

PROJEKT FRISCO1

SLO / HR

**CELOVITA ŠTUDIJA ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI
ZA ČEZMEJNO POREČJE REKE DRAGONJE**
povzetek

**CJELOVITA STUDIJA SMANJIVANJA RIZIKA OD POPLAVA ZA
PREKOGRANIČNI SLIV RIJEKE DRAGONJE**
sažetak



Program sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška 2014 -2020

Projekt:

**FRISCO 1 – Čezmejno usklajeno slovensko – hrvaško
zmanjševanje poplavne ogroženosti – negradbeni ukrepi**

Predmet naloge:

Projekt FRISCO1 – Tehnična pomoč v izdelavi celovite študije
zmanjševanja poplavne ogroženosti za čezmejno porečje
Dragonje

Vrsta dokumentacije:

**CELOVITA ŠTUDIJA ZMANJŠEVANJA POPLAVNE
OGROŽENOSTI ZA ČEZMEJNO POREČJE REKE DRAGONJE**

POVZETEK

Junij 2019

KAZALO

1	UVODNA PREDSTAVITEV PROJEKTA FRISCO 1	4
2	ČEZMEJNO USKLAJENA ŠTUDIJA CELOVITEGA OBVLADOVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI DRAGONJE	5
2.1	PROGRAM.....	5
2.2	PROJEKT.....	5
2.3	PREDMET NALOGE.....	6
2.4	NAROČNIK	6
2.5	ZUNANJI IZVAJALEC.....	6
2.6	SPREMLJAVA IN VODENJE NALOGE	6
2.7	NAMEN IN CILJI ŠTUDIJE.....	7
2.8	NAMEN IN CILJ POVZETKA ČEZMEJNO USKLAJENE ŠTUDIJE ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI Mure	7
3	POVZETEK ČEZMEJNO USKLAJENE ŠTUDIJE ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI DRAGONJE	7
3.1	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA.....	7
3.1.1	ZBIRANJE IN ANALIZA OBSTOJEČIH PODATKOV.....	7
3.1.2	OPIS OBSTOJEČEGA STANJA	8
3.1.2.1	Splošni opis porečja Dragonje.....	8
3.1.2.2	Območje obravnave porečja Dragonje v okviru projekta FRISCO 1.....	9
3.1.2.3	Geografski opis obravnavanega območja	9
3.1.2.4	Vodno okolje.....	10
3.1.3	HIDROLOŠKA ANALIZA.....	10
3.1.3.1	Opis izhodišč in uporabljenih podatkov.....	10
3.1.3.2	Analiza kakovosti pridobljenih podatkov.....	10
3.1.3.3	Postavitev hidrološkega modela	11
3.1.3.4	Analiza padavin	12
3.1.3.5	Umerjanje hidrološkega modela	13
3.1.3.6	Rezultati hidrološkega modeliranja.....	15
3.1.4	HIDRAVLIČNA ANALIZA.....	15
3.1.5	ANALIZA POPLAVNE OGROŽENOSTI.....	16

3.2	OBLIKOVANJE IN ANALIZA ALTERNATIVNIH REŠITEV.....	16
3.2.1	OBLIKOVANJE ALTERNATIVNIH REŠITEV	16
3.2.1.1	Gradbeni ukrepi za zmanjševanje poplavne ogroženosti	17
3.2.1.2	Tehnične možnosti za izvedbo zadrževalnikov.....	17
3.2.1.3	Nabor možnih tehničnih rešitev.....	20
3.2.1.4	Naravovarstvene omejitve v prostoru.....	21
3.2.1.5	Izbor možnih variant izgradnje zadrževalnikov	23
3.2.2	ANALIZA ALTERNATIVNIH REŠITEV.....	24
3.2.2.1	Primerjava rešitev s tehničnega vidika	24
3.2.2.2	Primerjava rešitev s stroškovnega vidika.....	25
3.2.2.3	Primerjava rešitev z vidika hidravlike	27
3.2.3	IZBIRA NAJUSTREZNEJŠE REŠITVE	29
3.2.3.1	Opredelitev nabora ukrepov.....	29
3.2.3.2	Investicijski stroški ureditev ter finančna in ekonomska upravičenost	30
3.2.3.3	Multikriterijska analiza	32
3.2.3.4	Izboljšanje prevodnosti struge Dragonje	32
3.3	ZAKLJUČEK.....	35

1 UVODNA PREDSTAVITEV PROJEKTA FRISCO 1

Projekt FRISCO1 je strateški projekt, katerega cilj je zmanjšati poplavno ogroženost na porečjih Dragonje, Kolpe, Sotle, Bregane in na delih porečij Drave in Mure ter se izvaja v okviru Programa sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška. Program sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška je glavni dokument, ki predstavlja okvir za čezmejno sodelovanje Slovenije in Hrvaške v finančni perspektivi 2014–2020. Namen čezmejnega sodelovanja je reševanje skupnih izzivov, ki sta jih obe državi skupaj prepoznali v obmejnem območju, obenem pa izkoristiti neizkoriščene potenciale rasti in krepiti proces sodelovanja za splošni skladni razvoj Evropske unije.

FRISCO1 vsebinsko obravnava ne-gradbene ukrepe za zmanjšanje poplavne ogroženosti in izboljšanje sistema obvladovanja poplavne ogroženosti. Izboljšano in čezmejno usklajeno kartiranje poplavne ogroženosti in izdelava/izboljšava čezmejno usklajenih modelov za napovedovanje poplav bosta zagotovila potrebne strokovne podlage in dokumentacijo za predlog in izbor čezmejno usklajenih gradbenih ukrepov za zmanjšanje poplavne ogroženosti, ki bi se izvedli v drugem koraku projekta FRISCO, to je skozi FRISCO2 na porečjih Kolpe, Sotle, Drave in Mure.

Projektni partnerji projekta FRISCO1 so:

- Hrvatske vode (HV) kot vodilni partner;
- Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije (MOP);
- Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO);
- Direkcija Republike Slovenije za vode (DRSV);
- Državna uprava za zaščito i spašavanje (DUZS);
- Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ);
- Inštitut za hidravlične raziskave (IHR);
- Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje (URSZR).

Projekt FRISCO1 ima naslednjih deset delovnih paketov:

M Vodenje projekta,

C Posredovanje informacij,

T1 Kolpa skupna delovna orodja, modeli, zemljevidi in projekti,

T2 Sotla skupna delovna orodja, modeli, zemljevidi in projekti,

T3 Drava skupna delovna orodja, modeli, zemljevidi in projekti,

T4 Mura skupna delovna orodja, modeli, zemljevidi in projekti,

T5 Dragonja skupna delovna orodja, modeli, zemljevidi in projekti,

T6 Bregana skupna delovna orodja, modeli, zemljevidi in projekti,

T7 Sistemi za fizično opozarjanje pred poplavami in

T8 Dejavnosti večanja ozaveščenosti in celovita zasnova in vodenje programa – projekta zmanjševanja poplavne ogroženosti / povečanja poplavne varnosti.

V delovni paket T5 Dragonja skupna delovna orodja, modeli, zemljevidi in projekti so vključene naslednje aktivnosti:

- T5.1 Razvoj skupnega orodja 1 (Baza podatkov poplavne ogroženosti);
- T5.2 Razvoj skupnega orodja 2 (Študija ciljnega območja);
- T5.3 Razvoj skupnega modela 1 (Izboljšan hidravlični model);
- T5.4 Razvoj skupnega modela 2 (Izboljšan model napovedovanja);
- T5.5 Razvoj skupne karte 1 (Izboljšana karta poplavne nevarnosti);
- T5.6 Razvoj skupne karte 2 (Izboljšana karta poplavne ogroženosti);
- T5.7 Priprava gradbenih projektov.

Predvidene aktivnosti in rezultati so medsebojno povezani.

Skladno s prijavnico projekta so rezultati projekta FRISCO1 naslednji:

- Izboljšane baze podatkov za obvladovanje poplavne ogroženosti,
- Čezmejno usklajene študije celovitega obvladovanja poplavne ogroženosti,
- Izboljšani hidrološko hidravlični modeli,
- Izboljšan model napovedovanja poplav,
- Izboljšane in čezmejno usklajene karte poplavne nevarnosti in ogroženosti,
- Skupni projekti (priprava projektne in ostale dokumentacije),
- Sistem zgodnjega opozarjanja (nadgradnja prognostičnega in opozorilnega alarmnega sistema),
- Ozaveščanje javnosti pred poplavno ogroženostjo in institucionalna krepitev sistema obvladovanja poplavne ogroženosti.

Glavni cilj aktivnosti T5.2 skupno orodje 2 je »Študija čezmejno usklajenega zmanjševanja poplavne ogroženosti na porečju Dragonje«.

2 ČEZMEJNO USKLAJENA ŠTUDIJA CELOVITEGA OBVLADOVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI DRAGONJE

2.1 PROGRAM

Program sodelovanja INTERREG V-A Slovenija – Hrvaška 2014 -2020.

2.2 PROJEKT

FRISCO 1 – Čezmejno usklajeno slovensko – hrvaško zmanjševanje poplavne ogroženosti – negradbeni ukrepi.

2.3 PREDMET NALOGE

Projekt FRISCO1 – Tehnična pomoč v izdelavi celovite študije zmanjševanja poplavne ogroženosti za čezmejno porečje Dragonje.

2.4 NAROČNIK

REPUBLIKA SLOVENIJA,
Direkcija Republike Slovenije za vode
Hajdrihova ulica 28c, 1000 Ljubljana.

2.5 ZUNANJI IZVAJALEC

Vodilni partner:

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

Odgovorni nosilec naloge:
mag. Rok Fazarinc, univ. dipl. inž. gradb.

Partnerji:

Inštitut za vodarstvo, d.o.o.,
Hajdrihova ulica 28a, 1000 Ljubljana

Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o.
Glavni trg 19/c, 2000 Maribor

HIDROSVET d.o.o.
Kidričeva ulica 25, 3000 Celje

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

SL-Consult, d.o.o.
Dunajska cesta 122, 1000 Ljubljana

2.6 SPREMLJAVA IN VODENJE NALOGE

Eden izmed ciljev projekta FRISCO1 je tudi izdelava Čezmejno usklajene študije zmanjševanja poplavne ogroženosti za območje Dragonje, ki jo je izdelal strokovno usposobljen izvajalec, ki je bil izbran s postopkom oddaje javnega naročila. Pogodbo je uradno vodila Direkcija RS za vode, vendar je skladno s projektno nalogo izdelavo študije spremljala vodilna struktura projekta FRISCO1, ki je sestavljena iz več skupin za vodenje projekta ter delovnih skupin in sicer:

- Delovna skupina za Sotlo (WG),
- Skupina za vodenje projekta (Project Management Team (PMT)),

- Skupina za strateško vodenje projekta (Strategic Management Team (SMT)),
- Skupina za kakovost (Quality Management Team (QMT)),
- Skupina za stike z javnostjo (Project Communication Team (PCT))
- Strokovni svet (Expert Panel (EXP)).

Izdelavo študije je usmerjala delovna skupina (WG) za Dragonje, ki so jo sestavljali predstavniki projektnih partnerjev. Vodja delovne skupine je bila ga.Zorka Sotlar (DRSV), sovodja pa g.Vanja Rački (HV).

2.7 NAMEN IN CILJI ŠTUDIJE

Čezmejno usklajena študija za zmanjšanje poplavne ogroženosti na porečju reke Dragonje vsebuje analizo obstoječega stanja, alternativnih rešitev ter opredelitev in utemeljitev ukrepov za zmanjševanje poplavne ogroženosti na obravnavanem območju, vključno z opredelitvijo ključnih naravnih območij za zadrževanje vode in analizo morebitnih možnih ukrepov zelene infrastrukture, ki temelji na hidroloških, hidravličnih in tehnično ekonomskih analizah. Izdelana študija je pripravljena kot podporno orodje za nosilce odločanja, kot tudi informativno orodje za zainteresirane strani. Predlagani optimalni program obvladovanja poplavne ogroženosti je v študij razdeljen na kratkoročno izvedljive ukrepe, ki jih bi bilo mogoče izvesti med sedanjim obdobjem izvajanja evropske poplavne direktive (2016-2021) in tistimi, ki bi jih bilo mogoče izvesti v kasneje.

2.8 NAMEN IN CILJ POVZETKA ČEZMEJNO USKLAJENE ŠTUDIJE ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI Mure

V nadaljevanju je izdelan povzetek Čezmejno usklajene študije celovitega obvladovanja poplavne ogroženosti Dragonje, ki vsebuje povzetke ključnih vsebin in rezultate študije.

Predmetni povzetek je sestavni del aktivnosti T5.2 Razvoj skupnega orodja 2 (Študija ciljnega območja).

3 POVZETEK ČEZMEJNO USKLAJENE ŠTUDIJE ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI DRAGONJE

3.1 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

3.1.1 ZBIRANJE IN ANALIZA OBSTOJEČIH PODATKOV

Za potrebe izdelave študije so se zbirali, pregledovali in analizirali obstoječi razpoložljivi podatki, sočasno pa se je izvajala tudi kontrola kakovosti relevantnih podatkov. Pridobljeni podatki s strani

Slovenije in Hrvaške so bili nato analizirani po posameznih sklopih. Analizirana in pregledana je bila tudi razpoložljiva projektna dokumentacija, ki je bila do takrat izdelana za obravnano območje Dragonje.

3.1.2 OPIS OBSTOJEČEGA STANJA

3.1.2.1 *Splošni opis porečja Dragonje*

Porečje reke Dragonje je območje, ki je del vodozbirnega zaledja Piranskega zaliva. Obsega 95,6 km² in ima 18 desnih in 13 levih pritokov. Rečni tok je dolg približno 27 km, višinska razlika med najvišjo točko in morsko gladino pa je 460 m. Dolina Dragonje je zelo redko naseljena, v osrednjem in zgornjem delu se v dolini nahajajo predvsem posamezna gospodarska poslopja in ostanki mlinov, ki so bili kasneje preurejeni v gospodarske in bivalne objekte. V zgornjem delu (nad dotokom Pinjevca) v dolini ni večjih obdelovalnih površin, prisotna je le naravna zarast, medtem ko se prisotnost obdelovalnih površin vzdolž toka bistveno povečuje. Pretežno so pristni vinogradi, oljčni nasadi in njive z raznovrstnimi poljščinami.

V zgornjem in srednjem toku ima zaradi tega Dragonja hudourniški značaj, za katerega so značilni izraziti dinamični procesi erozije, premeščanja in odlaganja plavin ter s tem oblikovanja vodnega in obvodnega prostora. Gričevnat svet povodja Dragonje ima široke ploščate hrbte, na katerih so se razvila skoraj vsa naselja, medtem, ko so ozke doline pritokov skoraj nenaseljene, razen spodnjega dela porečja.



Bočna erozija ter značilna ploščata oblika prodnega materiala v srednjem toku Dragonje

Spodnji del srednjega odseka je bolj umirjen. Erozijski procesi so zaznavni le kot bočna erozija dolinskega dna. Brežine so poraščene, ob reki pa se razprostirajo kmetijska zemljišča.



Obdelovalne površine z namakalnimi jarki med Dragonjo in Sečovljami

Dolina Dragonje je poplavno ogrožena. Osnovna raba na poplavnih površinah je kmetijska, poselitev je pomaknjena ob rob doline in je v večji meri izven poplavnega območja Dragonje. Za preučitev navedene problematike je bilo porečje Dragonje analizirano v okviru celovite študije za porečje Dragonje.

3.1.2.2 Območje obravnave porečja Dragonje v okviru projekta FRISCO 1

Območje obravnave študije zajema reko Dragonjo med izvornim delom in Mednarodnim mejnim preходом Sečovlje. Območje obdelave študije in hidravličnega modeliranja ne zajema območja letališča in solin, zato je bilo v sklopu projekta možno iskati le rešitve, katerih cilj bi bil zmanjševanje poplavnosti kmetijskih površin ter morebitna izvedba lokalnih ukrepov za zaščito individualnih objektov.



Pregledna karta obravnanega območja po projektni nalogi

3.1.2.3 Geografski opis obravnavanega območja

Dragonja izvira v bližini vasi Popetre v občini Koper. Porečje je reka izoblikovala v flišnem gričevju, le manjši del, ki leži pretežno na hrvaški strani, je iz apnencev. Nadmorske višine se gibljejo med 0 in 487 m, povprečni padec v izvornem območju znaša okrog 2,5%, v srednjem toku (od Pinjevca do Argile)

0,75%, v spodnjem reguliranem toku pa 0,2%. Pokrajina je večinoma porasla z gozdom in grmovjem, v okolici naselij pa se nahajajo tudi območja kmetijske rabe.

3.1.2.4 Vodno okolje

Porečje reke Dragonje obsega 95,6 km². Izvira v bližini vasi Popetre v občini Koper. Ima 18 desnih in 13 levih pritokov, od katerih sta največja desni pritok Pinjevec (Rokava) in levi pritok Argila. Drugi pritoki so hudourniški in poleti večinoma suhi. Porečje je reka izoblikovala v flišnem gričevju. Le manjši del, ki leži pretežno na hrvaški strani, je iz apnencev. Nadmorske višine se gibljejo med 0 in 487 m. Povprečni padec v izvirnem območju znaša okrog 2,5%, v srednjem toku (od Pinjevca do Argile) 0,75%, v spodnjem reguliranem toku pa 0,2%. Pokrajina je večinoma porasla z gozdom in grmovjem, v okolici naselij pa se nahajajo tudi območja kmetijske rabe.

3.1.3 HIDROLOŠKA ANALIZA

3.1.3.1 Opis izhodišč in uporabljenih podatkov

Za potrebe hidrološke analize porečja reke Dragonje so bili uporabljeni topografski podatki za celotno porečje reke Dragonje na razpolago digitalni model reliefa (DMR 12,5m), za slovenski del porečja pa tudi DMR 1m (LIDAR). Obstoječi podatki o rabi tal vključujejo CORINE Land Cover (CLC) karto celotnega porečja, za slovenski del porečja pa tudi karto zemljišč v uporabi kmetijskih gospodarstev (GERK; samo za slovenski del porečja). Pedološka karta je bila na voljo samo za slovenski del porečja. Obstoječi hidrografske podatki vključujejo rečno mrežo, hidrografska območja (samo za slovenski del porečja), lokacije meteoroloških in vodomernih postaj ter meritve padavin in pretokov na omenjenih postajah.

3.1.3.2 Analiza kakovosti pridobljenih podatkov

Glede na to, da je DMR 1m na razpolago samo za slovenski del porečja, je bil za določitev poteka razvodnic in vodotokov uporabljen DMR 12,5m.

Za potrebe določitve odtočnega potenciala zemljin so bili uporabljeni podatki o stopnji infiltracije in teksturi tal. Pri oceni obeh omenjenih parametrov je bila uporabljena pedološka karta, ki pa je na razpolago samo za slovenski del porečja reke Dragonje.

V porečju reke Dragonje in njegovi bližnji okolici se, tako na slovenski kot hrvaški strani, nahaja več meteoroloških postaj. Za potrebe predmetne študije je bilo na podlagi razmejitve porečja reke Dragonje s Thiessenovimi poligoni izbranih 6 postaj, ki imajo več kot 20-letni niz dnevni meritev padavin v obdobju med letoma 1956 in 2016. To so Dekani, Dragonja, Koštabona, Kubed, Movraž in Momjan. Vse razen slednje se nahajajo na slovenski strani porečja. Ekstremne padavine s krajšim časom trajanja so bile določene z napenjanjem na povratne dobe za ekstremne padavine za postajo Letališče Portorož. Za potrebe umerjanja hidrološkega modela na dogodek iz leta 2010 so bile uporabljene tudi urne oz. polurne meritve padavin.

V spodnjem toku porečja se nahajata dve hidrološki postaji: Podkaštel (SLO) in Plovanija (HR), za kateri je bilo ugotovljeno, da ob visokih pretokih prihaja do obtekanja. Pri nastopu ekstremno visokih vod se namreč del pretoka Dragonje preliva preko cest in obstoječih inudacij, kar pomeni, da ta del pretoka ni zajet v prerezu posamezne vodomerne postaje. Posledično je pretočna krivulja omenjenih hidroloških postaj pri večjih pretokih podcenjena.

Za potrebe umerjanja hidrološkega modela na dogodek, ki se je zgodil septembra 2010, so bile poleg meteorološke postaje Koper, za katero so na voljo pol-urni podatki o padavinah, uporabljene urne meritve padavin s postaj Krkavče in Truške, ki sta na obravnavanem območju delovali v sklopu projekta SIGMA (Program pobude skupnosti INTERREG III A Slovenija – Italija). Izračunani pretoki so bili primerjani z rezultati predhodne hidrološke študije (IZVO-R, 2012), v sklopu katere je bil poleg določitve vrednosti visokih vod Dragonje v prerezu mejnega prehoda Dragonja s povratno dobo 10, 100 in 500 let analiziran tudi ekstremni dogodek iz leta 2010.

3.1.3.3 Postavitev hidrološkega modela

Za hidrološko modeliranje reke Dragonje je bil uporabljen model RiverFlow2D (Hydronia LLC, 2017). Model temelji na trikotni mreži, ki jo lahko poljubno gostimo. Posledično so trikotni elementi različnih velikosti. V tem primeru je minimalna površina trikotnega elementa znašala 0,75 m², povprečna površina 90,50 m², maksimalna površina pa 5.940,55 m². V RiverFlow2D izračun poteka po metodi končnih volumnov, pri čemer je za vsak trikotni element na podlagi topografije (v tem primeru DMR 12,5m) določena enotna višina.

Za iztok je bila uporabljena normalna gladina, lokacija spodnjega robnega pogoja pa zaradi ustrezne oddaljenosti od mesta vrednotenja iztočnega hidrograma ne vpliva na rezultate modela. Izbrane vrednosti koeficienta hrapavosti so se gibale med 0,06 (dolinsko dno) in 0,2 (na gozdnih območjih). V strugi je za koeficient hrapavosti bila izbrana vrednost 0,08.

Za izračun padavinskih izgub je bila uporabljena SCS metodo, s pomočjo katere presežek padavin, ki površinsko odteče, ocenjen kot funkcija odtočnega potenciala, predhodne vlažnosti zemljine in rabe tal.

Odtočni potencial je odvisen od prevladujočega tipa tal, ki je bil za celotno Slovenijo določen v sklopu projekta Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji (CRP Konkurenčnost Slovenije 2006-2013, 2012). Rezultati omenjenega projekta so bili uporabljeni za določitev odtočnega potenciala v slovenskem delu porečja reke Dragonje. Glede na to, da imajo tla v hrvaškem delu porečja glinasto ilovnato strukturo (Glavan, 2011), za katero je značilen visok do zmeren odtočni potencial z nizko stopnjo infiltracije vode, je za večji del omenjenega območja predpostavili odtočni potencial C.

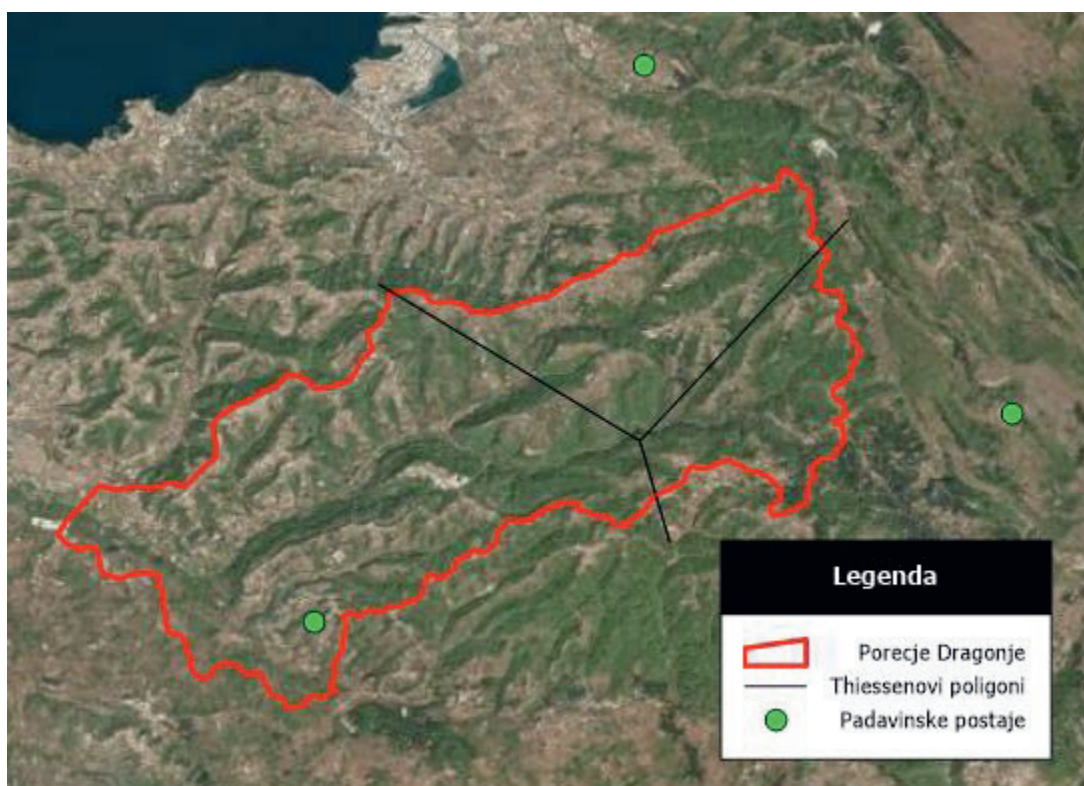
Vrednosti koeficienta CN so bili določeni s pomočjo USACE tabel (US Army Corps of Engineers, 2000), v katerih je CN izražen v odvisnosti od rabe tal, odtočnega potenciala in hidroloških pogojev. Povprečna vrednost CN za celotno porečje reke Dragonje znaša 69,7 (ob upoštevanju dobrih hidroloških pogojev),

72,96 (ob upoštevanju povprečnih hidroloških pogojev) oz. 77,27 (ob upoštevanju slabih hidroloških pogojev).

3.1.3.4 Analiza padavin

Z vidika določitve padavin z različnimi povratnimi dobami so pomembne postaje s čim daljšim nizom meritev ter nizom v zadnjem desetletju (vključno z letom 2010). Za potrebe predmetne študije so bile na podlagi razmejitve porečja reke Dragonje s Thiessenovimi poligoni izbrane 3 postaje (Dekani, Momjan in Movraž), ki imajo več kot 20-letni niz dnevnih meritev padavin v obdobju med letoma 1956 in 2016, vključno z letom 2010.

Sodeč po oblikovanih Thiessenovih poligonih porečje reke Dragonje pokrivajo postaje Momjan (61 % površine), Dekani (24 % površine), in Movraž (15 % površine). Postaja Momjan se nahaja na hrvaški strani porečja, postaji Dekani in Movraž pa na slovenski strani porečja.



Lokacije analiziranih padavinskih postaj

Ker izbrane postaje nimajo izrednotenih povratnih dob za ekstremne padavine, so bili pregledani tudi arhivski podatki o maksimalnih dnevni količinah padavin za posamezno leto. Za vsako izmed omenjenih postaj je bila izvedena statistična analiza podatkov o maksimalnih dnevni količinah padavin v posameznem letu po metodi Gumble, pri čemer je bil uporabljen program FreqPlot. Rezultat analize predstavljajo ekstremne dnevne vrednosti padavin z 10, 25, 50, 100 in 500-letno povratno dobo. Ekstremne padavine s 1.000-letno povratno dobo so bile določene z ekstrapolacijo.

Ekstremnih vrednosti padavin nižjih intenzitet ni bilo mogoče statistično iz vrednotiti, zato so bile vrednosti padavin nižjih intenzitet napete na vrednosti, ki jih podaja predhodna študija Hidrološka analiza visokih vod Dragonje v območju mejnega prehoda Dragonja iz leta 2012.

Zaradi velikosti porečja je bilo potrebno pri določitvi projektnih vrednosti padavin upoštevati redukcijski faktor, ki je v osnovi odvisen od velikosti porečja in časa trajanja padavin. Posledično je bilo celotno porečje Dragonje razdeljeno na dva dela, in sicer območje gorvodno od Pinjevca (do profila »nad Pinjevcem« z zaledjem dobrih 30 km²) z vplivom na območju gorvodno od prereza »nad Pinjevcem«, kjer niso bili upoštevani redukcijski faktorji in del porečja Dragonje od profila »pod Pinjevcem« dolvodno z redukcijskimi faktorji, ki pripadajo povprečni površini med površinama, ki tangirata k prerezoma »pod Pinjevcem« in »pod Argilo«. Ta površina znaša 70,85 km². Za potrebe hidroloških izračunov je bila uporabljena konstantna razporeditev padavin.

Čas	Povratna doba (let)						
min	ur	10	25	50	100	500	1.000
60	1	57	68	76	84	102	112
90	1,5	70	83	93	104	126	138
120	2	75	91	103	115	141	156
180	3	81	97	110	122	150	165
240	4	85	102	115	128	157	172
300	5	88	106	119	133	162	178
360	6	92	110	123	137	167	183
540	9	99	119	133	147	178	196
720	12	106	126	140	155	188	206
900	15	111	132	147	162	196	214
1080	18	116	137	153	168	203	222
1440	24	125	147	163	179	216	236

Povratne dobe za ekstremne padavine (v mm), določene za del porečja reke Dragonje nad profilom »nad Pinjevcem« - površinsko utežene vrednosti na podlagi površin dobljenih iz metode Thiessenovih poligonov

Čas	Povratna doba (let)						
min	ur	10	25	50	100	500	1.000
60	1	49	59	66	73	89	97
90	1,5	62	74	83	92	111	122
120	2	68	82	93	104	127	140
180	3	75	91	102	114	139	153
240	4	80	96	108	121	147	162
300	5	84	101	114	126	154	169
360	6	88	106	118	132	160	176
540	9	96	114	128	141	172	188
720	12	102	121	135	150	181	198
900	15	108	127	142	157	190	207
1080	18	113	133	148	163	197	215
1440	24	122	144	159	175	211	230

Povratne dobe za ekstremne padavine (v mm), določene za del porečja reke Dragonje od profila »pod Pinjevcem« dolvodno z redukcijskimi faktorji, ki pripadajo povprečni površini prerezov »pod Pinjevcem« in »pod Argilo«, ki znaša 70,85 km² - površinsko utežene vrednosti na podlagi površin dobljenih iz metode Thiessenovih poligonov.

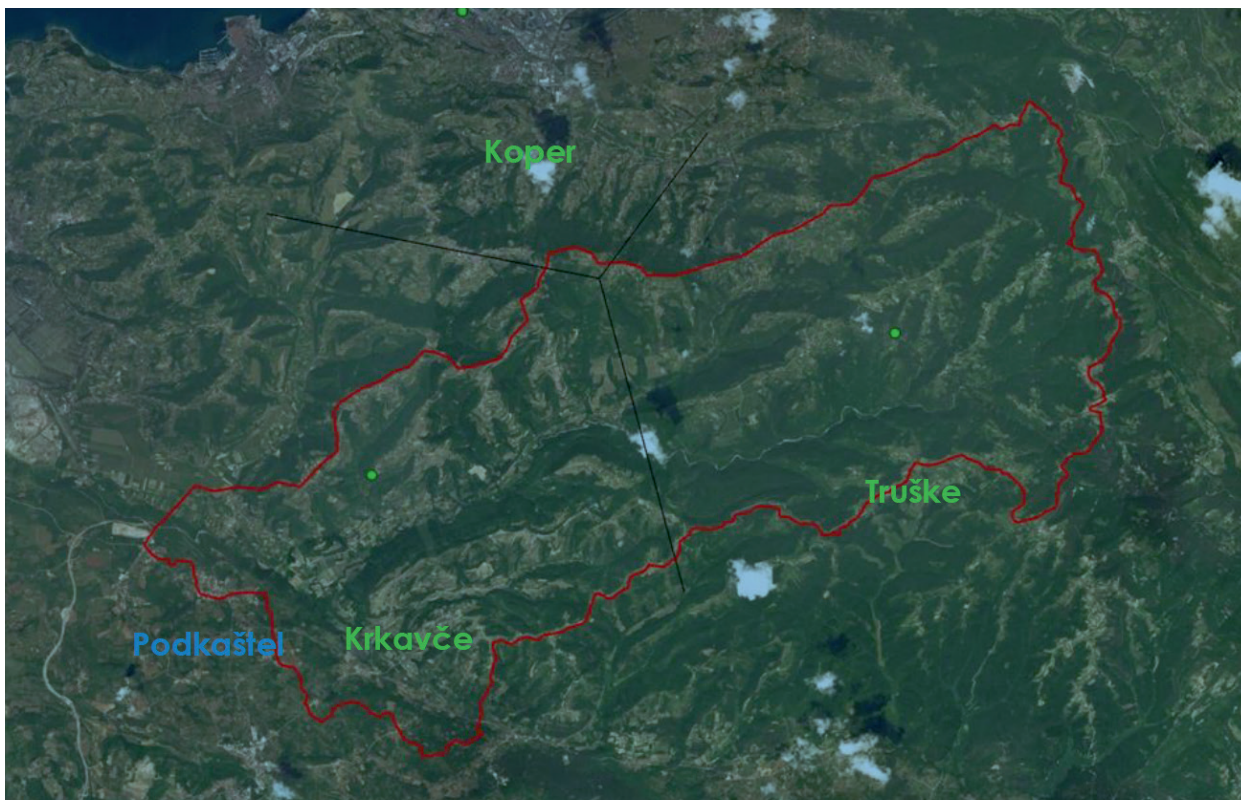
3.1.3.5 Umerjanje hidrološkega modela

Za umerjanje hidrološkega modela je bil izbran padavinski dogodek, ki se je zgodil septembra 2010. Najbližji sta ARSO postaji Letališče Portorož in Koper. Na postaji Letališče Portorož je večina padavin padla v nalih od 18. septembra popoldne do 19. septembra zjutraj, pri čemer je imela dvodnevna vsota padavin (152 mm) 25-letno povratno dobo.

V porečju reke Dragonje sta bili v sklopu mednarodnega projekta SIGMA (Program pobude skupnosti INTERREG III A Slovenija – Italija) postavljeni postaji Truške in Krkavče. Postaja Truške se nahaja v zgornjem, postaja Krkavče pa v spodnjem delu porečja reke Dragonje. Na postaji Truške je dvodnevna vsota padavin za omenjeni dogodek znašala 204 mm, za postajo Krkavče pa 238 mm. Opravljen je bil tudi pregled dvodnevni vsot padavin, izmerjenih 18. in 19. septembra 2010, na okoliških meteoroloških postajah, ki sicer beležijo dnevne meritve padavin. Na postaji Movraž je bilo izmerjenih 171 mm, na postaji Dekani 198 mm, na postaji Momjan pa 207 mm.

V porečju Dragonje delujeta vodomerni postaji Podkaštel in Plovanija (HR), ki imata obe težave z obtokanjem ob pojavu visokih pretokov.

Na podlagi analize porečja reke Dragonje s Thiessenovimi poligoni so bile za potrebe umerjanja in validacije modela uporabljene urne padavine, izmerjene na postajah Krkavče in Truške, ter pol-urne padavine, izmerjene na postaji Koper. Glede na to, da je bil obravnavan dogodek iz septembra 2010 sestavljen iz več zaporednih dogodkov, je bil model umerjen na 12-urni dogodek, ki se je zgodil med 18. septembrom ob 18:00 in 19. septembrom ob 6:00. Za omenjen dogodek je bila ocenjena povratna doba med 25 in 30 let (Truške) oz. med 100 in 500 let (Krkavče). Za validacijo je bil uporabljen 15-urni dogodek, ki se je zgodil 18. septembra med 3:00 in 18:00, pri čemer je bila ocenjena povratna doba padavin na postajah Truške in Krkavče manjša od 10 let.



Lokacija padavinskih postaj uporabljenih v primeru umerjanja modela

V sklopu umerjanja so bili preverjeni dobri, povprečni in slabi hidrološki pogoji. Ker je obravnavan padavinski dogodek nastopil po predhodnem deževju so bili hidrološki pogoji v porečju ob nastopu obravnavanih padavin povprečni do slabi.

Pri validaciji so bili upoštevani dobri hidrološki pogoji, ker 3 ure pred obravnavanim dogodkom ni deževalo, začetni pretok Dragonje pa je znašal le 0,2 m³/s.

3.1.3.6 Rezultati hidrološkega modeliranja

Z umerjenim (in validiranim) hidrološkim modelom so na 37-ih profilih vzdolž reke Dragonje in v 4 profilih na pritokih vrednotene vrednosti visokih voda s povratno dobo 10, 25, 50, 100, 500 in 1.000-let. Hidrološki izračuni so bili izdelani z orodjem RiverFlow2D in sicer za različna trajanja padavin, z namenom iskanja pretočno najbolj neugodnega padavinskega dogodka na lokacijah izbranih profilov. Kot najbolj neugoden padavinski dogodek z vidika volumnov je bil na vseh lokacijah upoštevan 24-urni dogodek.

Izračunani pretok je primerljiv z ocenjenim maksimalnim pretokom reke Dragonje septembra leta 2010 (314 m³/s ob upoštevanju slabih hidroloških pogojev), iz česar je mogoče sklepati, da je imel omenjeni poplavni dogodek povratno dobo cca. 100 let.

Rezultati oziroma poplavni valovi so v profilih 1-23 vrednoteni z uporabo celotnih oziroma nereduciranih padavin, v prerezih od 23-41 pa z uporabo reduciranih padavin. Do profila 23 (do zaključnega vtoka, ki predstavlja razliko med poplavnima valovima v profilih 22 in 23) uporabljajo poplavni valovi kot posledica celotnih (nereduciranih) padavin, od profila 23 (začetek z vtokom Pinjevca – razlika poplavnih valov v profilu 24 in 23) pa se uporabijo poplavni valovi z uporabo reduciranih padavin. V tem primeru dobimo situacijo z močnejšimi nalivi v zgornjem delu porečja, v spodnjem delu porečja (vključno s porečjem Pinjevca) pa se upoštevajo nekoliko manj intenzivni nalivi.

Za potrebe bolj podrobne analize glavnega in največjega pritoka Dragonje, in sicer Pinjevca, so bili podanui tudi poplavni valovi v profilu 24 kot posledica nereduciranih padavin. V primeru odštevanja poplavnih valov med profiloma 23 in 24 (v obeh primerih za stanje z uporabo nereduciranih padavin) dobimo najbolj neugodne poplavne valove Pinjevca, ki se lahko uporabijo za analizo ukrepov na porečju Pinjevca. Za ostale komplementarne valove je bila priporočena uporaba poplavnih valov dobljenih z uporabo reduciranih padavin. Slednje pomeni, da imamo v tem primeru situacijo z močnejšimi nalivi na porečju Pinjevca, na preostalem delu porečja pa se upoštevajo nekoliko manj intenzivni nalivi.

3.1.4 HIDRAVLIČNA ANALIZA

Rezultati in zaključki Čezmejno usklajene študije zmanjševanja poplavne ogroženosti za čezmejno porečje reke Dragonje temeljijo na uporabi orodij, ki jih je izdelovalcu v uporabo predal naročnik: hidravličnega modela Mure (izdelovalec modela Inštitut za hidravlične raiskave) ter bilateralno usklajenih metodologij. Poplavnost oz. poplavna problematika Dragonje je bila v prvi fazi študije opisana na nivoju ekspertnega mnenja, v drugi pa na podlagi hidravličnega modela.

3.1.5 ANALIZA POPLAVNE OGROŽENOSTI

Ocena poplavne ogroženosti je podlaga za proces optimizacije ukrepov ter finančno in ekonomsko analizo. Osnova za opredeljevanje poplavnih škod v okviru projekta FRISCO1 je bila metodologija »Podloga za Bilateralnu metodologiju ekonomske procjene poplavnih šteta na prekograničnim slivovima, Metodologija Huizinga s parametrima za FRISCO1 projekt (Sveučilište u Zagrebu). Omenjena metodologija definira na omejen nabor škodnih kategorij, ki v povprečju vseh obravnavanih EU držav predstavljajo 80% celotne škode. Metoda zajema oceno škode v (1) stanovanjskih objektih, (2) poslovnih stavbah, (3) industrijskih stavbah, (4) cestah in (5) kmetijstvu.

Za območje, ki je bilo obravnavano v okviru projekta FRISCO je bilo analizirano število prizadetih prebivalcev na osnovi stanja po centralnem registru prebivalcev v RS (stanje 2018). V vplivnem območju poplave s 1000-letno povratno dobo je 14 stavb s hišno številko. En poseljen objekt se nahaja še gorvodno od mejnega prehoda Dragonja in na sliki ni prikazan. V navedenih stavbah je stalno ali začasno prijavljenih 66 oseb (obe strani Dragonje). V primeru, da analizo izvedemo za obseg poplav s 100-letno povratno dobo število upadne na 14 oseb. Vse osebe so v primeru izvedenih ukrepov zaščitene, zato v primeru izvedenih ukrepov (zadrževalnik, obe verianti imata enake učinke na 100-letno povratno dobo) število upade na nič, kar pomeni, da se učinki po tem kriteriju umeščajo v najbolj koristne učinke.

Glede na to, da na območju ni dovolj prebivalcev, da bi sploh presojali pozitivne učinke na okolje, prav tako ni ostalih dejavikov (čistilne naprave, obrati in podobno). Učinki so majhni oziroma jih sploh ni. Glede na opredelitev po kriteriju okolje (5) in kriteriju prebivalstvo (1) se rešitev umešča skupno ocenov oceno posledic poplavnih dogodkov na zdravje ljudi in okolja 4 - Primerno.

3.2 OBLIKOVANJE IN ANALIZA ALTERNATIVNIH REŠITEV

3.2.1 OBLIKOVANJE ALTERNATIVNIH REŠITEV

V analizah prostora je bilo izpostavljeno pomembno dejstvo, da pri sledenju ciljev projekta FRISCO (zmanjševanje poplavne ogroženosti v dolini Dragonje) predstavlja največji problem izbrano območje obravnave, ki se zaključi ravno nad območjem, ki bi bilo potrebno najbolj kompleksne obravnave in ki je območje z največjim škodnim potencialom. To so Sečoveljske soline, ki predstavljajo enega pomembnejših elementov slovenske kulturne dediščine ter Letališče Portorož. Finančno je škodo ob poplavah na solinah težko vrednotiti, saj so poleg izpada dohodka zaradi pridelave soli lahko poškodovani tudi elementi (objekti, ureditve,...), ki imajo velik kulturni, naravni in zgodovinski pomen. Na območju letališča se sicer vitalni in občutljivi objekti ter glavni del infrastrukture nahajajo na SZ delu, ki je poplavno manj ogrožen. V manjšem obsegu so sicer ogroženi tudi deli naselij Dragonja, Sečovlje in Mlini. Dolina Dragonje je zelo redko poseljena. V osrednjem in zgornjem delu se v dolini nahajajo predvsem posamezna gospodarska poslopja in ostanki mlinov, ki so bili kasneje preurejeni v gospodarske in bivalne objekte. V zgornjem delu (nad dotokom Pinjevca) v dolini Dragonje tudi ni večjih obdelovalnih površin – prisotna je le naravna zarast, medtem, ko se pod Pinjencem prisotnost obdelovalnih površin

vzdolž toka bistveno povečuje. Pretežno so prisotni vinogradi, oljčni nasadi in njive z raznovrstnimi poljščinami in zelenjavo.

3.2.1.1 Gradbeni ukrepi za zmanjševanje poplavne ogroženosti

Iskanje možnosti za zmanjšanje poplavne ogroženosti v dolini Dragonje je bilo izvedeno fazno. V splošnem obstajajo 4 možni pristopi za izboljšanje poplavne varnosti z gradbenimi ukrepi: povečanje prevodnosti strug vodotokov, zaščita poplavnih območij z visokovodnimi nasipi, zadrževanje viška vod v zaledju nad občutljivimi območji ter različne kombinacije omenjenih vrst ukrepov.

Dolina Dragonje predstavlja pomembno naravno vrednoto, saj je na praktično celotnem odseku nad naseljem Dragonja struga naravna, ob njej pa se na ravninah nahajajo kmetijske oz. v višjem delu gozdne in grmovne površine. Izvedba kakršnihkoli regulacij struge in kanaliziranje vod v primarno korito je nesprejemljivo z naravovarstvenega vidika in v neskladju z vodnimi direktivami, ki skušajo ohranjati naravna razlivna območja in v čim večji možni meri zadrževati vodo v povodju.

Izvedba nasipov vzdolž struge bi prav tako predstavljala grob poseg v okolje, saj bi nasipi potekali z določenim odklonom od osnovne struge (prevodnost osnovne struge je v povprečju 10-40% Q100, zaradi česar bi morala biti sekundarna struga med nasipi bistveno večja), kar bi odvzelo precejšen delež bližnjih obdelovalnih površin. Prav tako pa bi z izvedbo nasipov naravno okolje degradirali na praktično celotnem odseku med naseljem Dragonja in izlivom Pinjevca. Tudi predmetni pristop je glede na opisani vpliv nesprejemljiv.

Obstaja tudi možnost zadrževanja visokih vod v porečju. Pri preverjanju možnosti zadrževanja smo v prvi fazi obravnavali samo tehnični vidik – možna lokacija glede na obstoječo rabo in morfologijo prostora. Pomembna pri določanju lokacij zadrževalnikov je tudi bližina območij, ki jih z ukrepom varujemo. Ukrepi, ki so preveč odmaknjeni, imajo načeloma manjši vpliv, kot ukrepi, ki so izvedeni v bližini ogroženih območij. Hidrološko namreč bližnji ukrepi pokrivajo večje prispevno območje in imajo s tem večji vpliv na vodni režim varovanega območja.

3.2.1.2 Tehnične možnosti za izvedbo zadrževalnikov

Glede na to izhodišče so se iskale možne lokacije zadrževalnikov čim bližje površinam, ki jih želimo zaščititi. Kot že predhodno navedeno, največjo ranljivost v prostoru (ki je definirano po projektni nalogi) predstavljajo kmetijske površine. Le-te se v dolini Dragonje v omejenem obsegu raztezajo vse do sotočja s Pinjvcem. Zato je bila prva logična izbira lokacije odsek struge gorvodno od premostitve preko Dragonje nad sotočjem s Pinjvcem. Pregrado zadrževalnika (oznaka ZD-1A) bi bilo možno izvesti cca 250 m gorvodno od omenjene premostitve. Dolinsko dno na odseku nad Pinjvcem je praktično neposeljeno, zato je izvedba zadrževalnika v tem prostoru z vidika vpliva na drugo infrastrukturo in objekte najbolj enostavna – neproblematična.

Volumen kratkotrajnega 100-letnega vala Dragonje znaša na odseku nad Pinjevcem ($F=31 \text{ km}^2$) do 1.6 M m^3 , medtem, ko ima 24h pojav volumen preko 2.1 M m^3 . Pri 500-letnem pojavu znaša volumen kratkotrajnega vala do 2.1 M m^3 , dolgotrajnega pa preko 2.8 M m^3 . Glede na dejstvo, da se območje zadrževanja nahaja kar visoko nad območjem varovanja, je potrebno predpostaviti, da bi bilo lahko potrebno ob visokovodnem pojavu iztok iz zadrževalnika popolnoma zapreti. Kot prvo izhodišče za projektni volumen zadrževalnika je bila izbrana vrednost 2.6 M m^3 . Pri projektnem volumnu $\sim 2.6 \text{ M m}^3$ bi morala znašati projektna gladina 103 m n.m. , na najnižjih območjih pa bi globina vode pri maksimalni polnitvi presegala 20 m . Poplavljenih bi bilo 29.4 ha površin, zajeza pa bi segala še 1.5 km gorvodno od pregrade. Znotraj poplavljenega območja ni prisotnih stanovanjskih objektov, prav tako tudi ni (razen gozdne poti) druge infrastrukture.

Na obravnavani lokaciji je možno zgraditi tudi bistveno večji zadrževalnik (oznaka ZD-1B) s projektno koto 110 m n.m. in volumnom 4.7 M m^3 . V tem primeru bi bilo poplavljenih 39.6 ha površin, največja globina ob maksimalnem polnjenju bi znašala 27 m , zajeza pa bi segala še 1.9 km gorvodno od pregrade. Predmetni zadrževalnik bi bilo možno koristiti v 2 namena. Glede na izrazito kmetijsko usmerjeno dolino Dragonje, ki ima optimalno klimo za gojenje raznovrstnih pridelkov, bi bilo možno del zadrževalnega prostora uporabiti kot območje namenjeno zadrževanju vod za namakanje nižjeležečih kmetijskih površin.

Druga, sicer manj verjetna in ekonomsko sprejemljiva možnost uporabe zadrževalnika ZD-1B, je sprejemanje tudi visokih vod Pinjevca, ki bi v predmetni zadrževalnik dotekale preko 2 km dolgega rova premera cca. 4 m . Izvedba samo zadrževalnika na Dragonji ima glede na delež prispevnega območja (cca $1/3$) sorazmerno majhen vpliv na razmere v spodnjem delu doline Dragonje (pod MMP Dragonja), zato je nujno potrebno zadrževati tudi visoke vode Pinjevca ($F=20 \text{ km}^2$). Sotočje Pinjevca in Dragonje namreč združuje preko 55% ($F=52 \text{ km}^2$) celotne površine povodja ($F=93 \text{ km}^2$).

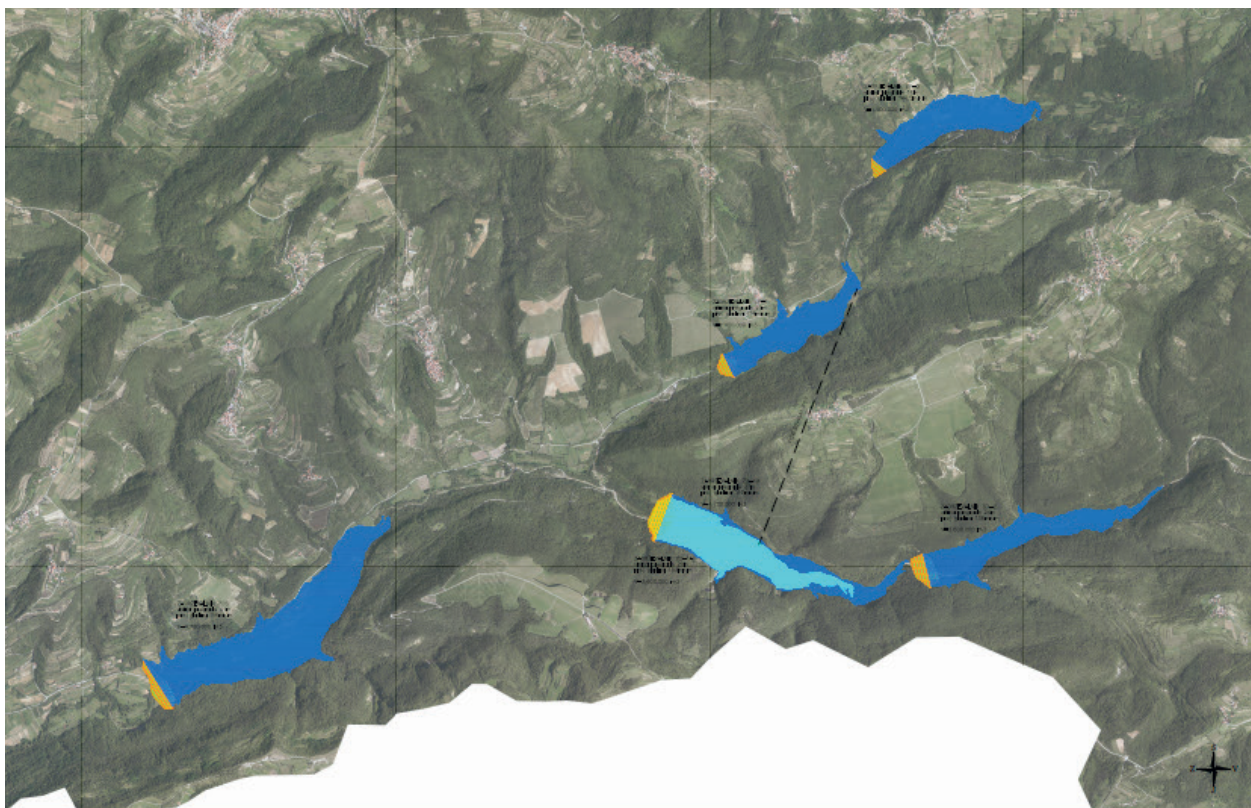
Povezovalni rov manjšega premera bi se lahko izvedel tudi v primeru uporabe zadrževalnika ZD-1B za potrebe namakanja. Preko njega bi se iz povodja Pinjevca viški vod odvajali v akumulacijo, pozitiven vpliv pa bi imel tudi v primeru visokovodnih dogodkov. V tem primeru bi lahko bil zadrževalnik za visoke vode na Pinjevcu precej manjši.

Dodatna možna lokacija za postavitve zadrževalnika (oznaka ZD-2) v dolini Dragonje je na nekoliko višji lokaciji južno od zaselka Labor (dolvodno od pritoka Martinjskega žleba). V primeru vzpostavitve akumulacije s projektno koto 136 m n.m. , bi bilo poplavljenih 27 ha površin, zadržalo pa bi se lahko do 2.6 M m^3 vode, vpliv pa bi segal 1.8 km gorvodno. Na najglobljem odseku bi bilo možno pričakovati globine vode preko 24 m . Preko osrednjega območja zadrževalnika poteka daljnovod, druge infrastrukture in objektov ni prisotnih.

Zadrževanje visokih vod na Pinjevcu bi bilo možno na dveh lokacijah. Prva (oznaka ZP-1) lokacija pregrade je južno od vrha Jeplenca oz. vasi Župančiči. Ob vzpostavitvi projektne kote v zadrževalniku na

114 m n.m. bi bilo možno zadržati 1.4 M m³ vode. Poplavljenih bi bilo 20 ha površin, največja globina bi znašala do 19 m, maksimalni doseg akumulacije pa bi segal 1.2 km iznad pregrade. V vplivnem območju zadrževalnika sta prisotna 2 objekta, ki pa nimata dodeljene hišne številke. Na krajši razdalji (45 m in 100 m) je preplavljena cesta Babiči – Župančiči, medtem, ko je lokalna cesta Župančiči – dolina Dragonje v celoti poplavljenjena. Zaradi izvedbe nasipa pregrade bi bilo potrebno lokalno cesto na širšem območju pregrade prestaviti, prevoznost preostalega odseka ceste v času poplave pa nima bistvenega pomena, saj je moženo dostop do tangiranih območij tudi preko drugih cestnih povezav.

Druga možna lokacija nasipa zadrževalnika na Pinjevcu (oznaka ZP-2) je v ožini dolvodno od sotočja s potokom Barcovačem (južno od zaselka Rojci). V primeru aktiviranja gladine do kote 144.5 m n.m. je možno v zadrževalnem prostoru akumulirati 1.4 M m³ vode. Poplavljenih je 25 ha površin, doseg poplave pa sega 1.3 km v zaledje pregrade. Znotraj vplivnega območja predmetne akumulacije poteka daljnovod, prisoten je tudi objekt, ki nima dodeljene hišne številke, poplavljen pa je tudi preko 600 m dolg odsek ceste Babiči – Župančiči in 220 m dolg odsek ceste Babiči – Boršt. Preplavitev omenjenih cestnih povezav ni kritična, saj je dostop do vseh bližnjih zaselkov možen tudi preko drugih cest. Ne glede na pogojno sprejemljivost preplavitve cest, pa bi bilo potrebno del ceste na območju nasipa pregrade premakniti na nivo krone in jo v ustreznem naklonu priključiti na obstoječo cesto gor in dolvodno.



Možne lokacije zadrževalnikov

Večina predhodno omenjenih variant zadrževanja vključuje izvedbo zadrževalnika na povodju Pinjevca in Dragonje. Izgradnji 2 zadrževalnikov bi se lahko ognili z izvedbo povezovalnega tunela med dolino Pinjevca in Dragonje oz. s postavitvijo zadrževalnika pod njunim sotočjem. Na območju pod sotočjem je

prisotnih nekoliko manj obdelovalnih površin, pridelava je manj intenzivna, v pomembnem deležu pa ravnino prekriva tudi naravna drevesna in grmovna zarast. Zato je bilo kot zadnje območje možne izvedbe zadrževalnika identificiran del doline pod Pučami oz. Skorušico na hrvaški strani meje. Zadrževalnik (oznaka ZDS) je zaradi prisotnosti obdelovalnih površin predviden kot suhi zadrževalnik za visoke vode. Ob doseženi projektni gladini 58 m n.m. in maksimalni globini 19 m, je poplavljenih 61 ha površin, doseg poplave sega 2.1 km v zaledje pregrade, zadržani volumen pa znaša 4.7 M m³. Znotraj vplivnega območja je prisotnih 5 objektov, od katerih imata dodeljene hišne številke 2 (Puče 95 in Krkavče 120). Poplavljena je tudi lokalna cesta, ki bi jo bilo potrebno zaradi izvedbe nasipa zadrževalnika prestaviti višje na pobočje.

3.2.1.3 Nabor možnih tehničnih rešitev

Povzetek možnih izvedb zadrževalnikov in njihovih osnovnih značilnosti je predstavljen v preglednici v nadaljevanju

	oznaka zadrževalnika	proj. gladina	povpr.maks. H nasipa	maks. globina vode	maks. popl. površina	maks. V	opombe
		[m n.m.]	[m]	[m]	[ha]	[M m ³]	
1	ZD-1A	103	20	20	29.4	2.6	niso prizadeti objekti ali infrastruktura
2	ZD-1B	110	27	27	39.6	4.7	dvonamenski; možnost priklopa vod Pinjevca
3	ZD-2	136	24	24	27	2.6	daljnovod v vplivnem območju
4	ZP-1	114	21	19	20	1.4	prisotna 2 objekta; prestavitev lokalne ceste
5	ZP-2	144.5	18	17	25	1.4	daljnovod v vplivnem območju, prisoten objekt, prestavitev lokalne ceste
6	ZDS	58	21	19	61	4.7	prisotnih 5 objektov; prestavitev lokalne ceste

Glede na potrebe po zadrževanju na Dragonji in Pinjevcu lahko definiramo sledeče kombinacije zadrževalnikov:

	kombinacija	volumen skupaj [M m ³]:	komentar
1	ZD-1A + ZP-1	4	
2	ZD-1B	4.7	podzemni rov za vode Pinjevca
3	ZD-1B + ZP-1*	5.0 - 5.5	dvonamenski zadrževalnik; napajanje preko manjšega rova, še vedno potreben manjši zadrževalnik na Pinjevcu
4	ZD-1A + ZP-2	4	
5	ZD-2 + ZP-1	4	
6	ZD-2 + ZP-2	4	
7	ZDS	4.7	

V sklopu iskanja alternativnih rešitev smo pregledali tudi obstoječo dokumentacijo, predvsem Vodnogospodarsko osnovo povodja Dragonje z Drnico (VGI Ljubljana, 2000), v kateri pa ni bilo omenjenih nobenih celovitih ukrepov za zmanjševanje poplavne nevarnosti območja.

3.2.1.4 Naravovarstvene omejitve v prostoru

V predhodnih poglavjih je bil predstavljen tehnični vidik izvedbe možnih suhih in dvonamenskega zadrževalnika visokih vod. Ne glede na prostorske možnosti, pa se je v dolini Dragonje potrebno zavedati in upoštevati tudi bistveno in neobhodno dejstvo, da dolina predstavlja pomembno naravno vrednoto z več lokalnimi in globalnimi varovalnimi režimi.

Na oz. v neposredni bližini območij, kjer so bile predstavljene možnosti za izvedbo zadrževalnikov (pregrada in vplivno območje akumulacije) se nahajajo sledeče naravne vrednote in z njimi povezane omejitve:

- a) Naravna vrednota (točka): **slap na Vruji**,
- b) Naravna vrednota (jame): **Buža pod Hrpeljci**, jama z breznom in etažami, poševna jama
- c) **Natura 2000 (slovenska Istra)**: dolina Dragonje nad območjem MMP Dragonja je uvrščena v območje Nature 2000. Vse možne lokacije zadrževalnikov se nahajajo v območju nature 2000, ki je v predmetnem primeru omejena samo na ozemlje RS. Zadrževalnika ZP-1 in ZDS se v celoti nahajata v območju Nature 2000. Izven območja Nature se pri zadrževalniku ZD-1 nahaja le del akumulacijskega območja na hrvaški strani meje, pri ZD-2 del pregrade in manjši del akumulacije, ki se nahaja na hrvaški strani meje, pri zadrževalniku ZP-2 pa se znotraj območja Nature nahaja pregrada in le manjši delež akumulacijskega prostora.
- d) Naravna vrednota: **Dragonja**. Struga Dragonje s pritoki je zaradi redkih živalskih in rastlinskih vrst, izjemnih geomorfoloških oblik, fosilov in drugih posebnosti praktično od izvira do izliva klasificirana kot naravna vrednota. Vsi načrtovani zadrževalniki se nahajajo na območju obravnavane naravne vrednote.
- e) Naravna vrednota : **Dragonja – slap in skale pri Škrlinah**.
- f) Naravna vrednota: **Dragonja – suhi travnik pri Fermovem mlinu** (travišče ob reki Dragonji z značilno floro).
- g) Naravna vrednota: **Fermov mlin - flišna stena nad Dragonjo**.
- h) Naravna vrednota: **Pasjok**, vodotok s slapovi, levi pritok reke Dragonje pod Topolovcem.
- i) Naravna vrednota: **Vruja**, vodotok s slapovi, levi pritok reke Dragonje pod Topolovcem. Pritok se izliva v Dragonjo na območju akumulacijskega prostora, vendar vode iz akumulacije ne zatekajo v dolino.
- j) Ekološko pomembna območja: **porečje Dragonje** (velja za območje RS). Vsi možni zadrževalniki se nahajajo znotraj predmetnega območja.
- k) Gozdni rezervat: **Krkavška komunela**. Predmetni gozdni rezervat se nahaja na levem bregu Dragonje v bližini naselja Krkavče.

Glede na prisotnost (predvsem) naravnih vrednot v dolini Dragonje in poseganje posameznih variant zadrževalnikov na varovana območja lahko ugotovimo, da bi imela izvedba zadrževalnikov pomemben vpliv na zavarovana območja. Največ elementov naravnih vrednot se nahaja na območju zadrževalnika ZD-1.

Najmanj sporna bi bila izvedba skupnega suhega zadrževalnika ZDS, ki se sicer nahaja na območju varstvenih režimov, vendar je struga Dragonje na njegovem vplivnem območju nekoliko manj neokrnjena, kot v njenem višjem toku.

Reka Dragonja s pritoki je uvrščena v prvo varstveno območje (najstrožji režim varovanja), prav tako je v prvo varstveno območje uvrščen tudi travnik pri Fermovem mlinu. Glede na dejansko zelo pomembno naravno vrednoto – dolino Dragonje s pritoki in omejitve, ki izhajajo iz potrebe po ohranjanju narave, je izvedba zadrževalnikov za izboljšanje poplavne varnosti v širšem prostoru praktično nemogoča.

Pomemben cilj, h kateremu stremi ustanovitev Krajinskega parka je tudi spodbujanje naravi prijaznega načina kmetovanja. Intenzivno kmetijstvo v dolini Dragonje ima pomemben vpliv na kakovost vode – zaradi prekomerne uporabe gnojil in drugih kemičnih snovi, je kakovost vode v strugi Dragonje slabša. Z izvedbo zadrževalnikov in zmanjšanju poplavne nevarnosti bi se v dolini Dragonje intenzivno kmetijstvo še povečalo, s tem pa tudi obremenjenost reke s škodljivimi snovmi. Izboljšanje stanja na enem področju tako lahko povzroči negativne vplive na drugem področju.

V sklopu projekta FRISCO je bilo pridobljen mnenje ZRSVN glede morebitnega zadrževanja visokih vod Dragonje na območjih identificiranih v predmetni študiji. Mnenje je pomembno tako za sam projekt FRISCO, kot tudi za potrebe zaščite drugih območij (npr. Letališče Portorož in Sečoveljske soline), ki so sicer izločena iz območja obdelave projekta FRISCO, potrebujejo pa protipoplavno zaščito, ki se bo načrtovala v sklopu ločenih projektov.

Drugi ukrepi za bistveno izboljšanje poplavne varnosti v dolini Dragonje (znotraj območja obravnave projekta FRISCO) niso možni oz. sprejemljivi.

Stališče ZRSVN do predlaganih zadrževalnikov

Gradnja zadrževalnikov bi pomembno vplivala na omenjene kvalitete prostora in nenazadnje tudi na hudourniški značaj vodotoka, ki je pravzaprav tvorec navedenih geomorfoloških, a tudi zooloških in botaničnih značilnosti porečja. Zaradi trajne spremembe hidroloških lastnosti vodotoka, rastiščnih razmer, uničenja habitatov itd. so posebej nesprejemljivi vsi vodni zadrževalniki (izvedba zadrževalnikov ZD-1A in ZD-1B bi pomenila celo popolno uničenje dveh naravnih vrednot). Tovrstni vpliv je sicer najverjetneje bistveno manjši pri predlaganem suhem zadrževalniku (ZDS), vendar pa bi bil zato toliko večji njegov vpliv na vidno podobo naravne vrednote.

3.2.1.5 Izbor možnih variant izgradnje zadrževalnikov

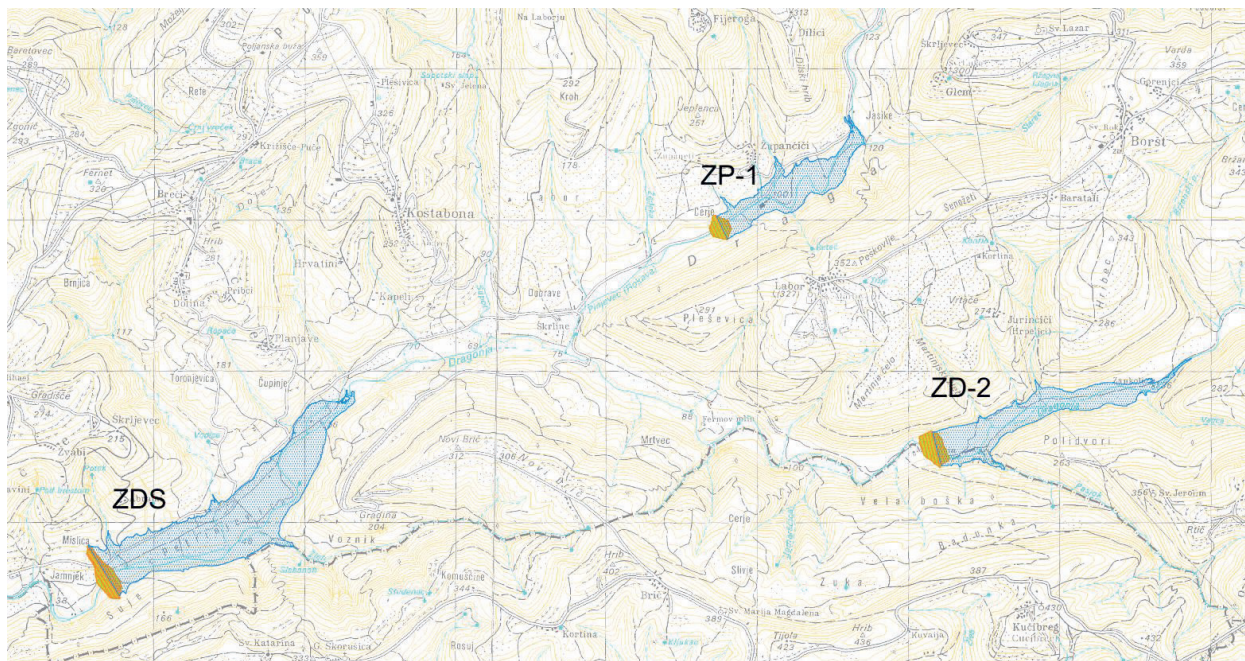
Zadrževalniki ne bi bistveno vplivali na hudourniški značaj vodotoka, saj bi bil, do določene mejne vrednosti pretoka, prehod vod skozi izpustni/zapornični objekt nereguliran, zato bi bila odzivnost povodja na padavinske situacije (kratkotrajne intenzivne padavine) praktično nespremenjena. Zadrževalniki bi dejansko vplivali le na pretoke, pri katerih bi se voda že razlivala iz struge na inundacijske – kmetijske površine, kjer pa ni zaželeno, da ima voda posledice na morfologijo območja.

Prav tako bi ostali vsi dotoki pritokov Dragonje pod lokacijo zadrževalnika nespremenjeni, kar bi še dodatno ohranjalo hudourniški značaj Dragonje.

Obratovanje zadrževalnika v realnih razmerah bi primarno temeljilo na seriji vhodnih podatkov (merilna mesta gladine v posameznih kritičnih točkah nad in pod zadrževalnikom, merilna mesta padavin v povodju Dragonje in tudi širše ter prognoze vremenskih modelov). Poleg na hidravlične parametre bi bilo delovanje zadrževalnikov možno (v dogovoru z lastniki zemljišč ter v duhu ohranjanja hidrološko/hidravličnih značilnosti povodja Dragonje) prilagajati tudi rastnemu obdobju in rabi inundacijskih površin (občutljivost rastlin na poplavno vodo) ter ob izpolnjenih določenih pogojih tudi dopuščati kontrolirane preplavitve posameznih površin ob vodotoku.

Glede na mnenje ZRSVN in ostala dejstva vezana na značilnosti predlaganih zadrževalnikov ter njihovo lokacijo sta z največjo možnostjo izvedljivosti izbrani 2 varianti:

- a) izvedba **skupnega zadrževalnika ZDS**
- b) izvedba **zadrževalnika ZD-2** na Dragonji in **ZP-1** na Pinjevcu



Lokacije optimalnih izvedljivih variant zadrževalnikov

3.2.2 ANALIZA ALTERNATIVNIH REŠITEV

3.2.2.1 Primerjava rešitev s tehničnega vidika

Prednosti zadrževalnika ZDS so naslednje:

- 1) Skupni zadrževalnik ZDS je postavljen najnižje v povodju Dragonje, zaradi česar je možno z njim najbolj optimalno regulirati dotok poplavnih vod na nižjeležeča območja. Zadrževalnik ZDS je s hidravličnega vidika (velikost prispevnih površin; količina dotekajoče vode) najbolj ustrezen med možnimi variantami izgradnje zadrževalnika.
- 2) Zadrževalnik ZDS bi se nahajal na območju splošnih (obširnejših) naravnih vrednot Natura 2000 in Dragonja, Ekološko pomembnega območja - porečje Dragonje ter z delom levobrežnega nasutja nasipa zadrževalnika v območju gozdnega rezervata Krkavška komunela. Poseganje na območje gozdnega rezervata je predvideno v manjšem obsegu (~6,000 m² od skupnih ~500,000 m² rezervata). Odvzete gozdne površine bi bilo možno tudi nadomestiti z izvedbo t.i. **zelenih ukrepov**, ko bi zračno stran nasipa zadrževalnika izvedli z dodatnim (ne tehnično zahtevanim) zasipom zemljine ustrezne debeline (da koreninski sistemi ne bi prodirali v telo nasipa) ter s tem omogočili prostor za zasaditev in rast drevesnih vrst, ki tvorijo gozdni rezervat. Poleg nadomestitve gozdnih površin bi bilo možno na zračni strani nasipa vsaj delno nadomestiti tudi odvzete kmetijske površine ter brežine nasipa urediti kot npr. vinogradniške površine in s tem izboljšati veduto doline.
- 3) Izvedba enega zadrževalnika pod sotočjem dveh vodotokov je z vidika upravljanja enostavnejša, kot upravljanje po enega zadrževalnika na vsakem vodotoku.
- 4) Izvedba enega zadrževalnika predstavlja kvantitativno manjši poseg na naravno okolje, saj bo z izgradnjo oz. pojavnostjo objekta v občutljivem prostoru prizadeta samo ena lokacija.

V primeru, da se izgradnja enega zadrževalnika izkaže kot neizvedljiva, je smiselno razpolagati tudi z rešitvijo pri kateri se zadrževanje vrši v dveh zadrževalnikih – enem v dolini Dragonje in drugim v dolini Pinjevca.

Izbor kombinacije **zadrževalnikov ZD-2** na Dragonji in **ZP-1** na Pinjevcu utemeljujemo s sledečim:

- 1) Zadrževalnik ZD-1 bi bil sicer postavljen zelo blizu sotočja s Pinjevcem, zaradi česar bi imel možnost reguliranja večjega dela povodja, kot zadrževalnik ZD-2. Ne glede na s hidravličnega vidika boljšo pozicijo, pa se v vplivnem območju (poleg splošnih naravnih vrednot Natura 2000 in Dragonja, Ekološko pomembnega območja - porečje Dragonje) zadrževalnika nahajata 2 lokalni naravni vrednoti Dragonja – suhi travnik pri Fermovem mlinu ter Fermov mlin - flišna stena nad Dragonjo. Glede na mnenje ZRSVN je postavljanje zadrževalnika v ta prostor nesprejemljivo, zato je kot edino možnost za postavitev zadrževalnika v dolini Dragonje nad Pinjevcem privzeta lokacija zadrževalnika ZD-2.

- 2) Na območju ZD-2 sta poleg splošnih naravnih vrednot Natura 2000 in Dragonja, Ekološko pomembnega območja - porečje Dragonje prisotni tudi naravni vrednoti jama Buža pod Hrpeljci ter Pasjok - vodotok s slapovi, levi pritok reke Dragonje pod Topolovcem. Zadrževalni prostor ZD-2 sega tudi v dolino Pasjoka, a ne do samih slapov. Jama Buža pod Hrpeljci je jama z breznom in etažami, ki se nahaja v bližini akumulacije zadrževalnika ZD-2. Maksimalna projektna gladina zadrževalnika se nahaja 8 m nižje od vstopa v jamo. Potencialni vpliv akumulacije na vodni režim v jami je v tej fazi projekta nemogoče definirati.
- 3) Zadrževalnik ZD-2 je od variante ZD-1 tehnično sicer manj primeren zaradi daljnovoda, ki prečka območje zadrževanja in obsežnejše infrastrukture, ki bi jo bilo potrebno zagotoviti za dostop in obratovanje zadrževalnika ZD-2, vendar pa ostaja ob eliminaciji ZD-1 iz naravovarstvenih razlogov edini preostali zadrževalnik v dolini Dragonje nad Pinjvcem.
- 4) Glede na dejstvo, da je bil na Dragonji izbran zadrževalnik, ki se nahaja sorazmerno visoko v povodju in tako pokriva manjše zaledje, kot bi bilo sicer optimalno, je s tehničnega vidika smiselno, da se na Pinjvcu izvede zadrževalnik na čim nižji lokaciji, da bo lahko zadrževal vode s čim večjega zaledja. In to je zadrževalnik ZP-1.
- 5) Pri izvedbi zadrževalnika ZP-2 bi bile v večjem obsegu kot v primeru ZP-1 prizadete cestne povezave, večje pa bi bilo tudi vplivno območje akumulacije (25 ha pri ZP-2 in 20 ha pri ZP-1).

3.2.2.2 Primerjava rešitev s stroškovnega vidika

Osnova za oceno stroškov izgradnje zadrževalnika so bili podatki o stroških izgradnje pregrade Železniki (IDZ), ki je po višini in delno tudi rangu podobna predlaganim zadrževalnikom na Dragonji. Pregrada Železniki bi bila višine 20 m, imela bi dolžino krone 80 m ter kapaciteto za zadrževanje 1 M m³ vode. Strošek izgradnje takšnega zadrževalnika bi znašal 3.9 M EUR (brez DDV), pri čemer je izgradnja same pregrade (brez HM opreme in elektro instalacij) predstavljala 64% (2.5 M EUR) celotne investicije.

Izračun stroška izgradnje zadrževalnikov na Dragonji je bil izdelan po dveh metodah. Prva predstavlja poenostavljen pristop, ki kot osnovo za določitev cene upošteva samo zadrževalni volumen obravnavanega zadrževalnika. V tem primeru smo oceno za m³ zadrževane vode povzeli po podatkih za zadrževalnik Železniki. Le-ta znaša 3.86 EUR/ m³.

Poleg cen za osnovne elemente zadrževalnikov so bili strošku izgradnje prišteti še pomembnejši stroške prestavitve/izgradnje cest ter stroške odkupov 2 stanovanjskih objektov. Pri zadrževalniku ZDS je potrebno prestaviti 400 m lokalne makadamske ceste (ovrednoteno s ceno 600 EUR/m'), pri ZP-1 je potrebno prestaviti 550 m lokalne ceste (ovrednoteno s ceno 600 EUR/m'), pri ZD-2 pa zgraditi 2.5 km

ceste za dostop do zadrževalnika. Ker cesta poteka delno po obstoječih (ozkih) kolovozih, smo za strošek izgradnje ceste upoštevali vrednost 400 EUR/m'. Cene so brez DDV.

Drugi pristop obravnava tudi geometrijske značilnosti pregrade – najpomembnejša značilnost je dolžina pregrade. Strošek pregrade v Železnikih je razčlenjen na hidromehansko in elektro opremo ter izvedbo nasipa pregrade. Strošek nasipa pregrade Železniki je linearno povečan glede na dolžino krone pregrade zadrževalnikov na Dragonji. Strošek hidromehanske opreme smo privzeli nekoliko večji, kot v Železnikih, t.j. 1.5 M EUR za zadrževalnik ZDS (večje prispevno območje in pretoki, kot v Železnikih), za zadrževalnik ZD-2 smo privzeli enako vrednost (primerljivi pretoki Sore in Dragonje), za ZP-1 pa nekoliko nižjo vrednost 1.1 M EUR, ker so pretoki Pinjevca manjši od pretokov Sore v primeru zadrževalnika Železniki.

Poleg cen za osnovne elemente zadrževalnikov so strošku izgradnje prišteti še pomembnejši stroške predstavitev/izgradnje cest ter stroške odkupov 2 stanovanjskih objektov. Pri zadrževalniku ZDS je potrebno prestaviti 400 m lokalne makadamske ceste (ovrednoteno s ceno 600 EUR/m'), pri ZP-1 je potrebno prestaviti 550 m lokalne ceste (ovrednoteno s ceno 600 EUR/m'), pri ZD-2 pa zgraditi 2.5 km ceste za dostop do zadrževalnika. Ker cesta poteka delno po obstoječih (ozkih) kolovozih, smo za strošek izgradnje ceste upoštevali vrednost 400 EUR/m'. Cene so brez DDV.

pregrada	H [m]	V [M m³]	L krone [m]	strošek pregrade - razčlenjeno					strošek pregrade - po volumnu		izbrana vrednost [M EUR]
				nasip	HM in elektro oprema	drugo		skupaj [M EUR]			
						opis	cena [M EUR]		EUR/m³	M EUR	
Železniki	20	1	80	2.54	1.32	/	/	3.86	3.86	3.9	
ZDS	21	4.7	400	12.70	1.5	prestavitev 400 m ceste	0.24	14.94	3.86	18.1	15
						preselitev 2 stan. objektov	0.5				
ZP-1	21	1.4	180	5.72	1.1	prestavitev 550 m ceste	0.33	7.15	3.86	5.4	7
ZD-2	24	2.6	250	7.94	1.3	izvedba 2.5 km dostopne ceste	1	10.24	3.86	10.0	10

Stroški rednega vzdrževanja so ocenjeni na 0.6 % letno od investicijskih stroškov projekta, stroške investicijskega vzdrževanja pa na 3 % na 5 let od investicijskih stroškov projekta.

Kljub vsemu v tej fazi analize ohranjamo izgradnjo zadrževalnikov kot upravičeno investicijo, saj so iz območja obravnave (po projektni nalogi) izločene obširne kmetijske površine na Ribili, Letališče Portorož, Sečovlje in Sečoveljske soline, vse to območja, ki so poplavljeni z visokimi vodami Dragonje in ki bi ob ekonomski obravnavi lahko imela pomemben doprinos k skupnemu škodnemu potencialu in s tem k boljši upravičenosti investicije.

Na podlagi primerjave hidravličnih, naravovarstvenih, in tehničnih karakteristik predhodno predlaganih variant zadrževalnikov je bila izbrana kot optimalna možnost izvedbe skupnega zadrževalnika ZDS oz. kombinacijo dveh zadrževalnikov ZD-2 na Dragonji in ZP-1 na Pinjevcu.

Ker je izgradnja zadrževalnika obsežen in drag poseg, bi ga bilo strokovno nekorektno načrtovati za majhne povratne dobe (Q10, Q25) in sočasno ohranjati poplavno ogroženost pri pojavih daljših povratnih dob (Q50, Q100,...), ki so običajno tudi najbolj problematični (večja energija toka, večje globine toka, večji obsegi poškodb,...). Po drugi strani se v dolini Dragonje ne nahaja noben element ali skupina elementov z bistveno večjim škodnim potencialom ali drugo vrsto pomembnosti, ki bi zahtevala zagotavljanje poplavne varnosti tudi pri izjemnih hidroloških pojavih. Zato bomo hidravlične izračune za načrtovano stanje – izvedbo zadrževalnikov izvajali za pojave Q50, Q100 in Q500.

Izvedbo zadrževalnika(ov) večjega ranga pogojuje tudi njihova predvidena lega. Predvsem v primeru izbora variante z dvema zadrževalnikoma se le-ta nahajata dokaj visoko v zaledju. Zadrževalnik ZP-1 bi lahko obvladoval dotekajoče vode s površin velikosti 17 km², ZD-2 pa s 27 km², kar skupno predstavlja 44 km² ali približno 45 % celotnega povodja Dragonje (97 km²). Zadrževalnik ZDS pa bi lahko obvladoval 65 km² oz. 2/3 celotnega povodja. Lokacija zadrževalnika višje v zaledju lahko pomeni, da so v določenih primerih (npr. ob intenzivnejši padavinski situaciji v osrednjemu delu povodja) močnejši dotoki samo na enem (npr. osrednjem) odseku reke, ki ni pod vplivom zadrževalnika. Z namenom zmanjšanja vpliva dotokov na vodni režim na občutljivih območjih, bi bilo potrebno v tovrstnih primerih dotok na dolvodna območja, t.j. iztok iz zadrževalnika omejiti na minimum, kar zahteva dodatne rezerve pri načrtovanju volumna zadrževalnika.

3.2.2.3 Primerjava rešitev z vidika hidravlike

Načrtovano stanje, t.j. stanje po izvedbi zadrževalnikov je bilo ocenjeno fazno. Analiza načrtovanega stanja je izdelana z uporabo hidravličnega modela, razvitega v okviru projekta FRISCO 1 (izdelovalec Inštitut za hidravlične raziskave).

Prvo fazo je predstavljala analiza skupnega zadrževalnika ZSD. Prvi koraki analize so bili usmerjeni v določitev dopustnega izpusta iz zadrževalnika, pri katerem (ob sočasnem dotoku pritokov, kot izhaja iz hidrologije) še ne prihaja do kritičnega preplavljanja in pojavljanja večje škode ali ogrožanja življenj.

Kot dopusten iztok iz zadrževalnika je bil izbran pretok 50 m³/s. Pri tej vrednosti iztoka Dragonja v manjšem deležu preplavi travniške in obdelovalne površine na območju Mlak (območje JV od MMP Dragonja), pri čemer sta globina toka in njegova hitrost majhna (v povprečju 5–40 cm). Do manjšega razlivanja, v pasu neposredno ob strugi Dragonje pride tudi na območju od predvidene pregrade do vtoka Pinjevca, kjer je poplavljenno območje poraslo z grmovno in drevesno vegetacijo. Na poplavljenih površinah zaradi izbranega pretoka 50 m³/s iz zadrževalnika tako ni pričakovati pomembnejše škode.

Za 10, 25, 50 in 100-letne povratne dobe je bil izveden izračun ob upoštevanju konstantnega iztoka 50 m³/s. Glede na volumen poplavnega vala, ki se je ob upoštevanju iztoka zadržal v zadrževalniku, smo določili osnovne karakteristike zadrževalnika (VQ100, H pregrade, V pregrade), pri čemer je bil kot cilj izbrano ustrezno delovanje pri 100-letnem pojavu (ZSD-100).

Volumen zadrževanja ZSD-100 znaša 2,3 M m³. Ob upoštevanju 2 m varnostne višine je kota pregrade (nasipa) 56 m n.v., pri čemer znaša volumen nasipa pregrade 140.000 m³.

Pri pretoku Q500 je bila poleg osnovnega modeliranja prehoda poplavnega vala z upoštevanjem zadrževalnika, ki je dimenzioniran na 100-letni pojav upoštevana še dodatna možnost in sicer, da se v zadrževalniku zadržijo tudi 500-letne visoke vode (ZSD-500). Ob upoštevanju slednjih izhodišč, so karakteristike zadrževalnika sledeče: volumen zadrževanja z iztokom iz zadrževalnika 50 m³/s znaša 4,0 M m³, kota pregrade (ob upoštevanju 2 m varnostne višine) znaša 59 m n.v., volumen nasipa pregrade pa 220.000 m³, kar je več kot 50 % od volumna pregrade ZSD-100.

Pri **ZSD-100** pride pri pojavih Q500 in Q1000 do zapolnitve zadrževalnika pred prehodom celotnega poplavnega vala, zato se viški vod razlivajo preko varnostnega preliva in se razlivajo na nižjeležeče (danes) inundacijske površine.

Pri 500-letnem pojavu vode preplavijo travnike, območja porasla z grmovno in drevesno vegetacijo, obdelovalne površine (njive, vinogradi). Voda poplavi tudi nekaj objektov. Nekateri poplavljeni objekti se nahajajo v bližini struge Dragonje, nekaj pa jih je tudi ob cesti Valeta-Sečovlje (severno od MMP Sečovlje), ki je prav tako poplavljen. Do prelivanja pride tudi čez cesto Sečovlje-Dragonja, od koder se poplava širi proti severu. Plato MMP Dragonja in plato MMP Sečovlje ni poplavljen. Južno od MMP Dragonja pride na krajšem odseku do prelivanja ceste Koper-Dragonja. (Območje Letališča Portorož je delno poplavljen – poplavljen je vzletna-pristajalna steza in del ploščadi, objekti niso poplavljeni.)

Pri 1000-letnem pojavu se obseg poplave na odseku med nasipom zadrževalnika in MMP Dragonja bistveno ne poveča v primerjavi s 500-letnim pojavom, poveča pa se globina vode na poplavljenih območjih (v povprečju za 0,4 m). Obseg poplav se poveča na odseku od MMP Dragonja in Letališčem Portorož. Plato MMP Dragonja je delno poplavljen. Cesta Koper-Dragonja je poplavljen južno od platoja, v manjšem obsegu poplavi cesto tudi na križišču cest Sečovlje-Dragonja in Koper-Dragonja. V večjem obsegu (kot pri Q500) je poplavljen tudi cesta Valeta-Sečovlje. Prav tako je poplavljenih nekaj več objektov v vasi Sečovlje in Dragonja. (Letališče Portorož ni poplavljen v celoti - poplavljen je pristajalno-vzletna steza in ploščad, objektom pa se poplavna vode le približa. Poplavna voda Dragonje ne prelije platoja MMP Sečovlje.)

V primeru zadrževalnika **ZSD-500** pride do prelivanja preko varnostnega preliva šele pri pretoku Q1000. V tem primeru je obseg poplave in globina vode primerljiva s poplavo pri 500-letnem pojavu pri zadrževanju ZSD-100.

V drugi fazi je bila analizirana izvedba 2 zadrževalnikov, in sicer enega na Dragonji (ZD-2) in enega na Pinjevcu (ZP-1). Glede na visoko pozicijo v povodju smo tukaj kot projektno izhodišče privzeli režim obratovanja, pri katerem zadrževalniki popolnoma zaprejo svoj iztok.

Analizirani sta bili možnosti dimenzioniranja zadrževalnikov na 100 (ZP-1-100, ZD-2-100) in 500-letni (ZP-1-500, ZD-2-500) pojav. Analizirano je bilo zadrževanje kratkotrajnih valov (do 6h) in dolgotrajnega vala (24h) 100-letne visoke vode Dragonje. Ugotovljeno je bilo, da je volumen dolgotrajnega 100-letnega vala sicer večji od volumna kratkotrajnih valov, vendar pa bi pri zadrževanju le kratkotrajnih valov prišlo v primeru prelivanja čez pregrado zaradi dolgotrajnega vala do majhnega obsega poplav (obseg poplave je dolvodno od lokacije zadrževalnika ZSD podoben kot v primeru ZSD-100). Zato je zadrževalnik zasnovan na podlagi kratkotrajnih valov. Karakteristike zadrževalnika ZD-2-100 so: volumen zadrževanja znaša 1,5 M m³, kota pregrade (ob upoštevanju 2 m varnostne višine) je 134 m n.v., volumen nasipa pregrade pa 203.000 m³. Karakteristike zadrževalnika ZP-1-100 so: volumen zadrževanja znaša 1,0 M m³, kota pregrade (ob upoštevanju 2 m varnostne višine) je 114 m n.v., volumen nasipa pregrade pa 108.000 m³. Karakteristike zadrževalnika ZD-2-500 so: volumen zadrževanja znaša 2,1 M m³, kota pregrade (ob upoštevanju 2 m varnostne višine) je 137 m n.v., volumen nasipa pregrade pa 280.000 m³. Karakteristike zadrževalnika ZP-1-500 so: volumen zadrževanja znaša 1,3 M m³, kota pregrade (ob upoštevanju 2 m varnostne višine) je 116 m n.v., volumen nasipa pregrade pa 138.000 m³.

Kljub popolnem zaprtju iztoka, prihaja dolvodno zaradi dotokov pritokov do posameznih razlivanj iz struge. V primeru pojava 25-letne visoke vode je od lokacije nasipa zadrževalnika ZSD dolvodno obseg poplave nekoliko večji od poplave pojava Q100 pri zadrževanju ZSD-100. V primeru pojava 100-letnih vod pa je obseg poplav še nekoliko večji. Vode preplavijo travnike, območja porasla z grmovno in drevesno vegetacijo, obdelovalne površine (njive, vinogradi). Poplava doseže tudi nekaj objektov. MMP Dragonja in MMP Sečovlje nista poplavno ogroženi. Prav tako sta poplavno varni cesti Valeta-Sečovlje in Koper-Dragonja, cesta Sečovlje-Dragonja pa je delno poplavljen (vzhodno od MMP Sečovlje). (Letališče Portorož je poplavno varno.)

Rezultati hidravlične analize so pokazali, da prihaja zaradi lokacije zadrževalnikov visoko v zaledju ter posledično precejšnjih dotokov vzdolž toka Dragonje pod zadrževalniki, kljub popolnemu zaprtju zadrževalnikov še vedno do pomembnih poplav na kmetijskih zemljiščih ter v posameznih primerih tudi na poseljenih območjih, zaradi česar bi bilo potrebno vzdolž Dragonje izvajati še druge protipoplavne ukrepe. Le-te pa je glede na ugotovitve v predhodnih fazah projekta ter glede na naravovarstvene omejitve težko (ali praktično nemogoče) izvesti.

3.2.3 IZBIRA NAJUSTREZNEJŠE REŠITVE

3.2.3.1 Opredelitev nabora ukrepov

Glede na opisane rezultate hidravličnega modeliranja ter omejitve v prostoru, sta se v nadaljevanju analizirani le varianti ZSD-100 in ZSD-500.

3.2.3.2 Investicijski stroški ureditev ter finančna in ekonomska upravičenost

Investicija je razdeljena v naslednje skupine: pripravljalne aktivnosti, zemljišča, gradbena dela, oprema, vodenje projekta, nepredvideni stroški.

- **pripravljalne aktivnosti** vključujejo izdelavo študijske, projektne in razpisne dokumentacije. Stroški izdelave študijske in projektne dokumentacije so odvisni od vrste (kako podrobna je) same dokumentacije (študije izvedljivosti, idejna zasnova, idejni projekt, PGD) in se lahko ocenijo na osnovi cen podobnih projektov.
- **zemljišče** vključuje stroške reševanja lastninskih odnosov in pridobitev potrebnih soglasij in dovoljenj za gradnjo.
- **Stroški gradnje** vključujejo stroške gradnje in nadzora nad gradnjo.
 - o Stroški gradenj se v primeru, da za nameravano gradnjo ni informacij o investicijskih stroških, lahko ocenijo glede na tehnične karakteristike predlaga ne investicije in na osnovi podobnih že izvedenih gradenj v okolici.
 - o Stroški nadzora gradnje so neposredno povezani z ocenjenimi stroški gradnje posameznih objektov / infrastrukture, in so ocenjeni v višini 5% od stroškov gradnje.
- **Stroški opreme** vključujejo dobavo, montažo in zagon opreme.
- **Stroški za vodenje projektov** so opredeljeni v skladu z Zakonom o poslovanju i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/2015). Za vse investicijske projekte v gradnjo infrastrukture v skupni investicijski vrednosti več kot 10 milijonov HRK (cca 1,33 mio EUR), je investitor dolžan imenovati vodjo ali skupino za upravljanje s projektom. Strošek vodenja projekta je ocenjen na 2,5% investicijskih stroškov celotnega projekta (vključno s stroški pripravljalnih aktivnosti, zemljišča, gradenj in opreme).
- **nepredvideni stroški** se pogosto pojavljajo v fazi gradnje in jih ni mogoče predvideti v fazi načrtovanja. Stroški so upravičeni, vendar skladno s priporočilom Evropske komisije niso vključeni v finančno analizo. Nepredvideni stroški so ocenjeni v višini do 10% investicijskih stroškov celotnega projekta (vključno s stroški pripravljalnih aktivnosti, zemljišča, gradenj, opreme in vodenja projekta).

Skupni investicijski stroški so ocenjeni na 27.415.465 EUR z DDV.

Korist iz naslova zmanjšanja poplavne ogroženosti so prikazane v spodnji tabeli.

	Pričakovana letna poplavna škoda EUR/leto		
Škodna kategorija	Obstoječe	Zadrževalnik ZDS-100	Zadrževalnik ZDS-500
lokalne ceste	17.106,44	8.835,01	8.742,92
državne ceste	12.314,23	2.169,73	1.847,77
kmetijstvo	4.706,17	929,49	770,99
stavbe (stavbe in oprema) - Stanovanjske	5.381,17	100,57	75,17
stavbe (stavbe in oprema) - Poslovne	4.753,70	0,00	0,00
stavbe (stavbe in oprema) - Nedefinirano	6.953,05	132,26	92,03
stavbe (stavbe in oprema) - Kmetijske	7.815,07	38,46	18,27
Vsota - opredeljene škode po kategorijah:	59.029,83	12.205,50	11.547,15
Druge škode - izven opredeljenih kategorij (Huizinga – 20% vseh škod)	14.757,46	3.051,38	2.886,79
Vse škode – osnova za analizo stroškov in koristi:	73.787,29	15.256,88	14.433,94

Primerjava pričakovanih poplavnih škod za območje projekta FRISCO Dragonja – obstoječe stanje in stanje pričakovanih poplavnih škod po izvedbi ukrepov

V preglednici so za primerjavo podane tudi vrednosti obstoječega stanja pričakovanih letnih poplavnih škod v višini 73.787,29 EUR, kar je rezultat poizvedbe nad modelno bazo podatkov in potrjuje ustreznost in enoličnost uporabljenega modelnega pristopa.

Rezultat modeliranja poplavnih škod po izvedbi variantnih ukrepov za zmanjšanje poplavnih škod izkazuje, da so škode zmanjšane za okvirno 60.000 EUR na leto (58.530,41 EUR varianta ZDS-100 oz. 59.353,35 EUR/leto varianta ZDS-500). Pri tem so upoštevane škode po metodi stalnih cen z datumom cene dec. 2017, saj smo kot referenčni BDP, ki smo ga uporabljali za umerjanje metode Huizinga uporabili iz tega leta.

Med različnimi kategorijami poplavnih škod lahko prepoznamo izrazito zmanjšanje poplavnih škod na področju stavb vseh kategorij in kmetijstva. Navedeno je pričakovano, saj so praktično vse stavbe po izvedenih ukrepih varne pred poplavami. Kategorija za katero je opazovano najmanjše zmanjšanje poplavnih škod so lokalne ceste.

Za projekt so bile izračunane povprečne letne koristi iz naslova zmanjšanja nastanka škod ob poplavnih dogodkih. V primeru izgradnje zadrževalnika bi se povprečne letne škode na cestah, v kmetijstvu in na stavbah zmanjšale za 58.530,41 EUR.

Ekonomska neto sedanja vrednost naložbe je negativna in znaša -23.042.032 EUR. Prav tako je negativna finančna stopnja donosa investicije in znaša -27,77%.

Finančna neto sedanja vrednost naložbe je negativna in znaša -25.877.402 EUR. Prav tako je negativna finančna stopnja donosa investicije in znaša -24,36%.

3.2.3.3 Multikriterijska analiza

Kot najprimernejša varianta rešitve se izbere tista varianta, ki je v obeh državah ocenjena kot najprimernejša glede na posledice stoletne poplave po njeni izvedbi (mišljena izvedba variante). Če je več variantnih rešitev, potem se kot najprimernejša rešitev izbere tista, ki ima najboljše razmerje B/C v državi, v kateri je več kot 50% vrednosti kapitalne naložbe.

Glede na to, da imata obe obravnavani varianti zadrževalnika enak učinek na visoke vode s 100-letno povratno dobo imata, glede na opredeljene kriterije, tudi enako vrednotenje in se obe umeščata v kategorijo 4 – primerno.

3.2.3.4 Izboljšanje prevodnosti struge Dragonje

Ker poplave Dragonje pogosto povzročajo škodo na kmetijskih površinah bi bilo vseeno možno zmanjšati pogostost in intenzivnost pogostih (vsako letnih in 1-10 letnih) poplav z rednim vzdrževanjem struge. Danes je struga Dragonje na odseku (kjer so na obrežnih ravnicah prisotne kmetijske površine) pod sotočjem s Pinjevcem (Rokavo) precej zaraščena in nevzdrževana. Obrežno rastje je sicer naravni pojav in en ključnih elementov naravnih značilnosti vodotoka definirane kot naravna vrednota. Kljub vsemu pa je bilo ob ogledu terena na posameznih odsekih struge v osnovnem rečnem koritu moč opaziti več podrtih dreves, ki lahko negativno vplivajo na pretočnost struge. Seveda so tudi podrta drevesa naravni pojav, ki doda še večjo stopnjo avtentičnosti naravnega okolja kot vrednote, vendar bi bilo mogoče kljub temu smiselno na odsekih reke, ki so bolj podvržena poplavam in povzročajo več težav na kmetijskih površinah, izvajati selektivna vzdrževalna dela in optimizirati prevodnost struge z odstranjevanjem podrtih dreves in morebiti tudi s parcialnim in lokalnim odstranjevanjem obrežnega rastja. Zaradi občutljivosti biotopov in naravovarstvenih omejitev bi bilo potrebno režim vzdrževanja doreči in uskladiti z ZRSVN po posameznih odsekih.



Osnova za identifikacijo območij, ki so pogosteje podvržena poplavam in so hkrati tudi območja kmetijske pridelave, bi bili rezultati hidravlične analize v sklopu katere bi se računala prevodnost struge po posameznih odsekih. V sklopu projekta FRISCO je bila izvedena izmera prečnih prerezov Dragonje na medsebojnih razdaljah 300 – 500 (in tudi več) m, kar pa omogoča samo zelo grobo modeliranje, nikakor pa ne natančnejše določitve vodnega režima na posameznih (nekaj 100 m dolgih) odsekih.

Podatke o najbolj problematičnih območjih bi bilo možno pridobiti z natančnejšim hidravličnim modelom (ki pa ni bil izdelan v sklopu predmetnega projekta) in/ali z rednim beleženjem pogostejših visokovodnih dogodkov in identifikacijo najbolj problematičnih območij (dolgotrajnejši proces). Glede na navedeno se torej v sklopu projekta FRISCO ni mogoče natančneje opredeliti do območij, kjer bi bilo smiselno izboljšati prevodnost struge in s tem vsaj delno zmanjšati poplavno nevarnost na območjih z intenzivno kmetijsko pridelavo.

Možni režimi izvajanja vzdrževalnih del so sicer sledeči:

- Na območjih, kjer je velikost prečnega prereza bistveno večja, kot je na gor ali tudi dolvodnem odseku, se lahko stanje struge ohrani, kot je v naravi, t.j. tudi s prisotnimi posameznimi podrtimi drevesi. Tudi v primeru slabše prevodnosti struge zaradi zarasti bi bilo pričakovati najprej prelivanje iz struge na gor in/ali dolvodnem odseku struge. Odsek s podrtim drevjem tako ne predstavlja najbolj kritičnega odseka, zato vanj ni potrebno posegati.
- Na odsekih, kjer je velikost prereza rečnega korita pretežno enakomerna, bi bilo smiselno vzdrževati tudi enakomerno prevodnost z odstranitvijo elementov, ki lahko bistveno vplivajo na prevodnost (podrta drevesa in nakopičeno plavje).

- Na odsekih, kjer poplavnost predstavlja izrazite težave že ob vsakoletnih poplavih bi bilo potrebno razmisliti o možnostih za izboljšanje prevodnosti struge. Možni (ciklični) ukrepi so:
 - a) Selektivna odstranitev zarasti – redčenje grmovne in drevesne zarasti znotraj območja prečnega profila. Predmetna dela se lahko izvajajo samo na enem ali obeh bregovih.
 - b) Odsekovna odstranitev grmovne in drevesne zarasti, dopuščanje samo travnate zarasti, pri čemer se ukrep praviloma izvede samo na enem bregu.
 - c) Odsekovna odstranitev grmovne in drevesne zarasti z delnim preoblikovanjem brežin. Primerna samo na najbolj kritičnih odsekih, brežine se preoblikujejo na sonaraven način – oblika, ki je sicer tudi prisotna v prostoru (npr. izkop v obliki strme erozijske zajede).

Vse možne posege je potrebno izvesti s čim manjšim fizičnim posegom v naravni prostor, seveda pa jih je potrebno predhodno tudi projektno obdelati in uskladiti z ZRSVN. Pri izbiranju ustreznih rešitev za posamezno mikrolokacijo je potrebno upoštevati potrebo po obnavljanju grmovne zarasti v 2 do 4 letih, drevesne pa v 8 do 10 letih (mlada drevesa). Stabilnost brežin (kjer je to potrebno) se doseže z ohranjanjem dreves in grmovja – z njihovimi koreninskimi sistemi. Če je odsek hidravlično problematičen z vidika poplavnosti, se ohranja le gibko grmovno zarast.

Poseben način obravnave pa je možno privzeti na reguliranem odseku struge Dragonje pod MMP Dragonja. Na predmetnem odseku ima struga Dragonje sorazmerno velik pretočni prerez, ki znaša med 50 in 60 m². Na tem odseku visoke vode Dragonje tudi ne predstavljajo večjih težav, saj se že gorvodno od MMP Dragonja viški vod razlijejo pretežno po desnobrežni ravnici in preko nje odteka proti Drnici oz. Sečoveljskim solinam ter se v večjem delu sploh ne vračajo več nazaj v strugo Dragonje.

V regulirani strugi Dragonje se razrašča predvsem trstičje, drevesna in grmovna zarast se pojavljata lokalno in še to na zgornjih delih obrežnih nasipov ali brežin. Trstičje v splošnem ne predstavlja večje ovire intenzivnim poplavnim tokovom, saj se lahko ob pritisku vode upogne ali prelomi, ima pa lahko pomemben vpliv na gladinsko stanje v primeru manj intenzivnih pojavov. Glede na bližino dveh vodomernih postaj bi bilo smiselno, da je struga Dragonje na odseku od vsaj 20 m nad VP, do prve dolvodne stopnje, očiščena (odstranjeno trstičje, dopuščena samo travna zarast) vsaj do 2/3 pretočnega prereza (od spodaj navzgor). S tem bi zagotovili konstantnost zunanjih pogojev, ki vplivajo na meritve nivoja gladin Dragonje na VP za večino pogostejših visokih vod.

Na preostalih odsekih regulirane struge odstranjevanje trstičja ni bistveno, je pa pomembno predvsem zaradi ohranjanja možnosti pregleda stanja nasipov in brežin. Na teh območjih se vzdrževalna dela lahko izvajajo periodično, npr. prvo leto delna ali celotna odstranitev zarasti vzdolž desnega brega, naslednje ali čez 2 leti se enak poseg izvede na nasprotnem bregu.

3.3 ZAKLJUČEK

Dolina Dragonje je poplavno ogrožena. Osnovna raba na poplavnih površinah je kmetijska, poselitev je pomaknjena ob rob doline in je v večji meri izven poplavnega območja Dragonje. Za preučitev navedene problematike je bilo porečje Dragonje analizirano v okviru celovite študije za porečje Dragonje.

Območje obravnave študije zajema reko Dragonjo med izvirnim delom in Mednarodnim mejnim prehodom Sečovlje. Območje obdelave študije in hidravličnega modeliranja ne zajema območja letališča in solin, zato je bilo v sklopu projekta možno iskati le rešitve, katerih cilj bi bil zmanjševanje poplavnosti kmetijskih površin ter morebitna izvedba lokalnih ukrepov za zaščito individualnih objektov.

V študiji je bila na podlagi zbranih podatkov in dokumentacije ter izdelane hidrološke in hidravlične analize opredeljena sedanja poplavnost obravnavanega območja. Največje poplave so bile v tem prostoru zabeležene leta 2010. Ne glede na velik obseg pričakovanih poplav v dolini Dragonje pa je škodni potencial majhen, saj je dolina Dragonje namreč zelo redko poseljena.

Dolina Dragonje predstavlja pomembno naravno vrednoto, saj je na praktično celotnem odseku nad naseljem Dragonja struga naravna, ob njej pa se na ravninah nahajajo kmetijske oz. v višjem delu gozdne in grmovne površine. Izvedba kakršnihkoli regulacij struge in kanaliziranje vod v primarno korito je nesprejemljivo z naravovarstvenega vidika in v neskladju z vodnimi direktivami, ki skušajo ohranjati naravna razlivna območja in v čim večji možni meri zadrževati vodo v povodju.

Izvedba nasipov vzdolž struge bi prav tako predstavljala grob poseg v okolje, saj bi nasipi potekali z določenim odmikom od osnovne struge, zaradi česar bi morala biti sekundarna struga med nasipi bistveno večja, kar bi odvzelo precejšen delež bližnjih obdelovalnih površin. Prav tako pa bi z izvedbo nasipov naravno okolje degradirali na praktično celotnem odseku med naseljem Dragonja in izlivom Pinjevca.

Skozi proces izdelave študije se je tako kot edina možnost reševanja problematike izkazala izvedba zadrževalnikov. Analiziranih je bilo več tehničnih rešitev in lokacij, ki so bile preverjene tudi z vidika okoljskih omejitev.

Iskanje možnosti za zmanjšanje poplavne ogroženosti v dolini Dragonje je bilo izvedeno fazno. Pri preverjanju možnosti zadrževanja je bil v prvi fazi obravnavan samo tehnični vidik – možna lokacija glede na obstoječo rabo in morfologijo prostora. Pomembna pri določanju lokacij zadrževalnikov je tudi bližina območij, ki jih z ukrepom varujemo. Ukrepi, ki so preveč odmaknjeni, imajo načeloma manjši vpliv kot ukrepi, ki so izvedeni v bližini ogroženih območij. Hidrološko namreč bližnji ukrepi pokrivajo večje prispevno območje in imajo s tem večji vpliv na vodni režim varovanega območja.

Predlaganih je bilo več možnosti za zadrževanje visokih vod Dragonje v zaledju. V prvi t.i. tehnični fazi so bila na podlagi hidroloških, morfoloških in topografskih značilnosti določena območja, kjer bi bilo zadrževanje možno.

V drugi fazi pa so bila posamezna območja ovrednotena tudi z vidika prisotnosti omejitev posameznih naravovarstvenih varovalnih območij. Ugotovljeno je bilo, da se vse predlagane lokacije zadrževalnikov nahajajo na vsaj treh naravovarstvenih območjih (Natura 2000, naravna vrednota Dragonja, Ekološko pomembna območja: porečje Dragonje), zaradi česar je izgradnja zadrževalnikov v dolini Dragonje precej omejena oziroma skoraj nemogoča.

S tehničnega vidika so bile predlagane kombinacije precej enakovredne, vendar ob upoštevanju okoljskih in tehničnih omejitev vezanih na njihovo izgradnjo ter pričakovanih stroškov in koristi gradnje, sta bili za nadaljnjo analizo kot najbolj optimalni izbrani varianti kombinacija zadrževalnikov ZD-1A in ZP-1 ter izvedba zadrževalnika ZDS.

Rezultati hidravlične analize predlaganih optimalnih izvedljivih variant so pokazali, da prihaja zaradi lokacije zadrževalnikov visoko v zaledju ter posledično precejšnjih dotokov vzdolž toka Dragonje pod zadrževalniki, še vedno do pomembnih poplav, zaradi česar bi bilo potrebno vzdolž Dragonje izvajati še druge protipoplavne ukrepe, le-te pa je glede na naravovarstvene omejitve težko oziroma nemogoče izvesti.

Na podlagi rezultatov hidravličnega modeliranja ter omejitev v prostoru je bil skozi analizo stroškov in koristi analiziran suhi zadrževalnik z oznako ZDS v dveh variantah in sicer ZDS-100 in ZDS-500 (za zadrževanje 100 - letnega in 500 - letnega vala). Ovrednotena je bila investicijska vrednost ukrepov in njihov učinek na poplavno varnost (zmanjšanje poplavne škode), zanju so bile izdelane ekonomska, finančna in multikriterialna analiza.

Glede na varstvene režime ter razmeroma visoko investicijsko vrednost predlaganih rešitev ob majhnem škodnem potencialu (praktično samo kmetijske površine na območju obravnave) se je v okviru študije v okviru faze analize stroškov in koristi pokazalo, da nobena izmed načrtovane rešitev ne prinašajo zelenih koristi.

Prav zato je bila v študiji posebna pozornost posvečena zasnovi in izvajanju vzdrževalnih del, s katerimi je mogoče zmanjšati pogostost in v manjšem obsegu tudi jakost poplav na ogroženih območjih znotraj območja obravnave.

Ker poplave Dragonje pogosto povzročajo škodo na kmetijskih površinah bi bilo vseeno možno zmanjšati pogostost in intenzivnost pogostih (vsako letnih in 1-10 letnih) poplav z rednim vzdrževanjem struge. Danes je struga Dragonje na odseku (kjer so na obrežnih ravninah prisotne kmetijske površine) pod sotočjem s Pinjencem (Rokavo) precej zaraščena in nevzdrževana. Obrežno rastje je sicer naravni pojav in en ključnih elementov naravnih značilnosti vodotoka definiranega kot naravna vrednota. Kljub vsemu

pa je bilo ob ogledu terena na posameznih odsekih struge v osnovnem rečnem koritu moč opaziti več podrtih dreves, ki lahko negativno vplivajo na pretočnost struge.

Seveda so tudi podrta drevesa naravni pojav, ki doda še večjo stopnjo avtentičnosti naravnega okolja kot vrednote, vendar bi bilo mogoče kljub temu smiselno na odsekih reke, ki so bolj podvržena poplavam in povzročajo več težav na kmetijskih površinah, izvajati selektivna vzdrževalna dela in optimizirati prevodnost struge z odstranjevanjem podrtih dreves in morebiti tudi s parcialnim in lokalnim odstranjevanjem obrežnega rastja.

V regulirani strugi Dragonje se razrašča predvsem trstičje, drevesna in grmovna zarast se pojavljata lokalno in še to na zgornjih delih obrežnih nasipov ali brežin. Trstičje v splošnem ne predstavlja večje ovire intenzivnim poplavnim tokovom, saj se lahko ob pritisku vode upogne ali prelomi, ima pa lahko pomemben vpliv na gladinsko stanje v primeru manj intenzivnih pojavov. Na preostalih odsekih regulirane struge odstranjevanje trstičja ni bistveno, je pa pomembno predvsem zaradi ohranjanja možnosti pregleda stanja nasipov in brežin.

Skladno s prijavnico in cilji projekta FRISCO1 izvedba gradbenih ukrepov na Dragonji med sedanjim obdobjem izvajanja evropske direktive (2016-2021) ni predvidena. Kljub temu obstajajo možnosti izboljšanja poplavne ogroženosti na obravnavanem območju predvsem z intenzivnejšim vzdrževanjem struge. Pogostost in v manjšem obsegu tudi jakost poplav je možno na občutljivih območjih zmanjšati z ustrezno zasnovo in doslednim izvajanjem vzdrževalnih del. Vse možne posege je potrebno izvesti s čim manjšim fizičnim posegom v naravni prostor, seveda pa jih je potrebno predhodno tudi projektno obdelati.



Program suradnje INTERREG V-A Slovenija – Hrvatska 2014. – 2020.

Projekt:

**FRISCO 1 – Prekogranično usklađeno slovensko-hrvatsko
smanjenje rizika od poplava – negrađevinske mjere**

Predmet zadatka:

Projekt FRISCO1 – Tehnička pomoć u izradi cjelovite studije
smanjenja rizika od poplava za prekogranični sliv rijeke Dragonje

Vrsta dokumentacije:

**CJELOVITA STUDIJA SMANJIVANJA RIZIKA OD POPLAVA ZA
PREKOGRANIČNI SLIV RIJEKE DRAGONJE**

SAŽETAK

Lipanj 2019.

SADRŽAJ

1	UVODNA PREZENTACIJA PROJEKTA FRISCO 1.....	4
2	PREKOGRANIČNO USKLAĐENA STUDIJA SVEOBUHVAATNOG UPRAVLJANJA RIZICIMA OD POPLAVA RIJEKE DRAGONJE.....	5
2.1	PROGRAM.....	5
2.2	PROJEKT.....	5
2.3	PREDMET ZADATKA	6
2.4	NARUČITELJ	6
2.5	VANJSKI IZVOĐAČ	6
2.6	PRAČENJE I UPRAVLJANJE ZADATKA.....	6
2.7	SVRHA I CILJEVI STUDIJE.....	7
2.8	SVRHA I CILJ SAŽETKA PREKOGRANIČNO USKLAĐENE STUDIJE SMANJENJA RIZIKA OD POPLAVA RIJEKE Mure	7
3	SAŽETAK PREKOGRANIČNO USKLAĐENE STUDIJE SMANJENJA RIZIKA OD POPLAVA RIJEKE DRAGONJE.....	7
3.1	ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA	7
3.1.1	PRIKUPLJANJE I ANALIZA POSTOJEĆIH PODATAKA	7
3.1.2	OPIS POSTOJEĆEG STANJA.....	8
3.1.2.1	Opći opis sliva rijeke Dragonje	8
3.1.2.2	Obrađeno područje sliva rijeke Dragonje u okviru projekta FRISCO 1	9
3.1.2.3	Geografski opis obrađenog područja	9
3.1.2.4	Vodeni okoliš.....	9
3.1.3	HIDROLOŠKA ANALIZA.....	10
3.1.3.1	Opis ishodišta i korištenih podataka.....	10
3.1.3.2	Analiza kvalitete dobivenih podataka.....	10
3.1.3.3	Postavljanje hidrološkog modela	11
3.1.3.4	Analiza oborina	11
3.1.3.5	Kalibracija hidrološkog modela	13
3.1.3.6	Rezultati hidrološkog modeliranja.....	15
3.1.4	HIDRAULIČKA ANALIZA.....	15
3.1.5	ANALIZA RIZIKA OD POPLAVA.....	15
3.2	OSMIŠLJAVANJE I ANALIZA ALTERNATIVNIH RJEŠENJA	16

3.2.1	OSMIŠLJAVANJE ALTERNATIVNIH RJEŠENJA.....	16
3.2.1.1	Građevinske mjere za smanjenje rizika od poplava.....	17
3.2.1.2	Tehničke mogućnosti za izvođenje retencija	17
3.2.1.3	Moguća tehnička rješenja.....	20
3.2.1.4	Ograničenja očuvanja prirode u prostoru.....	21
3.2.1.5	Izbor mogućih varijanti izgradnje retencija.....	22
3.2.2	ANALIZA ALTERNATIVNIH RJEŠENJA.....	23
3.2.2.1	Usporedba rješenja s tehničkog stajališta.....	23
3.2.2.2	Usporedba rješenja u pogledu troškova	25
3.2.2.3	Usporedba rješenja u pogledu hidraulike	27
3.2.3	ODABIR NAJPRIKLADNIJEG RJEŠENJA.....	29
3.2.3.1	Utvrđivanje raspona mjera	29
3.2.3.2	Investicijski troškovi uređenja te financijska i ekonomska opravdanost	29
3.2.3.3	Multikriterijalna analiza.....	31
3.2.3.4	Unaprjeđenje provodljivosti riječnog korita Dragonje	31
3.3	ZAKLJUČAK.....	34

1 UVODNA PREZENTACIJA PROJEKTA FRISCO 1

Projekt FRISCO1 je strateški projekt, čiji je cilj smanjiti rizik od poplava na slivovima rijeka Dragonje, Kupe, Sutle, Bregane i na dijelovima slivova rijeka Drave i Mure te se provodi u okviru Programa suradnje INTERREG V-A Slovenija – Hrvatska. Program suradnje INTERREG V-A Slovenija – Hrvatska je glavni dokument koji predstavlja okvir za prekograničnu suradnju Slovenije i Hrvatske u financijskoj perspektivi 2014. – 2020. Svrha prekogranične suradnje je rješavanje zajedničkih izazova koje su obje države zajedno prepoznale u graničnom području te istovremeno iskorištavanje neiskorištenih potencijala rasta i jačanja procesa suradnje za opći skladni razvoj Europske unije.

FRISCO1 sadržajno obrađuje negrađevinske mjere smanjenja rizika od poplava i unapređuje sustav upravljanja rizikom od poplava. Unaprijeđeno i prekogranično usklađeno mapiranje rizika od poplava i izrada/unapređenje prekogranično usklađenih modela za prognoziranje poplava, osigurat će potrebne stručne podloge i dokumentaciju za prijedlog i izbor prekogranično usklađenih građevinskih mjera za smanjenje rizika od poplava, koji bi se izvodili u drugom koraku projekta FRISCO, a to je kroz FRISCO2 na slivovima rijeka Kupe, Sutle, Drave i Mure.

Projektni partneri projekta FRISCO1 su:

- Hrvatske vode (HV) kao vodeći partner;
- Ministarstvo okoliša i prostornog planiranja Republike Slovenije (MOP);
- Agencija Republike Slovenije za okoliš (ARSO);
- Direkcija Republike Slovenije za vode (DRSV);
- Državna uprava za zaštitu i spašavanje (DUZS);
- Državni hidrometeorološki zavod (DHMZ);
- Institut za hidraulička istraživanja (IHR);
- Uprava Republike Slovenije za zaštitu i spašavanje (URSZR).

Projekt FRISCO1 sastoji se od sljedećih deset radnih paketa:

M Vođenje projekta,

C Prijenos informacija,

T1 Kupa zajednički radni alati, modeli, karte i projekti,

T2 Sutla zajednički radni alati, modeli, karte i projekti,

T3 Drava zajednički radni alati, modeli, karte i projekti,

T4 Mura zajednički radni alati, modeli, karte i projekti,

T5 Dragonja zajednički radni alati, modeli, karte i projekti,

T6 Bregana zajednički radni alati, modeli, karte i projekti,

T7 Fizički sustavi upozorenja na poplave i

T8 Aktivnosti podizanja svijesti i sveobuhvatan dizajn i upravljanje programom – projekt smanjenja rizika od poplava/povećanja sigurnosti od poplava.

U radni paket T5 Dragonja zajednički radni alati, modeli, karte i projekti uključuju se sljedeće aktivnosti:

- T5.1 Razvoj zajedničkog alata 1 (Baza podataka o riziku od poplava);
- T5.2 Razvoj zajedničkog alata 2 (Studija ciljanog područja);
- T5.3 Razvoj zajedničkog modela 1 (Unaprijeđeni hidraulički model);
- T5.4 Razvoj zajedničkog modela 2 (Unaprijeđeni model prognoziranja);
- T5.5 Razvoj zajedničke karte 1 (Unaprijeđena karta opasnosti od poplava);
- T5.6 Razvoj zajedničke karte 2 (Unaprijeđena karta rizika od poplava);
- T5.7 Izrada građevinskih projekata.

Planirane aktivnosti i rezultati međusobno su povezani.

U skladu s projektnom prijavom, rezultati projekta FRISCO1 su sljedeći:

- Unaprijeđene baze podataka za upravljanje rizicima od poplava,
- Prekogranične usklađene studije sveobuhvatnog upravljanja rizicima od poplava,
- Unaprijeđeni hidrološki i hidraulički modeli,
- Unaprijeđeni modeli prognoziranja poplava,
- Unaprijeđene i prekogranično usklađene karte opasnosti i rizika od poplava,
- Zajednički projekti (priprema projektne i druge dokumentacije),
- Sustav ranog upozoravanja (nadogradnja alarmnog sustava za prognoziranje i upozoravanje),
- Podizanje svijesti javnosti o rizicima od poplava i institucionalno jačanje sustava upravljanja rizicima od poplava.

Glavni cilj aktivnosti T5.2 zajednički alat 2 je »Studija prekogranično usklađeno smanjenje rizika od poplava na slivu rijeke Dragonje«.

2 PREKOGRANIČNO USKLAĐENA STUDIJA SVEOBUHVAATNOG UPRAVLJANJA RIZICIMA OD POPLAVA RIJEKE DRAGONJE

2.1 PROGRAM

Program suradnje INTERREG V-A Slovenija – Hrvatska 2014. – 2020.

2.2 PROJEKT

FRISCO 1 – Prekogranično usklađeno slovensko-hrvatsko smanjenje rizika od poplava – negrađevinske mjere.

2.3 PREDMET ZADATKA

Projekt FRISCO1 – Tehnička pomoć u izradi cjelovite studije smanjenja rizika od poplava za prekogranični sliv rijeke Dragonje.

2.4 NARUČITELJ

REPUBLIKA SLOVENIJA,

Direkcija Republike Slovenije za vode

Hajdrihova ulica 28c, 1000 Ljubljana.

2.5 VANJSKI IZVOĐAČ

Vodeći partner:

IZVO-R , projektiranje in inženiring d.o.o.

Pot za Brdom 102, 1000 Ljubljana

Odgovorni nositelj zadatka:

mag. Rok Fazarinc, univ. dipl. ing. građ.

Partneri:

Inštitut za vodarstvo, d.o.o.,

Hajdrihova ulica 28a, 1000 Ljubljana

Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o.

Glavni trg 19/c, 2000 Maribor

HIDROSVET d.o.o.

Kidričeva ulica 25, 3000 Celje

DHD d.o.o.,

Praprotnikova ulica 37, 2000 Maribor

SL-Consult d.o.o.

Dunajska cesta 122, 1000 Ljubljana

2.6 PRAĆENJE I UPRAVLJANJE ZADATKA

Jedan od ciljeva projekta FRISCO1 je izrada Prekogranične usklađene studije smanjenja rizika od poplava za područje rijeke Dragonje, koju je pripremio stručno kvalificirani izvođač odabran postupkom javne nabave. Ugovor je službeno vodila Direkcija Republike Slovenije za vode Republike Slovenije, ali je u skladu s projektnim zadatkom izradu studije pratila vodeća struktura FRISCO1 projekta, sastavljena od nekoliko skupina za upravljanje projektima i radnih skupina, i to:

- Radna skupina za Sutlu (WG),
- Skupina za upravljanje projektima (Project Management Team (PMT)),

- Skupina za strateško upravljanje projektima (Strategic Management Team (SMT)),
- Skupina za kvalitetu (Quality Management Team (QMT)),
- Skupina za odnose s javnošću (Project Communication Team (PCT))
- Stručna skupina (Expert Panel (EXP)).

Izradu studije je vodila radna skupina (WG) za rijeku Dragonju, koja se sastojala od predstavnika projektnih partnera. Voditeljica radne skupine bila je gđa. Zorka Sotlar (DRSV), a suvoditelj g. Vanja Rački (HV).

2.7 SVRHA I CILJEVI STUDIJE

Prekogranična usklađena studija za smanjenje rizika od poplava u slivu rijeke Dragonje sadrži analizu postojećeg stanja, alternativnih rješenja i identifikaciju i opravdanje mjera za smanjenje rizika od poplava u razmatranom području, uključujući utvrđivanje ključnih prirodnih područja za zadržavanje vode i analizu mogućih mjera zelene infrastrukture, na temelju hidroloških, hidrauličkih i tehničkih ekonomskih analiza. Izrađena studija pripremljena je kao alat za podršku za donositelje odluka te kao alat za informiranje zainteresiranih strana. Predlagani optimalni program upravljanja rizikom od poplava u studiji je podijeljen na kratkoročno održive mjere, koje bi bilo moguće provesti tijekom tekućeg razdoblja provedbe Europske direktive o poplavama (2016. – 2020.) i onih koje bi se mogle provesti kasnije.

2.8 SVRHA I CILJ SAŽETKA PREKOGRANIČNO USKLAĐENE STUDIJE SMANJENJA RIZIKA OD POPLAVA RIJEKE Mure

U nastavku je napravljen sažetak Prekogranično usklađene studije sveobuhvatnog upravljanja rizikom od poplava rijeke Dragonje koji sadrži sažetke ključnih sadržaja i rezultate studije.

Predmetni sažetak je sastavni dio aktivnosti T5.2 Razvoj zajedničkog alata 2 (Studija ciljanog područja).

3 SAŽETAK PREKOGRANIČNO USKLAĐENE STUDIJE SMANJENJA RIZIKA OD POPLAVA RIJEKE DRAGONJE

3.1 ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA

3.1.1 PRIKUPLJANJE I ANALIZA POSTOJEĆIH PODATAKA

Za potrebe izrade studije prikupljali su se, pregledavali i analizirali postojeći dostupni podatci, a povremeno se provodila i kontrola kvalitete relevantnih podataka. Podatci dobiveni od Slovenije i Hrvatske zatim su analizirani po pojedinim sklopovima. Analizirana i pregledana je i dostupna projektna dokumentacija, koja je do tada napravljena za razmatrano područje rijeke Dragonje.

3.1.2 OPIS POSTOJEĆEG STANJA

3.1.2.1 *Opći opis sliva rijeke Dragonje*

Sliv rijeke Dragonje jest područje koje je dio zaleđa razvođa Savudrijske vale. Ono obuhvaća 95,6 km² te ima 18 desnih i 13 lijevih pritoka. Riječni tok dugačak je oko 27 km, a visinska razlika između najviše točke i nadmorske visine iznosi 460 m. Dolina rijeke Dragonje vrlo je rijetko naseljena, u središnjem i gornjem dijelu u dolini prije svega se nalaze pojedinačni gospodarski kompleksi i ostaci mlinova koji su kasnije bili preuređeni u gospodarske i stambene objekte. U gornjem dijelu (iznad pritoka Pinjevca) u dolini nema većih obrađenih površina, a prisutna je samo prirodna vegetacija, dok se prisutnost obrađenih površina uzduž toka značajno povećava. Pretežito su prisutni vinogradi, maslinici i njive s raznovrsnim poljskim usjevima.

U gornjem i srednjem toku rijeka Dragonja zbog toga ima bujični značaj, za koji su značajni izraziti dinamički procesi erozije, premještanja i taloženja nanosa te, u vezi s time, oblikovanja vodnog prostora i prostora obilaznog toka. Brdovito područje riječnog sliva Dragonje ima široka, plosnata brda na kojima su se razvila skoro sva naselja, dok su uske doline pritoka gotovo nenaseljene osim donjeg dijela sliva rijeke.



Bočna erozija te značajan plosnati oblik šljunčanog materijala u srednjem toku rijeke Dragonje

Donji je dio srednjeg odsjeka mirniji. Erozijski su procesi zamjetni samo kao bočna erozija dna doline. Nasipi su rijeke obrasli, a oko rijeke se prostiru seoska zemljišta.



Obrada površine s kanalima za navodnjavanje između Dragonje i Sečovlja

Dolina Dragonje ugrožena je od poplava. Osnovna upotreba na poplavnim je površinama poljoprivredna, a naseljenost je pomaknuta uz rub doline te je u većoj mjeri izvan područja poplava rijeke Dragonje. Za proučavanje navedene problematike sliv rijeke Dragonje analiziran je u okviru cjelovite studije za sliv rijeke Dragonje.

3.1.2.2 Obrađeno područje sliva rijeke Dragonje u okviru projekta FRISCO 1

Obrađeno područje studije obuhvaća rijeku Dragonju između izvornog dijela i Međunarodnog graničnog prijelaza Sečovlje. Obrađeno područje studije i hidrauličkog modeliranja ne obuhvaća područja zračne luke i solana, zbog čega je u okviru projekta bilo moguće tragati samo za rješenjima čiji bi cilj bilo smanjenje poplavljanja poljoprivrednih površina te možebitno izvođenje lokalnih mjera za zaštitu pojedinačnih objekata.



Pregledna karta obrađivanog područja prema projektnom zadatku

3.1.2.3 Geografski opis obrađenog područja

Dragonja izvire u blizini sela Popetre u općini Kopar. Rijeka je sliv formirala u flišne brežuljke, dok je manji dio, pretežito na hrvatskoj strani, načinjen od vapnenca. Nadmorske visine kreću se između 0 i 487 m, prosječni pad u izvornom području iznosi oko 2,5 %, u srednjem toku (od Pinjevca do Argile) 0,75 %, a u donjem reguliranom toku 0,2 %. Krajolik je uglavnom prekriven drvećem i grmljem, dok se u okolnim naseljima nalaze i područja za poljoprivrednu uporabu.

3.1.2.4 Vodeni okoliš

Sliv rijeke Dragonje iznosi 95,6 km². Izvire u blizini sela Popetre u općini Kopar. Ima 18 desnih i 13 lijevih pritoka, od kojih su najveći desni pritok Pinjevec (Rokava) i lijevi pritok Argila. Drugi su pritoci bujični i ljeti većinom suhi. Sliv je rijeka formirala u flišne brežuljke. Manji dio, koji se većinom nalazi na hrvatskoj strani, jest od vapnenca. Nadmorske visine kreću se između 0 i 487 m. Prosječni pad u izvornom

području iznosi oko 2,5 %, u srednjem toku (od Pinjevca do Argile) 0,75 %, a u donjem reguliranom toku 0,2 %. Krajolik je uglavnom prekriven drvećem i grmljem, dok se u okolnim naseljima nalaze i područja za poljoprivrednu uporabu.

3.1.3 HIDROLOŠKA ANALIZA

3.1.3.1 Opis ishodišta i korištenih podataka

Za potrebe hidrološke analize sliva rijeke Dunav korišteni su topografski podatci za cjeloviti sliv rijeke Dragonje na raspolaganje digitalni model reljefa (DMR 12,5 m), a za slovenski dio sliva i DMR 1 m (LIDAR). Postojeći podatci o korištenju zemljišta uključuju CORINE Land Cover (CLC) kartu cjelovitog riječnog sliva, a za slovenski dio i kartu zemljišta u uporabi poljoprivrednih gospodarstava (GERK; samo za slovenski dio sliva). Pedološka karta bila je dostupna samo za slovenski dio sliva. Postojeći hidrografske podatci uključuju riječnu mrežu, hidrografska područja (samo za slovenski dio sliva), lokacije meteoroloških i vodomjernih postaja te mjerenja oborina i protoka na navedenim postajama.

3.1.3.2 Analiza kvalitete dobivenih podataka

S obzirom da je DMR 1m dostupan samo za slovenski dio sliva, za određivanje protoka razvođa i vodotoka korišten je DMR 12,5 m.

Za potrebe određivanja drenažnog potencijala zemlje korišteni su podatci o stupnju infiltracije i teksturi tla. U procjeni obaju spomenutih parametara korištena je pedološka karta koja je dostupna samo za slovenski dio sliva rijeke Dragonje.

U slivu rijeke Dragonje i njenoj okolici nalazi se nekoliko meteoroloških postaja, i na slovenskoj i na hrvatskoj strani. Za potrebe predmetne studije, na temelju razgraničenja sliva rijeke Dragonje s Thiessenovim poligonima, odabrano je 6 postaja koje imaju više od 20 godina dnevnih mjerenja oborina između 1956. i 2016. godine. To su Dekani, Dragonja, Koštabona, Kubed, Movraž i Momjan. Sve osim posljednje nalaze se na slovenskoj strani sliva. Ekstremne oborine s kraćim trajanjem bile su određene zatezanjem na povratno razdoblje za ekstremne oborine za postaju Zračne luke Portorož. Za potrebe kalibracije hidrološkog modela za događaj iz 2010. godine korištena su satna odnosno polusatna mjerenja oborina.

U donjem toku sliva nalaze se dvije hidrološke postaje: Podkaštel (SLO) i Plovanija (HR), za koje je utvrđeno da kod visokih protoka dolazi do izlivanja. U slučaju ekstremno visokih voda, dio protoka Dragonje prelijeva se preko cesta i postojećih inudacija, što znači da ovaj dio protoka nije pokriven u presjeku pojedinih vodomjernih postaja. Posljedično, krivulja protoka spomenutih hidroloških postaja kod većih protoka je podcijenjena.

Za potrebe kalibracije hidrološkog modela za događaj od rujna 2010. godine, osim meteorološke postaje Kopar, za koju su bili dostupni polusatni podatci o oborinama, korištena su mjerenja oborina u postajama

Krkavče i Truške, koja su na obrađenom području djelovale u sklopu projekta SIGMA (Program inicijative zajednice INTERREG III A Slovenija - Italija). Izračunati protoci uspoređivani su s rezultatima prethodne hidrološke studije (IZVO-R, 2012), u sklopu koje je, uz određivanje vrijednosti visokih voda Dragonje u presjeku graničnog prijelaza Dragonja s povratnim razdobljem od 10, 100 i 500 godina, analiziran i ekstremni događaj iz 2010. godine.

3.1.3.3 Postavljanje hidrološkog modela

Za hidrološko modeliranje rijeke Dragonje korišten je model RiverFlow2D (Hydronia LLC, 2017). Model se temelji na trokutastoj mreži koju se može proizvoljno učiniti gušćom. Posljedično, trokutasti elementi su različitih veličina. U ovom je slučaju minimalna površina trokutastog elementa iznosila 0,75 m², prosječna površina 90,50 m², a maksimalna površina 5.940,55 m². U RiverFlow2D izračun se izvodi metodom konačnih volumena, pri čemu je za svaki trokutasti element na temelju topografije (u ovom slučaju DMR 12,5 m) određena jedinstvena visina.

Za izljev je korištena normalna razina vode, a lokacija nižeg graničnog uvjeta, zbog odgovarajuće udaljenosti od mjesta za procjenu izlaznog hidrograma, ne utječe na rezultate modela. Odabrane vrijednosti koeficijenta hrapavosti kretale su se između 0,06 (dolinsko dno) i 0,2 (u šumskim područjima). U koritu je za koeficijent hrapavosti odabrana vrijednost 0,08.

Za izračun oborinskih gubitaka korištena je SCS metoda kojom je višak oborina, koji površinski otječe, ocijenjen kao funkcija odvodnog potencijala, prethodne vlažnosti tla i korištenja tla.

Odvodni potencijal ovisi o prevladavajućem tipu tla, koji je određen za cijelu Sloveniju u okviru projekta Projekcija količina vode za navodnjavanje u Sloveniji (CRP Konkurentnost Slovenije 2006-2013, 2012). Rezultati spomenutog projekta korišteni su za utvrđivanje odvodnog potencijala u slovenskom dijelu sliva rijeke Dragonje. Budući da tlo u hrvatskom dijelu sliva ima strukturu glinene ilovače (Glavan, 2011), za koju je karakterističan visok do umjeren odvodni potencijal s niskim stupnjem infiltracije vode, za većinu spomenutog područja pretpostavljen je odvodni potencijal C.

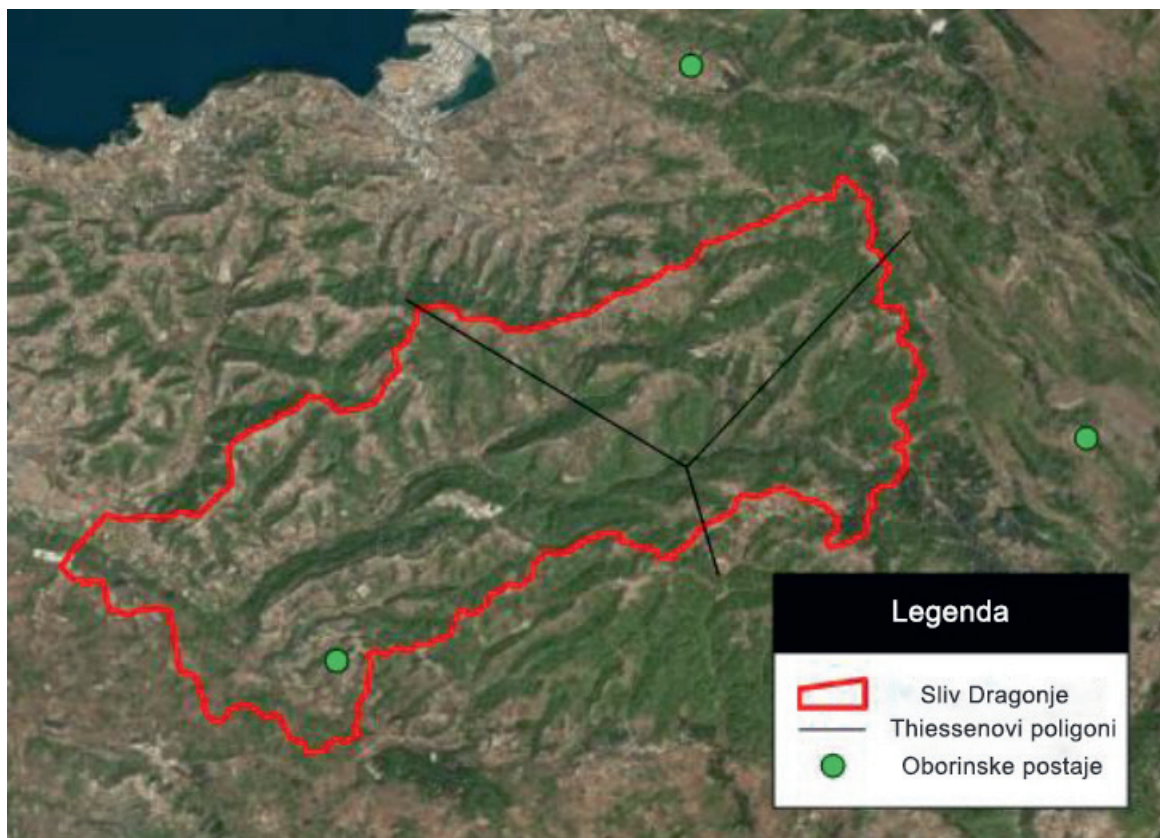
Vrijednosti koeficijenta CN određene su pomoću USACE tablica (US Army Corps of Engineers, 2000), u kojima se CN izražava u ovisnosti o korištenju zemljišta, odvodnom potencijalu i hidrološkim uvjetima. Prosječna vrijednost CN za cjeloviti sliv rijeke Dragonje iznosi 69,7 (uzimajući u obzir dobre hidrološke uvjete), 72,96 (uzimajući u obzir prosječne hidrološke uvjete) odnosno 77,27 (uzimajući u obzir loše hidrološke uvjete).

3.1.3.4 Analiza oborina

Sa stajališta određivanja oborina s različitim povratnim razdobljima, važne su postaje sa što duljim nizom mjerenja te nizom u posljednjem desetljeću (uključujući 2010. godinu). Za potrebe predmetne studije, odabrane su na temelju razgraničenja sliva rijeke Dragonje s Thiessenovim poligonima 3 postaje

(Dekani, Momjan i Movraž), koje imaju niz dnevnih oborinskih mjerenja u više od 20 godina između 1956. i 2016. godine, uključujući 2010. godinu.

Sudeći prema oblikovanim Thiessenovim poligonima, sliv rijeke Dragonje pokrivaju postaje Momjan (61 % površine), Dekani (24 % površine) i Movraž (15 % površine). Postaja Momjan nalazi se na hrvatskoj strani sliva, a postaje Dekani i Movraž nalaze se na slovenskoj strani sliva.



Lokacije analiziranih oborinskih postaja

Budući da odabrane postaje nemaju ocjenjenih povratnih razdoblja za ekstremne oborine, pregledani su i arhivski podatci o maksimalnim dnevnim količinama oborina za pojedinu godinu. Za svaku od navedenih postaja provedena je statistička analiza podataka o maksimalnim dnevnim količinama oborina u pojedinoj godini korištenjem Gumble metode, pri čemu je korišten program FreqPlot. Rezultat analize predstavljaju ekstremne dnevne vrijednosti oborina s 10, 25, 50, 100 i 500-godišnjim povratnim razdobljima. Ekstremne oborine s povratnim razdobljem od 1000 godina utvrđene su ekstrapolacijom.

Ekstremne vrijednosti oborina nižih intenziteta nisu mogle biti statistički ocijenjene, pa su niže vrijednosti oborina bile zategnute do vrijednosti dobivene u prethodnoj studiji Hidrološka analiza visokih voda Dragonje na području graničnog prijelaza Dragonja iz 2012. godine.

Zbog veličine sliva pri određivanju projektnih vrijednosti bilo je potrebno uzeti u obzir redukcijski faktor, koji u osnovi ovisi o veličini sliva i trajanju oborina. Posljedično, cjeloviti sliv Dragonje bio je podijeljen na dva dijela, i to područje uzvodno od Pinjevca (do profila »iznad Pinjevca« sa zaleđem od preko 30 km²) s

utjecajem na području uzvodno od dionice »iznad Pinjevca«, gdje se nisu uzimali u obzir redukcijski faktori i dio sliva rijeke Dragonje iz profila »ispod Pinjevca« nizvodno s redukcijskim faktorima koji pripadaju prosječnoj površini između površina koje su tangencijalne na dionice »ispod Pinjevca« i »ispod Argile«. Ovo područje iznosi 70,85 km². Za potrebe hidroloških izračuna korištena je stalna raspodjela oborina.

Vrijeme	Povratno razdoblje (godina)						
min	sati	10	25	50	100	500	1.000
60	1	57	68	76	84	102	112
90	1,5	70	83	93	104	126	138
120	2	75	91	103	115	141	156
180	3	81	97	110	122	150	165
240	4	85	102	115	128	157	172
300	5	88	106	119	133	162	178
360	6	92	110	123	137	167	183
540	9	99	119	133	147	178	196
720	12	106	126	140	155	188	206
900	15	111	132	147	162	196	214
1080	18	116	137	153	168	203	222
1440	24	125	147	163	179	216	236

Povratna razdoblja za ekstremne oborine (u mm), određena za dio sliva rijeke Dragonje iznad profila »iznad Pinjevca« - površinski ponderirane vrijednosti na temelju površina dobivenih metodom Thiessenovih poligona

Vrijeme	Povratno razdoblje (godina)						
min	sati	10	25	50	100	500	1.000
60	1	49	59	66	73	89	97
90	1,5	62	74	83	92	111	122
120	2	68	82	93	104	127	140
180	3	75	91	102	114	139	153
240	4	80	96	108	121	147	162
300	5	84	101	114	126	154	169
360	6	88	106	118	132	160	176
540	9	96	114	128	141	172	188
720	12	102	121	135	150	181	198
900	15	108	127	142	157	190	207
1080	18	113	133	148	163	197	215
1440	24	122	144	159	175	211	230

Povratna razdoblja za ekstremne oborine (u mm) utvrđene za dio sliva rijeke Dragonje od profila »ispod Pinjevca« nizvodno s redukcijskim faktorima koji pripadaju prosječnoj površini dionica »ispod Pinjevca« i »ispod Argila«, koja iznosi 70,85 km² - površinski ponderirane vrijednosti na temelju površina dobivenih metodom Thiessenovih poligona.

3.1.3.5 Kalibracija hidrološkog modela

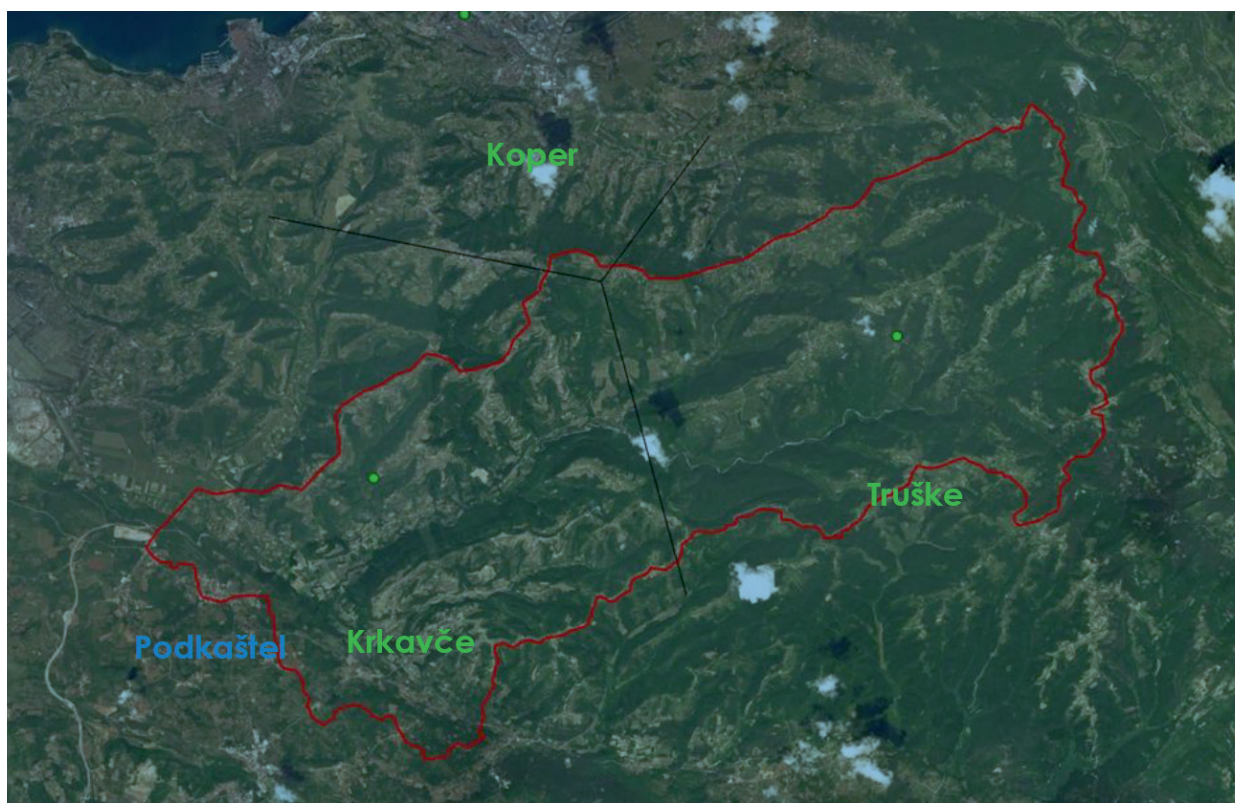
Za kalibraciju hidrološkog modela odabran je oborinski događaj, koji se dogodio u rujnu 2010. godine. Najbliže su ARSO postaje Zračna luka Portorož i Kopar. Na postaji Zračna luka Portorož većina je oborina pala u obliku pljusaka od 18. rujna poslijepodne do 19. rujna ujutro, pri čemu je dvodnevna količina oborina (152 mm) imala povratno razdoblje od 25 godina.

U slivu rijeke Dragonje postavljene su postaje Truške i Krkavče u sklopu međunarodnog projekta SIGMA (Program inicijative zajednice INTERREG III A Slovenija – Italija). Postaja Truške nalazi se u gornjem dijelu, dok se postaja Krkavče nalazi u donjem dijelu sliva rijeke Dragonje. Na postaji Truške, dvodnevna količina oborina za spomenuti događaj iznosila je 204 mm, dok je na postaji Krkavče iznosila 238 mm. Na okolnim meteorološkim postajama, koje bilježe dnevna oborinska mjerenja, proveden je i pregled

dvodnevni količina oborina, izmjerenih 18. i 19. rujna 2010. godine. Na postaji Movraž izmjereno je 171 mm, na postaji Dekani 198 mm, dok je na postaji Momjan izmjereno 207 mm.

U slivu rijeke Dragonje djeluju vodomjerne postaje Podkaštel i Plovanija (HR), od kojih obje imaju problema s izlivanjem pri pojavi visokih protoka.

Na temelju analize sliva rijeke Dragonje s Thiessenovim poligonima, za potrebe kalibracije i validacije modela korištene su satne oborine izmjerene na postajama Krkavče i Truške te polusatne oborine izmjerene na postaji Kopar. Budući da je predmetni događaj iz rujna 2010. bio sastavljen od nekoliko uzastopnih događaja, model je kalibriran na 12-satni događaj koji se održao između 18. rujna u 18:00 i 19. rujna u 6:00 sati. Za ovaj događaj procijenjeno je povratno razdoblje između 25 i 30 godina (Truške) odnosno između 100 i 500 godina (Krkavče). Za validaciju je korišten 15-satni događaj koji se održao 18. rujna između 3:00 i 18:00 sati, pri čemu je povratno razdoblje oborina na postajama Truške i Krkavče procijenjeno na manje od 10 godina.



Lokacija oborinskih postaja korištenih u slučaju kalibracije modela

U sklopu kalibracije provjereni su dobri, prosječni i loši hidrološki uvjeti. Budući da je događaj oborina nastupio nakon prethodne kiše, hidrološki uvjeti u slivu u trenutku predmetnih oborina bili su prosječni do loši.

Pri validaciji uzeti su u obzir dobri hidrološki uvjeti, zbog toga što 3 sata prije događaja nije padala kiša, a početni protok Dragonje iznosio je samo 0,2 m³/s.

3.1.3.6 Rezultati hidrološkog modeliranja

S kalibriranim (i validiranim) hidrološkim modelom, na 37 profila uzduž rijeke Dragonje i u 4 profila na pritocima, ocjenjene su vrijednosti visokih voda s povratnim razdobljem 10, 25, 50, 100, 500 i 1000 godina. Hidrološki izračuni napravljeni su pomoću alata RiverFlow2D za različita trajanja oborina, s ciljem pronalaska protočno najnepovoljnijeg oborinskog događaja na lokacijama odabranih profila. Najnepovoljniji oborinski događaj u pogledu volumena bio je na svim lokacijama uvažen 24-satni događaj.

Izračunati protok usporediv je s procijenjenim maksimalnim protokom rijeke Dragonje u rujnu 2010. godine (314 m³/s, uzimajući u obzir loše hidrološke uvjete), što upućuje na to da je navedeni događaj poplave imao povratno razdoblje otprilike 100 godina.

Rezultati odnosno poplavni valovi procijenjeni su u profilima 1-23 primjenom cjelovite odnosno nereducirane oborine, dok u presjecima od 23-41 primjenom reduciranih oborina. Do profila 23 (do konačnog utoka, koji predstavlja razliku između poplavnih valova u profilima 22 i 23), poplavni valovi se koriste kao rezultat cjelovitih (nereduciranih) oborina, dok se od profila 23 (počevši od utoka Pinjevec - razlika poplavnih valova u profilu 24 i 23) poplavni valovi koriste primjenom reduciranih oborina. U ovom slučaju dobivamo situaciju s jačim padalinama u gornjem dijelu sliva, dok se u donjem dijelu sliva (uključujući i sliv Pinjevec), uzimaju u obzir nešto manje intenzivne padaline.

Za potrebe detaljnije analize glavnog i najvećeg pritoka Dragonje, tj. Pinjevca, poplavni valovi u profilu 24 također su dobiveni kao rezultat nereduciranih oborina. U slučaju oduzimanja poplavnih valova između profila 23 i 24 (u oba slučaja za stanje primjenom nereduciranih oborina) dobivaju se najnepovoljniji poplavni valovi Pinjevca, koji se mogu koristiti za analizu mjera u slivu Pinjevca. Za ostale komplementarne valove preporuča se uporaba poplavnih valova dobivenih primjenom reduciranih oborina. Potonje znači da u ovom slučaju imamo situaciju s jačim padalinama na slivu Pinjevca, dok se na preostalom dijelu sliva uzimaju u obzir nešto manje intenzivne padaline.

3.1.4 HIDRAULIČKA ANALIZA

Rezultati i zaključci Prekogраниčno usklađene studije smanjenja rizika od poplava za prekogranični sliv rijeke Dragonje temelje se na korištenju alata koje je naručitelj predao proizvođaču na korištenje: hidraulički model Mure (proizvođač modela Institut za hidraulička istraživanja) te bilateralno usklađene metodologije. Poplavnost odn. Poplavna problematika Dragonje opisana je u prvoj fazi studije na razini stručnog mišljenja, a u drugoj na temelju hidrauličkog modela.

3.1.5 ANALIZA RIZIKA OD POPLAVA

Procjena rizika od poplava temelj je procesa optimizacije mjera te financijske i ekonomske analize. Osnova za definiranje poplavnih šteta u okviru projekta FRISCO1 bila je metodologija »Podloga za Bilateralnu metodologiju ekonomske procjene poplavnih šteta na prekograničnim slivovima, Metodologija

Huizinga s parametrima za FRISCO1 projekt (Sveučilište u Zagrebu). Ova metodologija definira ograničen raspon kategorija štete, koje u prosjeku čine 80 % ukupne štete u svim razmatranim državama EU. Metoda obuhvaća procjenu štete na (1) stambenim objektima, (2) poslovnim zgradama, (3) industrijskim zgradama, (4) cestama i u (5) poljoprivredi.

Za područje koje se razmatralo u okviru projekta FRISCO, analizirano je nekoliko pogođenih stanovnika na temelju stanja prema središnjem registru stanovnika u RS (stanje 2018.). U području utjecaja poplave s povratnim razdobljem od 1000 godina nalazi se 14 zgrada s kućnim brojem. Jedan naseljeni objekt nalazi se uzvodno od graničnog prijelaza Dragonja i nije prikazan na slici. U navedenim zgradama je trajno ili privremeno prijavljeno 66 osoba (obje strane Dragonje). U slučaju da se analiza provede za opseg poplava sa 100-godišnjim povratnim razdobljem, broj bi se smanjio na 14 osoba. U slučaju provedenih mjera sve su osobe zaštićene, stoga u slučaju provedenih mjera (retencija, obje varijante imaju isti učinak na 100-godišnje povratno razdoblje), broj padne na nulu, što znači da se učinci pod ovim kriterijem svrstavaju u najkorisnije učinke.

S obzirom da u tom području nema dovoljno stanovnika za procjenu pozitivnih učinaka na okoliš, nema ni drugih čimbenika (uređaji za čišćenje, pogoni itd.). Učinci su mali odnosno nepostojeći. S obzirom na podjelu prema kriteriju okoliš (5) i stanovništvo (1), rješenje se smješta u zajedničku procjenu posljedica poplavnih događaja na zdravlje ljudi i okoliša 4 - Prikladno.

3.2 OSMIŠLJAVANJE I ANALIZA ALTERNATIVNIH RJEŠENJA

3.2.1 OSMIŠLJAVANJE ALTERNATIVNIH RJEŠENJA

U analizama prostora istaknuta je važna činjenica da je u ostvarivanju ciljeva projekta FRISCO (smanjenje rizika od poplava u dolini Dragonje) najveći problem odabrano područje razmatranja, koje završava neposredno iznad područja koje bi zahtijevalo najsloženije razmatranje i koje je područje s najvećim potencijalom gubitka. To su Sečoveljske solane, koje predstavljaju jedan od najvažnijih elemenata slovenske kulturne baštine te Zračna luka Portorož. Teško je procijeniti financijsku štetu prouzročenu poplavama u solanama, jer se osim gubitka prihoda zbog proizvodnje soli mogu oštetiti i elementi (objekti, uređenja,...) koji su od velikog kulturnog, prirodnog i povijesnog značaja. Na području zračne luke se vitalni i osjetljivi objekti te glavni dio infrastrukture nalaze na SZ dijelu koji je manje ugrožen poplavama. Dijelovi naselja Dragonja, Sečovlje i Mlini također su ugroženi, no u manjoj mjeri.

Dolina Dragonje vrlo je rijetko naseljena. U središnjem i gornjem dijelu doline nalaze se prije svega pojedinačne industrijske zgrade i ostaci mlinova, koji su kasnije pretvoreni u gospodarske i stambene objekte. U gornjem dijelu (iznad dotoka Pinjevca) u dolini Dragonje također nema većih obradivih površina — prisutna je samo prirodna vegetacija, međutim, znatno se povećava prisutnost obradivih površina uzduž toka. Pretežno su prisutni vinogradi, maslinici i polja s raznovrsnim kulturama i povrćem.

3.2.1.1 Građevinske mjere za smanjenje rizika od poplava

Traženje mogućnosti za smanjenje opasnosti od poplava u dolini rijeke Dragonje izvodilo se u fazama. Općenito, postoje 4 moguća pristupa za poboljšanje sigurnosti od poplava s građevinskim mjerama: povećanje provodnosti vodotoka, zaštita poplavnih područja s visokovodnim nasipima, zadržavanje viška vode u zaleđu iznad osjetljivih područja te različite kombinacije navedenih vrsta mjera.

Dolina rijeke Dragonje ima veliku prirodnu vrijednost jer je na gotovo cjelokupnom odsjeku iznad naselja Dragonja riječno korito prirodno, a oko njega se na ravninama nalaze poljoprivredne, odnosno u višem dijelu šumske i grmovite površine. Izvedba bilo kakvih regulacija riječnog korita i kanaliziranje voda u primarno korito neprovedivo je iz aspekta ekološke zaštite i protivno vodenim direktivama koje pokušavaju zaštititi prirodna izljevna područja te u što većoj mjeri zadržati vodu u riječnom slivu.

Izgradnja nasipa duž korita također bi predstavljala grubu intervenciju prema okolišu, s obzirom na to da bi nasipi imali određeni odmak od glavnog korita (provodljivost glavnog korita je u prosjeku 10-40 % Q100, što znači da bi sekundarno korito između nasipa trebalo biti znatno veće), što bi oduzelo znatan dio okolnih obradivih površina. Također bi se izvedbom nasipa prirodni okoliš degradirao na gotovo cjelokupnom odsjeku između naselja Dragonja i ušća Pinjevca. Predmetni pristup je također neprihvatljiv s obzirom na opisani utjecaj.

Postoji i mogućnost zadržavanja visokih voda u slivu. Tijekom provjeravanja mogućnosti zadržavanja u prvoj je fazi obrađen samo tehnički aspekt – moguća lokacija u pogledu na postojeću upotrebu i morfologiju prostora. Važna pri određivanju lokacija retencija također je blizina područja koja štitimo određenim mjerama. Mjere koje su previše odmaknute u načelu imaju manji utjecaj od mjera koje su izvedene u blizini ugroženih područja. Naime, hidrološki bliže mjere pokrivaju veće slivno područje i stoga imaju veći utjecaj na vodni režim zaštićenog područja.

3.2.1.2 Tehničke mogućnosti za izvođenje retencija

Prema tom ishodištu tražile su se moguće lokacije retencija, što je moguće bliže područjima koja želimo zaštititi. Kao što je prethodno spomenuto, najveću ranjivost u prostoru (definirana prema projektom zadatku) imaju poljoprivredne površine. One se u dolini Dragonje u ograničenom opsegu protežu do ušća u Pinjevec. Stoga je prvi logičan odabir lokacije potoka odsjek korita uzvodno od premošćivanja preko Dragonje iznad ušća u Pinjevec. Pregradu retencije (oznaka ZD-1A) bilo bi moguće izvesti otprilike 250 m uzvodno od spomenutog premošćivanja. Dno doline na odsjeku iznad Pinjevca praktički je nenaseljeno, stoga je implementacija retencije na ovom prostoru s perspektive utjecaja na drugu infrastrukturu i objekte najjednostavnija – neproblematična.

Volumen kratkotrajnog 100-godišnjeg vala Dragonje nalazi se na odsjeku iznad Pinjevca ($F=31 \text{ km}^2$) do 1,6 M m³, dok je 24-satna pojava volumen preko 2,1 M m³. Kod 500-godišnje pojave, volumen kratkotrajnog vala je do 2,1 M m³, a dugotrajnog preko 2,8 M m³. S obzirom na činjenicu da se prostor zadržavanja nalazi vrlo visoko iznad zaštitnog područja, potrebno je pretpostaviti da bi pri visokovodnoj

pojavi izljev iz retencije moglo biti potrebno zatvoriti. Kao prvo polazište za projektni volumen retencije odabrana je vrijednost od 2,6 M m³. Za projektni volumen od ~2.6 M m³, projektirana površina trebala bi iznositi 103 m n.m., dok bi u najnižim područjima dubina vode pri maksimalnom punjenju prelazila 20 m. Poplavljeno bi bilo 29,4 ha površina, a ujezereni dio rijeke bi dopirao još 1,5 km uzvodno od pregrade. Unutar poplavljenog područja nema stambenih objekata, niti postoji (osim šumskog puta) ostala infrastruktura.

Na razmatranoj lokaciji moguće je izgraditi i znatno veću retenciju (oznaka ZD-1B) s projektnom kotom od 110 m n.m. i volumenom od 4,7 M m³. U tom bi slučaju bilo poplavljeno 39,6 ha površina, dok bi najveća dubina pri maksimalnom punjenju bila 27 m, a ujezereni dio rijeke bi dopirao još 1,9 km uzvodno od pregrade. Predmetna retencija može se koristiti u 2 svrhe. S obzirom na izrazito poljoprivredno usmjerenu dolinu Dragonje, koja ima optimalnu klimu za uzgoj različitih usjeva, dio prostora zadržavanja bilo bi moguće iskoristiti kao prostor namijenjen zadržavanju voda za navodnjavanje niskih poljoprivrednih površina.

Druga, manje vjerojatna i ekonomski prihvatljiva opcija korištenja retencije ZD-1B je i prihvaćanje visokih voda Pinjevca, koje bi se ulijevale u dotičnu retenciju putem preko 2 km dugoga rova, promjera od otprilike 4 m. Izgradnja same retencije na Dragonji ima relativno mali utjecaj na okolnosti u donjem dijelu doline Dragonje (pod MMP Dragonja), s obzirom na dionicu slivnog područja (otprilike 1/3), stoga je potrebno zadržavati i visoke vode Pinjevca (F=20 km²). Ušće Pinjevea i Dragonje kombinira povezuje preko 55 % (F=52 km²) cijele površine riječnog sliva (F=93 km²).

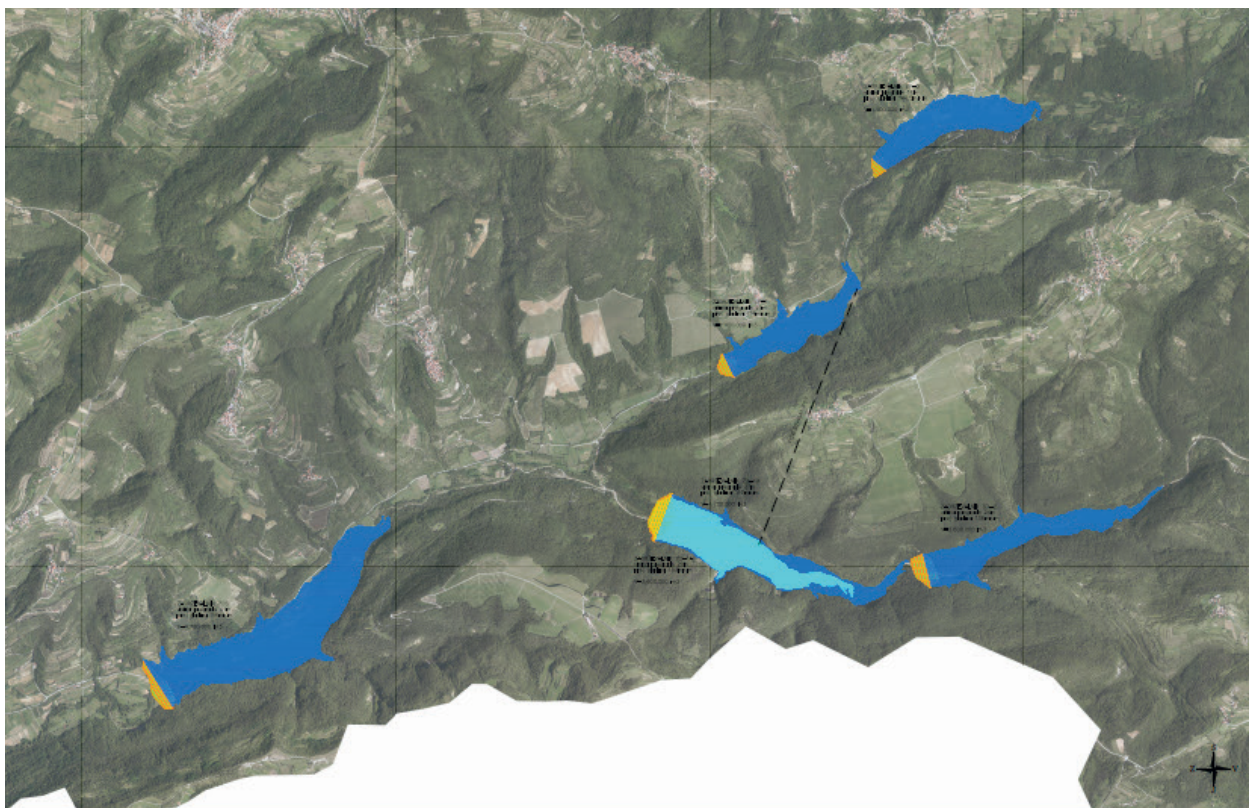
Povezujući kabel manjeg promjera mogao bi se primijeniti i u slučaju uporabe retencije ZD-1B za potrebe navodnjavanja. Preko njega bi se iz riječnog sliva Pinjevca višak vode odvajao u akumulaciju, a i u slučaju visokovodnih događaja bi to imalo pozitivan učinak. U tom bi slučaju retencija za visoke vode na Pinjevcu mogla biti znatno manja.

Dodatna moguća lokacija za postavljanje retencije (oznaka ZD-2) u dolini Dragonje nalazi se na nešto višoj poziciji južno od zaselka Labor (nizvodno od pritoka Martinjskog kanala). U slučaju uspostave akumulacije s projektnom kotom od 136 m n.m., bilo bi poplavljeno 27 ha površina, a zadržalo bi se i do 2,6 M m³ vode, a utjecaj bi se širio 1,8 km uzvodno. Na najdubljem dijelu moguće je očekivati dubine vode preko 24 m. Preko središnjeg područja retencije prostire se dalekovod, dok druge infrastrukture i objekata nema.

Zadržavanje visokih voda na Pinjevcu bilo bi moguće na dvjema lokacijama. Prva (oznaka ZP-1) lokacija pregrade je južno od vrha Jeplenca odn. sela Župančiči. Pri uspostavi projektne kote u retenciji na 114 m n.m. bilo bi moguće zadržati 1,4 M m³ vode. Poplavljeno bi bilo 20 ha površina, najveća dubina iznosila bi do 19 m, a maksimalni doseg akumulacije bio bi 1,2 km iznad pregrade. Postoje 2 objekta u području retencije, ali nemaju dodijeljen kućni broj. Na kraćoj udaljenosti (45 m i 100 m) poplavljena je cesta Babiči – Župančiči, dok je lokalna cesta Župančiči – dolina Dragonje u potpunosti poplavljena. Zbog izgradnje

nasipa pregrade, bilo bi potrebno premjestiti lokalnu cestu na širem području pregrade, mogućnost prometa na preostalom dijelu ceste u vrijeme poplava nije od velike važnosti, budući da postoji pristup do tangiranih područja preko drugih cestovnih veza.

Druga moguća lokacija nasipa retencije na Pinjevcu (oznaka ZP-2) nalazi se u tjesnacu nizvodno od ušća u potok Barcovač (južno od zaselka Rojci). U slučaju aktiviranja razine vode do 144,5 m n.m., u retenciji je moguće je akumulirati 1,4 M m³ vode. Poplavljeno je 25 ha površina, a raspon poplava doseže 1,3 km u zaleđe pregrade. Unutar područja utjecaja predmetne akumulacije prolazi dalekovod, prisutan je i objekt koji nema dodijeljen kućni broj, a poplavljen je i preko 600 m dug odsjek ceste Babiči – Župančiči te 220 m dugačak odsjek ceste Babiči – Boršt. Poplavljivanje ograničenih cestovnih veza nije kritično, jer je pristup svim obližnjim zaseocima moguć i preko drugih cesta. Bez obzira na uvjetnu prihvatljivost poplavljivanja cesta, dio ceste treba premjestiti na razinu krune u području nasipa pregrade te ju treba u odgovarajućem nagibu priključiti na postojeću cestu iznad i nizvodno.



Moguće lokacije retencija

Većina prethodno spomenutih varijanti zadržavanja uključuje izvedbu retencije na slivu Pinjevca i Dragonje. Izgradnja 2 retencija mogla bi se izbjeći izgradnjom povezujućeg tunela između doline Pinjevca i Dragonje odn. postavljanjem retencije ispod njihovih ušća. Na području ispod ušća postoje nešto manje obradive površine, proizvodnja je manje intenzivna, a u značajnom dijelu ravnica prekriva i prirodna zaraslost grmljem i stablima. Stoga je dio doline pod Pučama odn. Skorušicom označen kao posljednje područje moguće izgradnje retencije na hrvatskoj strani granice. Zbog prisutnosti obradivih površina,

retencija (oznaka ZDS) je predviđena kao suhi zadrživač visoke vode. Pri postignutoj projektnoj površini 58 m n.m. i maksimalnoj dubini od 19 m, poplavljeno je 61 ha površina, dok je raspon poplava 2,1 km u zaleđe pregrade, a zadržani volumen iznosi 4,7 M 3 m3. Unutar područja utjecaja nalazi se 5 objekata, kojima su dodijeljeni kućni brojevi 2 (Puče 95 i Krkavče 120). Poplavljena je i lokalna cesta, koja bi zbog gradnje nasipa retencije trebala biti premještena više, na padinu.

3.2.1.3 Moguća tehnička rješenja

Sažetak mogućih izvedbi retencija i njihovih osnovnih značajki predstavljen je u pregledniku u nastavku

	oznaka retencije	proj površina	pros. maks. H nasipa	maks. dubina vode	maks. popi. površina	maks. V	napomene
		[m n.m.]	[m]	[m]	[ha]	[M m ³]	
1	ZD-1A	103	20	20	29.4	2.6	ne utječe na objekte ili infrastrukturu
2	ZD-1B	110	27	27	39.6	4.7	dvonamjenski; mogućnost priključenja voda Pinjevca
3	ZD-2	136	24	24	27	2.6	dalekovod u području utjecaja
4	ZP-1	114	21	19	20	1.4	prisutna 2 objekta; premještaj lokalne ceste
5	ZP-2	144.5	18	17	25	1.4	dalekovod u području utjecaja, prisutan objekt, premještaj lokalne ceste
6	ZDS	58	21	19	61	4.7	prisutno 5 objekata; premještaj lokalne ceste

S obzirom na potrebe za zadržavanjem na Dragonji i Pinjevcu možemo definirati sljedeće kombinacije retencija:

	kombinacija	volumen ukupno [M m ³]:	komentar
1	ZD-1A + ZP-1	4	
2	ZD-1B	4.7	podzemni rov za vode Pinjevca
3	ZD-1B + ZP-1*	5.0-5.5	Dvonamjenska retencija; napajanje preko manjeg rova, još uvijek potrebna manja retencija na Pinjevcu
4	ZD-1A + ZP-2	4	
5	ZD-2 + ZP-1	4	
6	ZD-2 + ZP-2	4	
7	ZDS	4.7	

U sklopu potrage za alternativnim rješenjima, pregledali smo postojeću dokumentaciju, prije svega Osnove upravljanja vodama sliva Dragonje s Drnicom (VGI Ljubljana, 2000), u kojoj nisu poduzete sveobuhvatne mjere za smanjenje rizika od poplava na tom području.

3.2.1.4 Ograničenja očuvanja prirode u prostoru

U prethodnim poglavljima predstavljen je tehnički aspekt provedbe mogućih suhih i dvonamjenskih visokovodnih retencija. Bez obzira na prostorne mogućnosti, u dolini Dragonje potrebno je prepoznati i uzeti u obzir bitnu i nužnu činjenicu da dolina predstavlja važnu prirodnu vrijednost s nekoliko lokalnih i globalnih zaštitnih režima.

Na, odnosno u neposrednoj blizini područja u kojima su se predstavile mogućnosti za izvedbu retencija (pregrada i utjecajno područje akumulacije) nalaze se sljedeće prirodne vrijednosti i s njima povezana ograničenja:

- a) Prirodna vrijednost (točka): **slap na Vruji**,
- b) Prirodna vrijednost (jame): **Buža pod Hrpeljci**, jama s provalijom i etažama, kosa jama
- c) **Natura 2000 (slovenska Istra)**: dolina Dragonje iznad područja MMP Dragonje uvrštena je u područje Nature 2000. Sve moguće lokacije retencija nalaze se u području Nature 2000 koje je u predmetnom primjeru ograničeno samo na teritorij Republike Slovenije. Retencije ZP-1 i ZDS u cijelosti se nalaze u području Nature 2000. Izvan područja Nature se kod retencije ZD-1 nalazi samo dio akumulacijskog područja s hrvatske strane granice, kod ZD-2 dio pregrade i manji dio akumulacije koji se nalazi s hrvatske strane granice, a kod retencije ZP-2 se unutar područja Nature nalazi pregrada i samo manji dio akumulacijskog prostora.
- d) Prirodna vrijednost: **Dragonja**. Riječni tok Dragonje s pritocima klasificiran je zbog rijetkih životinjskih i biljnih vrsta, iznimnih geomorfoloških oblika, fosila i drugih posebnosti gotovo od izvora do ušća kao prirodna vrijednost. Sve planirane retencije nalaze se na području obrađene prirodne vrijednosti.
- e) Prirodna vrijednost: **Dragonja – slap i stijene kod Škrlina**.
- f) Prirodna vrijednost: **Dragonja – suhi travnjak kod Fermova mlina** (travnjak kod rijeke Dragonje sa značajnom florom).
- g) Prirodna vrijednost: **Fermov mlin – flišna stijena iznad Dragonje**.
- h) Prirodna vrijednost: **Pasjok**, vodotok sa slapovima, lijevi pritok rijeke Dragonje ispod Topolovca.
- i) Prirodna vrijednost: **Vruja**, vodotok sa slapovima, lijevi pritok rijeke Dragonje ispod Topolovca. Pritok se ulijeva u rijeku Dragonju na području akumulacijskog prostora, iako vode iz akumulacije ne otječu u dolinu.
- j) Ekološki važna područja: **sliv Dragonje** (odnosi se na područje Republike Slovenije). Sve moguće retencije nalaze se unutar predmetnog područja.
- k) Šumski rezervat: **Krkavška komunela**. Predmetni šumski rezervat nalazi se na lijevom brijegu rijeke Dragonje u blizini naselja Krkavče.

S obzirom na prisutnost (prije svega) prirodnih vrijednosti u dolini rijeke Dragonje i posezanje pojedinačnih varijanti retencija na zaštićena područja možemo utvrditi da bi izvedba retencija imala

značajan utjecaj na zaštićena područja. Najviše elemenata prirodnih vrijednosti nalazi se na području retencije ZD-1.

Najmanje sporna bila bi izvedba zajedničke suhe retencije ZDS, koja se nalazi na području zaštićenih režima, iako je riječni tok Dragonje na svojem ulaznom području nešto manje netaknut nego u svojem višem toku.

Rijeka Dragonja s pritocima uvrštena je u prvo područje zaštite (najstroži režim zaštite), a također je u prvo područje zaštite uvršten i travnjak kod Fermova mlina. S obzirom na stvarnu, vrlo važnu prirodnu vrijednost – dolinu rijeke Dragonje s pritocima i ograničenja koja proizlaze iz potrebe za očuvanjem prirode, izvedba retencija za unapređenje zaštite od poplava u širem je prostoru gotovo nemoguća.

Važan cilj kojemu stremljenje Krajinškog parka također je poticanje načina poljoprivrede prikladna za prirodu. Intenzivno poljodjelstvo u dolini rijeke Dragonje ima značajan utjecaj na kakvoću vode – zbog prekomjerne upotrebe gnojiva i drugih kemijskih tvari kakvoća je vode u riječnom toku rijeke Dragonje lošija. Izvedbom retencija i smanjenjem opasnosti od poplava intenzivno bi se poljodjelstvo u dolini rijeke Dragonje povećalo, a time i opterećenost rijeke štetnim tvarima. Unapređenje stanja na jednom području tako može imati negativan utjecaj na drugom području.

U okviru projekta FRISCO ishodište je mišljenje ZRSVN-a u pogledu može bitnog zadržavanja visokih voda Dragonje na područjima identificiranim u predmetnoj studiji. Mišljenje je potrebno kako za sam projekt FRISCO tako i za potrebe zaštite drugih područja (npr. Zračna luka Portorož i Sečoveljske solane) koja su izuzeta iz područja obrade projekta FRISCO, a kojima je potrebna protupoplavna zaštita koja bi se planirala u sklopu zasebnih projekata.

Druge mjere za temeljito unapređenje zaštite od poplava u dolini rijeke Dragonje (unutar područja obrade projekta FRISCO) nisu moguće, odnosno prihvatljive.

Stajalište ZRSVN-a o predloženim retencijama

Izgradnja retencija značajno bi utjecala na spomenute kvalitete prostora i, što je također važno, na bujični značaj vodotoka koji je ustvari tvorac navedenih geomorfoloških te također zooloških i botaničkih značajki sliva rijeke. Zbog trajne promjene hidroloških svojstava vodotoka, lokacijskih uvjeta, uništavanja obitavališta itd. posebno su neprihvatljive sve vodene retencije (izvedba retencija ZD-1A i ZD-1B značila bi potpuno uništavanje dviju prirodnih vrijednosti). Takav je utjecaj najvjerojatnije bitno manji kod predložene suhe retencije (ZDS), iako bi zauzvrat toliko veći bio njezin utjecaj na krajolik prirodne vrijednosti.

3.2.1.5 Izbor mogućih varijanti izgradnje retencija

retencije ne bi imale značajan utjecaj na bujični značaj vodotoka, jer bi do određene granične vrijednosti protoka prolaz vode kroz objekt za ispušni/zatvorni objekt bio nereguliran, stoga bi odziv sliva na

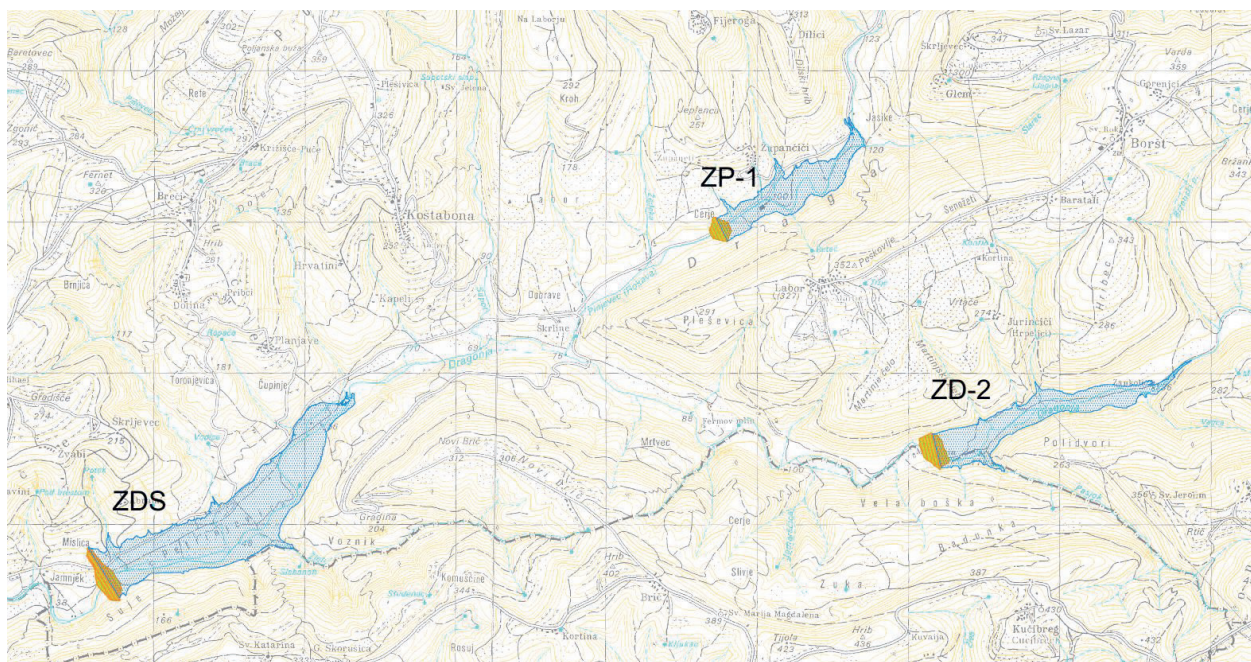
oborinske situacije (kratkotrajne intenzivne oborine) bio praktički nepromijenjen. retencije bi zapravo utjecale samo na tokove u kojima bi se voda već izlivala iz korita u inundacijske - poljoprivredne površine, gdje nije poželjno da voda utječe na morfologiju područja.

Također, svi ostali priljevi pritoka Dragonje pod lokacijom retencije ostali bi nepromijenjeni, što bi dodatno sačuvalo bujični karakter Dragonje.

Rad retencije u realnim uvjetima prvenstveno bi se temeljio na nizu ulaznih podataka (mjerna mjesta površine u pojedinim kritičnim točkama iznad i ispod retencije, mjerne postaje oborina u slivu Dragonje, kao i šire te prognoze vremenskih modela). Osim hidrauličkim parametrima, rad retencije mogao bi se prilagoditi (u dogovoru sa zemljoposjednicima i u duhu očuvanja hidroloških/hidrauličkih značajki sliva Dragonje), i razdoblju uzgoja i korištenju poplavnih površina (osjetljivost biljaka na poplavnu vodu), te uz ispunjene određene uvjete dopustiti i kontrolirana poplavljenja pojedinačnih površina uz vodotok.

Prema mišljenju ZRSVN-a i drugim činjenicama koje se odnose na karakteristike predloženih retencija te njihovoj lokaciji, odabrane su 2 varijante s najvećom mogućnošću izvedbe:

- a) implementacija **zajedničke retencije ZDS**
- b) implementacija **zaštitnog sustava ZD-2 na Dragonji i ZP-1 u Pinjevcu**



Lokacije optimalnih izvedivih varijanti retencija

3.2.2 ANALIZA ALTERNATIVNIH RJEŠENJA

3.2.2.1 Usporedba rješenja s tehničkog stajališta

Prednosti retencije ZDS-a su sljedeće:

- 1) Zajednička retencija ZDS postavljena je na najnižoj razini u slivu Dragonje, što omogućuje optimalno reguliranje pritoka poplavnih voda na niža područja. Sa hidrauličkog gledišta (veličina slivnog područja, količina vode koja se ulijeva), retencija ZDS je najprikladnija među mogućim varijantama izgradnje retencije.
- 2) retencija ZDS nalazila bi se na području općih (širih) prirodnih vrijednosti Natura 2000 i Dragonja, ekološki značajnog područja - sliva Dragonje, te dijela lijevog brijunog nasipanja nasipa retencije na području šumskog rezervata Krkavška komunala. Intervencije na području šumskog rezervata predviđene su u manjem opsegu (~6.000 m² od ukupno ~500.000 m² rezervata). Uklonjene šumske površine mogle bi se također nadomjestiti provedbom tzv. **zelenih mjera**, kada bi se zračna strana nasipa retencije izvela s dodatnim (tehnički nezahtjevnim) zasipanjem tla odgovarajuće debljine (da korijenski sustavi ne bi prodrli u tijelo nasipa), čime bi se omogućio prostor za sadnju i rast vrsta drveća koje čine šumski rezervat. Uz zamjenu šumskih površina, na zračnoj strani nasipa, bilo bi moguće, barem djelomično, zamijeniti napuštene poljoprivredne površine i strmine na nasipu, kao na primjer vinogradarskih površina, i time poboljšati vedute doline.
- 3) Provedba jedne retencije pod ušćem dvaju vodotoka jednostavnija je u smislu upravljanja, nego što je upravljanje jednom retencijom na svakom vodotoku.
- 4) Provedba jedne retencije predstavlja kvantitativno manju intervenciju na prirodni okoliš, budući da će samo jednom izgradnjom odn. pojavom objekta biti pogođena samo jedna lokacija u osjetljivom području.

U slučaju da se konstrukcija jedne retencije pokaže neizvedivom, vrijedi i rješenje kojim se retencija provodi u dvjema retencijama - jedna u dolini Dragonje, a druga u dolini Pinjevca.

Izbor kombinacije **retencija ZD-2** na Dragonji i **ZP-1** na Pinjevcu temelji se na sljedećem:

- 1) retencija ZD-1 bila bi postavljena u neposrednoj blizini ušća u Pinjevec, zbog čega bi imao mogućnost regulacije većeg dijela sliva, kao retencija ZD-2. Bez obzira na bolju poziciju s hidrauličke perspektive, u području utjecaja retencije (osim općih prirodnih vrijednosti Natura 2000 i Dragonja, ekološki značajnog područja - sliv Dragonje) postoje 2 lokalne prirodne vrednote Dragonja - suha livada kraj Fermovog mlina te Fermov mlin - flišna stijena iznad Dragonje. Prema mišljenju ZRSVN-a, postavljanje retencije u ovo područje je neprihvatljivo, pa je kao jedina opcija za postavljanje retencije u dolini Dragonje iznad Pinjevca zadana lokacija retencije ZD-2.
- 2) Osim općih prirodnih vrijednosti Natura 2000 i Dragonje, ekološki značajnog područja - sliva Dragonje, na području ZD-2 postoje i prirodne vrijednosti jama Buža pod Hrpeljci i Pasjok - vodotok sa slapovima, lijevi pritok rijeke Dragonje pod Topolovcem. retencija ZD-2 prodire i u dolinu Pasjoke,

ali ne i do samih slapova. Jama Buža pod Hrpeljci je jama s ponorom i etažama u blizini akumulacije retencije ZD-2. Maksimalna projicirana površina retencije nalazi se 8 m niže od ulaza u jamu. Mogući utjecaj akumulacije na vodni režim u jami u ovoj fazi projekta nije moguće definirati.

- 3) retencija ZD-2 tehnički je manje prikladna od ZD-1 zbog dalekovoda koji prelazi preko retencijskog područja i opsežnije infrastrukture koja bi trebala biti osigurana za pristup i rad retencije ZD-2, međutim, ostaje uz eliminaciju ZD-1 radi zaštite prirode jedina preostala retencija u dolini Dragonje iznad Pinjevca.
- 4) S obzirom na to da se na Dragonji nalazila retencija, smještena relativno visoko u slivu i time pokriva manje zaleđe, što bi zapravo bilo optimalno, sa tehničkog je stajališta logično da se na Pinjevcu izvede retencija na što je moguće nižoj lokaciji, da bi mogla zadržati vodu s najvećim mogućim zaleđem. I to je retencija ZP-1.
- 5) U provedbi retencije ZP-2, cestovne bi veze bile zahvaćene u većoj mjeri nego u slučaju ZP-1, a utjecajno područje akumulacije (25 ha u ZP-2 i 20 ha u ZP-1) bilo bi veće.

3.2.2.2 Usporedba rješenja u pogledu troškova

Osnova za procjenu troškova izgradnje retencije su podatci o troškovima izgradnje pregrade Železniki (IDZ), koja je po visini, a dijelom i rang u slična predloženim retencijama na Dragonji. Pregrada Železniki bila bi 20 m visoka, imala bi dužinu krune 80 m i retencijski kapacitet 1 M m³ vode. Trošak izgradnje takve retencije iznosio bi 3,9 milijuna EUR (bez PDV-a), pri čemu je izgradnja same pregrade (bez HM opreme i električnih instalacija) iznosila 64 % (2,5 milijuna EUR) ukupne investicije.

Izračun troškova izgradnje retencija na Dragonji napravljen je pomoću dvije metode. Prva je pojednostavljeni pristup koji uzima u obzir samo retencijski volumen obrađene retencije. U ovom slučaju, procjena za m³ zadržane vode sažeta je prema podacima za retenciju Železniki. Cijena iznosi 3,86 EUR/m³.

Uz cijene osnovnih elemenata retencija, troškovi izgradnje dodatno su povećani troškovima premještanja/izgradnje cesta te troškovi otkupa 2 stambenih objekata. Za retenciju ZDS-a treba premjestiti 400 m lokalnih makadamskih cesta (u vrijednosti 600 EUR/m), dok za ZP-1 treba premjestiti 550 m lokalne ceste (u vrijednosti 600 EUR/m), dok za ZD-2 treba izgraditi 2.5 km ceste za pristup do retencije. Budući da cesta prolazi dijelom duž postojećih (uskih) kolnika, trošak izgradnje ceste uzet je u obzir pri vrijednosti od 400 EUR/m. Cijene su bez PDV-a.

Drugi pristup također se bavi geometrijskim karakteristikama pregrade - najvažnija značajka je duljina pregrade. Trošak barijere u Železnicima podijeljen je na hidromehaničku i električnu opremu te na izvedbu nasipa pregrade. Trošak nasipa pregrade Železniki linearno je povećan s obzirom na duljinu

krune pregrade na Dragonji. Trošak hidromehaničke opreme nešto je viša nego u mjestu Železnik, tj. 1.5 M EUR za retenciju ZDS-a (veći slivno područje i protoci nego u mjestu Železnik), za retenciju ZD-2 prihvatili smo jednaku vrijednost (usporedivi protoci Sore i Dragonje), dok smo za ZP-1 prihvatili nešto nižu vrijednost od 1.1 M EUR, jer su protoci Pinjevca manji od protoka Sore u slučaju retencije Železniki.

Uz cijene osnovnih elemenata retencija, troškovima izgradnje dodani su još važniji troškovi premještanja/izgradnje cesta te troškovi otkupa 2 stambenih objekata. Za retenciju ZDS-a treba premjestiti 400 m lokalnih makadamskih cesta (u vrijednosti 600 EUR/m), dok za ZP-1 treba premjestiti 550 m lokalne ceste (u vrijednosti 600 EUR/m), dok za ZD-2 treba izgraditi 2.5 km ceste za pristup do retencije. Budući da cesta prolazi dijelom duž postojećih (uskih) kolnika, trošak izgradnje ceste uzet je u obzir pri vrijednosti od 400 EUR/m. Cijene su bez PDV-a.

pregrada	H [m]	V [M m³]	L krune [m]	trošak pregrade - raščlanjeno					trošak pregrade - prema volumenu		odabrana vrijednost [M EUR]
				nasip	HM i elektro oprema	ostalo		ukupno [M EUR]			
						opis	cijena [M EUR]		EUR/m³	M EUR	
Železniki	20	1	80	2.54	1.32	/	/	3.86	3.86	3.9	
ZDS	21	4.7	400	12.70	1.5	premještaj 400 m ceste	0.24	14.94	3.86	18.1	15
						premještaj 2 stan. objekta	0.5				
ZP-i	21	1.4	180	5.72	1.1	premještaj 550 m ceste	0.33	7.15	3.86	5.4	7
ZD-2	24	2.6	250	7.94	1.3	Realizacija 2.5 km dostupne ceste	1	10.24	3.86	10.0	10

Troškovi redovitog održavanja procjenjuje se na 0,6 % godišnje od investicijskih troškova projekta, a trošak investicijskog održavanja na 3 % na 5 godina od investicijskih troškova projekta.

Unatoč svemu, u ovoj fazi analize izgradnju retencija smatramo opravdanom investicijom, budući da su iz područja obrade (prema projektnom zadatku) eliminirane opsežne poljoprivredne površine na Ribili, u Zračnoj luci Portorož, Sečovlju i solanama Sečovlje, dakle područja poplavljena visokim vodama Dragonje, i taj bi pothvat, u kontekstu ekonomske obrade, mogao imati važan doprinos ukupnom potencijalu gubitka, a time i boljoj opravdanosti investicije.

Na temelju usporedbe hidrauličkih, tehničkih te karakteristika za očuvanje prirode, od prethodno predloženih varijanti retencija, kao optimalna opcija za izvedbu zajedničke retencije odabrana je ZDS odn. kombinacija dviju retencija ZD-2 na Dragonji i ZP-1 u Pinjevcu.

Budući da je izgradnja retencije opsežan i skup pothvat, bilo bi strukovno nekorektno projektirati ju za mala povratna razdoblja (Q10, Q25) i istovremeno održavati rizik od poplava duljih povratnih razdoblja (Q50, Q100,...), koja su obično i najproblematičnija (veća energija toka, veće dubine toka, veće razine oštećenja,...). S druge strane, u dolini Dragonje ne postoji nikakav element ili skupina elemenata sa znatno većim potencijalom štete ili nekim drugim značajem koji bi zahtijevao osiguravanje sigurnosti od

poplava, čak i u iznimnim hidrološkim pojavama. Stoga ćemo hidrauličke izračune za planirano stanje - izvedbu retencije provoditi za pojave Q50, Q100 i Q500.

Izvedbu retencije(a) većeg ranga određuje i njihova predviđena pozicija. Prije svega u slučaju izbora varijante s dvije retencije se one nalaze prilično visoko u zaleđu. retencija ZP-1 mogla bi kontrolirati dolazne vode s površina veličine 17 km², ZD-2 s 27 km², što zajednički predstavlja 44 km² ili oko 45 % cijelog sliva Dragonje (97 km²). retencija ZDS bi mogla kontrolirati 65 km² odn. 2/3 cjelokupnog slivnog područja. Lokacija retencije više u zaleđu može značiti da u određenim slučajevima (npr. pri intenzivnijim oborinskim situacijama u središnjem dijelu sliva) snažniji pritoci su samo na jednom (npr. središnjem) dijelu rijeke, koji nije pod utjecajem retencije. Kako bi se smanjio utjecaj pritoka na hidrološki režim u osjetljivim područjima, u takvim slučajevima bilo bi potrebno pritoke na nizvodnim područjima, tj. istjecanje iz retencije ograničiti na minimum, što zahtijeva dodatne rezerve pri projektiranju volumena retencije.

3.2.2.3 Usporedba rješenja u pogledu hidraulike

Planirano stanje, tj. stanje nakon izvedbe retencija bilo je ocijenjeno po fazama. Analiza planiranog stanja rađena je pomoću hidrauličkog modela, razvijenog u okviru projekta FRISCO 1 (proizvođač Institut za hidraulička istraživanja).

Prva faza bila je analiza zajedničke retencije ZSD. Prvi koraci analize bili su usmjereni na određivanje dopuštenog ispuštanja iz retencije, pri čemu (uz istovremeni prtok priljeva, kao što proizlazi iz hidrologije) još uvijek ne dolazi do kritičnih poplava i pojave veće štete ili životnih opasnosti.

Protok od 50 m³/s odabran je kao dopuštena količina istjecanja iz retencije. Ta količina istjecanja Dragonje u manjem omjeru može poplaviti livade i obradive površine u području Mlaka (područje JV, MMP Dragonja), pri čemu su dubina toka i njegova brzina mala (u prosjeku 5-40 cm). I u pojasu neposredno uz korito Dragonje, na području od predviđene pregrade do utoka Pinjevec, gdje je poplavno područje zaraslo grmljem i drvećem, dolazi do manje količine izlivanja. Zbog odabranog protoka od 50 m³/s iz retencije ne očekuju se značajna oštećenja u poplavljenim područjima.

Za 10, 25, 50 i 100-godišnjeg povratnog razdoblja izveden je izračun uzimajući u obzir konstantno izlivanje od 50 m³/s. S obzirom na volumen poplavnog vala koji je zadržan u retenciji, odredili smo osnovne karakteristike retencije (VQ100, H pregrade, V pregrade), pri čemu je kao cilj odabrano odgovarajući učinak pri 100-godišnjoj pojavi (ZSD-100).

Volumen retencije ZSD-100 iznosi 2,3 M m³. Uzimajući u obzir 2 m sigurnosne visine, kota pregrade (nasipa) je 56 m n.v., pri čemu volumen nasipa pregrade iznosi 140.000 m³.

Uz osnovno modeliranje prijelaza poplavnog vala, uzimajući u obzir retenciju koja je dimenzionirana na 100-godišnju pojavu, kod protoka Q500 također je uzeta u obzir i dodatna mogućnost, a to je da se u retenciji zadržavaju i 500-godišnje visoke vode (ZSD-500). Uzimajući u obzir potonja polazišta,

karakteristike retencije su sljedeće: volumen retencije s istjecanjem iz spremnika od 50 m³/s iznosi 4,0 M m³, kota pregrade (uzimajući u obzir 2 m sigurnosne visine) iznosi 59 m n.v., a volumen nasipa pregrade iznosi 220.000 m³, što je više od 50 % volumena pregrade ZSD-100.

U slučaju **ZSD-100** kod pojava Q500 i Q1000 dolazi do ispunjevanja retencije prije prijelaza cijelog poplavnog vala, zbog toga se višak voda prelijeva preko sigurnosne razine prelijevanja te se razlije na niže (danas) inundacijske površine.

Pri 500-godišnjoj pojavi poplavljene su livade, područja zarasla grmljem i drvećem, obradive površine (polja, vinogradi). Voda također poplavljuje i neke objekte. Neki od poplavljenih objekata nalaze se u blizini korita Dragonje, a neki se nalaze i uz cestu Valeta-Sečovlje (sjeverno od MMP Sečovlje), koja je također poplavljena. Do izlivanja dolazi i preko ceste Sečovlje-Dragonja, odakle se poplava širi prema sjeveru. Plato MMP Dragonja i plato MMP Sečovlje nisu poplavljeni. Južno od MMP Dragonje, na kraćem odsjeku dolazi do izlivanja na cesti Kopar-Dragonja. (Područje Zračne luke Portorož je djelomično poplavljeno - poplavljeni su pista i dio platforme, objekti nisu poplavljeni.)

Pri 1000-godišnjoj pojavi opseg poplave na odsjeku između retencijskog nasipa i MMP, Dragonja se ne povećava značajno u odnosu na 500-godišnju pojavu, dok se dubina vode u poplavljenim područjima povećava (u prosjeku za 0,4 m). Opseg poplava se povećava na odsjeku od MMP Dragonja i Zračne luke Portorož. Plato MMP Dragonja djelomično je poplavljen. Cesta Kopar-Dragonja poplavljena je južno od platoa, a u manjoj mjeri poplavljuje cestu i na križanju cesta Sečovlje-Dragonja i Kopar-Dragonja. U većem opsegu (kao i pri Q500) poplavljena je i cesta Valeta-Sečovlje. Poplavljeno je još i nekoliko objekata u selima Sečovlje i Dragonja. (Zračna luka Portorož nije poplavljena u cijelosti - poplavljene su pista i platforma, a poplavna voda se nalazi tek u blizini objekata. Poplavna voda Dragonje ne pokriva plato MMP Sečovlje.)

U slučaju retencije **ZSD-500** dolazi do izlivanja preko sigurnosne razine izlivanja tek kod protoka Q1000. U ovom slučaju, opseg poplave i dubina vode usporedivi su s poplavom pri 500-godišnjoj pojavi ZSD-100.

U drugoj fazi analizirana je izvedba dviju retencija, jedne na Dragonji (ZD-2) i jedne na Pinjevcu (ZP-1). S obzirom na visoku poziciju u slivu, ovdje smo, kao projektno polazište uzeli način rada pri kojem retencije u potpunosti zatvaraju svoj izlaz za istjecanje vode.

Analizirane su mogućnosti dimenzioniranja retencija pri 100 (ZP-1-100, ZD-2-100) i 500-godišnjih (ZP-1-500, ZD-2-500) pojava. Analizirana je retencija kratkotrajnih valova (do 6h) i dugotrajnog vala (24h) 100-godišnje visoke vode Dragonje. Ustanovljeno je da je volumen dugotrajnog 100-godišnjeg vala veći od volumena kratkotrajnih valova, međutim, kod retencije kratkotrajnih valova, u slučaju izlivanja preko pregrade zbog dugotrajnog vala, došlo bi do manjeg opsega poplava (opseg poplave je nizvodno od mjesta akumulacije retencije ZSD, slično kao u slučaju ZSD-100). Stoga se retencija temelji na kratkotrajnim valovima. Karakteristike retencije ZD-2-100 su sljedeće: volumen spremnika iznosi 1,5 M

m3, kota pregrade (uzimajući u obzir 2 m sigurnosne visine) iznosi 134 m n.v., a volumen nasipa pregrade iznosi 203.000 m3. Karakteristike retencije ZP-1-100 su sljedeće: volumen spremnika iznosi 1,0 M m3, kota pregrade (uzimajući u obzir 2 m sigurnosne visine) iznosi 114 m n.v., a volumen nasipa pregrade iznosi 108.000 m3. Karakteristike retencije ZD-2-500 su sljedeće: volumen spremnika iznosi 2,1 M m3, kota pregrade (uzimajući u obzir 2 m sigurnosne visine) iznosi 137 m n.v., a volumen nasipa pregrade iznosi 280.000 m3. Karakteristike retencije ZP-1-500 su sljedeće: volumen spremnika iznosi 1,3 M m3, kota pregrade (uzimajući u obzir 2 m sigurnosne visine) iznosi 116 m n.v., a volumen nasipa pregrade iznosi 138.000 m3.

Usprkos potpunom zatvaranju izlaza vode, zbog dotoka protoka nizvodno dolazi do pojedinačnih izljeva iz korita. U slučaju pojave 25-godišnjih visokih voda, od lokacije nasipa retencije ZDS nizvodno, opseg poplave nešto je veći od poplave pojave Q100 ZSD-100 kod retencije ZSD. U slučaju pojave 100-godišnjih voda, opseg poplava još je nešto veći. Vode poplavljuju livade, područja zarasla grmljem i drvećem, obradive površine (polja, vinogradi). Voda također poplavljuje i neke objekte. MMP Dragonja i MMP Sečovlje nisu ugrožene poplavama. Poplavno nisu ugrožene ni ceste Valeta-Sečovlje i Kopar- Dragonja, dok je cesta Sečovlje-Dragonja djelomično poplavljena (istočno od MMP-a Sečovlje). (Zračna luka Portorož je sigurna od poplava.)

Rezultati hidrauličke analize pokazali su da zbog lokacije retencija visoko u zaleđu te posljedično značajnijih dotoka duž toka Dragonje ispod retencija, unatoč potpunom zatvaranju retencije, još uvijek dolazi do značajnih poplava na poljoprivrednim zemljištima te u pojedinačnim slučajevima i u naseljenim područjima, zbog čega bi uzduž Dragonje trebalo provesti i druge mjere protiv poplava. Međutim, s obzirom na nalaze iz prethodnih faza projekta te s obzirom na ograničenja u vezi očuvanja prirode, teško je (ili praktički nemoguće) te mjere i provesti.

3.2.3 ODABIR NAJPRIKLADNIJEG RJEŠENJA

3.2.3.1 Utvrdjivanje raspona mjera

S obzirom na opisane rezultate hidrauličkog modeliranja te ograničenja u prostoru u nastavku su analizirane samo varijante ZSD-100 i ZSD-500.

3.2.3.2 Investicijski troškovi uređenja te financijska i ekonomska opravdanost

Investicija je podijeljena na sljedeće skupine: priprema aktivnosti, zemljišta, građevinski radovi, oprema, vođenje projekta, nepredviđeni troškovi.

- **pripremne aktivnosti** uključuju izradu studijske, projektne i natječajne dokumentacije. Troškovi izrade studijske i projektne dokumentacije ovise o vrsti (koliko je detaljna) same dokumentacije (studije izvedivosti, idejna utemeljenost, idejni projekt, PGD) i mogu se ocijeniti na temelju cijena sličnih projekata.
- **zemljište** uključuje troškove rješavanja vlasničkih odnosa i dobivanje potrebnih suglasnosti i dozvola za gradnju.

- **Troškovi gradnje** uključuju troškove gradnje i nadzora nad gradnjom.
 - o Troškovi gradnje se u slučaju da za namjeravanu gradnju ne postoje informacije o investicijskim troškovima mogu ocijeniti u pogledu tehničkih karakteristika predložene investicije i na temelju sličnih, već izvedenih gradnji u okolici.
 - o Troškovi nadzora gradnje neposredno su povezani s ocijenjenim troškovima gradnje pojedinačnih objekata/infrastrukture i procijenjeni su u visini od 5 % troškova gradnje.
- **Troškovi opreme** uključuju nabavu, montažu i puštanje opreme u pogon.
- **Troškovi za vođenje projekata** utvrđeni su u skladu sa Zakonom o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/2015). Za sve investicijske projekte u izgradnju infrastrukture u zajedničkoj investicijskoj vrijednosti većoj od 10 milijuna HRK (oko 1,33 milijuna EUR) investitor je dužan imenovati voditelja ili skupinu za upravljanje projektom. Trošak vođenja projekta ocijenjen je na 2,5 % investicijskih troškova cjelokupnog projekta (uključujući troškove pripremnih aktivnosti, zemljišta, gradnje i opreme).
- **nepredviđeni troškovi** često se pojavljuju u fazi izgradnje i nije ih moguće predvidjeti u fazi planiranja. Troškovi su opravdani, iako u skladu s preporukom Europske komisije nisu uključeni u financijsku analizu. Nepredviđeni troškovi ocijenjeni su u visini do 10 % investicijskih troškova cjelokupnog projekta (uključujući troškove pripremnih aktivnosti, zemljišta, gradnje, opreme i vođenja projekta).

Ukupni investicijski troškovi; procijenjeni su na 27.415.465 EUR z DDV.

Koristi smanjenja opasnosti od poplava prikazane su u tablici u nastavku.

	<i>Očekivana godišnja šteta od poplava u EUR/godini</i>		
<i>Kategorija šteta</i>	<i>Postojeće</i>	<i>Retencija ZDS-100</i>	<i>Retencija ZDS-500</i>
lokalne ceste	17.106,44	8.835,01	8.742,92
državne ceste	12.314,23	2.169,73	1.847,77
poljoprivreda	4.706,17	929,49	770,99
zgrade (zgrade i oprema) – Stambene	5.381,17	100,57	75,17
zgrade (zgrade i oprema) – Poslovne	4.753,70	0,00	0,00
zgrade (zgrade i oprema) – Nedefinirano	6.953,05	132,26	92,03
zgrade (zgrade i oprema) – Poljoprivredne	7.815,07	38,46	18,27
Ukupno – opredijeljene štete po kategorijama:	59.029,83	12.205,50	11.547,15
Druge štete – izvan opredijeljenih kategorija (Huizinga – 20 % svih šteta)	14.757,46	3.051,38	2.886,79
Sva šteta - osnova za analizu troškova i koristi:	73.787,29	15.256,88	14.433,94

Usporedba očekivanih šteta od poplave za područje projekta FRISCO Dragonja – postojeće stanje i stanje očekivanih šteta od poplava nakon provedbe mjera

U pregledu su u svrhu usporedbe navedene i vrijednosti postojećeg stanja očekivanih šteta od godišnjih poplava u visini od 73.787,29 EUR, što je rezultat ispitivanja na modelskoj bazi podataka te potvrđuje usklađenost i jednoličnost upotrijebljenoga modelskog pristupa.

Rezultat modeliranja šteta od poplava nakon izvedbe varijantnih mjera za smanjenje šteta od poplave pokazuje da su štete smanjene za oko 60.000 EUR godišnje (58.530,41 EUR za varijantu ZDS-100, odnosno 59.353,35 EUR/godini za varijantu ZDS-500). Pri tome su poštivane štete po metodi stalnih cijena s datumom cijene iz pro. 2017., zbog čega smo kao referentni BDP koji smo upotrebljavali za standardizaciju metode Huizinga upotrijebili BDP iz te godine.

Između različitih kategorija šteta od poplave možemo prepoznati znatno smanjenje šteta od poplave na području zgrada svih kategorija i poljoprivrede. Navedeno je očekivano jer su gotovo sve zgrade u skladu s provedenim mjerama sigurne od poplava. Kategorija za koju je opaženo najmanje smanjenje šteta od poplave jesu lokalne ceste.

Za projekt su izračunate prosječne godišnje koristi od smanjenja nastanka šteta pri događajima poplave. U slučaju izgradnje retencija prosječne bi se godišnje štete na cestama, u poljoprivredi na zgradama smanjile za 58.530,41 EUR.

Financijska neto sadašnja vrijednost ulaganja negativna je i iznosi -23.042.032 EUR. Financijski stupanj profita investicije također je negativan i iznosi -27,77 %.

Financijska neto sadašnja vrijednost ulaganja negativna je i iznosi -25.877.402 EUR. Financijski stupanj profita investicije također je negativan i iznosi -24,36 %.

3.2.3.3 Multikriterijalna analiza

Najpogodnija varijanta rješenja je ona koja se smatra pogodnom u obje države prema posljedicama stoljetne poplave nakon njezine provedbe (što znači provedbu varijante). Ako postoji više varijantnih rješenja, najprikladnije rješenje je ono koje ima najbolji B/C omjer u državi u kojoj je odabrano više od 50 % vrijednosti kapitalne investicije.

S obzirom da obje obrađene varijante retencije imaju isti učinak na visoke vode s 100-godišnjim povratnim razdobljem, prema definiranim kriterijima, imaju istu ocjenu i obje su svrstane u kategoriju 4 - prikladno.

3.2.3.4 Unaprijeđenje provodljivosti riječnog korita Dragonje

Budući da poplave rijeke Dragonje često uzrokuju štetu na poljoprivrednim površinama, svejedno bi bilo moguće smanjiti učestalost i jačinu čestih (godišnjih te 1 – 10-godišnjih) poplava redovitim održavanjem riječnog korita. Danas je riječno korito Dragonje na odsjeku (gdje su na obalnim ravnicama prisutne poljoprivredne površine) ispod ušća u Pinjevec (Rokavu) vrlo zaraslo i neodržavano. Dakako, obalna je

vegetacija prirodna pojava i jedan od ključnih elemenata prirodnih značajki vodotoka definiranog kao prirodna vrijednost. Unatoč tomu, tijekom pregleda terena na pojedinačnim odsjecima riječnog korita u osnovnom riječnom koritu bilo je moguće opaziti veći broj slomljenih stabala koji mogu negativno utjecati na protočnost riječnog korita. Naravno, i slomljena su stabla prirodna pojava koja dodaje još veći stupanj autentičnosti prirodnog okruženja kao vrijednosti, iako bi unatoč tome možda bilo razumno na odsjecima rijeke koja su izloženija poplavama i uzrokuju veće poteškoće na poljoprivrednim površinama izvoditi selektivne radove održavanja i optimizirati protočnost riječnog korita odstranjivanjem slomljenih stabala te može bitno također s djelomičnim i lokalnim uklanjanjem obalne vegetacije. Zbog osjetljivosti biotopa i ograničenja u pogledu zaštite prirode bilo bi potrebno odrediti i uskladiti režim održavanja sa ZRSVN-om po pojedinačnim odsjecima.



Osnova za identifikaciju područja koja su češće izložena poplavama te su istovremeno područja poljoprivredne obrade bili bi rezultati hidrauličke analize, u okviru koje bi se izračunala provodljivost riječnog korita po pojedinačnim odsjecima. U sklopu projekta FRISCO izvedeno je mjerenje poprečnih presjeka rijeke Dragonje na međusobnim razmacima od 300 do 500 (i više) m, što omogućuje tek vrlo grubo modeliranje, no nikako i detaljnije određivanje vodnog režima na pojedinačnim (oko 100 m dugačkim) odsjecima.

Podatci o najproblematičnijim područjima mogli bi se prikupiti detaljnijim hidrauličkim modelom (koji nije bio izrađen u sklopu predmetnog projekta) i/ili redovitim bilježenjem češćih događaja visoke razine vode i identifikacijom najproblematičnijih područja (dugotrajniji proces). S obzirom na navedeno, u sklopu projekta FRISCO nije moguće detaljnije odrediti područja u kojima bi bilo smisleno poboljšati provodljivost

riječnog korita i time barem djelomično smanjiti opasnost od poplava na područjima s intenzivnom poljoprivrednom proizvodnjom.

Mogući režimi izvođenja dijelova za održavanje su sljedeći:

- Na područjima na kojima je veličina poprečnog presjeka znatno veća nego na uzvodnom ili pak nizvodnom odsjeku, stanje riječnog korita može se očuvati kao što je u prirodi, tj. također s prisutnim pojedinačnim slomljenim stablima. I u primjeru lošije provodljivosti riječnog korita zbog zaraslosti moguće je najprije očekivati prelijevanje iz riječnog korita na uzvodnom i/ili nizvodnom odsjeku riječnog korita. Odsjek sa slomljenim stablima stoga ne predstavlja najkritičniji odsjek i zato u njega nije potrebno zadirati.
- Na odsjecima na kojima je veličina presjeka riječnog korita približno istovjetna također bi bilo smisleno održavati istovjetnu provodljivost uklanjanjem elemenata koji mogu znatno utjecati na provodljivost (slomljena stabla i nakupljene naplavine).
- Na odsjecima gdje opasnost od poplava predstavlja iznimne tegobe već pri godišnjim poplavama bilo bi potrebno razmisliti o mogućnostima za unaprjeđenje provodljivosti riječnog korita. Moguće (cikličke) mjere su:
 - a) Selektivno uklanjanje zaraslosti – razrjeđivanje zaraslosti grmljem i stablima unutar područja profila presjeka. Predmetni se radovi mogu izvoditi samo na jednom ili obama brežuljcima.
 - b) Uklanjanje zaraslosti grmljem i stablima po odsjecima, dopuštanje samo zaraslosti travom, pri čemu se mjera u pravilu izvodi samo na jednom brežuljku.
 - c) Uklanjanje zaraslosti grmljem i stablima po odsjecima s djelomičnim preoblikovanjem padina. Primjerena samo na najkritičnijim odsjecima, nasipi se preoblikuju na ekološki način – oblik koji je također prisutan u prostoru (npr. jaružanje u obliku strme erozijske litice).

Sve moguće zahvate potrebno je izvesti sa što manjim fizičkim zahvaćanjem u prirodni prostor te ih je prethodno također potrebno projektno obraditi i uskladiti s ZRSVN-om. Tijekom odabira prikladnih rješenja za pojedinačnu mikrolokaciju potrebno je poštivati potrebu za obnavljanjem zaraslosti grmljem za 2 do 4 godine, a stablima za 8 do 10 godina (mlada stabla). Stabilnost padina (gdje je potrebno) postiže se očuvanjem stabala i grmlja – njihovim korjenskim sustavima. Ako je odsjek hidraulički problematičan iz aspekta poplavlivanja, čuva se samo zaraslost savitljivim grmljem.

Poseban način obrade moguće je preuzeti na reguliranom odsjeku riječnog korita Dragonje ispod MMP Dragonje. Na predmetnom odsjeku riječno korito Dragonje ima proporcionalno velik protočni presjek koji iznosi između 50 i 60 m². Na tomu odsjeku visoke vode Dragonje također ne uzrokuju veće poteškoće jer se već uzvodno od MMP Dragonje višak vode razlijeva pretežito po ravnicama na desnoj padini i preko nje odvodi prema Drnici, odnosno Sečoveljskim solanama te se u većem dijelu uopće više ne vraća natrag u riječni tok Dragonje.

U reguliranom riječnom toku rijeke Dragonje prije svega raste trstika, dok se zaraslost stablima i grmljem pojavljuje lokalno, i to na gornjim dijelovima obalnih nasipa ili padina. Trstika načelno ne predstavlja veću prepreku intenzivnim poplavnim tokovima jer se pri pritisku vode može saviti ili slomiti, no može imati važan utjecaj na stanje razine vode u slučaju manje intenzivnih pojava. S obzirom na blizinu dviju postaja za mjerenje vode bilo bi smisleno da riječni tok Dragonje na odsjeku od svega 20 m iznad VP-a, do prvoga nizvodnog stupnja, bude očišćen (da se odstrani trstika, dopuštena je samo zaraslost travom) sve do 2/3 protočnog presjeka (od dolje prema gore). Time bi se osigurala konstantnost vanjskih uvjeta koji utječu na mjerenja razine vodene površine Dragonje na VP-u za većinu češćih visokih razina vode.

Na preostalim odsjecima reguliranoga riječnog toka uklanjanje trstike nije važno, no važno je prije svega zbog očuvanja mogućnosti pregleda stanja nasipa i padina. U tim se područjima radovi održavanja mogu izvoditi periodično, npr. tijekom prve godine djelomično ili cjelokupno uklanjanje zaraslosti uzduž desnog brijega, tijekom sljedeće ili za 2 godine jednak se zahvat provodi na suprotnom brijegu.

3.3 ZAKLJUČAK

Dolina Dragonje ugrožena je od poplava. Osnovna upotreba na poplavnim je površinama poljoprivredna, a naseljenost je pomaknuta uz rub doline te je u većoj mjeri izvan područja poplava rijeke Dragonje. Za proučavanje navedene problematike sliv rijeke Dragonje analiziran je u okviru cjelovite studije za sliv rijeke Dragonje.

Obrađeno područje studije obuhvaća rijeku Dragonju između izvornog dijela i Međunarodnog graničnog prijelaza Sečovlje. Obrađeno područje studije i hidrauličkog modeliranja ne obuhvaća područja zračne luke i solana, zbog čega je u okviru projekta bilo moguće tragati samo za rješenjima čiji bi cilj bilo smanjenje poplavlivanja poljoprivrednih površina te možebitno izvođenje lokalnih mjera za zaštitu pojedinačnih objekata.

U studiji je na temelju skupljenih podataka i dokumentacije te izrađene hidrološke i hidrauličke analize određena sadašnja učestalost poplava područja obrade. Najveće su poplave u tomu području zabilježene 2010. godine. Bez obzira na velik opseg očekivanih poplava u dolini rijeke Dragonje štetni je potencijal malen jer je, naime, dolina rijeke Dragonje rijetko naseljena.

Dolina rijeke Dragonje ima veliku prirodnu vrijednost jer je na gotovo cjelokupnom odsjeku iznad naselja Dragonja riječno korito prirodno, a oko njega se na ravnica nalaze poljoprivredne, odnosno u višem dijelu šumske i grmovite površine. Izvedba bilo kakvih regulacija riječnog korita i kanaliziranje voda u primarno korito neprovedivo je iz aspekta ekološke zaštite i protivno vodenim direktivama koje pokušavaju zaštititi prirodna izljevna područja te u što većoj mjeri zadržati vodu u riječnom slivu.

Izvedba nasipa uzduž riječnog korita također bi predstavljala grubo zadiranje u okoliš jer bi se nasipi protezali s određenim odmakom od osnovnog riječnog korita, zbog čega bi sekundarno riječno korito između nasipa trebalo biti znatno veće, čime bi se smanjio velik dio obližnjih obrađenih površina. Također bi se izvedbom nasipa prirodni okoliš degradirao na gotovo cjelokupnom odsjeku između naselja Dragonja i ušća Pinjevca.

Tijekom procesa izrade studije tako se kao jedina mogućnost rješavanja problematika pokazala izvedba retencija. Analiziran je veći broj tehničkih rješenja i lokacija koje su bile provjerene i iz aspekta ekoloških ograničenja.

Traženje mogućnosti za smanjenje opasnosti od poplava u dolini rijeke Dragonje izvodilo se u fazama. Tijekom provjeravanja mogućnosti zadržavanja u prvoj je fazi obrađen samo tehnički aspekt – moguća lokacija u pogledu na postojeću upotrebu i morfologiju prostora. Važna pri određivanju lokacija retencija također je blizina područja koja štitimo određenim mjerama. Mjere koje su previše odmaknute u načelu imaju manji utjecaj od mjera koje su izvedene u blizini ugroženih područja. Naime, hidrološki bliže mjere pokrivaju veće slivno područje i stoga imaju veći utjecaj na vodni režim zaštićenog područja.

Predloženo je bilo nekoliko mogućnosti za zadržavanje visokih voda rijeke Dragonje u razvođu. U prvoj, tzv. tehničkoj fazi na temelju hidroloških, morfoloških i topografskih značajki određena su područja u kojima bi zadržavanje bilo moguće.

U drugoj su fazi pojedinačna područja također ocijenjena s aspekta prisutnosti ograničenja pojedinačnih zaštićenih područja za zaštitu prirode. Utvrdilo se da se sve predložene lokacije retencija nalaze na svega tri područja za zaštitu prirode (Natura 2000, prirodna vrijednost Dragonja, Ekološki važna područja: sliv rijeke Dragonje), zbog čega je izgradnja retencija u dolini Dragonje vrlo ograničena, odnosno gotovo nemoguća.

S tehničkog su aspekta predložene kombinacije prilično istovjetne, iako su pri poštivanju ekoloških i tehničkih ograničenja u vezi s njihovom izgradnjom te očekivanim troškovima i koristi gradnje za daljnju analizu kao optimalne odabrane varijante kombinacija retencija ZD-1A i ZP-1 te izvedba retencije ZDS.

Rezultati hidrauličke analize predloženih optimalnih izvedivih varijanti pokazali su da zbog lokacije retencija visoko u razvođu te zbog posljedično važnih priljeva uzduž toka rijeka Dragonje pod retencijama i dalje dolazi do velikih poplava, zbog čega bi bilo potrebno uzduž rijeke Dragonje izvoditi druge mjere za zaštitu od poplava, no njih je s obzirom na ograničenja u pogledu zaštite prirode teško, odnosno nemoguće izvesti.

Na temelju rezultata hidrauličkog modeliranja te ograničenja u prostoru se putem analize troškova i koristi analizirala suha retencija s oznakom ZDS u dvjema varijantama, i to ZDS-100 i ZDS-500 (za zadržavanje 100-godišnjeg i 500-godišnjeg vala). Ocijenjena je bila investicijska vrijednost mjera i njihov učinak na zaštitu od poplava (smanjenje štete od poplava), a za nju su izrađene ekonomska, financijska i multikriterijska analiza.

S obzirom na zaštitne režime te razmjerno visoku investicijsku vrijednost predloženih rješenja uz malen štetni potencijal (gotovo isključivo poljoprivredne površine na području obrade), u okviru se studije u pogledu faze analize troškova i koristi pokazalo da nijedno od planiranih rješenja ne jamči željene koristi.

Upravo je zato u okviru studije posebna pozornost posvećena osnivanju i provedbi održavanih dijelova s pomoću kojih je moguće smanjiti učestalost te, u manjem opsegu, jačinu poplava na ugroženim područjima unutar područja obrade.

Budući da poplave rijeke Dragonje često uzrokuju štetu na poljoprivrednim površinama, svejedno bi bilo moguće smanjiti učestalost i jačinu čestih (godišnjih te 1 – 10-godišnjih) poplava redovitim održavanjem riječnog korita. Danas je riječno korito Dragonje na odsjeku (gdje su na obalnim ravnicama prisutne poljoprivredne površine) ispod ušća u Pinjevec (Rokavu) vrlo zaraslo i neodržavano. Dakako, obalna je vegetacija prirodna pojava i jedan od ključnih elemenata prirodnih značajki vodotoka definiranog kao prirodna vrijednost. Unatoč tomu, tijekom pregleda terena na pojedinačnim odsjecima riječnog korita u osnovnom riječnom koritu bilo je moguće opaziti veći broj slomljenih stabala koji mogu negativno utjecati na protočnost riječnog korita.

Naravno, i slomljena su stabla prirodna pojava koja dodaje još veći stupanj autentičnosti prirodnog okruženja kao vrijednosti, iako bi unatoč tome možda bilo razumno na odsjecima rijeke koja su izloženija poplavama i uzrokuju veće poteškoće na poljoprivrednim površinama izvoditi selektivne radove održavanja i optimizirati protočnost riječnog korita odstranjivanjem slomljenih stabala te možebitno također s djelomičnim i lokalnim uklanjanjem obalne vegetacije.

U reguliranom riječnom toku rijeke Dragonje prije svega raste trstika, dok se zaraslost stablima i grmljem pojavljuje lokalno, i to na gornjim dijelovima obalnih nasipa ili padina. Trstika načelno ne predstavlja veću prepreku intenzivnim poplavnim tokovima jer se pri pritisku vode može saviti ili slomiti, no može imati važan utjecaj na stanje razine vode u slučaju manje intenzivnih pojava. Na preostalim odsjecima reguliranoga riječnog toka uklanjanje trstike nije važno, no važno je prije svega zbog očuvanja mogućnosti pregleda stanja nasipa i padina.

U skladu s prijavnicom i ciljevima projekta FRISCO1 izvedba građevinskih mjera na rijeci Dragonji tijekom sadašnjeg razdoblja provedbe europske direktive (2016. – 2021.) nije predviđena. Unatoč tome postoje mogućnosti unaprjeđenja opasnosti od poplava na obrađenom području, prije svega intenzivnijim održavanjem riječnog korita. Učestalost te, u manjem opsegu, jačinu poplava moguće je na osjetljivim područjima smanjiti odgovarajućim uvođenjem i dosljednim provođenjem radova održavanja. Sve moguće zahvate potrebno je izvesti sa što manjim fizičkim zadiranjem u prirodni prostor te ih je prethodno također potrebno projektno obraditi.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR

DIREKCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA VODE

Hajdrihova ulica 28c, 1000 Ljubljana
gp.drsv@gov.si | www.dv.gov.si