

# VISOKE VODE IN POPLAVE MED 20. IN 23. AVGUSTOM 2005

## High waters and floods between August 20 and 23, 2005

Mira Kobold\* UDK 556.166(497.4)“2005”

Povzetek Abstract

Avgust 2005 je bil večinoma moker mesec in pretoki so bili ves mesec večji kakor so navadno v avgustu. Skoraj povsod po državi je bila avgustovska količina padavin nadpovprečna. Izjemno močni kratkotrajni nalivi, hkrati pa tudi dolgotrajne obilne padavine, so bile vzrok za številne zemeljske plazove in poplave. Najhuje je bilo med 20. in 23. avgustom na območju jugovzhodne Slovenije in Posavja, ko je samo v dveh dneh, 21. in 22. avgusta, padlo nad 100 mm padavin. Zaradi lokalno močnih nalivov so hitro narasli in poplavljali hudourniki in manjši vodotoki, katerih pretoki so presegli 50-letno povratno dobo velikih pretokov. Od večjih rek je močneje narasla le Krka v obsegu vsakoletnih poplav, zaradi obilnega deževja v Avstriji pa tudi Mura, ki je preplavila poplavne površine znotraj visokovodnih nasipov. V Gornji Radgoni je bil 22. avgusta izmerjen dotlej največji pretok glede na opazovalno obdobje od leta 1946 naprej, in sicer okrog 1380 m<sup>3</sup>/s. Izmerjeni pretoki drugih večjih rek niso presegli vrednosti običajnih visokih voda.

August 2005 was for the most part a wet month and watercourses throughout the month were greater than normal in August. August rainfall amounts were above average almost everywhere in the country. Extremely strong short downpours and, at the same time, longer periods of abundant rainfall caused numerous landslides and floods. The worst was between August 20 and 23, with more than 100 mm of rainfall. Because of local strong downpours, run-off streams and small watercourses quickly grew, the waterflows of which exceeded the 50-year average of large watercourses. Of larger rivers, only the Krka rose to the level of annual floods, but because of abundant rain in Austria, the Mura rose and covered the flood area within the highwater embankments. In Gornja Radgona on 22 August, the highest flow to date in the period of observation since 1946 was measured, around 1380 m<sup>3</sup>/s. The measured flows of other rivers did not exceed values of normal high waters.

## Uvod

Avgust velja za hidrološko suhi mesec, vendar se visoke vode in poplave v različnih delih Slovenije lahko zgodijo v katerem koli mesecu, so pa zaradi zmanjšane vloge rastlinskega pokrova najpogostejše v jesenskem obdobju. Ker leži Slovenija v glavnem v povirju vodotokov, se srečujemo s kratkotrajnimi hudourniški poplavami, z izjemo območja Drave in Mure, kjer lahko poplave trajajo tudi več dni. Med 20. in 23. avgustom so zaradi obilnih padavin in lokalno močnih nalivov hitro narasli in poplavljali hudourniki in manjši vodotoki. Narasle vode so uničevale infrastrukturo, poplavljale in zalivale objekte ter prometnice, utrgalo se je veliko število zemeljskih plazov. Najbolj prizadeta območja so bila v Posavju, Zasavju ter na območju Žalca in Laškega. Da smo lahko analizirali hidrološko dogajanje in razjasnili vzroke, ki so pripeljali

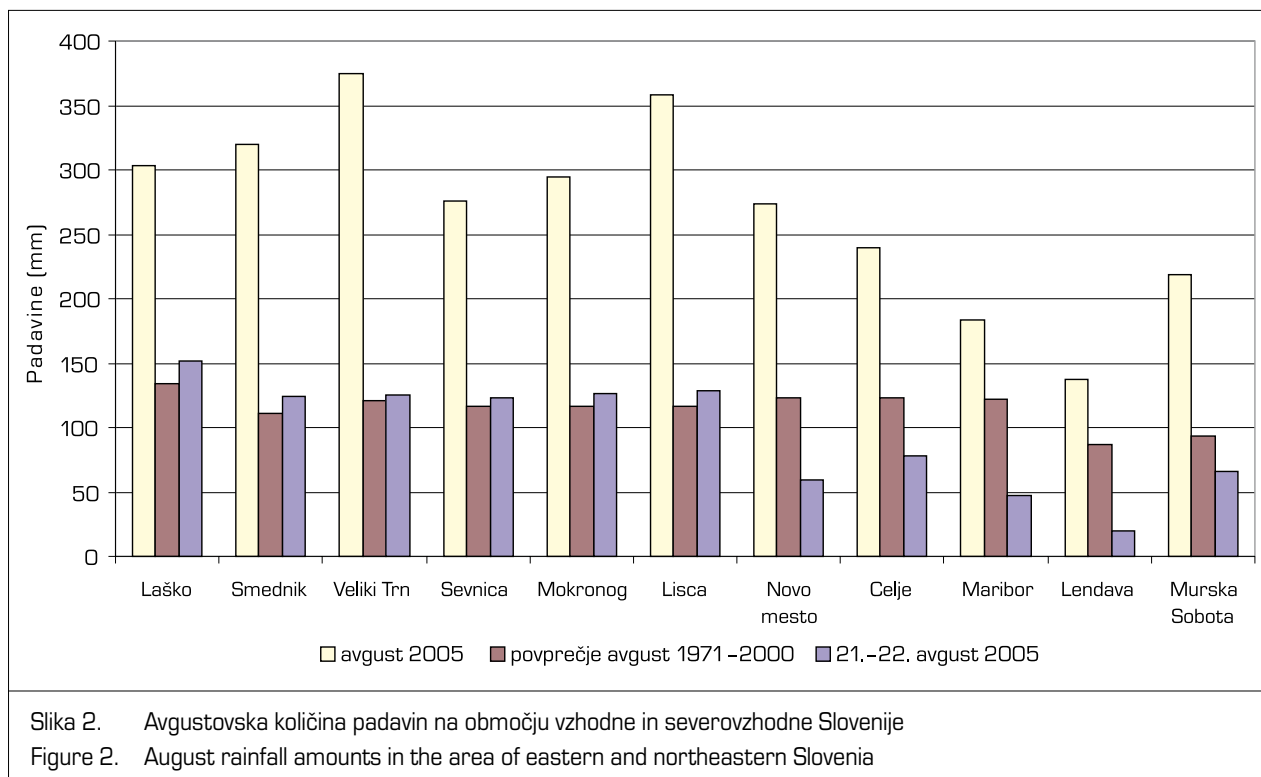
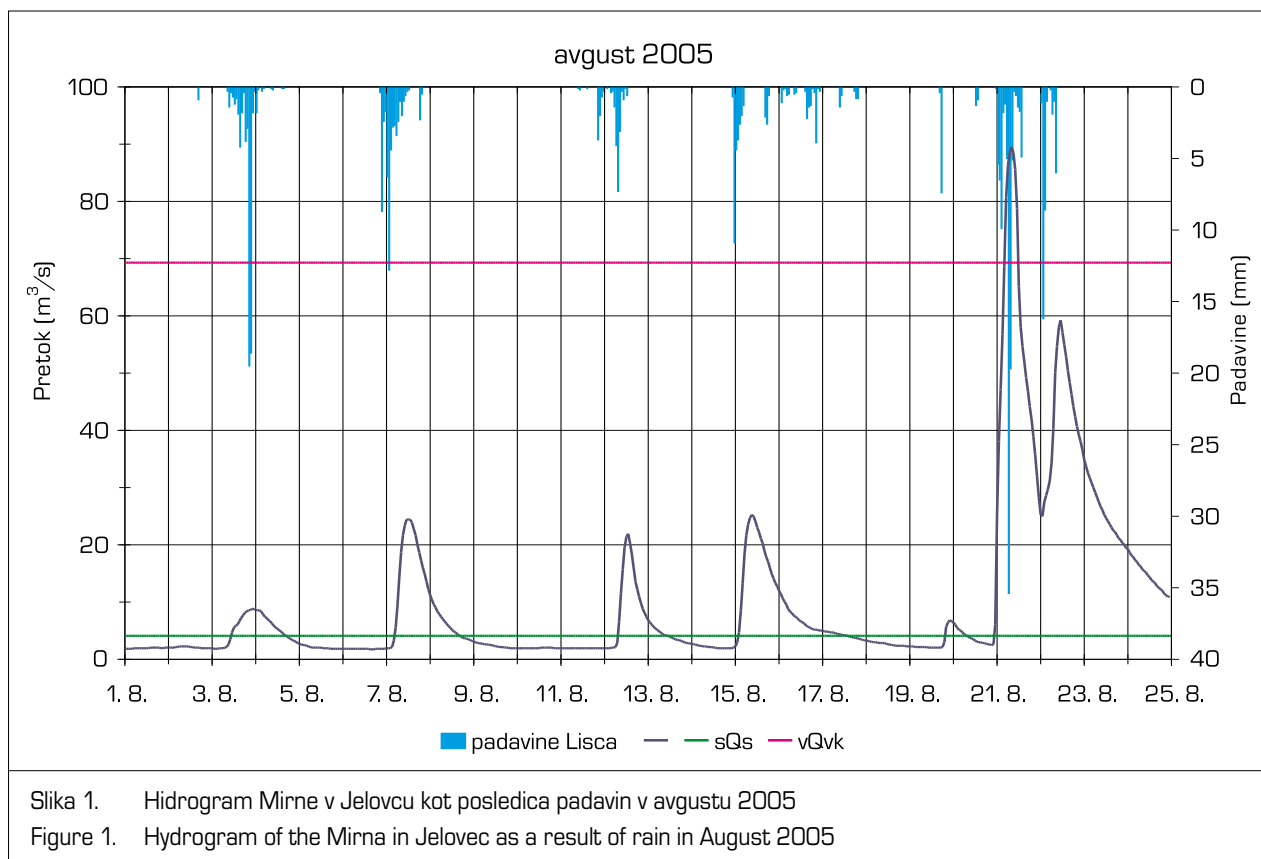
do katastrofalnih posledic, smo predhodno izvedli analizo meteoroloških razmer, ki so pripeljale do pojava visokih voda in poplav.

## Pregled meteorološkega dogajanja

V avgustu so si padavine z manjšimi presledki sledile že od začetka meseca, zaradi česar so bili pretoki večji kakor običajno. Medtem ko so bili pretoki v začetku avgusta mali do srednji, so padavine od 20 mm do 30 mm, ponekod do 50 mm na dan v posameznih padavinskih dogodkih z nekajdnevnimi presledki povečevale pretoke rek do srednjih in velikih vrednosti. Zaradi vedno večje namočenosti tal se je povečeval delež padavin, ki so površinsko odtekle, kar je vplivalo na velikost visokovodnih konic proti koncu meseca (slika 1).

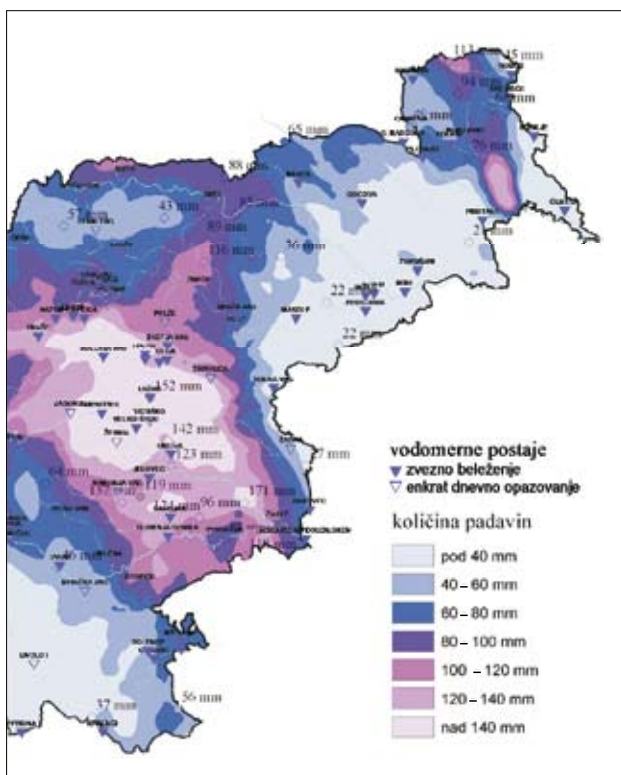
\* Mag., Ministrstvo za okolje in prostor, ARSO, Vojkova 1 b, Ljubljana, mira.kobold@gov.si

Že do 19. avgusta 2005 je bilo padavin v Sloveniji več



od obdobjnega avgustovskega povprečja. Na območju vzhodne Slovenije, ki so ga med 20. in 23. avgustom poplave najbolj prizadele, je samo v dveh dneh, 21. in 22. avgusta, padlo nad 100 mm padavin (slika 2). Avgustovska količina je za dva do tri krat preseгла avgustovsk o povprečje obdobja 1971–2000.

Med 20. in 22. avgustom so se padavine najprej začele v zahodni in severni Sloveniji, pozneje se je težišče padavin z lokalno močnimi nalivi preneslo na vzhod. Plohe in nevihte so 20. avgusta zvečer zajele jugovzhodno Slovenijo, nato se je dež razširil nad osrednjo in del vzhodne Slovenije. V nedeljo, 21. avgusta dopoldne, se je glavnina padavin preselila severneje, od juga so padavine počasi začele



Slika 3. Vsote 2-dnevnih padavin od 8. ure 20. 8. 2005 do 8. ure 22. 8. 2005 (vir M. Dolinar in sodelavci: Obilne padavine med 20. in 22. avgustom 2005, ARSO, interno gradivo) in merilna mesta hidrološkega spremljanja na površinskih vodah

Figure 3. Amount of 2-day rainfall from 08.00 on 20.8.2005 to 08.00 on 22.8.2005 (source M. Dolinar et al.: ARSO internal material) and measuring stations of hydrological monitoring on surface waters



Slika 4. Izvajanje meritve hitrosti in pretoka vode z akustičnim Dopplerjevim merilnikom ADCP v Čatežu na Savi 22. 8. 2005 (foto: M. Burger)

Figure 4. Taking measurements of speed and flow of water with an acoustic Doppler measuring device ADCP in Čatež on the Sava 22.8.2005 (photo: M. Burger)

slabeti. Popoldne so bili najmočnejši nalivi 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 pozneje pojavljale tudi drugod po državi. Predvsem v Prekmurju je ob nalivih lokalno padla večja količina padavin. V torek, 23. avgusta, so padavine povsod ponehale, najpozneje v severovzhodni Sloveniji.

Na nekaterih meteoroloških postajah, predvsem v Posavski regiji, so bile zabeležene rekordne jakosti in količine padavin. Izjemno visoke povratne dobe tudi preko 100 let so bile zabeležene tako za krajše nalive (Krško, Murska Sobota in Lisca) kakor tudi za 2-dnevne vsote padavin (Laško, Mokronog, Lisca in Krško). Na sliki 3 je prikazana vsota dvodnevni padavin od 8. ure 20. avgusta do 8. ure 22. avgusta za območje vzhodne in severovzhodne Slovenije. Na padavinski karti je prikazana tudi rečna mreža z vodomernimi postajami državne hidrološke mreže površinskih voda.

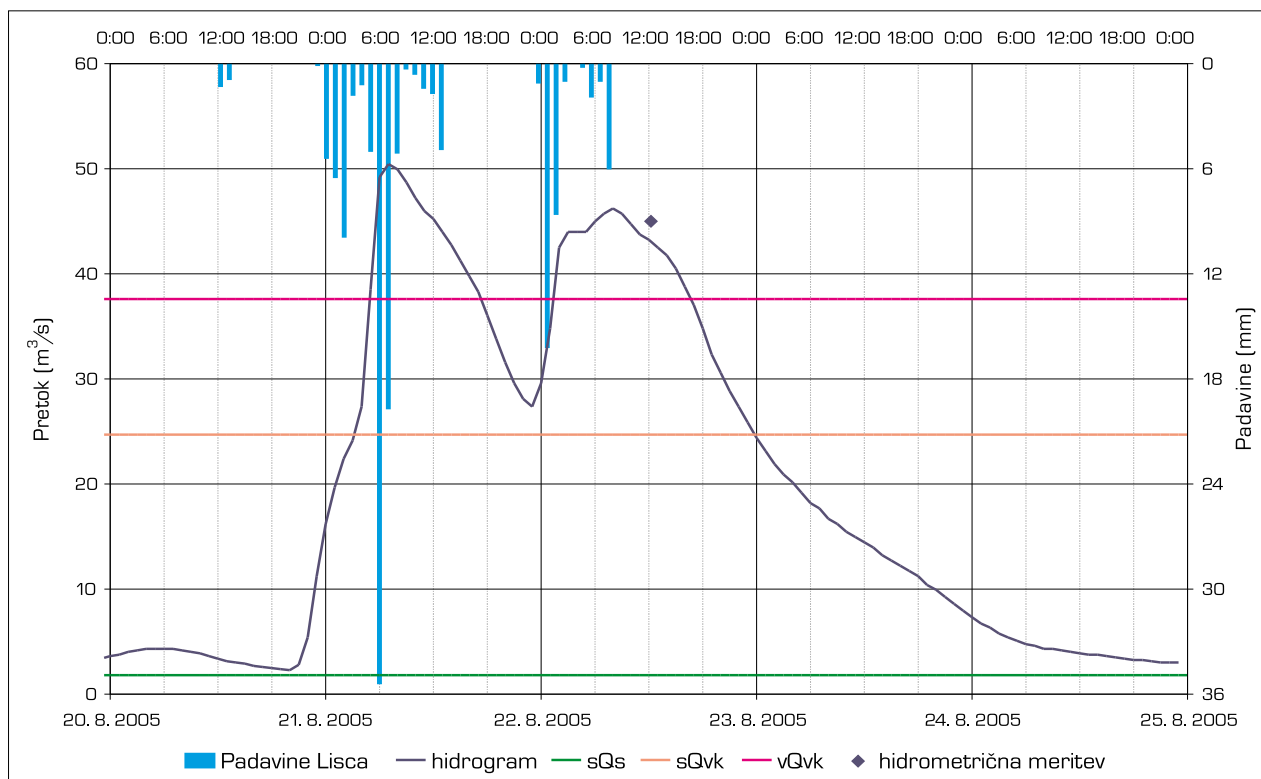
## Opis dejavnosti hidrometrije v času visokovodnih razmer

V dneh med 21. in 25. avgustom 2005 je bila dejavnost hidrometrije usmerjena na meritve pretokov visokih voda. Meritve visokih voda so zaradi velike globine in velike hitrosti vode težko izvedljive in so vrednosti pretoka pri visokih vodnih stanjih običajno ekstrapolirane. Poleg hitrega in globokega toka nosi deroča voda s seboj plavje in les, kar fizično ogroža izvedbo meritev. Velike količine plavja nosijo predvsem vodotoki, ki pritekajo z gričevnatega in hribovitnega sveta. Kljub vsem tem težavnim razmeram sta dve skupini na terenu v času visokovodnih razmer opravili več hidrometričnih meritev. V sektorju za hidrologijo na Agenciji RS za okolje izvajamo v zadnjih letih meritve hitrosti in pretoka vode poleg klasične metode s hidrometričnim krilom z ultrazvočnim merilnikom (Acoustic Doppler Current Profiler – ADCP; Trček, 2003). Merilnik se lahko upravlja z bregov ali mostu, kar je njegova prednost v primerjavi s klasičnimi metodami, in je z njim mogoče izvajati meritve tudi v izjemnih razmerah (slika 4).

## Opis hidroloških razmer

Hidrološke razmere so prikazane s hidrogrami in meritvami pretokov na vodomernih postajah državne hidrološke mreže z območja, kjer so pretoki med 20. in 23. avgustom najbolj narasli in je bila poplavna ogroženost največja.

**Radulja** je ena izmed rek, ki so 21. avgusta 2005 najmočnejše narasle. Kakor je razvidno s slike 5, je Radulja v Škocjanu močno preseгла dotlej največji izmerjeni pretok



Slika 5. Hidrogram Radulje v Škocjanu od 20. 8. 2005 do 25. 8. 2005 v primerjavi z obdobjimi srednjim (sQs) in obdobjimi velikimi pretoki (srednjim sQvk in največjim velikim pretokom vQvk) ter urna intenziteta padavin z Lisce

Figure 5. Hydrogram of the Radulja in Škocjan from 20. 8. 2005 to 25. 8. 2005 in comparison with a period of medium (sQs) and periods of large flow (medium sQvk and maximum large flow vQvk) and hourly intensity of rainfall, from the Lisca

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 kakor 100-letna povratna doba velikih pretokov. Po krajši prekinitvi dežja 21. avgusta popoldne je Radulja nekoliko upadla in ob padavinah v noči na ponedeljek, 22. avgust, ponovno začela naraščati. Druga konica v ponedeljek, 22. avgusta 2005, je bila le nekoliko nižja in je znašala  $46,2 \text{ m}^3/\text{s}$ .



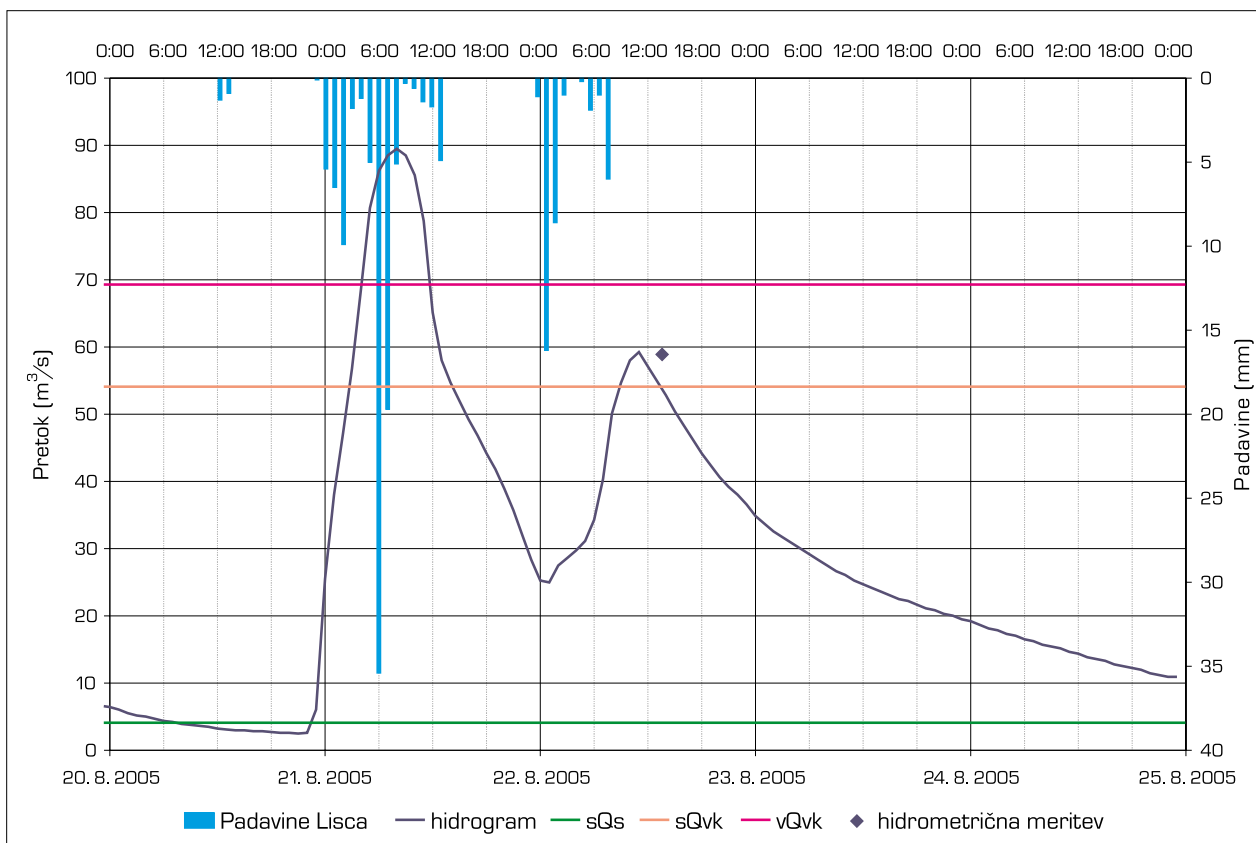
Slika 6. Na gradbenem objektu vidna sled najvišje vode Sevnične v Sevnici dne 21. 8. 2005 ob 12.38 (foto: J. Uhan)

Figure 6. Traces visible on a building, of the highest waters of the Sevnična in Sevnica on 21.8.2005 at 12.38 (photo: J. Uhan)



Slika 7. Stanje na vodomerni postaji Orešje na Sevnični 22. 8. 2005 (foto: M. Burger)

Figure 7. Situation at Orešje water measuring station on the Sevnica on 22.8.2005 (photo: M. Burger)



Slika 8. Hidrogram Mirne v Jelovcu od 20. 8. 2005 do 25. 8. 2005 v primerjavi z obdobjem srednjim (sQs) in obdobjimi velikimi pretoki (sQvk in vQvk) ter urna intenziteta padavin z Lisce

Figure 8. Hydrogram of the Mirna from 20. 8.2005 to 25. 8.2005 in comparison with a period of medium (sQs) and periods of large flow (medium sQvk and maximum large flow vQvk) and hourly intensity of rainfall, from the Lisca

Pretok, ki ga je 22. avgusta ob 12:14 izmerila skupina na terenu, je znašal  $45 \text{ m}^3/\text{s}$ . Na sliki 5 je prikazana še urna intenziteta padavin z Lisce, ki kaže, kako hiter je odziv povodja pri hudourniških poplavah. Lisca je za povodje Radulje najbližja padavinska postaja z urnimi intenzitetami. Velikost površinskega odtoka dobesedno sledi padavinam.

**Sevnična** je naslednja reka, ki je 21. avgusta močno narasla in poplavljala v Sevnici in ob cesti Sevnica-Planina, ter povzročila veliko škode (slika 6). Hidroloških podatkov za Sevnično ni, saj je narasla voda 21. avgusta odtrgala in odnesla kovinsko hišico z aparatom za zvezno beleženje višine vodne gladine in vodomerno letev v Orešju (slika 7).



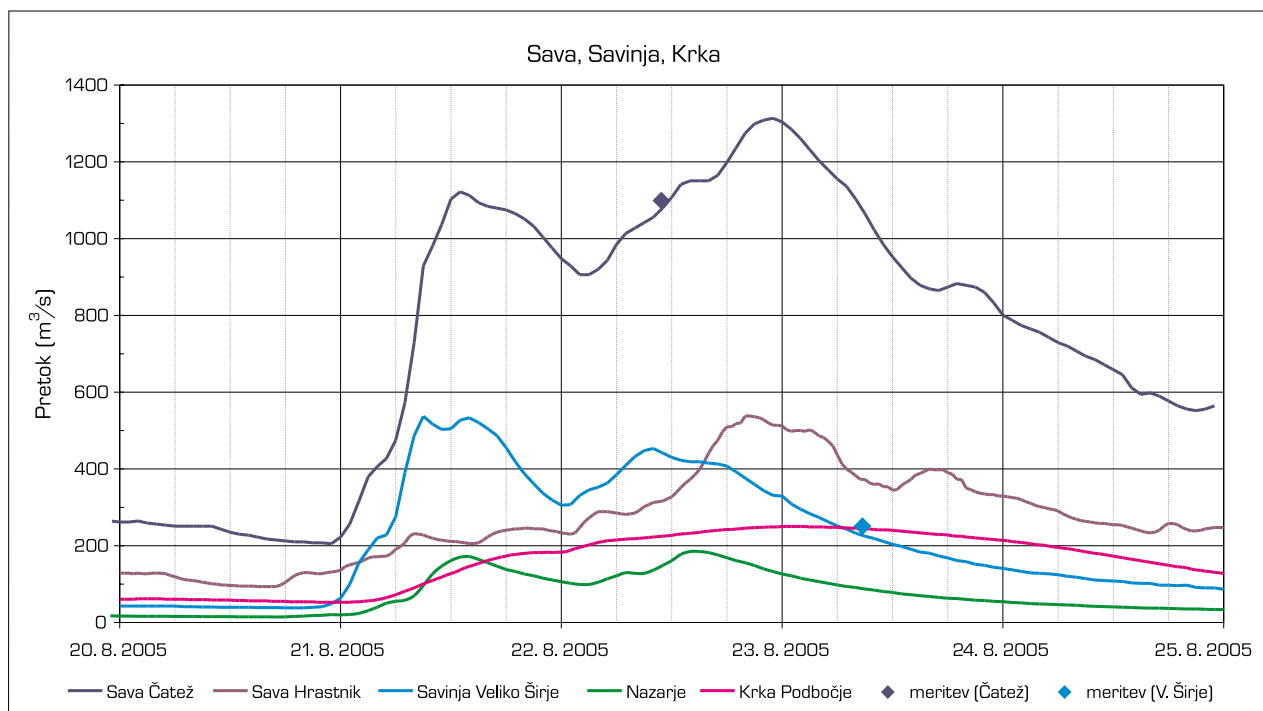
Slika 9. Poplavljen dolina Mirne pri Tržišču dne 21. 8. 2005 ob 10.37 (foto: J. Uhan)

Figure 9. Flooded valley of the Mirna at Tržišče on 21.8.2005 at 10.37 (photo: J. Uhan)

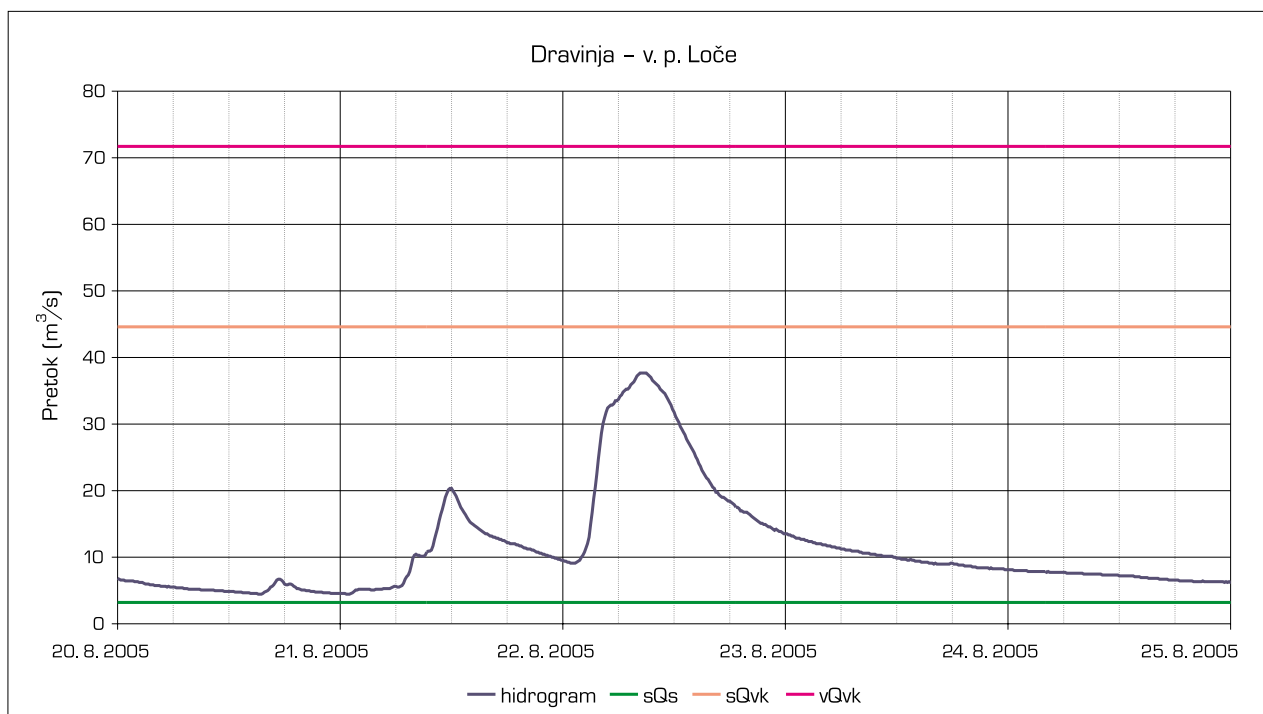
Visoka je bila tudi **Mirna**, kjer so pretoki presegle dotlej maksimalni pretok iz obdobja 1992-2004. Največji izmerjeni pretok je bil  $89 \text{ m}^3/\text{s}$  dne 21. avgusta okrog 8. ure zjutraj (sliki 8 in 9), kar je 25-letna povratna doba velikih pretokov. Izmerjeni pretok v Jelovcu na Mirni je 22. avgusta 2005 ob 13.35 znašal  $59 \text{ m}^3/\text{s}$ .

**Savinja** je imela v nedeljo, 21. avgusta 2005, v zgornjem toku nekoliko manjše pretoke kakor v ponedeljek, 22. avgusta, medtem ko je imela v spodnjem toku, zlasti od Laškega dolvodno, v nedeljo, 21. avgusta, izrazito večje pretoke kakor v ponedeljek, 22. avgusta (slika 10). V Velikem Širju je Savinja dosegla največji pretok 21. avgusta dopoldne in sicer  $537 \text{ m}^3/\text{s}$ , kar je manj od srednjega obdobjnega velikega pretoka ( $656 \text{ m}^3/\text{s}$ ) in malo pod dvoletno povratno dobo velikih pretokov.

Od večjih rek je močneje narasla le še **Krka** v obsegu vsakoletnih poplav. Krka je v zgornjem toku, v Podbukovju, dosegla največji pretok 21. avgusta ob osmi uri zjutraj,



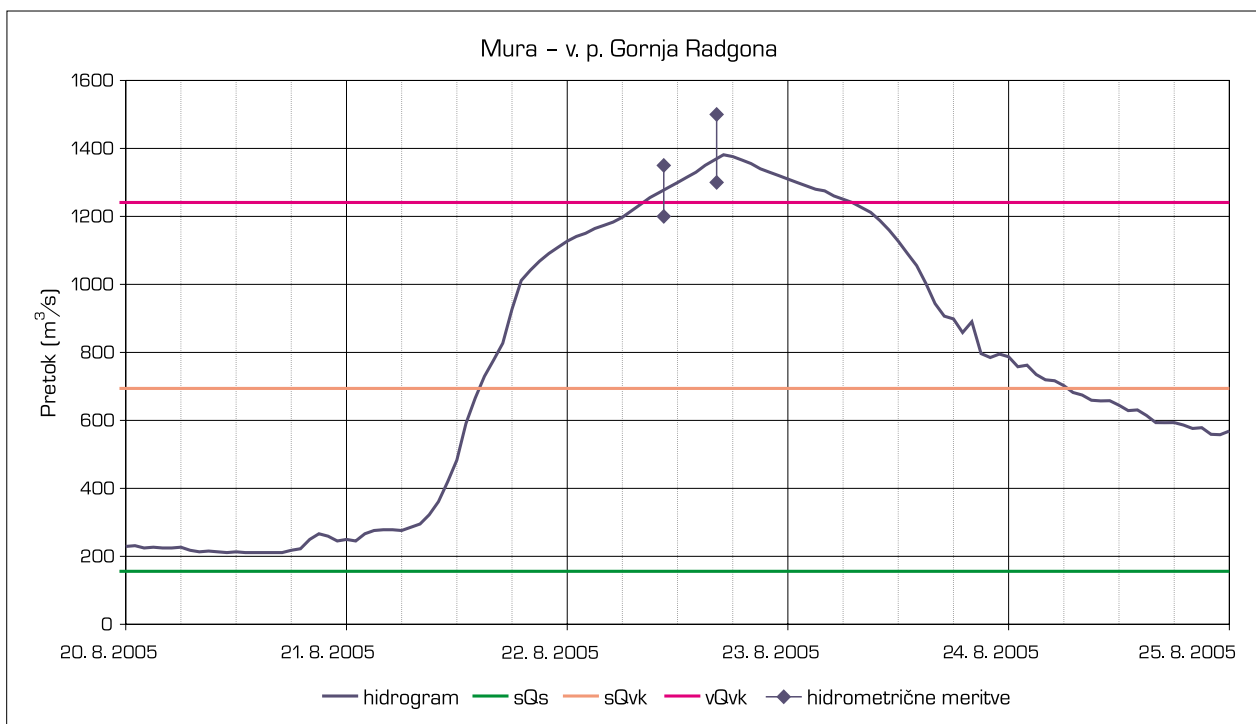
Slika 10. Hidrogrami Save v Hrastniku in Čatežu, Savinje v Velikem Širju in Krke v Podbočju, od 20. do 25. 8. 2005  
 Figure 10. Hydrograms of the Sava in Hrastnik and Čatež, the Savinja in Velike Širje and the Krka in Podbočje, from 20 to 25.8.2005



Slika 11. Hidrogram Dravinje v Ločah od 20. do 25. 8. 2005 v primerjavi z obdobjem srednjim (sQs) in obdobjimi velikimi pretoki (sQvk in vQvk)  
 Figure 11. Hydrogram of the Dravinja in Loče from 20 to 25.8.2005 in comparison with a period of medium (sQs) and periods of large flow (sQvk and vQvk)

44,3 m<sup>3</sup>/s, kar je 20 % pod srednjim obdobjem velikim pretokom. V spodnjem toku, v Podbočju (slika 10), pa je dosegla največji pretok 23. avgusta ob polnoči, 250 m<sup>3</sup>/s, kar je 16 % pod srednjim obdobjem velikim pretokom.

Največji zabeleženi pretoki Save med 21. in 23. avgustom 2005 niso dosegli srednjih obdobjih velikih pretokov. Prva konica Save v Čatežu, ki je bila 21. avgusta ob 13. uri, je bila v glavnem posledica visoke Sevnice, Mirne in Savinje. Druga, nekoliko višja visokovodna konica, 1313



Slika 12. Hidrogram Mure v Gornji Radgoni od 20. do 25. 8. 2005, v primerjavi z obdobjim srednjim (sQs) in obdobjimi velikimi pretoki (sQvk in vQvk)

Figure 12. Hydrogram of the Mura in Gornja Radgona from 20 to 25.8.2005 in comparison with a period of medium (sQs) and periods of large flow (sQvk and vQvk)

$\text{m}^3/\text{s}$ , pa je bila 22. avgusta ob 23. uri, predvsem zaradi visoke Save v zgornjem toku in Krke (slika 10). V Hrastniku je bil izmerjen maksimalni pretok  $538 \text{ m}^3/\text{s}$  22. avgusta ob 20. uri.

**Dravinja** s svojim razlivanjem iz struge ni povzročila večjih nevšečnosti. Največji pretok  $37,7 \text{ m}^3/\text{s}$  je bil pod dvoletnim velikim pretokom (slika 11).

Zaradi obilnega deževja v Avstriji je bila izredno visoka **Mura**, katere pretok je bil največji v zadnjih petdesetih letih. V Pomurju so bile zato izredne razmere, predvsem

ob Muri in njenih pritokih, ki jih je Mura zajezila. 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. avgusta ob 17. uri, zabeležili rekordni pretok okrog  $1380 \text{ m}^3/\text{s}$  (slika 12), ki se uvršča med 50- in 100-letno povratno dobo. Marsikje je ta visoka voda dosegla krono nasipov. Pretok je skoraj ves dan vztrajal nad dotlej največjim izmerjenim pretokom  $1241 \text{ m}^3/\text{s}$  iz junija 1954. Naslednji dan je Mura le začela upadati (slika 13).



Slika 13. Mura v upadanju v Gornji Radgoni 23. 8. 2005 ob 15. uri (foto: M. Sušnik)

Figure 13. The Mura diminishing in Gornja Radgona 23.8.2005 at 15.00 (photo: M. Sušnik)

Na Muri v Gornji Radgoni sta bila 22. avgusta izvedena dva niza hidrometričnih meritev z Dopplerjevim merilnikom, med 10. in 11. uro in okrog 16. ure. Zaradi visoke in deroče Mure je bila izvedba meritev izredno težavna. Iz večkratnih prehodov je vrednost pretoka na sliki 12 dana v obliki intervala med minimalno in maksimalno izmerjeno vrednostjo. Pri prvem nizu meritev je bil pretok v mejah med  $1200$  in  $1350 \text{ m}^3/\text{s}$  (hitrosti vode so bile v mejah med  $2,8$  in  $3,2 \text{ m}/\text{s}$ ), v drugem nizu meritev med  $1300$  in  $1500 \text{ m}^3/\text{s}$  (hitrosti vode so bile v mejah med  $2,5$  in  $3,0 \text{ m}/\text{s}$ ).

## Sklepne misli

V državni mreži vodomernih postaj smo v avgustu 2005 izmerili večje pretoke od obdobjih visokovodnih konic v Gornji Radgoni na Muri in na območju Posavja, kjer so bili izmerjeni rekordni pretoki v Škocjanu na Radulji, Jelovcu

na Mirni, medtem ko za Sevnico nimamo podatkov. Na manjših potokih in hudournikih, ki so najbolj narasli na območju Posavja, hidroloških meritev ne izvajamo. V Gornji Radgoni izmerjen maksimalni pretok  $1380 \text{ m}^3/\text{s}$  je za  $140 \text{ m}^3/\text{s}$  večji od obdobjne visokovodne konice iz leta 1954.

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 hudourniškimi poplavami. Hudourniške poplave so rezultat intenzivnih, lokalno omejenih padavin, ki jih je skoraj nemogoče natančno napovedati. Pri dolgotrajnih padavinah pride tudi do proženja zemeljskih plazov. Rezultati meteoroloških modelov so podlaga za napovedovanje, 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 zgrešijo območja največjih intenzitet, kar se je dogodilo ob avgustovskih visokih vodah.

## Viri in literatura

1. Arhiv Agencije RS za okolje.
2. Dolinar, M., Gregorič, G., Roethel-Kovač, M., Vertačnik, G., Zupančič, B., 2005. Obilne padavine med 20. in 22. avgustom 2005. [http://www.arso.gov.si/podrocja/vreme\\_in\\_podnebje/poročila\\_in\\_projekti/padavine2122\\_avg05.pdf](http://www.arso.gov.si/podrocja/vreme_in_podnebje/poročila_in_projekti/padavine2122_avg05.pdf)
3. Kobold, M., Sušnik, M., Trček, R., Ulaga, F., Polajnar, J., Robič, M., Lalič, B., 2005. Visoke vode v avgustu 2005. Zbornik Mišičev vodarski dan, VGB Maribor, 1–9.
4. Kobold, M., Ulaga, F., Trček, R., Lalič, B., Sušnik, M., Polajnar, J., Robič, M., 2005. Visoke vode, avgust 2005. Poročilo sektorja za hidrologijo. [http://www.arso.gov.si/podrocja/vode/poročila\\_in\\_publikacije/Visoke\\_avg\\_05.pdf](http://www.arso.gov.si/podrocja/vode/poročila_in_publikacije/Visoke_avg_05.pdf)
5. Trček, R., 2003. Poročilo o primerjalnih meritvah z merilnikom ADMP in hidrometričnim krilom ter program meritev za leto 2004. Interno poročilo, Agencija RS za okolje.