

## VISOKE VODE, AVGUST 2005 POROČILO SEKTORJA ZA HIDROLOGIJO

Datum objave: 29.11.2005



Foto: Mojca Sušnik



Foto: Igor Strojjan



Foto: Marko Burger



Foto: Marko Burger

Pripravili:

mag. Mira Kobold, mag. Florjana Ulaga, mag. Roman Trček, Bogdan Lalić, Mojca Sušnik, Janez Polajnar, Mojca Robič

### 1. UVOD

V večernih urah 20. avgusta ter v noči na 21. avgust so nekatere dele države zajele zelo močne padavine. Te so najprej zajele jugovzhodno Slovenijo, nato se je dež razširil nad osrednjo in del vzhodne Slovenije. V nedeljo, 21. avgusta popoldne so bili najmočnejši nalivi v Prekmurju. Zaradi obilnih padavin in lokalno močnih nalivov so hitro narasli in poplavljali hudourniki in manjši vodotoki. Narasle vode so uničevale infrastrukturo, poplavljale in zalivale objekte ter prometnice (ceste in železnico), utrgalo se je veliko število zemeljskih plazov. Najbolj prizadeta območja so bila v Posavju, Zasavju ter na območju Žalca in Laškega. Večje reke niso posebej narasle, poplavljali in uničevali so predvsem manjši vodotoki. Od večjih rek je močnejše narasla le Krka, ki je 21. avgusta zvečer pričela ob spodnjem toku poplavljati v obsegu vsakoletnih



poplav, zaradi obilnega deževja v Avstriji pa Mura. Izmerjeni pretoki večjih rek z izjemo Mure niso presegli vrednosti običajnih visokih voda, pretoki manjših rek pa so dosegli tudi do 50-letno povratno dobo.

Padavine v noči na 22. avgust na avstrijskem Štajerskem in v vzhodni Sloveniji so povzročile zelo veliko vodnatost reke Mure. Na hidrološki postaji v Gornji Radgoni je bil ta dan izmerjen največji pretok v opazovalnem obdobju od leta 1946 in sicer okrog 1400 m<sup>3</sup>/s. Doslej največji izmerjen pretok je bil 1241 m<sup>3</sup>/s iz junija 1954.

Vzrok za številne zemeljske plazove in poplave so bili po eni strani izjemno močni kratkotrajni nalivi, hkrati pa tudi dolgotrajne obilne padavine. Padavine so si z manjšimi presledki sledile že od začetka avgusta, zaradi česar so bila tla dodobra namočena, kar je pripomoglo k proženju plazov in naglemu porastu pretokov rek. Že do 19. avgusta 2005 je bilo padavin v Sloveniji več od obdobjnega avgustovskega povprečja. Na območju, ki so ga med 20. in 23. avgustom prizadele poplave, je samo v dveh dneh (21. in 22. avgusta) padlo nad 100 mm padavin.

V poročilu je podan pregled vremenskega in hidrološkega dogajanja med 20. in 24. avgustom 2005 na prizadetih območjih. Kronološko je opisano operativno spremljanje v oddelku za hidrološko prognozo v času izrednega visokovodnega stanja. Kjer je bilo v izrednih hidroloških razmerah na Muri in spodnji Savi s pritoki le mogoče, so terenske skupine izvedle meritve pretoka in zajele vzorce za določitev količine suspendiranega materiala.

## 2. GEOMORFOLOŠKE IN GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI PRIZADETEGA OBMOČJA

Od poplav v dneh med 20. in 22. avgustom je bilo najbolj prizadeto območje med Trebnjem, Zagorjem, Polzelo na zahodu, Žalcem in Celjem na severu, proti jugovzhodu do Planine pri Sevnici, preko Kozjanskega do Bizeljskega gričevja na vzhodu in Gorjancev na jugu. Na obravnavanem ozemlju prevladuje gričevnat in hribovit svet s terciarnimi sedimentnimi kamninami, ki v povezavi z ostalimi strukturnimi lastnostmi in hidrološkimi razmerami povzročajo labilnost pobočij. Tla imajo večinoma majhno sposobnost zadrževanja vode.

Reka Radulja, ki je zaradi obilnih padavin med 20. in 22. avgustom močno narasla, izvira na zahodu obravnavanega območja v Raduljskem hribovju. Hribovje dosega nadmorske višine okoli 500 m. Relief je drobno razgiban, nakloni večinoma niso veliki. Kamninsko je to ozemlje triasni dolomit, ki ga obdaja večinoma kredni apnenec. Radulja zbere toliko vode, da ob višji vodi kljub ponorom v apnencih ne ponikne vsa. Ob močnih padavinah dobiva vodo tudi iz potokov z Raduljskega hribovja in Krškega gričevja.

Krško gričevje na severozahodu omejuje dolina Mirne. Relief je marsikje kraški, saj prevladujejo karbonatne kamnine. Osrednji del predstavlja kotlina, ki je debelo nasuta s slabo prepustnimi ali neprepustnimi ilovnato glinenimi usedlinami. Krško gričevje se proti jugovzhodu spusti v Krško kotlino, katere dno je sicer v osnovi iz apnencev, vendar je prekrito z lapornatimi usedlinami in kremenovimi peski. Potoki s severnega obrobja pa so nanесли tudi manjprepustne usedline, na kateri se je zarasel Krakovski gozd.

Na levem bregu reke Save se Bizeljsko in Senovsko gričevje kmalu dvigne v hribovje: Kozjansko, Bohor in Posavsko hribovje (od vzhoda proti zahodu). Geološko je gričevje zelo raznoliko, med kamninami je skoraj enakomerno zastopan apnenec, dolomit, fliš in lapor, ki so lokalno prekriti še z glino, peskom in peščenjakom. Gričevje dosega nadmorske višine do 300 m. Precej hitro se dvigne v hribovje, kjer je nadmorska višina okoli 1000 m (Veliki Javornik 1023 m). Strmine se povečajo, delež manjprepustnih kamnin se povečuje. Vse to ob obilnih padavinah povzroči velik površinski odtok.

Sevnična je vodni tok, ki zbira vodo s severnih pobočij Bohorja. Teče po ozki dolini in zbira vodo mnogih potokov in hudournikov, ki ob visokih vodah pritečejo z obronkov Bohorja na levi in



Lisce na desni strani. Tako okrepljena se v Sevnici izlije v Savo. Ozka dolina, velike strmine in zelo obilne padavine na območju Lisce 21. avgusta so povzročile, da je Sevnična močno in hitro narasla in prestopila bregove.

Poplavljali so tudi pritoki Savinje v spodnjem toku. Območje je kljub številnim regulacijam še vedno občutljivo na poplave. Na jugu je območje omejeno s Posavskim hribovjem. Savinja je tukaj v Posavske gube vrezala precej ozko dolino. Od kamnin prevladujejo permokarbonski glinovec in kremenov peščenjak, triasni dolomit in apnenec, ter oligocenske in miocenske peščene in laporne usedline.

### 3. METEOROLOŠKA SITUACIJA

Ob padavinski situaciji med 20. in 22. avgustom so se zaradi prisotnosti Sredozemskega ciklona in z njim povezanih jugozahodnih vetrov padavine najprej začele pojavljati v zahodnem delu Slovenije. V soboto, 20. avgusta so se začele pojavljati plohe in nevihte v zahodni in severni Sloveniji. Proti večeru so se plohe in nevihte začele pojavljati nad jugovzhodno Slovenijo, kasneje se je dež razširil nad osrednjo in del vzhodne Slovenije. V nedeljo, 21. avgusta dopoldne se je glavna padavin preselila severneje, od juga so padavine počasi začele slabeti. Popoldne so v Pomurju nastale izrazite padavinske celice, ki so se združile v nevihtni pas z močnimi nalivi, ki so bili najmočnejši v Prekmurju.

Novo obsežno padavinsko območje je v noči na ponedeljek, 22. avgusta zajelo najprej jugovzhodni in osrednji del Slovenije in se proti jutru pomaknilo nad zahodni in severni del države. Sredi dneva je v osrednji in severovzhodni Sloveniji nastalo nekaj ploh in neviht, ki so se kasneje pojavljale tudi drugod po državi. Predvsem v Prekmurju je ob nalivih lokalno padla večja količina padavin. Padavine so najkasneje prenehale v vzhodnem delu Štajerske. V noči na torek, 23. avgusta, se je vremensko dogajanje umirjalo. Zjutraj je v zahodni Sloveniji še deževalo, drugod je dež že ponehal. Najkasneje, do večera, so padavine prenehale v severovzhodni Sloveniji.

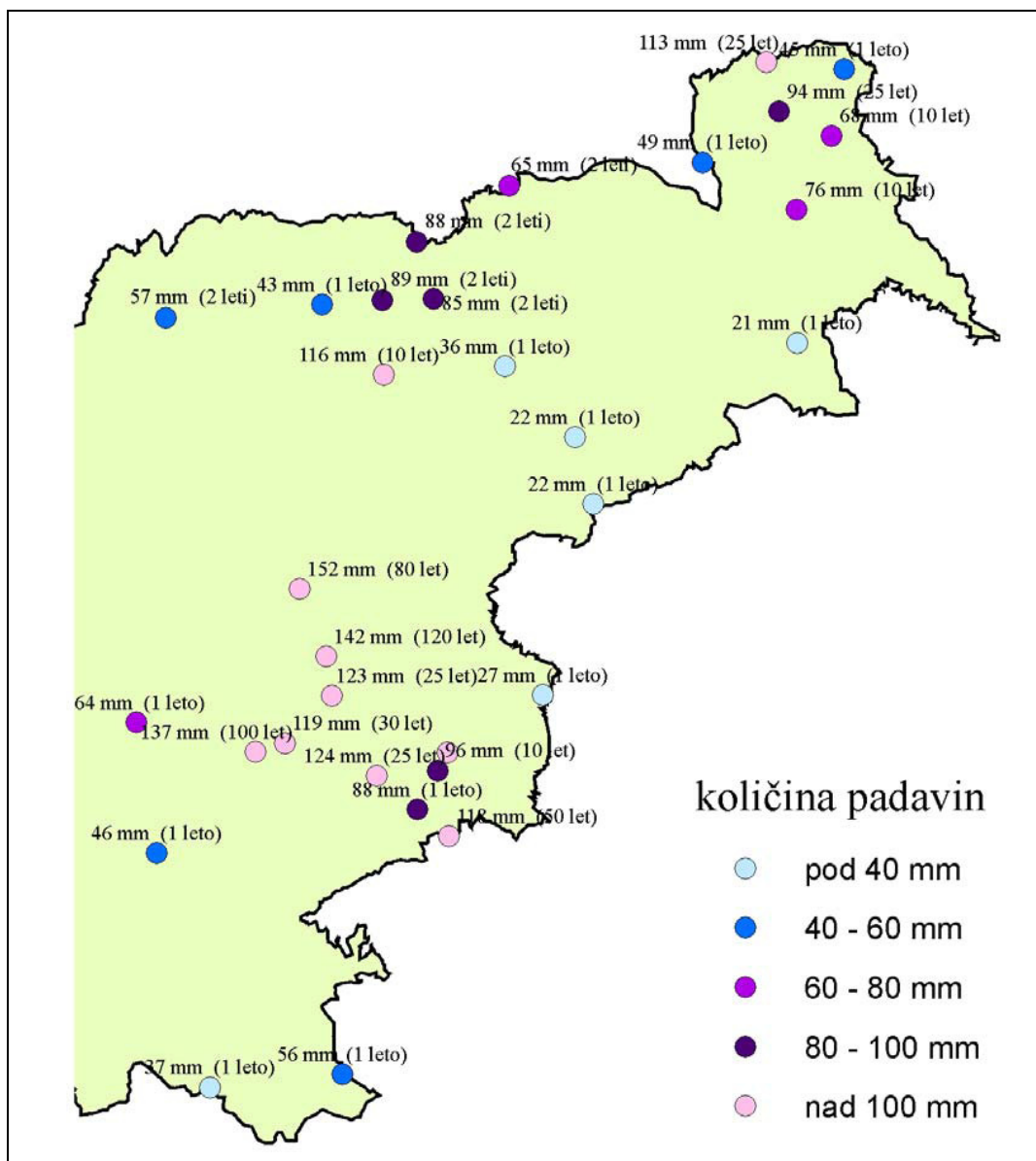
Na nekaterih meteoroloških postajah, predvsem v Posavski regiji, so bile zabeležene rekordne jakosti in količine padavin (preglednica 1, slika 1). Količine padavin, razen na Lisci, v Krškem in v Murski Soboti, kjer so samodejne meteorološke postaje, so ročno izmerili opazovalci na padavinskih postajah.



POSTAJA	Padavine 21. avgusta (mm)	Padavine 22. avgusta (mm)	Vsota padavin 21. in 22. avgusta (mm)	Povratna doba 2-dnevnih padavin (let)
Sevno	34	31	64	1
Laško	80	71	152	80
Bizeljsko	5	22	27	1
Brod	32	55	88	1
Smednik	80	44	124	25
Brege	57	39	96	10
Sevnica	97	26	123	25
Malkovec	73	46	119	30
Mokronog	79	58	137	100
Dvor	8	38	46	1
Gorenjci	15	41	56	1
Predgrad	0	37	37	1
Žetale	0	22	22	1
Solčava	25	47	73	1
Logarska	22	42	64	1
Kotlje	32	24	57	2
Fram	3	33	36	1
Ruše	50	35	85	2
Lovrenc na Pohorju	41	48	89	2
Duh na Ostrem vrhu	37	51	88	2
Ribnica na Pohorju	13	31	43	1
Lukanja	90	26	116	10
Šentilj	8	57	65	2
Cankova	44	5	49	1
Jeruzalem	0	21	21	1
Murska Sobota	12	64	76	10
Kančevci	44	25	68	10
Mačkovci	69	25	94	25
Martinje	56	57	113	25
Veliki Dolenci	21	24	45	1
Lisca	97	45	142	110
Ptujska gora	0	22	22	1
Krško	93	62	155	100
Planina v Podbočju	45	72	118	50

*Preglednica 1: Dnevne vsote padavin (od 8. ure predhodnega dne do 8. ure na dan meritve) za 21. in 22. avgust 2005, skupaj z 2-dnevno vsoto padavin in oceno povratne dobe za 2-dnevne padavine (Vir: M. Dolinar in sodelavci: Obilne padavine med 20. in 22. avgustom 2005. ARSO, interno gradivo.)*





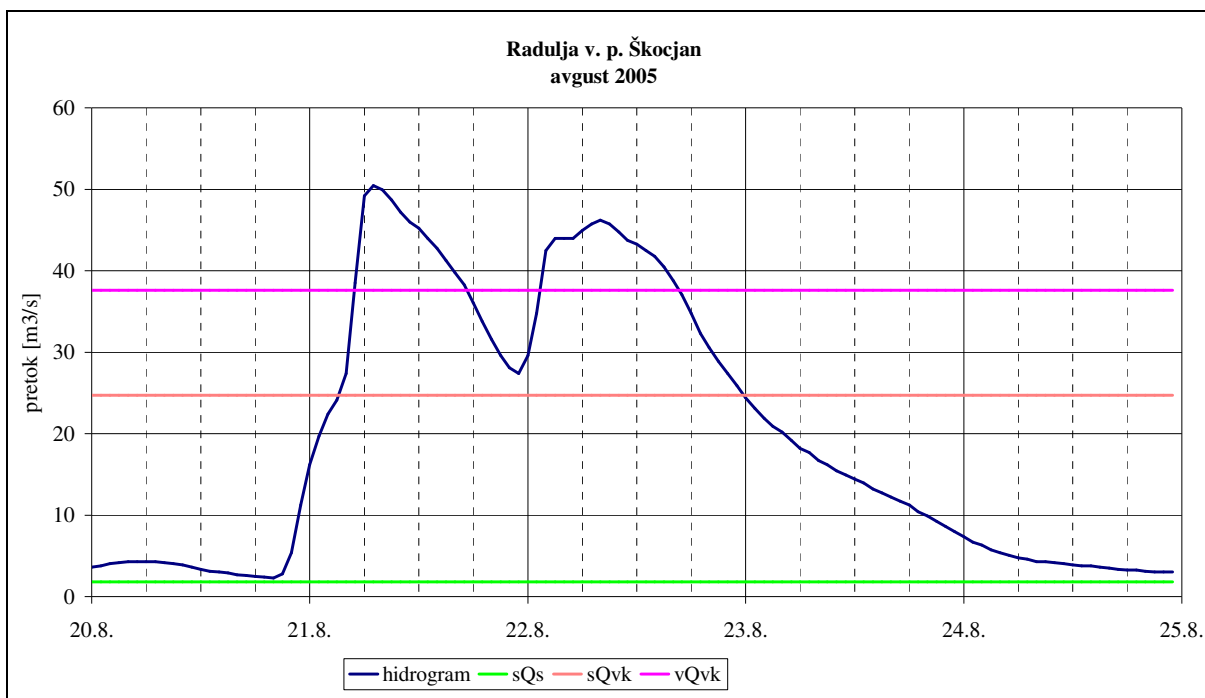
Slika 1: Vsote 2-dnevnih padavin (od 8. ure 20. avgusta 2005 do 8. ure 22. avgusta 2005) s pripadajočimi ocenami za povratne dobe (v oklepaju). (Vir: M. Dolinar in sodelavci: Obilne padavine med 20. in 22. avgustom 2005. ARSO, interno gradivo.)

#### 4. OPIS HIDROLOŠKIH RAZMER

V avgustu 2005 so bili pretoki v splošnem večji od povprečja. Največji so bili 22. in 23. avgusta, ko so zaradi obilnih padavin in lokalno močnih nalivov hitro narasli hudourniki in manjši potoki v jugovzhodni Sloveniji, reke na območju Zasavja, Posavja, na širšem celjskem območju in na območju Laškega. Poplavljali in uničevali so predvsem manjši vodotoki. Od večjih rek je močneje narasla le Krka in poplavljala v obsegu vsakoletnih poplav, zaradi obilnega deževja v Avstriji pa Mura v Pomurju, katere pretok je bil največji v zadnjih petdesetih letih in je preplavila poplavne površine znotraj visokovodnih nasipov. V nadaljevanju je podano časovno spreminjanje pretokov na vodomernih postajah državne hidrološke mreže z območja, kjer je bila med 20. in 25. avgustom 2005 največja poplavna ogroženost.

## Radulja

Radulja je ena izmed rek, ki so 21.8.2005 najmočneje narasle. Kot je razvidno iz slike 2, je Radulja v Škocjanu močno preseгла dotlej največji izmerjeni pretok iz leta 1961. V nedeljo zjutraj, 21. avgusta 2005 je ob 7. uri dosegla pretok  $50,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , kar je več kot 100-letna povratna doba velikih pretokov. Po krajši prekinitvi dežja je Radulja nekoliko upadla in ob padavinah v noči na ponedeljek, 22. avgust, ponovno začela naraščati. Druga konica v ponedeljek, 22.8.2005, je bila le nekoliko nižja in je znašala  $46,2 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Slika 2: Hidrogram Radulje v Škocjanu od 21.8.2005 do 25.8.2005 v primerjavi z obdobjim srednjim (sQs) in obdobjimi velikimi pretoki (sQvk in vQvk).

## Sevnična

Sevnična je naslednja reka, ki je 21.8. močno narasla in poplavljala v Sevnici in ob cesti Sevnica–Planina, ter povzročila veliko škode (slika 3). Pretokov za Sevnično ni, saj je narasla voda 21. avgusta odtrgala in odnesla limnigraf in vodomerne letve v Orešju (slika 4).



*Slika 3: Na gradbenem objektu vidna sled najvišje vode Sevnične v Sevnici dne 21.avgusta 2005 ob 12:38. (foto: Jože Uhan)*

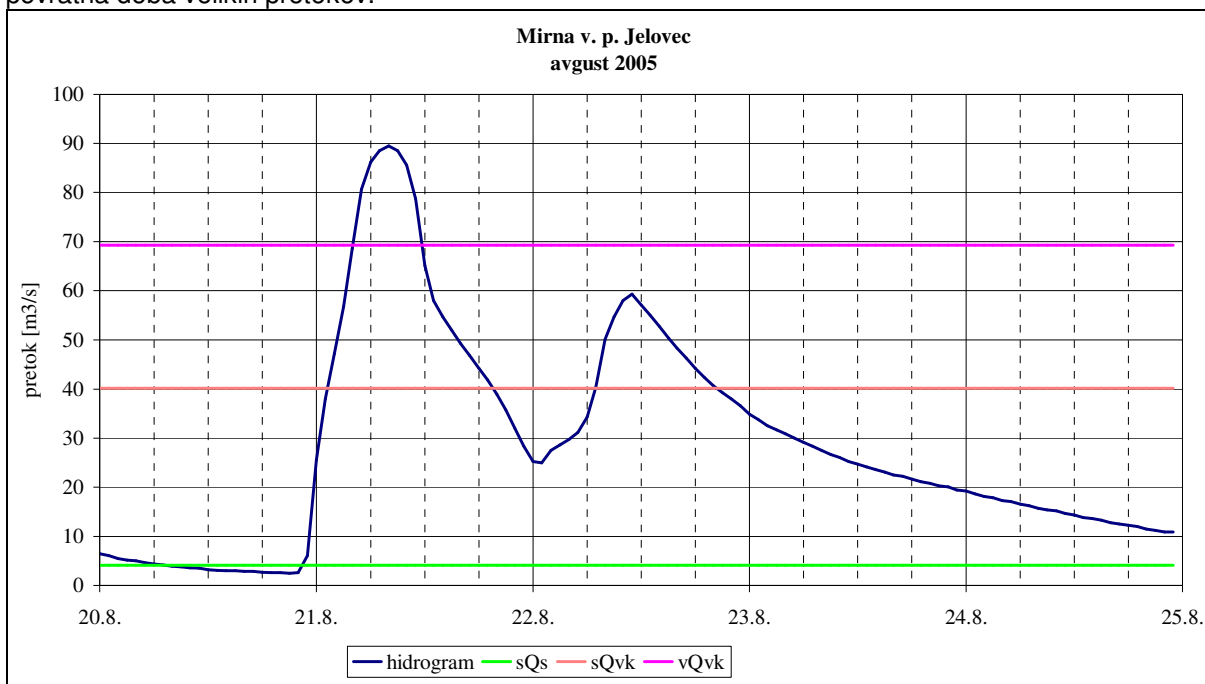


*Slika 4: Stanje na v.p. Orešje na Sevnični 22.8.2005. (foto: Marko Burger)*



## Mirna

Visoka je bila tudi Mirna, kjer so pretoki presegli dotlej maksimalni obdobjni pretok. Največji izmerjeni pretok je bil  $89 \text{ m}^3/\text{s}$  dne 21.8.2005 okrog 8. ure zjutraj (slika 5), kar je 25-letna povratna doba velikih pretokov.



Slika 5: Hidrogram Mirne v Jelovcu od 20.8.2005 do 25.8.2005 v primerjavi z obdobjnim srednjim in obdobjnimi velikimi pretoki.

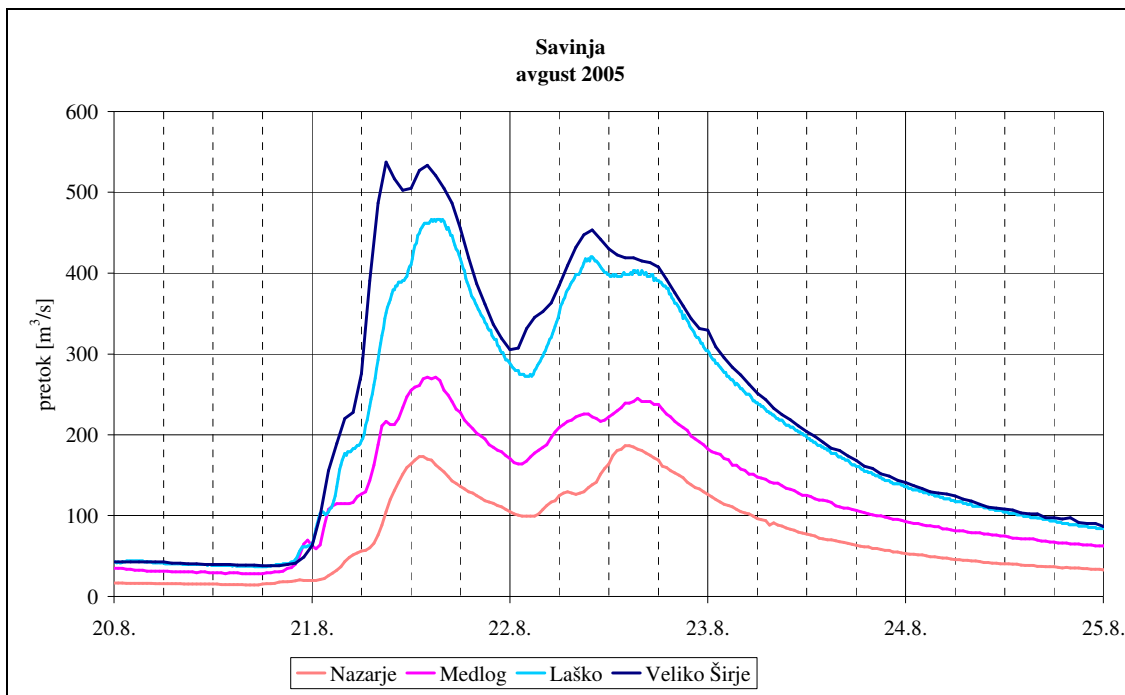


Slika 6: Poplavljena dolina Mirne pri Tržišču dne 21.avgusta 2005 ob 10:37. (foto: Jože Uhan)

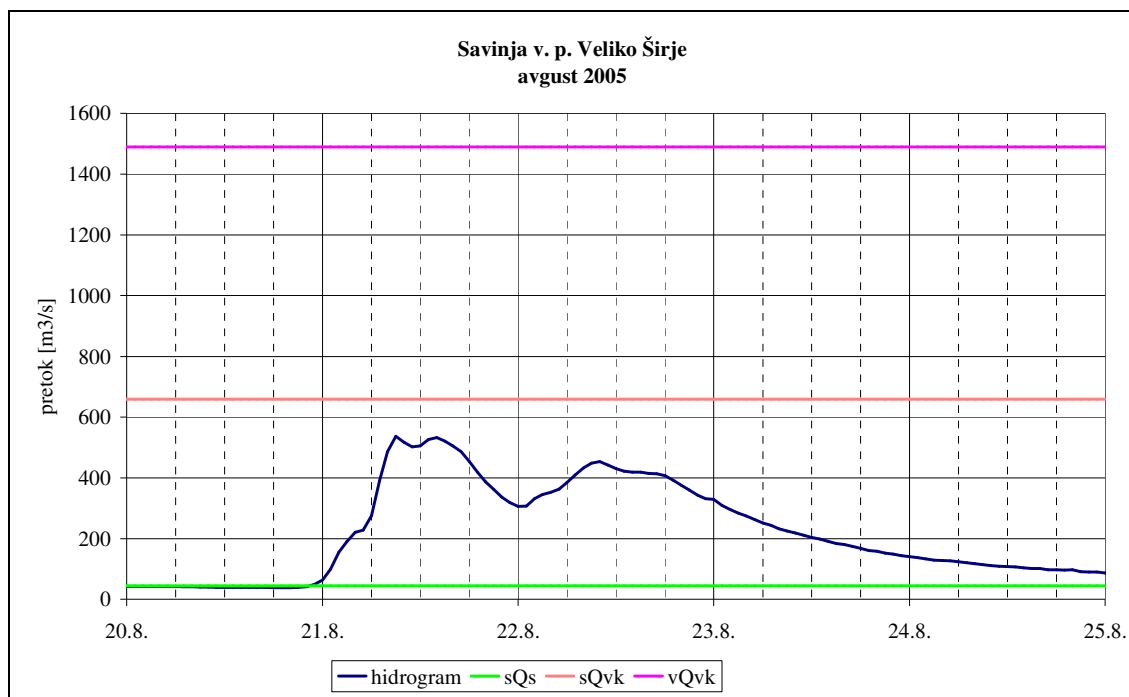


## Savinja

Savinja je imela v nedeljo, 21.8.2005 v zgornjem toku manjše pretoke kot v ponedeljek, 22.8.2005, medtem ko je imela v spodnjem toku, zlasti od Laškega dolvodno, v nedeljo, 21.8.2005 izrazito večje pretoke kot v ponedeljek, 22. 8. 2005 (slika 7), kar je posledica močnih padavin na tem območju. V Velikem Širju je Savinja dosegla največji pretok 21.8.2005 ob devetih in sicer 537 m<sup>3</sup>/s, kar je 18,5 % pod povprečno velikim pretokom opazovalnega obdobja in le malo pod dvoletno povratno dobo velikih pretokov (slika 8).



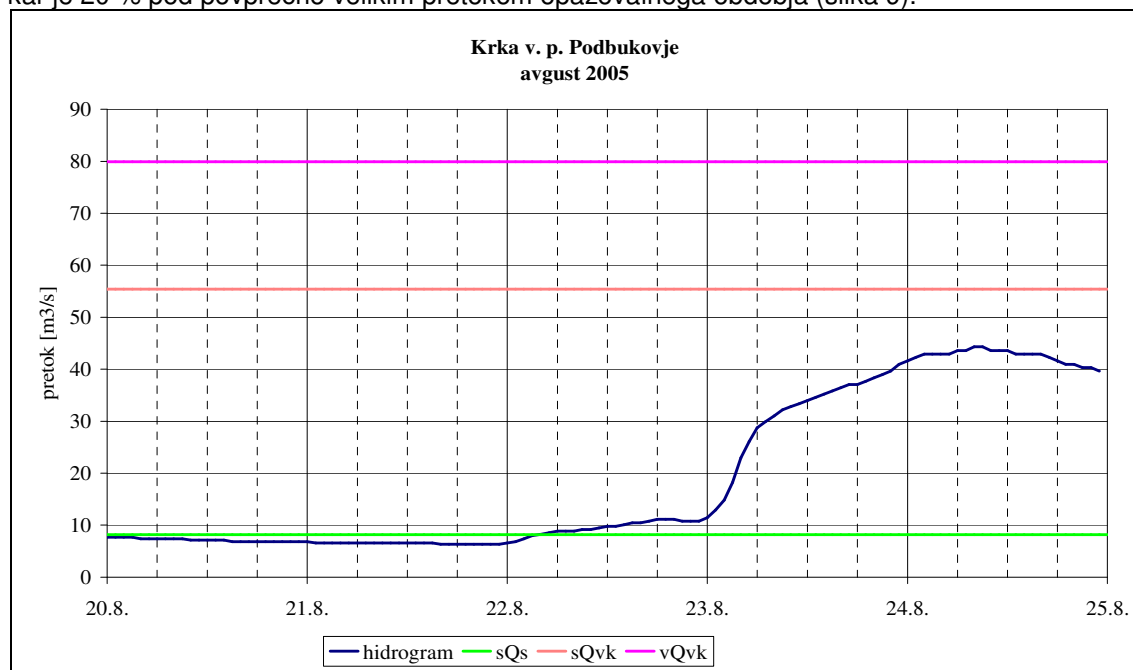
Slika 7: Hidrografi Savinje za vodomerne postaje na Savinji za obdobje od 20.8.2005 do 25.8.2005.



Slika 8: Hidrogram Savinje v Velikem Širju od 20. do 25.8.2005 v primerjavi z obdobjnim srednjim in obdobjnimi velikimi pretoki.

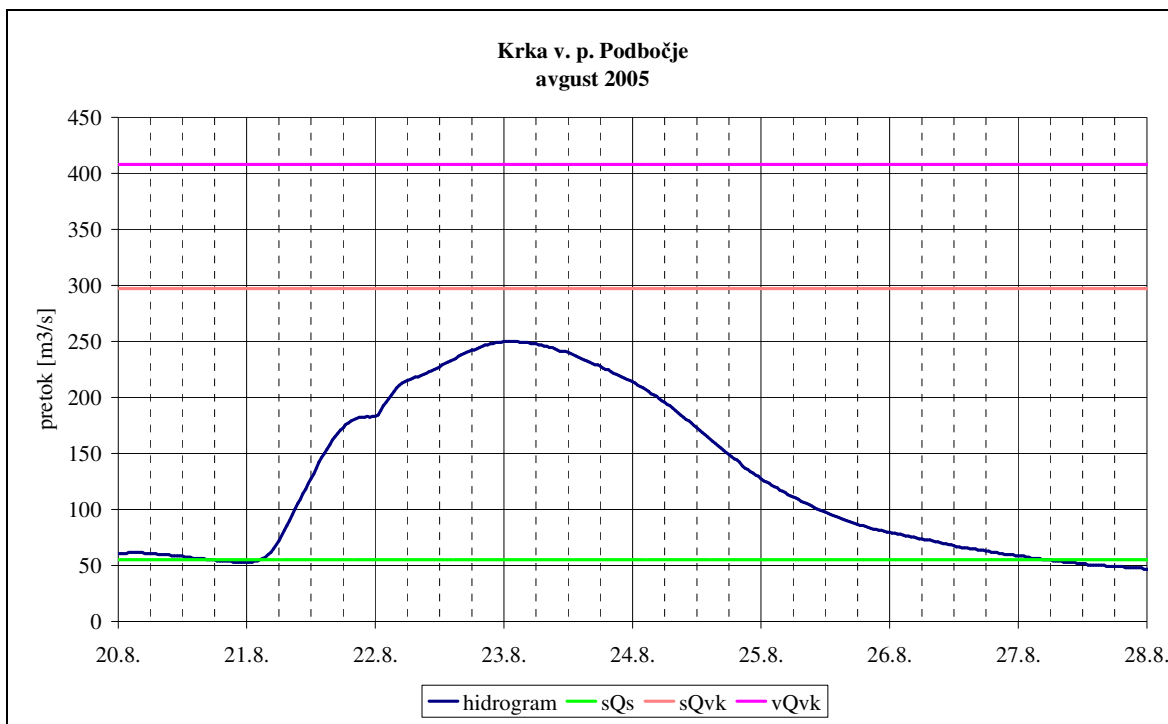
### Krka

Krka je v zgornjem toku, v Podbukovju, dosegla največji pretok 21.8.2005 ob osmih, 44,3 m<sup>3</sup>/s, kar je 20 % pod povprečno velikim pretokom opazovalnega obdobja (slika 9).



Slika 9: Hidrogram Krke v Podbukovju od 20. do 25.8.2005 v primerjavi z obdobjnim srednjim in obdobjnimi velikimi pretoki.

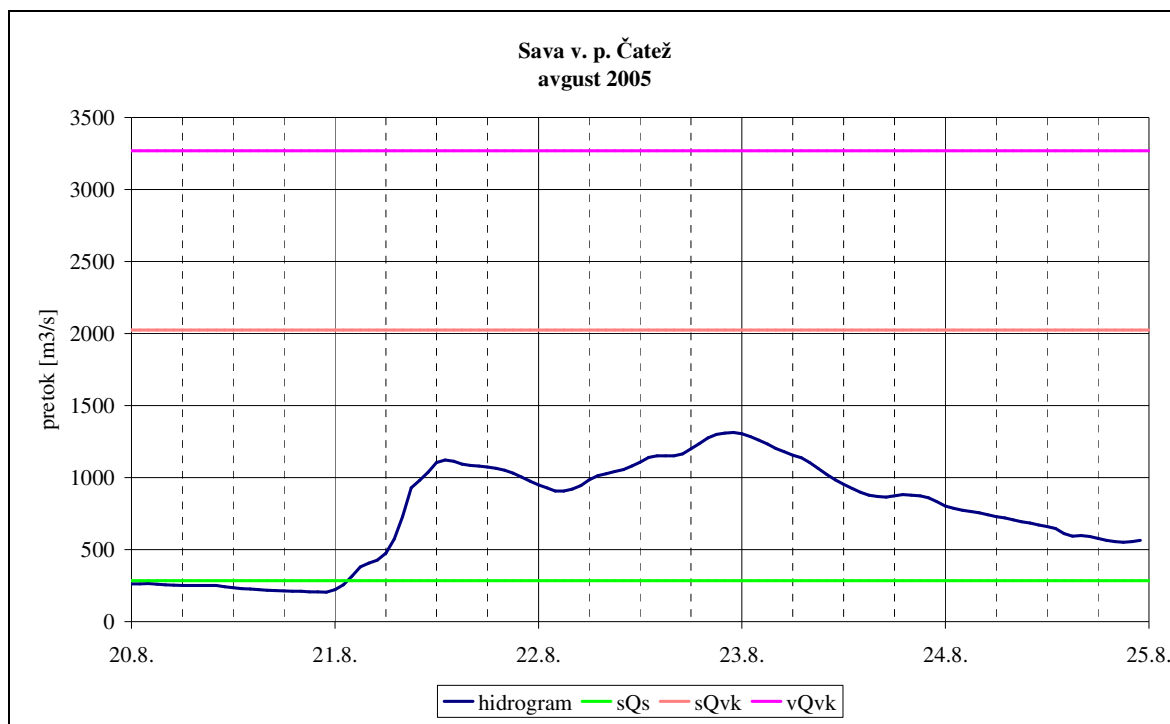
V spodnjem toku, v Podbočju pa je Krka dosegla največji pretok 23.8.2005 ob polnoči, 250 m<sup>3</sup>/s, kar je 15,8 % pod povprečno velikim pretokom opazovalnega obdobja (slika 10).



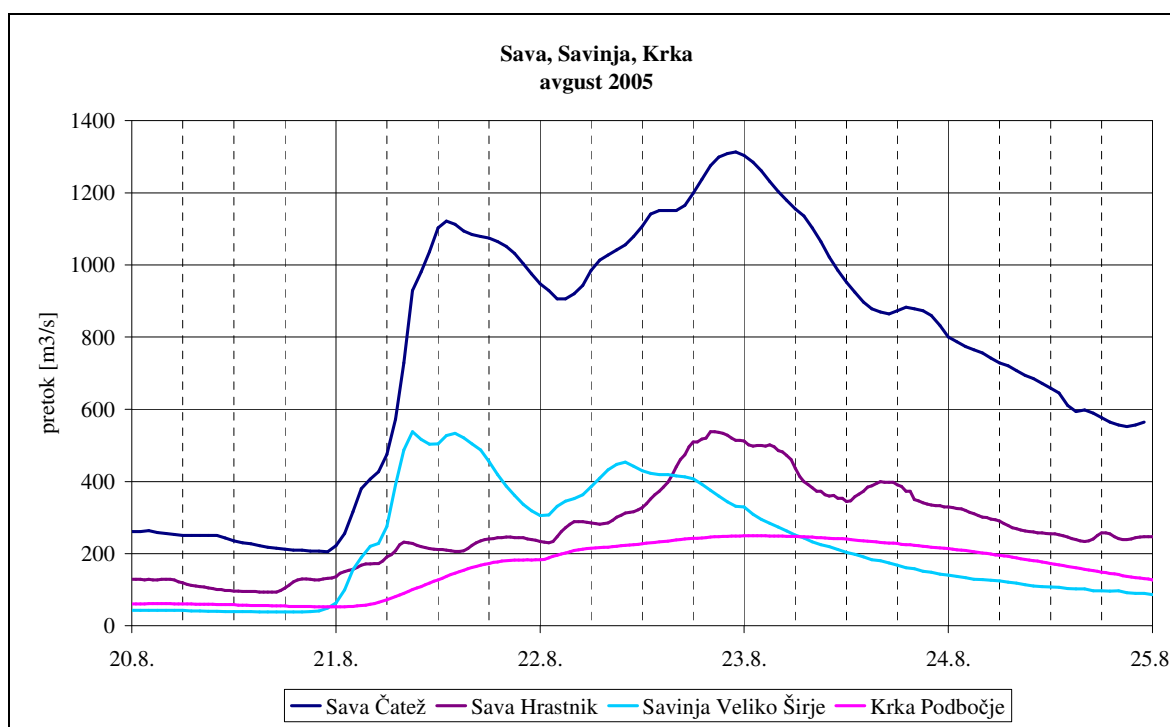
Slika 10: Hidrogram Krke v Podbočju od 20. do 28.8.2005 v primerjavi z obdobjnim srednjim in obdobjnimi velikimi pretoki.

## Sava

Prva konica Save v Čatežu, ki je bila 21.8.2005 ob 13. uri, je bila v glavnem posledica visoke Sevnične, Mirne in Savinje. Druga visokovodna konica pa je bila 22.8.2005 ob 23. uri, predvsem zaradi visoke Save v zgornjem toku in Krke (sliki 11 in 12).



Slika 11: Hidrogram Save v Čatežu od 20. do 25.8.2005, v primerjavi z obdobjnim srednjim in obdobjnimi velikimi pretoki.

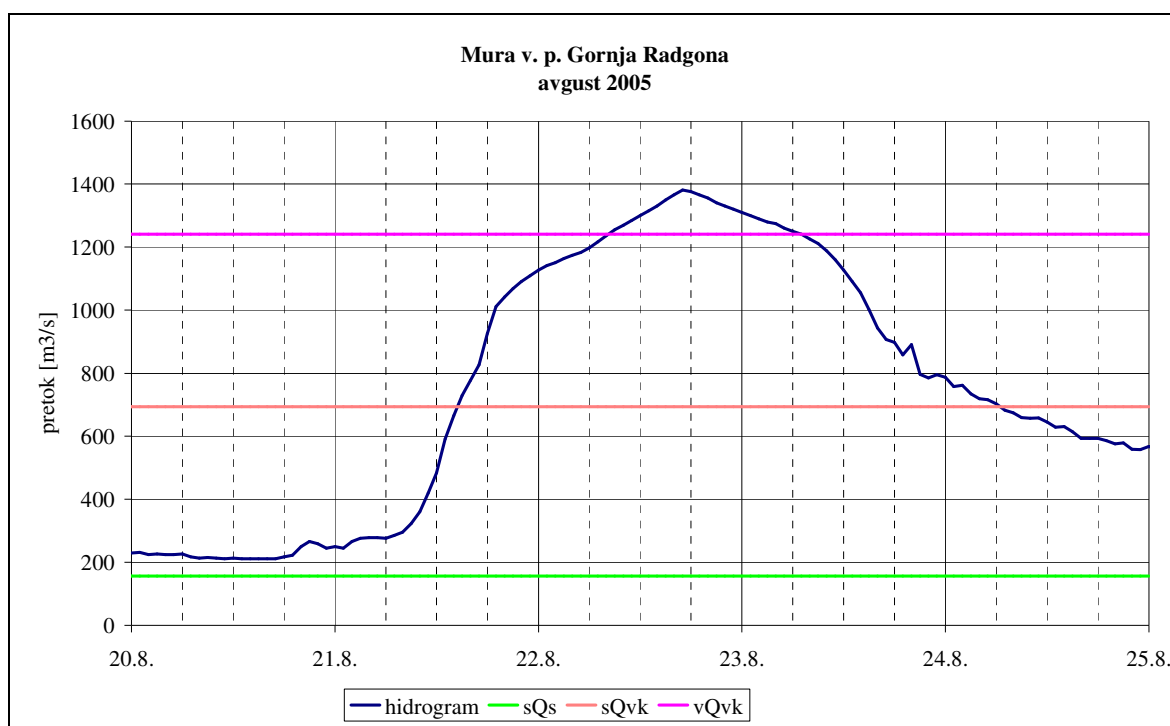


Slika 12: Hidrogram Save v Hrastniku in Čatežu, Savinje v Velikem Širju in Krke v Podbočju, od 20. do 25. avgusta 2005.

## Mura

V Pomurju so bile izredne visokovodne razmere, predvsem ob Muri in njenih pritokih, ki jih je Mura zajezila. Mura je poplavljala večinoma znotraj obrambnih nasipov. Ponekod so gasilci črpali vodo zaradi povratnih zalednih voda. Gasilci in druge interventne službe so največ pozornosti namenili že zelo namočenim protipoplavnim nasipom ob Muri, ki so zaradi dotrajanosti pričeli puščati na več mestih. Z vrečami so na večih mestih utrjevali nasip in zaustavljali kalne izvirke na zunanji strani nasipov.

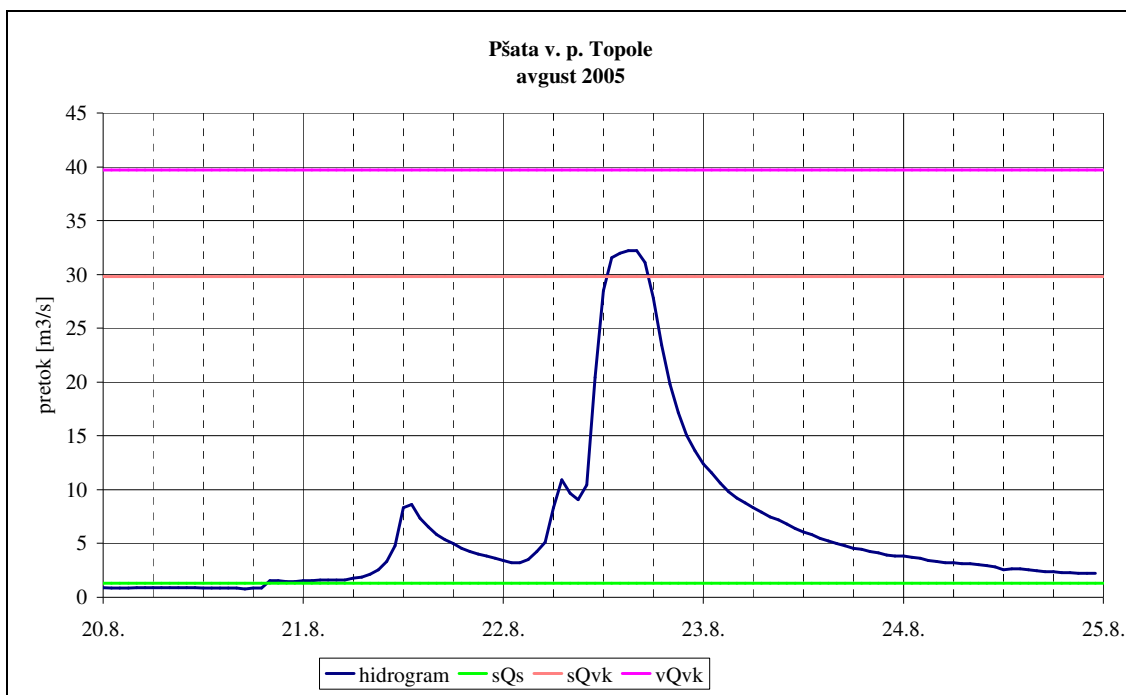
Mura je začela naraščati v jutranjih urah 21. avgusta. Ob 14. uri je že dosegla pretok, ko se voda začne razlirati znotraj obrambnih nasipov. Do 19. ure se je pretok še ves čas hitro povečeval, potem pa je intenziteta naraščanja nekoliko upadla. Tako smo naslednjega dne, 22.8.2005 ob 17. uri zabeležili rekordni pretok  $1381 \text{ m}^3/\text{s}$  (slika 13) med 50 in 100-letno povratno dobo. Marsikje je ta visoka voda dosegla krono nasipov. Pretok je skoraj cel dan vztrajal nad dotlej največjim izmerjenim pretokom  $1241 \text{ m}^3/\text{s}$  iz junija 1954.



Slika 13: Hidrogram Mure v Gornji Radgoni od 20. do 25.8.2005, v primerjavi z obdobjem srednjim in obdobjem velikimi pretoki.

## Pšata

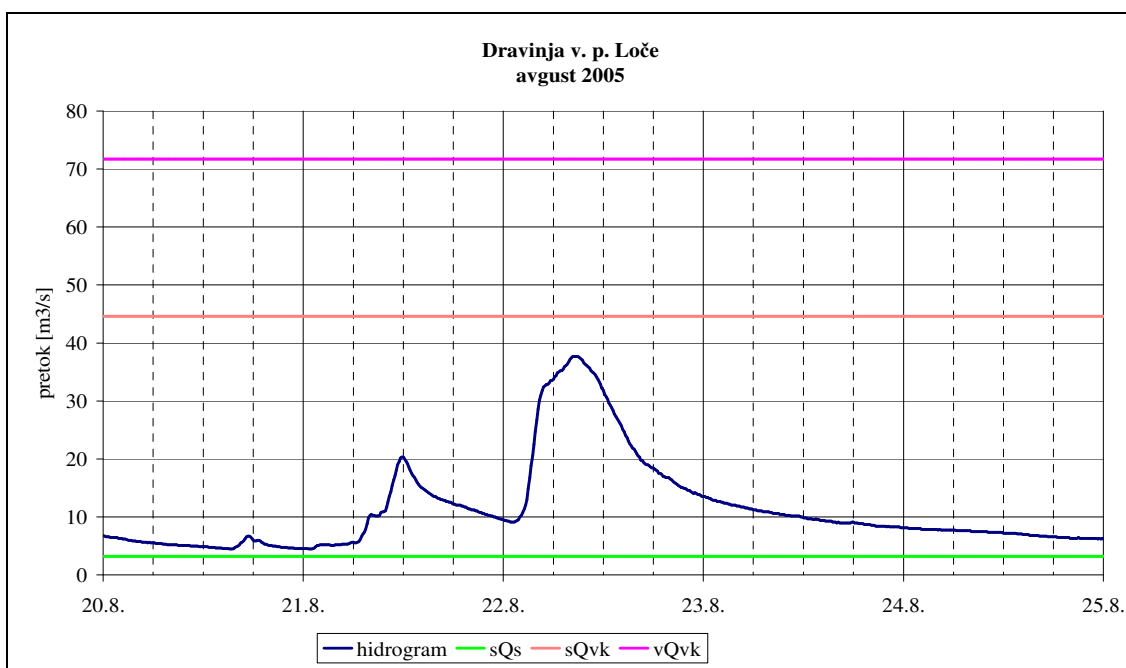
Nekaj nevšečnosti je povzročila tudi Pšata, ki je poplavlila cesto v Suhadolah, v občini Komenda. Pšata je dosegla največji pretok dan kasneje, kot so bili v Posavju, 22.8.2005 ob 15. uri. Z  $32,2 \text{ m}^3/\text{s}$  je dosegla približno petletno povratno dobo ali 8,1 % večji pretok od srednjega velikega pretoka v opazovalnem obdobju (slika 14).



Slika 14: Hidrogram Pšate v Topolah od 20. do 25. 8. 2005 v primerjavi z obdobjim srednjim in obdobjimi velikimi pretoki.

### Dravinja

Dravinja s svojim razlivanjem iz struge ni povzročila večjih nevšečnosti. Največji pretok 37,7 m<sup>3</sup>/s je bil pod dvoletnim velikim pretokom (slika 15).



Slika 15: Hidrogram Dravinje v Ločah od 20. do 25.8.2005 v primerjavi z obdobjim srednjim in obdobjimi velikimi pretoki.

## 5. HIDROMETRIČNE MERITVE VISOKIH VODA

V dneh med 21. in 25. avgustom 2005 je bila dejavnost hidrometrije usmerjena na meritve pretoka visokih voda. S tehnikami beleženja časovnega spreminjanja višine vode v strugi vodotoka je pretok izčunan na osnovi pretočne krivulje (soodvisnosti med pretokom in višino vode na določeni lokaciji). Ker se zlasti pri visokih vodah lahko profil struge bistveno spremeni, so potrebne nenehne meritve pretokov, s katerimi se vedno znova določa soodvisnost med pretokom in višino vode. Meritve pri visokih vodah so težko izvedljive in so vrednosti pretoka pri visokih vodnih stanjih običajno ekstrapolirane. Za visoke vode sta značilni velika globina in hitrost vode. Kljub trditvam proizvajalcev merilnikov o doseganju in izrazitem preseganju v naravi mogočih hitrosti in globin je iz praktičnih primerov opaziti, da so te vrednosti pogosto določene le na podlagi meritev v idealnih razmerah. V naravi imamo namreč poleg hitrega in globokega toka opravka še s plavjem, valovanjem gladine tudi do 1m in več, velikimi vrtinci zaradi razgibanosti struge ipd. Najpogosteje predstavlja plavje posekan les in celo drevesa, ki fizično ogrožajo izvedbo meritve. Določanje hitrosti vode pod gladino brez neposrednega stika merilnika z vodo namreč (trenutno) še ni razvito.

Na skotju za hidrologijo v zadnjih dveh letih za izvajanje meritev visokih voda uporabljamo ultrazvočni merilnik pretoka (Acoustic Doppler Current Profiler – ADCP, slika 16). Merilci ga lahko upravljajo z bregov ali mostu, kar je njegova prednost v primerjavi z že uveljavljenimi metodami. Kljub težavnim razmeram je bilo na najbolj ogroženem območju opravljenih več hidrometričnih meritev (preglednica 2).



*Slika 16: Izvajanje meritve pretoka z akustičnim Dopplerjevim merilnikom ADCP v Čatežu na Savi 22. avgusta 2005 (foto: Marko Burger)*

Vodotok	Vodomerna postaja	Datum	Vodostaj [cm]	Pretok [m <sup>3</sup> /s]	Hitrost [m/s]
Ledava	Polana	22.8.2005 18:23	192	15.34	0.86
Sava	Čatež	22.8.2005 10:52	432	1098.78	2.44
Mirna	Martinja vas	22.8.2005 12:59	400	44.50	1.47
Mirna	Jelovec	22.8.2005 13:35	247	58.94	1.92
Temenica	Rožni Vrh	22.8.2005 15:26	183	5.51	0.72
Radulja	Škocijan	22.8.2005 12:14	306	45.02	0.91
Sotla	Rakovec	23.8.2005 10:49	373	43.21	1.01
Savinja	Veliko Širje	23.8.2005 8:44	398	251.22	1.89
Mura	Gornja Radgona	24.8.2005 10:51	311	679.82	2.44
Dravinja	Videm	24.8.2005 8:19	201	25.92	0.79
Rača	Podrečje	25.8.2005 8:07	77	6.74	0.88
Radešca	Meniška vas	24.8.2005 9:14	213	7.60	0.36
Prečna	Prečna	24.8.2005 8:07	297	16.73	0.63

Preglednica 2: Opravljene meritve pretoka v času avgustovskih visokih voda.

## 6. VZORČEVANJE IN DOLOČITEV KOLIČINE SUSPENDIRANEGA MATERIALA

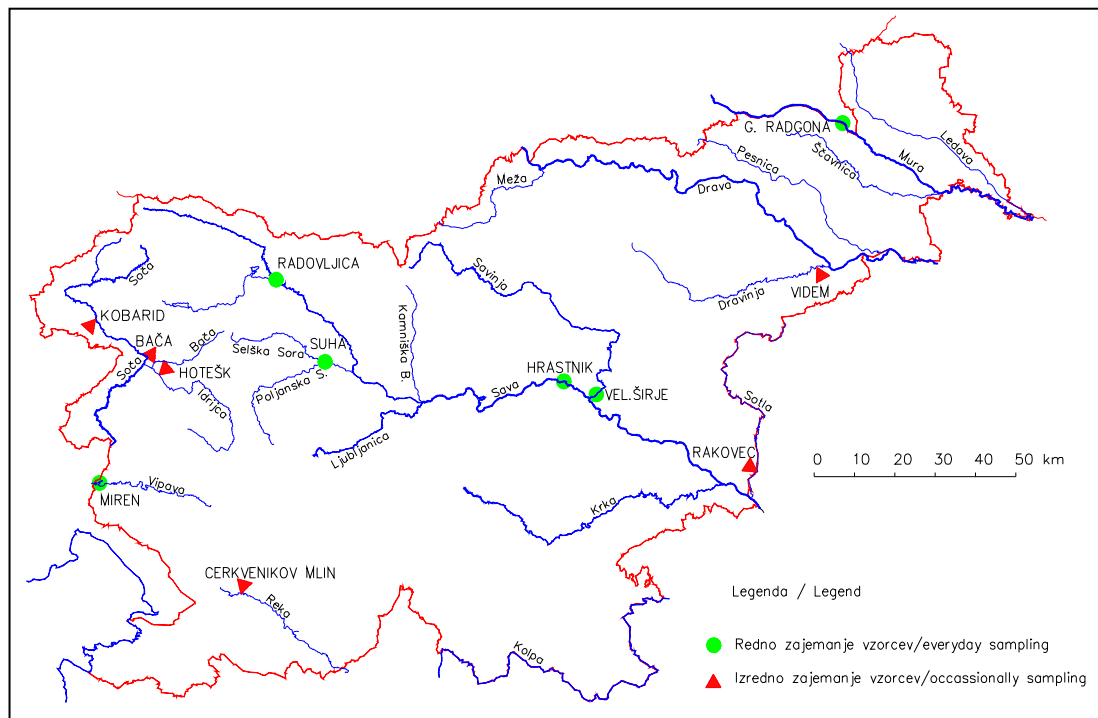
Ob izrednih hidroloških razmerah se poleg povečanega pretoka rek močno poveča tudi vsebnost suspendiranega materiala v vodi, katerega premeščanje spremljamo na sektorju za hidrologijo. Dnevno poteka odvzem vzorcev na šestih vodomernih postajah primarne mreže monitoringa suspendiranega materiala na rekah Mura, Sava, Savinja, Sora in Vipava (slika 17). Ob izrednih hidroloških razmerah poteka odvzem vzorcev tudi na Dravinji, Sotli, Soči, Idrijci, Bači in Reki (slika 15). S pomočjo analiz sekundarne mreže lažje in pravilneje vrednotimo podatke rednih meritev, hkrati pa rezultati predstavljajo pregled stanja ob visokovodnih razmerah po vsej Sloveniji.

V času visokih vod med 20. in 30. avgustom 2005 so bili odvzeti vzorci tudi na dodatnih 19 vodomernih postajah dopolnilne mreže. Tako je bilo skupno odvzetih 130 vzorcev. Vsi vzorci so bili takoj analizirani v laboratoriju ARSO. Nekateri rezultati analiz so vidni v preglednicah v nadaljevanju (preglednici 3 in 4). Avgustovske obilne padavine so se odražale v povečani vsebnosti suspendiranega materiala rek vzhodne Slovenije. V spodnjem toku Save in v Mirni, Radulji in Sotli so bile vsebnosti glede na povprečje slovenskih rek zelo visoke. Vzorci, odvzeti v Krki in nekaterih njenih pritokih ponovno izkazujejo kraški značaj rek z izredno nizkimi vsebnosti suspendiranega materiala tudi ob visokih vodah. Reke s povirjem v Kamniških Alpah, v katerih smo odvzeli izredne vzorce, prav tako niso premeščale večje količine materiala. Za primerjavo vzemimo visoke vode novembra leta 2000, ko je bila vsebnost v Rači 46 g/m<sup>3</sup>, v Kamniški Bistrici 26 g/m<sup>3</sup>, v Nevljici pa celo 132 g/m<sup>3</sup>. V rekah zahodne Slovenije je bila vsebnost suspendiranega materiala nad dolgoletnim povprečjem le v Idrijci. V času desetdnevnega





vzorčenja nismo v nobeni reki sekundarne ali dopolnilne mreže monitoringa izmerili ekstremne količine suspendiranega materiala.



Slika 17: Mreža postaj monitoringa suspendiranega materiala.

2005	Reka	Vodomerna postaja	Vsebnost suspendiranega materiala $c$ ( $g/m^3$ )
22.8.	Sava	Jesenice na Dolenjskem	609.55
22.8.	Sava	Čatež	352.37
22.8.	Mirna	Martinja vas	101.11
22.8.	Mirna	Jelovec	178.19
22.8.	Radulja	Škocjan	145.42
24.8.	Prečna	Prečna	83.76
24.8.	Krka	Podbukovje	5.27
24.8.	Krka	Soteska	8.82
24.8.	Radešca	Meniška vas	2.50
24.8.	Mlinščica	Domžale	2.42
24.8.	Višnjica	Trebnja Gorica	6.68
25.8.	Pšata	Pšata	4.69
25.8.	Pšata	Topole	4.40
25.8.	Pšata	Trzin	8.59
25.8.	Rača	Podrečje	5.36
25.8.	Rača	Vir	10.61
25.8.	Kamniška Bistrica	Vir	2.85
25.8.	Kamniška Bistrica	Kamnik	2.38
26.8.	Nevljica	Nevlje	2.23

Preglednica 3: Vsebnost suspendiranega materiala na vodomernih postajah dopolnilne mreže.



2005	Reka	Vodomerna postaja	2005	1985 - 2004	1985 - 2004
			c (g/m <sup>3</sup> )	Povprečna obdobna vsebnost c (g/m <sup>3</sup> )	Največja obdobna vsebnost c (g/m <sup>3</sup> )
21.8.	Bača	Bača pri Modreju	5.67	51	3086
22.8.	Bača	Bača pri Modreju	45.41	51	3086
22.8.	Idrijca	Hotešk	<b>142.63</b>	124	3743
23.8.	Sotla	Rakovec	<b>367.51</b>	205	1818
24.8.	Dravinja	Videm	67.13	307	4832
27.8.	Idrijca	Hotešk	<b>200.77</b>	124	3743

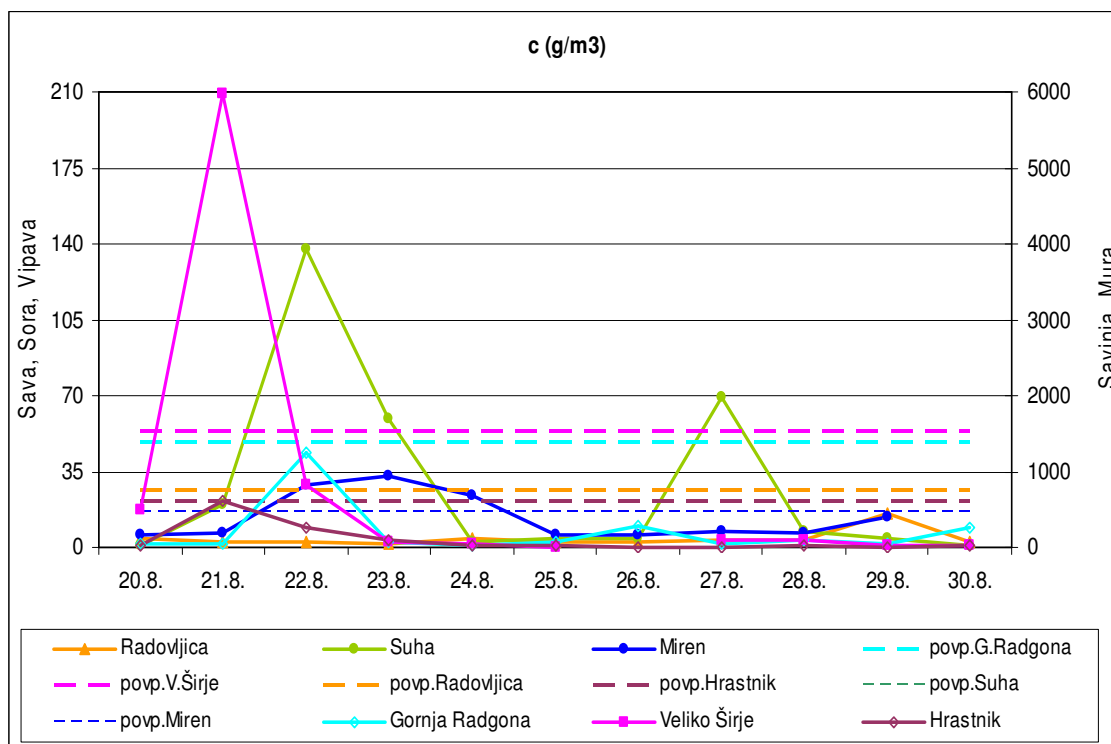
Preglednica 4: Vsebnost suspendiranega materiala na vodomernih postajah sekundarne mreže.

Vsebnost suspendiranega materiala na vodomernih postajah z rednim odvzemom vzorcev je bila v avgustu pogosto nadpovprečna (preglednica 5; slika 18). V Muri je največja izmerjena vsebnost 22.8. kar 25-krat preseгла povprečno obdobjno vsebnost suspendiranega materiala v vodi. Tudi naslednje dni je bila vsebnost nadpovprečna. V Savi v Hrastniku je največja vsebnost, izmerjena v avgustu, 28-krat preseгла obdobjno povprečje in je bila nadpovprečno visoka še naslednjih nekaj dni. V Sori in Vipavi je bila povprečna vsebnost presežena le tri dni. V Savinji smo izmerili 5982 g/m<sup>3</sup>, kar je 113-kratni presežek povprečne obdobjne vsebnosti. To je v Savinji v obdobju spremljanja od leta 1967, tretja največja izmerjena vsebnost suspendiranega materiala. Najvišja je bila izmerjena leta 1994 in sicer 9574 g/m<sup>3</sup>, novembra leta 2000 pa 6026 g/m<sup>3</sup>.

2005	Mura	Savinja	Sava	Sava	Sora	Vipava
c (g/m <sup>3</sup> )	G. Radgona	Veliko Širje	Radovljica	Hrastnik	Suha	Miren
20.8.	45.87	486.05	3.94	16.12	0.88	6.00
21.8.	45.27	5981.93	2.47	608.00	19.74	6.23
22.8.	1246.44	828.34	2.36	251.50	137.92	29.07
23.8.	79.62	69.16	1.74	83.85	59.55	33.24
24.8.	16.47	43.52	4.28	29.17	2.74	24.13
25.8.	81.90	10.67	2.60	19.57	4.11	5.65
26.8.	281.10		2.79	11.61	3.95	6.03
27.8.	47.39	83.48	3.50	11.70	68.99	7.39
28.8.	103.15	94.78	2.95	23.48	7.63	6.32
29.8.	36.37	20.73	15.54	8.13	3.96	13.84
30.8.	264.34	22.75	2.32	19.53	1.23	
obdobno						
povprečje	48.91	53.17	26.42	21.82	16.30	16.74

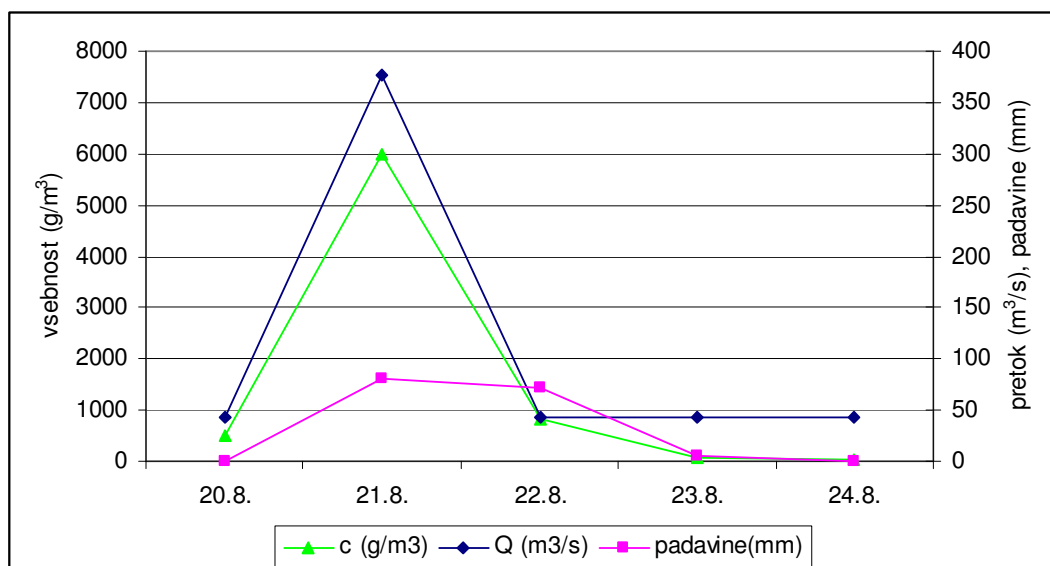
Preglednica 5: Vsebnost suspendiranega materiala na vodomernih postajah z rednim odvzemom vzorcev.





Slika 18: Trenutne dnevne in povprečne obdobjne vsebnosti suspendiranega materiala.

Odnos med pretokom in vsebnostjo suspendiranega materiala ni vedno linearen. V primeru visokih vod v avgustu pa je ujemanje hidroloških parametrov zelo dobro, k čemer je v primeru Savinje pripomoglo tudi izredno močno deževje okoli osme ure na območju osrednje in delu vzhodne Slovenije. Podatki o pretoku, prikazani na sliki 19 ravno tako veljajo za osmo uro zjutraj, ko je bil odvzet vzorec vode.



Slika 19: Vsebnost suspendiranega materiala in pretok na Savinji v Velikem Širju ter padavine v Laškem.

## 7. KRONOLOŠKI PREGLED OPERATIVNEGA SPREMLJANJA IN OBVEŠČANJA V ODDELKU ZA HIDROLOŠKO PROGNOZO

Izredno spremljanje in obveščanje se je v oddelku za hidrološko prognozo pričelo 21. avgusta v jutranjih urah, ko je vremenska situacija nakazovala naraščanje pretokov rek, trajalo pa vse do 24. avgusta.

20.8.2003 ob 8:00 uri je bilo pri hidrološki napovedi za prihodnji dan, to je za nedeljo 21.8.2005, poudarjeno predvideno naraščanje zlasti manjših rek po vsej državi. Posebno opozorilo Centru za obveščanje RS ta dan ni bilo izdano.

21.8.2005 ob 8.00 uri je bilo na Center za obveščanje RS izdano opozorilo dežurnega hidrologa prognostika o pričakovanem močnem porastu rek do velikih pretokov po vsej Sloveniji ter možnostjo prekoračitve pogojnih pretokov.

Opozorilo je bilo posredovano tudi strokovnim službam ARSO in MOP ter objavljeno na spletnih straneh ARSO.

21.8.2005 ob 11:45 je bilo na Center za obveščanje RS poslano opozorilo dežurnega hidrologa prognostika o naraščanju Savinje s pritoki in o predvidenem nadaljnjem naraščanju in poplavljanju rek zlasti v severovzhodni in južni Sloveniji.

Sledila so nadaljnja opozorila z opisom trenutnih hidroloških razmer in predvidenih prekoračitev pogojnih pretokov rek v vzhodni in južni Sloveniji.

21.8.2005 ob 15:53 uri je bilo izdano opozorilo Centru za obveščanje RS, kjer je bilo opisano hitro naraščanje reke Mure in predvideno prekoračenje pogojnega pretoka ( $860 \text{ m}^3/\text{s}$ ) okoli 18. ure.

21.8.2005 ob 17:48 uri je bilo izdano obvestilo za Hrvatske vode - Vodnogospodarski odsjek Varaždin, kjer je bilo s predpisanim obrazcem opisano hitro naraščanje reke Mure v Avstriji in Sloveniji.

21.8.2005 ob 22:30 uri je bilo izdano opozorilo Centru za obveščanje RS s časovno in količinsko prognozo pretoka reke Mure. Podana je bila prognoza pretoka Mure v Gornji Radgoni  $1200 \text{ m}^3/\text{s}$  (20-letna voda) med 1. in 3. uro zjutraj 22.8.2005 ter možnost poplavljanja Mure izven območja visokovodnih nasipov.

22.8.2005 ob 6:30 uri je bilo izdano opozorilo Centru za obveščanje RS z nadaljnjo časovno in količinsko prognozo pretoka reke Mure. Podana je bila prognoza pretoka Mure v Gornji Radgoni, ki naj bi se čez dan povečal na  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$  (50-letna voda), ter možnost poplavljanja Mure izven območja visokovodnih nasipov. Predvideno je bilo tudi poplavljanje reke Krke v obsegu vsakoletnih poplav ter manjših rek v severovzhodni in južni Sloveniji.

22.8.2005 ob 7:00 uri je bilo izdano obvestilo Nyugat – Dunantuli Vizugyi Igazgatóság Szombathely, kjer je bilo s predpisanim obrazcem opisano hitro naraščanje reke Mure v Avstriji in Sloveniji ter prognoza pretoka Mure  $1300 \text{ m}^3/\text{s}$ .

22.8.2005 ob 9:15 uri je bilo izdano opozorilo Centru za obveščanje RS z nadaljnjo časovno in količinsko prognozo pretoka reke Mure ter možnost poplavljanja Mure izven območja visokovodnih nasipov. Predvideno je bilo tudi poplavljanje reke Dravinje, Krke in Ljubljanice v obsegu vsakoletnih poplav, ter manjših rek v severovzhodni in južni Sloveniji.

22.8.2005 ob 8:00 uri je bilo izdano obvestilo za Hrvatske vode - Vodnogospodarski odsjek Varaždin, kjer je bilo s predpisanim obrazcem opisano hitro naraščanje reke Mure v Avstriji in Sloveniji.



23.8.2005 ob 8:00, 10:30 in 19:45 uri so bila izdana opozorila Centru za obveščanje RS z nadaljnjo časovno in količinsko prognozo zmanjševanja pretoka reke Mure in drugih večjih rek. Opozorilo se je nanašalo tudi na možnost porušitve delov visokovodnega nasipa.

24.8.2005 ob 10:20 uri je bilo izdano opozorilo Centru za obveščanje RS z nadaljnjo časovno in količinsko prognozo zmanjševanja pretoka reke Mure. Opozorilo se je nanašalo predvsem na možnost porušitve delov visokovodnega nasipa med Hotizo, Petišovci in ob celotnem mejnem toku s Hrvaško.

24.8.2005 ob 15:20 uri je bila izdana srednjeročna časovna in količinska prognoza (do 31.8.2005) pretoka reke Mure, glede na predvidene ponovne padavine. Prognoza se je nanašala predvsem na oceno možnosti porušitve delov visokovodnega nasipa med Hotizo, Petišovci in ob celotnem mejnem toku s Hrvaško.

Prirejena vsebina vseh izdanih opozoril je bila objavljena na spletnih straneh ARSO. Informacije o trenutnih in predvidenih hidroloških razmerah so bile v neposrednem ali posnetem pogovoru posredovane lokalnim radijskim postajam, nacionalnim radijskim postajam in v obliki intervjujev radijskim oddajam. V reviji Mladina, časopisih Delo (Sobotna priloga) in Žurnal so bili objavljeni intervjuji na temo avgustovskih poplav v Sloveniji.

## 8. SINTEZA IN SKLEPNA OCENA

V državni mreži vodomernih postaj smo v avgustu 2005 na najbolj ogroženih območjih izmerili večje pretoke od obdobjnih visokovodnih konic v Gornji Radgoni na Muri, Škocjanu na Radulji, Jalovcu na Mirni, medtem ko smo za Sevnico ostali brez podatkov. Na manjših potokih in hudournikih, ki so najbolj narasli na območju Posavja, hidroloških meritev ne izvajamo. V Gornji Radgoni je bil izmerjen maksimalni pretok okrog  $1380 \text{ m}^3/\text{s}$ , kar je za  $140 \text{ m}^3/\text{s}$  več od izmerjene konice v letu 1954.

Avgustovske obilne padavine so se odražale tudi v povečani vsebnosti suspendiranega materiala rek vzhodne Slovenije. V Muri, v spodnjem toku Save in v Mirni, Radulji in Sotli so bile vsebnosti glede na povprečje slovenskih rek zelo visoke, v Savinji pa smo izmerili  $5982 \text{ g/m}^3$  suspendirane snovi, kar je 113-kratni presežek povprečne obdobjne vsebnosti.

Vremensko dogajanje in vse večje število katastrofalnih poplav v svetu, pri čemer Evropa ni izjema, kaže na vse večjo ranljivost družbe zaradi poplavnega tveganja. V Sloveniji se z izjemo Mure in Drave soočamo v glavnem s hudourniški poplavami. Hudourniške poplave so rezultat intenzivnih, lokalno omejenih padavin, ki jih je skoraj nemogoče natančno napovedati. Rezultati meteoroloških modelov so osnova pri napovedovanju, ne samo vremena ampak tudi pretokov. Globalni meteorološki modeli imajo premajhno ločljivost za napoved lokalno intenzivnih padavin na reliefno razgibanem območju Slovenije. Modeli za omejena območja imajo sicer večjo ločljivost, vendar pa lahko prav tako ne zaznajo območja največjih intenzitet, kar se je dogodilo tudi v primeru avgustovskih visokih voda.

