

POVODENJ MED 23. IN 27. DECEMBROM 2009

Floods between 23 and 27 December 2009

Igor Strojan*, Mira Kobold**, Mojca Robič***, Nejc Pogačnik****, Denis Kosec*****
UDK 556.16(497.4)"2009"

Povzetek Abstract

Padavine in taljenje snega so med 23. in 27. decembrom 2009 povzročili eno večjih povodenj v zadnjih letih. V petih dneh je ponekod padlo nad 500 mm padavin. Poplavljali so reke in jezera, pojavljali so se zemeljski zdrsi in plazovi. Povodenj je prizadela večji del države, razen na severovzhodu.

Poplavni dogodek je potekal v dveh povezanih obdobjih. V prvem, 23. decembra, so poplavljal predvsem reke v zahodnem in osrednjem delu države. V tem času se je stalila tudi snežna odeja, ki je bila pred poplavnim dogodkom v nižinah debela do 15 cm. V drugem delu, 25. decembra, ko so bile poplavne konice višje, so reke poplavljal tudi v južnem delu države. Največja materialna škoda je nastala v drugem delu povodnji. Človeških žrtev k sreči ni bilo. Javnost in službe zaščite in reševanja so bile pravočasno opozorjene na prihajajočo ujmo, zato so lahko bili izvedeni tudi protipoplavni zaščitni ukrepi.

The rainfall and snowmelt in the period between 23 and 27 December 2009 caused one of the largest floods in recent years. Over 500 mm of rain fell within five days. Rivers and lakes flooded and land slides and avalanches occurred. Excluding the north eastern part of the country, the flood affected large parts of Slovenia. The flooding phenomenon occurred in two connected periods. In the first, on 23 December, rivers flooded in the western and central parts of Slovenia. By this time, the 15 cm deep lowland snow cover had melted. In the second period, on 25 December, when flood peaks were already high, rivers also began to flood in the southern part of the country. The greatest material damage was caused in the second period. Fortunately, no human life was lost. The public and protection and rescue services had been notified of the approaching flash flood in time. For this reason, the implementation of flood protection measures was possible.

Uvod

V članku so opisani vzroki in razmere, v katerih je prišlo do povodnji. Prikazani so potek, obsežnost in intenzivnost naravne nesreče. Potek oziroma razvoj dogodkov na posameznih vodotokih je predstavljen s hidrogrami, iz katerih so razvidni hitrosti naraščanja pretokov in potek odtokov glede na zaporedni padavinski obdobji. Prikazane so največje visokovodne konice, njihove statistične povratne dobe in nekatere primerjave z največjimi visokovodnimi konicami v dolgoletnem primerjalnem obdobju. Priložene fotografije jasno prikazujejo ogrožanje območij ob rečnih strugah in razsežnosti poplavnih območij. V kratkem so opisani potek napovedovanja, spremljanje in obveščanje o izrednem dogodku

ter tudi izvajanje meritev pretoka na terenu. V članku smo želeli v kratkem predstaviti izvajanja pristojnih služb in z določitvijo obsežnosti poplav opozoriti na realnost pojavljanja obsežnejših poplav. Iz pravočasnega opozarjanja na pretečo povodenj in izvedenih protipoplavnih ukrepov ob tem izrednem dogodku je razvidna pomembnost pravočasnega opozarjanja pred naravno nesrečo.

Padavine

Prehodi nekaj ciklonskih območij med 21. in 26. decembrom in narivanje vlažnih zračnih mas v Julijskih Alpah ter na dinarski pregradi so povzročili obilne padavine predvsem v zahodni polovici države. Zaradi pritoka toplejšega zraka, ki je izpodrival hladnejšega, je sneg prehajal v dež. Meja sneženja se je postopoma dvigala. V petih dneh je ponekod v alpskem svetu padlo nad 500 mm, na dinarski pregradi pa večinoma nad 200 mm padavin (slika 1). Povratna doba teh petdnevni padavin je večinoma dosegla od 10 do 25 let. Na območju Kobarida, Bovca, Vogla in Soče je 24-urna višina padavin 25. decembra preseгла 200 mm. Med posameznimi ciklonskimi območji so padavine prehodno ponehale ali oslabele. Padavinske razmere so podrobneje opisane v Poročilu o vremenski in hidrološki situaciji

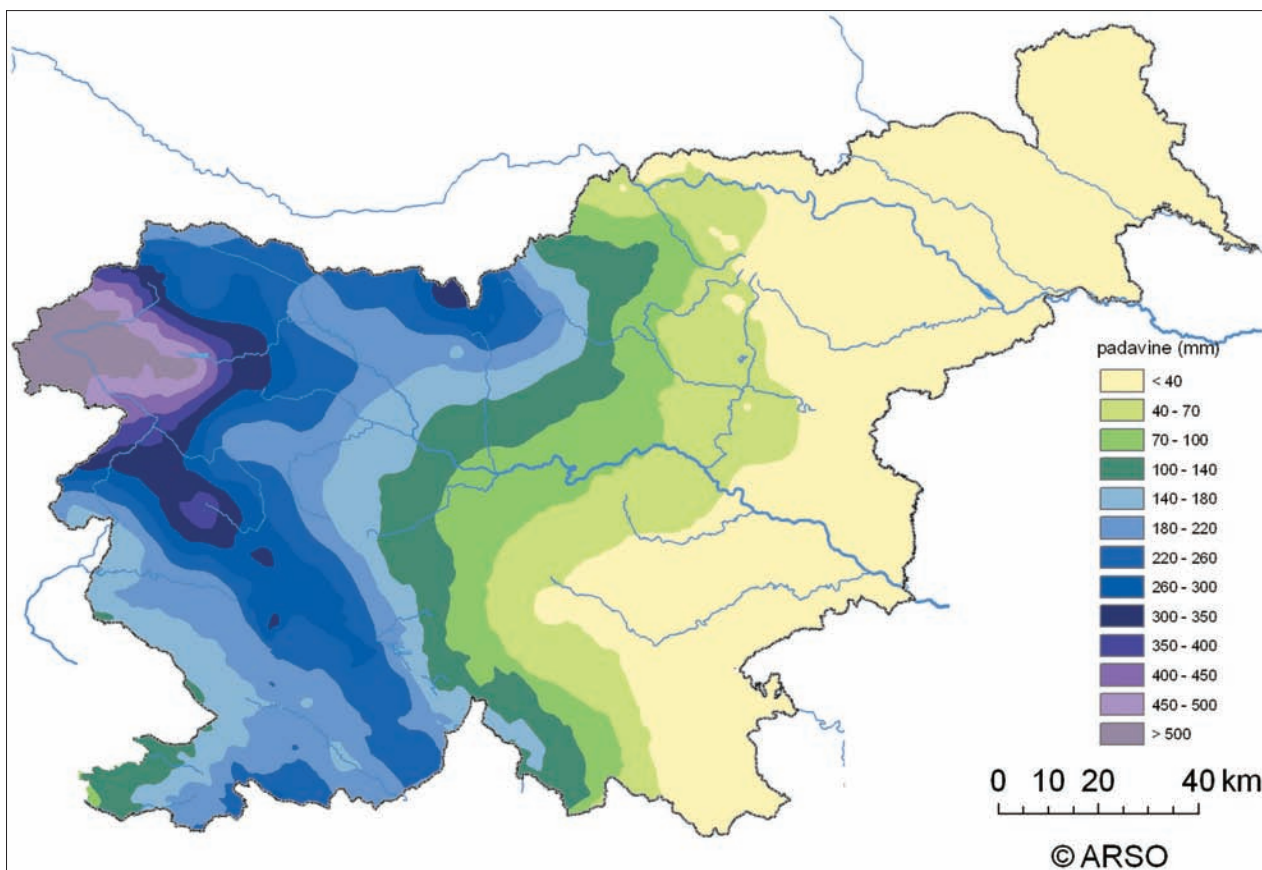
* Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova c. 1 b, Ljubljana, igor.strojan@gov.si

** dr., Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova c. 1 b, Ljubljana, mira.kobold@gov.si

*** Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova c. 1 b, Ljubljana, mojca.robic@gov.si

**** Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova c. 1 b, Ljubljana, nejc.pogacnik@gov.si

***** Ministrstvo za okolje in prostor RS, ARSO, Vojkova c. 1 b, Ljubljana, denis.kosec1@gov.si



Slika 1: Karta petdnevne (120-urne) vsote padavin od 7. ure 21. decembra do 7. ure 26. decembra 2009 (avtorica: M. Dolinar)

Figure 1: A map of a five-day (120-hour) precipitation amount collected from 7.00 a.m. to 9.00 p.m. on 26 December 2009 (author: M. Dolinar)

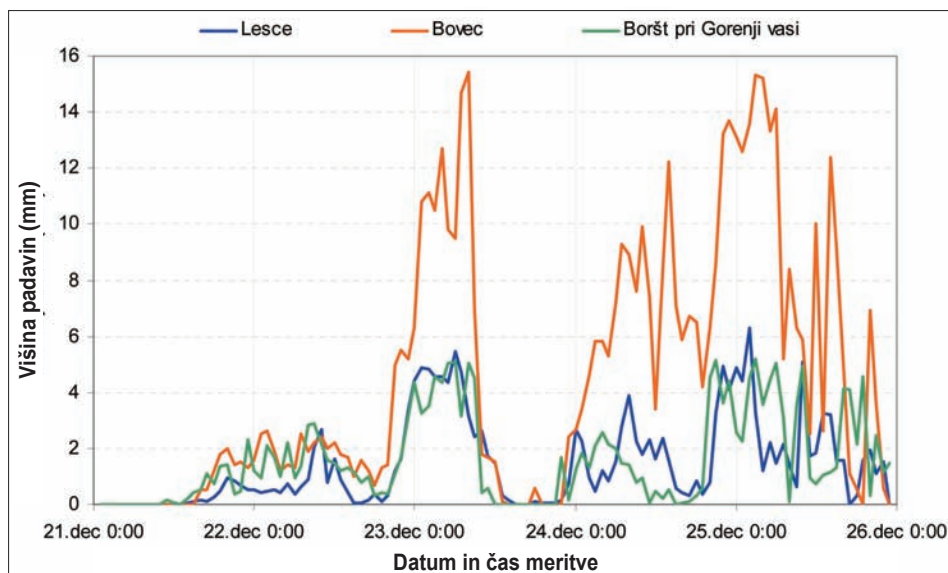
23.–27. decembra 2009, objavljenem na www.arso.gov.si in www.meteo.si/met/sl/climate/natural-hazards.

Pretočne razmere pred povodnjijo, značilnosti odtoka padavin in opis pojava

Pred povodnjijo so bili pretoki rek večinoma srednji, v povirnih in spodnjih delih rek celo mali. Padavine, ki so 21. decembra prešle iz snega v dež, so povzročile taljenje snežne odeje in porast rek. Vegetacija, ki bi zadržala odtok padavin v reke, je bila zaradi zimskega časa majhna, zato so padavine hitreje in v večji količini odtekale v struge vodotokov. Sneg, ki ga je bilo v nižinah do 15 cm, se je ob otoplitvi, ki je sledila padavinam, hitro stalil in v prvem delu povodnji občutno prispeval k povečanemu pretokom. Padavine so bile dolgotrajne, manj je bilo kratkotrajnejših intenzivnosti padavin. Tla so bila na začetku precej namočena, kar je dodatno prispevalo k večjemu odtoku padavin v reke. Ob otoplitvi in povečani namočenosti tal se je povečevala nevarnost nastanka zemeljskih zdrsov. Poplavni dogodek je bil dolgotrajen, najdlje so poplavljal Sava v spodnjem toku in kraški reki Ljubljana ter Krka.

Ob meteorološki napovedi močne odjuge in obilnega deževja je bilo 22. decembra napovedano močno povečanje pretokov rek v zahodni, južni in osrednji Sloveniji. Popoldne je začela naraščati Ljubljana, proti večeru Gradaščica in reke jugozahodne Slovenije. Ponoči so reke močno narasle in nekatere med njimi tudi že poplavile. Poplavljal so Vipava, Ljubljana na Ljubljanskem barju, Gradaščica v zgornjem toku, Idrija, Kolpa in manjši vodotoki v okolici Idrije, Medvod in Nove Gorice.

23. decembra so reke nekoliko upadle, poplavljen površine so se zmanjšale. Popoldne in zvečer so se reke osrednje in zahodne Slovenije rahlo povišale, potem pa ponovno upadle. V noči s 24. decembra na 25. so reke znova začele naraščati. Večina padavin je padla v severnem in zahodnem delu države. Močno so narasle in poplavljal Soča s pritoki, Sava Bohinjka, Sava Dolinka, Sava v zgornjem toku, Vipava, Idrija, Reka, Kolpa, Ljubljana, Gradaščica, Selška Sora s pritoki in Sora v srednjem ter spodnjem toku. Poplave so zajele zahodni, jugozahodni in osrednji del države. Popoldne je začela naraščati tudi Savinja s pritoki, vendar večina od njih ni presegla opozorilnih pretokov. Sava v srednjem in spodnjem toku je dosegla najvišji pretok zvečer in naslednjega dne. Ob tem je obilno poplavljal. Reke v skrajnem severovzhodnem delu države so obdržale srednje pretoke.



Slika 2:
Časovni potek urne višine padavin na treh meteoroloških postajah v severozahodnem delu Slovenije v obdobju med 21. in 25. decembrom (vir: ARSO, 2009)

Figure 2:
Time course of the hourly precipitation amount at three meteorological stations in the northwestern part of Slovenia in the period 21 –25 December (source: ARSO, 2009)

V naslednjih dneh so se vse poplavljene površine razen kraških polj in Barja postopno zmanjševale.

Hidrološke razmere na posameznih rekah

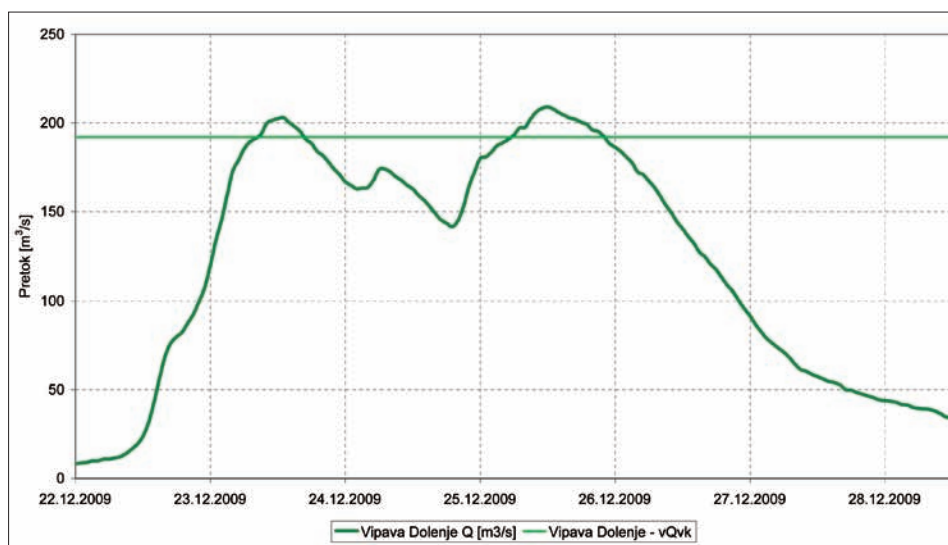
Reka Vipava je v Dolenju začela naraščati 22. decembra popoldne. Ponoči je presegla opozorilni pretok $100 \text{ m}^3/\text{s}$ in proti jutru začela poplavljati. Prvi višek je dosegla naslednjega dne ob 11.50 s pretokom $201 \text{ m}^3/\text{s}$. V noči na 24. december se je pretok zmanjševal, izjema je bil le manjši porast dopoldne. Pretok se v tem času še ni znižal pod opozorilnega. 24. decembra zvečer je začel pretok znova hitro naraščati in je dosegel višek z $210 \text{ m}^3/\text{s}$ naslednjega dne ob 10.30. To je bil največji pretok v obdobju 1991–2008. Le malo manjši pretok, $206 \text{ m}^3/\text{s}$, je imela Vipava v Dolenju marca 2009. Vipava je upadla pod opozorilni pretok šele naslednjega dne zvečer. Hkrati z Vipavo so močno narasli tudi njeni pritoki. Izjemno vodnat je bil izvir Hubelj, ki je dosegel pretok med 50 in $55 \text{ m}^3/\text{s}$.

Podobno se je dogajalo tudi na reki Reki in kraških poljih. Kraška polja so se izdatno napolnila. Reka Reka je začela naraščati ponoči z 22. decembra na 23. decembra ob 14.30 je s pretokom $157 \text{ m}^3/\text{s}$ dosegla prvi višek pri Cerkenikovem mlinu, dve uri pozneje pa v Škocjanu, kjer je dosegla vodostaj 306 cm. To je bil pretok z manj kot dveletno povratno dobo. 24. decembra je reka upadala, ponoči pa ponovno narasla. Naslednjega dne zjutraj je dosegla največji pretok $207 \text{ m}^3/\text{s}$, ki predstavlja 2–5-letno povratno dobo. Najvišji vodostaj, izmerjen na postaji v Škocjanu, je meril 375 cm.

Reka Idrijca je edina reka zahodne Slovenije, ki je dosegla največji pretok $284 \text{ m}^3/\text{s}$ že 23. decembra zjutraj. Idrijca je poplavljala v spodnjem toku.

23. decembra popoldne je dosegla najvišji pretok tudi reka Kolpa v Radencih, ki je z $803 \text{ m}^3/\text{s}$ dosegla 5-letno povratno dobo velikih pretokov.

Ljubljana, ki se napaja iz kraškega zaledja, je ponoči med 22. in 23. decembrom presegla opozorilni pretok in se razlila po Ljubljanskem barju. 25. decembra dopoldne in



Slika 3:
Hidrogram pretoka v decembrski povodnji in do decembra 2009, najvišji izmerjen pretok v opazovalnem obdobju na Vipavi v Dolenju

Figure 3:
The discharge hydrograph in the December flash flood and the highest discharge recorded up to December 2009 in the observation period on the Vipava River at Dolenje



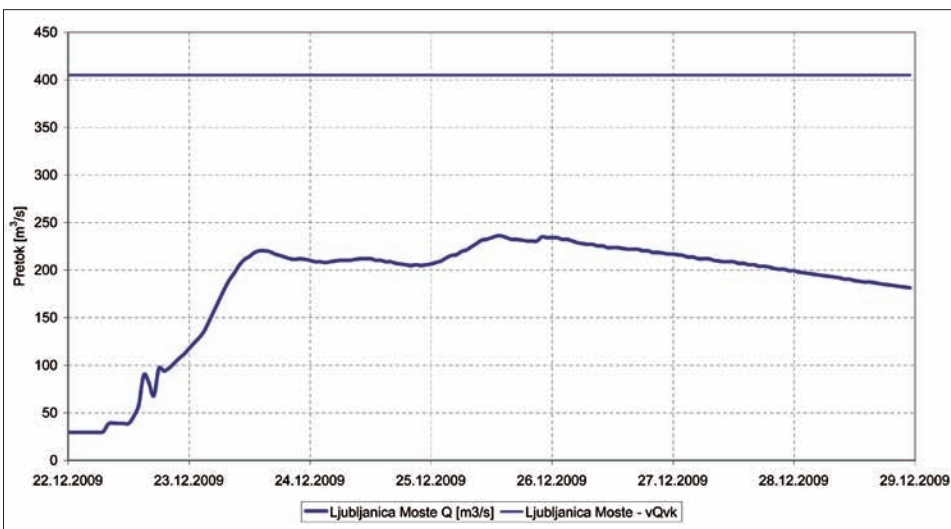
Slika 4: Kolpa v Radencih, 23. decembra 2009 (foto: M. Burger)

Figure 4: The Kolpa River in Radenci on 23 December 2009 (photo: M. Burger)

Soča je močno naraščala v noči na 23. december. Narasli so pritoki Soče v njenem zgornjem toku. 23. decembra ob 11. uri je Soča v Logu Čezsoškem dosegla prvi višek z $242 \text{ m}^3/\text{s}$, v Solkanu pa je ob 14.30 že presegla $2000 \text{ m}^3/\text{s}$. To je pretok s povratno dobo 10–20 let. Naslednjega dne je reka nekoliko upadla in ponoči spet začela naraščati. V Logu Čezsoškem je ob višku, 24. decembra ob 4.00, dosegla pretok $441 \text{ m}^3/\text{s}$ s povratno dobo 5–10 let, v Solkanu pa 25. decembra ob 12.15 pretok $2340 \text{ m}^3/\text{s}$. To je pretok s kar 50-letno povratno dobo in hkrati največji pretok opazovalnega obdobja zadnjih 65 let. Soča je močno poplavljala v okolici Kanala.

Pritoka Soče v zgornjem toku, Koritnica in Učja, sta imele 2- do 5-letne pretoke. Zelo visoki sta bili tudi Tolminka in Bača.

V tem dogodku sta močno narasli obe Savi, Bohinjka in Dolinka. Za obe velja, da sta v prvem valu padavin narasli

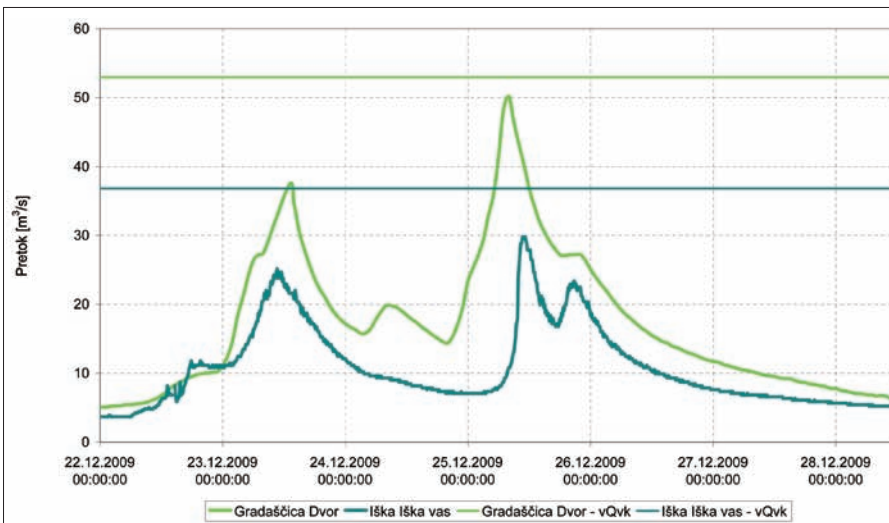


Slika 5:
Hidrogram pretoka Ljubljanice v Mostah s pripadajočim najvišjim pretokom v opazovalnem obdobju
Figure 5:
The discharge hydrograph of the Ljubljanica River in Moste with its peak discharge in the observation period

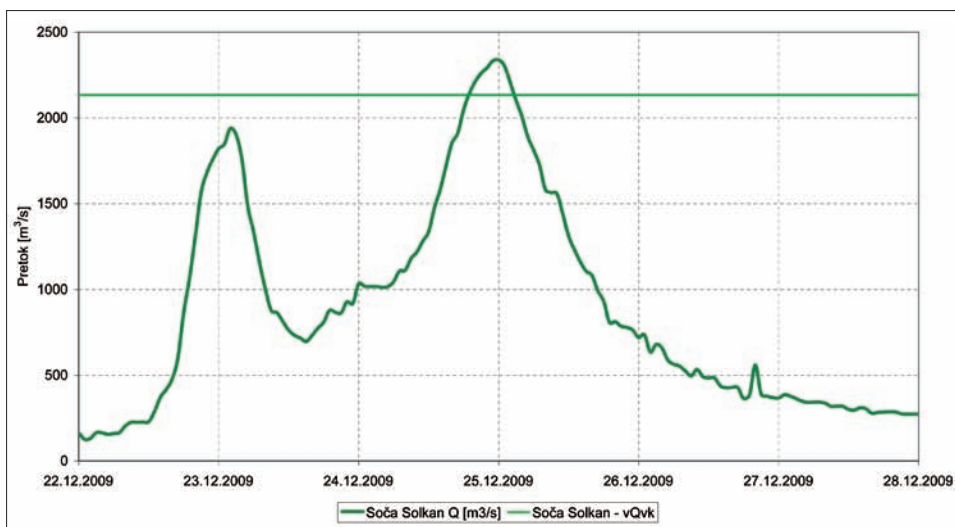
zvečer je dosegla največji pretok $236 \text{ m}^3/\text{s}$. Poplave na Barju so bile dolgotrajne, vendar v običajnem obsegu.

Poplavljala je tudi Gradaščica, prvič ponoči med 23. in 24. decembrom in drugič ponoči med 24. in 25. decembrom.

do opozorilne vrednosti, nato nekoliko upadli, drugi višek pa je bil precej višji. Prekoračeni so bili opozorilni pretoki in obe sta tudi poplavljali. Bohinjsko jezero je od 23. do 25. decembra popoldne naraslo za 3 metre. Pretok pri Sv. Janezu je takrat znašal $174 \text{ m}^3/\text{s}$, to je pretok s kar 25–50-letno povratno dobo. Jezero je poplavelo cesto,

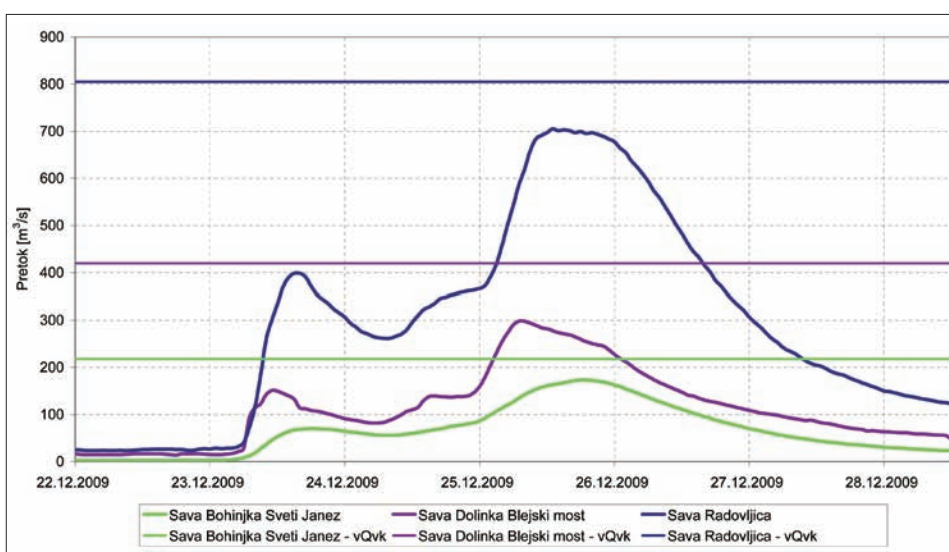


Slika 6:
Hidrogram pretoka Gradaščice in Iške s pripadajočima najvišjima pretokoma v opazovalnem obdobju
Figure 6:
The discharge hydrograph of the Gradaščica and Iška Rivers with their peak discharge in the observation period



Slika 7:
Hidrogram pretoka Soče v Solkanu in največji obdobjni pretok

Figure 7:
The discharge hydrograph of the Soča River in Solkan and its peak discharge in the observation period



Slika 8:
Hidrogram pretokov Save Bohinjke pri Sv. Janezu, Save Dolinke pri Blejskem mostu in Save v Radovljici s pripadajočimi največjimi pretoki

Figure 8:
The discharge hydrograph of the Sava Bohinjka river at Sv. Janez, the Sava Dolinka river at Blejski most and the Sava River in Radovljica with their peak discharges

kamp in okolico. Gladina jezera, 332 cm, se je približala rekordni višini 390 cm.

V Savo Bohinjko sta se stekala velika pritoka Bistrice in Mostnice. Bohinjka je na več krajih poplavljala cesto proti Bledu.

Sava Dolinka je bila prav tako zelo visoka in je ob najvišji vodi, 25. decembra zjutraj, dosegla s 300 m³/s 20-letni pretok.

Največja pretoka obeh Sav sicer nista povsem sovpadala, vendar so bili drugi pretoki tako visoki, da je Sava prestopila bregove ob sotočju pri Radovljici in nižje pri Lancovem. Na vodomerni postaji v Radovljici je Sava dosegla največji pretok 703 m³/s, in sicer 25. decembra ob 10.45. To je pretok s povratno dobo 25 let.

Visokovodni val je nadaljeval pot po Savi navzdol in se do Hrastnika še močno okreplil s pritoki. V Mednem je največji pretok meril 1260 m³/s, v Šentjakobu pa



Slika 9: Bohinjsko jezero je v dveh dneh naraslo za tri metre. (foto: D. Kosec)
Figure 9: Lake Bohinj water level rose by 3 meters in two days. (photo: D. Kosec)

1303 m³/s. Oba pretoka imata statistično 20-letno povratno dobo. Na Savi v Hrastniku je bil z 2084 m³/s

dosežen največji pretok v obdobju meritev od leta 1993 naprej. Sava je 25. decembra poplavljala v Zasavju.



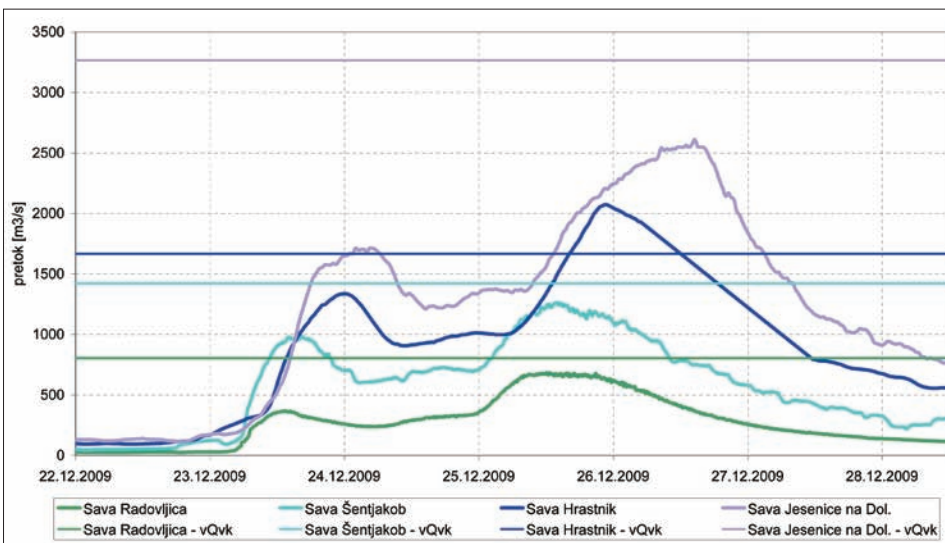
Sliki 10 in 11: Na Bistrici v Bohinjski Bistrici je bil izmerjen tretji največji pretok v opazovalnem obdobju od leta 1968 naprej. (foto: M. Burger)

Figures 10 and 11: The third highest discharge in the observation period since 1968 was recorded on the Bistrica River in Bohinjska Bistrica. (photo: M. Burger)



Sliki 12 in 13: Največji pretok Save v Radovljici je imel povratno dobo 20–25 let. Sava je poplavljala dolvodno od vodomerne postaje. (foto: M. Robič)

Figures 12 and 13: The peak discharge of the Sava River in Radovljica had a 20-25 year return period. Sava flooded downstream from the hydrometric station. (photo: M. Robič)



Slika 14:
Hidrogram pretokov za Savo s pripadajočimi največjimi obdobjnimi pretoki

Figure 14:
The discharge hydrograph for the Sava River with its maximum discharges in the period



Sliki 15 in 16: Sava v Hrastniku (levo) in Čatežu (desno) 25. decembra 2009 (foto: M. Burger)

Figures 15 and 16: The Sava River in Hrastnik (left) and Čatež (right) on 25 December 2009 (photo: M. Burger)

Ko je visokovodni val po Savi prispel v spodnji tok, se je sploščil in veliki pretoki pritokov Save so večinoma že odtekli. 5–10-letne povratne dobe največjih pretokov Save v spodnjem toku so bile zato manjše kot v zgornjem toku. Sava je v Jesenicah na Dolenjskem dosegla pretok okrog $2541 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pritoki Save v zgornjem toku so prav tako narasli dvakrat, večina močnejše ponoči med 24. in 25. decembrom. Takrat so nekateri med njimi presegli opozorilne pretoke. Močno so narasli tudi nekateri manjše reke in vodotoki (Bistrica, Mostnica, Radovna idr.).

Selška Sora je v Železnikih dosegla pretok $109 \text{ m}^3/\text{s}$, to je 5–10-letna visoka voda. Veliki so bili tudi njeni pritoki, nekateri med njimi so tudi poplavljali.

Visoka je bila tudi Poljanska Sora, ki je poplavela bližnjo cesto. Po sotočju je Sora v Suhi v dopoldanskih urah 24. decembra presegla opozorilni pretok, nato kmalu upadla in se ponovno zvišala v noči na 25. december, ko je dosegla največji pretok $357 \text{ m}^3/\text{s}$ s povratno dobo 2 let. Kamniška Bistrica je dosegla 2–5-letni pretok z $92 \text{ m}^3/\text{s}$. Večina rek je imela največje pretoke 25. in 26. decembra.



Slika 17: Poplavljeni območja ob spodnjem toku Save (foto: arhiv POP TV)

Figure 17: The flooded areas at the lower end of the Sava River (photo: POP TV Archive)

Visokovodne konice in povratne dobe velikih pretokov so zbrane v preglednici 1 in grafično prikazane na sliki 19. Večinoma so v tem prispevku objavljeni podatki o vodostajih in pretokih, ki so pridobljeni s samodejnih merilnih postaj. Njihove vrednosti se lahko v postopku nadaljnjih kontrol in obdelave podatkov še nekoliko spremenijo. V dneh povišanega vodnega stanja so bile na terenu hidrometrične ekipe, ki so sproti posredovale zapisane gladine ter izmerjene pretoke.

Delovanje službe za hidrološko prognozo v izrednih razmerah

Delovanje meteorološke in hidrološke službe Agencije Republike Slovenije za okolje bi v primeru božičnih poplav 2009 lahko opisali predvsem z besedo PRAVOČASNO. Že izračuni napovedi numeričnih meteoroloških modelov 20. in 21. decembra so nakazovali intenzivne ciklonske



Slika 18: Največji pretok Selške Sore v Železnikih je imel v decembrski povodnji 5–10-letno povratno dobo. (foto: R. Trček)

Figure 18: The peak discharge of the Selška Sora River in Železniki had a 5–10 year return period in the time of the December flash flood. (photo: R. Trček)

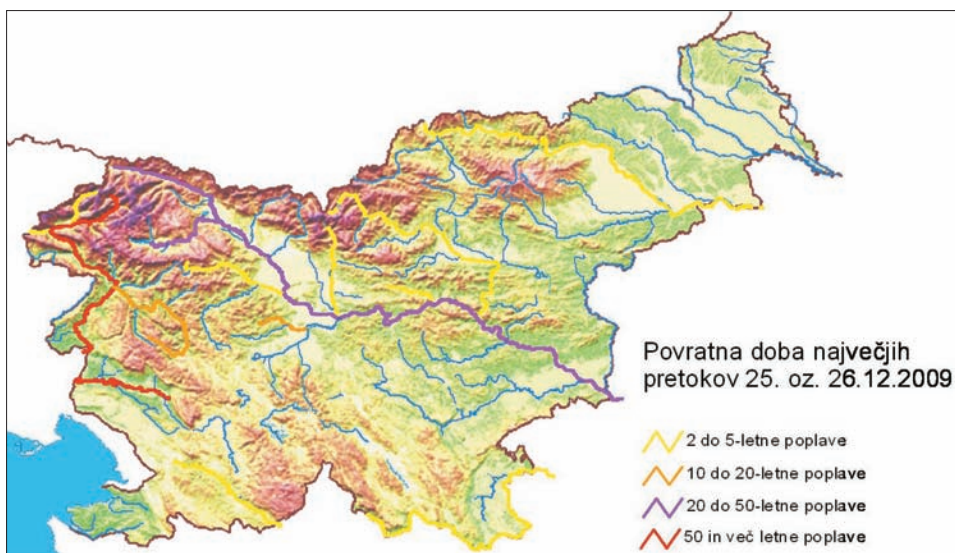
| Vodotok, postaja | Datum | Ura | Največji vodostaj [cm] | Največji pretok [m ³ /s] | Povratna doba [v letih] |
|------------------------------|--------------|--------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Mura, Gornja Radgona | 26. 12. 2009 | 3:15 | 180 | 282 | <2 |
| Mura, Petanjci | 26. 12. 2009 | 3:45 | 258 | 282 | <2 |
| Ščavnica, Pristava | 26. 12. 2009 | 11:15 | 156 | 13.5 | <2 |
| Bistrica, Muta | 25. 12. 2009 | 20:30 | 59 | 3.7 | <2 |
| Dravinja, Loče | 25. 12. 2009 | 22:30 | 292 | 26.3 | <2 |
| Rogatnica, Podlehnik | 23. 12. 2009 | 7:50 | 159 | 4.9 | <2 |
| Pesnica, Ranca | 25. 12. 2009 | 22:40 | 140 | 8.8 | <2 |
| Mestinjščica, Sodna vas | 26. 12. 2009 | 2:40 | 436 | 20.7 | <2 |
| Ljubljana, Moste | 25. 12. 2009 | 12:40, 22:00 | 250 | 236 | <2 |
| Iška, Iška vas | 25. 12. 2009 | 10:40 | 245 | 29.8 | <2 |
| Paka, Šoštanj | 23. 12. 2009 | 6:30 | 235 | 17.6 | <2 |
| Voglajna, Črnelica | 25. 12. 2009 | 23:30 | 88 | 5.6 | <2 |
| Krka, Podbočje | 26. 12. 2009 | 14:45 | 256 | 207 | <2 |
| Cerknica, Cerkno | 25. 12. 2009 | 1:50 | 203 | 16.5 | <2 |
| Savinja, Laško | 26. 12. 2009 | 0:30 | 363 | 500 | <2 |
| Sora, Suha | 25. 12. 2009 | 7:30 | 382 | 357 | <2 |
| Tržiška Bistrica, Preska | 23. 12. 2009 | 7:45 | 182 | 52.3 | <2 |
| Selška Sora, Železniki | 25. 12. 2009 | 7:10 | 283 | 109 | 2-5 |
| Drava, Borl | 26. 12. 2009 | 7:00 | 465 | 1348 | 2-5 |
| Kamniška Bistrica, Kamnik | 25. 12. 2009 | 8:00 | 210 | 91.6 | 2-5 |
| Savinja, Letuš | 23. 12. 2009 | 11:30 | 379 | 317 | 2-5 |
| Savinja, Veliko Širje | 26. 12. 2009 | 1:30 | 591 | 612 | 2-5 |
| Koritnica, Kal Koritnica | 25. 12. 2009 | 6:00 | 299 | 94 | 2-5 |
| Učja, Žaga | 25. 12. 2009 | 4:40 | 515 | 139 | 2-5 |
| Reka, Cerkvenikov mlin | 25. 12. 2009 | 9:50 | 485 | 207 | 2-5 |
| Savinja, Nazarje | 23. 12. 2009 | 11:30 | 296 | 312 | 5 |
| Kolpa, Radenci | 23. 12. 2009 | 16:50 | 529 | 803 | 5 |
| Medija, Zagorje | 25. 12. 2009 | 21:00 | 182 | 71.9 | 5-10 |
| Sava, Jesenice na Dolenjskem | 25. 12. 2009 | 14:45 | 723 | 2541 | 5-10 |
| Soča, Log Čezsoški | 25. 12. 2009 | 4:00 | 383 | 441 | 10 |
| Gradaščica, Dvor | 25. 12. 2009 | 8:00 | 271 | 54.4 | 10-20 |
| Idrija, Podroteja | 23. 12. 2009 | 9:00 | 418 | 284 | 10-20 |
| Sava Dolinka, Blejski most | 25. 12. 2009 | 7:15 | 304 | 300 | 20 |
| Sava, Medno | 25. 12. 2009 | 10:45 | 462 | 1260 | 20 |
| Sava, Šentjakob | 25. 12. 2009 | 14:15 | 834 | 1303 | 20 |
| Sava Bohinjka, Sv. Janez | 25. 12. 2009 | 16:15 | 409 | 174 | 20-25 |
| Sava, Radovljica | 25. 12. 2009 | 10:45 | 328 | 703 | 25 |
| Bohinjsko jezero, Sveti Duh | 25. 12. 2009 | 15:30 | 340 | | 25-50 |
| Soča, Solkan | 25. 12. 2009 | 12:15 | 1159 | 2340 | 50 |
| Vipava, Dolenje | 25. 12. 2009 | 10:30 | 354 | 210 | * |
| Sava, Hrastnik | 25. 12. 2009 | 22:17 | 1008 | 2084 | * |

Preglednica 1: Visokovodne konice in povratne dobe pretokov v povodnji med 23. in 27. decembrom 2009 (* podatkov za izračun povratne dobe je premalo)

Table 1: Flood flow peaks and discharge return periods in the flash flood of 23-27 December 2009 (*the data set is too small to determine the return period)

padavine zaradi narivanja vlažnih toplih zračnih mas v Julijskih Alpah in dinarski pregradi. Pogosta nezanesljivost pri večdnevem napovedovanju količine padavin se je v tem primeru z vsakim ponovnim modelskim izračunom zmanjševala, saj so modelske napovedi ohranjale stabilen predviden razvoj dogodkov. Obenem smo meteorološki in hidrološki prognostiki spremljali podatke s samodejnih

meteoroloških postaj, ki so nam pred nastopom dveh še intenzivnejših padavinskih dogodkov že potrjevali prihajajoče zaskrbljujoče meteorološke in predvsem hidrološke razmere. Hidrološka situacija se je še dodatno stopnjevala, saj je bil 22. 12. 2009 predviden dvig snežne meje do 1700 m, kar je ob visoki povprečni temperaturi in intenzivnosti padavin omogočalo hitro taljenje snega in



Slika 19:
Karta povratnih dob največjih pretokov 25. oziroma 26. decembra 2009 (avtorica: M. Kobold)
Figure 19:
Maps for return periods of the highest discharges on 25 and 26 December 2009 (author: M. Kobold)

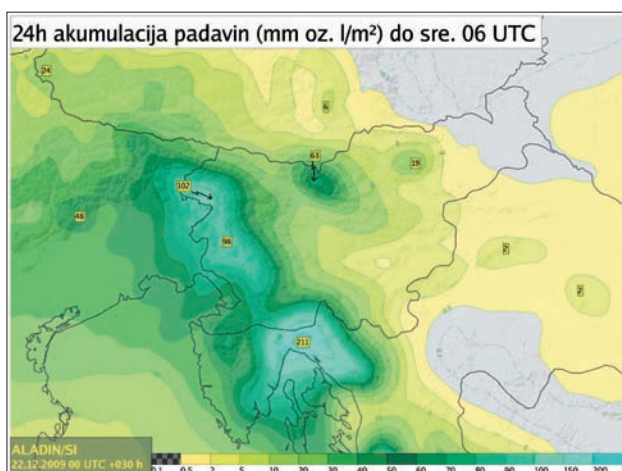
dodatni odtok vode iz predalpskega ter alpskega sveta. Hkrati so bile zaradi močnega južnega vetra nad Jadranskim morjem, znižanega zračnega pritiska in lastnega nihanja morja predvidene tudi poplave na nižjih delih slovenske obale.

Prva hidrološka opozorila so bila izdana 22. 12. 2009 zjutraj, ko sta se pričakovala večja količina padavin in močno naraščanje rek v zahodni, južni in osrednji Sloveniji. O nevarnosti je Upravo za zaščito in reševanje, Center za obveščanje in druge službe obvestila Agencija RS za okolje. Zaradi predvidene nevarnosti večjega obsega pa so sledile dodatne izmenjave informacij, ki so Upravi za zaščito in reševanje omogočale predhodni dvig pripravljenosti lokalnih enot civilne zaščite na območjih ogroženih lokalnih skupnosti.

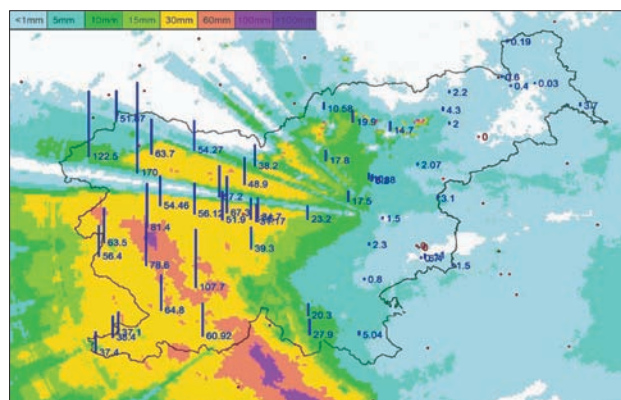
Ob rednih in že ustaljenih poteh obveščanja javnosti sta bili v okviru Agencije RS za okolje 24. in 25. decembra pripravljene tiskovne konferenci, s katerima smo strokovni delavci in vodstvo Agencije RS za okolje poskušali čim

hitreje in širše opozoriti javnost na prihajajočo naravno ujmo. Na tej predstavitvi je bil poleg javnosti že poznanih prikazov vremenskih razmer in predvidevanj meteorološke službe Urada za hidrologijo, Oddelka za hidrološko prognozo, prvič tudi javno predstavljena in uporabljena idejna zasnova prikaza nevarne oziroma izredne hidrološke situacije s hidroalarmom. Z njim bo po operativnem zagonu državna hidrološka služba enotno, kot meteorološka prognostična služba, prek spletnega portala Meteoalarm (www.meteoalarm.eu), poskušala nenehno opozarjati na dele porečij, na katerih lahko nastanejo nevarne ali izredne hidrološke razmere. Hidroalarm bo pri svoji vzpostavitvi sledil zasnovi meteoalarmu ob upoštevanju strokovnih hidroloških in hidravličnih pogojev. Med božičnimi poplavami je bila kar za nekaj delov porečij razglašena najvišja stopnja ogroženosti (rdeča), kakor je za 25. december 2009 prikazano na sliki 22.

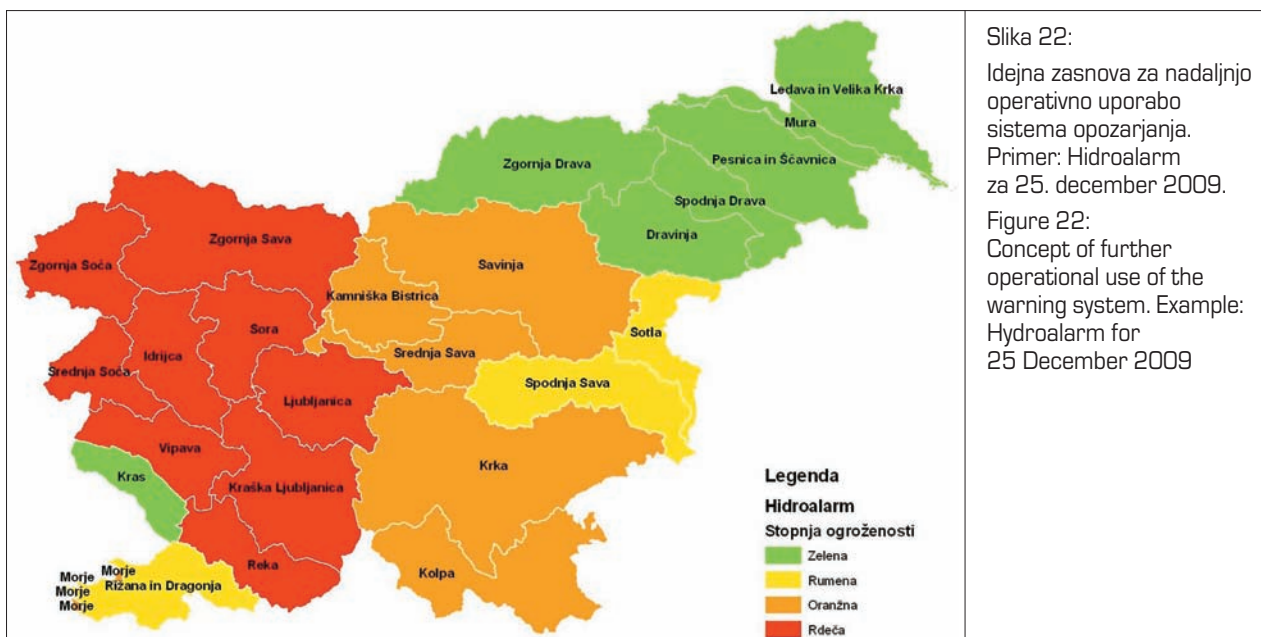
Med izrednimi vremenskimi razmerami sta bila zaradi zagotavljanja sprotnega obveščanja o stanju in predvidenih vremenskih ter hidroloških razmerah odrejena stalna pripravljenost podpornih služb ARSO in 24-urno dežurstvo hidrološke prognoze. Od začetka razvoja



Slika 20: 24-urna akumulacija padavin po izračunu modela Aladin, 22. 12. 2009 zjutraj
Figure 20: 24-hour precipitation accumulation on the morning of 22 December 2009 computed by the Alladin model



Slika 21: Izmerjena vsota količine padavin 23. 12. 2009 po 24 urah od izdelane napovedi
Figure 21: Measured sum of precipitation on the 23 December 2009, 24 hours after the given forecast



Slika 22:
 Idejna zasnova za nadaljnjo operativno uporabo sistema opozarjanja. Primer: Hidroalarm za 25. december 2009.
 Figure 22:
 Concept of further operational use of the warning system. Example: Hydroalarm for 25 December 2009

izredne vremenske situacije, 22. 12. 2009, in do prenehanja večje hidrološke nevarnosti, 27. 12. 2009, je Oddelek za hidrološko prognozo izdal 17 opozoril, ki so vključevala opise trenutnih in predvidenih hidroloških razmer. Obenem se je ob tem izrednem dogodku močno povečala obremenitev hidroloških prognostikov zaradi vedno pogostejše in intenzivnejše potrebe po komuniciranju z mediji. Med božičnimi poplavami, od 22. 12. do 30. 12. 2009, je bilo pripravljenih 74 različnih izjav in odgovorov na vprašanja medijev, od tega 2 tiskovni konferenci in 7 javnih televizijskih nastopov.

Izvajanje terenskih meritev pretoka v izrednih hidroloških razmerah

Svoje delo je ob povečanih vodostajih in pretokih slovenskih vodotokov opravil tudi oddelek za meritve površinskih

voda sektorja za hidrometrijo, ki je v izrednih razmerah izvedel terenske meritve pretokov na območju zahodne in severozahodne Slovenije. Na Agenciji za okolje sta bila na razpolago dva akustična dopplerjeva merilnika pretoka (ADMP), zato sta bili oblikovani dve ločeni ekipi, ki sta ob decembrskih poplavah pretok merili na približno 25 vodomernih postajah. Z merilnikom pretoka ADMP se hitrost vode določi na podlagi hitrosti v vodi raztopljenih delcev, globina pa se meri kot čas potovanja signala od merilnika do dna struge in nazaj (Simpson, 2001; Trček in Cankar, 2006; Trček in Cankar, 2007). Merilnika ARSO delujeta s frekvenco 1200 kHz. Meritve se izvajajo z vodenjem čolnička čez strugo. Za natančnost meritve je pomembno, da je gibanje merilnika enakomerno in čim počasnejše.

Na izvajanje meritev pretokov visokih voda vpliva veliko dejavnikov; eden izmed njih je čas trajanja visokovodnih razmer, ki je za slovenske vodotoke običajen do nekaj ur, ter dejstvo, da se meritve pretoka visokih voda ne



Slika 23: ADMP-meritev pretoka na reki Mostnici, 25. 12. 2009 (foto: M. Burger)
 Figure 23: Acoustic Doppler Current Profilers (ADCP) discharge measurement on the Mostnica River on 25 December 2009 (photo: M. Burger)



Slika 24: ADMP-meritev pretoka na reki Selška Sora, 23. 12. 2009 (foto: R. Trček)
 Figure 24: ADCP discharge measurement on the Selška Sora River on 23 December 2009 (photo: R. Trček)

more izvajati ponoči, kar pomeni, da sta odzivnost ekip in čas izvajanja meritev na lokaciji zelo pomembna. Prav tako pa povečanje globine in hitrosti toka ter plavajoči predmeti, ki jih nosi reka, zmanjšujejo število ustreznih metod, s katerimi lahko določamo pretok rek pri izrednih meritvah. Metoda ADMP je v takih primerih največkrat najprimernejša.



Slike 25, 26 in 27: Različni načini izvajanja prehodov, uporabljeni med izvajanjem meritev pri decembrskih poplavah 2009 (foto: M. Burger, R. Trček)

Figures 25, 26 and 27: Different ways of passaging the water during measurement in the December 2009 floods (photo: M. Burger, R. Trček)



Slika 28: Merilna postaja Ukanc, reka Savica, 22. 3. 2007 (foto: M. Burger)

Figure 28: Ukanc gauging station on the Savica River, 22 March 2007 (photo: M. Burger)

Eden izmed dejavnikov, ki lahko močno vplivajo na uspešno izvajanje meritev pretoka vodotoka v izrednih razmerah, je izbor lokacije, primerne za meritev. Zaradi povečanja globine in hitrosti toka ter širine vodotoka je včasih pri izrednih meritvah treba najti drugo ustrežnejšo lokacijo za izvajanje meritev pretoka, kar pa pomeni tudi določeno tveganje, saj odmik od lokacije rednih meritev pretoka lahko pomeni negotovost pri izvajanju meritve, bodisi zaradi nepoznavanja terena ali nepoznavanja toka vodotoka. Zato je izbor lokacije eden najpomembnejših dejavnikov pri izvajanju izrednih meritev pretoka vodotokov.

Na sliki 28 je primer vodomerne postaje na reki Savici v Ukancu, ki prikazuje stanje vodotoka ob meritvi leta 2007, slika 29 pa prikazuje stanje vodotoka ob decembrskih poplavah. Zaradi razširitve struge in velike hitrosti toka ter posledično velikega valovanja ni bilo mogoče najti ustreznega merskega mesta, ki bi omogočalo



Slika 29: Merilna postaja pri Bohinjskem jezeru, reka Sava Bohinjka, 25. 12. 2009 (foto: M. Burger)

Figure 29: Lake Bohinj gauging station on the Sava Bohinjka River, 25 December 2009 (photo: M. Burger)



Slika 30: Merilna postaja pri Bohinjskem jezeru, reka Sava Bohinjka, 11. 4. 2007 (foto: M. Burger)

Figure 30: Lake Bohinj gauging station on the Sava Bohinjka River, 11 April 2009 (photo: M. Burger)



Slika 31: Merilna postaja pri Bohinjskem jezeru, reka Sava Bohinjka, 25. 12. 2009 (foto: M. Burger)

Figure 31: Lake Bohinj gauging station on the Sava Bohinjka River, 25 December 2009 (photo: M. Burger)

zanesljivo, predvsem pa varno izvedbo meritve pretoka vodotoka.

Drugi primer je vodomerna postaja pri Bohinjskem jezeru, na reki Savi Bohinjki. Na sliki 30 vidimo stanje ob meritvi leta 2007, na sliki 31 pa je stanje vodotoka ob decembrskih poplavah. Izvedba meritve pretoka je bila tu zaradi lepega profila in majhnih hitrosti toka vodotoka precej preprosta, rezultati pa so bili zanesljivi.

Sklepne misli

Decembrske poplave so bile ene večjih v dolgoletnem opazovalnem obdobju. Poplave so obsegale večji del države, izvzet je bil le severovzhodni del. Visokovodne konice so dosegale tudi rekordne vrednosti. Glede na obsežnost in velikost največjih pretokov jih lahko označimo kot povodenj. Javnost je bila na poplavni dogodek pravočasno opozorjena, tudi na tiskovnih konferencah. Zgledno je bilo tudi medsebojno obveščanje služb v sistemu zaščite pred naravnimi nesrečami (meteorologija, hidrologija, civilna zaščita). Tako so bile posledice naravne nesreče manjše, kot bi sicer lahko bile. Meteorološke in hidrološke napovedi so bile pri opisu predvidenih dogodkov med božičnimi poplavami pripravljene objektivno zanesljivo, kakovostno in pravočasno. Tako meteorologi kot hidrologi so opozorili na vsa izpostavljena območja: od Posočja, porečja zgornje Save, polja notranjskega in dolenjskega Krasa, kraških vodotokov, porečja Savinje do velikega povečanja pretoka vzdolž reke Save. Z doseganjem tako zanesljivih rezultatov napovedi, dobrega organiziranja in vzpostavitve delovanja izrednega spremljanja in delovanja progno-

stičnih služb Agencije RS za okolje smo izoblikovali visoka merila za prihodnje delovanje. Ob dobrem sedanjem delovanju je kljub uspehom pri tej naravni ujmi treba ohranjati nadaljnji razvoj in se spomniti tudi manj zanesljivih napovedi, ki nas morajo dodatno spodbuditi za nadaljnje uspešno delo.

Poplave so pozimi vse pogostejše, kar sovпада z mogočimi scenariji podnebnih sprememb. Ti predvidevajo poleg večje pogostosti pozimi tudi povečano intenzivnost takih dogodkov. Eden od vzrokov za izredno velike pretoke je lahko tudi povečano taljenje snega ob sočasnem deževju.

Viri in literatura

1. Arhiv ARSO.
2. Hidrološko poročilo o povodnji v dneh od 23. do 27. decembra 2009 (http://www.arso.gov.si/vode/poročila_in_publicacije/).
3. Poročilo o vremenski in hidrološki situaciji 23.–27. decembra 2009 (www.arso.gov.si, www.meteo.si/met/sl/climate/natural-hazards).
4. Simpson, M. R., 2001. Discharge Measurements Using a Broad-Band Acoustic Doppler Current Profiler. USGS Department of the Interior, Sacramento, str. 123.
5. Trček, R., Cankar, B., 2006. Meritve visokovodnih pretokov slovenskih rek z ultrazvočnimi merilniki. Ujma, 2006, št. 20, Ljubljana, str. 182–187.
6. Trček, R., Cankar, B., 2007. Navodila za vodenje, izvajanje in kontrolo hidrometričnih meritev pretoka. ARSO – interno gradivo, Ljubljana, str. 27.