



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



Hajdrihova ulica 28c, 1000 Ljubljana

PROGRAM SODELOVANJA INTERREG V-A SLOVENIJA HRVAŠKA 2014-2020

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

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

MEJNIK 1: **ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA**

AKTIVNOST: **HIDROLOŠKA ANALIZA, 1.FAZA**

FAZA POROČILA: **ZAKLJUČNO POROČILO**

ŠT. POGODBE: **2555-17-430013**

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

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

KRAJ IN DATUM IZDELAVE NALOGE: **Ljubljana, avgust 2017**

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

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

VRSTA PROJEKTNE
DOKUMENTACIJE **Hidrološka analiza**

ŠT. DOKUMENTA.: **3737/17**

ŠT. PROJEKTA.: **16/2017**

DOKUMENTACIJO IZDELAL: **INŠTITUT ZA VODARSTVO d.o.o.**
Hajdrihova 28a
1000 Ljubljana

Direktor:
Primož BANOVEC, univ.dipl.inž.gradb.

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

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

KRAJ IN DATUM IZDELAVE
NALOGE: **Ljubljana, avgust 2017**

2 IZDELOVALCI NALOGE

FRISCO 1

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

Vodilni partner:

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

Odgovorni nosilec naloge:
Branko SKUTNIK, univ. dipl. inž. gradb

Partnerji:

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

mag. Smiljan JUVAN, univ. dipl. inž. gradb.

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

dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. grad.

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

mag. Rok FAZARINC, univ. dipl. inž. grad.

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

Tomaž Hojnik, univ. dipl. inž. grad.

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

Iztok Frank, univ. dipl. ekon.

Kazalo vsebine

1. OPIS POREČJA	5
2. PREGLED PRIDOBLENIH PODATKOV	5
3. ANALIZA KAKOVOSTI PRIDOBLENIH PODATKOV	6
4. PODATKI IZ DRUGIH VIROV	6
5. NADALJNJE DELO.....	7
6. VIRI	7

1. OPIS POREČJA

Sotla izvira na gozdnatih južnih pobočjih hribovja Macelj pod vrhom Veliki Belinovec. Najprej teče proti jugu do Dobovca, nato zavije proti zahodu do izliva Ločnice, od tam naprej pa ves čas proti jugu. V bližini vasi Jesenice se izliva v Savo. Njeno porečje obsega 581 km², z nadmorskimi višinami med 134 in 640 m.

Sotla ima v svojem povirnem delu strm in hudourniški tok, nato pa se njen padec precej hitro zmanjša in preide v meandrirajoč ravninski tok. Ves čas teče prečno na glavne tektonske strukture, ki potekajo v smeri zahod–vzhod, in preko zelo različnih kamnin. Zato se v dolini hitro menjavajo širši odseki v manj odpornih kamninah, kjer so ob reki tudi večje poplavne ravnice, in ožji deli, zarezani v trše kamnine.

V zgornjem delu porečja se v Sotlo izliva nekaj manjših desnih pritokov, med njimi Draganja v Rogatcu. V naselju Podčetrtak se v Sotlo izliva eden njenih večjih desnih pritokov, Mestinjščica. Dolvodno se v Sotlo izlivajo še naslednji večji desni pritoki: Tinski potok, Župnijski potok, Golobinjek, Olimščica in Buča ter največji desni pritok Bistrica. Pod sotočjem z Bistrico Sotla teče po Kumrovškem polju in nato preide v ozko dolino Zelenjak. Nekoliko bolj južno se na območju aluvialne ravnice vanjo stekata dva večja desna pritoka: Dramlja in Bizeljsko. Levi del porečja reke Sotle poteka večinoma ob vznožju hribov in le na posameznih odsekih preseka manjše doline. Vsi levi pritoki so kratki in hudourniškega značaja, s povečanim erozijskim delovanjem. Večji levi pritoki so Škrnik, Kladnik in Razvor na območju Kumrovca, potok Čemehovec na območju Kraljevca na Sotli ter potok Dubravica.

Najpomembnejši vodnogospodarski objekt na Sotli predstavlja pregrada Vonarje, ki se nahaja gorvodno od izliva Mestinjščice v Sotlo. Akumulacija Vonarsko (tudi Sotelsko) jezero je bila zgrajena kot večnamenski mokri zadrževalnik. Leta 1988 je bila zaradi slabe kakovosti vode izpraznjena in danes opravlja funkcijo suhega zadrževalnika.

Zaradi manjše količine padavin (okoli 1.200 mm letno) in prevlade nizkega gričevja ima reka Sotla razmeroma nizek specifični odtok (16,8 l/s/km²), odtočni koeficient pa znaša okoli 0,45.

2. PREGLED PRIDOBLENIH PODATKOV

Za potrebe hidrološke analize porečja reke Sotle potrebujemo podatke o topografiji, tleh in hidrografiji. V nadaljevanju so na kratko opisani podatki, ki smo jih pridobili s strani pristojnih inštitucij iz Slovenije in Hrvaške.

V sklopu topografskih podatkov imamo za celotno porečje reke Sotle 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 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. ANALIZA KAKOVOSTI PRIDOBLENJIH PODATKOV

Glede na to, da je DMR 1m na razpolago samo za slovenski del porečja, bomo za določitev poteka razvodnic in vodotokov uporabili DMR 12,5m. Zaradi slabše ločljivosti DMR 12,5m se dobljene linije vodotokov ne bodo popolnoma ujemale z obstoječo rečno mrežo. Z DMR 12,5m je prav tako nemogoče določiti natančno geometrijo struge in poplavnih ravnin, kar lahko vpliva na samo kakovost rezultatov.

Za potrebe določitve odtočnega potenciala zemljin potrebujemo podatke o stopnji infiltracije in teksturi tal. Pri oceni obeh omenjenih parametrov si lahko pomagamo s pedološko karto, ki pa je na razpolago samo za slovenski del porečja reke Sotle.

V porečju reke Sotle in njegovi bližnji okolici se, tako na slovenski kot hrvaški strani, nahaja več meteoroloških postaj. Z vidika določitve padavin z različnimi povratnimi dobami so pomembne postaje s čim daljšim nizom meritev. Za potrebe predmetne študije smo na podlagi razmejitve porečja reke Sotle s Thiessenovimi poligoni izbrali 15 postaj, ki imajo več kot 20-letni niz dnevni meritev padavin v obdobju med letoma 1952 in 2016. To so: Bizeljsko, Ložice, Podčetrtek, Podsreda, Rogaška Slatina, Šentjur, Zbelovska gora, Žetale in Žusem (v Sloveniji), ter Desinić, Donja Pušča, Klanjec, Kumrovec, Marija Gorica in Veliko Trgovišče (na Hrvaškem). Ekstremne padavine s krajšim časom trajanja bomo določili z napenjanjem na povratne dobe za ekstremne padavine za postaje Gornji Lenart, Planina pri Sevnici in Rogaška Slatina, iz vrednotene s strani ARSO. Za potrebe umerjanja hidrološkega modela bomo potrebovali tudi urne oz. polurne meritve padavin, ki pa se na večini zgoraj omenjenih meteoroloških postajah ne izvajajo.

Za potrebe umerjanja hidrološkega modela potrebujemo tudi urne meritve pretokov. Na reki Sotli trenutno deluje vodomerna postaja Rakovec, ki ima podatkovni niz od leta 1926. Na pritoku Bistrica je vodomerna postaja Zagaj, na pritoku Mestinjščica pa vodomerna postaja Sodna vas. Obe postaji sta začeli delovati leta 1965. Med letoma 1949 in 1989 je na Sotli delovala tudi postaja Rogatec. Nadalje so trenutno aktivne vodomerne postaje Hum na Sutli (podatkovni niz od leta 2008), Sotelsko jezero (podatkovni niz od leta 2001), Bratkovec (podatkovni niz od leta 1993), Zelenjak (podatkovni niz za sedanjo lokacijo postaje od leta 1967) in Ključ (podatkovni niz od leta 1988). Na vodomernih postajah Bratkovec in Zelenjak se izvajajo meritve pretokov od njihove postavitve dalje. Postaje Hum na Sutli, Zelenjak in Bratkovec so opremljene z limnigrafi, postaji Sotelsko jezero in Ključ pa z vodomernimi letvami. Na postaji Zelenjak je bila postavljena avtomatska merilna postaja leta 1979, na postaji Hum na Sutli pa leta 2008. Na postaji Sotelsko jezero se izredne meritve izvajajo v času nastopa visokih voda.

4. PODATKI IZ DRUGIH VIROV

Za potrebe določitve odtočnega potenciala zemljin v porečju reke Sotle bomo uporabili rezultate projekta Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji (CRP Konkurenčnost Slovenije 2006-2013, 2012), pri čemer bomo vrednosti odtočnega potenciala v hrvaškem delu porečja prilagodili vrednostim v slovenskem delu porečja.

5. NADALJNJE DELO

Za potrebe hidrološke analize bomo najprej na podlagi CLC karte rabe tal in ocenjenega odtočnega potenciala zemljine določili vrednosti parametra CN (Curve Number) za dobre, povprečne in slabe hidrološke pogoje.

Na osnovi verjetnostne analize maksimalnih dnevnih padavin, izmerjenih na postajah Bizeljsko, Ložice, Podčetrtek, Podsreda, Rogaška Slatina, Šentjur, Zbelovska gora, Žetale in Žusem (v Sloveniji) ter Desinić, Donja Pušća, Klanjec, Kumrovec, Marija Gorica in Veliko Trgovišće (na Hrvaškem), bomo po metodi Gumbel določili maksimalne 24-urne vrednosti padavin z različno povratno dobo. Ekstremne padavine s krajšim časom trajanja bomo določili z napenjanjem na povratne dobe za ekstremne padavine za postaje Gornji Lenart, Planina pri Sevnici in Rogaška Slatina, ki so bile izrednotene s strani ARSO. V sklopu študije bomo vrednotili padavinske dogodke z 10, 25, 50, 100, 500 in 1.000-letno povratno dobo.

Za izračun pretokov visokih vod reke Sotle v izbranih prerezih bomo uporabili program RiverFlow2D. Izračun bo izveden na osnovi DMR 12,5m, izbranih vrednosti CN ter izrednotenih ekstremnih vrednosti padavin z različnimi povratnimi dobami in različnimi trajanji. Hidrološki model bomo tudi umerili.

6. VIRI

Projekcija vodnih količin za namakanje v Sloveniji: Ciljni raziskovalni program (CRP) "Konkurenčnost Slovenije 2006-2013" v letu 2010. Raziskovalni projekt št. V4-1066. Naročnik: Republika Slovenija, Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. Izvajalci: Biotehniška fakulteta, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za vode RS. Ljubljana, 2012.

Poročilo pripravili:

Andrej Cverle, univ. dipl. inž. vod in kom. inž.

dr. Primož Banovec, univ. dipl. inž. gradb.