

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
za gradbeništvo  
in geodezijo



Hidravlično inženirstvo & Vodno gospodarstvo  
**Katedra za mehaniko tekočin,**  
KMTe, Hajdrihova 28, 1000 Ljubljana  
tel. (01) 425-34-60,

IZVAJALEC: Univerza v Ljubljani, FGG,  
**Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem**  
Hajdrihova 28, Ljubljana

NAROČNIK: **ARAO-Agencija za radioaktivne odpadke**  
Celovška cesta 182,  
1000 Ljubljana

POROČILO:

**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA OBMOČJA  
ODLAGALIŠČA NIZKO IN SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvod:

1

2

3



Ljubljana, junij 2015

  
prof. dr. Franci Steinman

**Ključne besede:** odtočne razmere, hidravlična analiza, HE Brežice, PMF, poplavna varnost NEK, odlagališče radioaktivnih odpadkov

**Kratka vsebina:** Umestitev odlagališča radioaktivnih odpadkov se načrtuje v neposredni bližini NE Krško, na območju, ki je pri sedanjem stanju v dosegu le višjih visokih vod reke Save. Ker je zagotavljanje poplavne varnosti takšnega objekta tudi pri ekstremnih visokih vodah izrednega pomena, so bile v sklopu te naloge s stališča poplavne varnosti preverjene predlagane projektne rešitve in podane nadaljnje usmeritve zanje. Enako kot pri poplavnih varnosti NE Krško je bil kot zadovoljiv kriterij za zagotavljanje poplavne varnosti izbran pretok  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$ . Poleg analize poplavne varnosti odlagališča, je bilo potrebno v sklopu naloge preveriti tudi vpliv odlagališča na odtočne razmere in morebiten vpliv na poplavno varnost NE Krško in drugih objektov ter dejavnosti na vplivnem območju reke Save, zato so izračuni opravljeni tudi pri scenarijih visokovodnih dogodkov nižjih povratnih dob.

Izračuni so bili izvedeni pri stalnem toku, kar predstavlja konzervativen pristop pri obravnavanju poplavne varnosti. Obravnavani so bili naslednji scenariji:

- $Q_{10,Sava} = 2560 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{Krka} = 80 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100,Sava} = 3750 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{20,Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{500,Sava} = 4510 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{20,Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{1000,Sava} = 4840 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{20,Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{PMF,Sava} = 7081 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 22 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{Sava} = 11130 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 22 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$

Ker je v prostoru trenutno neko vmesno stanje, med stanjem z že zgrajeno HE Brežice oziroma trenutno še brez nje, je bila primerjava izdelana glede obe mejni stanji. Sedanje stanje upošteva stanje brez HE Brežice, bodoče stanje pa ko bodo izvedeni vsi posegi ter ureditve po DPN HE Brežice.

Analiza temelji na izračunih, ki so bili izvedeni s hidrodinamičnim numeričnim modelom, ki je bil predhodno umerjen, verificiran in revidiran v sklopu projekta »Izvedba hibridnih hidravličnih modelov za območje spodnje vode HE Krško, območje HE Brežice in območje HE Mokrice« (FGG, Hidroinštitut in IBE, 2011).

Stanje prostora od leta 2011, ko so bili končani izračuni za HHM, je sedaj že spremenjeno. Nabor obstoječih oziroma načrtovanih sprememb v prostoru, ki so bile upoštewane v izračunih te naloge, obsega: objekte odlagališča radioaktivnih odpadkov Vrbina in navezovalno cesto med odlagališčem ter načrtovano regionalno cesto Krško-Brežice, odsek načrtovane regionalne ceste Krško-Brežice z vsemi navezovalnimi potmi do krožnega križišča z odcepom na odlagališče radioaktivnih odpadkov, nove objekte industrijsko-obrtne cone Vrbina ter objekte in deponijo izkopanega materiala nadomestnih habitatov (Kostak).

Številka poročila: KMTe – 12/06-2015

Datum: junij 2015

Nosilec naloge: prof. dr. Franc Steinman, univ. dipl. inž. gradb.  
Obdelal: mag. Gašper Rak, univ. dipl. inž. VKI.

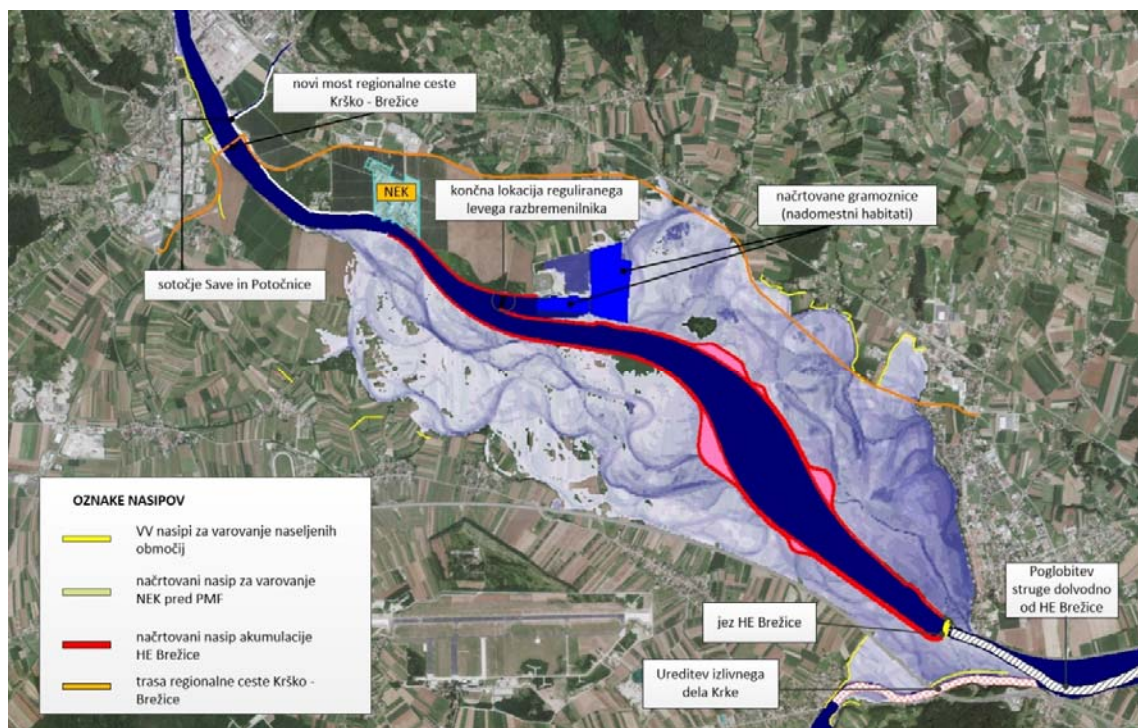
## Kazalo

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 4  |
| 2. Hibridno hidravlično modeliranje .....  | 7  |
| 2.1. Hibridno hidravlično modeliranje .....  | 7  |
| 2.2. Vzpostavitev fizičnega modela .....   | 8  |
| 2.3. Vzpostavitev matematičnega modela.....  | 9  |
| 2.4. Umerjanje in verifikacija modelov .....   | 10 |
| 3. ANALIZA IN REZULTATI.....   | 12 |
| 3.1. Odtočne razmere in poplavna varnost odlagališča NSRAO.....  | 14 |
| 3.2. Skupni vpliv odlagališča NSRAO in drugih posegov v prostor na gladinska stanja reke Save<br>vzdolž NE Krško ..... | 16 |
| 4. ZAKLJUČKI.....  | 17 |
| 5. SUMMARY REPORT .....  | 19 |
| 6. VIRI .....  | 21 |
| 7. SEZNAM PRILOG.....  | 22 |

## 1. UVOD

Zagotavljanje oziroma ohranjanje poplavne varnosti NE Krško je bilo eno od bistvenih izhodišč projekta HE Brežice, ki je bilo vgrajeno v vse projektiranje, od načrtovanja višine nasipov, tesnilnih del, prevajanja visokovodnih valov na retenzijske površine, do preveritve vplivov izgradnje HE Brežice na posamezne sisteme NE Krško. V projektu izgradnje HE Brežice uporabljene rešitve ohranjajo poplavno varnost NE Krško na obstoječem nivoju. Zaradi obveze po ohranjanju poplavne varnosti NE Krško so bile hidravlične analize že v fazi IDR narejene tudi za PMF pretok. Kasneje pa se je na zahtevo NE Krško za naloge, ki so analizirale različne možnosti projektnih rešitev v sklopu HE Brežice, kot zadovoljiv kriterij določil pretok prelivanja protipoplavne zaščite NE Krško pri 11130 m<sup>3</sup>/s.

Na podlagi preteklih študij ([1], [2], [3], [4], [5], [7], [8]), so bile pripravljene tehnične rešitve posegov in ureditev DPN HE Brežice ter zaščite NEK pred visokimi vodami usklajene in omogočajo varno obratovanje NEK tudi še pri pretoku PMF. Računski dokazi za to so že bili podani, dokumentirani in zajeti v vse tehnične rešitve projektne dokumentacije izgradnje HE Brežice v vplivnem območju NEK. Rezultati vseh dosedanjih izračunov poplavne varnosti NE Krško dokazujejo, da izgradnja HE Brežice poplavno varnost NE Krško ohranja, oziroma jo v določenih scenarijih celo izboljšuje. Posegi in ureditve, ki so bile upoštevane v dosedanjih rešitvah so prikazane na spodnji sliki.



**Slika 1: Situacijski prikaz z vsemi predvidenimi posegi bodočega stanja na območju DPN HE Brežice, ki so bili obravnavani v dosedanjih hidravličnih analizah na območju HE Brežice.**

Ker so bile končne rešitve posegov po DPN HE Brežice in ureditve za izboljšanje poplavne varnosti NE Krško že usklajene in potrjene, nekatere so celo že izvedene oziroma so v fazi izgradnje, je potrebno pri novo načrtovanih objektih na območju dosega visokih voda reke Save iskati rešitve skladne s potrjenimi projektnimi rešitvami omenjenih objektov. Na območju NE Krško in HE Brežice to pomeni, da je treba pri analizi vpliva posegov na odtočne razmere poleg poplavne varnosti samih posegov, preveriti tudi vpliv načrtovanih posegov na morebitno poslabšanje razmer NE Krško in drugih objektov ter dejavnosti na vplivnem območju reke

Save. V sklopu te naloge je bila tako opravljena hidravlična analiza poplavne varnosti načrtovanega odlagališča nizko in srednje radioaktivnih odpadkov Vrbin (odlagališče NSRAO). Enako kot pri NE Krško je zagotavljanje poplavne varnosti takšnega objekta tudi pri ekstremnih visokih vodah izrednega pomena. Zato je bil kot zadovoljiv kriterij za zagotavljanje poplavne varnosti tudi za odlagališče izbran pretok  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$ . Poleg analize poplavne varnosti odlagališča, je bilo potrebno v sklopu naloge preveriti tudi vpliv odlagališča na odtočne razmere in morebitno poslabšanje odtočnih razmer drugih objektov in dejavnosti na vplivnem območju reke Save. Zato se je analiza izvedla tudi za scenarije visokovodnih dogodkov nižjih povratnih dob.

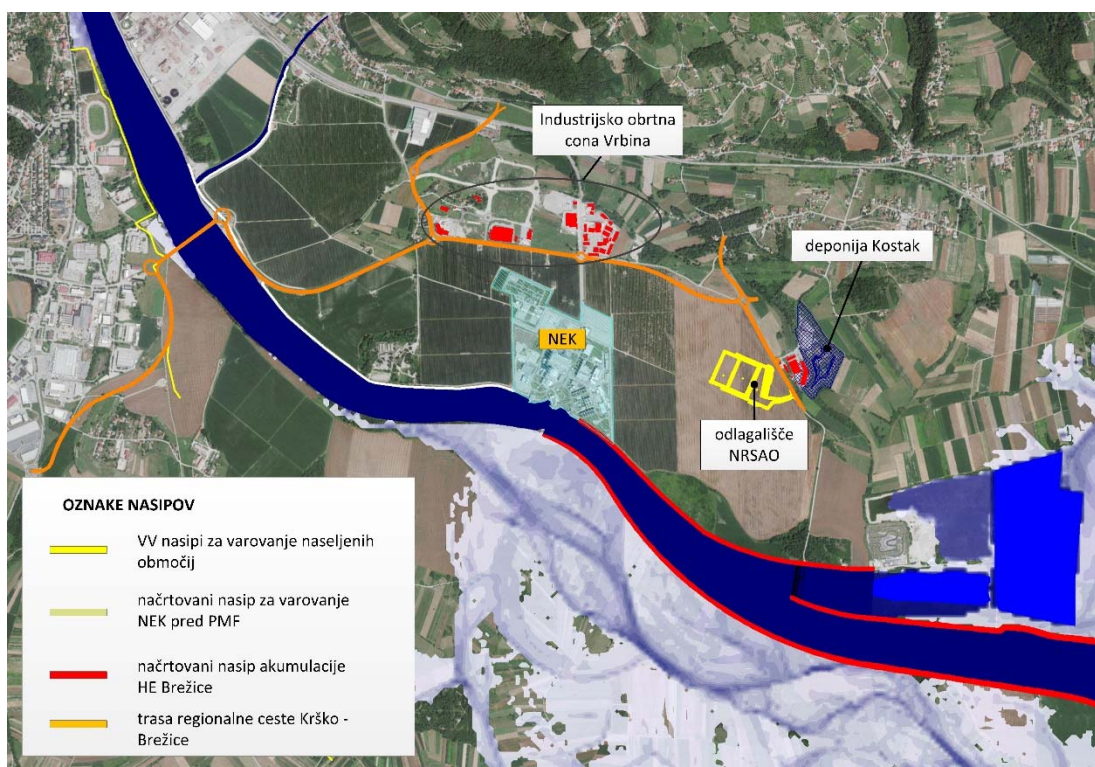
Ureditve za zagotavljanje poplavne varnosti NE Krško so bile delno že izvedene, prav tako se je spomladi lanskega leta pričela gradnja HE Brežice. Na ta način se trenutno v prostoru pojavlja neko vmesno stanje, med stanjem s HE Brežice oziroma brez nje. V sklopu te naloge so bile zato analize in primerjave izdelane za tri stanja in sicer za sedanje stanje, za bodoče stanje s HE Brežice vendar brez načrtovanega odlagališča NSRAO, ter za stanje z zgrajenim NSRAO. Opis stanja prostora, ki je bilo upoštevano v posamezni varianti, je podano v nadaljevanju.

Pri sedanjem stanju je upoštevana topografija in batimetrija izmerjena z geodetskim in LIDAR posnetkom leta 2007, ko je bil narejen za potrebe načrtovanja HE Brežice. Prav tako so v izračunih sedanjega stanja upoštevane tudi vse (za)znane spremembe v prostoru (objekti, ureditve), ki so se zgodile v obdobju zadnjih let. Tako so bili upoštevani novi razpoložljivi podatki o batimetriji struge Save in topografiji obvodnega prostora gorvodno od NEK. Aktualni rezultati geodetskega snemanja dna struge Save, ki so prikazani v Geodetskem elaboratu [16], kažejo da se je od leta 2007 (ko je bil narejen posnetek batimetrije za potrebe načrtovanja HE Brežice) pojavilo nekoliko poglobljanja struge Save (do skoraj 1 m, tipično pa nekaj 10 cm) v vseh preverjenih rečnih profilih med P102 in P108. Na levem bregu, dolvodno od industrijske cone VIPAP, torej na vplivnem območju NEK, je bila v zadnjem letu končana tudi nova tovarna Krke, v sklopu katere je bilo poleg izgradnje stavb in objektov v poplavnem prostoru izvedeno tudi nasipavanje terena, kar je upoštevano kot trenutno stanje topografije. Prav tako je bilo v modelu upoštevano že izvedeno nadvišanje visokovodnih zaščit NE Krško ob Potočnici in Savi. Zaradi primerljivosti rezultatov s preteklimi študijami je v modelu upoštevano sedanje stanje v prostoru enako, kot je bilo upoštevano v študiji »NEK Krško – Ukrepi za ohranitev poplavne varnosti, Študija variant, rev. A.« iz leta 2014 [8].

Za izračune vseh scenarijev bodočega stanja brez NSRAO je bilo obravnavano območje sedanjega stanja modificirano z vsemi načrtovanimi posegi in spremembami po DPN HE Brežice in DPN HE Mokrice, ki imajo vpliv na odtočne razmere na območju HE Brežice. Tako so bili upoštevani objekti in ureditve, potrebne za delovanje hidroelektrarne, kot so razbremenilnik (VVR), visokovodno-energetskih nasipi akumulacije, pregradni objekti HE, vključno z deponijami za odlaganje materiala ob čiščenju struge Save. Upoštevani so bili posegi za rekonstrukcijo obstoječih in gradnjo novih visokovodnih nasipov in drugih ureditev za zagotavljanje poplavne varnosti v vplivnem območju, načrtovane ureditve izlivnega odseka Krke in obvodnega prostora, kot to zahtevajo smernice Zavoda RS za ribištvo, vsi nadomestni habitati in most načrtovane obvoznice Krško-Brežice pri Žadovinku. Ni pa bilo upoštevano cestno telo in spremljajoče ureditve načrtovane regionalne ceste Krško-Brežice, katere DPN še ni sprejet, saj še vedno poteka usklajevanje končnih rešitev. Za zagotavljanje poplavne varnosti NEK je bila upoštevana varianta 12a osnovne študije »Ukrepi za ohranitev poplavne varnosti, Študija variant, rev. A.« iz marca 2014, ki zahtevane dodatne poplavne varnosti rešuje brez posegov v strugo Save. Po tej varianti se izvede dodatni dvig kote zaščite ob Potočnici v obliki

dotatnega varovalnega zidu višine 50 cm na odseku nasipa (dolžina 450 m) in 50 cm nadzidave obstoječega varovalnega zidu na odseku dolžine 320 m.

Za bodoče stanje z odlagališčem NSRAO so se dodatno, poleg načrtovanega odlagališča, upoštevali še navezovalna cesta med odlagališčem ter načrtovano regionalno cesto Krško-Brežice, odsek načrtovane regionalne ceste Krško-Brežice z vsemi navezovalnimi potmi do krožnega križišča z odcepom na odlagališče radioaktivnih odpadkov, trenutno zgrajeni objekti iz industrijsko-obrtne cone Vrbina, ter objekti in deponije izkopanega materiala nadomestnih habitatov (Kostak). Razpoložljivo projektno dokumentacijo oz. druge geometrijske podatke je priskrbel naročnik oziroma projektant načrtovanih posegov odlagališča. Prikaz vseh v tej analizi upoštevanih objektov in ureditev je prikazan na spodnji sliki.



**Slika 2: Situacijski prikaz lokacije odlagališča NSRAO in drugih objektov, ki so bili zajeti v hidravlični analizi glede na upoštevano stanje prostora.**

Hidravlična analiza je bila za posamezno stanje izvedena za stalni tok (konzervativna predpostavka vseh dosedanjih izračunov) in sicer za scenarije:

- $Q_{10,Sava} = 2560 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{Krka} = 80 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100,Sava} = 3750 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{20,Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{500,Sava} = 4510 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{20,Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{1000,Sava} = 4840 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 2 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{20,Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{PMF,Sava} = 7081 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 22 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{Sava} = 11130 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $Q_{Potočnica} = 22 \text{ m}^3/\text{s}$  in  $Q_{Krka} = 453 \text{ m}^3/\text{s}$

Pri teh razmerah pa niso upoštewane zaledne vode z območja severno od železniške proge in ne lastne padavinske vode na obravnavano območje.

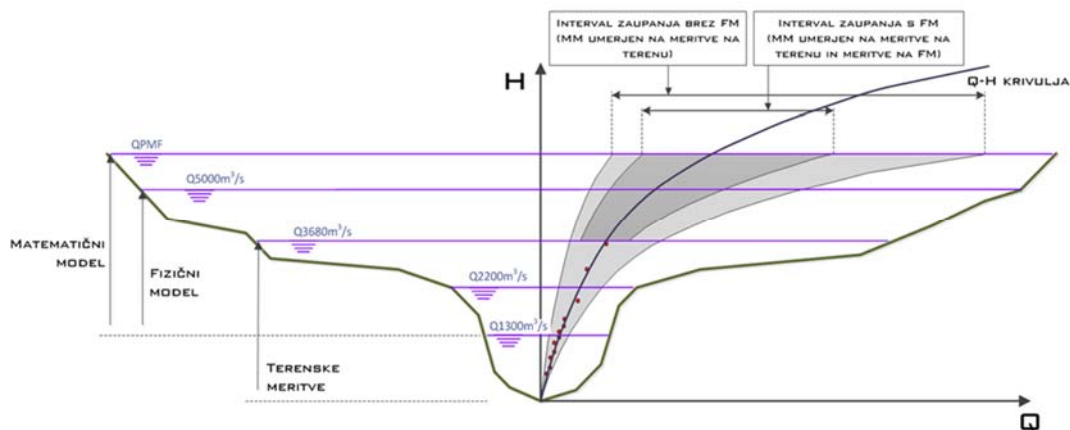
Grafično in tabelarično so za primerjavo razmer pri enakem scenariju (kombinaciji pretokov) podani tudi rezultati za sedanje in za dve bodoči stanji (z in brez NSRAO).

## 2. HIBRIDNO HIDRAVLIČNO MODELIRANJE

Analiza je bila izvedena s hidrodinamičnim matematičnim modelom, ki je bil vzpostavljen v okviru hibridnega hidravličnega modeliranja (ti. HHM) za potrebe načrtovanja HE Brežice. Pri tem je bil uporabljeno programsko orodje MIKE Flood, ki združuje programsko okolje za 2D modeliranje (MIKE 21) in programsko okolje za 1D modeliranje (MIKE 11). Izbor programskega orodja je narekovala predvsem možnost simuliranja dinamike obratovanja zaporničnih elementov. Umerjen in verificiran model na podatke izmerjene v naravi in na fizičnem modelu (kot je bil uporabljen v hidravlični analizi) omogoča simulacije dogodkov izven obsega meritev in analizo načrtovanih sprememb v prostoru. Dodatna verifikacija modela pri VV dogodku in ob upoštevanju zadnjih sprememb v prostoru bi bila mogoča edino s podatki VV dogodka, ki bi se zgodil v zadnjem obdobju in bi bil primerno dokumentiran.

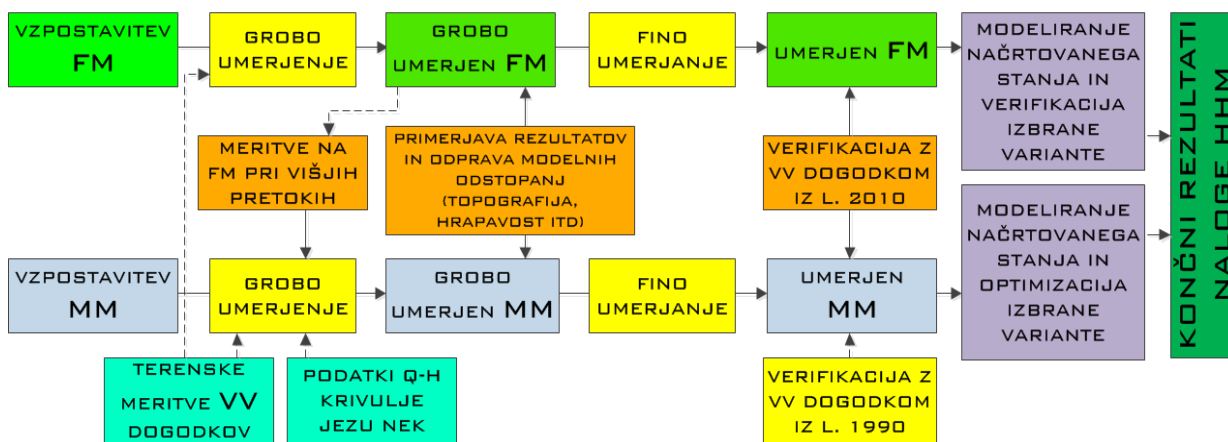
### 2.1. Hibridno hidravlično modeliranje

Osnovna ideja pri modeliranju s kombinacijo fizičnega in matematičnega modela je združiti prednosti matematičnega in fizičnega modela – posamezni procesi se modelirajo z orodjem, ki proces natančneje in zanesljiveje simulira, hkrati pa je možna medsebojna primerjava [9]. Fizični modeli pri tem zagotavljajo predvsem tiste (izmerjene) informacije o procesih, ki jih tudi sodobni matematični modeli še ne morejo zadovoljivo opisati (predvsem vrtnčenje in razni s tem povezani 3D pojavi). Matematični modeli pa fizične dopolnijo ali nadomestijo tam, kjer je potrebno veliko število variantnih analiz, s preveritvijo velikega števila podatkov v postopku optimizacije načrtovanja ter tedaj, ko je potreben izčrpen in učinkovit prikaz rezultatov v postopkih odločanja. Prav tako matematični modeli omogočajo analize za veliko večja območja kot fizični modeli, ki so omejeni z zmogljivostjo laboratorija (obseg površin, zmogljivost črpališč idr.). Z izvedbo dveh modelov istega obravnavanega območja se zagotovi tudi ustrezno medsebojno umerjanje modelov. Na primer, če je matematični model, zaradi hitrejše vzpostavitve in bolj obvladljivega delovnega okolja vzpostavljen za večje poplavno območje, je dodatni fizični model potreben predvsem zaradi umerjanja matematičnega modela pri višjih pretokih, tj. tistih, ki se v naravi še niso pojavili, ali pa za umerjanje tokovnih razmer na poplavnih področjih, kjer v naravi ni bilo izmerjenih veličin toka - za umerjanje matematičnega modela se torej uporabijo rezultati fizičnega modela. Zaradi tega se negotovost rezultatov pri matematičnem modeliranju zmanjša oziroma se poveča zaupanje v rezultate v območju ekstrapolacije, to je za dogodke, za katere obstaja majhna statistična verjetnost, da bi se v prihodnosti lahko zgodili (Slika 3). Takšni so tudi primeri obravnavani v tej nalogi, npr. pojav največjega verjetnega pretoka (angl. probable maximum flood, PMF) v območju Nuklearne elektrarne Krško (NEK).



Slika 3: Zožitev območja negotovosti rezultatov z uporabo fizičnega in matematičnega modela (interval zaupanja ni prikazan v merilu - je le ilustrativen).

V prvi fazi modeliranja sta oba modela vzporedna in neodvisno vzpostavljena skozi standardne faze modeliranja – priprava geometrije/izgradnja modela na podlagi podatkov topografije, izmerjene v naravi, nato pa sledi umerjanje in verifikacija na pretekle visokovodne dogodke. V naslednjem koraku rezultate v prvi fazi umerjenih modelov primerjamo in analiziramo morebitna odstopanja. Glede na vzroke razhajanja rezultatov modelov se posamezen model modificira. Postopek, ki ga imenujemo fino umerjanje, se ciklično ponavlja dokler ni dosežena želena oziroma zahtevana stopnja zaupanja v rezultate (Slika 4).



Slika 4: Prepletanje in povezovanje pri vzpostavitvi fizičnega (FM) in numeričnega modela (MM) za primer modeliranja območja HE Brežice.

## 2.2. Vzpostavitev fizičnega modela

Celotno območje (od Krškega do meje z Republiko Hrvaško), ki je bilo obravnavano v sklopu HHM, je bilo zaradi obsežnosti pri modeliranju razdeljeno na 3 fizične modele (FM) z delnim prekrivanjem obsega fizičnih modelov [10]. Ta način je omogočal večje merilo fizičnih modelov in manjše osnovne računske elemente matematičnega modela, s čimer se je povečala tudi natančnost modeliranja. Zaradi obsežnosti območja modeliranja HE Brežice je bil fizični model izveden v distorziranem merilu. Na ta način se je bilo mogoče pri toku preko retenzijskih površin izogniti preveč plitvemu toku oz. vplivu površinske napetosti na obsežnih inundacijah,



ter zagotoviti ustrezne meritve poteka gladin oz. globin vode. Faktor distorzije in modelnega merila je bil omejen s prostorskimi kapacitetami laboratorija, z zahtevami modelne natančnosti in hidravličnih omejitev [11], ki jih podajajo enačbe:

$$n \leq 0,1(b/h)_n \quad (1)$$

$$n_{\max} = [0,2/(k/h)_n]^{1/3} \quad (2)$$

$$L_{r\max} = C \cdot n^{10/3} \quad (3)$$

$$C = 5,65 \cdot 10^{-3} \cdot \text{Re}_n^{2/3} (k/h)_n^{7/9} \quad (4)$$

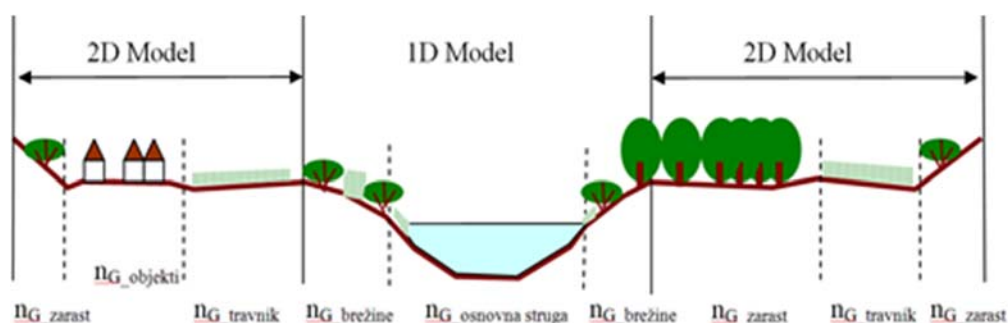
Kjer je  $n$  faktor distorzije,  $b$  [m] širina vodne površine,  $C$  koeficient [-],  $h$  globina vode [m],  $k$  ekvivalent hrapavosti zrna [mm] (Nikuradse),  $L_r$  merilo dolžin [-],  $Q$  pretok [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] in  $\text{Re}$  Reynoldsovo število [-]. Razpoložljivi prostor laboratorija je omogočal realizacijo fizičnega modela območja HE Brežice v merilu dolžin  $L_r=125$ , medtem ko bil faktor distorzije enak  $n=2$ , kar daje skupaj  $n_{\max}=2,2$  za pretok  $Q_n=5000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Faktor merila pretoka je bil torej enak:

$$Q_r = L_r^{5/2} / n^{3/2} = 6176324 \quad (5)$$

Topografija fizičnega modela je bila izvedena s pomočjo prečnih profilov in je bila zaradi zahtevnosti oblikovanja na veliki površini (površina modela je namreč merila okoli  $1500 \text{ m}^2$ ) izvedena v več fazah. Umerjanje modela in kasnejše meritve gladin se je izvajalo s pomočjo piezometrov, vgrajenih v telo modela. Hidravlična hrapavost se je v fazi umerjanja dosegala z vgrajevanjem večjih hrap tako v rečno korito, kot tudi na poplavne površine, na katerih se je upoštevala dejanska raba prostora (npr. sadovnjaki, gozdovi...). Tehnična hrapavost, dosežena z uporabo različnih frakcij peska, se je spreminjala v takšni meri (ti. hidravlična hrapavost), da je bil na fizičnem modelu dosežen potek gladin, izmerjen pri preteklih visokovodnih dogodkih v naravi [12].

### 2.3. Vzpostavitev matematičnega modela

Za matematično modeliranje je bilo izbrano orodje MIKE Flood, ki združuje programsko okolje za 2D modeliranje (MIKE 21) in programsko okolje za 1D modeliranje (MIKE 11) (Slika 5). Povezani 1D-2D modeli predstavljajo učinkovito orodje za simuliranje poplavnih scenarijev na širših območjih, kjer je glavni cilj analiziranje glavnih smeri toka po poplavnih površinah, globine in hitrosti vode ter obseg poplavljanja. Izbor programskega orodja so v nalogi HHM narekovale predvsem zahteve po analizi načrtovanega stanja, saj programska oprema MIKE 11 omogoča vgraditev različnih objektov (jezovi, razbremenilniki) z možnostjo simuliranja dinamike njihovega obratovanja v odvisnosti od časovne spremembe pretoka. Ustrezno vodenje poplavnega vala, ki ne bo povzročilo dodatne poplavne nevarnosti dolvodno, je bila namreč bistvena zahteva pri optimizaciji načrtovanja objektov HE [13].



**Slika 5: Zasnova numeričnega modela – povezovanje 1D modela vodotokov in 2D modela območij poplavljanja.**

Ker so bile na matematičnem modelu simulirane odtočne razmere in obseg poplavljenosti tudi za 1000 in 10000 letno povratno dobo ter za PMF in pretoke do  $12000 \text{ m}^3/\text{s}$ , je bilo območje analize pri matematičnem modelu temu primerno večje.

#### 2.4. Umerjanje in verifikacija modelov

Tako fizični kot matematični model sta bila v prvi fazi neodvisno drug od drugega umerjena na meritve iz narave ob visokovodnih dogodkih iz obdobja 2007-2010. Pretoki Save v Krškem so znašali od  $Q=1230 \text{ m}^3/\text{s}$  do  $Q=3680 \text{ m}^3/\text{s}$ . Pri  $1230 \text{ m}^3/\text{s}$  je vsa voda še v strugi Save, pri pretoku okoli  $1600 \text{ m}^3/\text{s}$  se ponekod že pojavlja delno prelivanje na retenzijo, pri dogodkih iz let 2007, 2009 in 2010, katerih pretoki so znašali od  $2460 \text{ m}^3/\text{s}$  do  $Q=3680 \text{ m}^3/\text{s}$ , pa sta bili aktivni že obe retenziji. Za umerjanje so bili vzdolž odseka Krško-Brežice na voljo podatki iz 13 merilnih mest na strugi Save, ki so bila opremljena z merilnimi sondami z namenom pridobiti podatke o toku visokih vod za potrebe naloge HHM.

Po izgradnji modelov sta bila v prvi fazi oba modela umerjena na izvedene meritve v naravi, v drugi fazi pa smo medsebojno primerjali izmerjene rezultate na fizičnem modelu in izračunane rezultate na matematičnem modelu. Umerjanje modelov je potekalo odsekoma, s spreminjanjem hrapavosti rečnega korita pri fizičnem modelu oziroma s spreminjanjem Manningovega koeficienta hrapavosti na primernih območjih dolvodnega robnega pogoja in parametrov jezovne zgradbe NEK pri matematičnem modelu. Postopek je potekal v treh fazah:

- Umerjanje glede na izhodni, tj. dolvodni robni pogoj,
- Umerjanje parametrov jezovne zgradbe NEK, kot notranji robni pogoj,
- Umerjanje koeficientov hrapavosti struge Save in poplavnih območij.

Pri matematičnem modelu je bilo treba, poleg vhodnim in izhodnim robnim pogojem, veliko pozornost posvetiti tudi notranjemu robnemu pogoju na lokaciji jezov NEK. Na pretoke do  $2000 \text{ m}^3/\text{s}$  je bila pretočnost jezov NEK simulirana in umerjena na podlagi modelnih raziskav iz leta 1976 [14]. Pri višjih pretokih pa se na desnem bregu, nasproti NEK, že pojavlja vpliv prelivanja na desno poplavno površino gorvodno od jezov NEK, in je bilo zato treba kot spodnji robni pogoj

upoštevati zmanjšani (tj. dejanski) pretok v strugi ter vpliv dejanskih razmer, upoštevajoč dejanski pretok na dolvodni strani jezusa.

Program MIKE Flood omogoča simulacijo razmer na jezusa s prelivnimi polji na 5 načinov, upošteva enačbe posameznih avtorjev oz. dejanske pogoje delovanja jezusa. Z analizo podanih možnosti za simulacijo eksperimentalno določene pretočne krivulje je bilo ugotovljeno, da je mogoče jez NEK ustrezno modelirati kot prelivni objekt, pri katerem se upošteva pretočna enačba, kot jo je podal Villemonte [15]:

$$Q = W \cdot C \cdot (H_{us} - H_w)^k \cdot \left[ 1 - \left( \frac{H_{ds} - H_w}{H_{us} - H_w} \right)^{k-0,385} \right] \quad (5)$$

kjer je  $W$  skupna širina prelivnih polj jezusa,  $C$  koeficient preliva,  $k$  eksponentni koeficient preliva,  $H_{us}$  gorvodna kota gladine vode,  $H_{ds}$  dolvodna kota gladine vode in  $H_w$  kota krone jezusa.

Na podlagi izmerjene prelivne krivulje jezusa, podane v modelni raziskavi iz leta 1976, je bilo v postopku umerjanja za zgornjo enačbo mogoče ovrednotiti koeficienta  $C$  in  $k$ , ki imata vrednosti  $C = 2,6$  in  $k = 1,82$ . Iz zgornjega izraza pa je razvidno, da je v matematičnem modelu na hidravlično korekten način upoštevano tudi poglobljanje struge dolvodno od jezusa NEK, tj. različne odtočne razmere pri visokih vodah od 1990 do 2010.

Verifikacija končno umerjenega matematičnega modela je bila opravljena z meritvami poplavnih dogodkov, ki za umerjanje niso bili uporabljeni, tj. za poplave jeseni leta 1990 in septembra 2010. Ker ima spreminjanje struge Save svojo dinamiko, smo opravili vzdolžno analizo nivelete Save, v kateri je primerjava batimetrije iz let 1986 in 2007 pokazala, da je na nekaterih mestih prišlo do izrazitega poglobljanja. Ker ima zato struga Save zaradi poglobljanja danes večjo pretočnost, bi pri simuliranju dogodka iz leta 1990 in upoštevanju batimetrije iz leta 2007 dobili bodisi nižje gladine in s tem manjši obseg poplavljenosti, bodisi bi za enake kote gladin in obseg poplavljenosti dobili večji pretok. Zato je bilo treba za verifikacijo z dogodkom leta 1990 upoštevati tedanjo batimetrijo struge, z uporabo takrat izmerjenih (časovno najbližjih) prečnih profilov iz leta 1986. Model, ki je bil vzpostavljen po končanju finega umerjanja, omogoča analiziranje različnih dogodkov, ki so se ali bi se lahko zgodili, oziroma določanje vplivov različnih posegov v prostor na odtočne razmere. Različne variante in modifikacije ter optimizacije posegov v prostor so bile opravljene z matematičnim modelom, končna varianta pa je bila preverjena še s fizičnim modelom.

### 3. ANALIZA IN REZULTATI

Po opravljenih izračunih za vse predlagane scenarije se je izvedla analiza in primerjava rezultatov glede na sedanje stanje in na bodoče stanje brez posegov v prostor, ki so bili na novo upoštevani v tej nalogi in so opisani v poglavju 1. Rezultati so podani tako na izbranih lokacijah, ki so neposredno pomembne z vidika poplavne varnosti načrtovanega odlagališča NSRAO kakor tudi na lokacijah, ki so ključne za razumevanje in poznavanje odtočnih razmer ter za oceno vpliva na poplavno varnost NE Krško in drugih objektov na širšem območju vzdolž akumulacijskega bazena HE Brežice. Pri tem so ob podajanju rezultatov uporabljene okrajšave, ki pomenijo:

- **SS (2014) →** sedanje stanje (pred pričetkom gradnje HE Brežice)
- **BS →** bodoče stanje s predvidenimi ureditvami po DPN HE Brežice (brez regionalne ceste Krško-Brežice)
- **BS-NSRAO →** enako kot BS, a z dodatnim upoštevanjem odlagališča radioaktivnih odpadkov Vrbina in navezovalne ceste med odlagališčem ter načrtovano regionalno cesto Krško-Brežice, odseka načrtovane regionalne ceste Krško-Brežice do krožnega križišča z odcepom na odlagališče radioaktivnih odpadkov, industrijsko-obrtno cona Vrbina ter objektov in deponije izkopanega materiala nadomestnih habitatov (Kostak).

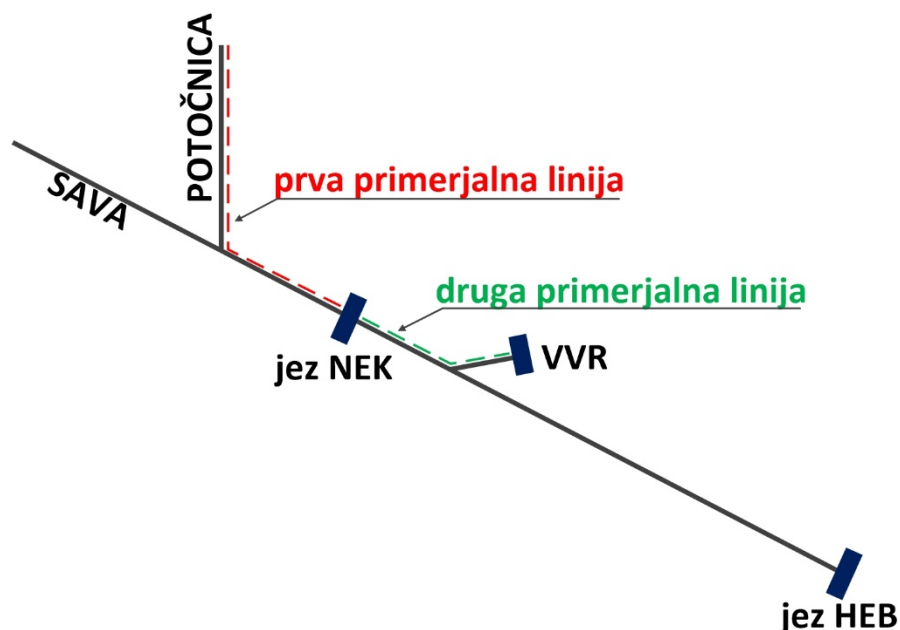
Prikaz rezultatov je smiselno razdeljen v več sklopov, ki prikazujejo:

- Odtočne razmere za vse tri variante stanja v naravi (SS, BS, BS-NSRAO pri vseh obravnavanih scenarijih).
- Gladinska stanja na ožjem območju odlagališča radioaktivnih odpadkov.
- Gladinska stanja pri pretoku  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$  v tabelarični obliki in v obliki vzdolžnih profilov, ki potekajo od prepusta Potočnice pod železniško progo Krško-Brežice do visokovodnega razbremenilnika in kažejo vpliv na poplavno varnost NE Krško.

V prilogah 1 do 18 so podana hitrostna polja in polja globin pri vseh scenarijih visokovodnih dogodkov in za vse stanja. Prikazani vektorji lokalne hitrosti kažejo na smeri vodnih tokov, posredno pa tudi, kje bi lahko prišlo do erozije (če npr. tla ne bi bila dovolj odporna na erozijsko moč vodnega toka).

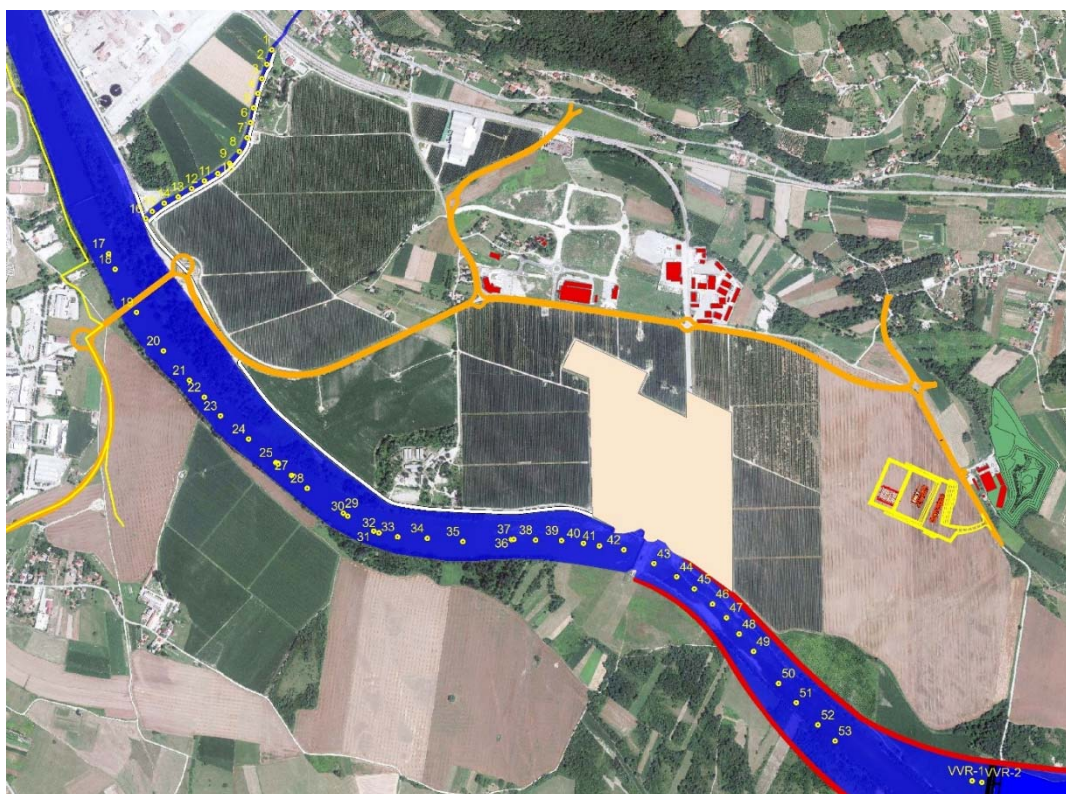
Odsek reke Save, za katerega so v prilogah 19 do 23 podana gladinska stanja v tabelarični obliki in v obliki vzdolžnih profilov (od sotočja Potočnice in Save do visokovodnega razbremenilnika), je dolg cca 6 km. Zaradi natančnejše in preglednejše predstavitve rezultatov (velika dolžina in razmeroma majhna višinska razlika) sta vzdolžna poteka gladin (vzdolžni profili) podana vzdolž dveh primerjalnih linij (slika 7) in sicer:

- **Prva primerjalna linija** - odsek vzdolž Potočnice od prepusta pod železnico Krško-Brežice do sotočja z reko Savo, ki se nadaljuje z odsekom vzdolž Save do jezu NEK. Celotni odsek je tako enak, kot je bil podan v preteklih študijah za obravnavo poplavne varnosti NEK ([5], [7], [8]). Enako so označene tudi točke in stacionaža. Posamezna točka je v tabelarični obliki definirana tudi z Gauss-Kruegerjevima koordinatama X in Y.
- **Druga primerjalna linija** - odsek od jezu NEK do zgradbe VVR (ima lokalno stacionažo merjeno dolvodno, s pričetkom na jezu NEK). Posamezna točka je v tabelarični obliki definirana tudi z Gauss-Kruegerjevima koordinatama X in Y.



Slika 6: Shematski prikaz razdelitve območja obravnave na odseka za katera so poteki gladin podani z vzdolžnima profiloma.

Točke vzdolž posameznih primerjalnih linij so prikazane na spodnji sliki. Zaradi navezave in možnosti primerjave rezultatov s študijo »Ukrepi za ohranitev poplavne varnosti, Študija variant, rev. A.« iz marca 2014 in študijo »Račun gladin PMF v bazenu HE Brežice pri zaprtih zapornicah HE Brežice in VVR« iz marca 2015, so rezultati vzdolž Potočnice in Save na območju NEK podani v istih točkah.



Slika 7: Prikaz točk vzdolž Potočnice in Save do jezu NEK v katerih so bili podani rezultati dosedanjih študijah, ki so obravnavale poplavno varnost NE Krško in na katere se prikaz rezultatov navezuje tudi v tej nalogi.

### 3.1. Odtočne razmere in poplavna varnost odlagališča NSRAO

Po izgradnji HE Brežice bo celotno polnjenje leve retenzije potekalo preko visokovodnega razbremenilnika. Kljub skoncentriranosti celotnega pretoka na levo retenzijo preko razbremenilnika pa se, tudi zaradi podaljšanja nasipa na levi strani razbremenilnika, poplavljenno območje starih rokavov reke Save proti NEK precej zmanjša. Iz prilog, ki prikazujejo polja globin pri različnih scenarijih, je razvidno, da območje odlagališča NSRAO voda pri bodočem stanju doseže komaj pri pretoku PMF ( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Pri povratnih dobah pretokov reke Save s povratno dobo do 10.000 let tako odlagališče torej ne more vplivati na odtočne razmere poplavnih voda reke Save. Z nadvišanjem Vrbinske ceste, ki bo služila kot dostopna cesta na odlagališče, pa cestno telo postane ovira vodnemu toku in je tudi pri pretoku  $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$  preprečen dotok savske vode na okoliški teren odlagališča, ki pa je sicer poplavljen v primeru bodočega stanja brez izgradnje odlagališča NSRAO in dostopne ceste. Gladinska stanja na ožjem območju odlagališča so bila analizirana v točkah, ki so prikazana na spodnji sliki.



Slika 8: Prikaz točk na območju odlagališča NSRAO, v katerih so v tabeli podane kote gladin pri pretoku  $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Zaradi visokih vodostajev Save se pojavi zaježitev Potočnice, in se pri pretoku  $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$  severno od železnice pojavi vodni tok, ki dolvodno od NEK prihaja preko železniške proge na obravnavano območje. Ker se z nekaterimi posegi (nadvišanje Vrbinske ceste, širjenje deponije Kostak itd.) delno zmanjša pretočna sposobnost starih rokavov po katerih bi sicer odtekala voda s tega območja proti Savi, se na območju odlagališča NSRAO pojavijo dvigi gladin poplavnih vod. V spodnji tabeli so prikazana gladinska stanja v ožji okolici odlagališča NSRAO pri pretoku  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$ , v prilogi 24 pa so gladinska stanja podana tudi za vse ostale računске primere.

**Tabela 1: Gladinska stanja in razlike med posameznimi stanji v naravi na območju odlagališča NSRAO pri  $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

| Točka | X      | Y     | Gladine                   |               |                     | Razlika gladin  |                 |
|-------|--------|-------|---------------------------|---------------|---------------------|-----------------|-----------------|
|       |        |       | sedanje stanje            | bodoče stanje | bodoče stanje-NSRAO | (BS NSRAO) - SS | (BS NSRAO) - BS |
|       |        |       | Q=11130 m <sup>3</sup> /s |               |                     |                 |                 |
|       |        |       | [m.n.v.]                  |               |                     | [m]             |                 |
| 1     | 541373 | 88368 | 153,18                    | 152,55        | 152,58              | -0,59           | 0,03            |
| 2     | 541348 | 88246 | 153,18                    | 152,55        | 152,58              | -0,60           | 0,03            |
| 3     | 541412 | 88269 | 153,17                    | 152,55        | 152,57              | -0,60           | 0,03            |
| 4     | 541450 | 88187 | 153,16                    | 152,55        | 152,55              | -0,62           | 0,00            |
| 5     | 541330 | 88145 | 153,21                    | /             | /                   | /               | /               |
| 6     | 541034 | 88267 | 153,50                    | 152,73        | 152,73              | -0,78           | 0,00            |
| 7     | 541110 | 88409 | 153,50                    | /             | /                   | /               | /               |
| 8     | 541150 | 88389 | /                         | /             | /                   | /               | /               |
| 9     | 541191 | 88448 | 153,34                    | /             | /                   | /               | /               |
| 10    | 541536 | 88169 | 153,12                    | 152,51        | 152,54              | -0,58           | 0,03            |

Kot je razvidno iz tabele se zaradi delnega zaprtja (zasutja) obstoječih poti vode proti Savi, pri varianti z upoštevanjem odlagališča in drugih objektov in ureditev kote gladin dvignejo do 3 cm. Dvig gladin je, posebej ob upoštevanju velikostnega reda pretoka reke Save ( $11130 \text{ m}^3/\text{s}$ ) pri obravnavanem scenariju majhen, pri čemer pa vodostaji ostajajo precej nižji kot pri sedanjem stanju (znižanje do ca. 80 cm). Ob upoštevanju predlaganih projektnih rešitev odlagališča torej izračuni pokažejo, da je odlagališče varno tudi pred ekstremnimi visokimi vodami Save. Ker so bili v modelu ob upoštevanju odlagališča NSRAO hkrati upoštevani tudi drugi posegi in spremembe, ni mogoče določiti deleža posameznega vzroka (posega) za pojav dviga gladine. Kljub dvigu gladin na ožjem območju odlagališča NSRAO rezultati kažejo, da se bo poplavna varnost z umestitvijo vseh načrtovanih objektov in ureditev na tem območju glede sedanje stanje izboljšala.

Po projektnih rešitvah je načrtovana kota platoja odlagališča NSRAO na 156,5 m.n.v. Pri projektiranju so bili upoštevani rezultati in ugotovitve hidrološke študije IBE [17] ter rezultati preteklih hidrološko-hidravličnih študij, katere omenjena študija IBE [17] povzema. Zgolj ob upoštevanju obsega poplavljenosti in vodostajev pri ekstremnih visokih vodah reke Save, ki so predmet analize te študije, bi bilo mogoče poplavno varnost odlagališča NSRAO zagotoviti tudi pri nižji koti platoja. Namreč, pri bodočem stanju, kjer so upoštewane vse predvidene ureditve po DPN HE Brežice, zgrajeni plato odlagališča radioaktivnih odpadkov Vrbina in navezovalna cesta med odlagališčem ter načrtovano regionalno cesto Krško-Brežice, zgrajeni odsek načrtovane regionalne ceste Krško-Brežice do krožnega križišča z odcepom na odlagališče radioaktivnih odpadkov, industrijsko-obrtna cona Vrbina ter objekti in deponije izkopanega materiala nadomestnih habitatov (Kostak), bi bilo odlagališče pri pretoku  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$  varno že na koti 152,8 m.n.v. V primeru, ko vsi zgoraj navedeni posegi in ureditve še ne bodo izvedeni, se lahko kota, pri kateri bi bilo odlagališče varno pred poplavnimi gladinami Save, sicer spremenijo. Natančne vodostaje za posamezno stanje v prostoru bi bilo mogoče določiti le s ponovnim izračunom za vsako od njih. Konservativne vrednosti vodostajev na območju odlagališča pa ne podaja prikazani primer izračuna za sedanje stanje, ki sicer izkazuje najvišje vodostaje od vseh treh v tej nalogi obravnavanih variant stanja v prostoru. Pri sedanjem stanju namreč niso upoštevani vplivi načrtovanih objektov, ki delno spreminjajo (zapirajo) obstoječe vodne poti odtokanja proti Savi (cestno telo regionalne ceste Krško-Brežice, dostopna cesta na

odlagališče, plato odlagališča NSRAO itd.) in lahko v načrtovanem stanju povzročijo lokalni dvig vodne gladine.

Prav tako je treba poudariti, da pri obravnavanih scenarijih visokih in ekstremno visokih voda reke Save niso upoštevane zaledne vode z območja severno od železniške proge in ne lastne padavinske vode na obravnavano območje. Podajajo pa rezultati te študije dodatna izhodišča, ki pomembno vplivajo na analizo odtočnih razmer lastnih in zalednih voda iz obravnavanega območja proti reki Savi. Izvajalec študije, ki obravnava lastne padavinske in zaledne vode, naj zato smiselno vključi rezultate te študije v pripravo dodatnih strokovnih podlag o vodnih razmerah na območju, projektant pa naj pri oblikovanju končnih projektnih rešitev upošteva razpoložljive strokovne podlage za poplavne nevarnosti različnega izvora (npr. visoke vode reke Save, lastne in zaledne vode, podtalnica).

Kot omenjeno zgoraj so v prilogah 1 do 18 podana hitrostna polja in polja globin pri vseh scenarijih visokovodnih dogodkov in za vsa analizirana stanja v naravi.

### **3.2. Skupni vpliv odlagališča NSRAO in drugih posegov v prostor na gladinska stanja reke Save vzdolž NE Krško**

Ker se z umestitvijo odlagališča NSRAO in drugih posegov v prostor, ki se načrtujejo oziroma so spremembe v prostoru že zaznane, spreminjajo odtočne razmere na območju NE Krško in HE Brežice, je bil preverjen še morebiten vpliv spremenjenih odtočnih razmer na poplavno varnost NEK. Obseg poplavljanja in odtok vode, ki prihaja s severne strani preko železniške proge, je že bil opisan v prejšnjem poglavju.

Poleg prikazanega obsega poplavljanja (priloge 1 – 18) so bila preverjena še gladinska stanja vzdolž VV zaščit NE Krško. S spremenjenimi odtočnimi razmerami, zaradi katerih se dvignejo vodostaji na levi retenziji neposredno ob odlagališču NSRAO, bi se načeloma lahko posredno pojavil vpliv tudi na izlivne razmere na območju razbremenilnika in posledično na njegovo pretočno sposobnost. Kot pa se izkaže, gre pri dvigu gladin na območju odlagališča NSRAO za lokalni pojav, ki nima vpliva na širše območje. Iz tabelarične in grafične priloge (22 oz. 23) je razvidno, da se pri pretoku  $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$  dolvodno od razbremenilnika ne pojavi sprememba gladin.

Tudi v kontrolnih točka vzdolž Potočnice in Save do jezua NE Krško ter dolvodno od jezua NEK do visokovodnega razbremenilnika ni zaznati sprememb v kotah gladin. Gladinska stanja na omenjenem odseku so tabelarično in grafično podana v prilogah 20 in 21. Na odseku vzdolž Potočnice in Save do jezua NEK je za primerjavo podan tudi potek gladin pri sedanjem stanju. Vodostaji pri bodočem stanju ostajajo nižje od gladin sedanjega stanja (priloga 20 in 21). Za odsek od jezua NE Krško do visokovodnega razbremenilnika potek gladin pri sedanjem stanju ni podan, saj je ta odsek pri bodočem stanju pod vplivom zajezbe HE Brežice in visokovodnega razbremenilnika. Tu je pomembna le primerjava vpliva odlagališča NSRAO (torej med stanjema BS in BS-NSRAO).



## 4. ZAKLJUČKI

Podani so rezultati hidravlične analize poplavne varnosti odlagališča NSRAO in ovrednotenja morebitnega vpliva odlagališča na odtočne razmere na vplivnem območju visokih voda reke Save. Rezultati predstavljajo strokovne podlage v postopku presoje varnosti objekta in vplivov načrtovanih ukrepov in posegov na delovanja bodoče HE Brežice in na poplavno varnost NEK. Pri odlagališču NSRAO gre za vrsto objekta, pri katerem je potrebno zagotavljanje poplavne varnosti tudi pri ekstremnih visokih vodah, zato je bil, enako kot pri poplavnih varnosti NE Krško, kot zadovoljiv kriterij za zagotavljanje poplavne varnosti izbran pretok  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$ . Morebiten vpliv na poplavno varnost drugih objektov ter na dejavnosti na vplivnem območju reke Save pa je bil preverjen še z izračuni za scenarije z manjšimi visokovodnimi pretoki ( $Q_{10}$ ,  $Q_{100}$ , itd.).

Analiza je bila izvedena s hidrodinamičnim numeričnim modelom, ki je bil vzpostavljen, umerjen in verificiran v okviru hibridnega hidravličnega modeliranja za potrebe načrtovanja HE Brežice. V izračunih te študije so upoštevane tudi vse (za)znane spremembe bodočega stanja in tudi spremembe v prostoru, ki so se zgodile po zaključku HHM v letu 2011. Ker se v prostoru trenutno nahaja neko vmesno stanje, med stanjem s HE Brežice oziroma brez nje, je bila primerjava izdelana glede na obe mejni stanji (sedanje stanje, ki upošteva stanje brez HE Brežice, in bodoče stanje z vsemi posegi ter ureditvami po DPN HE Brežice).

Poročilo tako podaja odtočne razmere za tri variante stanja v naravi (SS, BS, BS-NSRAO, pri vseh obravnavanih visokovodnih scenarijih). Pri tem so podana hitrostna polja in polja globin pri vseh scenarijih visokovodnih dogodkov in za vsa analizirana stanja v naravi. Prikazana gladinska stanja na ožjem območju odlagališča radioaktivnih odpadkov in gladinska stanja pri pretoku  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$  v tabelarni obliki in v obliki vzdolžnih profilov, ki potekajo od prepusta Potočnice pod železniško progo Krško-Brežice do visokovodnega razbremenilnika in kažejo (ne)vpliv na poplavno varnost NE Krško.

Rezultati kažejo, da se z odlagališčem NSRAO in drugimi v analizah upoštevanimi objekti ter ureditvami delno zapirajo obstoječe vodne poti odtekanja površinskih voda proti Savi. Zato se kote gladin dvignejo do 3 cm. Dvig gladin je, posebej ob upoštevanju velikostnega reda pretoka reke Save pri obravnavanem scenariju ( $11130 \text{ m}^3/\text{s}$ ) majhen, pri tem pa je treba upoštevati, da pa ti vodostaji ostajajo precej nižji kot pri sedanjem stanju (do ca. 80 cm). Ker so bili v modelu ob upoštevanju odlagališča hkrati upoštevani tudi drugi posegi in spremembe, ni mogoče določiti deleža posamičnega vzroka (posega v prostor) za pojav lokalnega dviga gladine. Kljub dvigu gladin na ožjem območju odlagališča NSRAO pa rezultati kažejo, da se bo poplavna varnost z umestitvijo vseh načrtovanih objektov in ureditev na tem območju glede na sedanje stanje izboljšala. Območje odlagališča NSRAO naj bi, glede na opravljene izračune, savska voda dosegla šele pri pretoku  $Q_{\text{PMF}}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ob upoštevanju načrtovane kote platoja odlagališča NSRAO (156,5 m.n.v.) je mogoče trditi, da je odlagališče varno tudi pred ekstremnimi visokimi vodami Save. Rezultati kažejo, da bi bilo mogoče poplavno varnost odlagališča NSRAO pri ekstremnih visokih vodah reke Save (PMF in  $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ ) zagotoviti tudi pri nižji koti platoja. Pri bodočem stanju, kjer so upoštevane vse znane obstoječe in predvidene ureditve (upoštevane v varianti BS-NSRAO), bi bilo odlagališče pri pretoku  $11130 \text{ m}^3/\text{s}$  varno že na koti 152,8 m.n.v. V primeru, da pa vsi predvideni posegi in ureditve ne bi bili izvedeni, je treba odtočne razmere preveriti z variantnim izračunom. Rezultati te študije predstavljajo pomembne strokovne podlage za nadaljnje iskanje končnih projektnih rešitev, pri čimer naj projektant upošteva tudi druge razpoložljive strokovne podlage.

Ker pri obravnavanih scenarijih visokih in ekstremno visokih voda reke Save niso upoštevane zaledne in lastne vode obravnavanega območja, predstavljajo rezultati te študije hidravlične pogoje oz. izhodišča v analizi odtočnih razmer zalednih voda z območja severno od železniške proge in pri obravnavi lastnih padavinskih voda na obravnavano območje. Novi razpoložljivi podatki naj se zato vključijo v študije odtočnih razmer lastnih padavinskih in zalednih voda, rezultate in ugotovitve razpoložljivih strokovnih podlag poplavne nevarnosti različnega izvora pa naj projektant vključi v oblikovanje končnih projektnih rešitev načrtovanega odlagališča in spremljajočih ureditev.

Preverjen je bil tudi morebiten vpliv spremenjenih odtočnih razmer na poplavno varnost NEK. Spremenjene odtočne razmere, zaradi katerih se dvignejo vodostaji na levi retenziji neposredno ob odlagališču NSRAO, bi načeloma lahko posredno vplivale tudi na razmere na območju razbremenilnika in posledično na njegovo pretočno sposobnost. Kot pa se izkaže, gre pri dvigu gladin na območju odlagališča NSRAO za lokalni pojav, ki nima vpliva na širše območje. Preveritev vodostajev v kontrolnih točka vzdolž Potočnice in Save do jezua NE Krško ter dolvodno do visokovodnega razbremenilnika pokaže, da ni zaznati sprememb v kotah gladin vzdolž visokovodne zaščite NE Krško.

## 5. SUMMARY REPORT

Given are the results of a hydraulic analysis on flood safety of the low- and intermediate-level radioactive waste (LILW) disposal and the assessment of potential effects of this disposal site on the run-off regime in the area of influence of high discharges of the Sava River. The results form an expert basis in the process of the facility safety assessment. They present an impact assessment of the planned construction measures at the future Hydro Power Plant (HPP) Brežice together with the improvement measures for flood safety of the Nuclear Power Plant (NPP) Krško area. The LILW disposal site is a type of facility for which it is necessary to ensure flood safety even at extreme floods. For the design of flood protection measures an appropriate criterion was chosen, i.e. a flood discharge of 11130 m<sup>3</sup>/s which coincides with the flood discharge of the NPP Krško. The potential impact of other facilities and activities in the nearby area, which influence the run-off of the Sava River, was verified with simulations of floods with lower recurrence interval ((Q<sub>10</sub>, Q<sub>100</sub>, etc.).

The analyses were performed by means of a hydrodynamic numerical model, which was developed, calibrated and verified within a hybrid hydraulic modelling project at the design phase of the HPP Brežice. The simulations of present study take into account all known future spatial developments as well as changes in the investigated area, which occurred after the hybrid hydraulic modelling project was completed in year 2011. The investigated area is currently in intermediate state between the construction of the HPP Brežice and without HPP Brežice, but with recent changing land development. This is the reason that a comparison was made regarding both states (current state without the HPP Brežice, and future state, with all interventions according to the State national spatial plan, adopted for HPP Brežice).

The report gives run-off conditions for three different states of the investigated area (current state, future state with HPP Brežice and with or without LILW disposal)). The results include the flow velocity distribution and the local water depths of the analysed flood scenarios and for all three states of the investigated area. The water levels in the narrow area of the LILW disposal site and the water levels for the discharge of 11130 m<sup>3</sup>/s are showing minor impact on the flood safety of the NPP Krško. Along the flood protection measures of the NPP Krško, stretching from the culvert at Potočnica River under the railway Krško-Brežice to the flood overflow structures of HPP Brežice, the water levels are given in tabular form and graphically with longitudinal profiles.

The results show that the LILW disposal site and other facilities and measures considered in the hydraulic analysis partially block the existing waterway of the surface run-off to Sava River. Therefore, water levels rise up to 0.03 m. Taking into account the magnitude of the discharge in the design scenario (11130 m<sup>3</sup>/s), the rise of water level is rather small. It should be noted that the water levels remain much lower than they appear in the current state (up to approximately 0.80 m). The hydrodynamic model includes beside LILW disposal also other interventions and changes which are considered as the whole. Because of that the impact of individual spatial intervention on local water level rise could not be delimited. Despite the rise of water levels in the narrower area of the LILW disposal site, the results show that the planned measures in the investigated area are actually increasing flood safety. According to the results, water from the Sava River reached the nearby area of LILW disposal site barely at a discharge of PMF=7081 m<sup>3</sup>/s. Taking into account the planned terrain level of the LILW disposal plateau (156.50 m.a.s.l.) it can be concluded that disposal site is safe from extreme discharges of the Sava River. The results show that it would be also possible to ensure flood safety of LILW disposal site also for the extreme high discharges of the Sava River (PMF as well at Q=11130 m<sup>3</sup>/s) at

lower plateau altitude. For the future state, where all known existing and planned measures would be implemented (in simulations considered in variant “BS-NSRAO”) and exposed to a river discharge of  $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ , the LILW disposal site would still be safe with a plateau level of 152.8 m.a.s.l. For scenarios, where all planned measures and regulations would not be (entirely) implemented, it is necessary to analyse the run-off conditions with additional calculations under variant circumstances. The results of the study represent a significant expert basis for the final design of the disposal plateau, in which the designer has to take also in account other flood hazard sources.

It should be mentioned that the hydrodynamic investigations of the high and extreme river discharges scenarios did not take into account the impact of hinterland water, i.e. storm water from the concerned area. The results of this study therefore give boundary conditions for the analysis of run-off regime of hinterland waters, which originate from the area on northern side of railway, and water from precipitation on analysed area. Therefore, new available information should be included in further studies of the run-off regime of storm water from precipitation areas and hinterland waters. The results and findings of available expertise on flood hazard should be taken into account in the design phase of the final solution for the planned LILW disposal site and accompanying measures.

In this study, we also verified the flood safety of the NPP Krško under the potential impact of changed run-off regimes. Changing run-off conditions, which result in a rise of water levels in the left retention directly besides the LILW disposal site, might also indirectly affect conditions of the flood overflow structure and its discharge capacity in the downstream area of the HPP Brežice. As it turns out, the rise of water levels in area of LILW disposal site is a rather local phenomenon that has no effect on the wider flooded area. The verification of water levels at control point along Potočnica, as well as on the Sava River at the weir of NPP Krško, and further downstream at the flood overflow structure of HPP Brežice, shows that there is no noticeable changes in water levels along the flood protection structures of NPP Krško.

## 6. VIRI

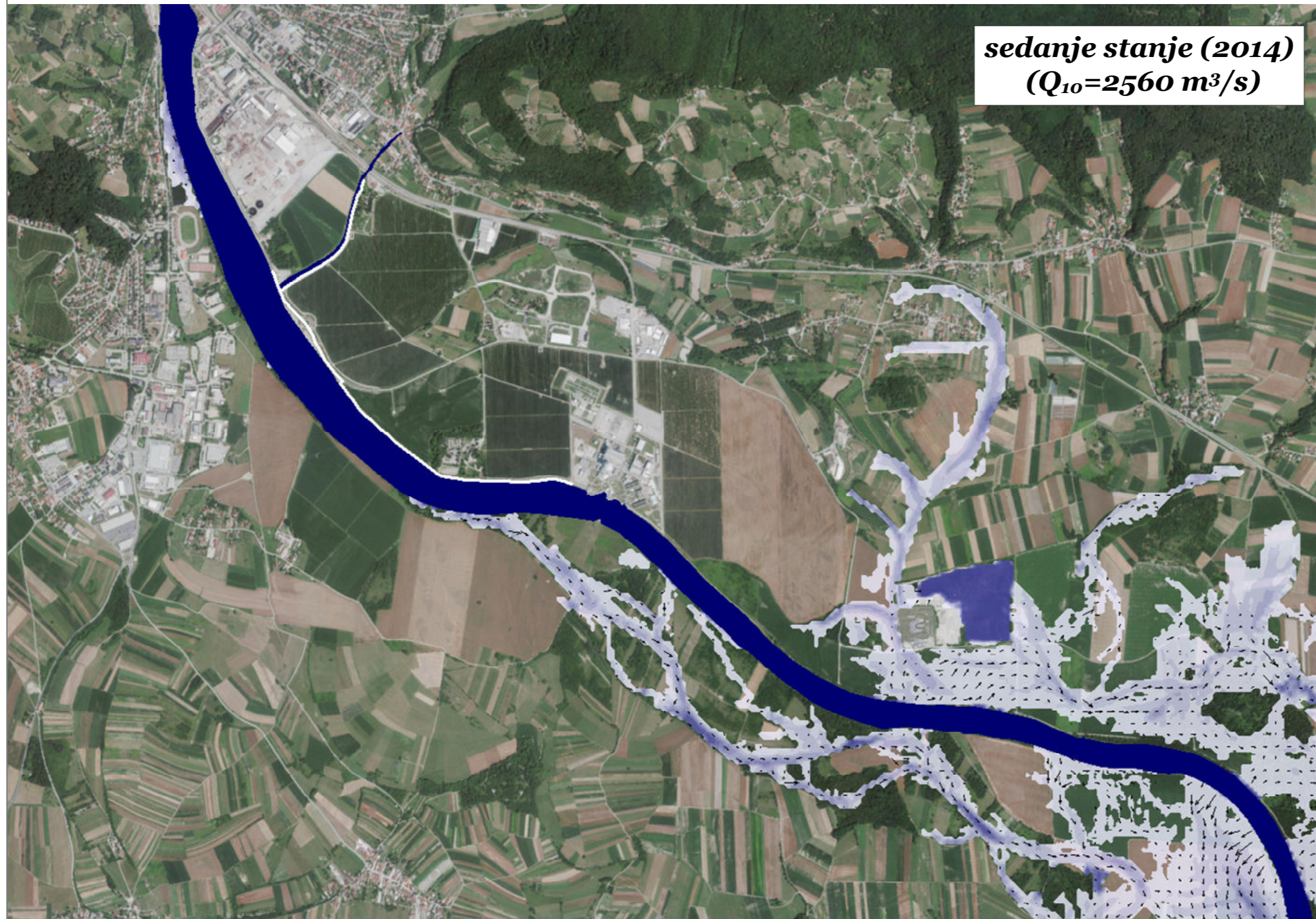
- [1] UL FGG – KMTe (Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem), januar 2010, Hidravlična analiza viksokih voda reke Save v območju nuklearne elektrarne Krško pri največjem verjetnem pretoku (PMF), naročnik: Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.
- [2] UL FGG – KMTe (Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem), avgust 2010, Hidravlična analiza visokih voda reke Save v območju nuklearne elektrarne Krško pri največjem verjetnem pretoku (PMF) – analiza projektirane variante zaščite, Dopolnjeno poročilo (št. IBE-NEK/05-2)\_Rev B, naročnik: Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.
- [3] UL FGG – KMTe (Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem), maj 2011, Hidravlična analiza visokih voda reke Save v območju nuklearne elektrarne Krško pri največjem verjetnem pretoku (PMF), za stanje po izgradnji HE Brežice: Separatno poročilo iz končnega poročila Hibridnih hidravličnih modelov.
- [4] UL FGG – KMTe (Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem), september 2011, Hidravlična analiza visokih voda reke Save v območju Nuklearne elektrarne Krško pri največjem verjetnem pretoku (PMF) za stanje po izgradnji HE Brežice.
- [5] UL FGG – KMTe (Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem), marec 2013, Potrebni tehnični ukrepi za sanacijo vplivov Hidroelektrarne Brežice na Nuklearno elektrarno Krško – Poplavna varnost NEK.
- [6] UL FGG, KSH (Katedra za splošno hidrotehniko), 2010. Določitev PMF. Poročilo št 71-KSH/d-127; naročnik: Nuklearna elektrarna Krško d.o.o., Ljubljana.
- [7] UL FGG – KMTe (Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem), marec 2013, Potrebni tehnični ukrepi za sanacijo vplivov Hidroelektrarne Brežice na Nuklearno elektrarno Krško – Poplavna varnost NEK.
- [8] IBE, marec 2014, NEK Krško – Ukrepi za ohranitev poplavne varnosti, Študija variant, rev. A.
- [9] Weisgerber, A., Gutierrez-Andres, J., Wilson, G., Marias, F., Karanxha, A., Clarke, R., Millington, R. 2010. Physical-computational modelling comparison in Ireland. International Symposium on hydraulic Physical Modelling and Field Investigation. Nanjing, Kitajska, 192-198.
- [10] Inštitut za hidravlične raziskave, UL FGG – KMTe, IBE. 2011. Izvedba hibridnih hidravličnih modelov za območje spodnje vode HE Krško, območje HE Brežice in območje HE Mokrice, Hibridni hidravlični model območja HE Brežice, končno poročilo, Ljubljana, Inštitut za hidravlične raziskave.
- [11] Kobus, H. 1980. Hydraulic Modelling. Verlag Paul Parey, Hamburg.
- [12] Rak, G., Müller, M., Šantl, S., Steinman, F., Uporaba hibridnih hidravličnih modelov pri načrtovanju HE na Spodnji Savi, Acta hydrotechnica 25/42 (2012), 59–70, 2012.

- [13] Šantl, S., Rak, G. 2010. Analiza poplavne nevarnosti in odtočnega režima – Uporaba različnih tipov hidravličnih modelov. Gradbeni vestnik, Ljubljana, 147-156.
- [14] Vodogradbeni laboratorij. 1976. Hidravlična modelna preiskava jezu na Savi za NE Krško v merilu 1:35. Ljubljana, int. št. 577.
- [15] DHI group. 2009. A Modeling for Rivers and Channels, Reference Manual.
- [16] Geofoto, 2013. Geodetski načrt 2013343 K.O. Krško, Leskovec, Stara vas. Parcela:struga Save med P103 in P108. Slovenska Bistrica.
- [17] IBE, 2015. Glavne raziskave geo in hidrosfere. Hidrološke raziskave, Revizija 1. Odlagališče NSRAO Vrbina, Krško. Ljubljana

## 7. SEZNAM PRILOG

- PRILOGA 1 **Globine in hitrosti vode za primer sedanjega stanja ( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 2 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja ( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 3 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja z odlagališčem NSRAO ( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 4 **Globine in hitrosti vode za primer sedanjega stanja ( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 5 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja ( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 6 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja z odlagališčem NSRAO ( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 7 **Globine in hitrosti vode za primer sedanjega stanja ( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 8 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja ( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 9 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja z odlagališčem NSRAO ( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 10 **Globine in hitrosti vode za primer sedanjega stanja ( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 11 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja ( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 12 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja z odlagališčem NSRAO ( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 13 **Globine in hitrosti vode za primer sedanjega stanja ( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 14 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja ( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

- PRILOGA 15 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja z odlagališčem NSRAO ( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 16 **Globine in hitrosti vode za primer sedanjega stanja ( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 17 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja ( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 18 **Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja z odlagališčem NSRAO ( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ )**
- PRILOGA 19 **Točke vzdolž Potočnice in Save v katerih je podana primerjava gladin pri pretoku, merodajnem za poplavno varnost NE Krško**
- PRILOGA 20 **Kote gladin ob VV nasipu NEK (razmere vzdolž prve primerjalne linije)**
- PRILOGA 21 **Vzdolžni profil poteka gladin ob VV nasipu NEK (razmere vzdolž prve primerjalne linije)**
- PRILOGA 22 **Kote gladin od jezua NEK do visokovodnega razbremenilnika (razmere vzdolž druge primerjalne linije)**
- PRILOGA 23 **Vzdolžni profil poteka gladin od jezua NEK do visokovodnega razbremenilnika (razmere vzdolž druge primerjalne linije)**
- PRILOGA 24 **Gladinska stanja in razlike med posameznimi stanji v naravi na območju odlagališča NSRAO za vse računske primere**



**sedanje stanje (2014)**  
**( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

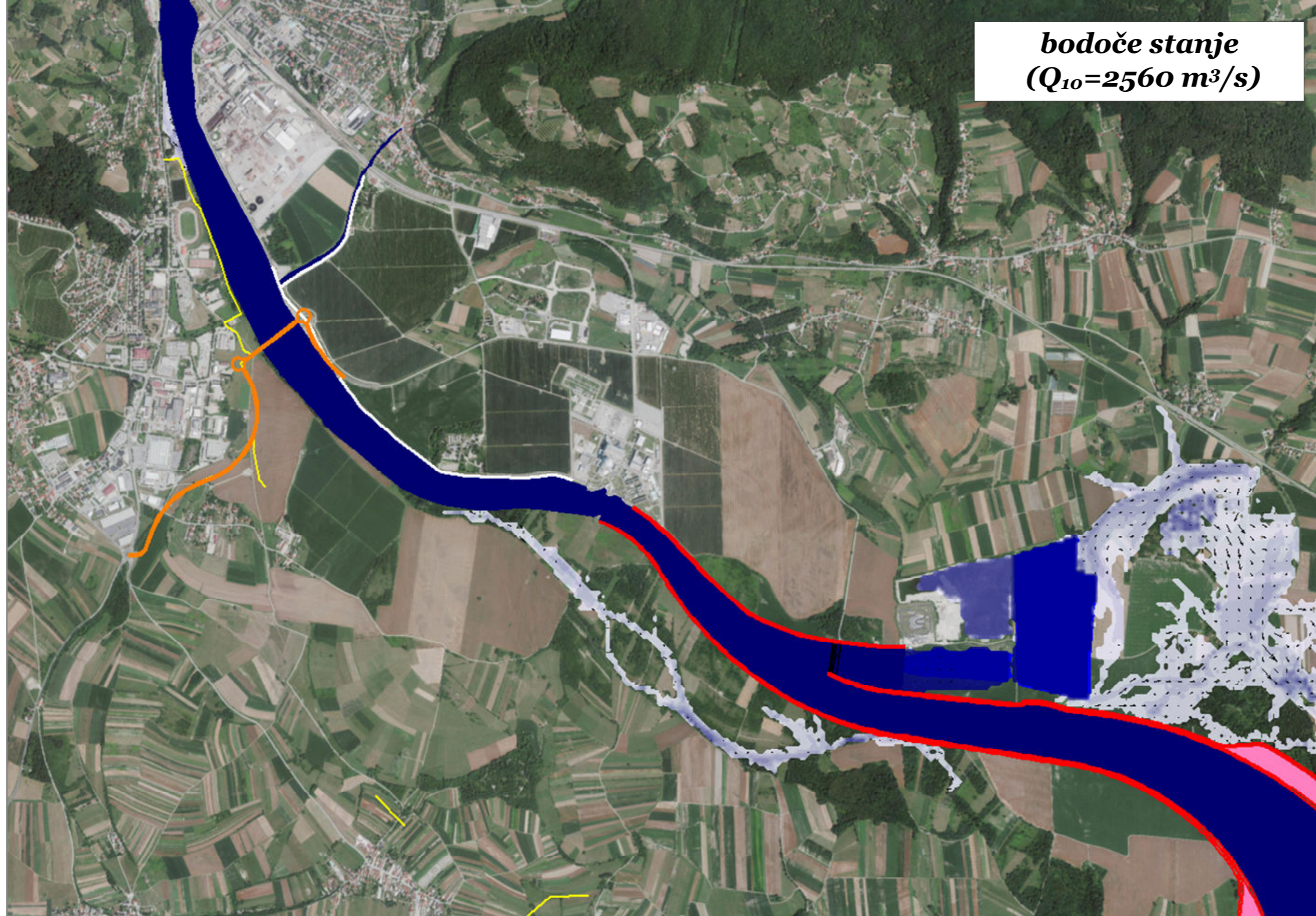
- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

|   |                           |  |
|---|---------------------------|--|
| Izvajalec:  |                           | Globine in hitrosti vode za<br>primer sedanjega stanja<br>( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ ) |
| UL FGG<br>Katedra za mehaniko tekočin<br>Jamova 2, 1000 Ljubljana |                           |  |
| ime in priimek  |                           | <b>Priloga 1</b>   |
| odg. vodja  | dr. Franci Steinman, udir |  |
| izdelal   | mag. Gašper Rak, udi VKI  |  |
| št. poročila:   | d-12/06-2015              | datum:<br>JUNIJ 2015   |



**bodoče stanje**  
**( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:

UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

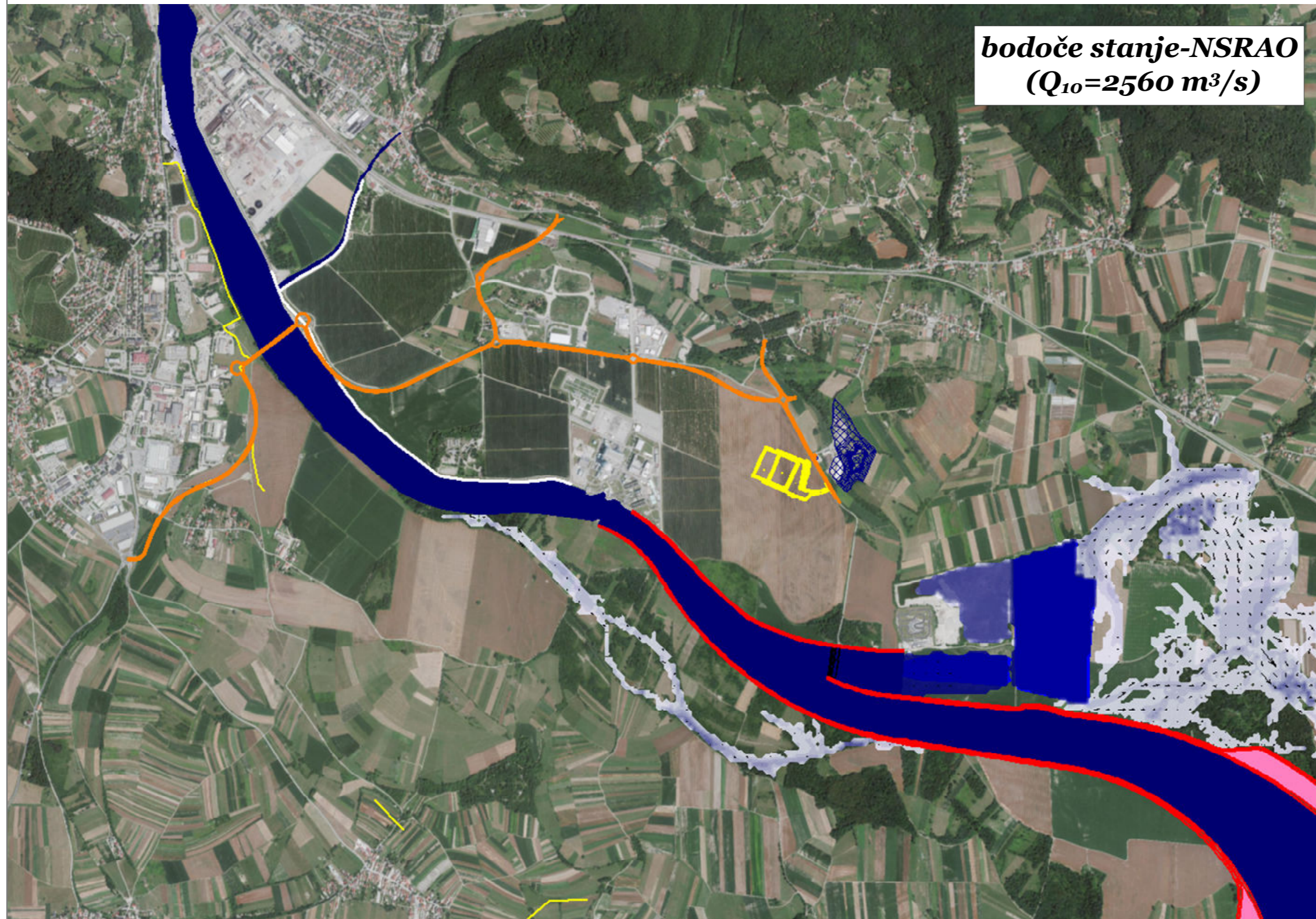
Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja  
 ( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )

|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| ime in priimek |                           |
| odg. vodja     | dr. Franci Steinman, udir |
| izdelal        | mag. Gašper Rak, udir VKI |

**Priloga 2**

št. poročila:  
d-12/06-2015

datum:  
JUNIJ 2015



**bodoče stanje-NSRAO**  
**( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
 2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN SREDNJE RADIOAKTIVNIH ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:  
 UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

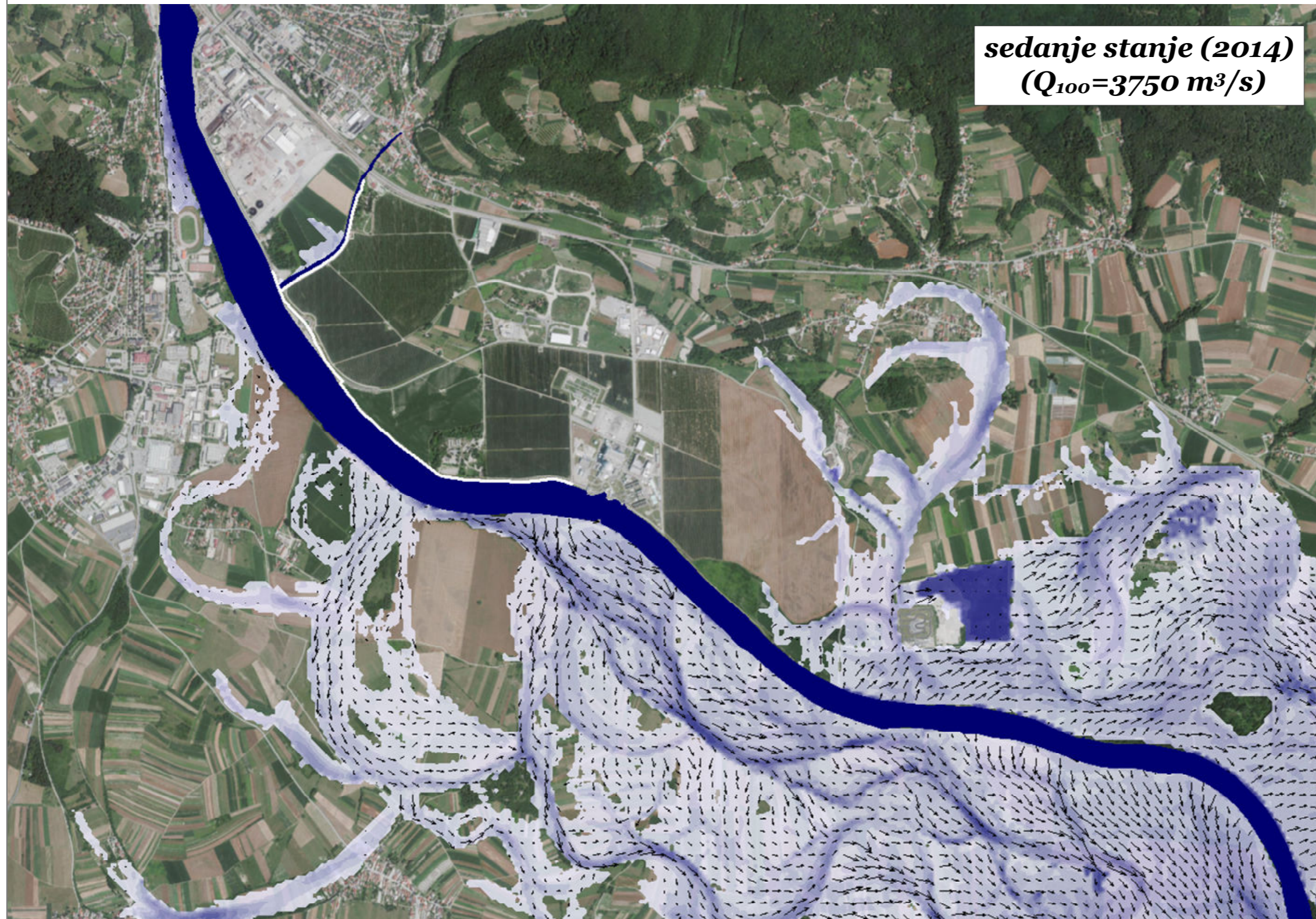
Globine in hitrosti vode za primer bodočega stanja z odlagališčem odpadkov NSRAO ( $Q_{10}=2560 \text{ m}^3/\text{s}$ )

odg. vodja: dr. Franci Steinman, udi  
 izdelal: mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 3**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015



**sedanje stanje (2014)**  
**( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
 2 m/s

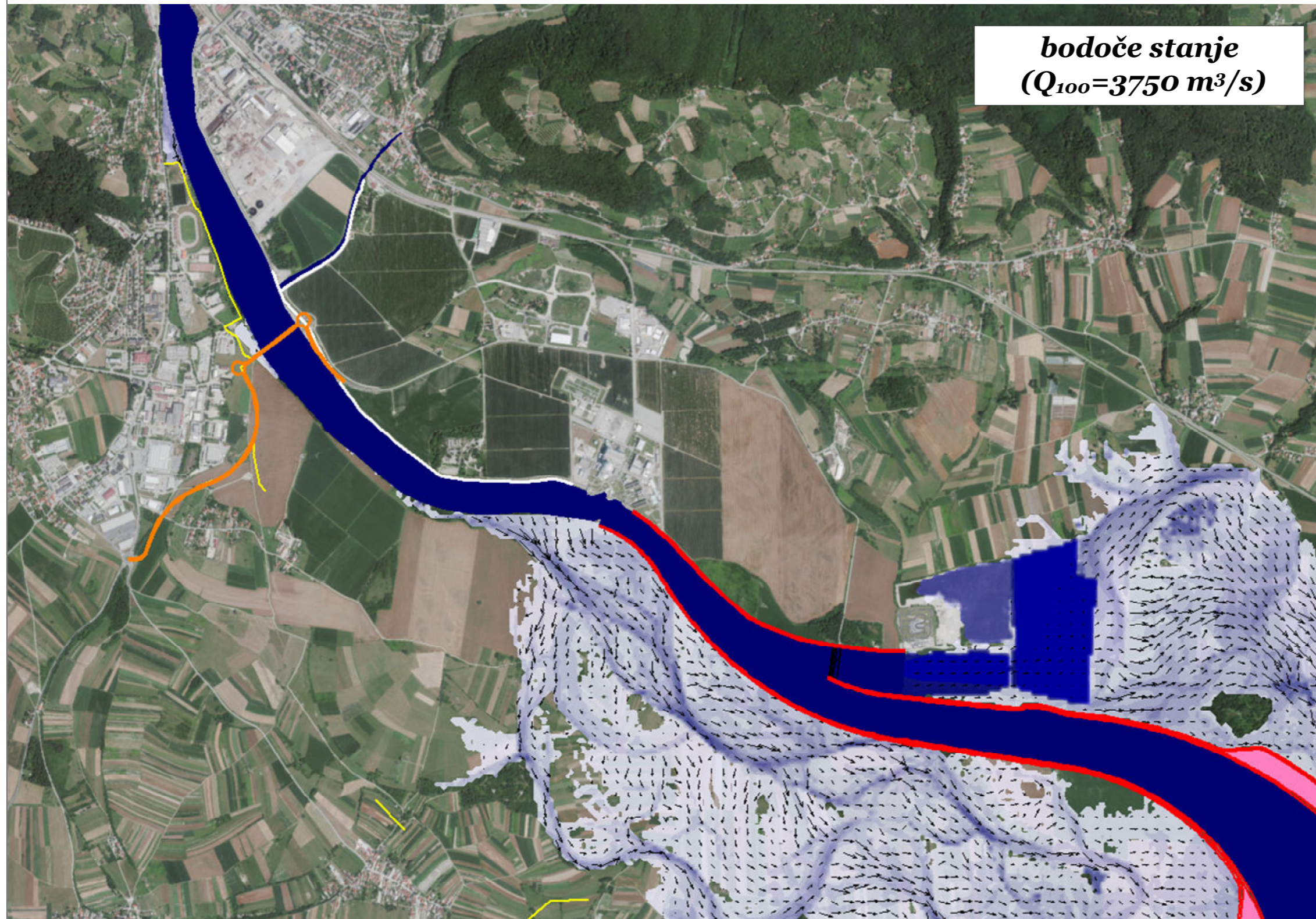
globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

|   |   |
|---|---|
| Izvajalec:<br>UL FGG<br>Katedra za mehaniko tekočin<br>Jamova 2, 1000 Ljubljana           | Globine in hitrosti vode za<br>primer sedanjega stanja<br>( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ ) |
| ime in priimek<br>odg. vodja dr. Franci Steinman, udi<br>izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI | <b>Priloga 4</b>  |
| št. poročila:<br>d-12/06-2015   |   |

**bodoče stanje**  
**( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:

UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

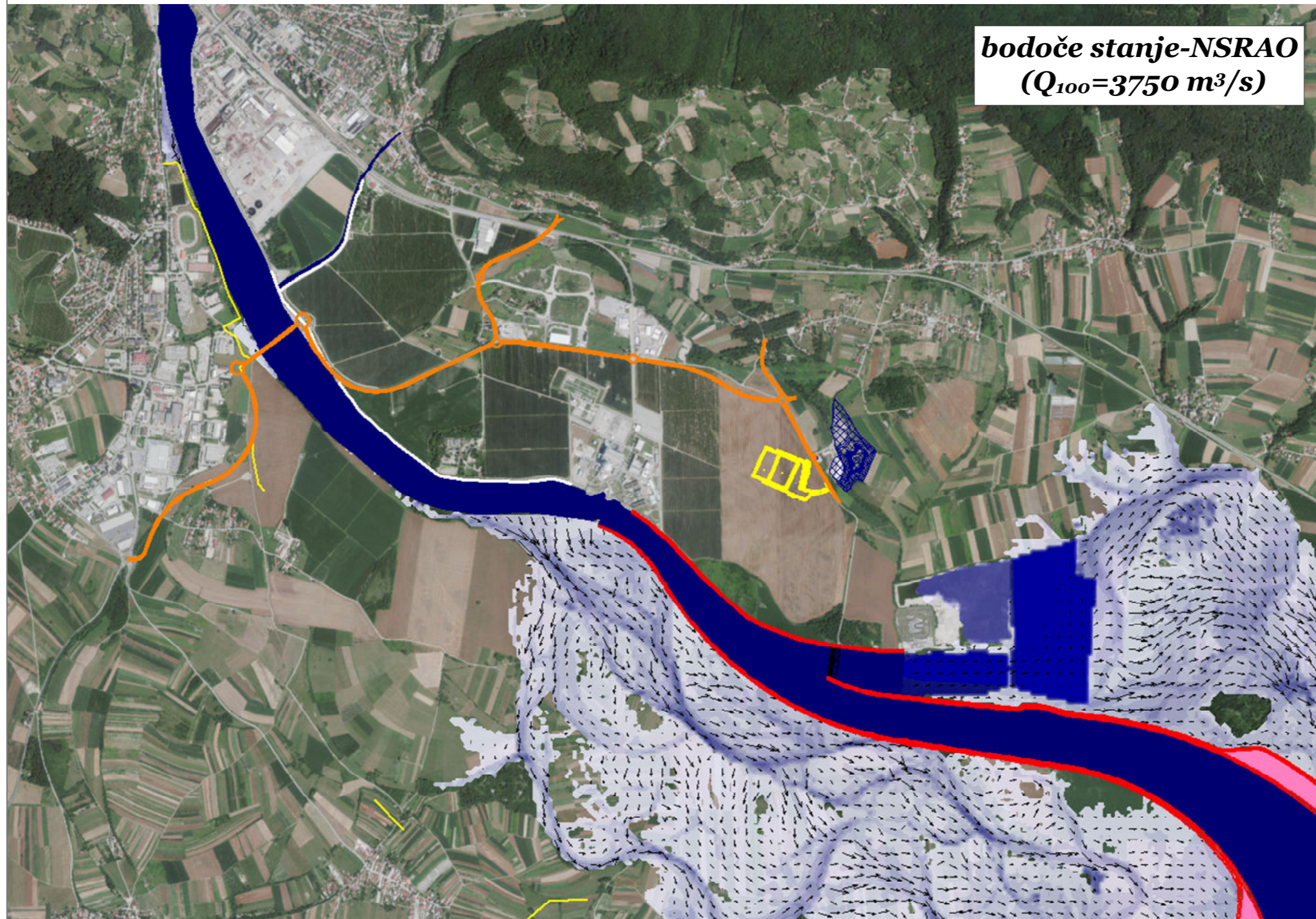
Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja  
 ( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ )

ime in priimek  
 odg. vodja dr. Franci Steinman, udi  
 izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 5**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015



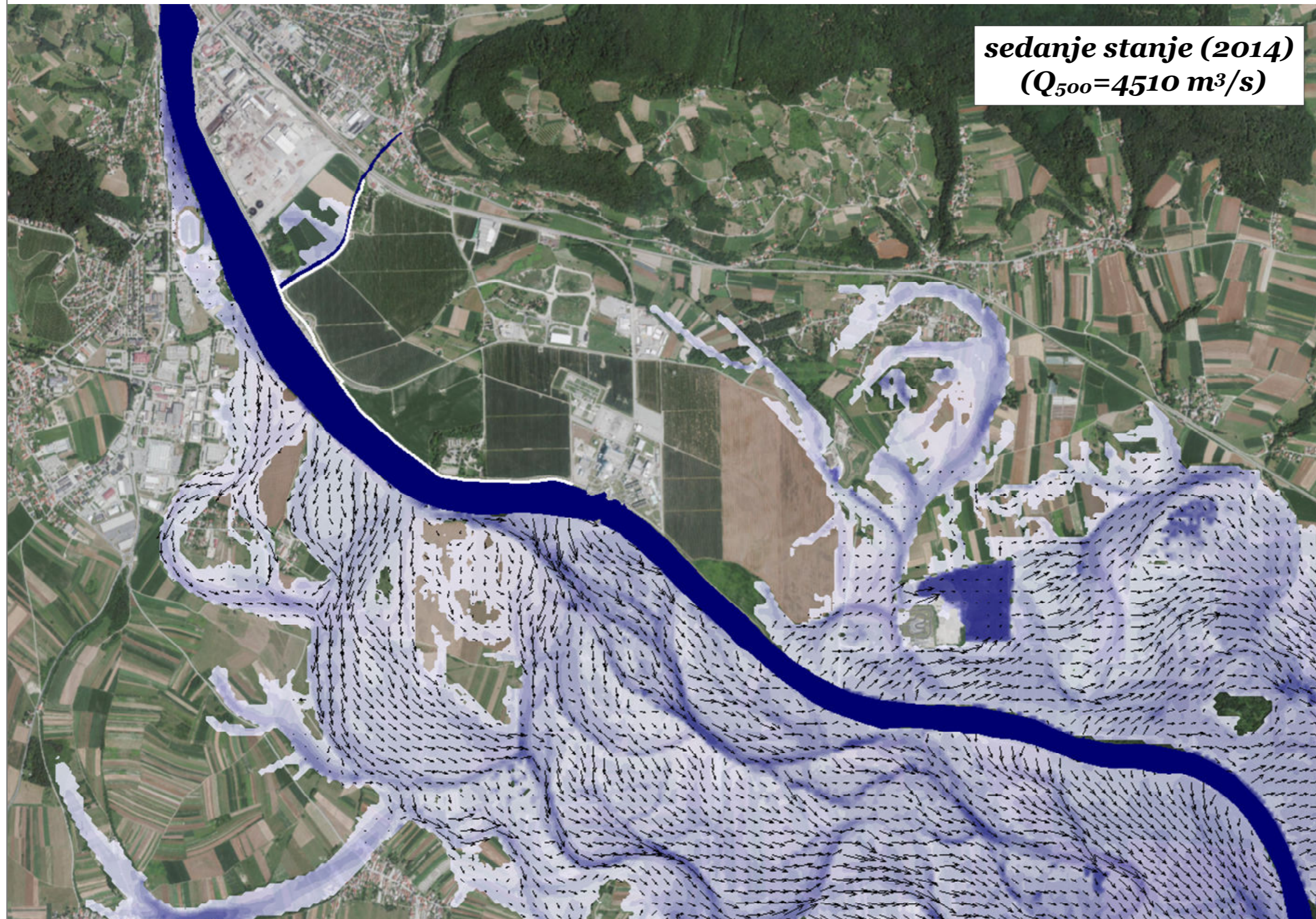
**bodoče stanje-NSRAO**  
**( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

- 2 m/s
- globina vode [m]
- Above 10.00
  - 8.00 - 10.00
  - 6.00 - 8.00
  - 4.00 - 6.00
  - 3.00 - 4.00
  - 2.50 - 3.00
  - 2.00 - 2.50
  - 1.50 - 2.00
  - 1.00 - 1.50
  - 0.50 - 1.00
  - 0.05 - 0.50
  - Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

|   |  |
|---|--|
| Izvajalec:<br>UL FGG<br>Katedra za mehaniko tekočin<br>Jamova 2, 1000 Ljubljana           | Globine in hitrosti vode za<br>primer bodočega stanja z<br>odlagališčem odpadkov<br>NSRAO<br>( $Q_{100}=3750 \text{ m}^3/\text{s}$ ) |
| ime in priimek<br>odg. vodja dr. Franci Steinman, udi<br>izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI | <b>Priloga 6</b>   |
| št. poročila:<br>d-12/06-2015   |  |



**sedanje stanje (2014)**  
**( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
2 m/s

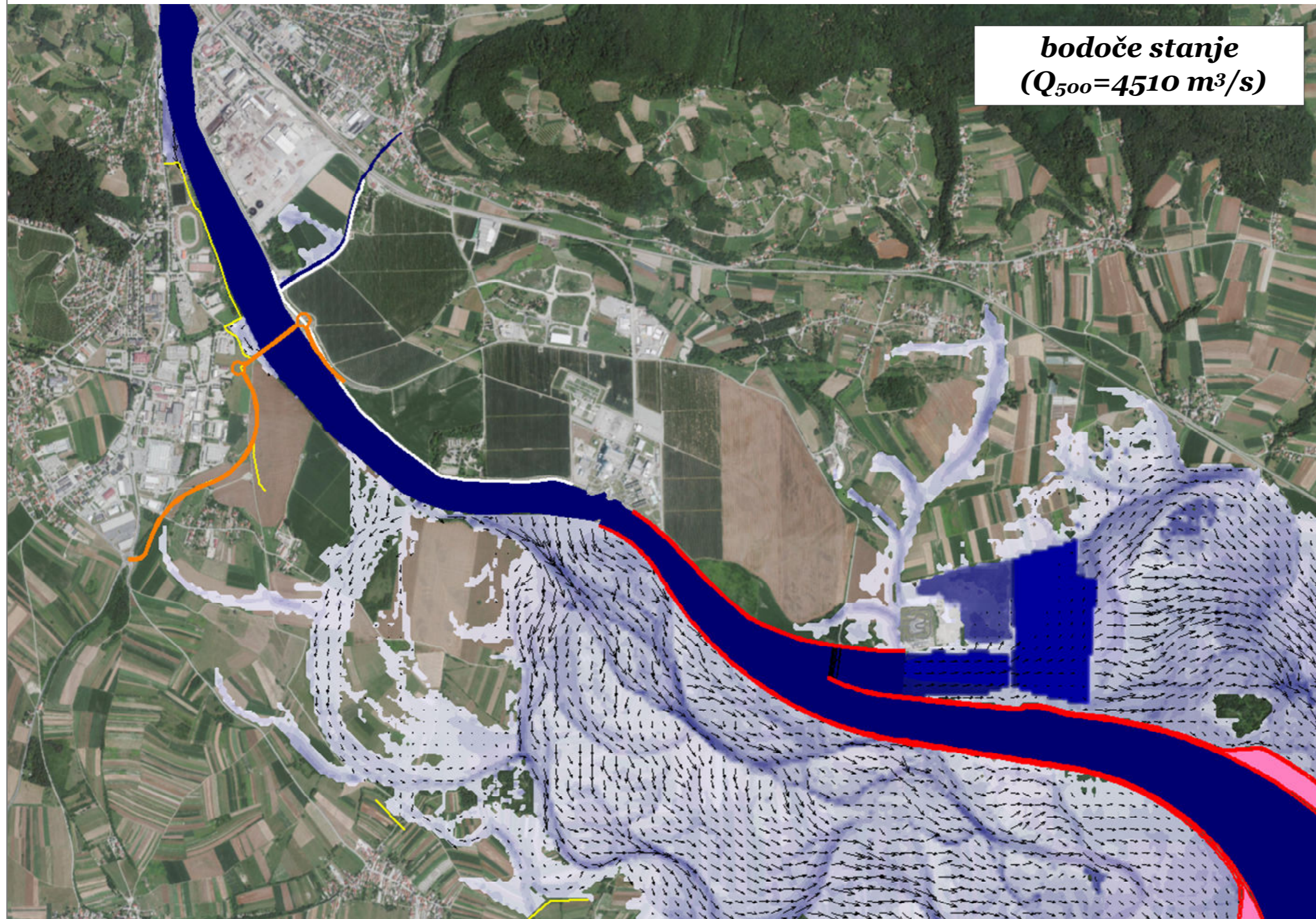
globina vode [m]

- █ Above 10.00
- █ 8.00 - 10.00
- █ 6.00 - 8.00
- █ 4.00 - 6.00
- █ 3.00 - 4.00
- █ 2.50 - 3.00
- █ 2.00 - 2.50
- █ 1.50 - 2.00
- █ 1.00 - 1.50
- █ 0.50 - 1.00
- █ 0.05 - 0.50
- █ Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

|   |   |
|---|---|
| Izvajalec:<br>UL FGG<br>Katedra za mehaniko tekočin<br>Jamova 2, 1000 Ljubljana           | Globine in hitrosti vode za<br>primer sedanjega stanja<br>( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ ) |
| ime in priimek<br>odg. vodja dr. Franci Steinman, udi<br>izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI | <b>Priloga 7</b>  |
| št. poročila:<br>d-12/06-2015   |   |

**bodoče stanje**  
**( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:

UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

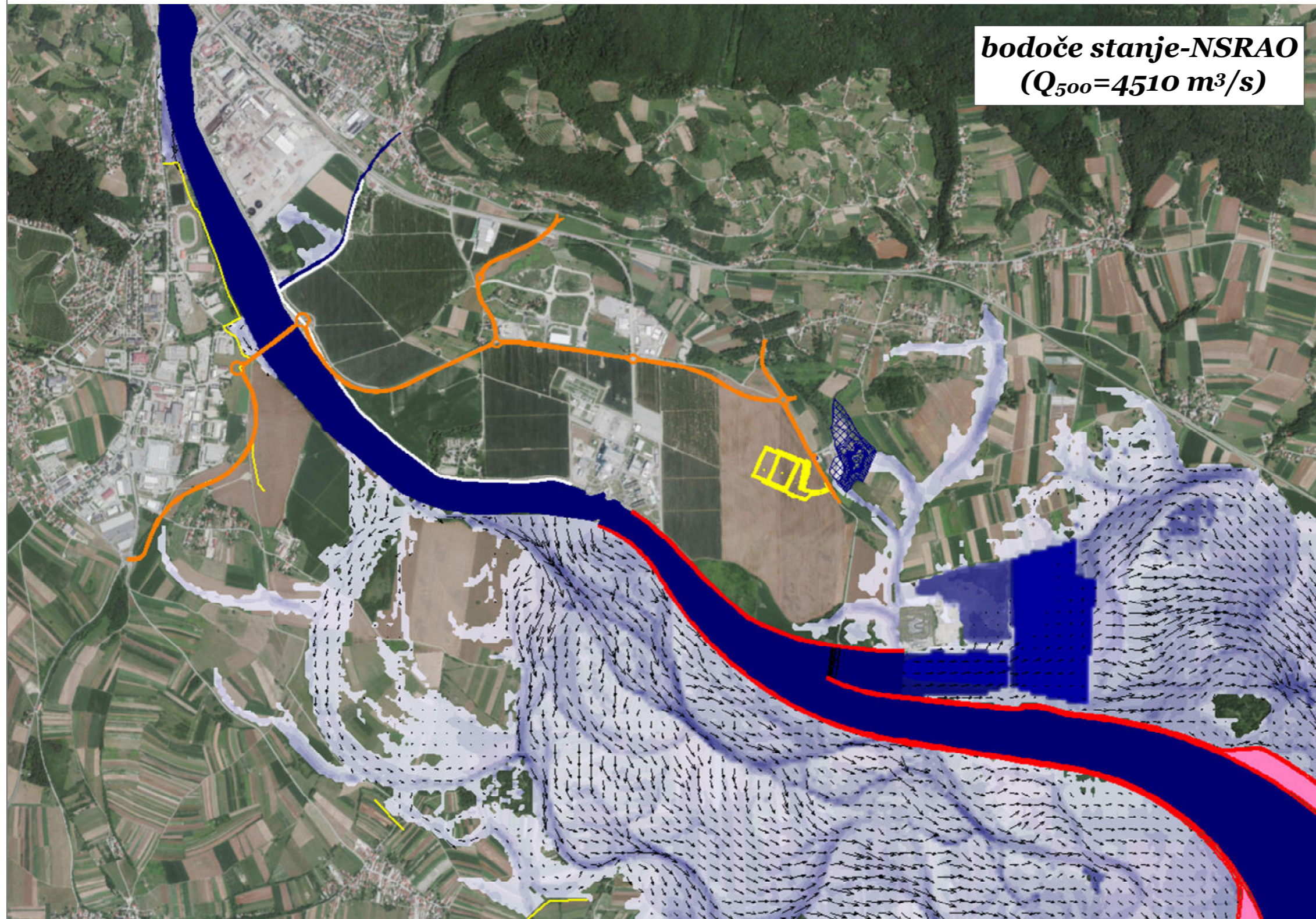
Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja  
 ( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )

ime in priimek  
 odg. vodja dr. Franci Steinman, udi  
 izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 8**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015



**bodoče stanje-NSRAO**  
**( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
 2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:  
 UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja z  
 odlagališčem odpadkov  
 NSRAO  
 ( $Q_{500}=4510 \text{ m}^3/\text{s}$ )

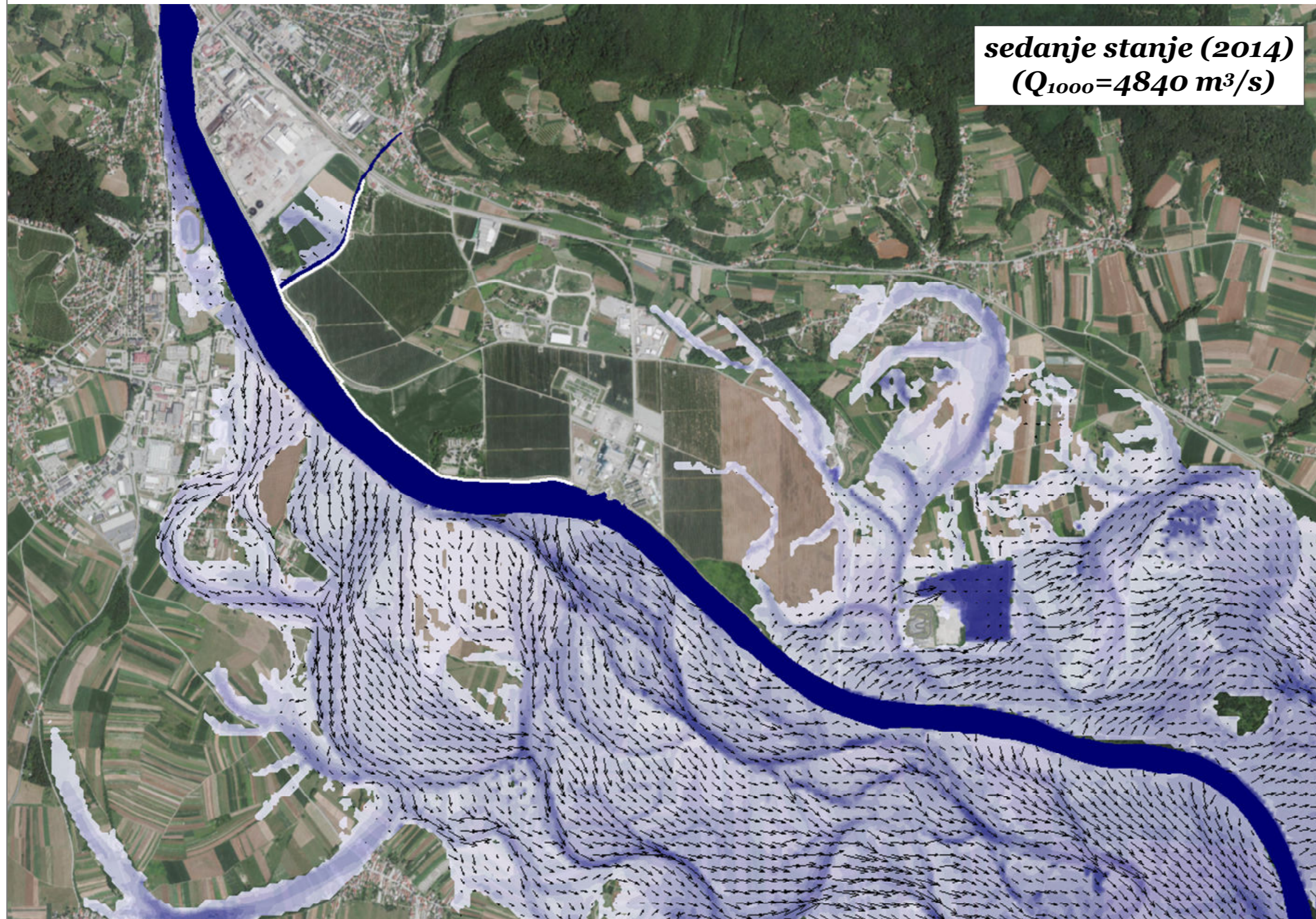
ime in priimek  
 odg. vodja dr. Franci Steinman, udi  
 izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 9**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015





**sedanje stanje (2014)**  
**( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
 2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:  
 UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

Globine in hitrosti vode za  
 primer sedanjega stanja  
 ( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )

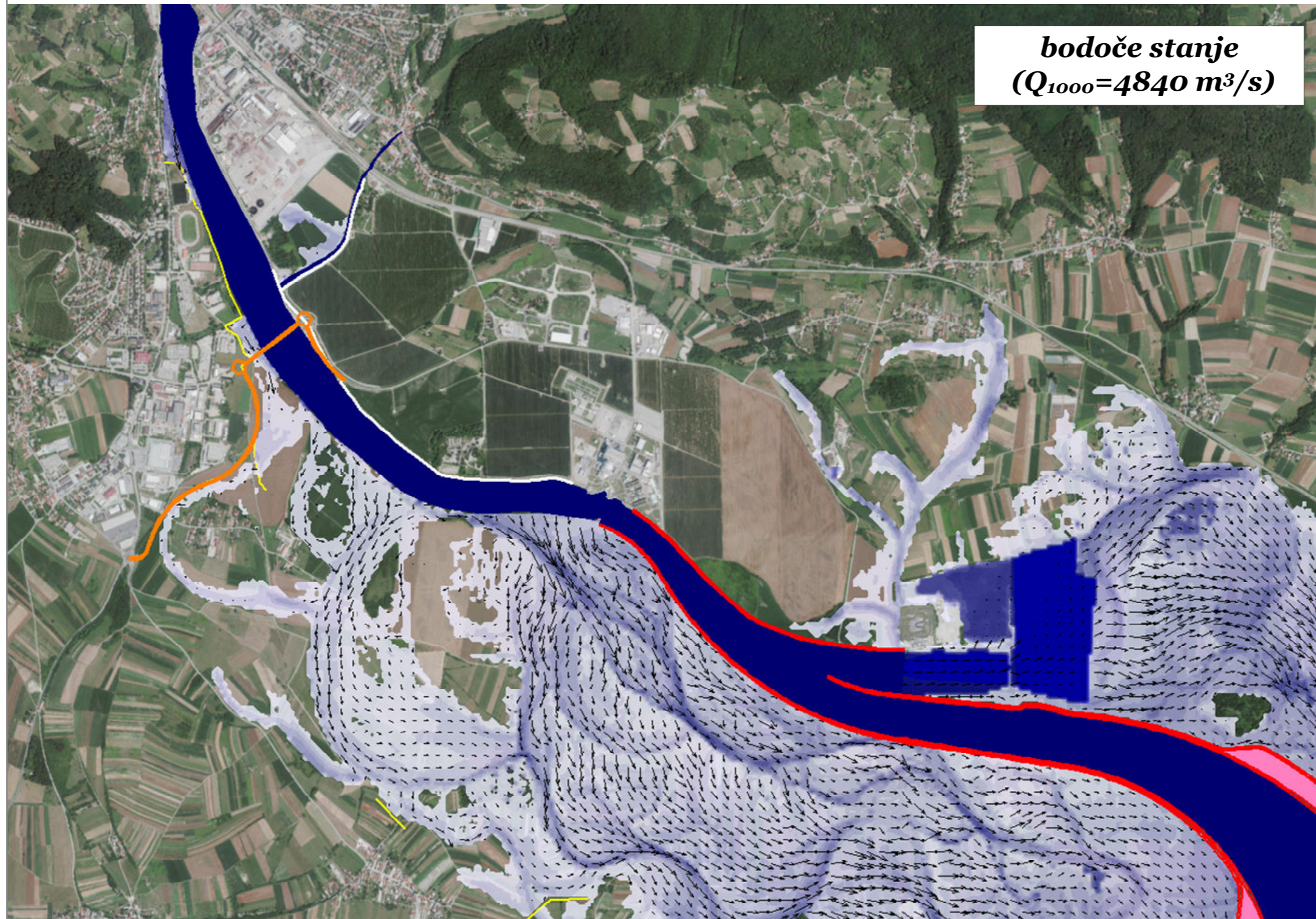
ime in priimek  
 odg. vodja dr. Franci Steinman, udi  
 izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 10**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015

**bodoče stanje**  
**( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:

UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

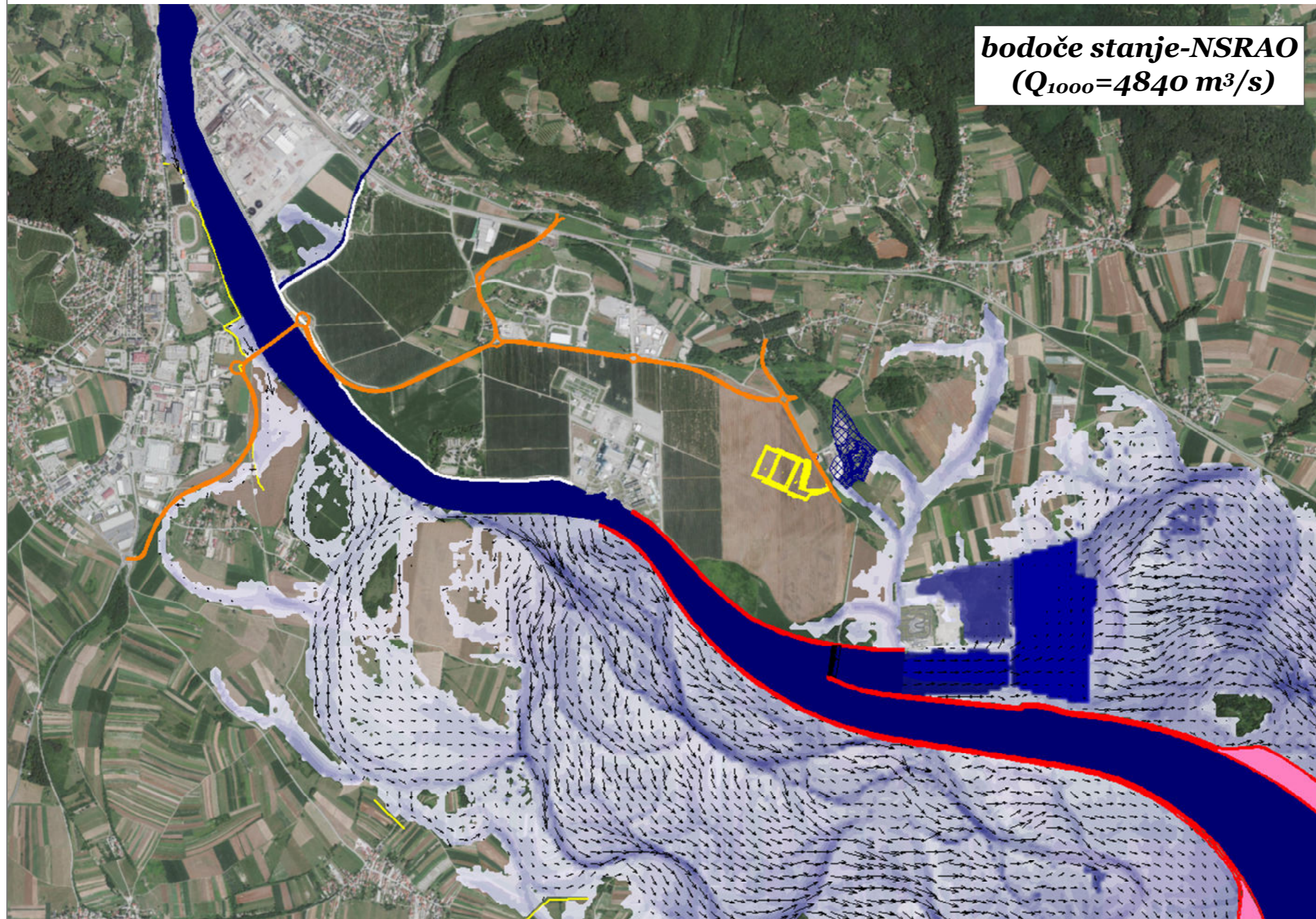
Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja  
 ( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )

ime in priimek  
 odg. vodja dr. Franci Steinman, udi  
 izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 11**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015



**bodoče stanje-NSRAO**  
**( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLICNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:  
 UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

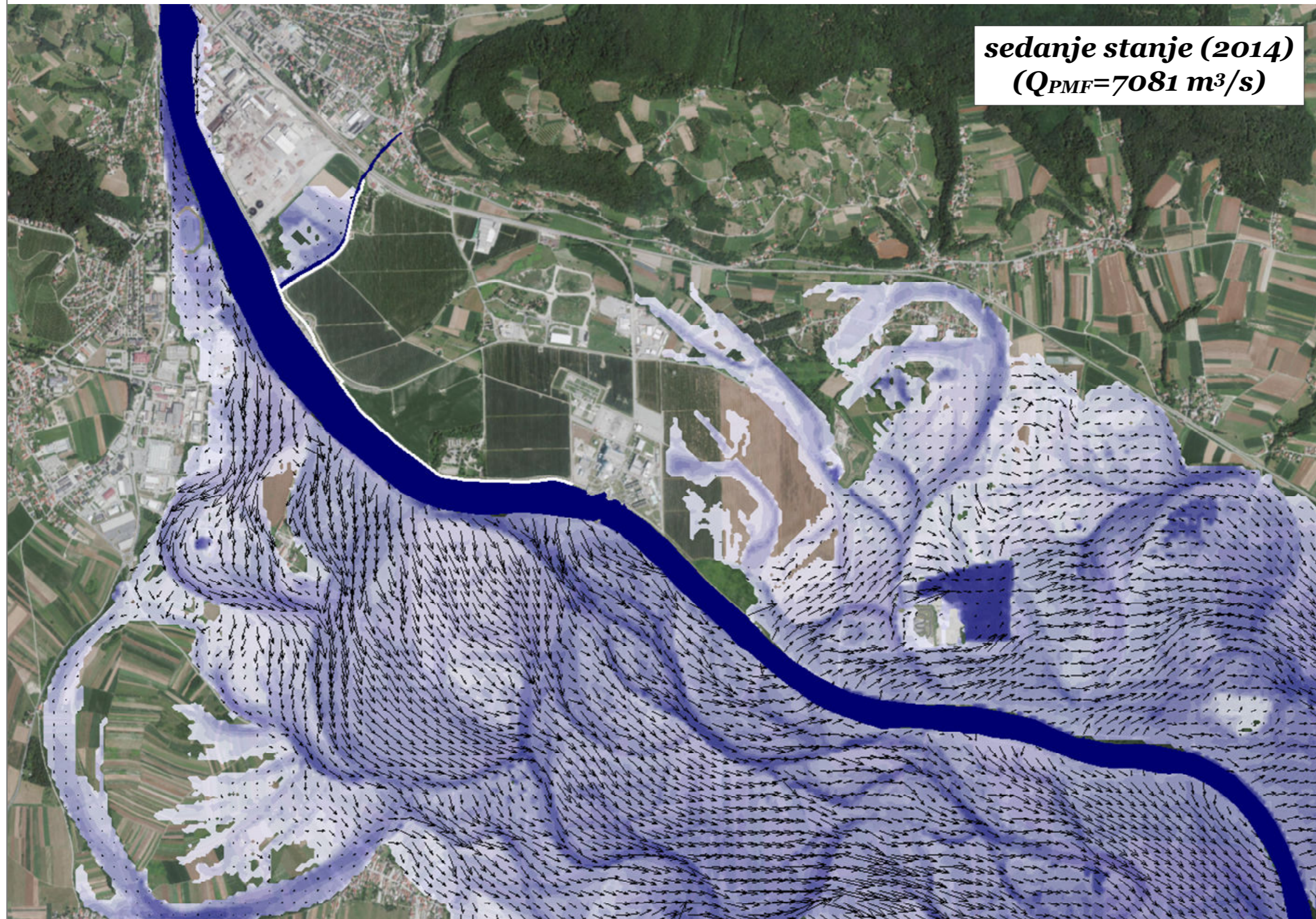
Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja z  
 odlagališčem odpadkov  
 NSRAO  
 ( $Q_{1000}=4840 \text{ m}^3/\text{s}$ )

odg. vodja: dr. Franci Steinman, udi  
 izdelal: mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 12**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015



**sedanje stanje (2014)**  
**( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
 2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:

UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

Globine in hitrosti vode za  
 primer sedanjega stanja  
 ( $Q_{pmf}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )

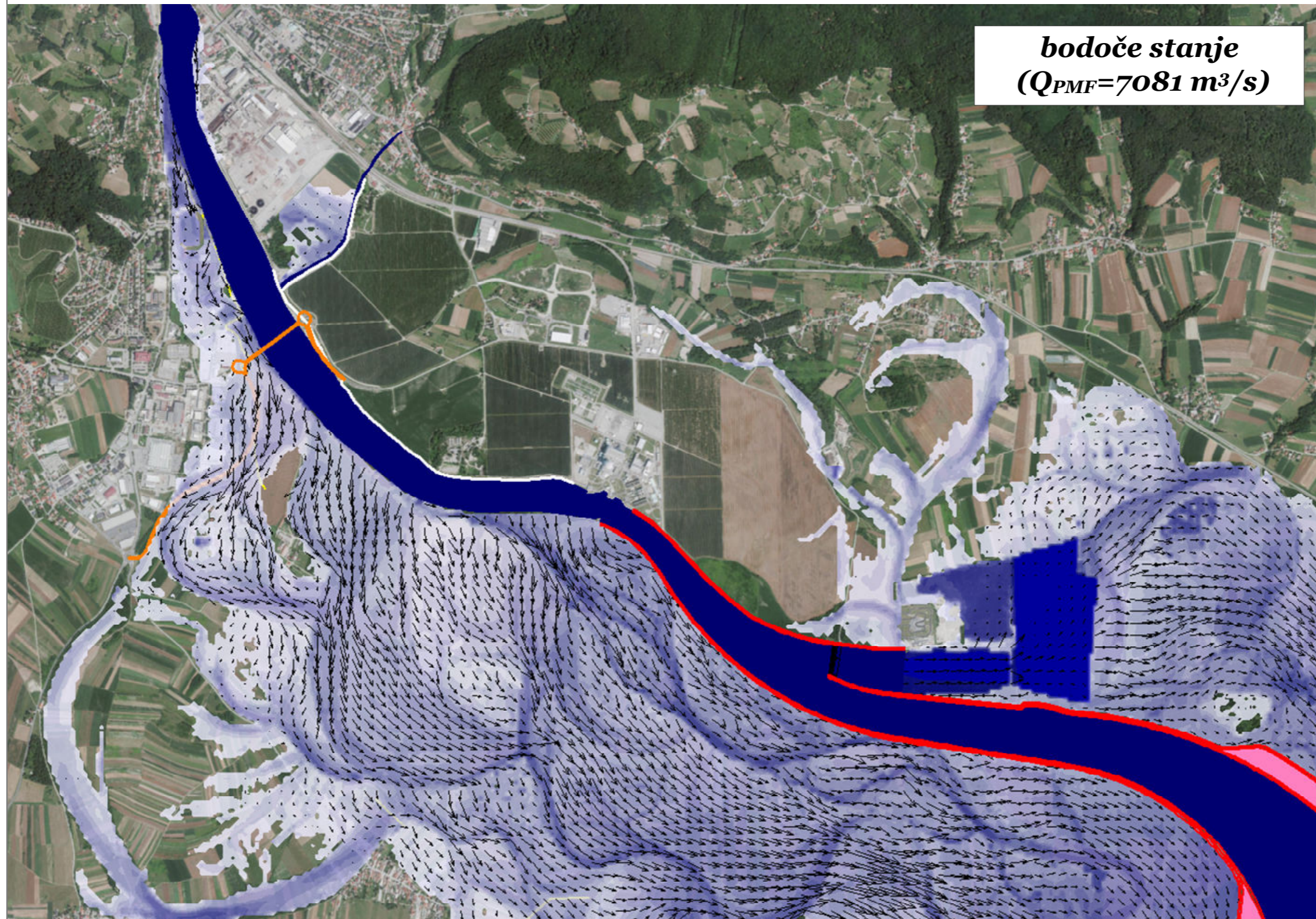
|                |                           |
|----------------|---------------------------|
| ime in priimek |                           |
| odg. vodja     | dr. Franci Steinman, udig |
| izdelal        | mag. Gašper Rak, udi VKI  |

**Priloga 13**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015

**bodoče stanje**  
**( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:  
 UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

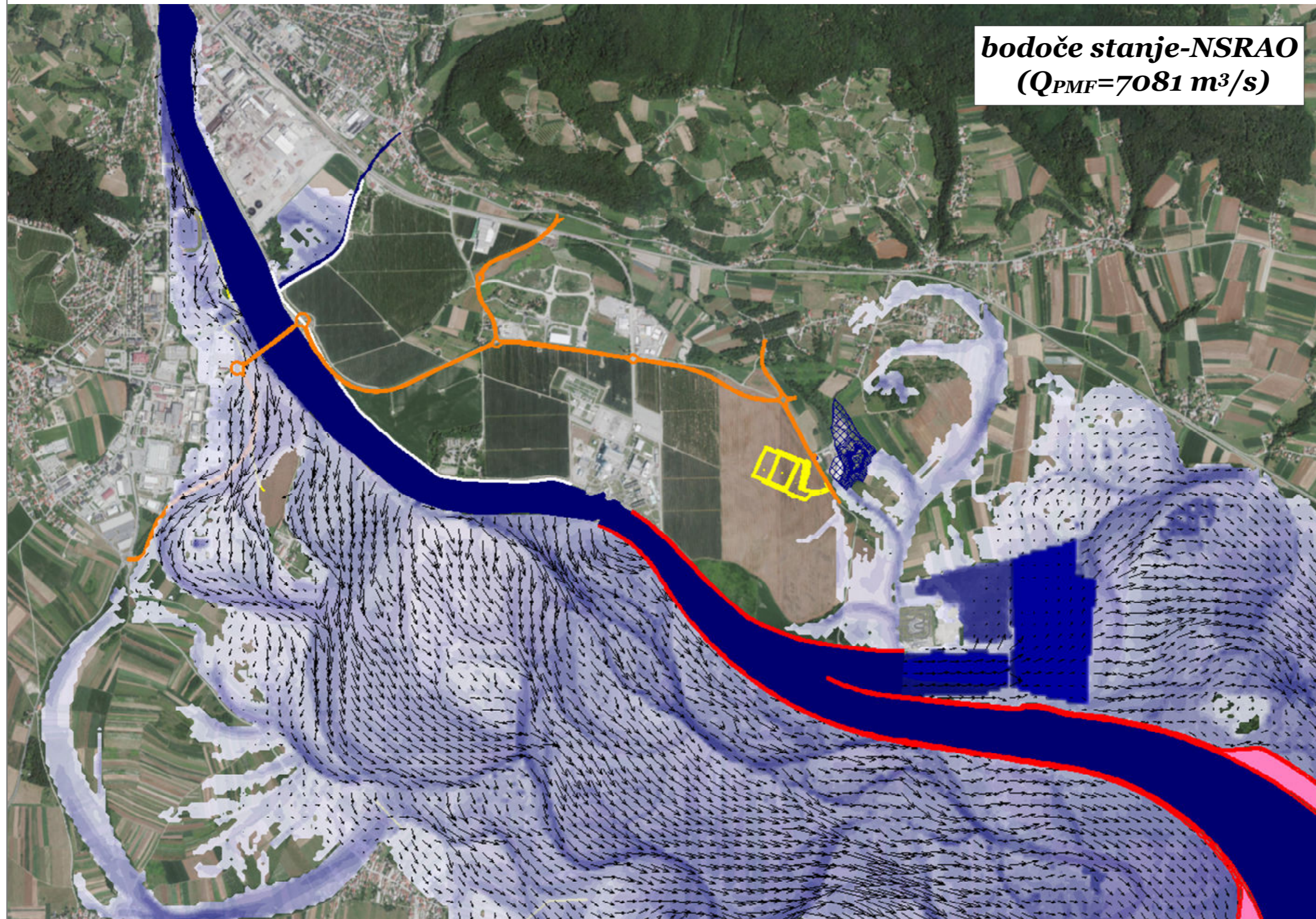
Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja  
 ( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )

ime in priimek  
 odg. vodja dr. Franci Steinman, udig  
 izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 14**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015



**bodoče stanje-NSRAO**  
**( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:  
 UL FGG  
 Katedra za mehaniko tekočin  
 Jamova 2, 1000 Ljubljana

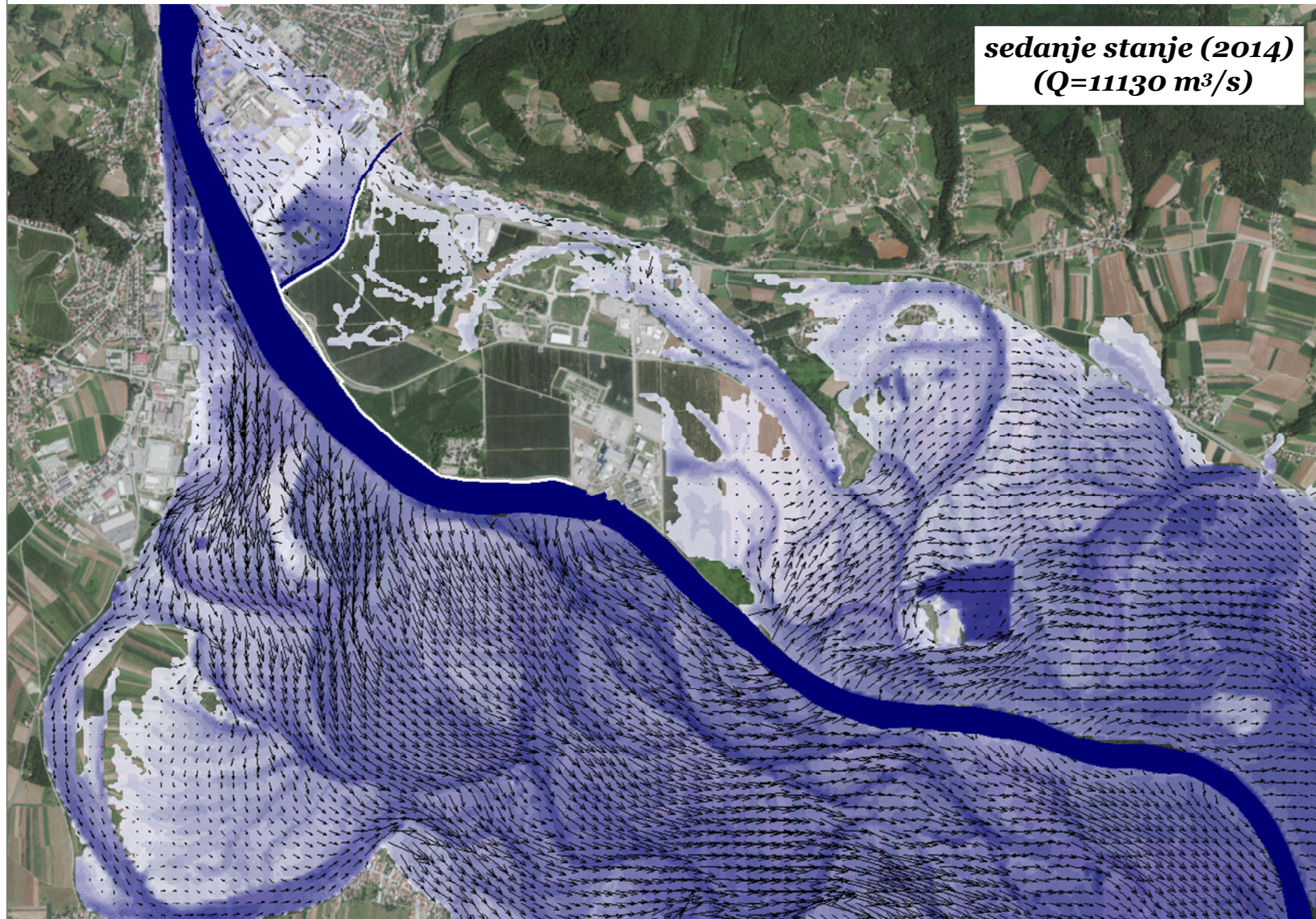
Globine in hitrosti vode za  
 primer bodočega stanja z  
 odlagališčem odpadkov  
 NSRAO  
 ( $Q_{PMF}=7081 \text{ m}^3/\text{s}$ )

ime in priimek  
 odg. vodja dr. Franci Steinman, udig  
 izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

**Priloga 15**

št. poročila:  
 d-12/06-2015

datum:  
 JUNIJ 2015



**sedanje stanje (2014)**  
**( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ )**

**LEGENDA**

→  
 2 m/s

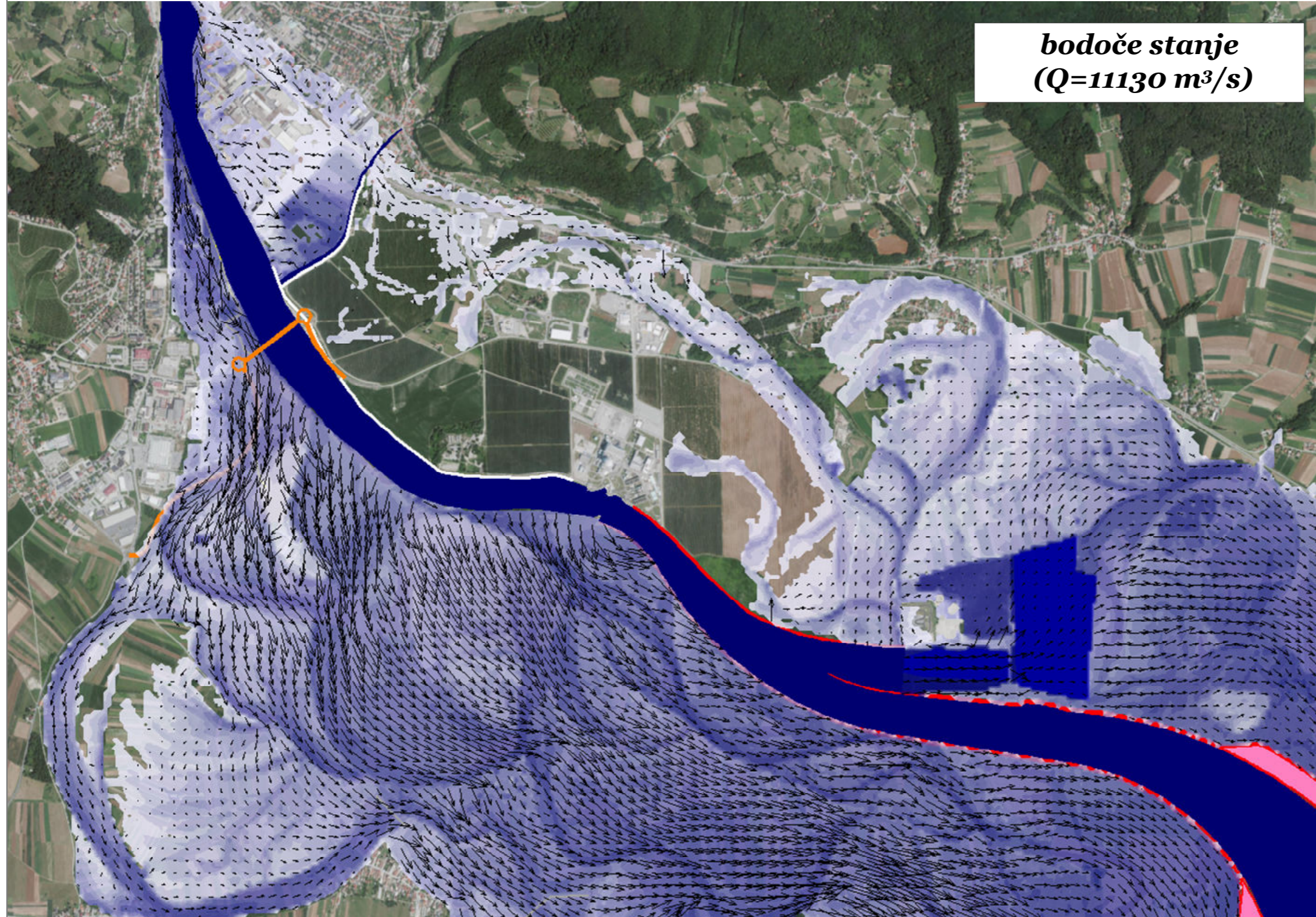
globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
 OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
 SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
 ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

|   |  |                           |            |                          |         |  |                   |
|---|--|---------------------------|------------|--------------------------|---------|--|-------------------|
| Izvajalec:<br>UL FGG<br>Katedra za mehaniko tekočin<br>Jamova 2, 1000 Ljubljana   | Globine in hitrosti vode za<br>primer sedanjega stanja<br>( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ ) |                           |            |                          |         |  |                   |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 2px;">ime in priimek</td> <td style="padding: 2px;">dr. Franci Steinman, udig</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">odg. vodja</td> <td style="padding: 2px;">mag. Gašper Rak, udi VKI</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">izdelal</td> <td style="padding: 2px;"></td> </tr> </table> | ime in priimek   | dr. Franci Steinman, udig | odg. vodja | mag. Gašper Rak, udi VKI | izdelal |  | <b>Priloga 16</b> |
| ime in priimek  | dr. Franci Steinman, udig  |                           |            |                          |         |  |                   |
| odg. vodja  | mag. Gašper Rak, udi VKI   |                           |            |                          |         |  |                   |
| izdelal   |  |                           |            |                          |         |  |                   |
| št. poročila:<br>d-12/06-2015   | datum:<br>JUNIJ 2015   |                           |            |                          |         |  |                   |

**bodoče stanje  
( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

Izvajalec:  
UL FGG  
Katedra za mehaniko tekočin  
Jamova 2, 1000 Ljubljana

Globine in hitrosti vode za  
primer bodočega stanja  
( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ )

odg. vodja dr. Franci Steinman, udig  
izdelal mag. Gašper Rak, udi VKI

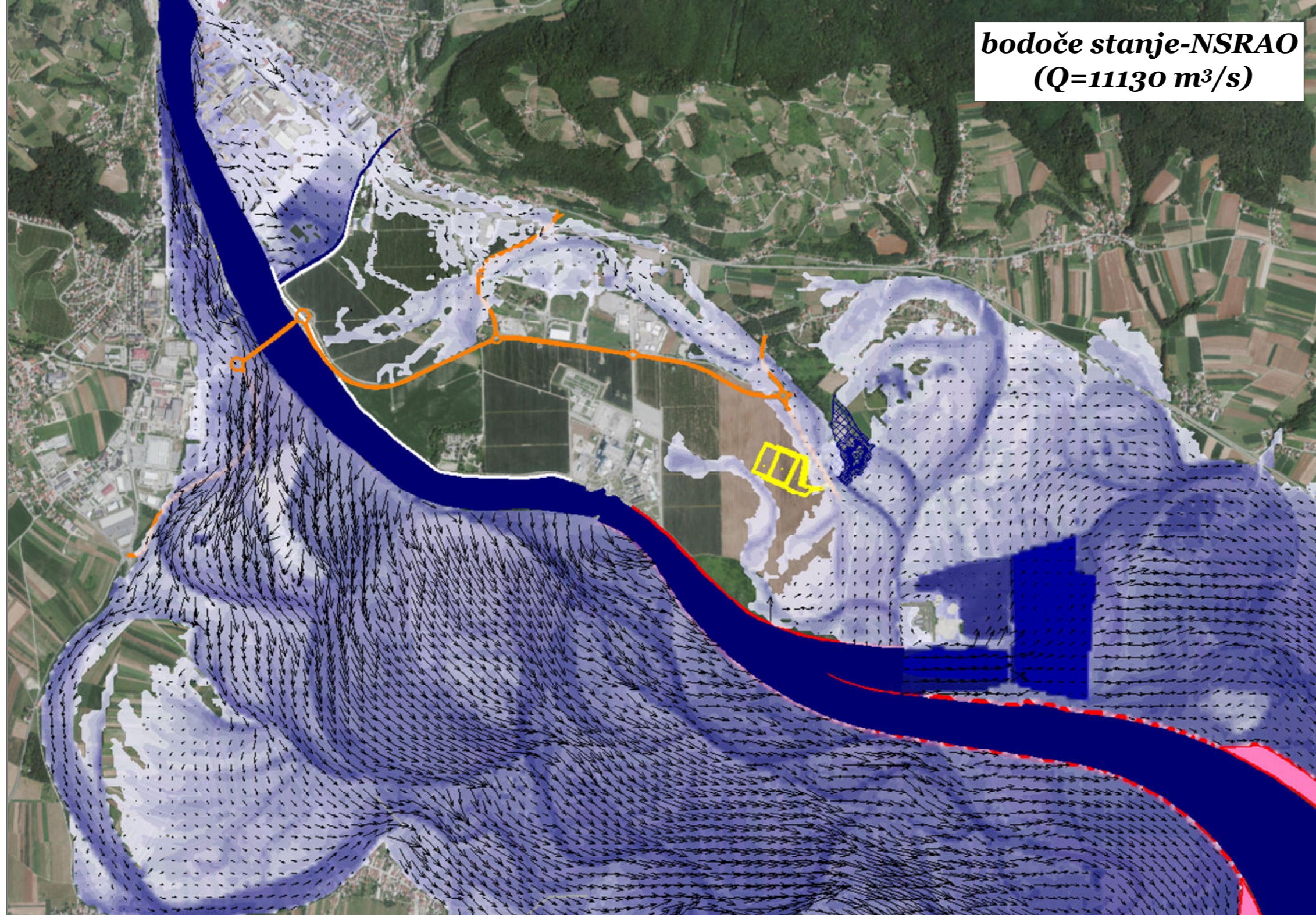
Priloga 17

št. poročila:  
d-12/06-2015

datum:  
JUNIJ 2015



**bodoče stanje-NSRAO  
( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ )**



**LEGENDA**

→  
2 m/s

globina vode [m]

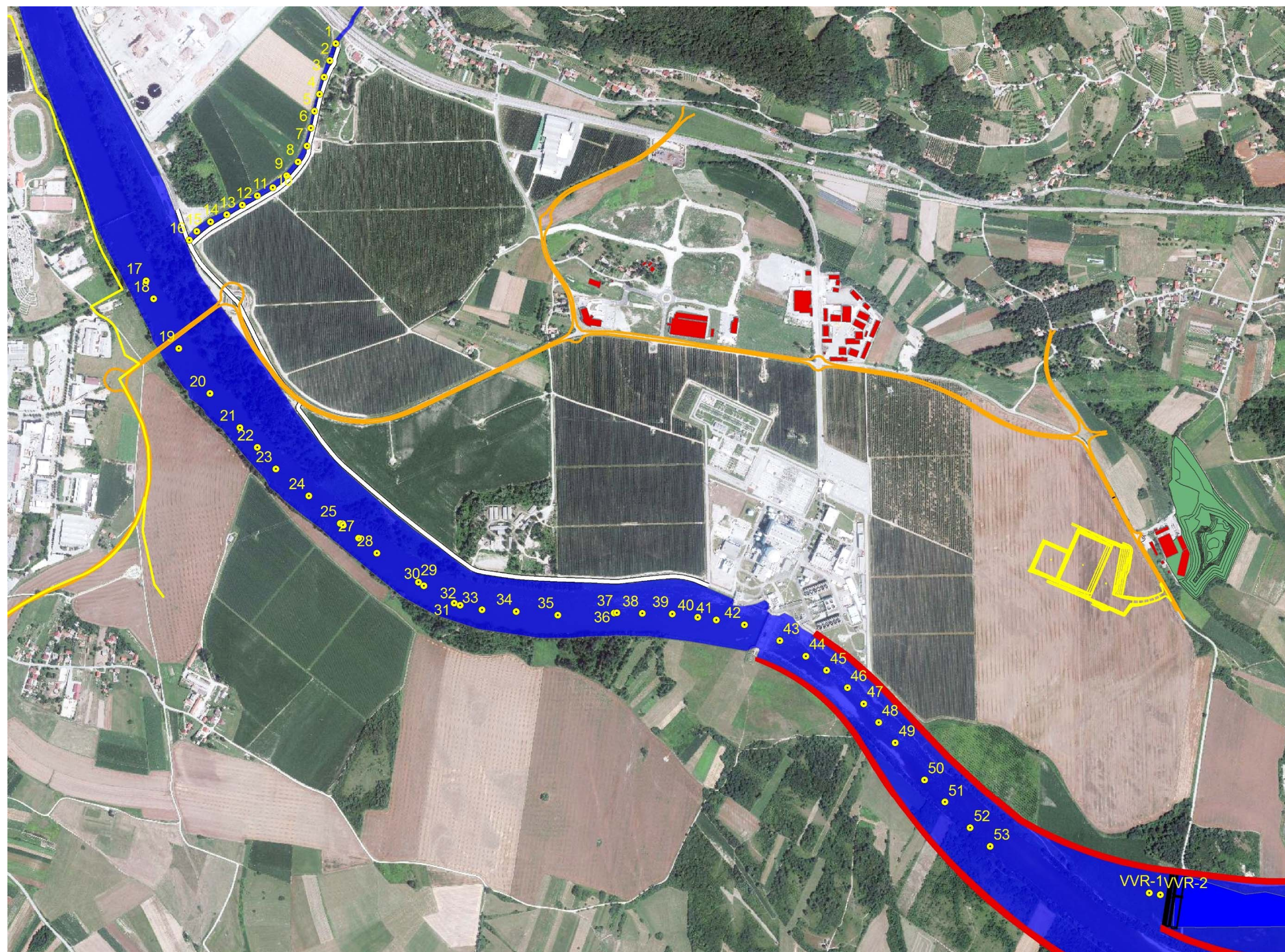
- Above 10.00
- 8.00 - 10.00
- 6.00 - 8.00
- 4.00 - 6.00
- 3.00 - 4.00
- 2.50 - 3.00
- 2.00 - 2.50
- 1.50 - 2.00
- 1.00 - 1.50
- 0.50 - 1.00
- 0.05 - 0.50
- Below 0.05

projekt/načrt:  
**HIDRAVLIČNA ANALIZA VPLIVNEGA  
OBMOČJA ODLAGALIŠČA NIZKO IN  
SREDNJE RADIOAKTIVNIH  
ODPADKOV VRBINA, KRŠKO**

|   |   |
|---|---|
| Izvajalec:<br>UL FGG<br>Katedra za mehaniko tekočin<br>Jamova 2, 1000 Ljubljana | Globine in hitrosti vode za<br>primer bodočega stanja z<br>odlagališčem odpadkov<br>NSRAO<br>( $Q=11130 \text{ m}^3/\text{s}$ ) |
| ime in priimek<br>odg. vodja<br>izdelal   | dr. Franci Steinman, udig<br>mag. Gašper Rak, udi VKI   |
| št. poročila:<br>d-12/06-2015   | datum:<br>JUNIJ 2015  |

**Priloga 18**

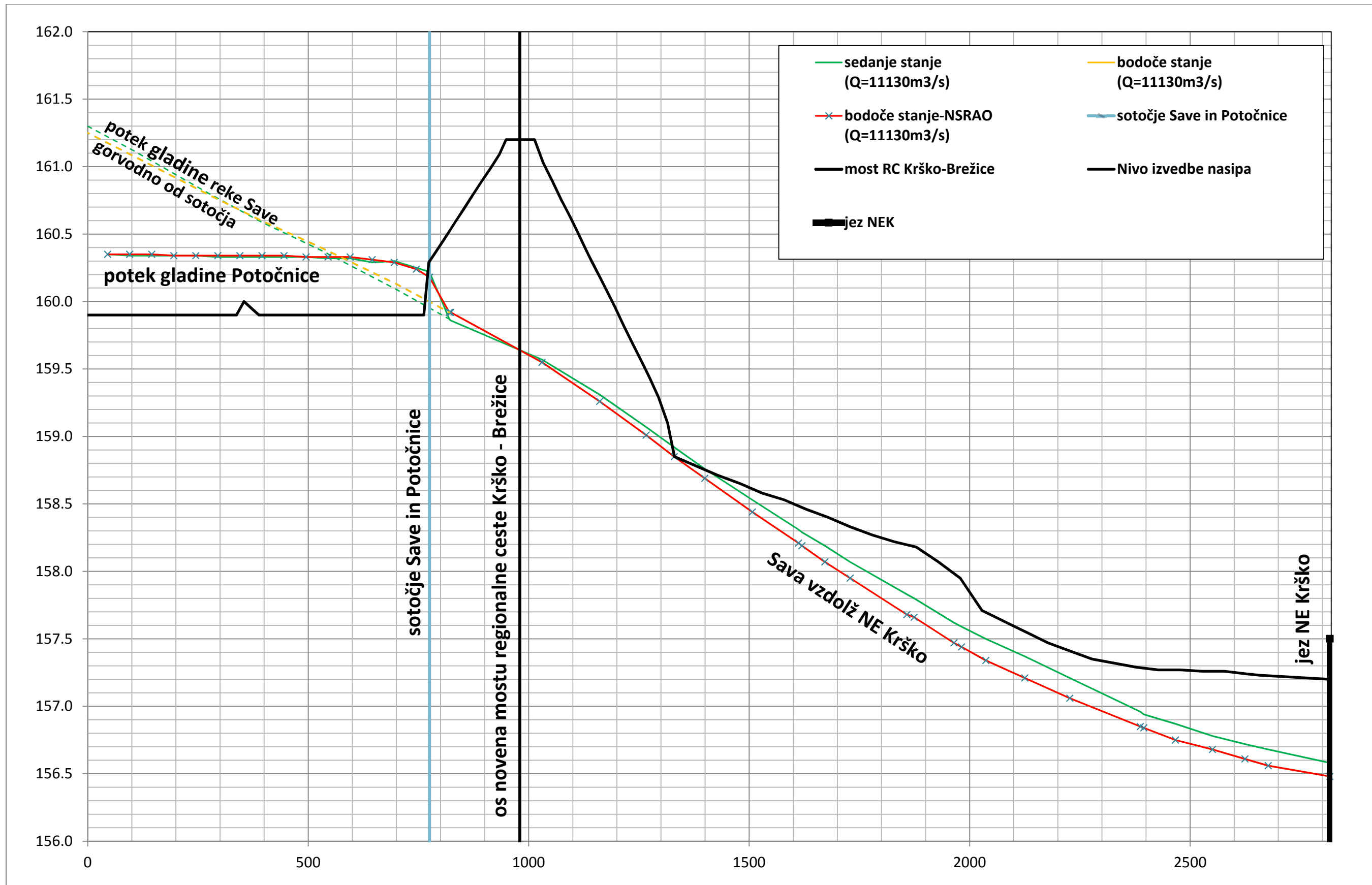
Točke vzdolž Potočnice in Save v katerih je podana primerjava gladin pri pretoku, merodajnem za poplavno varnost NE Krško (zaradi preglednosti je v tabeli in vzdolžnem profilu območje razdeljeno na dva dela: 1. vzdolž Potočni in Save do jezua NE Krško in 2. od jezua NE Krško do visokovodnega razbremenilnika).



## Kote gladin ob VV nasipu NEK (razmere vzdolž prve primerjalne linije)

## PRILOGA 20

|   | Točka | X      | Y     | absolutna<br>stacionaža<br>(merjeno v<br>osi struge) | stacionaža<br>NEK<br>(meritve v<br>osi nasipa) | VV nasip<br>NEK | Gladine                   |                  |                            | Razlika gladin        |                       |          |  |     |  |
|---|-------|--------|-------|--|--|-----------------|---------------------------|------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------|--|-----|--|
|   |       |        |       |  |  |                 | sedanje<br>stanje         | bodoče<br>stanje | bodoče<br>stanje-<br>NSRAO | (BS<br>NSRAO) -<br>SS | (BS<br>NSRAO) -<br>BS |          |  |     |  |
|   |       |        |       |  |  |                 | Q=11130 m <sup>3</sup> /s |                  |                            |                       |                       | [m.n.v.] |  | [m] |  |
|   |       |        |       |  |  |                 |                           |                  |                            |                       |                       |          |  |     |  |
| <b>POTOČNICA</b>                            | 1     | 539100 | 89786 | 780  | 45   | 159,90          | 160,35                    | 160,35           | 160,35                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 2     | 539083 | 89738 | 730  | 95   | 159,90          | 160,34                    | 160,35           | 160,35                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 3     | 539067 | 89691 | 680  | 145  | 159,90          | 160,34                    | 160,34           | 160,34                     | 0,00                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 4     | 539054 | 89643 | 630  | 195  | 159,90          | 160,34                    | 160,34           | 160,34                     | 0,00                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 5     | 539040 | 89595 | 580  | 245  | 159,90          | 160,34                    | 160,34           | 160,34                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 6     | 539030 | 89547 | 530  | 295  | 159,90          | 160,33                    | 160,34           | 160,34                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 7     | 539019 | 89497 | 480  | 345  | 160,00          | 160,33                    | 160,34           | 160,34                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 8     | 538993 | 89452 | 430  | 395  | 159,90          | 160,33                    | 160,34           | 160,34                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 9     | 538961 | 89413 | 380  | 445  | 159,90          | 160,33                    | 160,33           | 160,33                     | 0,00                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 10    | 538922 | 89379 | 330  | 495  | 159,90          | 160,33                    | 160,33           | 160,33                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 11    | 538878 | 89356 | 280  | 545  | 159,90          | 160,32                    | 160,33           | 160,33                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 12    | 538836 | 89330 | 230  | 595  | 159,90          | 160,32                    | 160,31           | 160,31                     | 0,02                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 13    | 538792 | 89303 | 180  | 645  | 159,90          | 160,29                    | 160,29           | 160,29                     | -0,01                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 14    | 538746 | 89282 | 130  | 695  | 159,90          | 160,30                    | 160,24           | 160,24                     | -0,01                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 15    | 538707 | 89255 | 80   | 745  | 159,90          | 160,25                    | 160,18           | 160,18                     | -0,04                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 16    | 538686 | 89231 | 50   | 775  | 159,90          | 160,22                    | 160,35           | 160,35                     | 0,01                  | 0,00                  |          |  |     |  |
| <b>SAVA DOLVODNO OD SOTOČJA S POTOČNICO</b> | 17    | 538564 | 89116 | 748123   | 820  | 160,55          | 159,87                    | 159,92           | 159,92                     | 0,05                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 18    | 538585 | 89065 | 748120   | 823  | 160,55          | 159,86                    | 159,92           | 159,92                     | 0,06                  | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 19    | 538656 | 88924 | 747963   | 1030   | 161,03          | 159,57                    | 159,55           | 159,55                     | -0,02                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 20    | 538744 | 88797 | 747806   | 1161   | 160,19          | 159,31                    | 159,26           | 159,26                     | -0,05                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 21    | 538829 | 88701 | 747679   | 1266   | 159,49          | 159,07                    | 159,01           | 159,01                     | -0,06                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 22    | 538878 | 88645 | 747603   | 1330   | 158,85          | 158,92                    | 158,85           | 158,85                     | -0,07                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 23    | 538931 | 88584 | 747525   | 1399   | 158,75          | 158,76                    | 158,69           | 158,69                     | -0,07                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 24    | 539024 | 88508 | 747403   | 1507   | 158,61          | 158,53                    | 158,44           | 158,44                     | -0,09                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 25    | 539113 | 88430 | 747285   | 1612   | 158,49          | 158,31                    | 158,21           | 158,21                     | -0,10                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 26    | 539121 | 88425 | 747276   | 1620   | 158,46          | 158,29                    | 158,19           | 158,19                     | -0,10                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 27    | 539164 | 88388 | 747217   | 1672   | 158,41          | 158,19                    | 158,07           | 158,07                     | -0,12                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 28    | 539216 | 88346 | 747153   | 1729   | 158,33          | 158,07                    | 157,95           | 157,95                     | -0,12                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 29    | 539334 | 88264 | 747007   | 1858   | 158,18          | 157,83                    | 157,68           | 157,68                     | -0,15                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 30    | 539349 | 88254 | 746989   | 1874   | 158,18          | 157,80                    | 157,66           | 157,66                     | -0,14                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 31    | 539434 | 88205 | 746887   | 1964   | 157,99          | 157,62                    | 157,47           | 157,47                     | -0,15                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 32    | 539451 | 88199 | 746867   | 1982   | 157,94          | 157,59                    | 157,44           | 157,44                     | -0,15                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 33    | 539513 | 88186 | 746805   | 2037   | 157,65          | 157,50                    | 157,34           | 157,34                     | -0,16                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 34    | 539610 | 88181 | 746705   | 2125   | 157,56          | 157,37                    | 157,21           | 157,21                     | -0,16                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 35    | 539727 | 88171 | 746590   | 2227   | 157,41          | 157,21                    | 157,06           | 157,06                     | -0,15                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 36    | 539886 | 88177 | 746430   | 2387   | 157,29          | 156,96                    | 156,85           | 156,85                     | -0,11                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 37    | 539894 | 88178 | 746422   | 2395   | 157,28          | 156,94                    | 156,84           | 156,84                     | -0,10                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 38    | 539966 | 88176 | 746350   | 2467   | 157,27          | 156,87                    | 156,75           | 156,75                     | -0,12                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 39    | 540051 | 88174 | 746267   | 2551   | 157,26          | 156,78                    | 156,68           | 156,68                     | -0,10                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 40    | 540123 | 88165 | 746193   | 2624   | 157,24          | 156,72                    | 156,61           | 156,61                     | -0,11                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 41    | 540175 | 88157 | 746140   | 2677   | 157,23          | 156,68                    | 156,56           | 156,56                     | -0,12                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   | 42    | 540255 | 88144 | 746045   | 2817   | 157,20          | 156,58                    | 156,48           | 156,48                     | -0,10                 | 0,00                  |          |  |     |  |
|   |       | 540310 | 88130 |  |  |                 |                           | <b>jez NEK</b>   |                            |                       |                       |          |  |     |  |



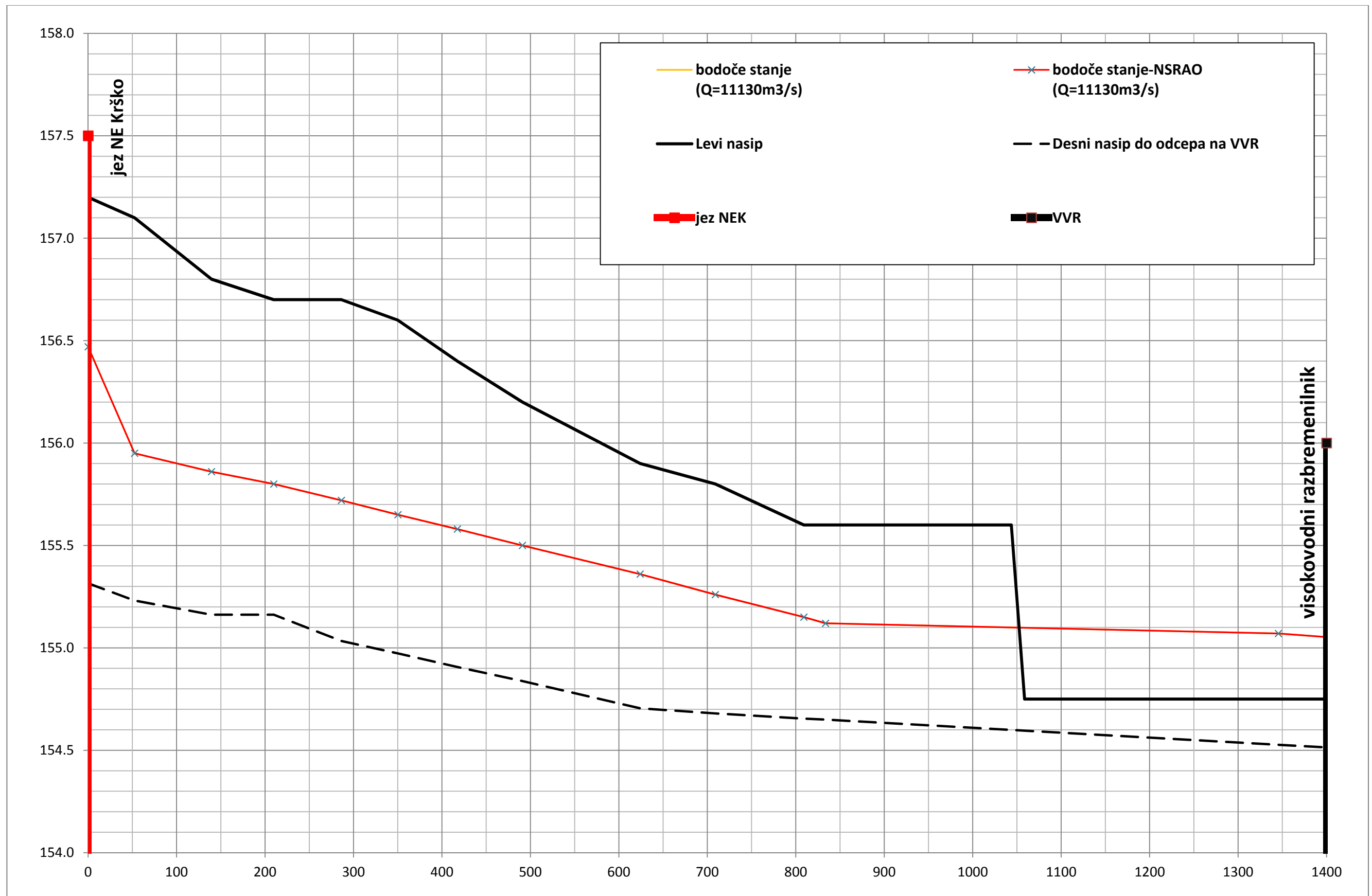
**Kote gladin od jezua NEK do visokovodnega razbremenilnika  
(razmere vzdolž druge primerjalne linije)**

**PRILOGA 22**

\*stacionaža točk VVR 1 in 2 je podana z razdaljo merjeno od objekta gorvodno

\*\*odsek je pri bodočem stanju pod vplivom zajeze jezua HE Brežice in visokovodnega razbremenilnika, zato primerjava s sedanjem stanjem ni relevantna in tudi ni podana

| Točka                             | X      | Y     | absolutna<br>stacionaža<br>reke Save<br>(merjeno v<br>osi struge) | Levi<br>nasip | Desni<br>nasip | Gladine                   |                         | Razlika gladin  |
|-----------------------------------|--------|-------|---|---------------|----------------|---------------------------|-------------------------|-----------------|
|                                   |        |       |   |               |                | bodoče stanje             | bodoče stanje-<br>NSRAO | (BS NSRAO) - BS |
|                                   |        |       |   |               |                | Q=11130 m <sup>3</sup> /s |                         |                 |
| [m.n.v.]                          |        |       |   |               |                | [m]                       |                         |                 |
| <b>jez NEK</b>                    |        |       |   |               |                |                           |                         |                 |
| 43                                | 540259 | 88140 | 746000  | 157,20        | 155,32         | 156,47                    | 156,47                  | 0,00            |
| 44                                | 540354 | 88099 | 745947  | 157,10        | 155,23         | 155,95                    | 155,95                  | 0,00            |
| 45                                | 540428 | 88055 | 745860  | 156,80        | 155,16         | 155,86                    | 155,86                  | 0,00            |
| 46                                | 540487 | 88015 | 745790  | 156,70        | 155,16         | 155,80                    | 155,80                  | 0,00            |
| 47                                | 540546 | 87966 | 745714  | 156,70        | 155,03         | 155,72                    | 155,72                  | 0,00            |
| 48                                | 540592 | 87921 | 745650  | 156,60        | 154,97         | 155,65                    | 155,65                  | 0,00            |
| 49                                | 540634 | 87867 | 745583  | 156,40        | 154,91         | 155,58                    | 155,58                  | 0,00            |
| 50                                | 540681 | 87810 | 745509  | 156,20        | 154,84         | 155,50                    | 155,50                  | 0,00            |
| 51                                | 540763 | 87705 | 745376  | 155,90        | 154,71         | 155,36                    | 155,36                  | 0,00            |
| 52                                | 540821 | 87641 | 745291  | 155,80        | 154,68         | 155,26                    | 155,26                  | 0,00            |
| 53                                | 540892 | 87569 | 745191  | 155,60        | 154,66         | 155,15                    | 155,15                  | 0,00            |
| 54                                | 540949 | 87516 | 745166  | 155,60        | 154,65         | 155,12                    | 155,12                  | 0,00            |
|                                   | 541090 | 87447 | 744960  | 155,60        | 154,61         | <b>odcep na VVR</b>       |                         |                 |
| VVR-1                             | 541398 | 87385 | 80  | 154,75        | 154,53         | 155,07                    | 155,07                  | 0,00            |
| VVR-2                             | 541430 | 87380 | 20  | 154,75        | 154,51         | 155,05                    | 155,05                  | 0,00            |
| <b>visokovodni razbremenilnik</b> |        |       |   |               |                |                           |                         |                 |



**Gladinska stanja in razlike med posameznimi stanji v naravi na PRILOGA 24A območju odlagališča NSRAO**

| Pretok                                  | Točka | X      | Y     | Gladine |    |       | Razlika gladin |               |
|---|-------|--------|-------|---------|----|-------|----------------|---------------|
|   |       |        |       | SS      | BS | NSRAO | BS NSRAO - SS  | BS NSRAO - SS |
|   |       |        |       | [m,n,v] |    |       | [m]            |               |
| Q <sub>10</sub> =2560 m <sup>3</sup> /s | 1     | 541373 | 88368 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 2     | 541348 | 88246 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 3     | 541412 | 88269 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 4     | 541450 | 88187 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 5     | 541330 | 88145 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 6     | 541034 | 88267 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 7     | 541110 | 88409 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 8     | 541150 | 88389 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 9     | 541191 | 88448 | /       | /  | /     | /              | /             |
|   | 10    | 541536 | 88169 | /       | /  | /     | /              | /             |

| Pretok                                   | Točka | X      | Y     | Gladine |    |       | Razlika gladin |               |
|--|-------|--------|-------|---------|----|-------|----------------|---------------|
|  |       |        |       | SS      | BS | NSRAO | BS NSRAO - SS  | BS NSRAO - BS |
|  |       |        |       | [m,n,v] |    |       | [m]            |               |
| Q <sub>100</sub> =3750 m <sup>3</sup> /s | 1     | 541373 | 88368 | 151,57  | /  | /     | /              | /             |
|  | 2     | 541348 | 88246 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 3     | 541412 | 88269 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 4     | 541450 | 88187 | 151,58  | /  | /     | /              | /             |
|  | 5     | 541330 | 88145 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 6     | 541034 | 88267 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 7     | 541110 | 88409 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 8     | 541150 | 88389 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 9     | 541191 | 88448 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 10    | 541536 | 88169 | 151,57  | /  | /     | /              | /             |

| Pretok                                   | Točka | X      | Y     | Gladine |    |       | Razlika gladin |               |
|--|-------|--------|-------|---------|----|-------|----------------|---------------|
|  |       |        |       | SS      | BS | NSRAO | BS NSRAO - SS  | BS NSRAO - BS |
|  |       |        |       | [m,n,v] |    |       | [m]            |               |
| Q <sub>500</sub> =4510 m <sup>3</sup> /s | 1     | 541373 | 88368 | 151,83  | /  | /     | /              | /             |
|  | 2     | 541348 | 88246 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 3     | 541412 | 88269 | 151,83  | /  | /     | /              | /             |
|  | 4     | 541450 | 88187 | 151,84  | /  | /     | /              | /             |
|  | 5     | 541330 | 88145 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 6     | 541034 | 88267 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 7     | 541110 | 88409 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 8     | 541150 | 88389 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 9     | 541191 | 88448 | /       | /  | /     | /              | /             |
|  | 10    | 541536 | 88169 | 151,83  | /  | /     | /              | /             |

**Gladinska stanja in razlike med posameznimi stanji v naravi na PRILOGA 24B območju odlagališča NSRAO**

| Pretok                                    | Točka | X      | Y     | Gladine |        |       | Razlika gladin |               |
|---|-------|--------|-------|---------|--------|-------|----------------|---------------|
|   |       |        |       | SS      | BS     | NSRAO | BS NSRAO - SS  | BS NSRAO - BS |
|   |       |        |       | [m.n.v] |        |       | [m]            |               |
| Q <sub>1000</sub> =4840 m <sup>3</sup> /s | 1     | 541373 | 88368 | 151,93  | 151,25 | /     | /              | /             |
|   | 2     | 541348 | 88246 | 0       | /      | /     | /              | /             |
|   | 3     | 541412 | 88269 | 151,93  | /      | /     | /              | /             |
|   | 4     | 541450 | 88187 | 151,933 | /      | /     | /              | /             |
|   | 5     | 541330 | 88145 | 0       | /      | /     | /              | /             |
|   | 6     | 541034 | 88267 | 152,14  | /      | /     | /              | /             |
|   | 7     | 541110 | 88409 | 0       | /      | /     | /              | /             |
|   | 8     | 541150 | 88389 | 0       | /      | /     | /              | /             |
|   | 9     | 541191 | 88448 | 0       | /      | /     | /              | /             |
|   | 10    | 541536 | 88169 | 151,924 | /      | /     | /              | /             |

| Pretok                                   | Točka | X      | Y     | Gladine |        |        | Razlika gladin |               |
|--|-------|--------|-------|---------|--------|--------|----------------|---------------|
|  |       |        |       | SS      | BS     | NSRAO  | BS NSRAO - SS  | BS NSRAO - BS |
|  |       |        |       | [m.n.v] |        |        | [m]            |               |
| Q <sub>PMF</sub> =7081 m <sup>3</sup> /s | 1     | 541373 | 88368 | 152,38  | 151,52 | /      | /              | /             |
|  | 2     | 541348 | 88246 | 0,00    | /      | /      | /              | /             |
|  | 3     | 541412 | 88269 | 152,38  | /      | /      | /              | /             |
|  | 4     | 541450 | 88187 | 152,38  | /      | /      | /              | /             |
|  | 5     | 541330 | 88145 | 0,00    | /      | /      | /              | /             |
|  | 6     | 541034 | 88267 | 153,06  | /      | /      | /              | /             |
|  | 7     | 541110 | 88409 | 0,00    | /      | /      | /              | /             |
|  | 8     | 541150 | 88389 | 0,00    | /      | /      | /              | /             |
|  | 9     | 541191 | 88448 | 0,00    | /      | /      | /              | /             |
|  | 10    | 541536 | 88169 | 152,37  | 151,52 | 151,55 | -0,82          | +0,03         |

| Pretok                    | Točka | X      | Y     | Gladine |        |        | Razlika gladin |               |
|---------------------------|-------|--------|-------|---------|--------|--------|----------------|---------------|
|                           |       |        |       | SS      | BS     | NSRAO  | BS NSRAO - SS  | BS NSRAO - BS |
|                           |       |        |       | [m.n.v] |        |        | [m]            |               |
| Q=11130 m <sup>3</sup> /s | 1     | 541373 | 88368 | 153,18  | 152,55 | 152,58 | -0,59          | 0,03          |
|                           | 2     | 541348 | 88246 | 153,18  | 152,55 | 152,58 | -0,60          | 0,03          |
|                           | 3     | 541412 | 88269 | 153,17  | 152,55 | 152,57 | -0,60          | 0,03          |
|                           | 4     | 541450 | 88187 | 153,17  | 152,55 | 152,55 | -0,62          | 0,00          |
|                           | 5     | 541330 | 88145 | 153,21  | /      | /      | /              | /             |
|                           | 6     | 541034 | 88267 | 153,50  | 152,73 | 152,73 | -0,78          | 0,00          |
|                           | 7     | 541110 | 88409 | 153,50  | /      | /      | /              | /             |
|                           | 8     | 541150 | 88389 | 0,00    | /      | /      | /              | /             |
|                           | 9     | 541191 | 88448 | 153,19  | /      | /      | /              | /             |
|                           | 10    | 541536 | 88169 | 153,12  | 152,51 | 152,54 | -0,58          | 0,03          |