

INŠTITUT
ZA VODE
REPUBLIKE
SLOVENIJE

Institute
for Water of
the Republic
of Slovenia

*Voda za življenje, znanje za vode.
Water for Life, Knowledge for Water.*

Program dela IzVRS za leto 2013

I/2 Priprava in zagotovitev strokovnih podlag za izvajanje poplavne direktive (2007/60/ES)

I/2/1 Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart razredov poplavne nevarnosti za 7 območij pomembnega vpliva poplav v RS

Naslov naloge:

Hidravlična študija visokih vod na porečju Zgoše (Begunjsčice) - za OPVP 49-Begunje na Gorenjskem
Vmesno poročilo

Vodja naloge:

Mitja Peček, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž.

LJUBLJANA, DECEMBER 2013

PROGRAM: Program dela IzVRS za leto 2013

I/2 Priprava in zagotovitev strokovnih
podlag za izvajanje poplavne direktive
(2007/60/ES)

I/2/1 Izdelava kart poplavne nevarnosti in kart
razredov poplavne nevarnosti za 7 območij
pomembnega vpliva poplav v RS

NASLOV NALOGE: **Hidravlična študija visokih vod na porečju
Zgoše (Begunjščice) - za OPVP 49-Begunje na
Gorenjskem
Vmesno poročilo**

ŠIFRA NALOGE:

NAROČNIK: REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA KMETIJSTVO IN OKOLJE

IZVAJALEC: INŠTITUT ZA VODE REPUBLIKE SLOVENIJE
Hajdrihova 28c
1000, Ljubljana

AVTOR(JI): Mitja Peček, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž.,

SODELAVCI: Tina Mazi, univ.dipl.inž.grad.,
Branko Klinc, inž.grad.,
Mladen Ajdič, univ.dipl.inž.grad.

KRAJ IN DATUM: LJUBLJANA, december 2013



VSEBINA

VSEBINA	I
KAZALO SLIK	II
1.0 UVOD	1
2.0 HIDROLOŠKE OSNOVE	4
3.0 GEODETSKE PODLAGE	5
4.0 HIDRAVLIČNI PODATKI	5
5.0 HIDRAVLIČNI IZRAČUNI 1D MODELA	8
5.1 Visoke vode s povratno dobo 10 let	8
5.2 Visoke vode s povratno dobo 100 let.....	9
5.3 Visoke vode s povratno dobo 500 let.....	10
6.0 HIDRAVLIČNI IZRAČUNI 2D MODELA	13
6.1 Visoke vode s povratno dobo 10 let	13
6.2 Visoke vode s povratno dobo 100 let.....	13
6.3 Visoke vode s povratno dobo 500 let.....	14
7.0 ZAKLJUČEK.....	16



KAZALO SLIK

Slika 1: OPVP 49 - Begunje na Gorenjskem.....	1
Slika 2: Območje modeliranja OHM	3
Slika 3: Batimetrija MIKE(delavna verzija)	6
Slika 4: Hidrogram Begunjščice PBE130 Q500 (delavna verzija).....	7
Slika 5: Begunjščica Q10(delavna verzija)	8
Slika 6: Blatnica Q10(delavna verzija).....	8
Slika 7: Dermičica in razbremenilnik Q10(delavna verzija).....	9
Slika 8: Begunjščica Q100(delavna verzija)	9
Slika 9: Blatnica Q100(delavna verzija)	10
Slika 10: Dermičica in razbremenilnik Q100(delavna verzija)	10
Slika 11: Begunjščica Q500(delavna verzija).....	11
Slika 12: Blatnica Q100(delavna verzija)	11
Slika 13: Dermičica in razbremenilnik Q500(delavna verzija)	12
Slika 14: Delni rezultat Q10(delavna verzija)	13
Slika 15: Delni rezultat Q100(delavna verzija).....	14
Slika 16: Delni rezultat Q500(delavna verzija).....	15



3.0 GEODETSKE PODLAGE

Za izdelavo 1D modela so bili uporabljeni podatki geodetskega terestičnega snemanja prečnih prereзов vodotokov Begunjščica, Dermičica in Blatnica. Za 2D model so bili uporabljeni LIDAR podatki, ki so bili posneti za širše območje ob Begunjščici in njenimi pritoki na območju mesta Begunj. Gostota točk je znašala 10 točk/m² in višinska natančnost 7,5 cm.

4.0 HIDRAVLICNI PODATKI

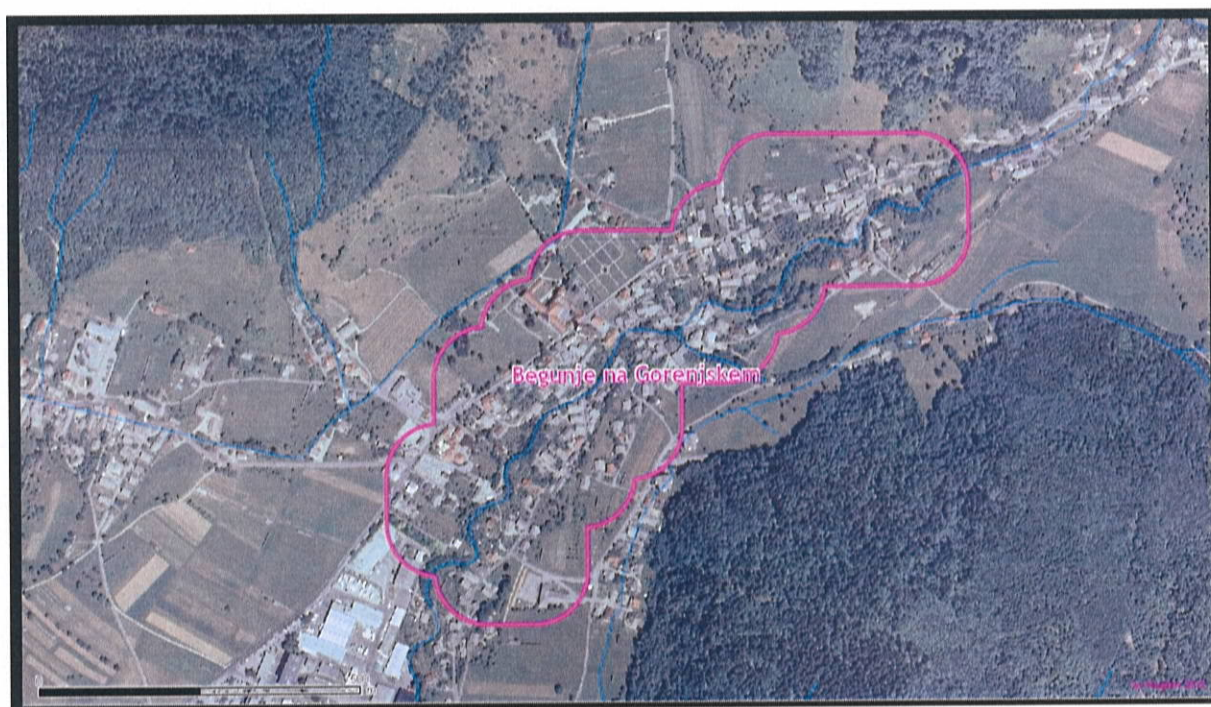
Za račun hidravlike je bil uporabljen program MIKE FLOOD, ki je kombinacija 1D modela, kar se uporablja za hidravlični izračun v strugi, ter 2D model za račun hidravlike na poplavnih območjih.

V 1D modelu so bili uporabljeni geodetsko izmerjeni prečni profili struge in podatki o premostitvah in pragovih. Glede na različno zaraščenost struge so bili podani različni koeficienti hrapavosti struge. V načelu smo uporabili koeficient hrapavosti (Manning(n)) 0,04. Zaradi velikega vzdolžnega naklona in velikih hitrosti smo umetno povečali koeficient hrapavosti, saj smo s tem zmanjšali hitrost in s tem omogočili stabilnejši izračun. Zaradi hudourniškega značaja in vnosa večjih količin plavin in naplavine, je povečanje koeficienta hrapavosti tudi smiselno saj povečanje pomeni bolj ne ugodno situacijo pri simulaciji dejanskih poplav. Vhodni podatki za 1D in 2D model so bili hidrogrami odtoka posameznih vodotokov. Odtok iz neposrednih prispevnih površin posameznih potokov, ki prihajajo direktno v strugo (ne kot pritok), so bili v model vneseni kot linijsko porazdeljeni (dotok po odseku zvezno narašča).



1.0 UVOD

Območje pomembnega vpliva poplav se razteza skozi naselje Begunje na Gorenjskem po vodotoku Begunjščica. Na danem območju sta še vodotoka Blatnica in Dermičica. Begunjščica, ki izvira visoko v Karavanških Alpah, se spusti v naravnem kanjonu do gradu Kamen, kjer se dolina odpre. Struga Begunjščice je globoka in skozi naselje umetno urejena. Ima tudi dva odzema za mlinščice saj je tu v preteklosti potekalo več industrijskih dejavnosti. Značilnost mlinščici je, da so v umetnem koritu, na večjih mestih prekrita ali pa speljani pod objekte. Na nekaterih mestih je struga mlinščic dvignjena od terena, tako da je dotok meteornih ali drugih vod onemogočen. Na mestu kjer je vtok Dermičice je tudi nivojsko sekanje mlinščice in Dermičice (akvadukt). Begunjščica, ki teče skozi naselje Zgoša dobi tudi ime Zgoša in se izliva v reko Savo.



Slika 1: OPVP 49 - Begunje na Gorenjskem

Pomembno vlogo ima za območje OPVP tudi vodotok Blatnica, ki ravno tako izvira v visokih Alpah. Blatnica ima značilni hudourniški značaj, saj ob velikih nalivih prihrumi iz strmega pobočja in s seboj prinese veliko plavin in prod. Struga je do smučišča naravna, potem pa je speljana v cevne prepuste, ki so pod-dimenzionirani. Pred naseljem ima tudi prodni zadrževalnik, ki pa zaradi nečiščenja ni v funkciji. V naselju Begunje je več pod-dimenzioniranih prepustov. V naselju Poljče je Blatnica speljana v prepust v dolžini 375 m, sam teren pa se nagiba proti strugi Begunjščice. Ravno zato smo v model vključili tudi Blatnico, ki s svojim značajem in s pod-dimenzioniranimi prepusti ter nagibu terena predstavlja največjo verjetnost, da bo poplavljalna na območju OPVP. Sama struga Begunjščice ne predstavlja večje nevarnosti to pa zato ker je struga globoka in skozi naselje urejena. Desni večji pritok Begunjščice je le razbremenilni odzjem Blatnice pred naseljem Begunje. Maksimalna količina vode po razbremenilniku je $4 \text{ m}^3/\text{s}$. Na mestu odzema je tudi nedelujoča zapornica, zato je v modelu upoštevana 100% odprtost. Največji desni pritok Begunjščice je Dermičica, ki ima relativno majhno zaledje. Dermičica je bila v preteklosti regulirana in speljana v Begunjščico pred naseljem Begunje. Umetna



struga je globoka in na večjih mestih speljana v cevne prepuste. Na sotočju z Begunjščico je struga dobesedno prekrita z objektom, ki ima trapezni prepust, vendar je prevodnost vprašljiva, saj je dostop onemogočen. Gorvodno je struga naravna z več cevnimi prepusti. Okoliški teren se nagiba proti strugi Begunjščice, ki v času visokih voda omogoča razlivanje pred naseljem Begunje. Velikost območja razlivanja se bo z 2D modelom računsko dokazal ali Dermičica ogroža objekte in OPVP.

Zaledje Begunjščice do naselja Begunje je veliko 13.8 km^2 in predstavlja večji del skupnega zaledja do izliva v Savo (17.97 km^2). Korigirane maksimalne vrednost pretokov so:

Q10 $21.11 \text{ m}^3/\text{s}$
Q100 $58.73 \text{ m}^3/\text{s}$
Q500 $89.77 \text{ m}^3/\text{s}$

Zaledje Blatnice do naselja Begunje je veliko 3.22 km^2 in je relativno zelo majhno. Korigirane maksimalne vrednost pretokov so: Q10 $5.37 \text{ m}^3/\text{s}$

Q100 $14.33 \text{ m}^3/\text{s}$
Q500 $21.17 \text{ m}^3/\text{s}$

Zaledje Dermičice do naselja Begunje je veliko 0.9 km^2 in je relativno zelo majhno. Korigirane maksimalne vrednost pretokov so:

Q10 $1.13 \text{ m}^3/\text{s}$
Q100 $3.42 \text{ m}^3/\text{s}$
Q500 $5.25 \text{ m}^3/\text{s}$

Maksimalne vrednosti pretokov za posamezne povratne dobe so razvidne iz hidrološkega poročila, kjer je narejena študija poplavnega vala s časom trajanja 36 ur.

Po ogledu terena in razgovorom z domačini ni bilo v območju naselja Begunje nobenih poplav, razen dogodka izpred 15. letih, ko se je utrgal oblak in ustvaril velik specifični odtok v zelo kratkem času. Begunjščica je s seboj prinesla velike količine naplavin in plavin, ki so zatrpale mostno odprtino na območju prečnega profila PBE63. Po besedah gospe Bizjak iz Begunje 66 je Begunjščica seboj prinesla smreko, ki se je zagostila v mostno odprtino. Voda, ki se je nabrala za zajezbo je segala do višine oken, kar je cca 1m na terenom desne brežine. Begunjščica je poplavljala le v svojem spodnjem toku, kar pa ni naš predmet obdelave. Poplavljala je tudi Blatnica in sicer v svojem spodnjem toku, kjer naj bi predstavljal problem avtocesta. Na območju obdelave je Blatnica prestopila bregove in se razlila po bližnjih poljih izven območja naselja.

Na območju letališča in avtoceste sta bili v preteklosti narejeni dve študiji, vsaj tako pravijo na Občini Radovljica.



Slika 2: Območje modeliranja OHM

Obravnavano območje pomembnega vpliva poplav obsega odsek od prečnega profila PBE37 do PBE87 na Begunjščici. Območje modeliranja pa zavzema tudi pritoka Blatnica in Dermičica, saj pričakujemo da bosta vodotoka poplavljala zaradi pod-dimenzioniranimi prepusti in nagiba okoliškega terena. Na sliki 1 je prikazano območje OPVP in območje zajetja LIDAR podatkov ter prečni profili izmerjeni na terenu.

Hidravlični izračun je bil izveden s programom MIKE FLOOD, ki združuje 1D modeliranje (MIKE 11) z 2D modeliranjem (MIKE 21). Za izdelavo 1D modela smo uporabili prečne profile izmerjene na terenu in sicer 130 profilov za Begunjščico, 46 profilov na Dermičici ter 54 profilov na Blatnici. Poleg treh vodotokov smo v model vključili tudi razbremenilnik Blatnice. Pri izračunu so bili upoštevani vsi prepusti, pragovi, mostovi in delujoči zapornici. Izjema, so bili izvzeti le pragovi, ki so zaradi hipne spremembe prereza destabilizirali izračun. Zaradi omejenosti programa z računskimi celicami v 2D modelu in občutljivosti programa smo izdelali računski model z velikostjo celic 4 x 4 m. V topografijo so vključeni tudi vsi objekti, ki se nahajajo ob strugi oz. na območju poplav. Pri združitvi 1D in 2D modela smo vključili vse topografske značilnosti terena in vseh strug. V modelu ni mlinščic saj predstavljajo le manjšo količino odvzete vode. Drugega dotoka skozi celotni odsek nimajo.?? Količina odvzete vode v mlinščici pa predstavlja bolj neugodno situacijo za glavni vodotok Begunjščica.



2.0 HIDROLOŠKE OSNOVE

Za območje porečja Zgoše (Begunjščice) je bila izdelana hidrološka študija visokih voda z določitvijo »dejanskih« maksimalnih pretokov in visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v nekaterih ključnih prerezih Zgoše in njenih pritokih, in sicer za potrebe izdelave kart razredov poplavne nevarnosti za območje pomembnega vpliva poplav (OPVP) 49-Begunje na Gorenjskem. Določitev hidroloških območij je sledilo izhodišču, da morajo hidrološke obdelave visokih vod zajeti celotno prispevno območje Zgoše. Podatki in rezultati so prikazani za hidrološke prereze za celotno porečje Zgoše. Za namen hidravličnega modeliranja na območjih OPVP so podani vhodni hidrogrami.

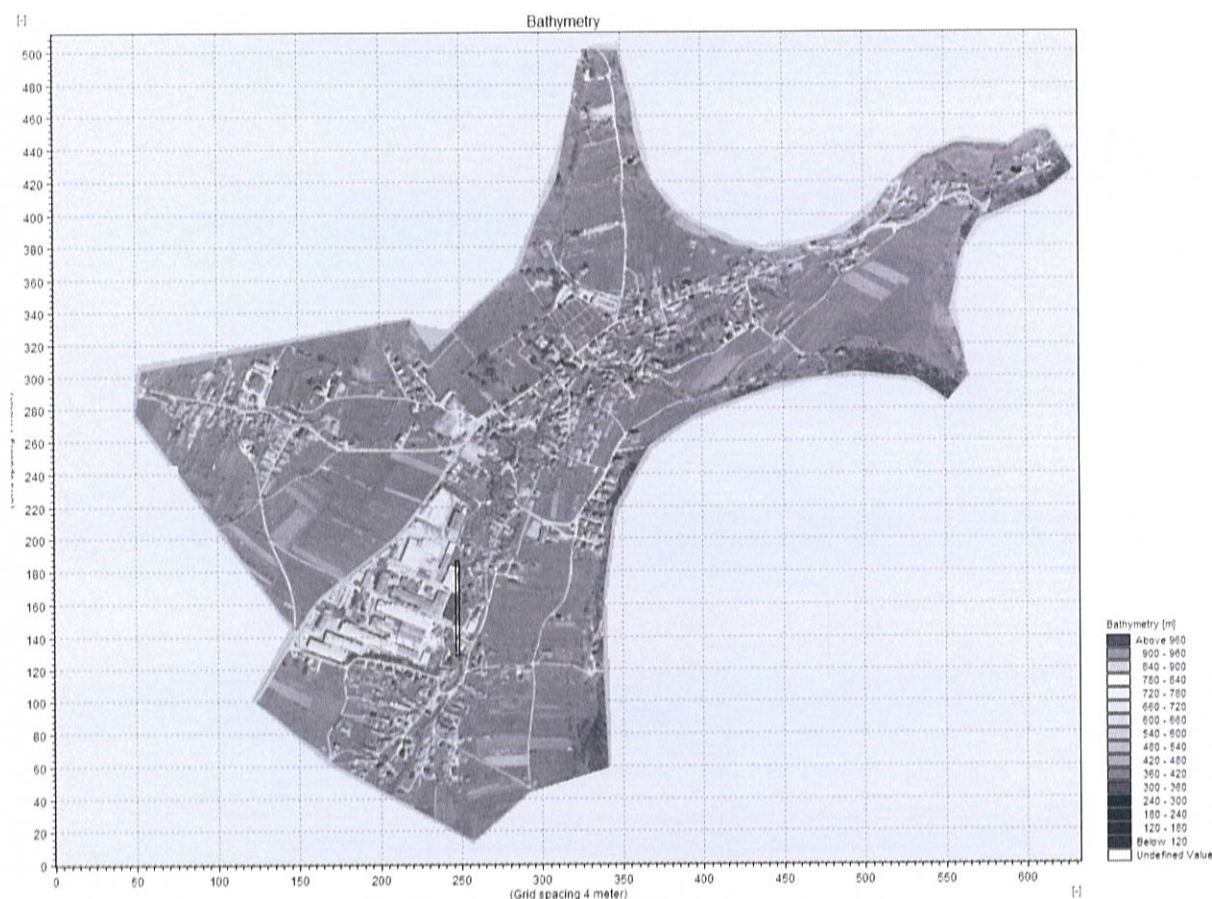
Za potrebe obdelave so bili pridobljeni in analizirani meteorološki in hidrološki podatki Agencije RS za okolje (v nadaljevanju ARSO). Analiza padavin (maksimalne dnevne padavine, maksimalne padavine z različnim trajanjem 5 minut do 24 ur) je obravnavala 19 padavinskih postaj od tega 5 ombrografov. Opredeljeno je prispevno območje Zgoše in njenih pritokov, določena so bila posamezna prispevna območja, dolžine vodotokov ter padci terena in padci vodotokov. Celotno prispevno območje Zgoše in njenih pritokov je bilo opredeljeno na podlagi kart TTN 1:5.000 (GURS). Pokrovnost tal je bila določena s pomočjo podatkovnega sloja Corine Land Cover za Slovenijo. Odtočni potencial zemljine je bil ocenjen na podlagi rezultatov študije "Ocena hidravlične prevodnosti tal v Sloveniji za pedokartografske enote merila 1:250000" (Biotehniška fakulteta UL, 2009). Glede na pokrovnost tal in odtočni potencial je bil določen izhodiščni parameter CN (številka krivulje) za določitev padavinskih izgub po SCS metodi.

Za posamezna prispevna območja je bil izdelan hidrološki model površinskega odtoka z različico programa HEC-HMS 3.5. Visokovodni valovi so bili izvrednoteni z metodo sintetičnega enotnega hidrograma po metodi SCS. Za modeliranje transformacije visokovodnega vala je bila uporabljena metoda Muskingum-Cunge. Na osnovi verjetnostne analize padavin in izdelanega hidrološkega modela so bili izračunani maksimalni odtoki v odvisnosti od padavin s povratno dobo 10, 100 in 500 let.

V študiji so obravnavane sledeče vsebine:

- opis hidrografskih, topografskih in drugih značilnosti porečja,
- analiza meteoroloških podatkov,
- izračun "dejanskih" pretokov in visokovodnih valov s povratno dobo 10, 100 in 500 let v izbranih hidroloških prerezih za različno trajanje padavin.

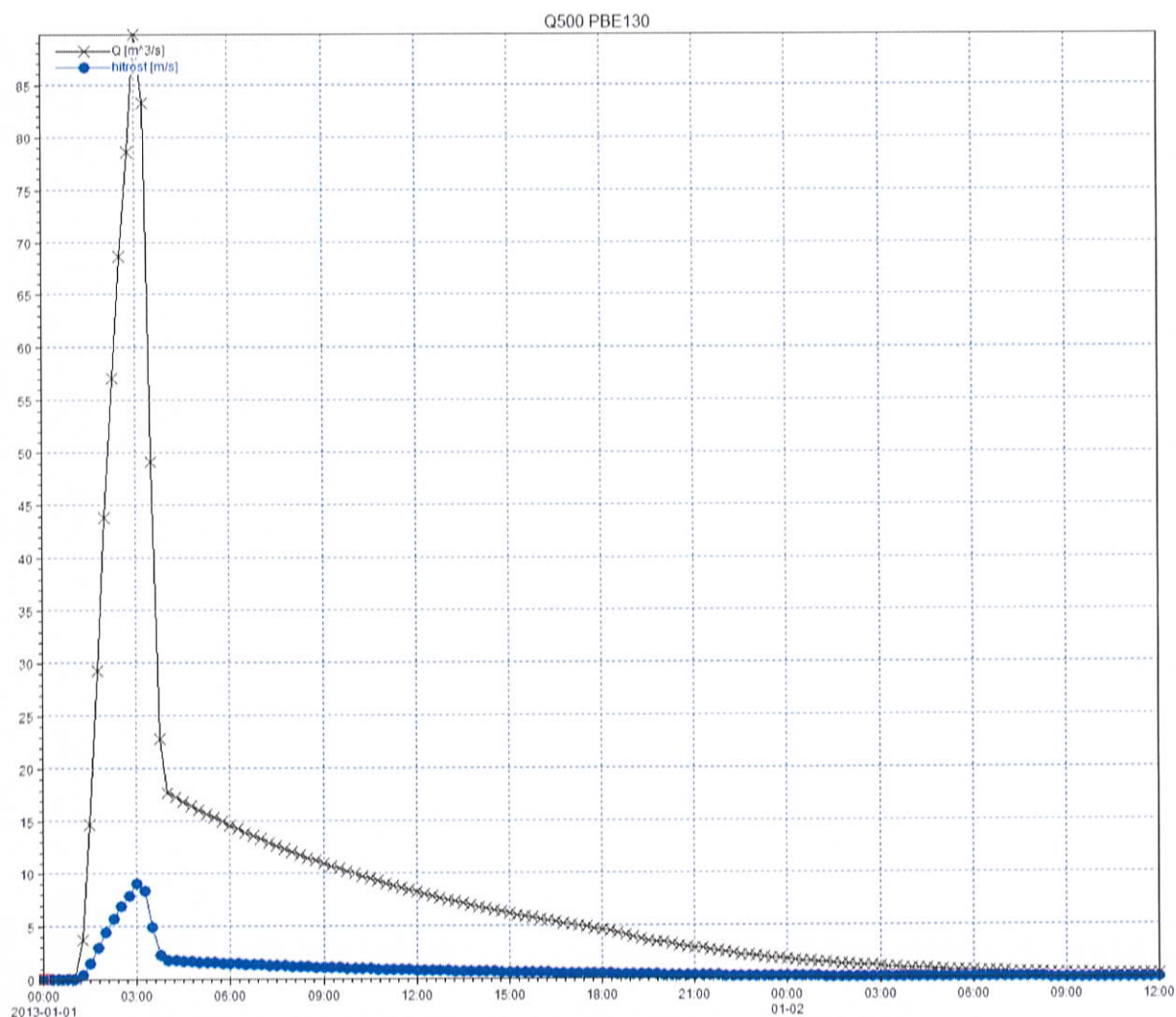
Vrednosti visokih vod na obravnavanem območju so v primerjavi s študijo Zgoše (VGI, 1996) nekoliko nižje, predvsem zaradi upoštevanja natančnejših podatkov o prepustnosti terena in vedenja pridobljenega tekom let o dogajanju na obravnavanem območju, kljub upoštevanju nekoliko višjih merodajnih padavin.



Slika 3: Batimetrija MIKE(delavna verzija)

Na računski čas 2D modela vpliva več faktorjev (programska oprema, velikost obravnavanega območja, natančnost vhodnih in izhodnih podatkov, ipd...). Za obravnavano območje smo simulirali 48 urne padavine. Zaradi strmega vzdolžnega naklona in majhnih poplavnih ravnic, ki so ob strugi, smo za vhodni podatek vzeli tisti hidrogram, ki je predstavljal najvišjo konico pretoka in ne volumna. Zaradi zmožnosti programske in strojne opreme smo morali časovni korak zmanjšati na 0,1 s pri 1D modelu. Pri takih časovnih korakih in dolžini vala znaša celotni čas izračuna 1-1.5 h. Pri 2D modelu smo zmanjšati računski korak na 0,001 s. Skupni čas izračuna traja nekaj dni.

Ker gre za razmeroma strm teren in velikim vzdolžnim padcem struge smo kot vhodni podatek podali tudi začetno hitrost vode poleg hidrograma pretoka po času. Hitrosti se gibljejo od 0.1-8 m/s in so odvisne od količine pretoka.



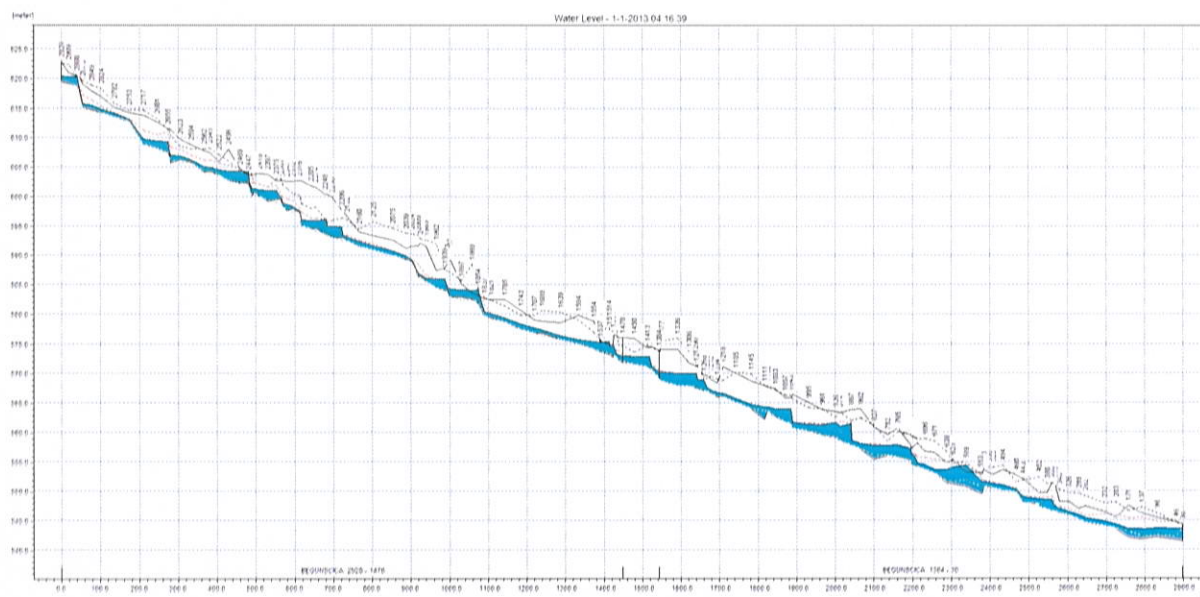
Slika 4: Hidrogram Begunjščice PBE130 Q500 (delavna verzija)

Batimetrija 2D modela, na podlagi katere MIKE 21 računa tok po poplavnih območjih, je sestavljena iz mreže celic z določeno velikostjo v x(633celic) in y(512celic) smeri. Računsko mrežo z gostoto celic 4 x 4 m smo izdelali na podlagi rasterizacije LIDAR posnetkov (klasificirani podatki oblaka točk) z uporabo modula v programskem okolju GIS. Iz baze podatkov o katastru so bili izvzeti tudi vsi objekti, ki so vanj zapisani in tudi vsi tisti objekti, ki niso ali pa jim zaradi same narave objekta ni potrebno vrisati v kataster, vodi pa vse eno predstavljajo prepreko. Te celice so bile ročno vzdignjene na enotno višino 750m



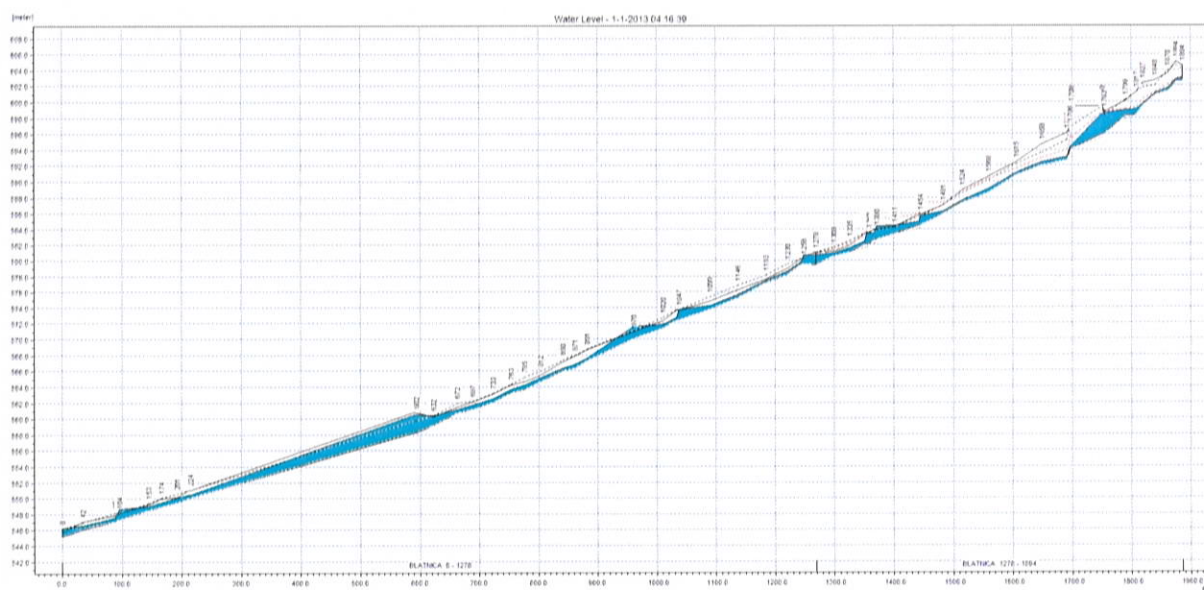
5.0 HIDRAVLICNI IZRAČUNI 1D MODELA

5.1 Visoke vode s povratno dobo 10 let



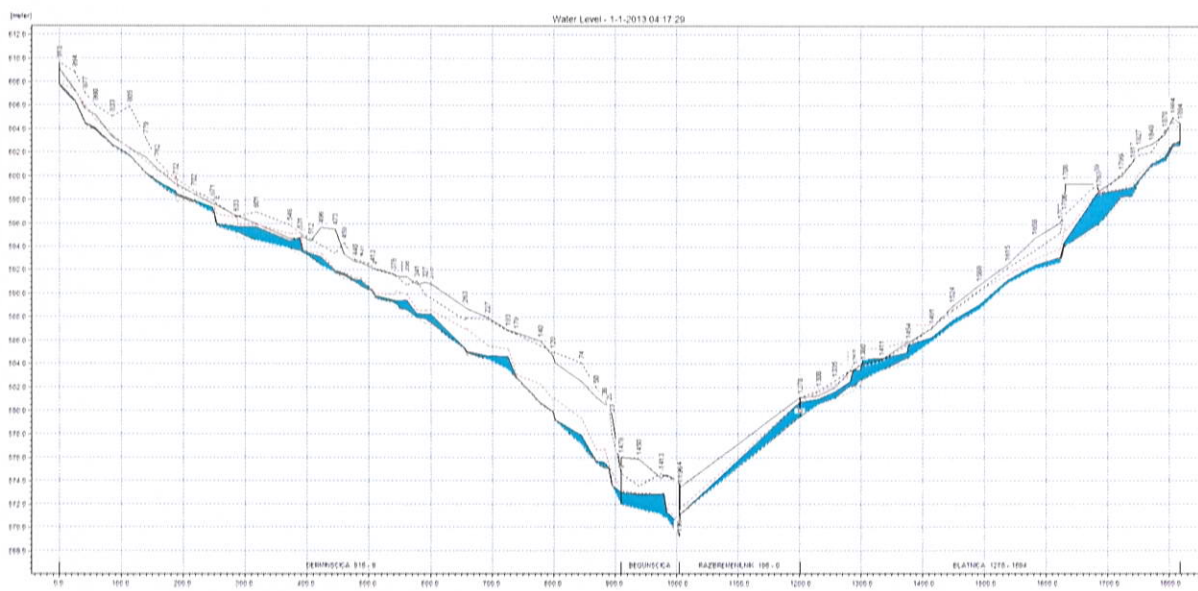
Slika 5: Begunjščica Q10(delavna verzija)

Slika 5 prikazuje vzdolžni prerez Begunjščice z povratno dobo Q10 v času 4:16:39. Rdeča črtkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.



Slika 6: Blatnica Q10(delavna verzija)

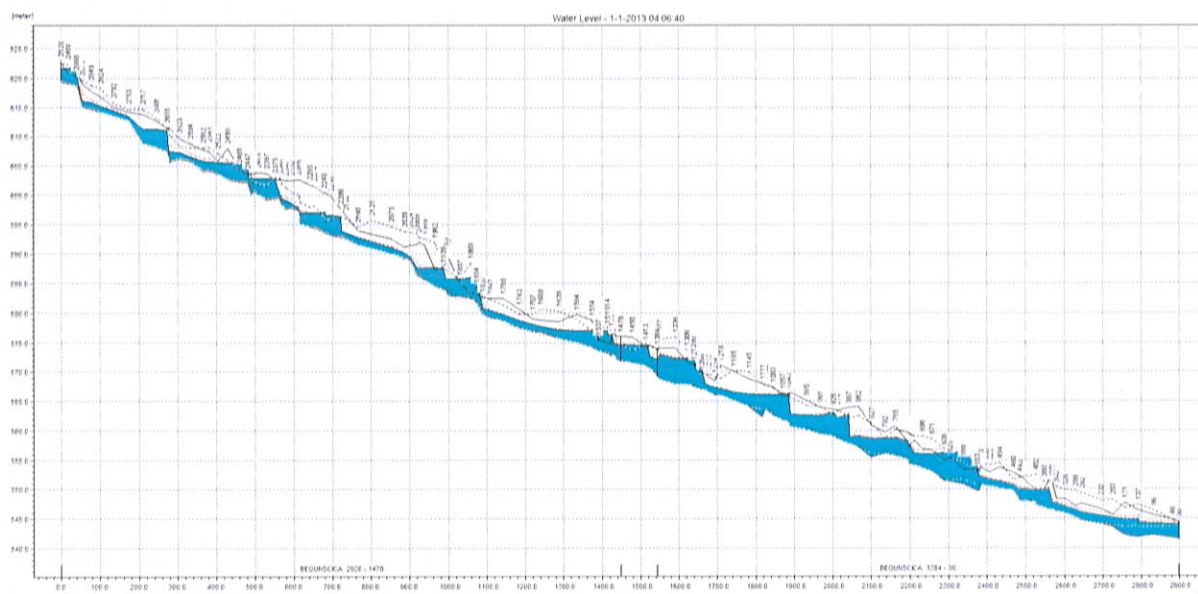
Slika 6 prikazuje vzdolžni prerez Blatnice z povratno dobo Q10 v času 4:16:39. Rdeča črtkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.



Slika 7: Dermičica in razbremenilnik Q10(delavna verzija)

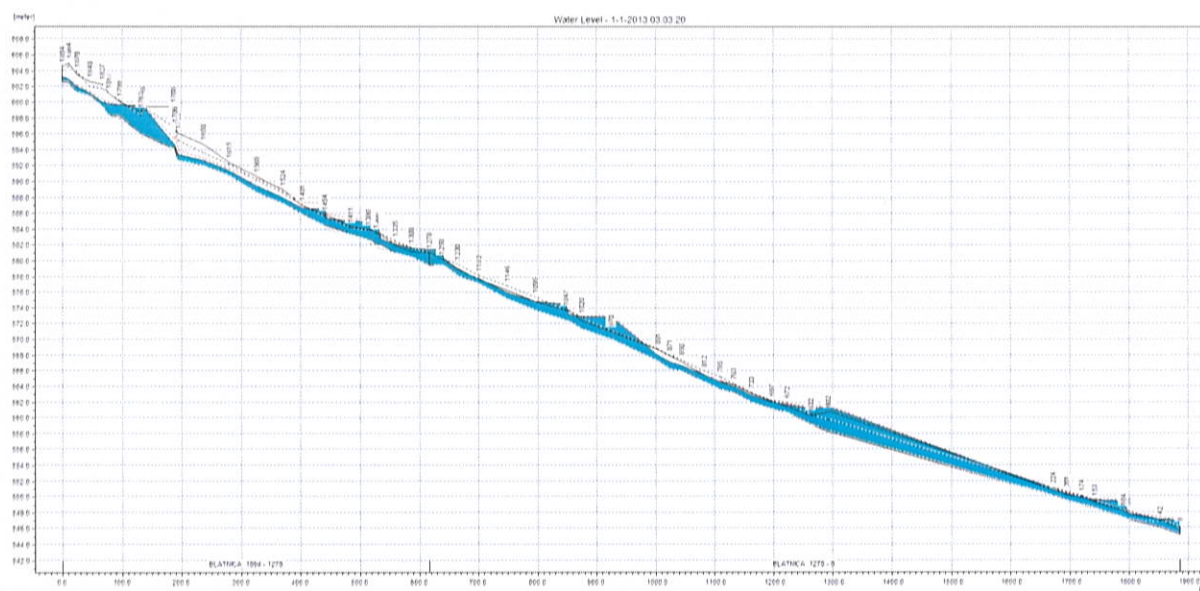
Slika 7 prikazuje vzdolžni prerez Dermičice, del Begunjščice od razbremenilnika do vtoka Dermičice, razbremenilnik in Blatnica gorvodno od razbremenilnega objekta z povratno dobo Q10 v času 4:16:39. Rdeča črtkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.

5.2 Visoke vode s povratno dobo 100 let



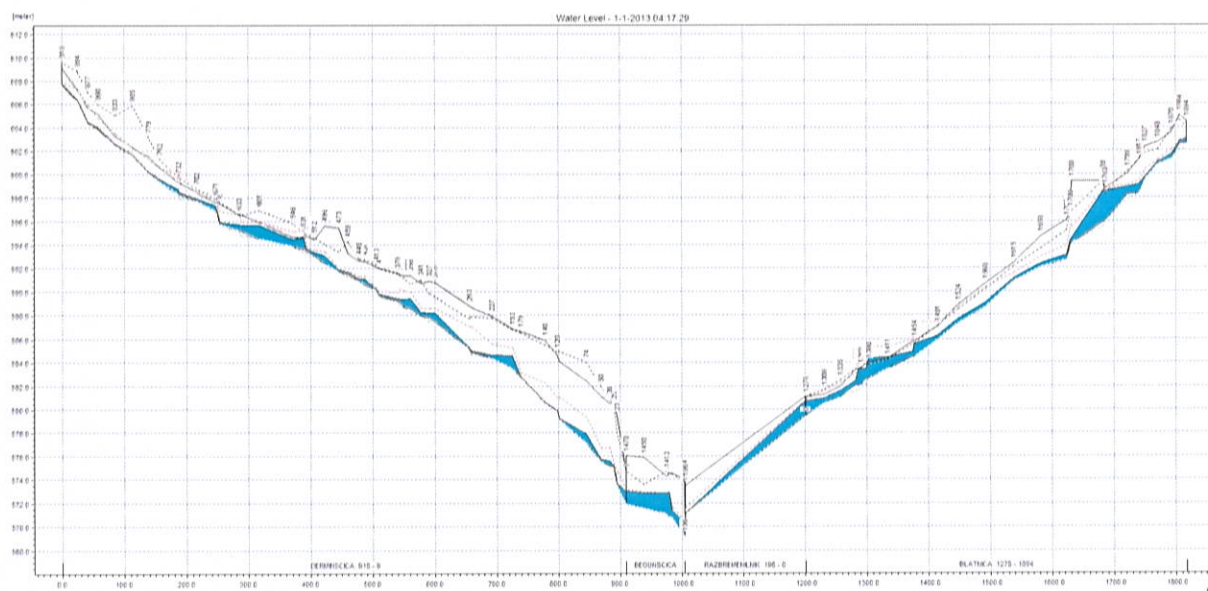
Slika 8: Begunjščica Q100(delavna verzija)

Slika 8 prikazuje vzdolžni prerez Begunjščice z povratno dobo Q100 v času 4:06:40. Rdeča črtkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.



Slika 9: Blatnica Q100(delavna verzija)

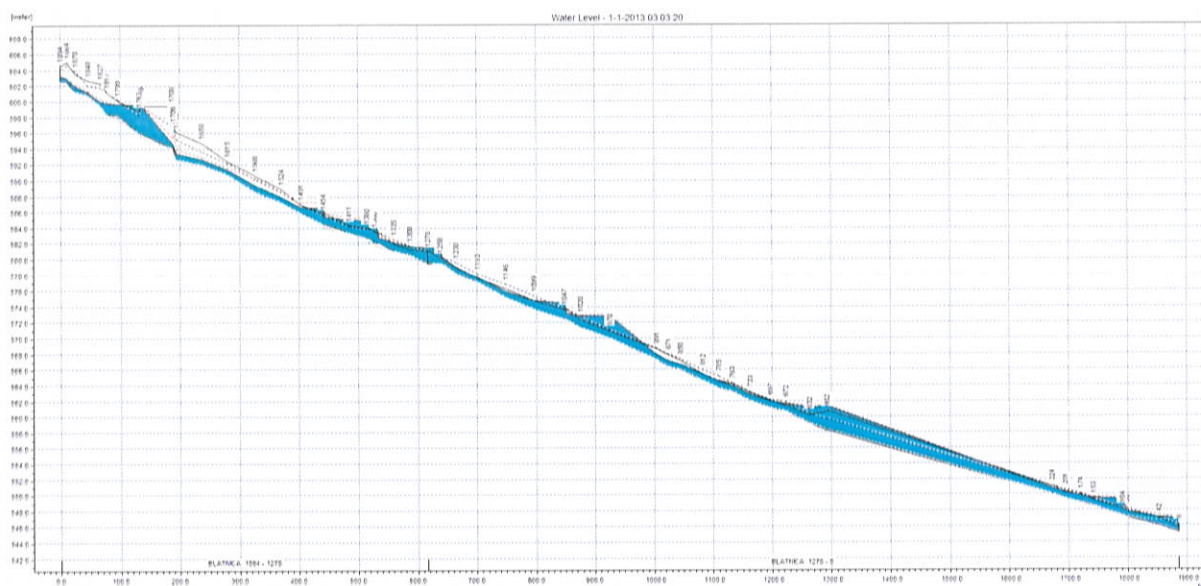
Slika 9 prikazuje vzdolžni prerez Blatnice povratno dobo Q100 v času 4:06:40. Rdeča črtkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.



Slika 10: Dermičica in razbremenilnik Q100(delavna verzija)

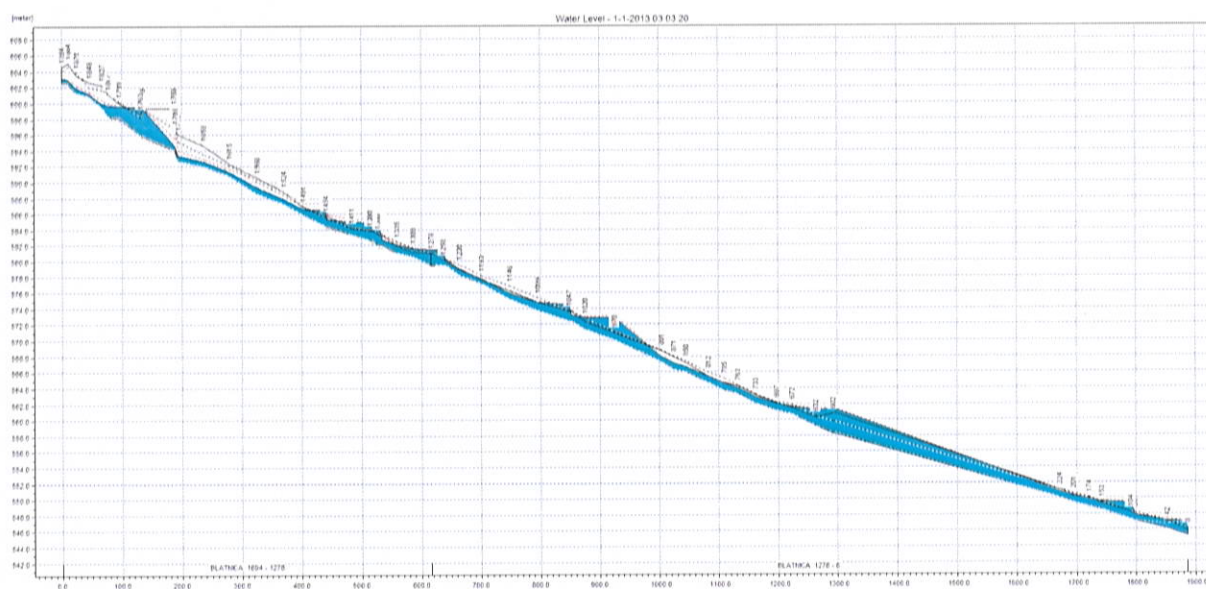
Slika 10 prikazuje vzdolžni prerez Dermičice, del Begunjščice od razbremenilnika do vtoka Dermičice in Blatnica gorvodno od razbremenilnega objekta z povratno dobo Q100 v času 4:06:40. Rdeča črtkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.

5.3 Visoke vode s povratno dobo 500 let



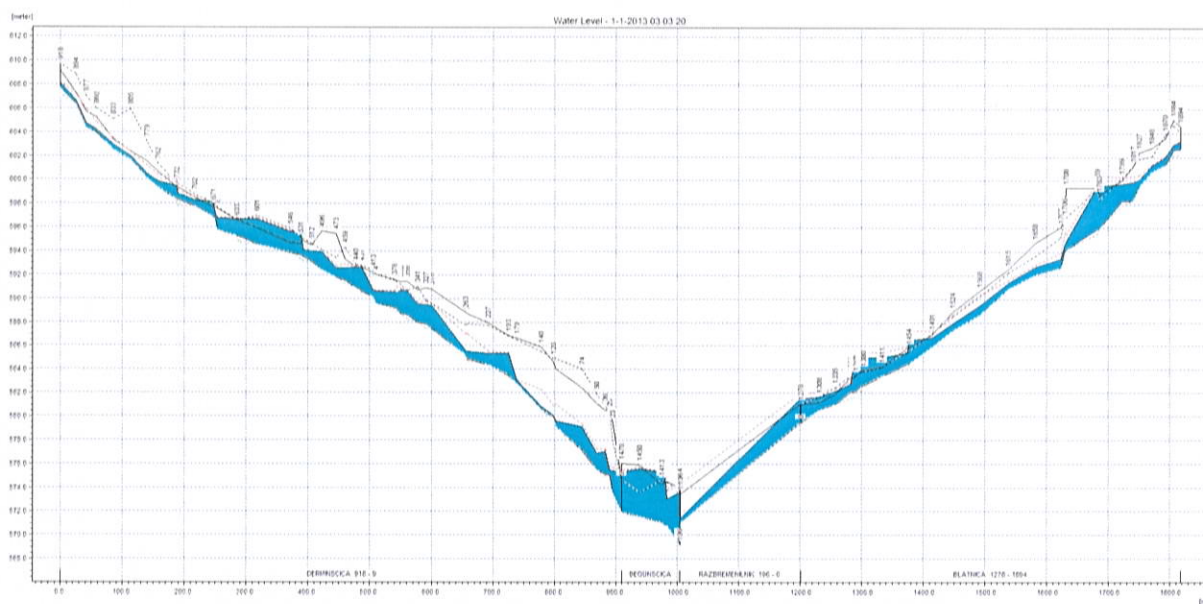
Slika 11: Begunjščica Q500(delavna verzija)

Slika 11 prikazuje vzdolžni prerez Blatnice povratno dobo Q500 v času 3:03:20. Rdeča črčkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.



Slika 12: Blatnica Q100(delavna verzija)

Slika 12 prikazuje vzdolžni prerez Blatnice povratno dobo Q500 v času 3:03:20. Rdeča črčkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.



Slika 13: Dermičica in razbremenilnik Q500(delavna verzija)

Slika 13 prikazuje vzdolžni prerez Dermičice, del Begunjščice od razbremenilnika do vtoka Dermičice, razbremenilnik in Blatnica gorvodno od razbremenilnega objekta z povratno dobo Q500 v času 3:03:20. Rdeča črtkana črta prikazuje maksimalno vrednost celotnega vala. To je le delni rezultat 1D modela.

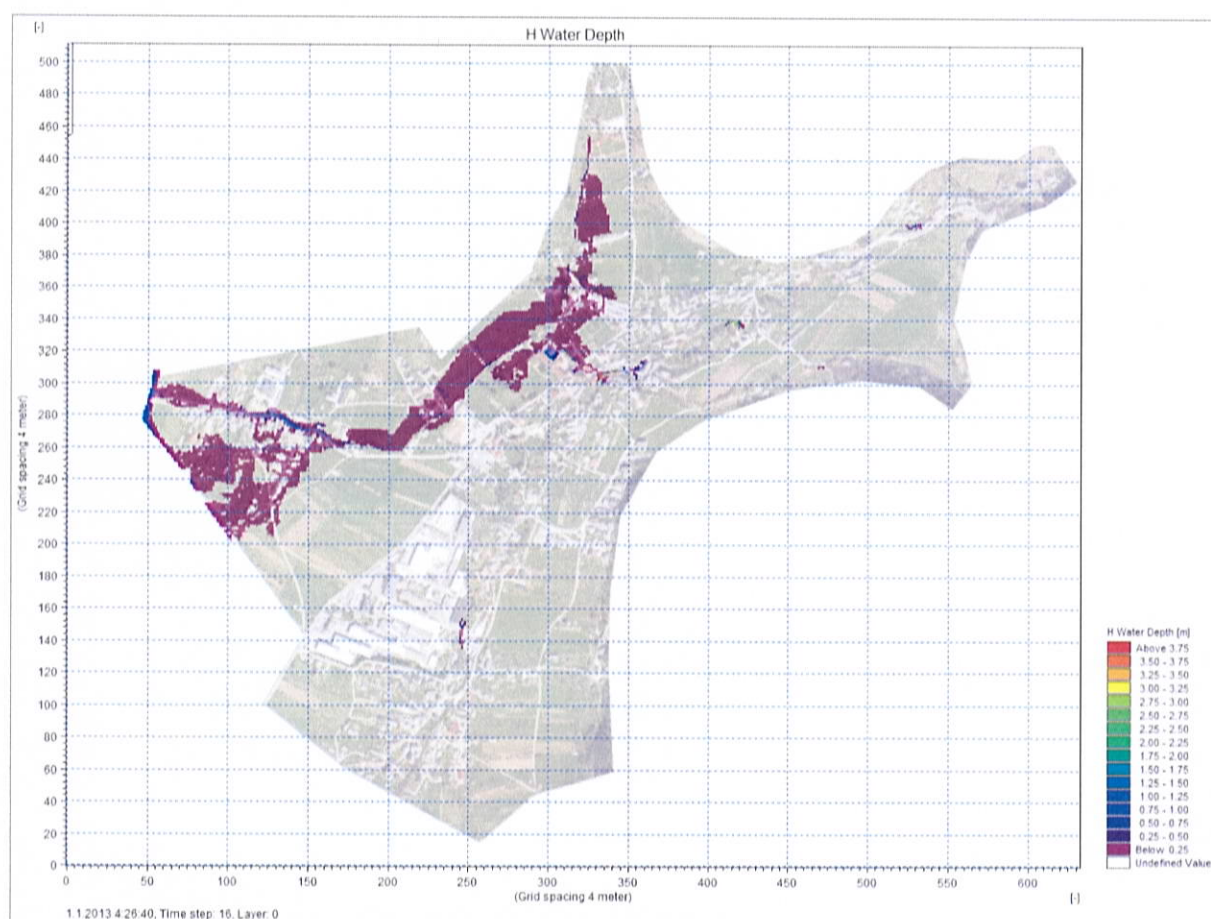


6.0 HIDRAVLICNI IZRAČUNI 2D MODELA

Ker gre za umiritev hidravličnega modela so vsi rezultati le okvirni. Potek in doseg poplavnih linij je lahko v naravi drugačen. Zato so to le okvirni rezultati.

6.1 Visoke vode s povratno dobo 10 let

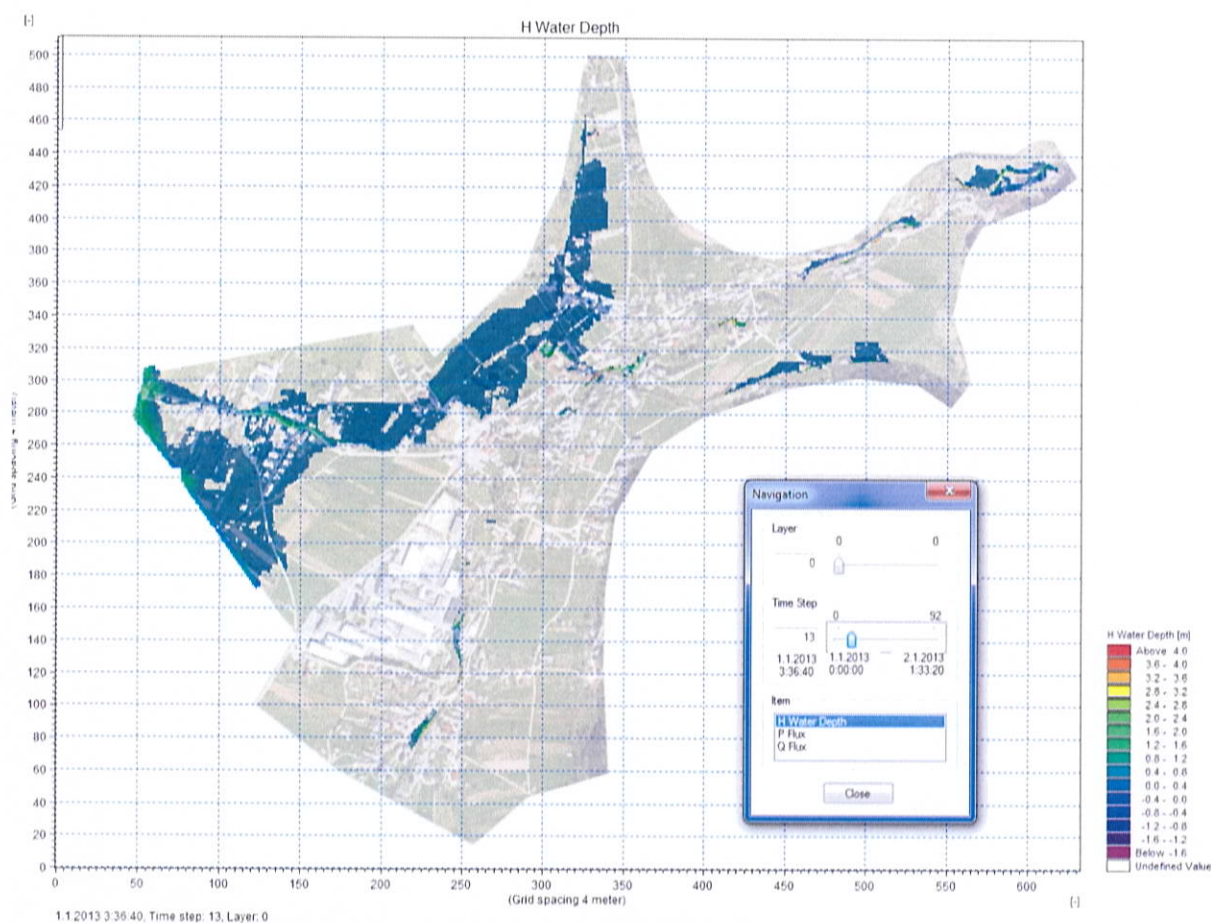
Na sliki 14 vidimo zapolnjene računske celice z vodo (poplava) in ortofoto posnetkom kjer je z barvami prikazana višina vode in doseg s povratno dobo 10 let pri času, ko je dosežen maksimalni doseg 4:26:40 uri.



Slika 14: Delni rezultat Q10 (delavna verzija)

6.2 Visoke vode s povratno dobo 100 let

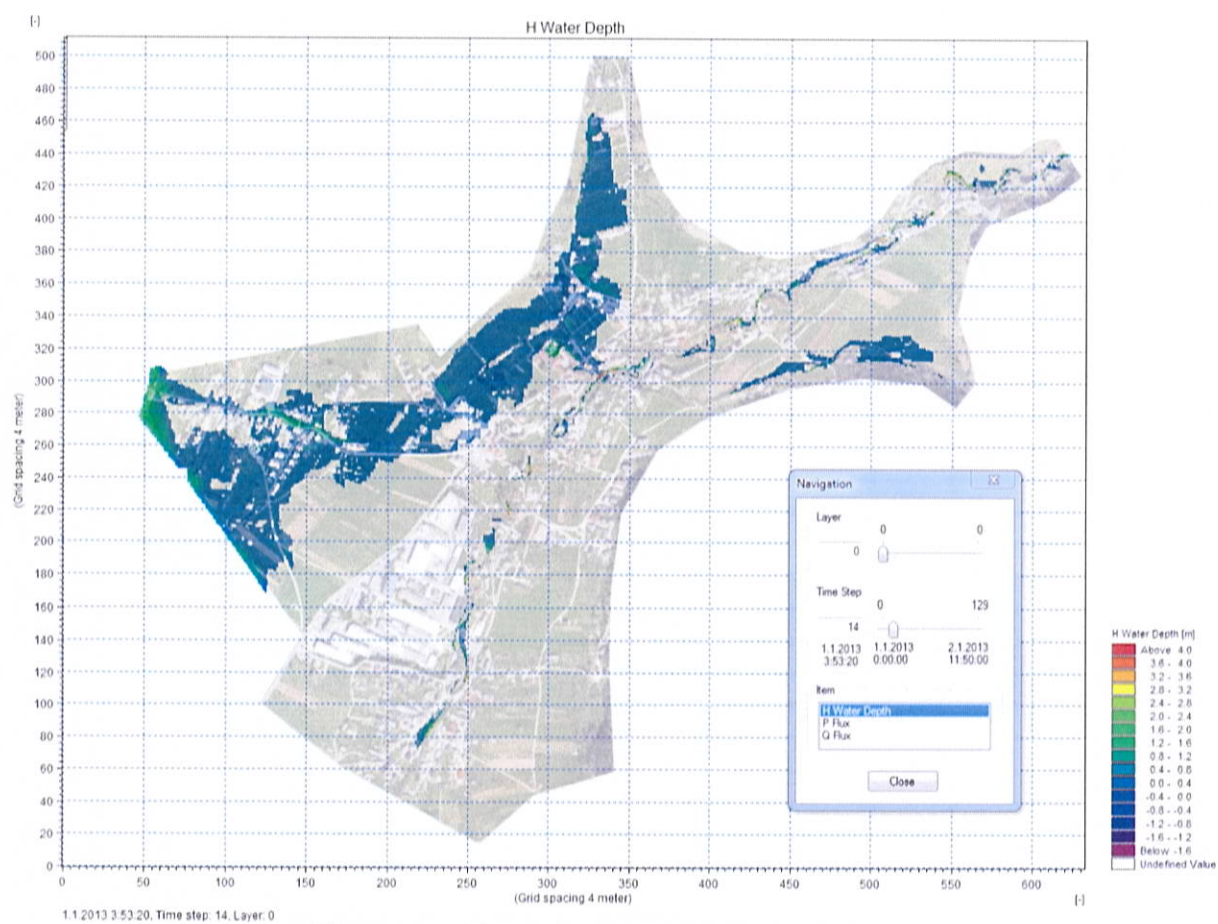
Na sliki 15 vidimo zapolnjene računske celice z vodo (poplava) in ortofoto posnetkom, kjer je z barvami prikazana višina vode in doseg s povratno dobo 100 let pri času, ko je dosežen maksimalni doseg 3:36:40 uri.



Slika 15: Delni rezultat Q100(delavna verzija)

6.3 Visoke vode s povratno dobo 500 let

Na sliki 16 vidimo zapolnjene računske celice z vodo (poplava) in ortofoto posnetkom, kjer je z barvami prikazana višina vode in doseg s povratno dobo 500 let pri času, ko je dosežen maksimalni doseg 3:53:20 uri.



Slika 16: Delni rezultat Q500(delavna verzija)



7.0 ZAKLJUČEK

Ker je model še v fazi izdelave in umirjanja podatkov so vsi rezultati zgolj okvirni in približni obstoječemu stanju v naravi. Ko bomo imeli rezultate bolj natančne s podatki, kje voda prestopi bregove, oziroma kakšna je višina vode v določenem profilu, bomo to primerjali z dogodki v naravi. Šele takrat, ko bodo dobljeni rezultati, kot so obseg poplav, višina vode in hitrost primerljivi z naravnim stanjem, bomo govorili, da je model umirjen, da simulira naravno stanje in določen dogodek.

Prvi zaključki so, da je doseg poplave za Q10, Q100 in Q500 pričakovani. Potrebni so še popravki kot so pokriti prepusti skozi naselje Poljče. Voda ne more prelivat, zato je potrebno postaviti nekakšno barjero. Ravno tako je obzidje pri graščini Bolnice Begunje, kjer je tudi pokriti razbremenilnik in voda ne more priti iz prepusta. Obzidje pa preprečuje da bi visoke vode Blatnice prešle do struge Begunjščice. Doseg Q500 je nekoliko pretiran pri Blatnici. Pri Begunjščici pa ni večjega poplavljanja. Vemo pa, da je gospa Bizjak, Begunje 66, omenila da je voda zaprla z prodom in naplavinami mostno odprtino in, da je zajezba zalila njihovo hišo v višini 1m. Zato bo potrebno za najbolj neugoden dogodek zapreti mostno odprtino in simulirati dogodek izpred 15let.

Poročilo sestavila:

Mitja Peček, univ.dipl.inž.vod. in kom.inž.