

ANALIZA POPLAV NA REKI SAVI V ZGODOVINI MERITEV

Mira Kobold¹

Povzetek

V prispevku so obravnavane največje poplave v zgornjem, srednjem in spodnjem toku reke Save v obdobju meritev. Za zgornji tok je reprezentativna vodomerna postaja Radovljica, za srednji tok vodomerna postaja Litija, za spodnji tok pa vodomerna postaja Čatež. V zgornjem toku Save so bili najvišji poplavni valovi zabeleženi v začetku 20. stoletja. Največja poplava se je zgodila 30. oktobra 1926. V srednjem toku Save je bila največja poplava 4. avgusta 2023. Ta je preseгла pred tem najvišji poplavni val z 2. novembra 1990. V spodnjem toku Save je bila največja poplava 19. septembra 2010. Poplava avgusta 2023 se je v spodnjem toku uvrstila na četrto mesto po višini konice poplavnega vala. V zgornjem toku Save je bilo poplavnih dogodkov, ki so presegli značilne visokovodne vrednosti, manj kot v srednjem in spodnjem toku, kjer je vzorec pojavljanja poplavnih dogodkov podoben. V sredini prejšnjega stoletja velikih poplav in povodnji reke Save ni bilo. Te so pogostejše od sedemdesetih let prejšnjega stoletja in so se zgodile skoraj vsako desetletje. Poplava avgusta 2023 je prvi izjemni poplavni dogodek, ki se je na Savi zgodil poleti. Do zdaj so se vse največje poplave zgodile v jesensko-zimskih mesecih.

ANALYSIS OF FLOODS ON THE SAVA RIVER IN THE HISTORICAL RECORD

Abstract

This paper presents the largest floods in the upper, middle and lower courses of the Sava River in the historical record. The Radovljica water gauging station is representative for the upper course, the Litija water gauging station for the middle course, and the Čatež water gauging station for the lower course. In the upper course of the Sava River, the highest flood waves were recorded at the beginning of the 20th century. The largest flood occurred on 30 October 1926. In the middle course of the Sava River, the largest flood occurred on 4 August 2023, which surpassed the previous highest flood wave on 2 November 1990. In the lower course of the river, the largest flood occurred on 19 September 2010. The August 2023 flood ranked fourth in the lower course in terms of the peak height of the flood. In the upper course of the Sava River, fewer flood events exceeded the characteristic high-water values than in the middle and lower courses, which have a similar pattern of occurrence of flood events. In the middle of the last century, there were no large floods on the Sava River. These have been more common since the 1970s and have since occurred almost every decade. The August 2023 flood is the first exceptional flood event which occurred on the Sava River during summer; before that, all the biggest floods had occurred in the autumn and winter months.

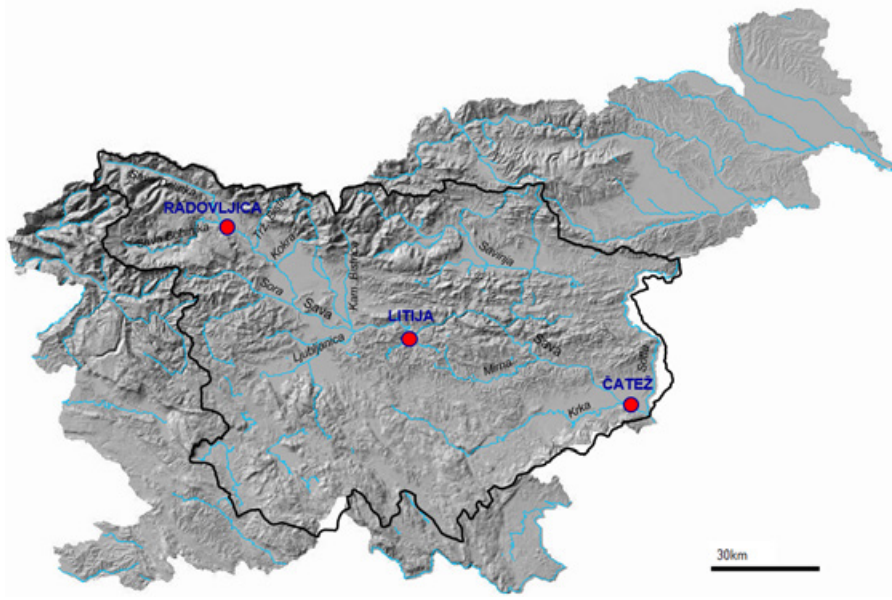
¹ dr., Ministrstvo za okolje, podnebje in energijo, Agencija RS za okolje, Vojkova cesta 1b, Ljubljana, mira.kobold@gov.si

UVOD

Skoraj vsako leto se v različnih delih Slovenije zgodijo poplave, ki poleg gmotne škode ob ekstremnih razmerah zahtevajo tudi človeška življenja. Po razsežnosti in škodi je poplava, ki je Slovenijo prizadela 4. avgusta 2023, najhujša poplava v zgodovini Slovenije. Neposredna škoda, ki je bila ocenjena na 9,9 milijarde evrov, močno presega škodo, ki so jo povzročile pretekle poplave (NZPO, 2023). Število pojavov visokih voda in poplav se v Sloveniji v zadnjih desetletjih povečuje (Kobold, 2011; Kobold in sod., 2012; Trobec, 2017; Oblak in sod., 2021; Kobold, 2022). To je posledica podnebnih sprememb, saj naraščanje

temperature zraka povečuje verjetnost za ekstremne vremenske dogodke (SMD, 2011). Projekcije podnebnih sprememb nakazujejo, da se bosta do konca 21. stoletja povečali tako jakost kot pogostost izjemnih padavin (Bertalanich in sod., 2018), zato lahko v prihodnosti pričakujemo podobne in tudi hujše poplave, kot smo jih doživeli leta 2023.

Poplave v Sloveniji so najpogostejše v jesenskem času. Po navadi nastanejo kot posledica povečane količine padavin, dolgotrajnega deževja, kombinacije dežnih padavin in taljenja snega ter kratkotrajnih močnih nalivov. Dejavniki, ki vplivajo na nastanek poplav, so še predhodna namočenost



Slika 1: Porečje reke Save v Sloveniji z lokacijami obravnavanih vodomernih postaj

Figure 1: The Sava River basin in Slovenia with the locations of analysed water gauging stations

tal, fizičnogeografske lastnosti in oblika porečja ter raba tal. V prispevku smo analizirali poplave reke Save v obdobju meritev. Iz Kronike izrednih vremenskih dogodkov XX. stoletja (Trontelj, 1997) je razbrati, da so bile poplave v Sloveniji tudi pred 20. stoletjem. Gre za pisne vire, saj podatkov o gladinah vode ali pretokih za poplave pred 20. stoletjem ni v zbirki hidroloških podatkov Agencije Republike za Slovenije za okolje. Na vodomernih postajah državnega hidrološkega monitoringa je najdaljši neprekinjen niz podatkov o pretoku vode na voljo od leta 1895 za vodomerno postajo Litija na reki Savi (ARSO, 2024a).

Reka Sava, katere povirje leži v Sloveniji, je z 221 kilometri najdaljša slovenska reka. Njenemu porečju pripada več kot polovica slovenskega ozemlja (slika 1). vzdolž celotnega toka ima Sava v Sloveniji večinoma hudourniški značaj, umiri se na Krško-Brežiškem polju. Poplave Save in njenih pritokov so pogoste. K pretoku Save največ prispevajo pritoki Tržiška Bistrica, Kokra, Sora, Ljubljanica, Kamniška Bistrica, Savinja, Mirna, Krka in Sotla na meji s Hrvaško.

PODATKI IN METODE

Analizo poplavnih valov smo pripravili za reko Savo, pri čemer smo obravnavali po eno vodomerno postajo za zgornji, srednji in spodnji tok reke Save (slika 1). Obravnavali smo postaje z najdaljšimi in neprekinjenimi nizi podatkov. V zgornjem toku je to vodomerna postaja Radovljica, v srednjem toku Litija, v spodnjem toku pa Čatež. Osnovni geografski parametri obravnavanih vodomernih postaj so prikazani v preglednici 1.

Na Agenciji Republike Slovenije za okolje visokovodne oziroma poplavne razmere opisujemo s tremi značilnimi vrednostmi pretokov oziroma vodostajev, in sicer:

- visokovodni pretok/vodostaj, pri katerem se v bližini vodomerne postaje ali na daljšem rečnem odseku začne lokalno razlivanje zunaj rečnega korita (prvi visokovodni pretok/vodostaj);
- visokovodni pretok/vodostaj, pri katerem se v bližini vodomerne postaje ali na daljšem rečnem odseku začnejo krajevne poplave (drugi visokovodni pretok/vodostaj);

Šifra	Vodomerna postaja	Velikost zaledja (km ²)	GKX	GKY	Stacionaža*	Kota »0« (m n. m.)	Pretoki od leta
3420	Radovljica	907,96	133208.7	436116.5	900,95	408,18	1910
3660	Litija	4849,67	101421.5	487121.9	818,15	230,66	1895
3850	Čatež	10232,42	83395.4	547703.4	736,70	137,32	126

* oddaljenost profila vodomerne postaje od izliva reke

Preglednica 1: Vodomerne postaje na reki Savi, upoštevane v analizi poplav

Table 1: Water gauging stations on the Sava River considered in the flood analysis

Vodomerne postaja	Prvi visokovodni pretok (m ³ /s)	Drugi visokovodni pretok (m ³ /s)	Tretji visokovodni pretok (m ³ /s)
Radovljica	500	650	750
Litija	1000	1514	1900
Čatež	1684	2580	3000

Preglednica 2: Značilni visokovodni pretoki obravnavanih vodomerne postaj

Table 2: Characteristic high water discharges of the analysed gauging stations

- visokovodni pretok/vodostaj, pri katerem se v bližini vodomerne postaje ali na daljšem rečnem odseku začnejo poplave širšega obsega (tretji visokovodni pretok/vodostaj).

Značilni visokovodni pretoki/vodostaji so določeni z razpoložljivimi podatki in informacijami. Vrednosti značilnih visokovodnih pretokov so za vodomerne postaje iz preglednice 1 zapisane v preglednici 2. Za obravnavane vodomerne postaje smo opravili analizo presejanj mesečnih visokovodnih konic Q_{vk} za razpoložljiva obdobja podatkov do vključno leta 2023. Na podlagi tretjega visokovodnega pretoka smo določili leta z največjimi poplavami v zgornjem, srednjem in spodnjem toku reke Save ter primerjali oblike in volumnne največjih poplavnih valov po letu 1990. Za leto 2023 smo uporabili delovne podatke, ki se lahko zaradi poznejših obdelav tudi nekoliko spremenijo.

POPLAVE V ZGORNJEM TOKU SAVE

Analizo poplav za zgornji tok Save smo pripravili s podatki vodomerne postaje Radovljica, katere vodozbirno zaledje oblikujeta Sava Dolinka in Sava Bohinjka. Podatki o pretoku so na voljo od leta 1910.



Slika 2: Lokacija vodomerne postaje Radovljica na Savi (vir: Atlas okolja, ARSO)

Figure 2: Location of Radovljica water gauging station on the Sava River (Source: Atlas okolja, ARSO)

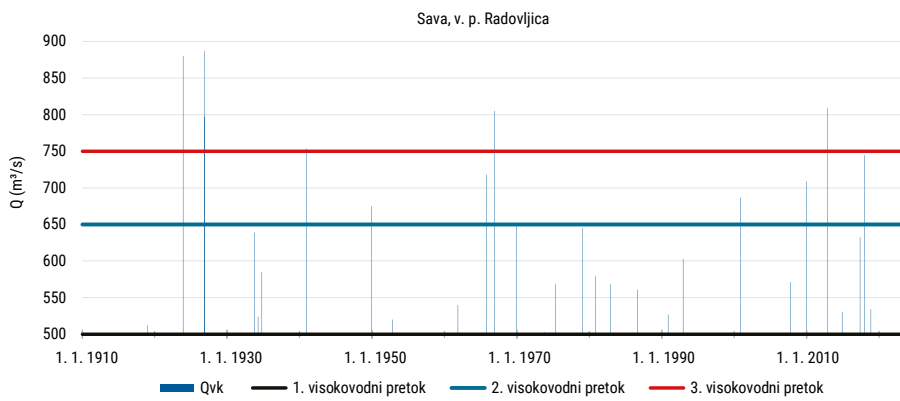


Slika 3: Vodomerne postaja Radovljica na Savi (foto: arhiv ARSO, 23. 12. 2009)

Figure 3: Radovljica water gauging station on the Sava River (Photo: ARSO archive, 23 December 2009)

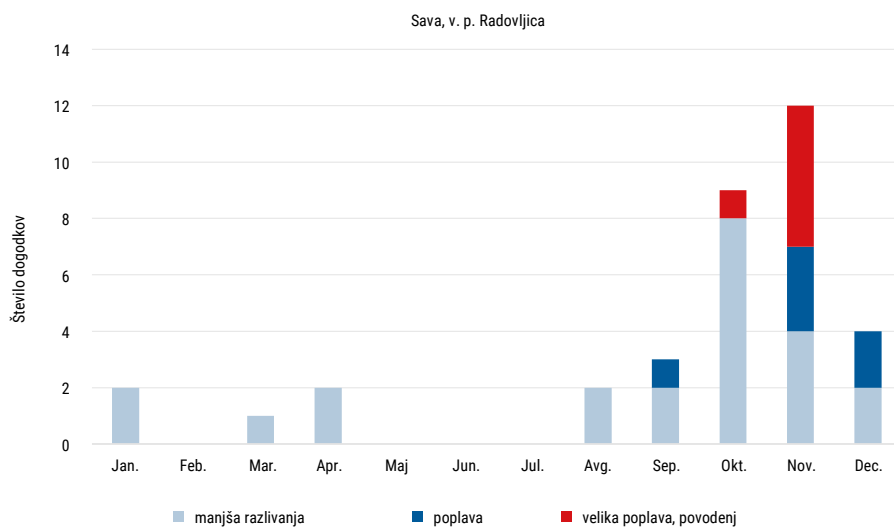
Postaja je bila po zapisih v temeljni knjigi vodomerne postaje ustanovljena že leta 1896, leta 1953 pa je bila zaradi neugodnega mostnega profila, v katerem je bila postavljena, prestavljena za 38 metrov dolvodno na današnjo lokacijo (slika 2). Od leta 1947 je potekalo zvezno zapisovanje časovnega poteka gladine vode z limnigrafom. Leta 2004 je bila vzpostavljena samodejna merilna postaja s sprotnim prenosom podatkov v podatkovno zbirko ARSO (slika 3).

Analiza mesečnih visokovodnih konic Q_{vk} vodomerne postaje Radovljica kaže, da je bil v obdobju 1910–2023, to je v 114 letih meritev, prvi značilni visokovodni pretok, 500 m³/s, presežen 23-krat. Drugi in tretji značilni visokovodni pretok sta bila presežena po šestkrat (slika 4). Največji poplavni dogodki



Slika 4: Mesečne visokovodne konice Qvk na Savi v Radovljici, ki so presegle značilne visokovodne vrednosti pretokov (preglednica 2)

Figure 4: Monthly high-water peaks (Qvk) on the Sava River at Radovljica, which exceeded the characteristic high-water discharge values (Table 2)

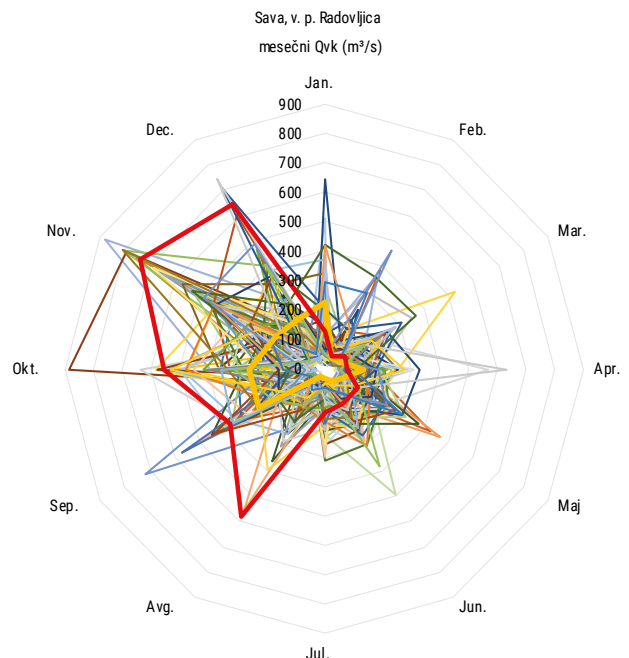


Slika 5: Število poplavnih dogodkov na Savi v Radovljici po mesecih v obdobju 1910–2023

Figure 5: The number of flood events on the Sava River at Radovljica by month in the period 1910–2023

v zgornjem toku Save so se zgodili novembra (5) in oktobra (1). Oktober in november sta meseca z največ visokovodnimi in poplavnimi dogodki na vodometri postaji Radovljica (slika 5). Februarja, maja, junija in julija razlivanj visokih voda v obdobju meritev ni bilo.

Največji pretok, $887 \text{ m}^3/\text{s}$, je bil izmerjen konec oktobra 1926, sledita november 1923 in november 2012 (preglednica 3). Vse največje poplave v zgornjem toku Save so se, z izjemo poplave 30. oktobra 1926, zgodile novembra. Tudi leta 2023, ko so severno in osrednjo Slovenijo doletele avgustovske poplave in so bile marsikje zabeležene rekordne vrednosti pretokov (ARSO, 2023a), se je največji pretok Save v Radovljici, $739 \text{ m}^3/\text{s}$, zgodil novembra ter je presegel vrednost drugega visokovodnega pretoka. Konica poplavnega vala 4. avgusta 2023 je s $581 \text{ m}^3/\text{s}$ presegla le prvi značilni visokovodni pretok in je bila le nekoliko višja od predhodne avgustovske konice iz leta 1986. Avgusta, oktobra, novembra in decembra 2023 so bile pogoste visoke vode v zgornjem toku Save. Nov mesečni rekord je bil leta 2023 zabeležen le avgusta (slika 6).



Slika 6: Mesečne visokovodne konice na Savi v Radovljici. Poudarjeni sta izredno suho leto 2022 in izredno mokro leto 2023.

Figure 6: Monthly high water peaks on the Sava River at Radovljica. The extremely dry year 2022 and the extremely wet year 2023 are highlighted



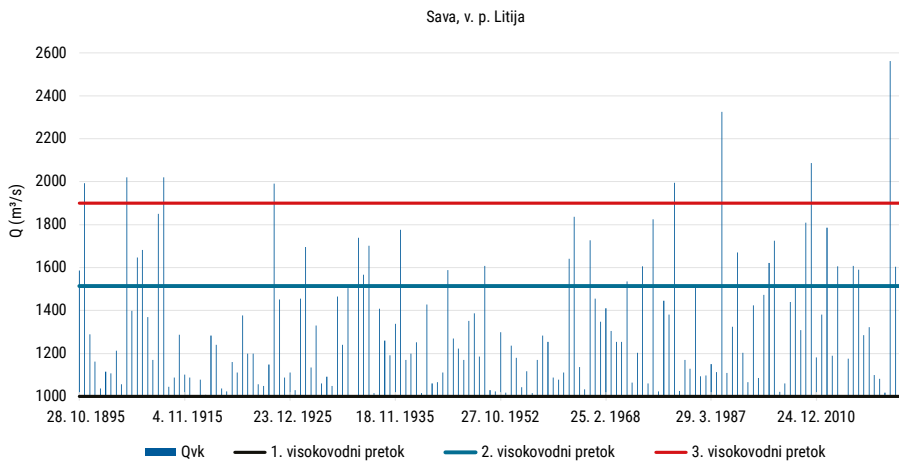
Slika 7: Lokacija vodomerne postaje Litija na Savi (vir: Atlas okolja, ARSO)

Figure 7: Location of the Litija water gauging station on the Sava River (Source: Atlas okolja, ARSO)



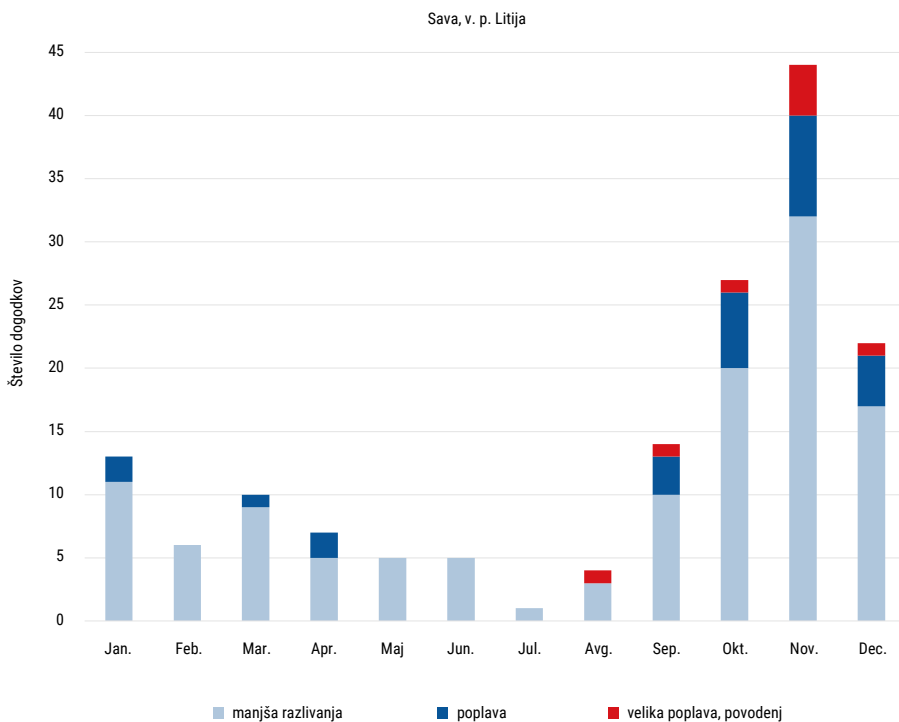
Slika 8: Vodomerne postaje Litija na Savi (foto: arhiv ARSO)

Figure 8: Litija water gauging station on the Sava River (photo: ARSO archive)



Slika 9: Mesečne visokovodne konice Qvk na Savi v Litiji, ki so presegle značilne visokovodne vrednosti pretokov (preglednica 2)

Figure 9: Monthly high-water peaks (Qvk) on the Sava River at Litija which exceeded the characteristic high-water discharge values (Table 2)



Slika 10: Število poplavnih dogodkov na Savi v Litiji po mesecih v obdobju 1895–2023

Figure 10: The number of flood events on the Sava River in Litija by month in the period 1895–2023

Sava, v. p. Radovljica	
Datum poplave	Največji pretok poplavnega vala (m ³ /s)
30. 10. 1926	887
29. 11. 1923	880
5. 11. 2012	809
5. 11. 1966	805
23. 11. 1926	797
18. 11. 1940	754

Preglednica 3: Poplavni pretoki Save v Radovljici, ki so preseгли tretjo značilno visokovodno vrednost pretoka, 750 m³/s

Table 3: Flood discharges of the Sava River at Radovljica which exceeded the third characteristic high-water discharge value, 750 m³/s

POPLAVE V SREDNJEM TOKU SAVE

Srednji tok Save smo analizirali s podatki vodomerne postaje Litija. Prispevna površina Save do Litije znaša skoraj polovico porečja Save v Sloveniji (preglednica 1). Postaja Litija ima v zbirki hidroloških podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje najdaljši popoln niz podatkov o pretoku, od leta 1895. Postaja je bila ustanovljena že leta 1850. Sprva je bila postavljena ob mostu čez Savo, vendar je bila leta 1953 zaradi zasipavanja rečnega dna prestavljena 500 metrov gorvodno. V okviru projekta Bober (Roškar, 2015) je bila postaja spet postavljena na lokacijo ob mostu (slika 7). Za obdobje 1895–1952 so na voljo podatki dnevni opazovanj, za obdobje 1953–2015 limnigrafski podatki, od leta 2016 pa podatki samodejne merilne postaje (slika 8).

Analiza mesečnih visokovodnih konic Qvk kaže, da je bil prvi značilni visokovodni pretok, 1000 m³/s, v Litiji v 129 letih meritev obdobja 1895–2023 pogosto presežen. Drugi značilni visokovodni pretok, 1514 m³/s, je bil presežen 26-krat, tretji, 1900 m³/s, pa osemkrat (slika 9). Preseganja značilnih visokovodnih pretokov so bila v vseh mesecih leta (slika 10). Največ poplavnih dogodkov je bilo novembra (44), najmanj julija, le enkrat. Od maja do avgusta je bilo poplavnih dogodkov malo, in še to le manjša razlivanja, zato je bila poplava avgusta 2023 veliko presenečenje.

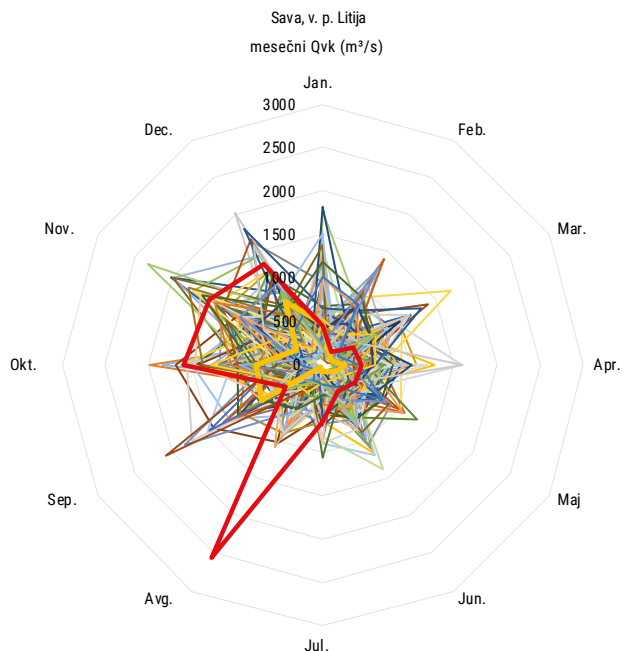
Vse največje poplave v srednjem toku Save so se zgodile v jesensko-zimskih mesecih (preglednica 4). Izjema je poplava 4. avgusta 2023, ko je bil na vodomerni postaji Litija izmerjen največji pretok v obdobju meritev, 2562 m³/s. Ta je močno presegel predhodne poplavne dogodke (slika 11). Pred tem je

Sava, v. p. Litija	
Datum poplave	Največji pretok poplavnega vala (m ³ /s)
4. 8. 2023	2562
2. 11. 1990	2326
19. 9. 2010	2087
16. 11. 1901	2021
21. 12. 1909	2021
14. 11. 1982	1994
21. 10. 1896	1993
30. 11. 1923	1992

Preglednica 4: Poplavni pretoki Save v Litiji, ki so preseгли tretjo značilno visokovodno vrednost pretoka, 1900 m³/s

Table 4: Flood discharges of the Sava River at Litija which exceeded the third characteristic high-water discharge value, 1900 m³/s

bil največji avgustovski pretok, 1093 m³/s, izmerjen leta 1986, rekorden pretok z 2326 m³/s pa je bil zabeležen 2. novembra 1990. K tako velikemu poplavnemu valu 4. avgusta 2023 Save v Litiji so prispevali pritoki Save med Radovljico in Litijo (ARSO, 2023a). Oktobra, novembra in decembra 2023 so bili pogošči visoke vode in poplavljanja (ARSO, 2023b; ARSO, 2023c; ARSO, 2024b), vendar so ostali največji mesečni pretoki pod največjimi obdobjnimi mesečnimi pretoki (slika 11).



Slika 11: Mesečne visokovodne konice na Savi v Litiji. Poudarjeni sta izredno suho leto 2022 in izredno mokro leto 2023.

Figure 11: Monthly high water peaks on the Sava River at Litija. The extremely dry year 2022 and the extremely wet year 2023 are highlighted.



Slika 12: Lokacija vodomerne postaje Čatež na Savi (vir: Atlas okolja, ARSO)

Figure 12: Location of the Čatež water gauging station on the Sava River (Source: Atlas okolja, ARSO)

Sava, v. p. Čatež	
Datum poplave	Največji pretok poplavnega vala (m ³ /s)
19. 9. 2010	3811
2. 11. 1990	3806
23. 9. 1933	3520
5. 8. 2023	3377
5. 11. 1998	3260
30. 1. 1979	3114
5. 10. 1974	3001

Preglednica 5: Poplavni pretoki Save na Čatežu, ki so presegli tretjo značilno visokovodno vrednost pretoka, 3000 m³/s

Table 5: Flood discharges of the Sava River at Čatež which exceeded the third characteristic high-water discharge value, 3000 m³/s

POPLAVE V SPODNJEM TOKU SAVE

V analizi poplav spodnjega toka Save smo uporabili podatke vodomerne postaje Čatež, ki leži približno 700 metrov pod sotočjem s Krko (slika 12). Prispevna površina Save do vodomerne postaje Čatež je 10.232 kvadratnih kilometrov. Postaja je bila ustanovljena leta 1907. Leta 1976 je bila prestavljena 675 metrov dolvodno na današnje lokacijo. Podatki o pretoku so na voljo od leta 1926. Za obdobje 1926–1953 so na voljo podatki dnevni opazovanj, za obdobje 1954–2015 limnigrafski podatki, od leta 2016 pa podatki samodejne merilne postaje (slika 13), ki je bila postavljena v okviru projekta Bober (Roškar, 2015).

Na podlagi mesečnih visokovodnih konic Q_{vk} je bil na vodometri postaji Čatež prvi značilni visokovodni

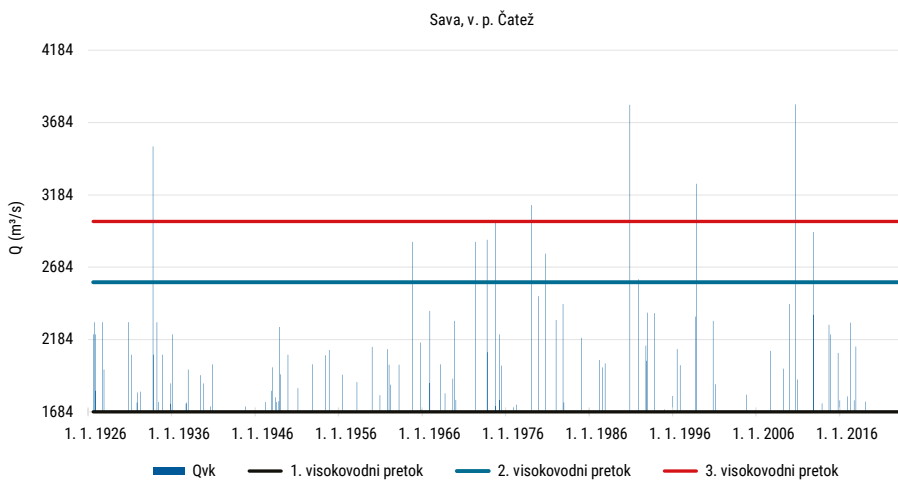
pretok, 1684 m³/s, v 98-letnem obdobju (1926–2023) presežen 105-krat. Drugi značilni visokovodni pretok, 2580 m³/s, je bil presežen šestkrat, tretji, 3000 m³/s, pa sedemkrat (slika 14). Preseganja značilnih visokovodnih pretokov so se zgodila v vseh mesecih leta, vendar je bil maja le enkrat presežen drugi značilni visokovodni pretok (slika 15). Poplavni dogodki v spodnjem toku Save so se večinoma zgodili jeseni in pozimi. V obdobju 1926–2023 jih je bilo največ novembra (27), sledijo oktober (21), december (15) in september (13). Velike poplave in povodnji so se v spodnjem toku Save zgodile septembra (2), oktobra (1), novembra (2) in januarja (1), leta 2023 pa prvič avgusta. V celotnem obdobju meritev je bil decembra presežen samo prvi značilni visokovodni pretok, pri katerem so se pojavila manjša razlivanja, večjih poplav pa decembra ni bilo (slika 15).

Največji poplavni val na Čatežu je bil 19. septembra 2010, ko je bila konica vala 3811 m³/s. Podobno velik poplavni val s pretokom 3806 m³/s je bil 2. novembra 1990 (preglednica 5). Večja poplava se je poleti prvič zgodila avgusta 2023 (slika 16), ko je bil na vodometri postaji Čatež izmerjen četrti največji pretok v obdobju meritev, 3377 m³/s (preglednica 5). Pred



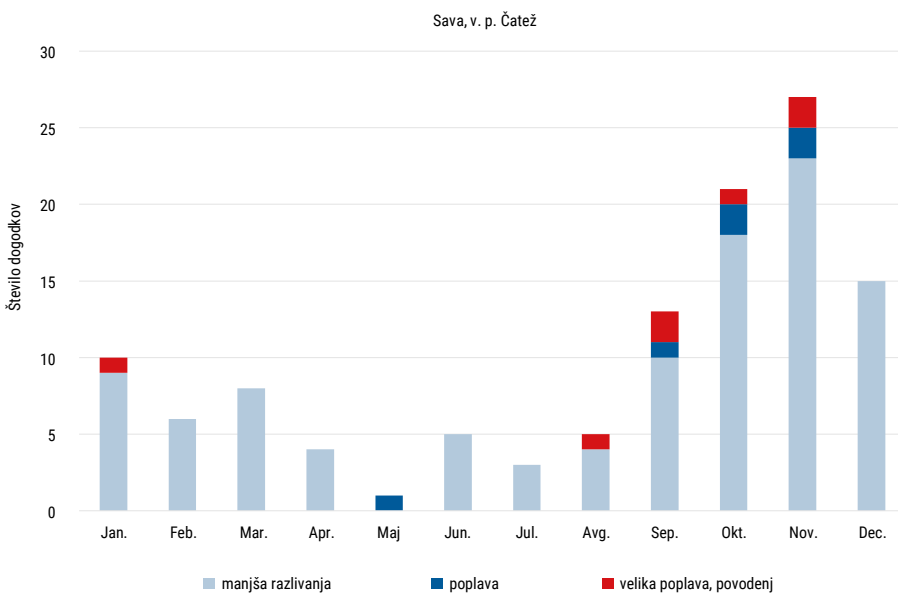
Slika 13: Vodomerne postaje Čatež na Savi (foto: arhiv ARSO)

Figure 13: Čatež water gauging station on the Sava River (Photo: ARSO archive)



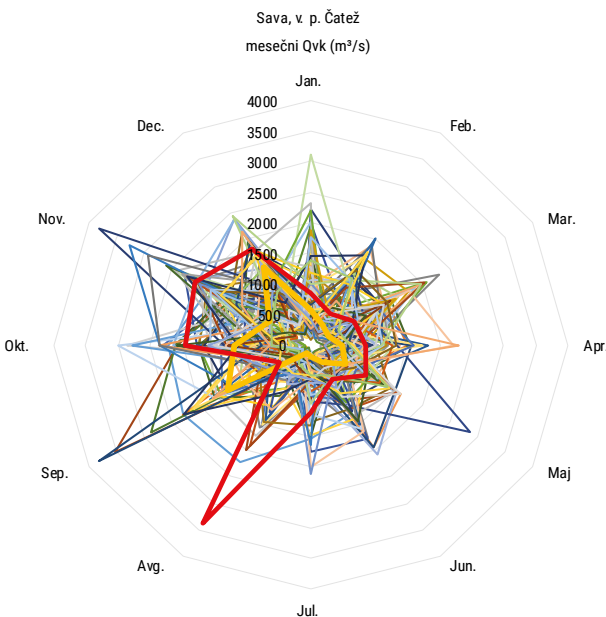
Slika 14: Mesečne visokovodne konice Qvk na Savi na Čatežu, ki so presegle značilne visokovodne vrednosti pretokov (preglednica 2)

Figure 14: Monthly high-water peaks (Qvk) on the Sava River at Čatež which exceeded the characteristic high-water discharge values (Table 2)



Slika 15: Število poplavnih dogodkov na Savi na Čatežu po mesecih v obdobju 1926–2023

Figure 15: The number of flood events on the Sava River at Čatež by month in the period 1926–2023



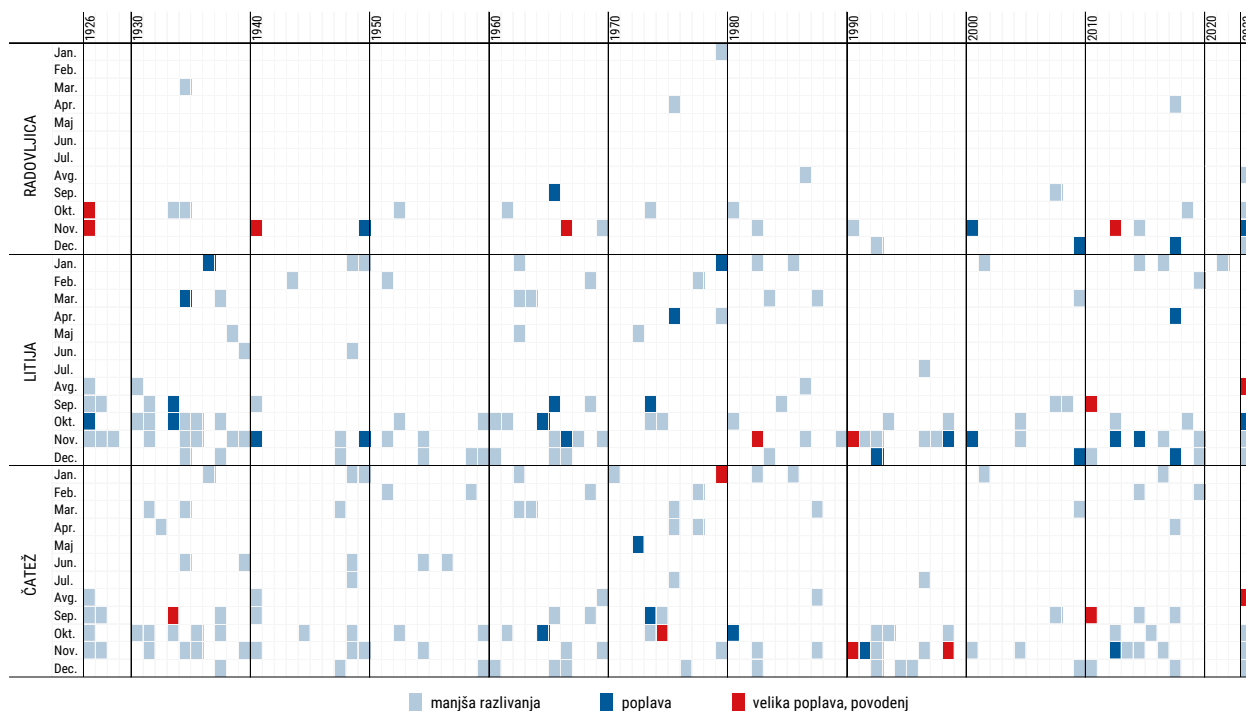
Slika 16: Mesečne visokovodne konice na Savi na Čatežu. Poudarjeni sta izredno suho leto 2022 in izredno mokro leto 2023.

Figure 16: Monthly high water peaks on the Sava River at Čatež. The extremely dry year 2022 and the extremely wet year 2023 are highlighted

tem je bila največja avgustovska visokovodna konica 2220 m³/s iz leta 1926. Največji pretoki oktobra, novembra in decembra 2023 so ostali pod največjimi obdobjnimi mesečnimi pretoki (slika 16).

ČASOVNI PREGLED POPLAVNIH DOGODKOV

Za vodomerne postaje Radovljica, Litija in Čatež smo za skupno obdobje podatkov 1926–2023 grafično prikazali pojavnost poplavnih dogodkov po letih in mesecih (slika 17). Vodomerna postaja Radovljica kaže, da je bilo poplavnih dogodkov v zgornjem toku Save manj kot v srednjem in spodnjem toku, kjer je vzorec pojavljanja poplavnih dogodkov podoben. Gleđano po desetletjih je bilo najmanj poplavnih dogodkov v obdobju 2000–2009. To je bilo tudi manj vodnato obdobje (Kobold, 2004; Kobold in Sušnik, 2004). Tudi med letoma 1940 in 1960 je bilo malo poplavnih



Slika 17: Časovni pregled pojavljanja poplavnih dogodkov po mesecih v obdobju 1926–2030

Figure 17: Chronological overview of the occurrence of flood events by month in the period 1926–2030

dogodkov. Največ poplavnih dogodkov je bilo v obdobjih 1930–1939, 1960–1969 in 2010–2019.

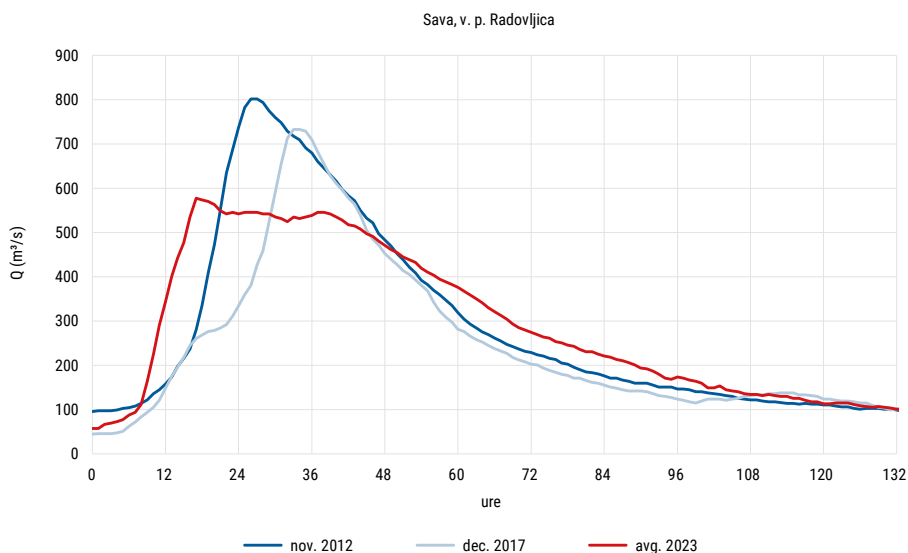
V obdobju 1940–1970 velikih poplav in povodnji, razen dveh v zgornjem toku Save, ni bilo. Te so bile pogostejše po letu 1970. Večinoma so se največje poplave na Savi zgodile v jesenskih mesecih, največkrat novembra. Izjemna poplava leta 2023 se je v obdobju meritev prvič zgodila avgusta. Poplavnih dogodkov avgusta v obdobju hidroloških meritev pred tem letom ni bilo veliko in še ti so povzročili samo manjša razlivanja, zato so bile poplave avgusta 2023 veliko presenečenje. Pred tem so bila tri zaporedna leta (2020–2022), ko poplavnih dogodkov na Savi ni bilo. Zlasti leto 2022 spada med hidrološko najbolj sušna leta (Kobold, 2023), kar se kaže tudi v nizkih mesečnih visokovodnih konicah (slike 6, 11 in 16).

ANALIZA POPLAVNIH VALOV

Sava v Sloveniji ima vzdolž celotnega toka večinoma hudourniški značaj. Za poplavne valove je značilno hitro naraščanje pretoka, sledi kratkotrajen pretok vrha vala in zatem počasnejše upadanje pretoka. Primerjali smo oblike in volumne največjih poplavnih valov po letu 1990, saj so od takrat v zbirki hidroloških podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje na voljo digitalni urni podatki.

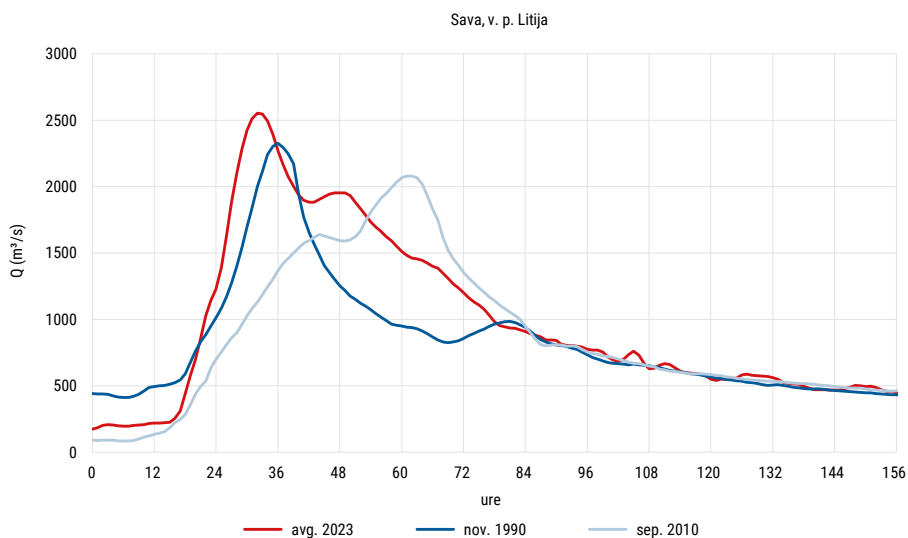
Po letu 1990 je bila največja poplava Save v Radovljici novembra 2012 (preglednica 3). Naslednji poplavni dogodek je bil decembra 2017 in je presegel drugi značilni visokovodni pretok. Zaradi obsežnosti poplav v Sloveniji avgusta 2023 prikazujemo še poplavni val iz avgusta 2023 (slika 18), ki je na vodomerni postaji v Radovljici presegel prvi značilni visokovodni pretok. Ta val ima v primerjavi z drugimi poplavnimi valovi skoraj 24 ur trajajoč vrh poplavnega vala. Za vodomerno postajo Litija prikazujemo prve tri najvišje poplavne valove iz preglednice 4, za avgust 2023, november 1990 in september 2010. Poplavni valovi Save v Litiji so si po obliki in velikosti vala precej različni (slika 19), kar je odvisno od zaporedja padavinskih dogodkov in tega, ali so padavine padle na mokra ali suha tla. Podobno velja za Savo v spodnjem toku, za katero prikazujemo poplavne valove na Čatežu za september 2010, november 1990 in avgust 2023 iz preglednice 5. Oblike poplavnih valov so si v spodnjem toku bolj podobne (slika 20).

Za vse vodomerne postaje so značilni hiter porast hidrograma, kratko trajanje poplavne konice in počasen upad poplavnega vala. Na obliko hidrograma, ki kaže časovno spremembo pretoka, poleg količine padavin vplivata tudi časovna razporeditev in jakost padavin (Kobold, 2015). Ni enako, če padavine nastopijo z veliko jakostjo na začetku dogodka in potem ponehajo ali če se začnejo z rahlim dežjem, ki



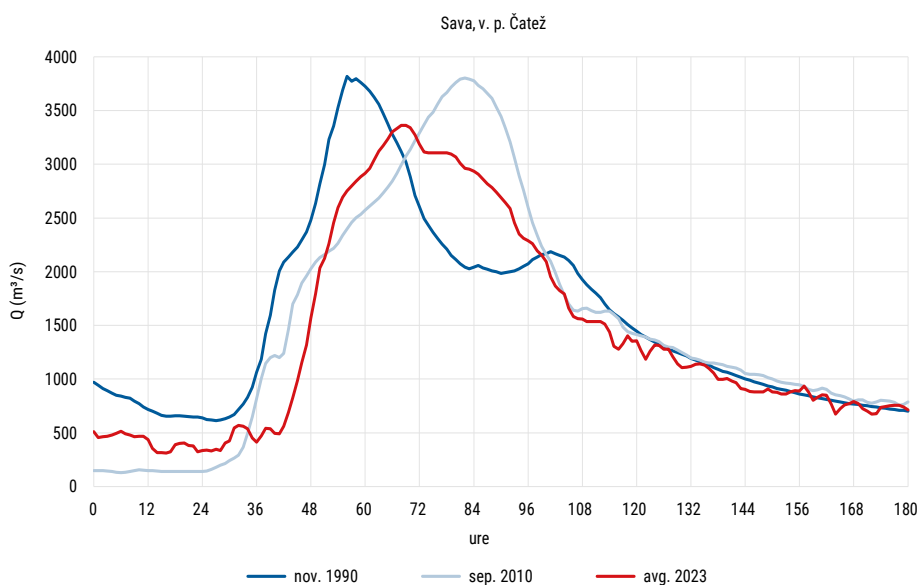
Slika 18: Najvišji poplavni valovi Save v Radovljici po letu 1990

Figure 18: The highest Sava River flood waves at Radovljica since 1990



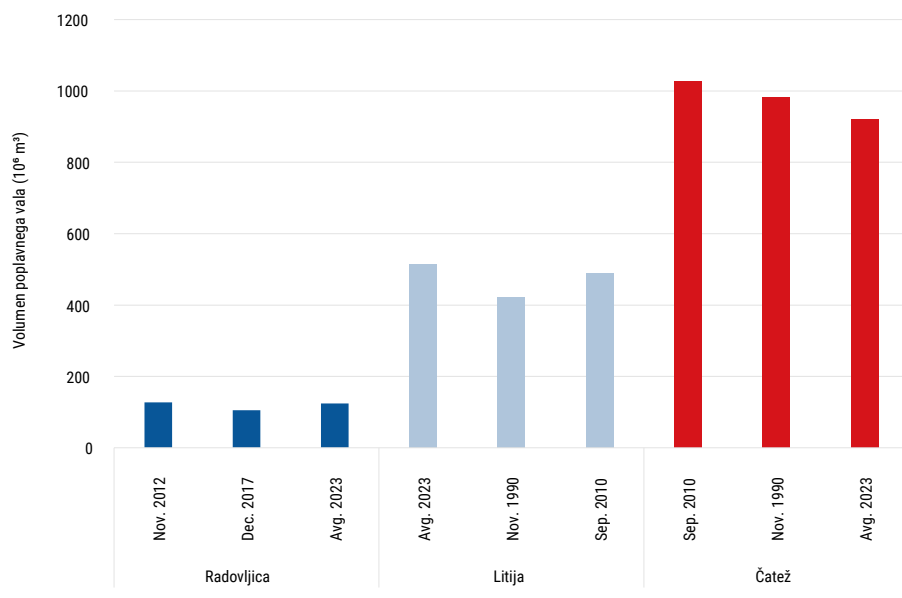
Slika 19: Najvišji poplavni valovi Save v Litiji po letu 1990

Figure 19: The highest Sava River flood waves at Litija since 1990



Slika 20: Najvišji poplavni valovi Save na Čatežu po letu 1990

Figure 20: The highest Sava River flood waves at Čatež since 1990



Slika 21: Volumni najvišjih poplavnih valov Save, prikazanih na slikah 17, 18 in 19

Figure 21: Volumes of the highest flood waves of the Sava River, shown in Figures 17, 18 and 19

na koncu preraste v obilno deževje. Enake količine padavin, ki imajo različno dinamiko, bodo dale bistveno drugačne odtočne hidrograme. Tudi enaka največja jakost dveh časovno različnih nalivov ne bo dala enakih največjih odtočnih količin. Padavine z največjo jakostjo proti koncu padavinskega dogodka bodo dale bistveno večje konice odtoka od padavin z največjo jakostjo na začetku. Izredno pomembna je tudi predhodna namočenost tal, od katere je odvisno, kolikšen del padavin neposredno odteče v strugo vodotoka in povzroči dvig gladine vode v strugi. Čim večja je predhodna namočenost tal, tem večja količina padavin odteče neposredno.

Analiza volumnov obravnavanih poplavnih valov kaže, da so imeli najvišji valovi največji volumen (slika 21). V Radovljici, kjer je poplavni val avgusta 2023 presegel le prvi značilni visokovodni pretok, je bil volumen vala večji od vala decembra 2017 z višjo poplavno konico. Podobno je poplavni val v Litiji septembra 2010 imel večji volumen od poplave novembra 1990 z višjo poplavno konico. Kompleksni hidrološki pojavi, kot so poplave, se vedno pojavljajo kot posledica več med seboj odvisnih slučajnih spremenljivk, kot so konica, volumen, trajanje vala (Šraj in sod., 2012). Vsak poplavni val je enkrat in neponovljiv dogodek. Na obliko in višino poplavnega vala vplivajo intenzivnost, količina, razporeditev ter trajanje padavin, zaporedna obdobja močnih padavin, vegetacijsko obdobje, raba zemljišč, predhodna namočenost tal. Z izjemo avgusta 2023 so bile največje poplave jeseni, kot posledica močnih padavin, ki jih prinašajo cikloni, ki potujejo z zahoda proti našim krajem. Vremenske razmere, ki so povzročile poplave avgusta 2023, so bile nenavadne. Šlo je za

daljše deževje, značilno za jesensko-zimsko obdobje (ARSO, 2023a).

SKLEPNE MISLI

Izjemno sušnemu letu 2022, ko so bile mesečne visokovodne konice večinoma med najnižjimi v obdobju meritev in niso presegle značilnih visokovodnih vrednosti, je sledilo leto 2023 s pogostimi visokimi vodami, ki so na porečju Save trajale od avgusta do decembra. Sava je poplavljala predvsem v srednjem in spodnjem toku.

V zgornjem toku Save, na vodomerni postaji Radovljica, so bili najvišji poplavni valovi zabeleženi v začetku 20. stoletja. Največji pretok poplavnega vala se je zgodil 30. oktobra 1926, podobno visok je bil 29. novembra 1923. V začetku 21. stoletja je bila največja poplava 5. novembra 2012. Večinoma so se vsi največji poplavni dogodki zgodili novembra. Največji pretok poplavnega vala avgusta 2023 je na vodomerni postaji Radovljica presegel le prvi značilni visokovodni pretok. V povirnem delu Save je visokovodnih dogodkov, ki presežejo značilne visokovodne vrednosti, manj kot v srednjem in spodnjem toku.

Vzorec pojavljanja poplavnih dogodkov na vodomernih postajah Litija in Čatež je podoben. Poplavni dogodki so si podobni po številu, velikosti in obliki valov. V srednjem toku Save, na vodomerni postaji Litija, je bil največji poplavni val zabeležen 4. avgusta 2023 in je presegel pred tem najvišji poplavni val z 2. novembra 1990. To je bil tudi prvi največji poplavni val, ki se je na postaji Litija zgodil avgusta. Največkrat so

bile poplave v srednjem toku Save novembra, sledijo oktober, december in september.

V spodnjem toku Save, na območju vodomerne postaje Čatež, se je največja poplava zgodila 19. septembra 2010. Pred tem je bil največji poplavni pretok zabeležen 2. novembra 1990. Poplava 5. avgusta 2023 se je uvrstila na četrto mesto po višini konice poplavnega vala v obdobju meritev. V sredini prejšnjega stoletja velikih poplav reke Save ni bilo. Po letu 1970 so se v srednjem in spodnjem toku zgodile vsako desetletje, razen v obdobju 2000–2009, ko je bilo veliko manj vodnatih let (Kobold, 2004; Kobold in Sušnik, 2004; Kobold, 2022).

V Sloveniji imajo padavine močan vpliv na odtok, saj naša država leži pretežno v povirju rek. Vode že po okoli 100 kilometrov dolgem toku v enem dnevu ali

dveh zapustijo naše ozemlje. Ozke, povirne doline in veliki strmcji dajejo rekam hudourniški značaj, kar pomeni zelo hitro naraščanje in tudi hitro upadanje vodnih količin (Kobold, 2015). Za poplave večjih razsežnosti so odločilne padavine z daljšim trajanjem, ki nastopijo večinoma jeseni ob kombinaciji ciklonskih in orografskih padavin z nalivi. Največji pretoki na večjih slovenskih rekah so najpogostejši novembra, oktobra, decembra in septembra, čeprav se lahko poplave zgodijo v katerem koli mesecu. Avgust 2023 je bil vsekakor izjemen, saj se je taka poplava prvič v obdobju meritev zgodila poleti. Podnebje se spreminja in vse večji delež padavin pade ob kratkotrajnih, vendar močnih padavinah, ki lahko padejo nad širšim območjem. Vse pogosteje občutimo na eni strani sušo in pomanjkanje vode, na drugi pa se sprijemamo s poplavami, oba mejna pojava pa lahko nastopita tudi v istem letu.

Viri in literatura

1. Arhiv podatkov Agencije Republike Slovenije za okolje.
2. ARSO, 2023a. Izjemne poplave v Sloveniji med 4. in 8. avgustom 2023. Poročilo Urada za meteorologijo, hidrologijo in oceanografijo. https://www.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Porocilo_visoke_vode_in_poplave_avg2023.pdf, 16. 4. 2024.
3. ARSO, 2023b. Poplave v Sloveniji med 24. oktobrom in 6. novembrom 2023. Poročilo Urada za meteorologijo, hidrologijo in oceanografijo. https://www.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Poplave_Slovenija_okt-nov_2023.pdf, 18. 4. 2024.
4. ARSO, 2023c. Visoke vode in poplave med 1. in 3. decembrom 2023. Poročilo Urada za meteorologijo, hidrologijo in oceanografijo. https://www.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Visoke_vode_poplave_1-3_dec_2023.pdf, 18. 4. 2024.
5. ARSO, 2024a. Arhiv površinskih voda. https://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php, 12. 4. 2024.
6. ARSO, 2024b. Visoke vode in poplave 13. in 14. decembra 2023. Poročilo Urada za meteorologijo, hidrologijo in oceanografijo. https://www.arso.gov.si/vode/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Porocilo_visoke_vode_in_poplave_13-14dec2023.pdf, 18. 4. 2024.
7. Bertalančič, R., Dolinar, M., Draksler, A., Honzak, L., Kobold, M., Kozjek, K., Lokošek, N., Medved, A., Vertačnik, G., Vlahovič, Ž., Žust, A., 2018. Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja. Sintezno poročilo – prvi del. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, Ljubljana.
8. Kobold, M., 2004. Hidrološka suša slovenskih vodotokov v obdobju 2000–2002. *Ujma*, 17/18, 102–111.
9. Kobold, M., 2011. Primerljivost poplave septembra 2010 z zabeleženimi zgodovinskimi poplavnimi dogodki. *Ujma*, 25, 48–56.
10. Kobold, M., 2015. Hidrološko stanje voda kot posledica vremenskega dogajanja. *Vetrnica: glasilo Slovenskega meteorološkega društva*, 8, 4–7.
11. Kobold, M., 2022. Primerjava značilnih pretokov slovenskih rek novega referenčnega obdobja 1991–2020 s predhodnimi referenčnimi obdobji. *Ujma*, 36, 76–88.
12. Kobold, M., 2023. Primerjava hidrološke suše površinskih voda leta 2022 s sušnimi leti 1993, 2003 in 2012. *Ujma*, 37, 98–107.
13. Kobold, M., Dolinar, M., Frantar, F., 2012. Sprememba vodnega režima zaradi podnebnih sprememb in drugih antropogenih vplivov. V: Brilly, M. (urednik), Zbornik prispevkov, I. kongres o vodah Slovenije 2012, Ljubljana, 7–22.
14. Kobold, M., Sušnik, M., 2004. Analiza nizkovodnih razmer slovenskih vodotokov leta 2003. *Ujma*, 17/18, 120–126.
15. NZPO, 2023. Načrt zmanjševanja poplavne ogroženosti 2023–2027. Ministrstvo za naravne vire in prostor, Ljubljana.
16. Oblak, J., Kobold, M., Šraj, M., 2021. The influence of climate change on discharge fluctuations in Slovenian rivers. *Acta geographica Slovenica*, 61(2), 155–169.
17. Roškar, J., 2015. Bober, Nadgradnja sistema za spremljanje in analiziranje stanja vodnega okolja v Sloveniji. *Vetrnica: glasilo Slovenskega meteorološkega društva*, 8, 38–53.
18. SMD, 2011. Stališče SMD o podnebnih spremembah. *Vetrnica: glasilo Slovenskega meteorološkega društva*, 3, 4–29.
19. Šraj, M., Bezak, N., Brilly, M., 2012. Vpliv izbire metode na rezultate verjetnostnih analiz konic, volumnov in trajanj visokovodnih valov Save v Litiji. *Acta hydrotechnica*, 25(42), 41–58.
20. Trobec, T., 2017. Frequency and seasonality of flash floods in Slovenia. *Geographica Pannonica*, 21(4), 198–211.
21. Trontelj, M., 1997. Kronika izrednih vremenskih dogodkov XX. stoletja. Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana.