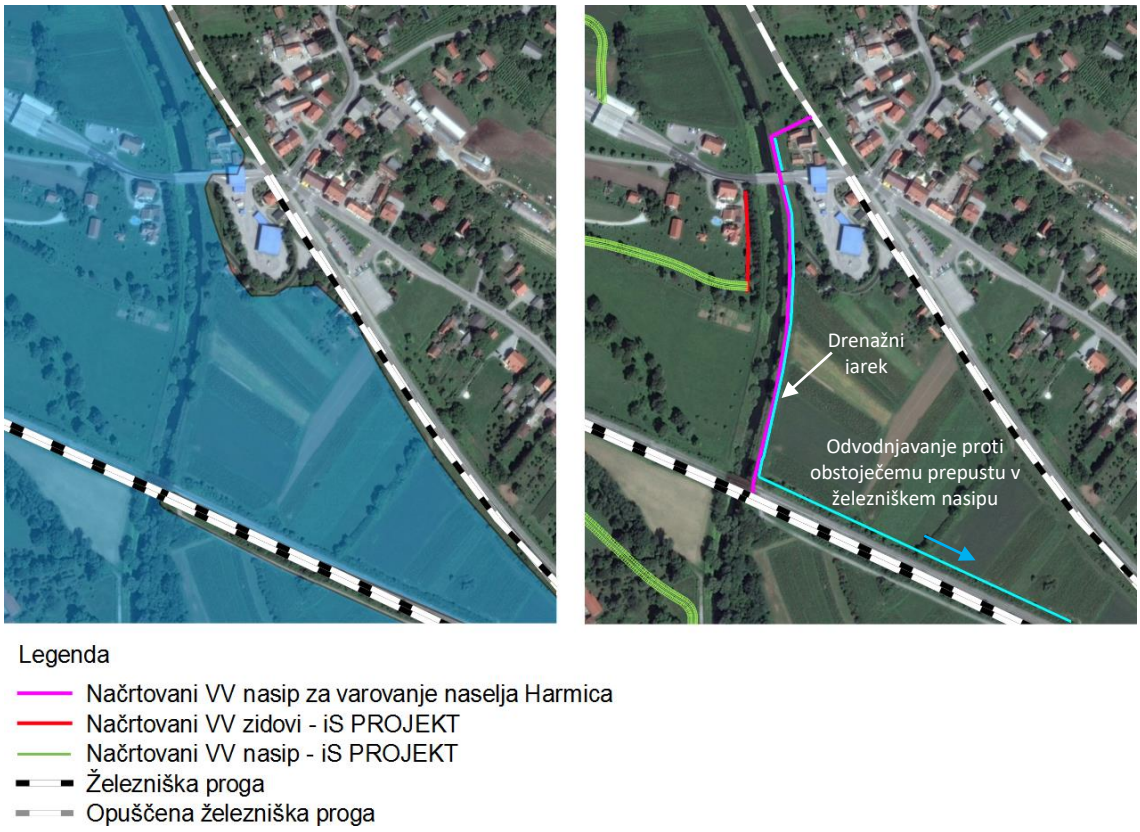
Posebna drenaža zalednih vod v študiji iS PROJEKTa ni predvidena, razen na območju Rigonc, kjer so objekti okrog in okrog obdani z visokovodnim nasipom. Na tem delu je odvodnjavanje rešeno z drenažnimi jarki in namestitvijo črpalke (50l/s) na najbolj južnem delu omenjenega območja za prečrpavanje notranje vode ob pojavu visoke vode Save ter izgradnjo prepusta s protipovrano zaklopko za odvodnjavanje zaledne vode v primeru nizke vode Save. Zaledne vode severno od železnice in zahodno od Rigonc se stekajo proti obstoječem železniškem nasipu ter odtekajo skozi obstoječe prepuste (podvoze) v železniškem nasipu. Na območju Rigonc pri mejnem prehodu Harmica pa predlagamo izgradnjo drenažnega jarka na zaledni strani nasipa ter prepusta na najnižji točki z iztokom proti strugi Sotle ter namestitvijo protipovratne zaklopke.



Slika 4: Prikaz predlaganih ureditev na območju Rigonc, Dobove in Ključa

Na podlagi terenskega ogleda, obstoječih podatkov o poplavni nevarnosti, interesa s hrvaške strani ter na podlagi ugotovitev o možnem vplivu ureditev na desnem bregu pa predlagamo še izgradnjo visokovodnega nasipa na levi brežini Sotle od mejnega prehoda Harmica do železniške proge. Na tem območju se namreč nahaja ca. 10 objektov za katere je znano, da so poplavno ogroženi. V primeru, da bo ugotovljeno, da se z zapiranjem dela poplavne ravnice bistveno vpliva na retencijski volumen Sotle, se alternativno nasip lahko spelje na južni strani bližje terasi, na kateri je mejni prehod Harmica. Predlagan potek trase visokovodnega nasipa v kombinaciji z visokovodnim zidom (v primeru omejitev prostora) je prikazan na sliki 5. Fotografija na sliki 6 pa prikazuje območje, kjer je predviden visokovodni nasip za varovanje naselja Harmica (pogled gorvodno). Razvidna je obširna poplavna ravnica na levem bregu Sotle.

Slika 6: Območje načrtovanega VV nasipa na levem bregu Sotle pri MP Harmica



Slika 5: Predlagani VV nasip za varovanje naselja Harmica

Gregovce, Nova vas pri Sotli, Čemehovec,

Gregovce je naselje, ki se nahaja na desnem bregu sicer tik ob strugi Sotle, je pa precej dvignjeno nad samo strugo, saj se nahaja na nekaj meterski terasi (ca. 6m). V poročilu »Hidravlična analiza – 1.faza« je bilo sicer ugotovljeno, da bi glede na hrvaške karte poplavne nevarnosti lahko naselje Gregovce bilo ogroženo zaradi stoletnih vod Sotle, vendar je glede na delovne rezultate preliminarnega hidravličnega modela gladina pri stoletni vodi več kot 1m nižja od najnižjega roba terase. Tako ocenjujemo, da tudi po natančnejšem umerjanju in izpopolnitvi hidravličnega modela ter uporabi drugačne vrednosti (nova hidrologija) pretoka, končne izračunane gladine ne bodo višje od kote terase. V primeru, da se bo izkazalo, da so ureditve na tej lokaciji vseeno potrebne pa predlagamo, da se predvidi visokovodni nasip v kombinaciji z visokovodnim zidom (v primeru prostorskih omejitev) ob robu terase. V tem primeru je treba na zaledni strani izdelati drenažni jarek za zaledne vode ter vgraditi prepuste s protipovratnimi zaklopkami na lokacijah obstoječih jarkov po katerih padavinska voda tudi v obstoječem stanju odteka v strugo Sotle. V tej fazi za to lokacijo ni smiselno načrtovati natančnejšega poteka trase, saj je le-ta v veliki meri odvisna od rezultatov hidravličnega modela. Prav tako bi bil potreben detajlni posnetek terena zaradi obstoječih objektov, ki ponekod ,glede na LIDAR podatke, segajo prav do roba terase.

Za območji Nove vasi pri Sotli in Sp. Čemehovca ocenjujemo glede na razpoložljive podatke o poplavni nevarnosti, da nista poplavno ogroženi. V Čemehovcu se vsi objekti nahajajo na dvignjeni terasi, medtem ko se objekti v Novi vasi pri Sotli nahajajo na bolj položnem klancu, ki se dviguje v smeri severo-zahodno od Sotle. Zaradi negotovosti razpoložljivih podatkov o poplavni nevarnosti v tej fazi predlagamo individualno zaščito objektov v Novi vasi s tesnjenjem odprtin (s panelno zaščito na vratih). Prav tako

predlagamo obveščanje prebivalcev ob pojavu visokih vod s sireno glede na izmerjen vodostaj na VP Zelenjak, ki je oddaljena ca. 10 km, poplavni val pa bi tako predvidoma potoval ca. 1 do 1.5 ure do Nove vasi pri Sotli.

Gornji Čemehovec glede na razpoložljive podatke o poplavni nevarnosti ni poplavno ogrožen. Se pa na tem delu 180 m severno od lokalne ceste, ki prečka opuščeno železniško progo, v nasipu železniške proge nahaja pravokotni prepust. Po terenskem ogledu ocenjujemo, da so dimenzije prepusta ca. VxŠ=2.5 m x 0.7 m. Ob pojavu visoke vode Sotle teče voda na tem območju po jarku skozi prepust na zaledno stran in bi se lahko razlivala po poplavni ravnici proti naselju Gornji Čemehovec. Omenjen prepust bo treba zajeti v hidravličnem modelu, rezultati modela pa bodo podali, ali je naselje zaradi povratnega toka skozi prepust poplavno ogroženo.

Zaradi opuščenosti železniške proge je jarek na lokaciji prepusta precej zaraščen. Predlagamo, da se lokalno gorvodno in dolvodno od prepusta zarast odstrani, kvadratni prepust, ki je vsekakor predimenzioniran, pa nadomesti s cevnim prepustom ustrezne dimenzije. Prepust se naj opremi s protipovrano zaklopko.

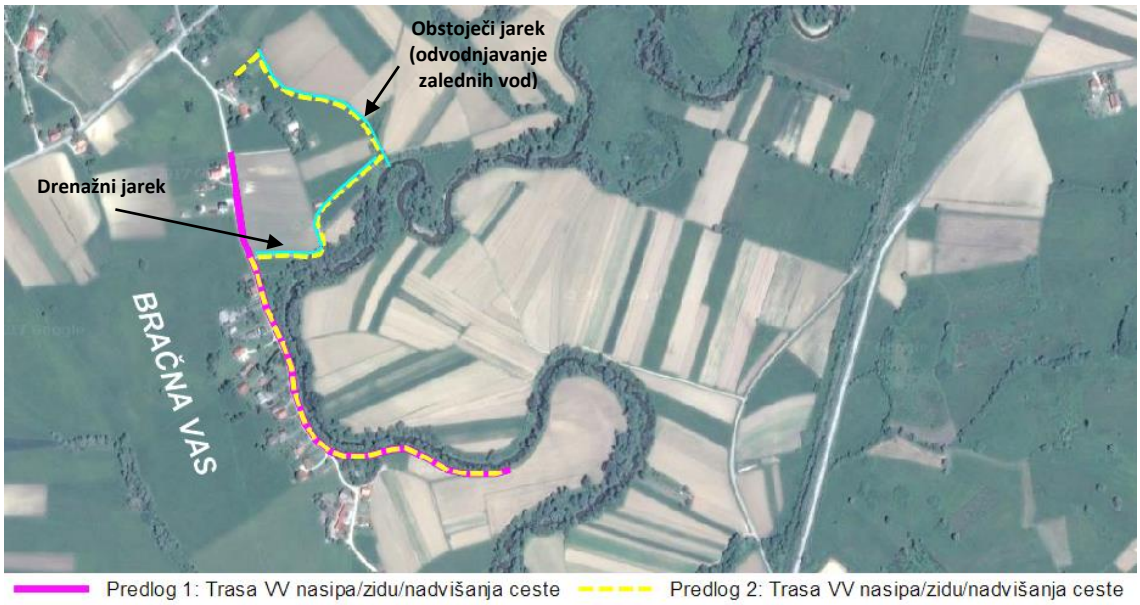
Podobno situacija najdemo na območju pri naselju Vulčičevo (levi breg Sotle), kjer se zahodno od naselja (t.j. med strugo Sotle in naseljem) nahaja nasip opuščene železniške proge, skozi nasip pa sta speljana dva prepusta. Glede na kote terena iz LIDAR podatkov lahko sklepamo, da voda, ki se preliva skozi omenjena prepusta pri visokih vodah Sotle poplavno ogroža naselje Vulčičevo. V primeru, da bo hidravlični model pokazal, da je naselje Vulčičevo ogroženo zaradi vtoka visoke vode Sotle na zaledno stran nasipa. Tudi v tem primeru predlagamo odstranitev zarasti na lokacijah obeh prepustov ter nadomestitev obstoječih s cevnimi prepusti ustreznih dimenzij ter namestitvijo protipovratnih zaklopk, ki preprečujejo vtok vode iz Sotle na zaledno stran nasipa.

Bračna vas

Glede na ugotovitve iz poročila »Hidravlična analiza - 1.faza« se celotno naselje Bračna vas nahaja na poplavnem območju Sotle. Tudi iz delovnih preliminarnih rezultatov 1D/2D hidravličnega modela je naselje pri ca. 100 letni povratni dobi poplavljeno. Po pogovoru z domačini iz Bračne vase bi naj voda ob visokovodnem dogodku 2010 prišla do roba ceste, ki poteka skozi naselje. Treba je poudariti, da je bil ob omenjenem visokovodnem dogodku izmerjen relativno nizek pretok (ca. Q2).

Ocenjujemo, da je poplavno ogroženih ca. 25 do 30 objektov. Na osnovi teh ugotovitev predlagamo nadvišanje ceste skozi Bračno vas ter izgradnjo VV nasipa, ki bi se priključil na nadvišano cesto. V kolikor zaradi prostorskih omejitev nadvišanje ceste ne bo mogoče, pa predlagamo izgradnjo VV zidu na levi strani ceste (gledano dolvodno). Tik ob cesti se nahaja ograja, ki bi jo bilo treba v primeru izgradnje zidu ali nadvišanja ceste ustrezno prestaviti.

V tej fazi podajamo samo shematični prikaz predloga trase linijske protipoplavne ureditve, ki je prikazana na sliki 8. Podani sta dve varianti. Prva predstavlja nadvišanje obstoječe ceste, na katero bi se na dolvodni strani priključil predviden visokovodni nasip, ki bi potekal ob desni brežini Sotle. Druga varianta pa bi bila bolj primerna v primeru, če bi rezultati hidravličnega modela pokazali, da se voda razliva na desno brežino že na bolj gorvodnem odseku. Na tem delu bi visokovodni nasip potekal po desni brežini obstoječega jarka, ki se steka v Sotlo.



Slika 8: Predlagane protipoplavne ureditve za varovanje naselja Bračna vas

Ker visi teren iz severa proti jugu, odvodnjavanje zaledne vode v primeru variante 1 ni problematično, v primeru variante 2 pa bi bilo treba na zaledni strani nasipa izdelati še drenažni jarek ter na najnižji točki (najbolj južna točka) vodo speljati skozi prepust s protipovratno zaklopko. Na strani poplavnega območja Sotle pa bi za odvodnjavanje zaledne vode služil že obstoječi jarek, ki poteka ob desni strani predlaganega nasipa (gledano iz smeri jug-sever) in se na koncu načrtovanega nasipa steka v Sotlo.

2.2 Odsek od Kunšperka (Bistrica ob Sotli) do izvira Sotle

Naselje Gmajna – Kumrovec

Ob Sotli je že delno izveden nasip dvomljive kvalitete (za gradnjo naj bi bil uporabljen material, ki je bil pridobljen z vzdrževalnimi deli na reki). Dolžina nasipa znaša 980 m. Nasip se slepo zaključi sredi poplavne ravnice in ni zaključen na višji teren, zaradi česar ga lahko vode obtekajo po zaledju in dosežejo zaselek Gmajna. Nasip danes nima pozitivnega vpliva na poplavno varnost.

Slika 9: Nasip ob Sotli na območju Gmajne

Poleg visokih vod Sotle na obravnavano območje tangirajo tudi zaledne vode. Prisotna sta 2 potoka z območja Kladnika in Ravnega Brezja, ki se priključujeta na depresijska območja (ostanki starih meandrov Sotle), iz njih pa se preko prepustov vode odvajajo v strugo Sotle. Prepusti so v slabem stanju (poškodovani, zamašeni), zato sistem odvodnje zalednih vod ob visokovodnih pojavih ne funkcionira, posledično je večja poplavna nevarnost v zaselku Gmajna.

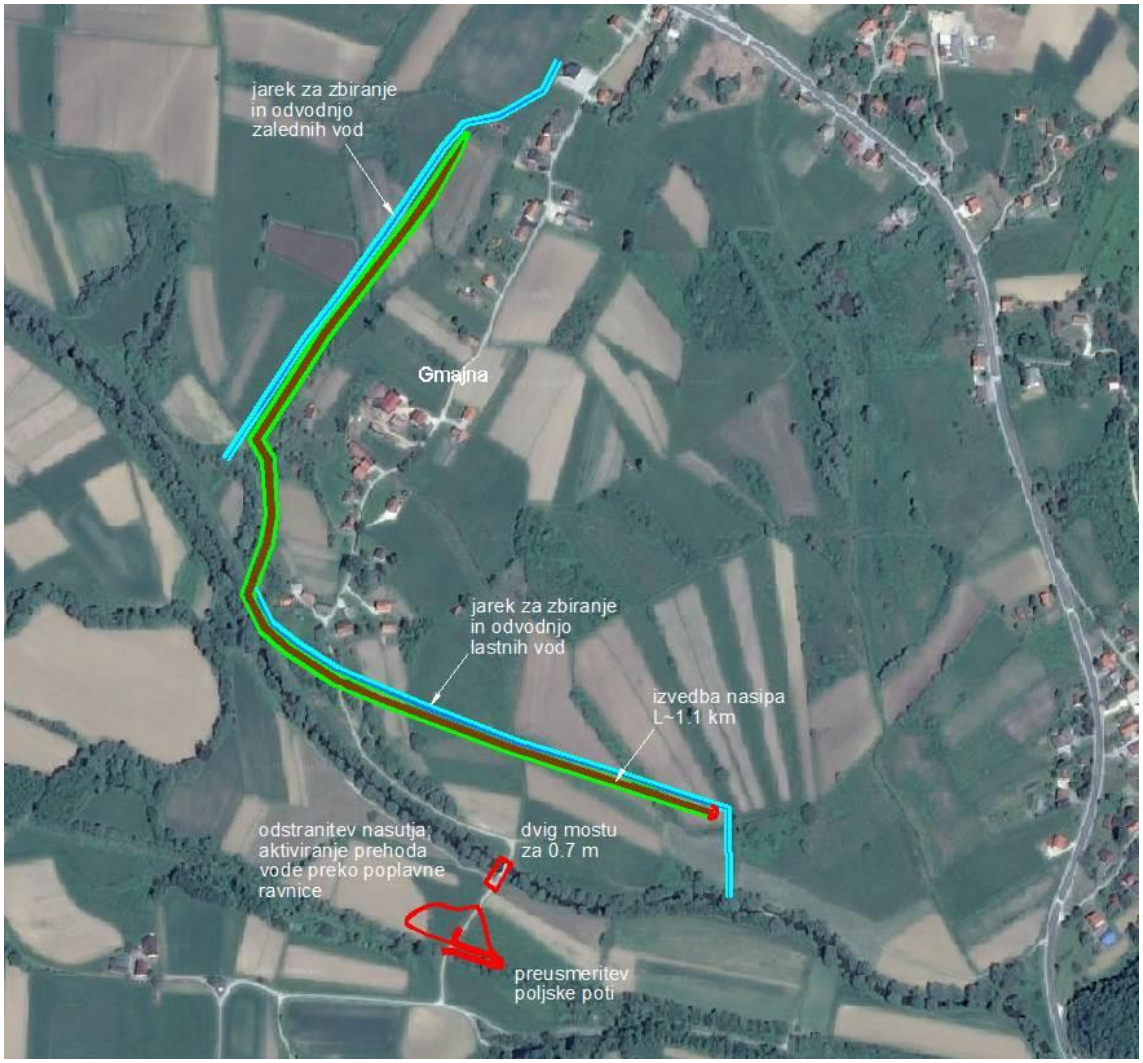
Slika 10: Kopičenje zalednih vod za nasipom

Za zaščito naselja, bi bilo potrebno nasip ustrezno priključiti na višje ležeči teren. Predlagamo izvedbo novega nasipa, ki bi potekal zahodno od lokalne (dostopne) ceste do vasi Gmajna, jo obšel po južni strani in se preko ravnice nadaljeval vzporedno z nasipom železniške proge še dolvodno od vasi. Predvidena dolžina nasipa bi znašala 1100 m, višina pa bi bila določena na podlagi rezultatov hidravličnih modelov, predvidoma pa bi morala znašati 2 m.

Zaščita ravninskih območij nad Gmajno ni potrebna, saj v tem prostoru ni prisotne pozidave. Postavljena je sicer čistilna naprava, ki ima bazene dvignjene nad okoliški teren, po potrebi se lokalno izvede le ukrepe za zaščito strojne opreme in drugih občutljivih elementov (dvig opreme nad doseg poplavnih vod, izvedba dodatnega nasipa ob ČN – v tem primeru potrebno predvideti tudi črpališče lastnih vod).

Poleg tega bi izvedba nasipa vzdolž brežine Sotle in nato pritoka Škornika (Kumrovec) vse do glavne ceste predstavljala bistveno večji poseg v prostoru, s čimer bi znatno zmanjšali tudi sedanje razlivne površine Sotle, kar pa ni v skladu z strokovnimi standardi, ki zagovarjajo zadrževanje čim večje količine vode v samem povodju. Dodatno bi se z izvedbo omenjenega daljšega nasipa pojavila problematika zalednih vod, ki se ji z izvedbo predlaganega, manjšega nasipa, v večji meri izognemo.

Kljub vsemu bo potrebno v sklopu izvedbe nasipa nad Gmajno poskrbeti tudi za zaledne vode. Zahodno od načrtovanega nasipa bi bilo potrebno izvesti poljski jarek, ki bi se navezal na obstoječe jarke v prostoru ter v zaključku priključil na obstoječi meander. Znotraj varovanega območja pa bi bilo ravno tako potrebno vzdolž nasipa izvesti jarek za odvodno lastnih vod. Dolžina nasipa in jarka ob njem je odvisna od gorvodnega vpliva Sotle na zaključku nasipa.



Slika 11: Predlagani ukrepi na območju Gmajne

Obstoječi nasip se v celoti poruši teren pa izravna na nivo okoliškega terena.

Predvideni nasip južno od naselja ne poteka vzporedno s strugo Sotle. Odmaknjen je bil v notranjost predvsem zaradi zagotavljanja dovolj širokega koridorja za prehod poplavnih vod v dolvodni smeri. Nasip ob Sotli bi preveč zapiral visokovodni pretočni profil, zaradi česar bi bilo v zaledju pričakovati višje gladine in posledično tudi višje nasipe.

Poplavni koridor bi bilo možno dodatno aktivirati tudi z dvigom mostu preko Sotle. Le-ta je izveden na daljših betonskih nosilcih, ki bi jih bilo možno dvigniti na nadvišane podpore. Danes most sega globoko v osnovni pretočni prerez Sotle.

Dodatno aktivacijo poplavnega koridorja predlagamo tudi na desnem bregu, kjer je preko poplavne ravnice izvedeno nasutje poljske poti. Nasutje se odstrani – poravna na nivo gor in dolvodnega terena, dostopno pot na železniški prehod pa se izvede vzporedno z železniškim nasipom.

Po pridobitvi hidravličnega modela in izračunu obstoječega in načrtovanega stanja je potrebno preveriti tudi vpliv ureditev na vodni režim na desnem bregu, predvsem na

območje domačije Lenarč (Kunšperk 19) ter po potrebi predvideti lokalne ukrepe ob tem objektu.

Z izvedbo predlaganih ukrepov bi lahko pomembno in z obvladljivimi stroški vplivali na izboljšanje poplavne varnosti v naselju Gmajna.

Slika 12: Most preko Sotle, ki naj se ga dvigne za cca. 70 cm.

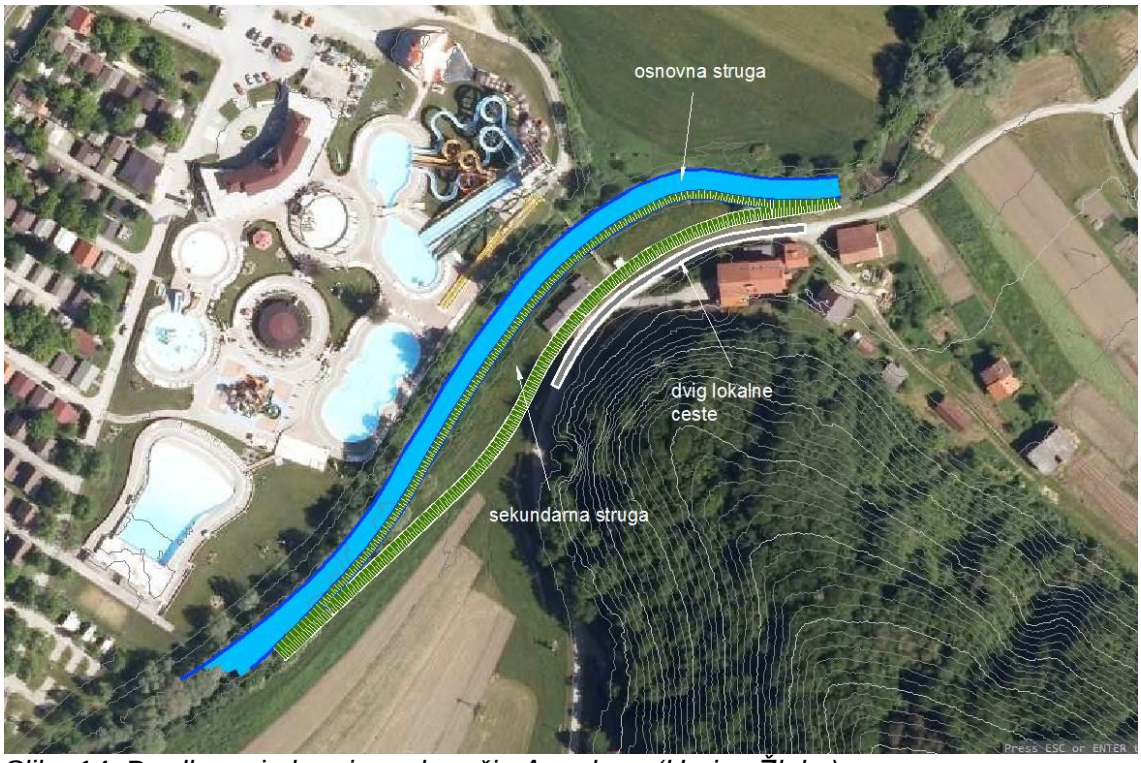
Podčetrtek – Aqualuna; (Harina Žlaka)

Pod sotočjem Mestinjščice in Sotle se na območju vodnega parka Aqualuna široka poplavna ravnica Sotle zoža v ozek pas med nasutjem vodnega parka na desnem bregu in lokalno cesto oz. vznožjem bližnje vzpetine na območju Harine Žlake. Primarno poplavno območje je na predmetni lokaciji (vključno s strugo) široko le 40 m. Območje vodnega parka ter tudi del objektov in lokalna cesta na levem bregu so ob visokih vodah Sotle poplavljeni.

Slika 13: Levobrežna ravnica, kjer je predvidena razširitev profila

Na predmetni lokaciji se predlaga izvedba sekundarne struge na levem bregu vodotoka. Le-ta se izvede približno 1 m nad vodostajem ob normalnih hidroloških

razmerah. Zunanji rob razširjene struge se priključi na lokalno cesto, ki se jo v sklopu ureditve območja lahko nadviša za vsaj 0.5 m (glede na priključke tamkajšnjih objektov). Območje sekundarne struge bo 2 m nižje od obstoječega terena, zaradi česar pričakujemo izboljšanje pretočnih razmer v času poplave. Sekundarna struga oz. razširitev osnovnega korita Sotle se izvede na dolžini 200 m. Pred gradnjo bo potrebno porušiti še 2 tam stoječa objekta.



Slika 14: Predlagani ukrepi na območju Aqualune (Harina Žlaka)

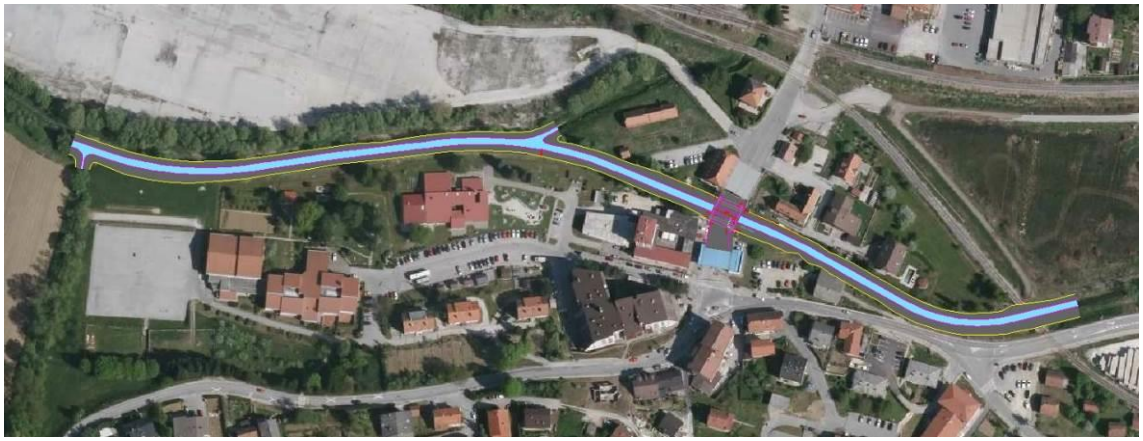
Rogatec (Hum na Sutli)

V Rogatcu predstavlja s poplavnega vidika najbolj problematično točko prečkanje Sotle na območju mejnega prehoda. Obstoječa premostitev je obokana in ima svetlo odprtino ploščine 11 m^2, kar je bistveno premalo za neoviran prehod poplavnih vod. Poleg premostitve je lokalno poddimenzionirana tudi sama struga, zato je bil že v letu 2011 izdelan idejni projekt ureditve Sotle na dolžini 0.6 km z zamenjavo mostu (*Uređenje rijeke Sutle u Humu na Sutli od km 76+970 do 77+564.26*, investitor: Hrvatske vode, projektant Aking d.o.o., št. projekta AK-92/2010, datum: 03/2011). Načrtovani most ima svetlo odprtino ploščine 30 m^2, predvideni profil ureditve pa ima v dnu struge širino 4 m, brežine v naklonu 1:1.25 in višine ~3.5 m (F pretočnega prereza struge znaša 30 m^2).

Na odseku Sotle skozi Rogatec bi bilo možno poplavno varnost poleg s samo ureditvijo struge izboljšati tudi z izvedbo zidu oz. nadvišanja vrha leve brežine na odseku pod mejnim prehodom, kjer so danes sicer že postavljeni protipoplavni elementi iz armirane zemljine (Slika 15). Dimenzije oz. potrebo po izvedbi predmetnega ukrepa bo možno določiti šele v naslednji fazi analize, ko bo hidravlično izvrednoten vpliv tudi drugih predlaganih ureditev (zadrževalniki, ureditev struge).

Slika 15: Odsek Sotle skozi Rogatec, kjer je predvidena izvedba ureditve struge in zamenjava mostu

Po izvedbi predlaganih ukrepov bo delu naselja bistveno zmanjšana poplavna nevarnost. Učinek načrtovanih ukrepov bo možno ovrednotiti šele po prejemu in uporabi hidravličnega modela v naslednji fazi projekta.



Slika 16: Območje načrtovanih ukrepov v Rogatcu

Poleg Sotle povzroča v Rogatcu znatno poplavno nevarnost tudi njen desni pritok Draganja. Draganja sicer ni predmet hidravlične analize v sklopu projekta Frisco 1, je pa bila v preteklosti analizirana, določeni so bili tudi ukrepi za izboljšanje poplavne varnosti v Rogatcu. Pomemben ukrep je izgradnja zadrževalnika (V=50,000 m^3), s katerim bi lahko zmanjšali konico 100-letnega vala za 6 m^3/s (iz 26 na 20 m^3/s).

3. OBLIKOVANJE ALTERNATIVNIH REŠITEV - ZADRŽEVANJE VISOKIH VODA

3.1 Zadrževalniki v povirju Sotle (Trlično)

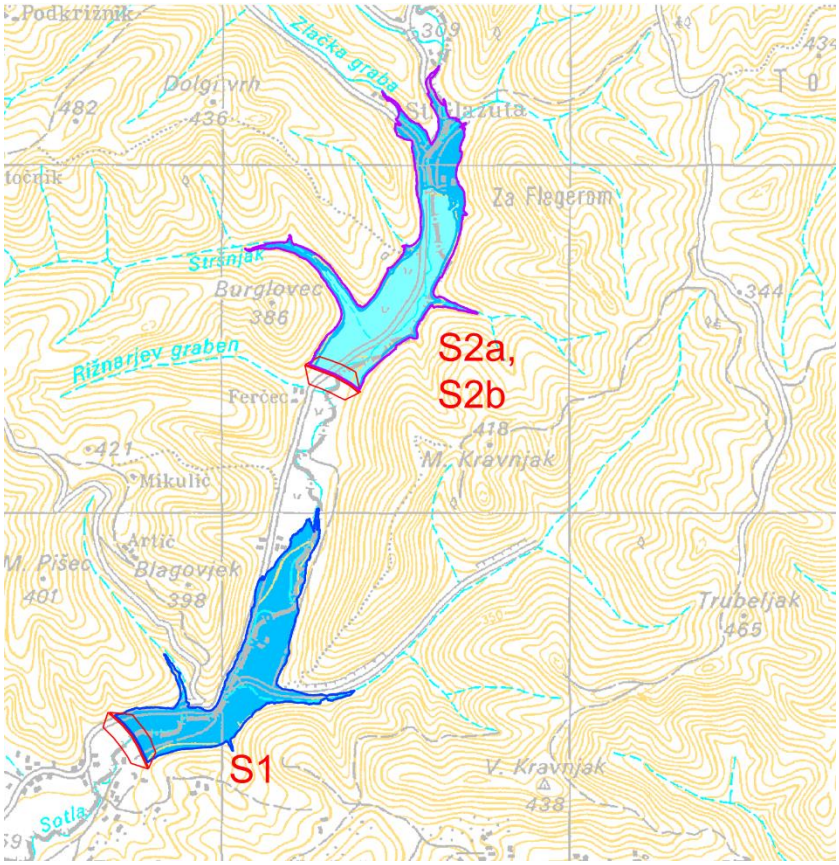
Ne glede na načrtovano ureditev odseka Sotle in zamenjavo mostu v Rogatcu se je potrebno zavedati, da se Sotla razliva iz struge že nad samim vstopom v mesto. Regulacija tako ne bo celovito rešila poplavne problematike. Poleg tega je potrebno sočasno z urejanjem strug vodotokov in s tem povečanjem odtoka, poskrbeti tudi za ustrezno zadrževanje visokih vod v porečju, saj povečevanje odtoka povzroči intenzivnejše pojave dolvodno od izvedenega ukrepa.

Glede na opisana dejstva smo želeli poiskati območja nad Rogatcem, kjer bi bilo možno zadrževanje visokih vod. Kot edino, s hidrotehničnega vidika pomembnejše območje ter glede na odsotnost poselitve oz. njeno majhno gostoto, smo izbrali dolino Sotle nad Trličnim. Prispevno območje je še dovolj veliko (12 km^2), da je možno z zadrževanjem visokih vod vplivati na dogajanje na območju Rogatca (F=40 km^2).

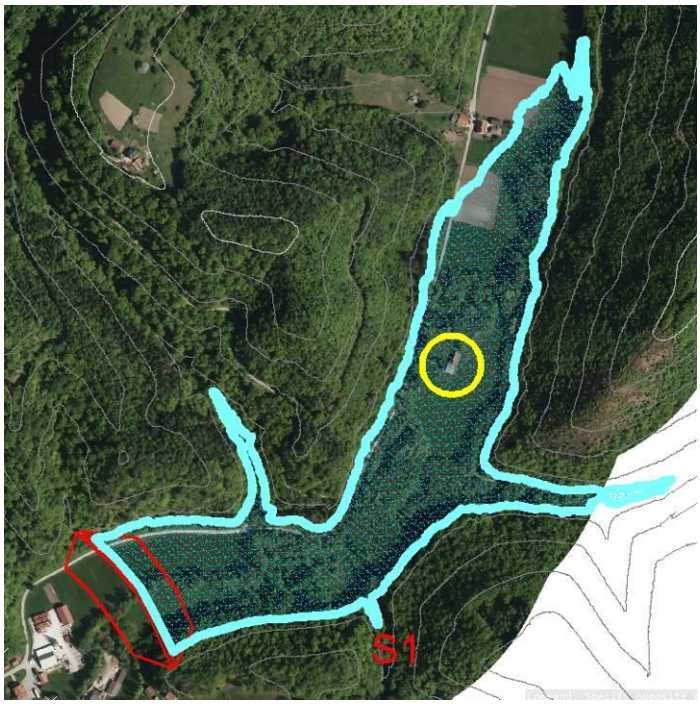
Prvi pregradni prerez je predviden tik nad naseljem Trlično, gorvodno od lesnega obrata. Predlagana višina pregrade znaša 12 m (krona 274 m n.m.), največja globina vode je 10 m, projektna gladina pa na koti 272.0 m n.m.. Zadrževalnik je sposoben zadržati 500,000 m^3 vode.

Vplivno območje zadrževalnika sega preko območja obstoječega objekta (označenega z rumeno barvo na *sliki 17* v nadaljevanju). Le-tega bi bilo potrebno odstraniti, rekonstruirati – zgraditi izven dosega akumulacije pa bi bilo potrebno tudi 870 m lokalne asfaltne ceste. Vplivno območje zadrževalnika se konča pred obstoječimi objekti Trlično 17 in 18 (najnižja točka platoja ob objektih 273.0 m n.m.).

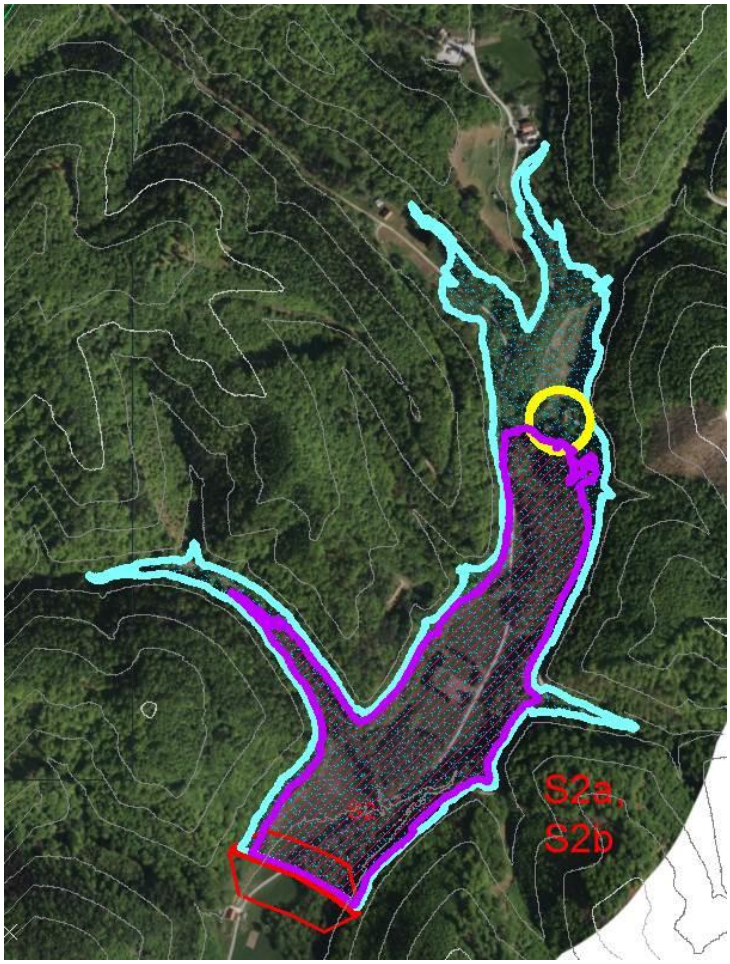
Poleg zadrževalnika S1 smo identificirali še eno lokacijo za postavitev pregrade S2 in sicer tik gorvodno od objekta Trlično 19. Znotraj potencialnega vplivnega območja se nahaja domačija na hrvaškem ozemlju (označeno z rumenim krogom na sliki 18). V kolikor domačije ni možno odstraniti, se lahko izvede akumulacija do kote 290 m n.m.. Tej varianti smo dali oznako S2a. Pregrada bi bila v tem primeru visoka 12.5 m, največja globina vode bi znašala 10.5 m, zadrževalnik pa bi imel kapaciteto 380,000 m^3.



Slika 17: lokacije predvidenih zadrževalnikov v povirju Sotle



Slika 18: predlog zadrževalnika S1 nad Trličnim



Slika 19: predlog zadrževalnikov S2a (manjši) in S2b (večji) nad Trličnim

Če domačija ne predstavlja omejitvenega dejavnika, pa se lahko akumulacijo predvidi na koti 296.0 m. Le-ta bi segala vse do naslednjih stanovanjskih objektov (Trlično 21). Krona pregrade bi bila predvidena na 298.0 m n.m., največja globina vode 16.5 m, zadrževalni volumen pa bi znašal 990,000 m^3. Tudi v primeru izvedbe zadrževalnika S2 bi bilo potrebno rekonstruirati obstoječo lokalno cesto vsaj na mestu pregrade ter prevezati po višjem terenu cesto, ki se v dolino Sotle priključi po dolini Zlačke grabe – po njej namreč možen dostop v dolino tudi v primeru aktivacije zadrževalnika.

V preglednici 1 v nadaljevanju so prikazane osnovne karakteristike predlaganih zadrževalnikov.

oznaka	proj. gladina [m n.m.]	maks. h vode [m]	krona [m n.m.]	V [m^3]	opomba
S1	272	10	274	500,000	obst. objekt v vplivnem območju
S2a	290	10.5	292	380,000	
S2b	296	16.5	298	990.000	obst. objekt v vplivnem območju

Preglednica 1: prikaz osnovnih značilnosti predlaganih zadrževalnikov

Glede na možnost poseganja v prostor je možno v zgornjem toku Sotle zadržati od 880,000 (S1 + S2a) do 1,490,000 m^3 vode (S1 + S2b).

Zaradi oddaljenosti ukrepa od primarnega elementa zaščite – Rogatca, zadrževanje vod ne bo imelo tolikšnega učinka, kot če bi imeli enak volumen na razpolago tik nad Rogatcem, saj bomo z zadrževalniki lahko obvladovali le zgornjo tretjino povodja. Kot dodaten ukrep za zmanjševanje konice poplavnih vod pa tudi predlagamo, da se vzdolž doline Sotle med Trličnim in Rogatcem skuša v največji možni meri aktivirati poplavna območja. Najprej bo potrebno definirati obstoječo poplavno nevarnost, nato analizirati vpliv zadrževalnikov na zmanjšanje konic visokovodnih valov, na podlagi te analize pa nato definirati še spremenjeni poplavni režim v dolini Sotle nad Rogatcem. Glede na slednje ugotovitve bo možno definirati območja, kjer bi lahko vodo dodatno razbremenjevali v prostoru. Ukrepi, ki jih bo možno predlagati so izvedba manjših stopenj za dvig gladine in induciranje poplavljanja, izvedba prečnih in/ali vzdolžnih nasipov za umirjanje oz. zadrževanje poplavnega toka na inundacijskih površinah in za zaščito morebitnih ogroženih objektov. Predmetna faza analize in načrtovanja ukrepov bo možna po pridobitvi ustreznega hidravličnega modela v nadaljevanju projekta.

3.2 Pregrada Vonarje

Pregrada Vonarje je bila zgrajena leta 1980 z namenom zadrževanja visokih vod ter zagotavljanja pitne vode in vode za namakanje. Zaradi slabe kvalitete vode v akumulaciji in škodljivih posledic izpustov te vode na favno, je bila leta 1988 akumulacija izpraznjena, tako, da danes služi le še akumuliranju visokih vod.

V zadnjem obdobju so bile na pregradi opazne poškodbe na betonskih objektih, iztrošena pa je tudi hidromehanska oprema in elektroinštalacije. V primeru neustreznega obratovanja, ki bi lahko izhajalo iz nezmožnosti upravljanja z zadrževalnikom zaradi okvare opreme ali dodatnih konstrukcijskih poškodb ključnih betonskih elementov pregrade, bi lahko ob pojavu visokih vod lahko prišlo do nekontroliranega iztekanja / prelivanja pregrade, kar bi lahko v izjemnih primerih lahko vodilo tudi do (delne) porušitve le-te. Glede na kapaciteto zadrževanja (12 M m^3), bi imelo nekontrolirano prelivanje oz. porušitveni val lahko katastrofalen vpliv na dolvodna

urbanizirana območja in drugo infrastrukturo (npr. termalni park Aqualuna), zato je obnova pregrade nujno potrebna.

Poleg same obnove pa bi bilo potrebno nadgraditi tudi obratovalni pravilnik, ki bi se moral poleg od stanja gladine v eni točki pod sotočjem z Mestinjščico, ozirati tudi na stanje v širšem povodju – pretoki in padavine v zaledju. Zato bi bilo potrebno ustrezno razširiti mrežo vodomernih in padavinskih postaj ter vse skupaj povezati v skupen sistem upravljanja tako (oz. lahko tudi samo) Vonarskega jezera, kot tudi morebitnih drugih zadrževalnikov, ki so predlagani v sklopu predmetnega projekta Frisco.

Danes so (glede na javno dostopne podatke na Atlasu okolja) na povodju Sotle nad sotesko Zelenjak na slovenski strani postavljene 3 vodomerne postaje (Rogatec – Sotla, Sodna vas II – Mestinjščica in Zagaj II – Bistrica), prav tako pa so 3 postaje postavljene na hrvaški strani meje (Rogatec, Bratkovec, Zelenjak).

Ključno pri upravljanju sistema zadrževanja je poznavanje dejanskih razmer v prostoru. Pomembno je znati napovedati dotok v zadrževalnik ter razpolagati s podatki dolvodno od zadrževalnika, da je možno sprejemati ustrezne odločitve pri obratovanju.

Dotok v zadrževalnik Vonarje bi bilo možno optimalno določiti, če bi bila izvedena VP še na Ločnici nad sotočjem s Sotlo ter sami Sotli pod večjimi dotoki (npr. pod Teršnico). Meriti bi bilo potrebno tudi iztok iz pregrade Vonarje.

Na Mestinjščici bi poleg Sodne vasi predlagali postavitev še VP Polanca (nad sotočjem s Šmarskim potokom) ter na samem Šmarskem potoku pred izlivom v Mestinjščico.

Vpliv Mestinjščice na Sotlo lahko meri obstoječa VP Bratkovec, dotok Bistrice VP Zagaj, skupno Sotlo pod Bistrico pa VP Zelenjak. Pomembno pri vzpostavitvi sistema opazovanja je medsebojna uskladitev (korekcija pretočnih krivulj) vodomernih postaj obeh držav in povezava v skupni sistem.

Poleg vodomernih postaj so v bližnjem prostoru danes prisotne tudi posamezne samodejne padavinske postaje in sicer Rogaška Slatina, Šmarje pri Jelšah in Podčetrtek. Nekoliko bolj oddaljene so še v Celju, na Lisci in v Cerkljah.

Z vidika napovedovanja pretokov bi bilo smiselno mrežo samodejnih padavinskih postaj razširiti in postaviti še vsaj postaje v bližini naselja Gabrnik (razvodnica med Dravinjo in Mestinjščico), na območju Donačke ali Maceljske gore, Dobovca pri Rogatcu, Lesičnega, Podsrede in Bizeljskega.

3.3 Zadrževalniki na Mestinjščici

Mestinjščica ima kot en večjih pritokov Sotle pomemben vpliv na vodni režim pretežnega dela doline pod pregrado Vonarje.

Glede na njeno pomembnost smo preverili, ali bi bilo možno del poplavnih vod zadržati tudi v dolini Mestinjščice.

Kot potencialno ustrezna območja so se pokazale ravnice na območju Sodne vasi, Pristave pri Mestinju ter nad Spodnjimi Mestinjami. Po natančnejši analizi omejitev v prostoru je ravnica na območju Sodne vasi izpadla iz ožjega izbora, saj je možno tam zadrževati vodo le do globine 1 m (nad to globino vode že dosežejo bližnje objekte), kar pa predvidevamo, da je praktično že današnje stanje ob intenzivnih poplavah.

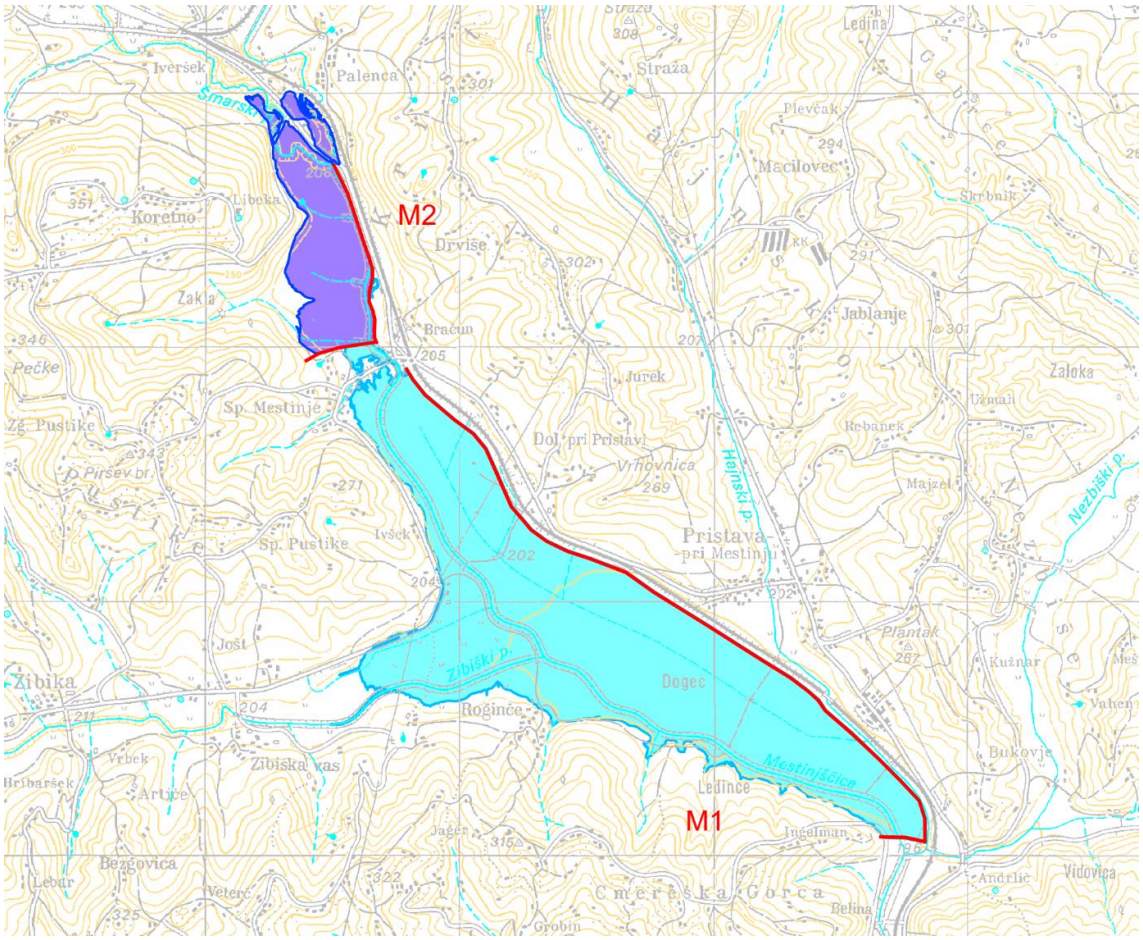
Primarni zadrževalnik na Mestinjščici bi predstavljal zadrževalnik M1. Pregrada bi bila locirana v ožini pod Cmereško gorco, nad izlivom Jerčinskega potoka. Pregrado bi sestavljal čelni nasip in nasip, ki bi ga bilo potrebno izvesti vzdolž železniške proge. Maksimalna višina čelne pregrade bi znašala do 8.5 m, maksimalna gladina pa ne bi presegla 6.5 m. Projektna kota akumulacije bi bila 206.2 m n.m.. Pri tej koti ne bi bil poplavljen še noben stanovanjski objekt. Ogrožena bi bila 3 gospodarska poslopja, ki bi jih bilo potrebno prestaviti na višjo, poplavno varno koto. Skupna dolžina nasipa zadrževalnika bi znašala 3 km. Tolikšna bi bila tudi dolžina akumulacije vzdolž Mestinjščice. S predlaganim zadrževalnikom bi bilo možno zadržati 3.9 M m^3 vode. Območje zadrževalnika predstavljajo že danes poplavna območja (vir: zabeleženi poplavni dogodki na Atlasu okolja).

Z izvedbo nasipa zadrževalnika bi bilo potrebno sočasno urediti tudi ustrezno zbiranje in odvajanje zalednih vod, ki se danes iztekajo proti Mestinjščici. V ta namen bi bilo potrebno (tam, kjer ga že ni) izvesti jarek na zračni strani nasipa, prav tako pa tudi urediti neoviran odtok Hajnskega potoka v Mestinjščico pod pregrado.

Ker so površine na ravnici namenjene intenzivnemu kmetovanju, bi tudi predlagali, da se struga Mestinjščice skozi zadrževalni prostor uredi. S pojmom ureditev je mišljena predvsem zagotovitev enakomerne prevodnosti, ki pa se določi glede na dogovor z lastniki/uporabniki zemljišč in glede na hidrološko-hidravlična izhodišča. Na račun aktiviranja zadrževalnika in doseganja večjih poplavnih globin in daljšega časa zadrževanja je cilj ureditve zmanjšati pogostost poplavljanja na obdelovalnih površinah.

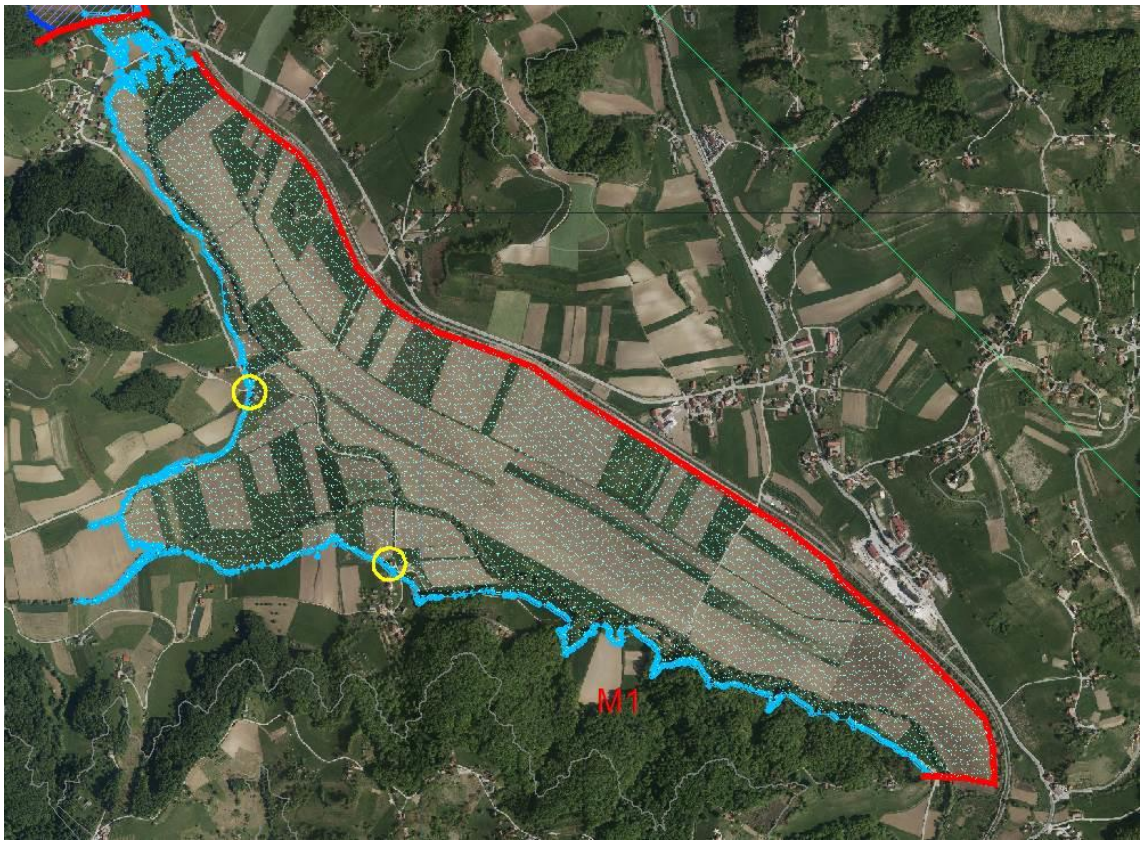
Gorvodno od zadrževalnika M1 je predvidena izvedba manjšega zadrževalnika M2. Projektna gladina je predvidena na koti 209, maksimalna globina vode ne bi presegala 3 m, višina pregrade bi znašala 4.5 m, akumuliralo pa bi se lahko 330,000 m^3 vode. Pregrada je prav tako, kot pri zadrževalniku M1, sestavljena iz čelnega dela, ki je pozicioniran pri Spodnjih Mestinjah ter dela nasipa, ki poteka vzdolž obstoječe glavne ceste. Zaradi izvedbe nasipa ob cesti bi bilo potrebno prestaviti tudi strugo Mestinjščice proti zahodu v dolžini 300 m.

Tako, kot pri zadrževalniku M1 bi se znotraj zadrževalnega prostora M2 uredila struga na izbrani pretok. Funkcija zadrževalnika M2 bi bila prestrezanje pogostih poplavnih vod in šele, ko bi bil zadrževalnik poln, bi se viški razlivali na območje zadrževalnika M1. S tem bi dodatno optimizirali poplavnost kmetijskih površin znotraj zadrževalnika M1.

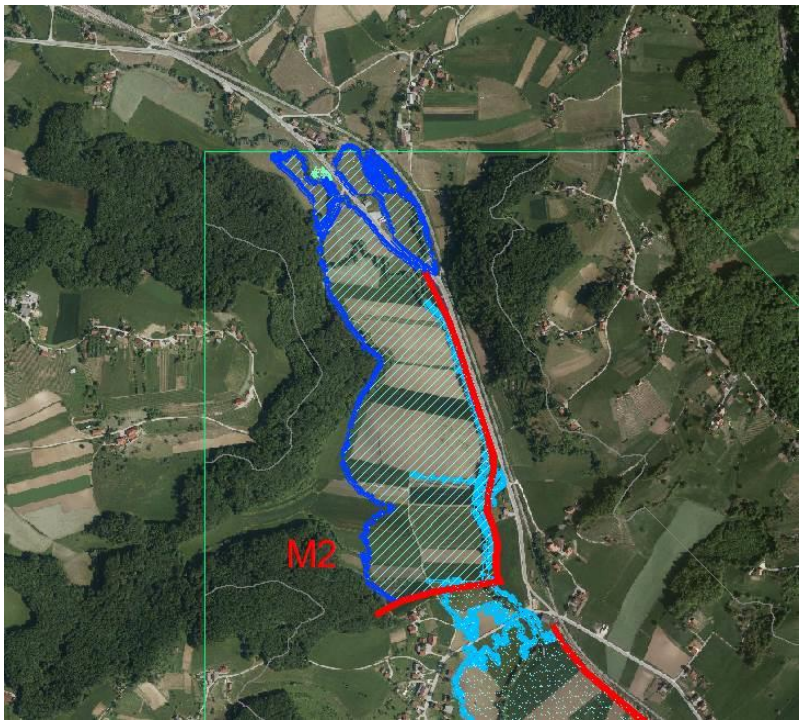


Slika 20: predlagani sistem zadrževalnikov na Mestinjščici

Skupaj bi bilo možno na Mestinjščici zadržati preko 4 M m^3 vode, kar bi ob ustreznem obratovanju sistema (Vonarje) lahko imelo pomemben vpliv na poplavnost v dolini Sotle vse do izliva v Savo.



Slika 21: predlagani zadrževalnik M1; z rumeno sta označeni območji, kjer so znotraj dosega akumulacije gospodarski objekti



Slika 22: predlagani zadrževalnik M2

4. ZAKLJUČEK

V predmetnem poročilu so prikazane predlagane alternativne rešitve za izboljšanje poplavne varnosti območij, ogroženih zaradi visokih vod Sotle. Predlagane so naslednje lokalne ureditve:

- Nadvišanje obstoječega visokovodnega nasipa na levem bregu Sotle dolvodno od železniške proge Ljubljana – Zagreb za varovanje naselja Ključ
- Visokovodni nasipi v kombinaciji z visokovodnimi zidovi za varovanje naselij Gmajna (pri Dobovi), Dobova, Harmica ter Rigonce
- Individualni ukrepi za zagotavljanje poplavne varnosti naselja Nova vas pri Sotli
- Visokovodni nasip/zid/nadvišanje ceste za varovanje naselja Bračna vas
- Porušitev obstoječega in izgradnja novega visokovodnega nasipa pri Kumrovcu
- Dvig mostne konstrukcije Gmajna - Kunšperk
- Ureditve na območju Aqualune (sekundarna struga in dvig obstoječe ceste)
- Ureditev struge in zamenjava mostu v Rogatcu (Hum na Sotli)

Z vidika zadrževanja visokih vod Sotle pa so predlagani naslednji zadrževalniki:

- Obnova zadrževalnika Vonarje
- Zadrževalniki na Mestinjščici
- Zadrževalniki v povirju Sotle (Trlično)

Kot je bilo že večkrat omenjeno, bo možno ukrepe natančneje definirati šele na osnovi natančnejših hidravličnih izračunov. Poleg predhodno naštetih ukrepov bo možno definirati tudi posamezne lokalne ukrepe na manjših območjih (deli zaselkov, individualni objekti).

Ob enem bi tudi opozorili, da so nekateri ukrepi načrtovani lokalno (Rogatec, Podčetrtek, aktiviranje poplavnih površin nad Rogatcem). Načrtovanje teh ukrepov in hidravlično vrednotenje njihovega vpliva je možno le na osnovi ustreznih geometrijskih podatkov. Glede na do sedaj dostopne podatke ugotavljamo, da gostota izmerjenih prečnih profilov Sotle (1 kos na 300 – 600 m) ne omogoča ustreznega definiranja ukrepov (na nivoju, ki omogoča v naslednjih fazah tudi izvedbo teh ukrepov) in njihove korektne hidravlične preverbe. Kot ugotavlja tudi izdelovalec hidravličnega modela (ter kot je seveda tudi jasno glede na skop nabor vhodnih geometrijskih podatkov), bo le-ta služil grobi določitvi poplavnih območij. Kot takšen, model ne more predstavljati ustreznega orodja za preverbo vseh načrtovanih ukrepov, saj lahko pri oceni in načrtovanju le-teh pride do pomembnih odstopanj od pravilnih učinkov/rezultatov.

Glede na navedeno, predlagamo, da se po prejemu hidravličnega modela in izvedbi hidravličnih izračunov, opredelimo do potrebe po dodatni preverbi posameznih predlaganih rešitev na osnovi ustreznejših geometrijskih podatkov in izboljšanega hidravličnega modela v naslednjih fazah izdelave projektne dokumentacije (IP).

V drugi fazi hidravlične analize in analizi alternativnih rešitev bodo obravnavani različni scenariji, kjer bo eden od scenarijev obravnaval samo obstoječe stanje brez predlaganih ureditev, ostali scenariji pa različne kombinacije predlaganih ureditev.

Najprej bodo v hidravlični analizi obravnavani vsi predlagani zadrževalniki, rezultati analize pa bodo podali vpliv zadrževalnikov na poplavno nevarnost na dolvodnih odsekih. Neodvisno od tega bo treba obravnavati tudi vse lokalne ureditve (visokovodni

nasipi, zidovi, povečevanje pretočnosti mostnih odprtin,...) za katere lahko predvidevamo, da imajo samo lokalni vpliv na poplavno nevarnost. Glede na rezultate scenarija z zadrževalniki pa se bo izdelal še scenarij s kombinacijo zadrževalnikov in lokalnimi ureditvami na lokacijah, kjer so le-te (kljub predvidoma izboljšani situaciji zaradi izgradnje zadrževalnikov) še vedno potrebne.

Pripravili:

dr. Matej Müller, univ. dipl. inž. grad.

Miha Zidarič, univ. dipl. inž. grad.

Tomaž Hojnik, univ. dipl. inž. grad.

Vesna Metelko-Skutnik, univ. dipl. inž. grad.