

# TRENDI VELIKIH IN MALIH PRETOKOV REK V SLOVENIJI

## Trends in high and low river flows in Slovenia

Jože Uhan\* UDK 556.16:556.342(497.4)

Povzetek Abstract

Rezultati nedavnih analiz Centra za svetovne podatke o pretokih rek (GRDC) iz Koblenza v Nemčiji, ki so bile opravljene na časovnih vrstah podatkov o hidroloških ekstremih tudi nekaterih slovenskih rek, kažejo na upadajoči trend največjih pretokov le za reko Krko v Podbočju. Na tej vodomerni postaji Agencije RS za okolje so srednje veliki poplavni dogodki vse manj pogosti in manj izraziti, prav tako pa so manj pogosti tudi ekstremni poplavni dogodki. Pri nizkih pretokih Krke pri Podbočju trend statistično še ni značilen.

Results of recent analyses of a time series of hydrological extremes of some Slovenian rivers carried out by Global Runoff Data Centre (GRDC) in Koblenz, Germany show a falling trend of maximum discharge only for the Krka River at Podbočje. Both mean high water floods and extreme flood events are less frequent and pronounced at this gauging station run by the Environmental Agency of the Republic of Slovenia. The trend of low discharges at the same station is not statistically significant.

### Uvod

Pri analizi povprečnih letnih pretokov slovenskih rek, ki je bila v preteklih letih opravljena na Agenciji RS za okolje, je bil statistično značilen regionalni trend odkrit predvsem pri pretokih rek v severozahodnem alpskem delu Slovenije (Uhan, 2002; Frantar in Uhan, 2003; Uhan in sod., 2006). Povprečni letni odtok se na tem območju v zadnjih petdesetih letih zmanjšuje. Pri analizi ekstremov ni bila ugotovljena statistična značilnost regionalne ocene trendov pretokov.

Velike evropske poplave in suše v zadnjem desetletju so pospešeno izzvale vprašanje o povezanosti ekstremnih hidroloških dogodkov s podnebnimi spremembami. Zaradi tega je GRDC izvedel hidrološke statistične analize na 195 časovnih vrstah povprečnih dnevni pretokov rek z vseh celin. V analizo so bili vključeni tudi podatki državnega hidrološkega spremljanja (Hidrološki arhiv Agencije RS za okolje) na petih vodomernih postajah slovenskih rek (Kundzewicz in sod., 2004). V ožjo izbiro enainvajsetih vodomernih postaj za nadaljevanje poglobljenih analiz se je uvrstila vodomerna postaja Podbočje na Krki (Svensson in sod., 2004).

### Analiza največjih letnih pretokov Save, Krke, Ljubljanice, Mure in Soče

Za analizo največjih letnih pretokov so bili izmed več kakor tisoč razpoložljivih časovnih vrst podatkov na GRDC izbrani hidrološki podatki o povprečnih dnevni pretokih s 195 vodomernih postaj. Izbira je temeljila na merilih zadostne dolžine podatkovnega niza, njegovi zanesljivosti in zveznosti, majhnemu prispevnemu območju vodomerne postaje in primerni geografski razporejenosti. Za Slovenijo so bili v analizo vključeni podatki o povprečnih dnevni pretokih Krke v Podbočju od leta 1933, Save v Radovljici in Soče v Solkanu od leta 1945 ter Ljubljanice v Mostah in Mure v Gornji Radgoni od leta 1946.

Analiza 195 postaj je odkrila 27 statistično značilnih naraščajočih trendov in 31 padajočih trendov. Med vodomernimi postajami s statistično značilnim padajočim trendom je bila tudi vodomerna postaja Podbočje ob Krki. Pri večini (137) časovnih vrst z upoštevanjem desetodstotne ravni zaupanja statistična analiza ni zaznala nobenih značilnih sprememb. V to skupino so se uvrstile tudi druge štiri analizirane časovne vrste podatkov o pretokih slovenskih rek.

Analiza največjih letnih pretokov v svetovnem merilu tako ni potrdila hipoteze o vsesplošnem svetovnem naraščajočem trendu visokih pretokov. Zaradi vpliva vrste različnih lokalnih, regionalnih in hemisfernih podnebnih dejavnikov na ekstremne pretoke rek je potrebna previdnost pri interpretiranju rezultatov tovrstne analize. Zaradi tega so se v GRDC odločili za poglobljeno statistično analizo indeksov velikih in tudi malih pretokov

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

na izbranih vodomernih postajah z odkritim statistično značilnim trendom največjih letnih pretokov na časovnih vrstah dnevnih povprečij pretokov.

## Analiza indeksov velikih in malih pretokov Krke v Podbočju

GRDC je med 21 postajami z dnevnimi povprečnimi vrednostmi pretokov izbrala tudi vodomerno postajo Podbočje ob Krki (slika 1), ki stoji na 78 kilometru reke in ima 2238 km<sup>2</sup> veliko zaledje. Podatki o vodostajih in pretokih Krke (slika 2) se na tej lokaciji zbirajo že od leta 1933. Analizo trenda so za to vodomerno postajo opravili na časovni vrsti največjih pretokov v letu, izbranih iz dnevnih povprečnih vrednosti (Qvp). Poleg tega so bili iz časovne vrste izvornih podatkov izpeljani še nekateri indeksi hidroloških ekstremov, kakor so indeks izrazitosti (POT3-mag.) in pogostosti (POT3-freq.) srednje visokih voda ter indeks najmanjših sedemdnevnih pretokov (Qmin-7d). Omenjeni indeksi, kakor so jih v analizo trendov hidroloških ekstremov uvedli Robson in Reed (1999) ter Gustard s sodelavci (1992), predstavljajo vrednosti, ki v letu presegajo izbrani količinski ali časovni prag.

Časovna vrsta hidroloških podatkov in izbranih indeksov Krke pri Podbočju ima značilne upadajoče trende za največje pretoke v letu (Qvp), za indeks jakosti (POT3-mag.) in pogostosti (POT3-freq.) povprečnih poplavnih dogodkov. Upadajoč trend je ugotovljen tudi pri analizi pogostosti ekstremnih poplavnih dogodkov Krke pri Podbočju. Pri nizkih pretokih (Qmin-7d) pa ni odkrite statistične značilnosti (slika 3).



Slika 1. Vodomerna postaja Podbočje ob Krki (foto: M. Bat)

Figure 1. Podbočje gauging station on the Krka river (photo: M. Bat)

Analiza 21-ih časovnih serij dnevnih srednjih pretokov rek na različnih celinah kaže na dobro ujemanje rezultatov analize podatkov sedemdnevnih in tridesetdnevnih nizkih pretokov. Zaznane so bile razlike med rezultati analiz podatkov o intenzivnosti in pogostosti visokih voda. Analiza ni odkrila značilnih pokazateljev intenzivnejšega hidrološkega cikla, ki bi se izražal s povečanjem poplav in suš.



Slika 2. Reka Krka pri vodomerni postaji Podbočje poleti 2003 (foto: J. Uhan).

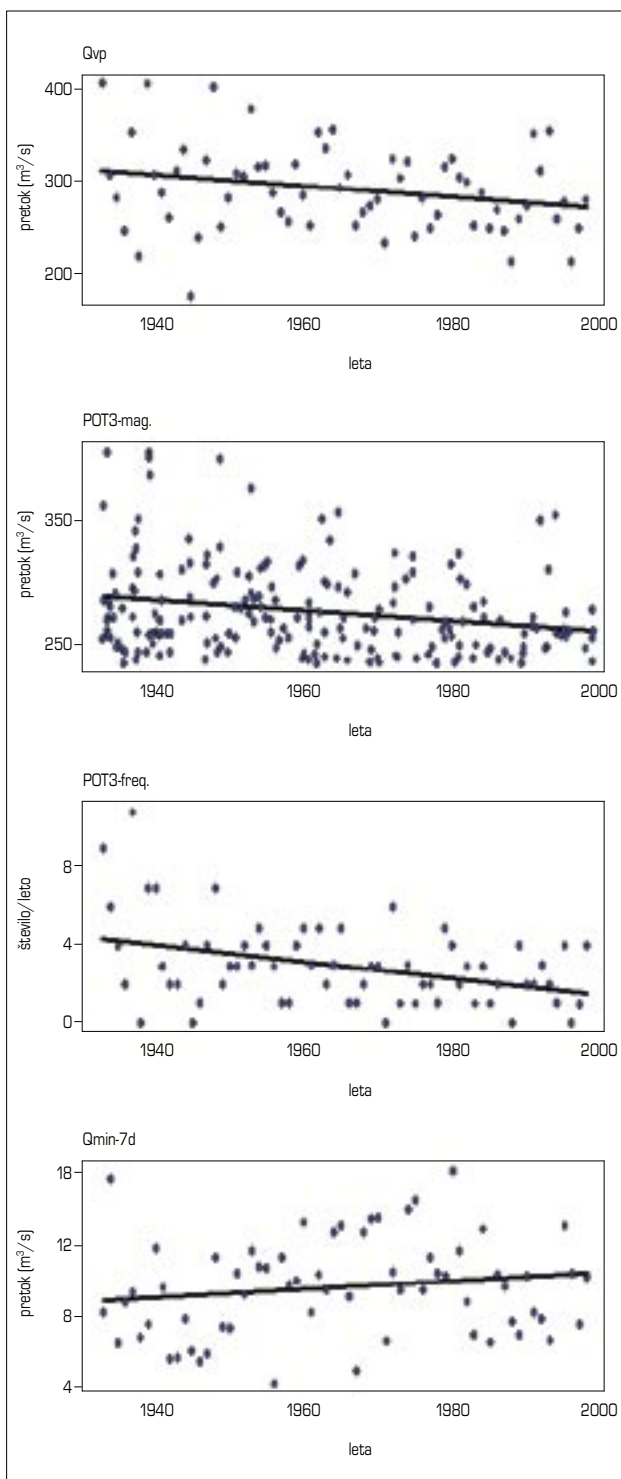
Figure 2. The Krka river near Podbočje gauging station in summer 2003 (photo: J. Uhan)

## Sklepne misli

Analize trendov pretokov rek v okviru projekta GRDC so nakazale zahtevnost interpretacije rezultatov tovrstnih analiz, kjer je nujno poznavanje sprememb v rabi prostora, zgodovini umeščanja vodnih zadrževalnikov in drugih lokalnih posegov. Hipoteza o vsesplošnem svetovnem naraščajočem trendu visokih pretokov ni bila potrjena. Z nekaterimi posplošitvami lahko zaznamo pozitivne trende visokih voda v severni Skandinaviji, v osrednji Evropi pa lahko odkrijemo pozitivne in negativne statistično značilne trende ekstremnih pretokov. Na izbranih slovenskih vodomernih postajah je bil statistično značilno ugotovljen padajoči trend podatkov o visokih pretokih Krke. Nedvomno pa je treba tovrstno ugotavljanje sprememb delov hidrološkega cikla, tudi zaradi podnebne spremembe, nadaljevati in razširiti na časovne nize vseh referenčnih vodomernih postaj Agencije RS za okolje. Rezultati tovrstnih analiz naj bi bili ena od nujnih strokovnih podlag ukrepov s poudarkom na hidroloških ekstremih, ki jih bodo prinašali novi načrti upravljanja z vodami v Sloveniji.

## Viri in literatura

1. Frantar, P., Uhan, J., 2003. Trendi pretokov voda v Triglavskem narodnem parku. V: Komac, Blaž (ur.). Triglavski narodni park?: znanstveni in strokovni posvet, Prešernova dvorana SAZU, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, str: 13, Ljubljana.
2. Gustard, A, Bullock, A., Dixon, J.M., 1992. Low flow estimation in the United Kingdom. Report No. 108, Institute of Hydrology, Wallingford.
3. Hidrološki arhiv Agencije Republike Slovenije za okolje.
4. Kundzewicz, Z. W., Graczyk, D., Maurer, T., Przymusińska, I., Radziejewski, M., Svensson, C., Szwed, M., 2004. Detection of change in world-wide hydrological time series of maximum annual flow. GRDC Report 32.
5. Robson, A, Reed, D., 1999. Flood Estimation Handbook Volume 3: Statistical procedures for flood frequency estimation. Institute of Hydrology, Wallingford.
6. Svensson, C., Kundzewicz, Z. W., Maurer, T., 2004. Trends in flood and low flow series. GRDC Report 33.
7. Uhan, J., 2002. Spremenljivost hidroloških ekstremov. V: Ušeničnik, Bojan (ur.). Nesreče in varstvo pred njimi, Uprava RS za zaščito in reševanje Ministrstva za obrambo, 252–255, Ljubljana.
8. Uhan, J., Ulaga, F., Frantar, P., Sušnik, M., 2006, Trends of the annual mean river discharges in Slovenia, Poster, 23rd Conference of the Danube countries on the hydrological forecasting and hydrological bases of water management, Beograd.



Slika 3. Trend največjih pretokov v letu – dnevno povprečje (Qvp), indeksa izrazitosti (POT3-mag.) in pogostosti (POT3-freq.) srednje visokih voda ter indeks najmanjših letnih sedemdnevni povprečnih pretokov (Qmin-7d).

Figure 3. Trend of highest annual discharge – daily average (Qvp), peak-over-threshold magnitude (POT3-mag.), peak-over-threshold frequency (POT3-freq.) and annual minimum 7-day mean river flow (Qmin-7d).