

PRETOČNI REŽIMI SLOVENSКИH REK IN NJIHOVA SPREMENLJIVOST

River Flow Regimes of Slovene Rivers and Their Fluctuation

Peter Frantar* UDK 556.1(497.4)

Povzetek Abstract

Pod pretočnim režimom razumemo nihanje vodnega stanja med letom, kar je odvisno od fizičnogeografskih značilnosti povodja. Od fizičnogeografskih dejavnikov so padavine in temperatura najbolj spremenljive, kar se z njihovo spremembo odstopanja od povprečja zelo hitro kaže na rečnem pretočnem režimu. V prispevku so na podlagi povprečnih mesečnih pretokov 30-letnega obdobja (1961–1990) prikazani pretočni režimi slovenskih rek v primerjavi z zadnjo dekada (1991–2000). V zadnji dekadi se do zdaj različni režimi kažejo vse bolj podobni, kar da slutiti na vpliv predvidenih podnebnih sprememb, kot so segrevanje ozračja, spremembe v razporeditvi in intenziteti padavin ter podobno.

The river flow regime describes the fluctuations of water flow during the year, which depends on the physical geographical characteristics of the watershed area. Of all the physical geographical characteristics, precipitation and temperature are the most variable, so fluctuations are quickly observed in the river flow regime. The article compares Slovenia's average river flow regimes in the 30-year period 1961-1990 with those in the last decade of the 20th century, 1991-2000, when distinctive flow regimes became more similar. This finding leads us to suspect the influence of anticipated climate changes, such as global warming and changes in precipitation distribution and intensity.

Uvod

Rečni pretočni režim opisuje povprečno sezonsko gibanje pretoka reke, na katerega najbolj vpliva odvisnost pretoka od padavin, temperature tal in drugih podnebnih dejavnikov (Frantar, 2003). Zavedati se moramo tudi vpliva drugih fizičnogeografskih dejavnikov, zlasti reliefa, rastlinstva ter človeka (Hrvatina, 1998, str. 81). Pretočni režim je torej rezultat geografskih značilnosti porečja in podnebne dinamike (Newmarch, 2003, str. 1). Ugotovimo lahko, da je glavna sila pri spremembah pretočnih režimov podnebje (in njegova spremenljivost), kajti reliefu kot drugemu najpomembnejšemu dejavniku režima lahko pripišemo vlogo konstante (Frantar, 2003). V zmerno toplem pasu ima največji vpliv na pretočni režim temperatura (Plut, 2000, str. 70), katere odvisnost uvršča pretočni režim med hidrološko nevihtne indikatorje klimatskih sprememb (Houghton et al., 2001).

Vzorci v sezonskem gibanju pretoka je poskušal prvi opredeliti že konec 19. stoletja Rus Voeikov, ki je leta 1884 izdelal globalno klasifikacijo z devetimi osnovnimi tipi. V prvi polovici 20. stoletja je izšla tudi najbolj inovativna in danes široko uporabljena Pardejeva klasifikacija, ki je postavila nove poglede na raziskovanje pretočnih

režimov (Parde po Krasovskaia, 2000, str. 2). Parde je leta 1933 prvi uporabil pretočne koeficiente, s čimer je omogočil primerjavo med rekami z različnimi pretoki (Ibid., str. 3). Osnovna razvrstitev po Pardeju zajema enostavne in sestavljene pretočne režime, njihova poimenovanja pa še danes temeljijo na kombinaciji podnebja, v katerem vodotok teče, ter na vrsti vira vode, ki povzroča glavni presežek, sneg, led ali dež.

Tudi na slovenskem ozemlju smo na podlagi Pardeja dobili razvrstitve pretočnih režimov. Prvo raziskavo pretočnih režimov tudi slovenskih rek v Sloveniji je opravil Ilešič leta 1948 (Ilešič, 1947), leta 1987 je Steletova objavila zemljevid pretočnih režimov v Sloveniji (Pristov, 1987), Kolbezen pa je leta 1998 izdal členitev na podlagi tridesetletnega obdobja 1961–90 (Kolbezen et al., 1998, str. 26), istega leta pa je izšla za to obdobje tudi Hrvatina razvrstitev (Hrvatina, 1998, str. 59).

Hrvatina je razčlenil pretoke slovenskih rek v obdobju 1961–1990, pri analizi mesečnih pretočnih (Pardejevih) koeficientov pa je za razvrščanje v skupine uporabil statistično metodo hierarhičnega razvrščanja v skupine na podlagi razdalje Manhattan (City Block), pri čemer je uporabil Wardov način (Hrvatina, 1998, str. 84). Za Slovenijo je ločil te pretočne režime:

1. sredozemski dežni,
2. dinarski dežno-snežni,

* Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Vojkova 1 b, Ljubljana, peter.frantar@rzs-hm.si

3. dinarsko-alpski dežno-snežni,
4. panonski dežno-snežni,
5. alpski dežno-snežni,
6. alpski sredogorski snežno-dežni,
7. alpski visokogorski snežno-dežni in
8. alpski snežni.

Po letu 2000 smo tudi na Agenciji za okolje opravili analizo pretočnih režimov reke Save in vodotokov Savinjsko-Šaleške regije (Frantar, 2003; Frantar, 2004). Izsledki so nas spodbudili, da bi izvedli enostavnejšo pregledno analizo značilnih pretočnih režimov slovenskih rek, ki bi dala dober hidrogeografski odgovor o gibanjih in spremembah pretočnih režimov v Sloveniji v zadnjem obdobju. Glavne ugotovitve pretočnih režimov na reki Savi so pokazale večanje skrajnih pretočnih količin dolvodno od sotočja Dolinke in Bohinjke, povečanje pretoka v poznih jesenskih mesecih in s tem na pojav spremenjenih pretočnih režimov po letu 1990 (Frantar, 2003). Podobne so bile tudi ugotovitve raziskave pretokov v Savinjsko-Šaleški regiji: v obdobju po letu 1990 se je zmanjšal vpliv snežne retinence, povečala pa se je, že pri Steletovi (Pristov, 1987), omenjena mediteranskost pretočnih režimov (jesenski viški, poletni nižki, večja letna variabilnost) (Frantar, 2003; Frantar, 2004).

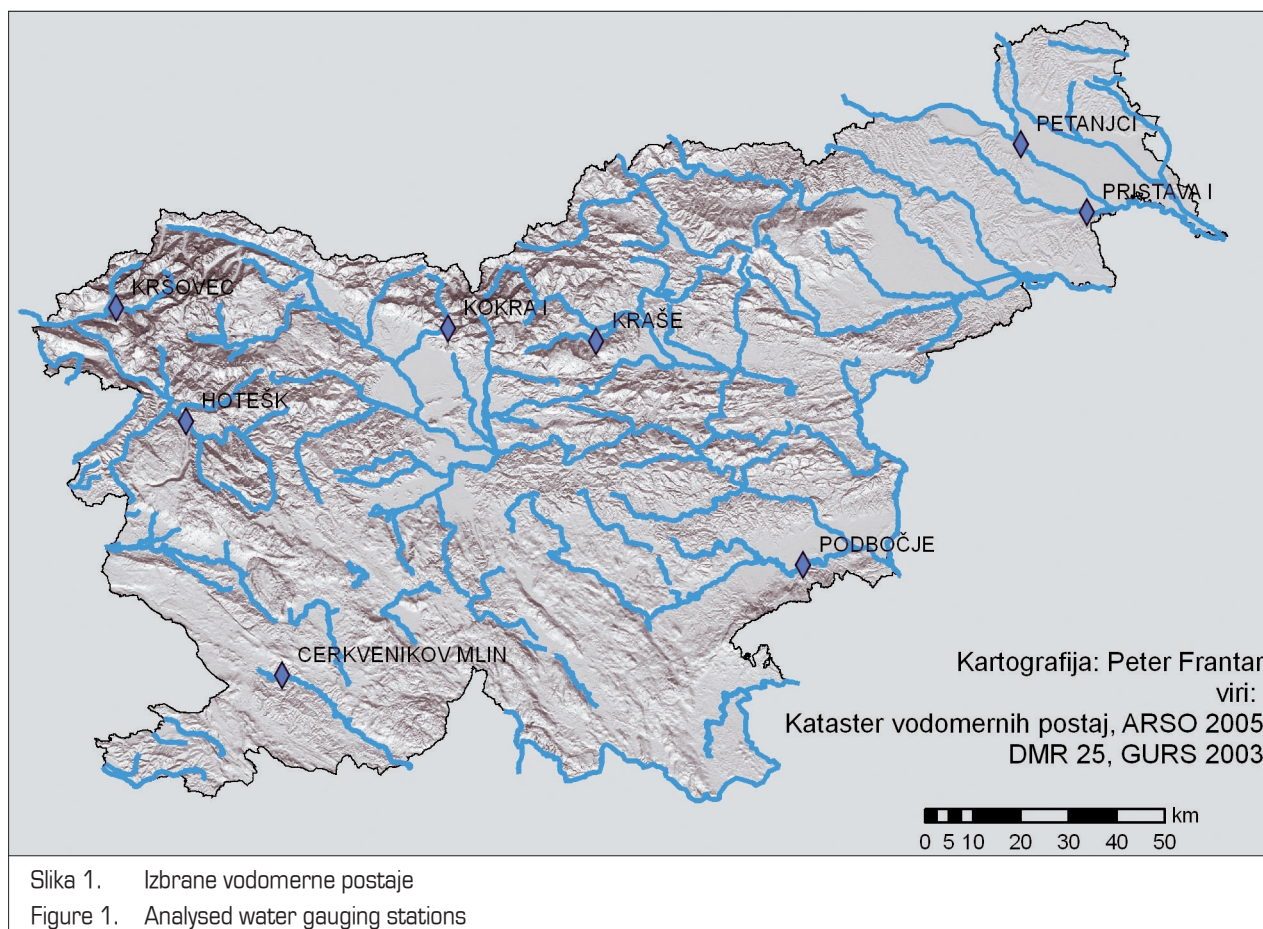
Metoda dela

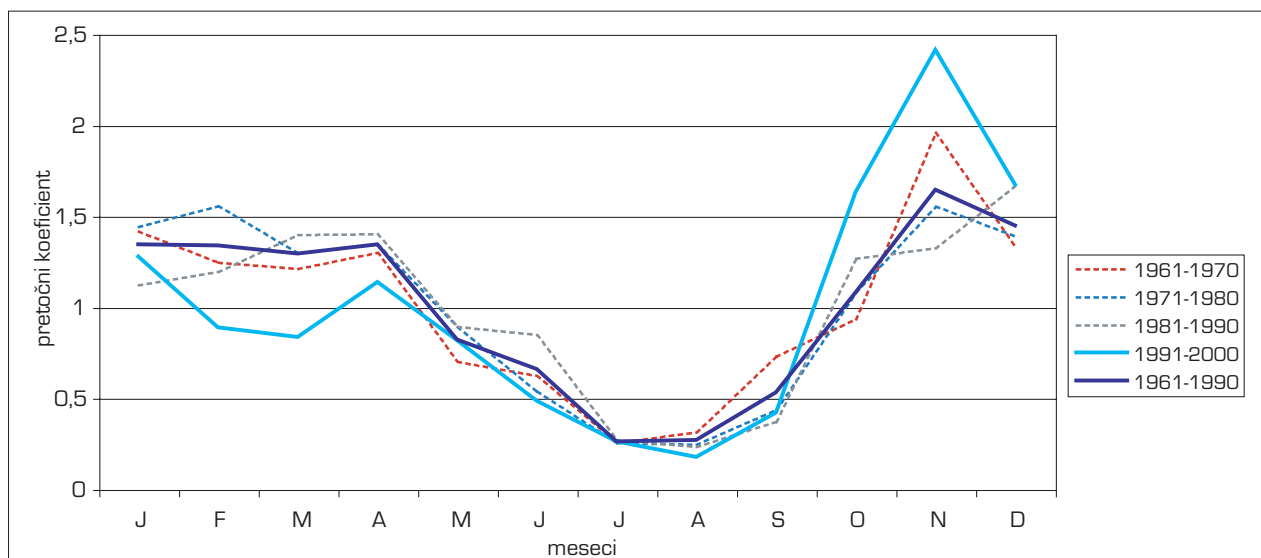
Za analizo vpliva podnebja na pretočne režime v Sloveniji smo se oprli na raziskavo Hrvatina in njegovih 8 tipov

	Pretočni režim po Hrvatinu	Izbrana vodomerna postaja	
		Vodotok	Lokacija
1	sredozemski dežni	Reka	Cerkvenikov Mlin
2	dinarski dežno-snežni	Idrija	Hotešk
3	dinarsko-alpski dežno-snežni	Krka	Podbočje
4	panonski dežno-snežni	Ščavnica	Pristava
5	alpski dežno-snežni	Dreta	Kraše
6	alpski sredogorski snežno-dežni	Kokra	Kokra
7	alpski visokogorski snežno-dežni	Soča	Kršovec
8	alpski snežni	Mura	Petanjci

Preglednica 1. Izbor vodomernih postaj v posameznih tipih pretočnih režimov
Table 1. Analysed water gauging stations in different types of river flow regime

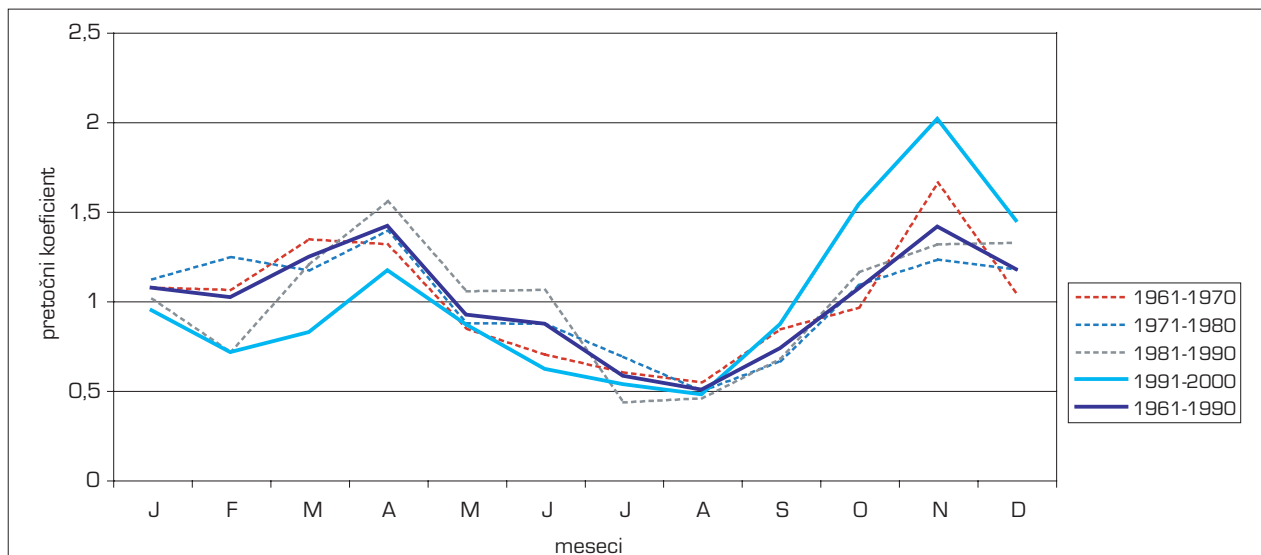
pretočnih režimov. Analizirali smo pretoke referenčnega obdobja (WMO) 1961–1990 in za posamezni tip režima izbrali najbolj reprezentativno vodomerno postajo in analizirali pretoke posameznih dekad (1961–70, 1971–80, 1981–90) referenčnega obdobja. Hkrati smo izvedli tudi analizo pretokov za dekada 1991–2000 ter skušali





Slika 2. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Cerkevnikov Mlin na Notranjski Reki.

Figure 2. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Cerkevnikov Mlin on the Notranjska Reka.



Slika 3. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Hotešk na Idrija.

Figure 3. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Hotešk on the Idrija.

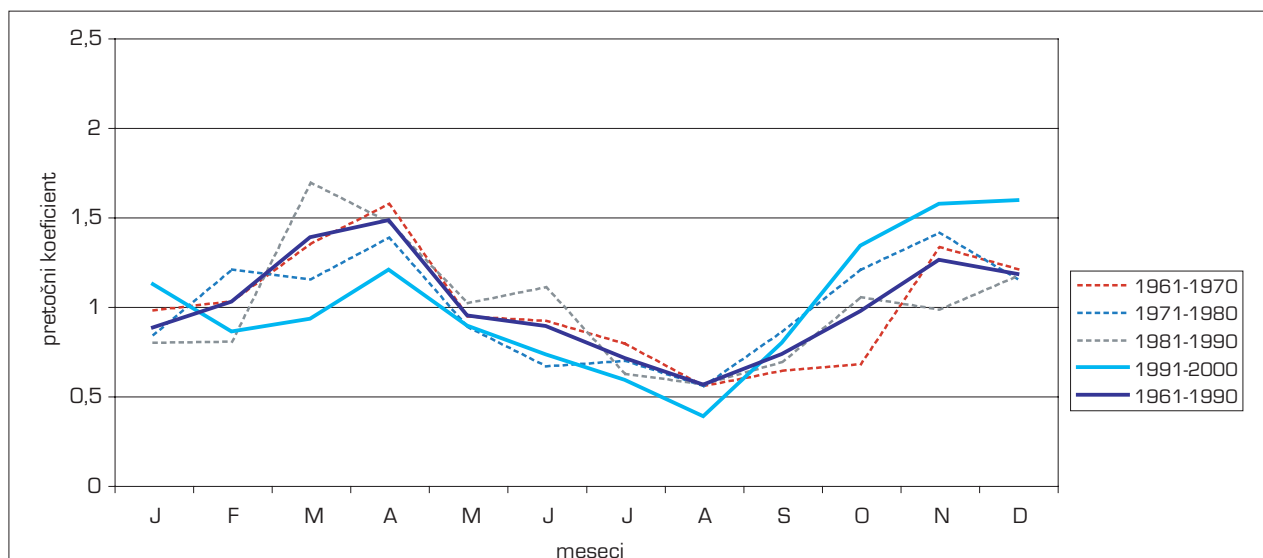
ugotoviti ali se tudi na teh postajah kažejo podobne spremembe kot v že opravljenih raziskavah ter tako odgovoriti na vprašanje: ali spremembe klime, na katere klimatologi opozarjajo zlasti po dekadi 1980–1990, vplivajo tudi na pretočni režim?

Pretočni režimi na izbranih vodomernih postajah

Enostavni dežni režim s sredozemskim vplivom izkazuje reka Reka pri Cerkevnikovem Mlinu. Že Hrvatinovo poimenovanje (Hrvatina, 1998) pove, da gre za pomemben vpliv (sub)mediteranske klime. Največ vode je v tem obdobju prineslo pozno jesensko in zimsko deževje,

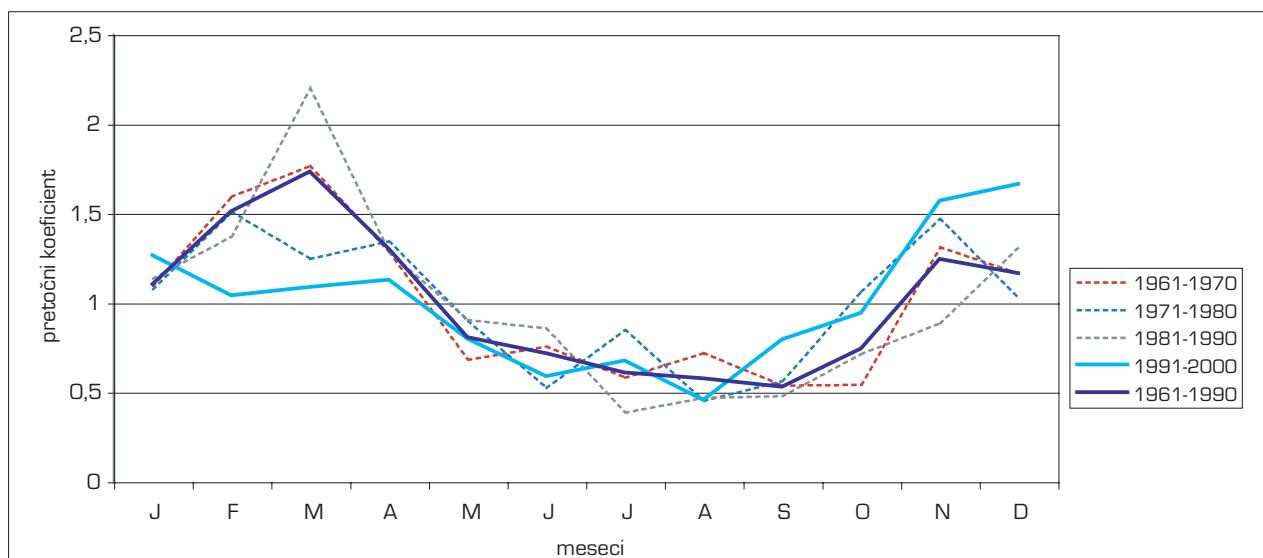
poleti pa imamo najmanj vode. V obdobju 1991–2000 pa dobimo pretočni režim, ki kaže dva viška in dva nižka. Primarni višek v pozni jeseni je zelo izrazit, sekundarni je v aprilu. Primarni nižek je poleti, sekundarni pa v zgodnji pomladi. Vidimo, da se je izrazito povečal jesenski odtok, zaradi manjšega odtoka pozimi je nastal sekundarni nižek in sekundarni pomladanski višek aprila. Glede na letno povprečje imamo manjše pretoke od januarja do septembra in večjo letno spremenljivost pretokov.

Prva predstavljena referenčna vodomerna postaja nam že kaže glavne spremembe, ki jih bomo opisali v nadaljevanju članka na vseh ostalih lokacijah, z manjšim odrazom celo na Muri: glavni višek jeseni, pa tudi manj vode v strugi od konca zime pa vse do konca poletja.



Slika 4. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Podbočje na Krki.

Figure 4. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Podbočje on the Krka.



Slika 5. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Pristava na Ščavnici.

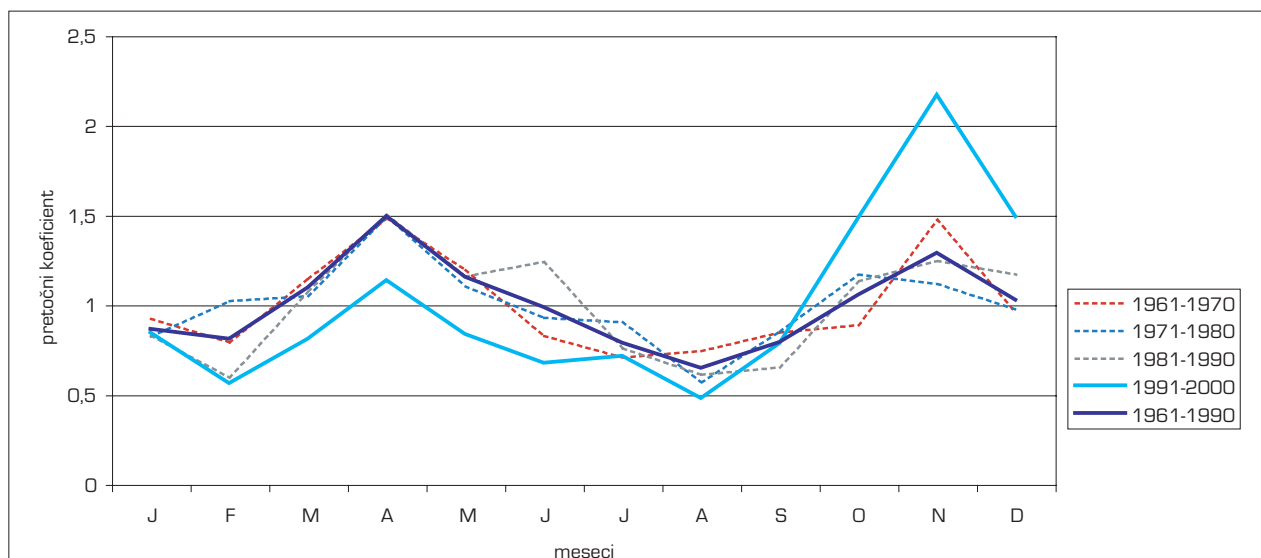
Figure 5. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Pristava on the Ščavnica

Dinarski dežno-snežni režim Idrijce pri Hotešku izkazuje v referenčnem obdobju dva viška in dva nižka. Viška v zgodnji spomladi in pozni jeseni sta enako izrazita, pri nižkih pa primarni nastopi v poletju, sekundarni neizrazit pa pozimi. V dekadi 1991–2000 se pokaže podobna težnja – primarni višek se je postavil v jesen, sekundarni v pomlad, nižka pa bolj izenačena zaradi zmanjšanja zimskega pretoka.

Dinarsko-alpski dežno-snežni režim izkazuje reka Krka v Podbočju, kjer je glavni višek zgodaj spomladi in sekundarni jeseni. Nižka sta dva, izrazitejši poleti in manj izrazit pozimi. V obdobju 1991–2000 lahko opazimo že vidno težnjo: premik primarnega viška v jesen in upad pomladanskega viška zaradi zmanjšanja pomladanskih visokih voda ter zmanjšanje poletnega nižka.

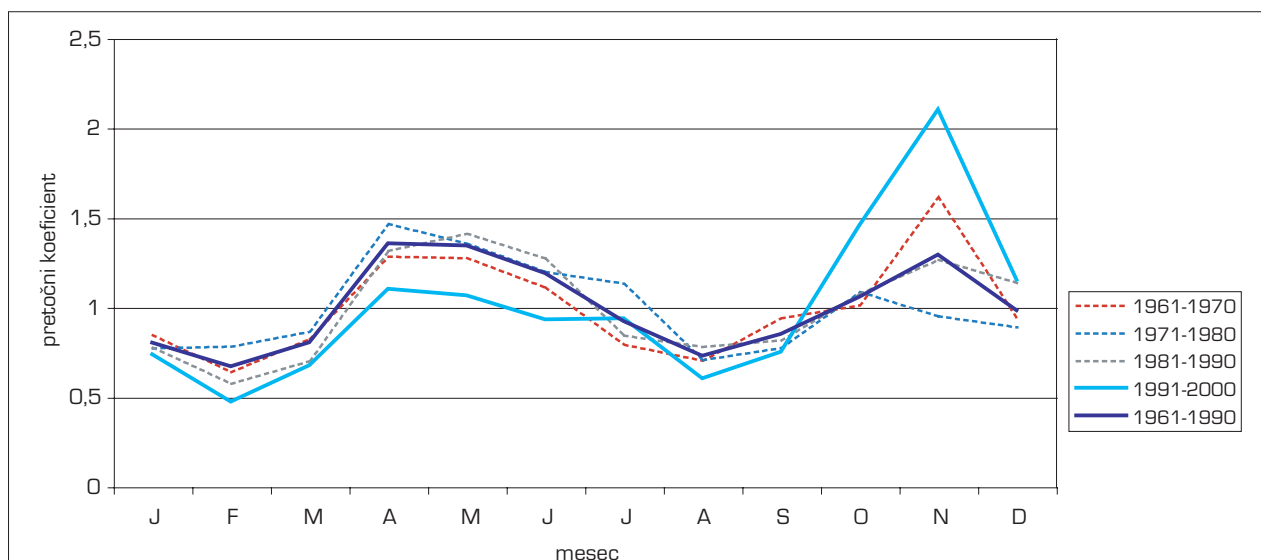
Panonski dežno-snežni režim ima Ščavnica v Pristavi s primarnim viškom konec zime oziroma zgodaj spomladi ter sekundarnim v pozni jeseni. Primarni nižek je pozno poleti, drugotni pa v januarju. V dekadi 1991–2000 ima Ščavnica skoraj enostaven pretočni režim z enim glavnim viškom in nižkom. Značilno povečanje deleža jesenskega odtoka je opazno tudi tu. Poletni nižek ostaja v nivoju obdobjnega, opazen pa je tudi upad pomladanskega viška, ki je skoraj izginil.

Alpski dežno-snežni režim ima reka Dreta (v. p. Kraše), ki v dolgoletnem primerjalnem obdobju kaže glavni pomladanski višek, sekundarnega jeseni, primarni nižek v poletju ter sekundarnega pozimi. Pretočni količniki obdobja 1991–2000 kažejo močno povečanje jesenskega odtoka in zmanjšanje pomladanskega ter izrazitejši poletni in zimski nižek. Povečani jesenski odtok spet premakne



Slika 6. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Kraše na Dreti.

Figure 6. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Kraše on the Dreta.



Slika 7. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Kokra na Kokri.

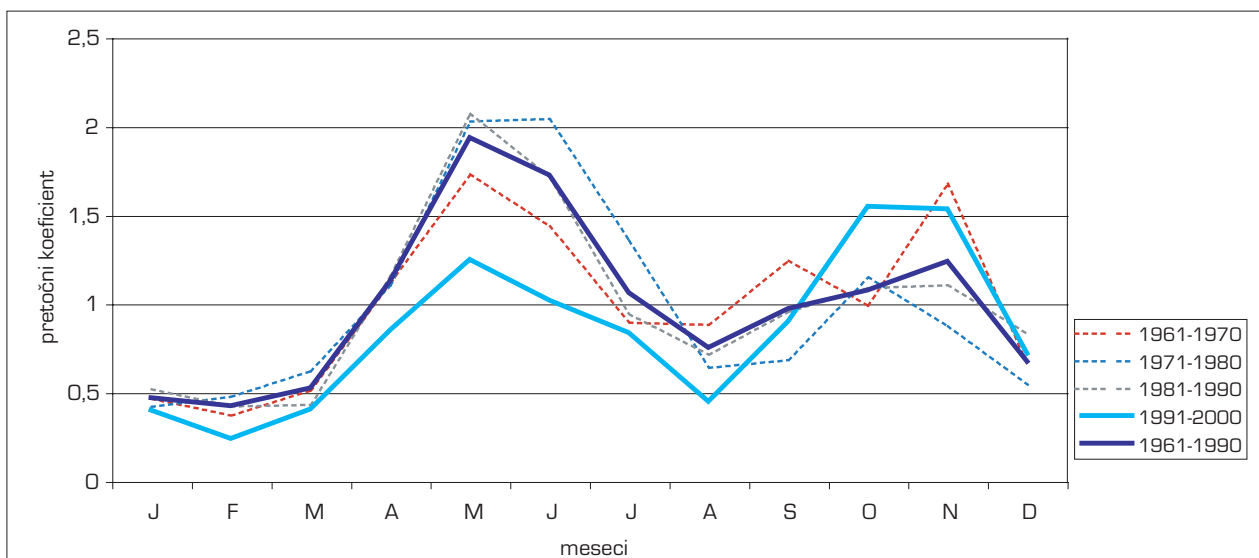
Figure 7. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Kokra on the Kokra.

primarni višek iz pomladi v jesen, manjši pomladanski pretoki pa imajo za posledico tudi manj izrazit sekundarni višek. Nižka časovno nista premaknjena, vendar sta ekstremnejša (nižja).

Alpski sredogorski snežno-dežni režim ima reka Kokra na vodomerni postaji Kokra s primarnim pomladanskim viškom kot posledico taljenja snega po hribih in pomladanskega deževja, sekundarnim pa jeseni kot posledica součinkovanja zadržka padavin v višjih predelih ter dežja po sredogorju. Nižka pozimi in poleti sta zelo izenačena, primarni pa je pozimi. Tudi tu se v obdobju 1991–2000 spet kaže izrazit primarni višek jeseni ter sekundarni od pomladi do poletja. Primarni nižek je zimski, sekundarni pa poletni. V zadnjem obdobju se je zgodil premik in povečanje primarnega viška v jesen, zmanjšanje pomladanskih pretokov in zmanjšanje obeh nižkov.

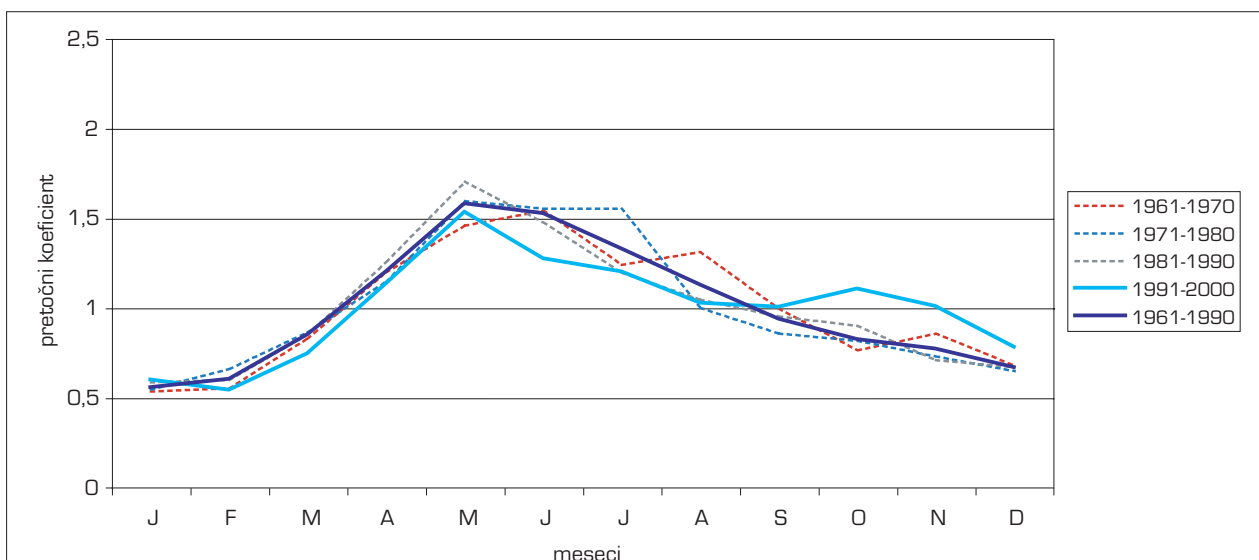
Alpski visokogorski snežno-dežni režim izkazuje reka Soča v zgornjem toku (v. p. Kršovec) s primarnim viškom v pozni pomladi ter sekundarnim v pozni jeseni. Glavni nižek je posledica snežnega zadržka pozimi, drugotnega pa imamo poleti. V obdobju 1991–2000 je primarni višek ponovno jeseni, sekundarni pa v pozni pomladi. Pri nižkih ostaja primarni pozimi, sekundarni pa v poletju. Vidimo, da se je tudi tu povečal jesenski odtok, zmanjšal pa se je pomladanski, pa tudi oba nižka sta postala izrazitejša. Opazno je tudi zmanjšanje pretokov od januarja pa do septembra.

Alpski snežni režim je enostavni režim z viškom v pozni pomladi ter nižkom pozimi. Značilen je za reki Muro in Dravo, katerih povirja segajo v visokogorski svet centralnih Alp. Obdobje 1991–2000 je na pretoku Mure (v. p. Petanjci) pustilo sled jesenskega deževja, ki



Slika 8. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Kršovec na Soči.

Figure 8. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Kršovec on the Soča.



Slika 9. Pretočni režimi po posameznih dekadah in v referenčnem obdobju 1961–90 na vodomerni postaji Petanjski na Muri.

Figure 9. River flow regimes in individual decades and in the reference period 1961-90 in Petanjski on the Mura.

kaže kompleksen pretočni režim z glavnim viškom v pozni pomladi, ki še vedno odraža vpliv snežne retinence v visokogorju, in sekundarnim viškom v zgodnji jeseni, ki je posledica zlasti spremembe tipa padavin (Braun, 2002). Mura kaže tako kompleksnejši tip pretočnega režima. Še vedno ostaja primarni pomladanski višek v enaki veličini, dobili pa smo manjši jesenski sekundarni višek, ki razmeji tudi oba nižka, primarnega zimskega in povprečnega poletnega.

Sintezni pregled sprememb pretočnih režimov

Pregled izvedene analize pretočnih režimov slovenskih rek na izbranih vodomernih postajah, razen Mure, ki ima zaledje

v centralnih Alpah, nam pokaže naslednje skupne značilnosti in spremembe odtokov rek v dekadah 1961–2000.

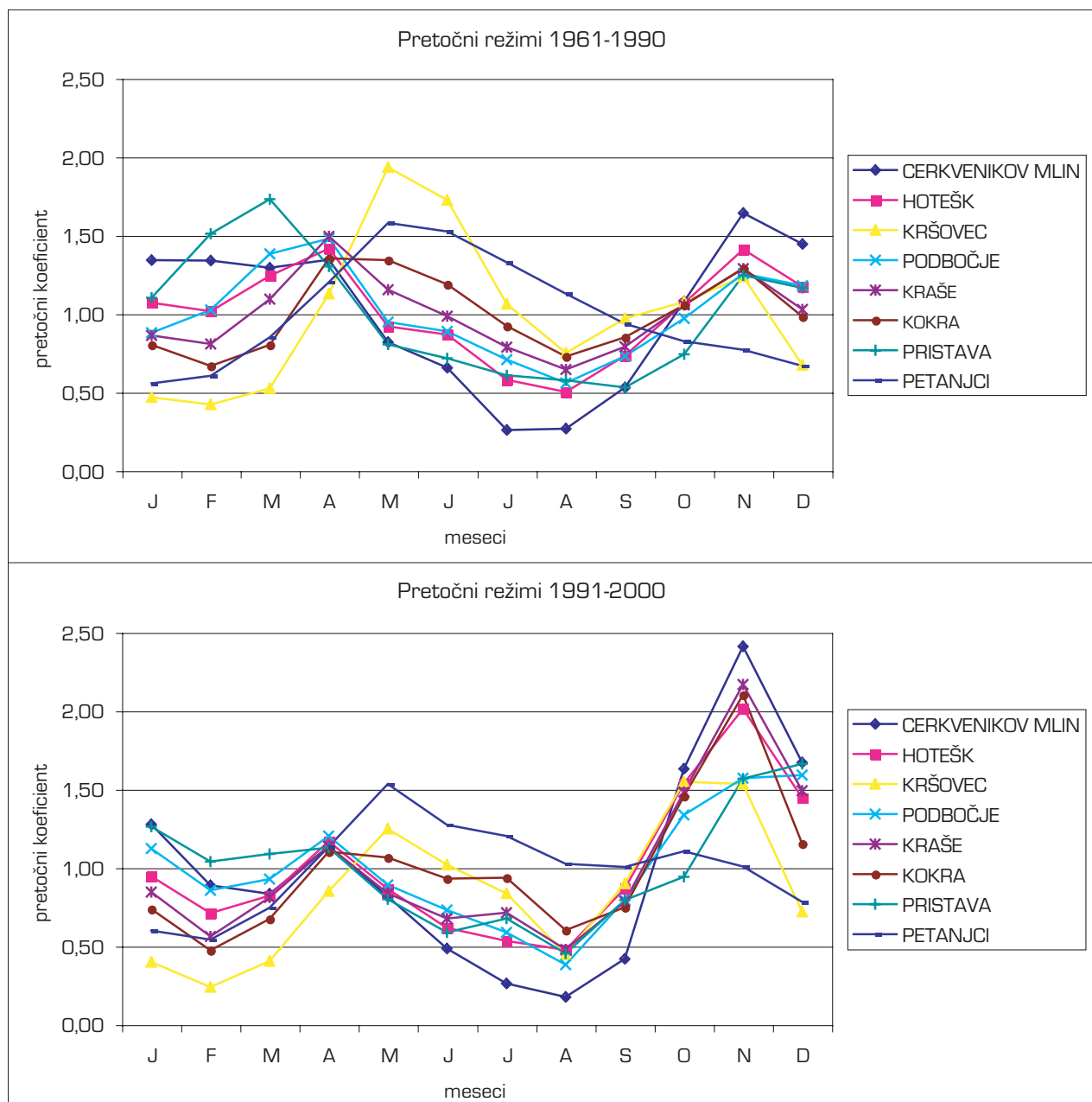
Povečanje pretočnega količnika jeseni. Delež vode v rekah, ki odteče v poznih jesenskih mesecih, se je v primerjavi z letnim povprečjem kot z referenčnim obdobjem 1961–90 opazno povečal na vseh postajah, manjši porast pa je opazen tudi na Muri. Vzroke lahko najdemo v povečani mediteranskosti podnebja. Globalno opažanje dvigovanja povprečnih temperatur zraka posledično vpliva na tip padavin. Če je v obdobju pred letom 1990 padel v zaledju postaj v glavnem sneg, danes v pozni jeseni oziroma zgodnji zimi pada v glavnem dež, katerega voda pa ne ostane zadržana v obliki snega, temveč lahko nezadržno odteče. Sprememba tipa padavin v pozni jeseni in pozimi povzroča tudi manjši delež snežnice v odtokih pomladanskih mesecev.

Sprememba primarnega viška. Povečanje jesenskega pretočnega količnika kaže na vseh izbranih lokacijah primarni pretočni višek, kar je pričakovati tudi v prihodnje.

Zmanjšanje pozno zimskih in pomladanskih količin vode in hkrati manjši pretočni količniki vse do konca poletja. Tanjšanje snežne odeje ter sprememba razporeditve padavin kaže v povprečju manjši delež pretoka vse od januarja do avgusta, ponekod celo do septembra. Najopaznejše znižanje je opaziti konec zime oziroma v začetku pomladi zaradi manjšega vpliva snežne retinence; v preostalem delu leta »zmanjšanih« odtokov pa ne smemo prezreti mogočega vpliva manjših zalog podtalnice in podzemnih voda ter evapotranspiracije.

Mura. Pri Muri vidimo, da se njen pretočni režim ni bistveno spremenil, vseeno pa opazimo sekundarni višek jeseni, kar je posledica že zgoraj omenjenih višanj temperatur. Pri Muri sprememba kaže, da lahko višje vode Mure (in Drave) lahko zdaj pričakujemo tudi v jesenskem delu leta.

Analiza pretokov izbranih vodomernih postaj nam prikaže grobo sliko spreminjanja pretočnih režimov, za natančnejši pogled pa bi potrebovali bolj poglobljeno analizo samih virov podatkov in tudi mreže in metodologije. Kljub omenjenim omejitvam lahko na podlagi dosedanjih raziskav pretočnih režimov po letu 1990 reke Save in porečja zgornje Savinje ter tu predstavljene analize damo dovolj dobro sliko stanja in sprememb pretočnih režimov v Sloveniji.



Slika 10. Pretočni režimi izbranih postaj v obeh obdobjih. Zgornji graf prikazuje obdobje 1961–90, spodnji pa obdobje 1991–2000.

Figure 10. River flow regimes of all the stations in both main periods. Above is the period 1961–90, and below the period 1991–2000.

Sklepne misli

Iz priloženih slik pretočnih režimov vidimo, da nekatere dekade v referenčnem obdobju 1961–1990 odstopajo od povprečnega pretočnega režima, vendar nobena v taki meri kot dekada 1991–2000. Naslednja presenetljiva ugotovitev je, da so si pretočni režimi rek, ki so imele v referenčnem obdobju zelo različne tipe režimov, v obdobju 1991–2000 postali med seboj zelo podobni. Sklepamo lahko, da je prišlo tudi do spremembe letne razporeditve padavin ter spremenjenega vpliva evapotranspiracije. Manj padavin v obliki snega v pozni jeseni in pozimi ima za posledico po vsej Sloveniji, razen na Muri, višji (v obdobju 1991–2000) primarni jesenski višek vode in močno zmanjšan pomladanski višek vode. Količina vode spomladi je tudi posledica snežne retence, ki pa ima brez zalog snega vedno manjši vpliv na pretoke rek.

Suše in manjši pretoki rek pa posredno vplivajo tudi na oskrbo s pitno vodo. Večino naše pitne vode črpamo iz aluvialnih vodonosnikov, ki jih napajajo naše reke. V obdobjih nizkega vodnega stanja se zlasti ob poletnih in zimskih sušah vodonosniki napajajo skoraj izključno z rečno vodo.

Manj vode v rekah tako pomeni tudi manjše zatekanje rek v vodonosnike in s tem manjše polnjenje podtalnice.

Analiza reprezentativnih lokacij nam kaže nova gibanja in vplive pretokov rek na družbo in naravo. Spremembe količine vode in njene drugačne razporeditve postajajo vse vidnejše. Kot glavni spoznanji sprememb, ki so se pokazale v zadnjem desetletju, se kaže večja verjetnost jesenskih visokih voda v vsej Sloveniji (razen Mure in Drave) ter zmanjšanje količin vode v rekah, vse od začetka leta pa do poznega poletja. In vzroki? Ostaja dilema, ali lahko v tako kratkem obdobju res opazimo spremembe v podnebnih značilnostih ali to zgolj kaže naravne variabilnosti geografskega okolja? V vodnati Sloveniji opazamo vplive, ki jih raziskovalci podnebnih sprememb navajajo tudi na svetovni ravni: višanje temperatur in spremembe padavinskega režima na naših rekah in potokih. Spremembe, pa naj bodo antropogene ali naravne, so opazne in hitrejše, kot smo predvidevali. V vsakem primeru bo treba spremeniti tudi mišljenje o vodi kot naravni dobrini, ki je ni vedno dovolj, hkrati pa se zavedati, da tudi tiha reka bregove dere.



Slika 11. Manjše snežne zaloge manjšajo pomladanske in zgodnje poletne pretoke naših visokogorskih voda. Na sliki najvišji slovenski slap Čedca (foto: Peter Frantar)

Figure 11. Smaller snow retention causes a lower flow in Slovenian highmountain streams in spring and early summer. The photo shows the highest Slovenian waterfall, Čedca (photo: Peter Frantar)

Viri in literatura

1. ARSO – Agencija RS za okolje, 2004 a. Kataster vodomernih postaj. Ljubljana.
2. ARSO – Agencija RS za okolje, 2004 b. Sistem za shranjevanje in obdelavo hidroloških podatkov. Ljubljana.
3. ARSO – Agencija RS za okolje, 2004 c. Sistem za shranjevanje meteoroloških podatkov – METKON. Ljubljana.
4. Pristov, J., 1987. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije 40 let. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana.
5. Hrvatin, M., 1998. Pretočni režimi v Sloveniji. Geografski zbornik 38 (1998), str. 59–87. Ljubljana.
6. Frantar, P., 2003. Pretočni režimi na reki Savi in njihove spremembe med obdobjem 1961–90 in 1991–2000. 14. Mišičev vodarski dan (str. 133–141), Maribor.
7. Frantar, P., 2004. Hidrogeografija Šaleške in Zgornjesavinjske doline. XIX. zborovanje slovenskih geografov, Velenje 2004. Prijavljen članek.
8. Kolbezen, M., Pristov, J., 1998. Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Ministrstvo za okolje in prostor, Hidrometeorološki zavod RS, Ljubljana.
9. Streamflow: Hydrologic resource monitoring parameters. Medmrežje: www.aqd.nps.gov/grd/geology/monitoring/surface_water_quality.pdf [10/7/2003].
10. Krasovskaia, I., 2000. River Flow Regimes. Medmrežje: <http://www.geofysikk.uio.no/>
11. ENGELSK/HYDRO/GF246/RF_Regimes.pdf [2/7/2003].
12. Braun, L. N., 2002. Das Wasser der Alpen: Hydrologische Empfindlichkeit der Alpenregion gegenüber einer Klimaveränderung. Der Klimawandel und die Auswirkungen auf den Alpenraum, Tagung der Nationalparkakademie Hohe Tauern vom 11.–12. April 2002 in Neukirchen. Neukirchen, Austria.
13. Nadbath, M., 1999. Triglavski ledenik in spremembe podnebja. Ujma, Uprava RS za zaščito in reševanje, Letnik 13, str. 24–29.
14. Nadbath, M., 2002. Climate variation – Poster, Agencija RS za okolje.
15. Plut, D., 2000. Geografija vodnih virov. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, Ljubljana.
16. Ilešič, S., 1947. Rečni režimi v Jugoslaviji. Geografski vestnik 19 (1947), str. 71–110. Ljubljana.
17. Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C. A., 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge, Cambridge University Press. Medmrežje: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/ [21/2/2003]
18. Newmarch, D., 2003. The use of hydrological data in Reserve determinations – importance and difficulties. Medmrežje: damian.rucus.net/week%2013.doc [2/9/2003]
19. Braun, L. N., 2002. Das Wasser der Alpen: Hydrologische Empfindlichkeit der Alpenregion gegenüber einer Klimaveränderung. Der Klimawandel und die Auswirkungen auf den Alpenraum, Tagung der Nationalparkakademie Hohe Tauern vom 11.–12. April 2002 in Neukirchen. Neukirchen.