

Naslov članka/Article:

Vpliv podnebnih sprememb na oskrbo z vodo v slovenski Istri

Climate change impact on water supply in Slovene Istria

Avtor/Author:

dr. Gregor Kovačič, dr. Valentina Brečko Grubar

<https://doi.org/10.59132/geo/2019/3/35-41>

CC licenca



Priznanje avtorstva-Nekomercialno-Brez predelav



Geografija v šoli 3/2019, letnik 27

ISSN 1318-4717

Izdal in založil: Zavod Republike Slovenije za šolstvo
Kraj in leto izdaje: Ljubljana, 2019

Spletna stran revije:

<https://www.zrss.si/strokovne-revije/geografija-v-soli/>

Vpliv podnebnih sprememb na oskrbo z vodo v slovenski Istri

Climate change impact on water supply in Slovene Istria



Dr. Gregor Kovačič

Oddelek za geografijo,
Fakulteta za humanistične
študije,
Univerza na Primorskem
gregor.kovacic@fhs.upr.si



**Dr. Valentina
Brečko Grubar**

Oddelek za geografijo,
Fakulteta za humanistične
študije,
Univerza na Primorskem
valentina.brecko.grubar@fhs.
upr.si
COBISS: 1.01

Izvleček

Slovenija velja za bogato z vodnimi viri, kar pa ne velja za slovensko Istro. Njeni prebivalci in drugi uporabniki, med katerimi so tudi številni turisti, se večinoma oskrbujejo iz enega vodnega vira, to je kraški izvir Rižane. Ta s svojim pretokom večino leta zadostuje potrebam, v sušnih poletjih pa vode primanjkuje. Rižana ima namreč dežni rečni režim z najmanjšimi pretoki od julija do septembra. Hidrološki podatki kažejo, da se pretoki zmanjšujejo, kar je posledica podnebnih sprememb. Znižujejo se namreč višine padavin, zvišujejo pa se temperature zraka, ki povečujejo izhlapevanje, ob tem pa se zmanjšuje vodni odtok. V prihodnje bodo zato razpoložljive količine vode še manjše in na območju bo pogosteje prihajalo do težav pri oskrbi s pitno vodo. Vode pa bo primanjkovalo tudi za kmetijstvo, saj bo pridelava v večji meri odvisna od namakanja.

Ključne besede: podnebne spremembe, temperatura zraka, padavine, vodni odtok, pretok, oskrba z vodo, reka Rižana, slovenska Istra

Abstract

Slovenia is rich in water resources which, however, does not imply to Slovene Istria. Its inhabitants and other users, including many tourists, are mostly supplied from one water source, the Rižana karst spring. With its discharge, it suffices the water demand in the region for most of the year. However, in dry summers, the amount of available water is deficient. The Rižana River has rain river regime with minimal discharges from July to September. Hydrological data show decreasing of discharges as a result of climate change. Namely, the precipitation amount is decreasing and air temperatures are increasing, causing also the increasing of evapotranspiration. The overall result is a decrease of water runoff in the region. In the future, the available quantities of water will be much smaller and in the region more problems with drinking water supply is expected. Water will also be lacking in agriculture, as production will mostly depend on irrigation.

Keywords: climate change, air temperature, precipitation, water runoff, discharge, water supply, the Rižana river, Slovene Istria

Uvod

Podnebne spremembe, katerih posledice so spreminjanje višine in letne razporeditve padavin, porast temperatur zraka in pogostejši izjemni vremenski pojavi, kot so vročinski valovi, dolgotrajne suše, poplave itd., ogrožajo vedno več prebivalcev našega planeta, tako neposredno kot tudi posredno. Človekove dejavnosti prek vode, ki je ena od osnovnih naravnih dobrin,

pomembno vplivajo na naravno okolje. Posledice že občutimo tudi prebivalci Slovenije, kjer je kmetijska pridelava vedno bolj ogrožena zaradi pomanjkanja vode v prsti, nekatera območja pa se srečujejo tudi z opaznim zmanjševanjem izdatnosti vodnih virov. Med njimi je tudi slovenska Istra. Upoštevajoč napovedi modelov, bodo naravne razmere za vodne vire in obalna območja v prihodnje še bolj neugodne.

V sušnih poletjih, ko izvir presahne, mora Rižanski vodovod del načrpane vode vračati v strugo in zagotavljati tako imenovani ekološko sprejemljivi pretok, da se ohranja življenje v reki.

V prispevku obravnavamo vpliv podnebnih sprememb na vodni odtok v slovenski Istri ter odstiramo težave, s katerimi se bo v prihodnje soočala slovenska Istra zaradi zmanjšanega vodnega odtoka. Za ugotavljanje dolgoročnih sprememb vremenskih (letna višina padavin, povprečna letna temperatura zraka, letna višina izhlapevanja) in hidroloških spremenljivk (povprečni letni pretok) smo uporabili razpoložljive podatke, dostopne na spletni strani Agencije Republike Slovenije za okolje (v nadaljevanju ARSO; Podatki o karakterističnih ... 2019; Podatki o mesečnih ... 2019; Podatki o povprečnih letnih ... 2019). Podatke smo statistično obdelali, dolgoročno gibanje vrednosti vremenskih in hidroloških spremenljivk ter odklone od dolgoletnega povprečja prikazali z ustreznimi grafikoni ter izračunali dolgoročne spremembe (trende) posameznih spremenljivk.

Oskrba z vodo v slovenski Istri

V preteklosti so se prebivalci slovenske Istre z vodo oskrbovali iz številnih manjših izvirov, zbirali so dežnico v lokvah in rezervoarjih (štirnah), vodo so morali zelo varčno uporabljati in ob sušah prinašati iz oddaljenih virov (Bricelj in Brancelj, 1990). V tridesetih letih 20. stoletja je bilo zgrajeno zajetje na kraškem izviru Rižane in vodovod, ki je najprej oskrboval prebivalce

mest in bližnjega zaledja, po izgradnji tako imenovanega višinskega vodovoda pa tudi v asi v gričevju Koprskih brd. Za oskrbo s pitno vodo v občinah Koper, Izola, Piran in Ankaran skrbi podjetje Rižanski vodovod, ki okoli 80 % potrebne vode še vedno dobi z zajemom Rižane. Poleg zajetja izvira (Slika 1) sta bili zgrajeni še črpališči v njegovem neposrednem zaledju, ki omogočata večji odvzem podzemne vode. Za nemoteno oskrbo potrebujejo okoli 8 milijonov m³ letno oziroma okoli 22.000 m³ dnevno. Potrebe po vodi pa se tekom leta precej spreminjajo in so največje v poletnem obdobju, ko je poraba vode že sicer večja, v obalnih občinah pa še dodatno zaradi turizma. Rižanski vodovod oskrbuje okoli 90.000 prebivalcev, v času poletne turistične sezone pa več kot 130.000 ljudi. Poraba vode se je po letu 1990 ustalila in se v primerjavi z osemdesetimi leti 20. stoletja, ko je bila največja, zmanjšala. Razlogi za to so manjša raba vode v proizvodnih dejavnostih, ko so podjetja z veliko porabo propadla, zmanjšale so se izgube v vodovodnem omrežju, na bolj varčno rabo v gospodinjstvih pa naj bi vplivala tudi višja cena vode. V povprečju je uporabnikom dobavljene okoli 6 milijonov m³ pitne vode ali 42 m³ na prebivalca letno. Povprečna dnevna poraba pa je 115 l na osebo (Rižanski vodovod 2019), kar je malo manj od slovenskega povprečja (Količina porabljene ... 2019).



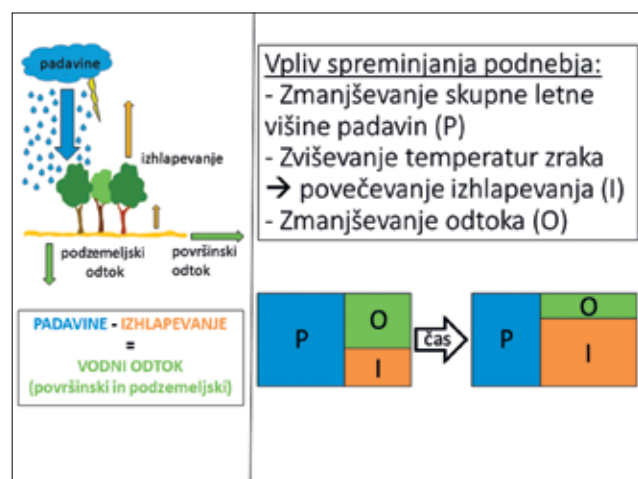
Slika 1: Zajetje Rižanskega vodovoda na izviru Rižane

Da zagotovi potrebne količine vode, Rižanski vodovod v povprečju odvzame 240 l/s (Hočevnar in sodelavci 2010). V sušnih poletjih, ko izvir presahne, mora Rižanski vodovod del načrpane vode vračati v strugo in zagotavljati tako imenovani ekološko sprejemljivi pretok, da se ohranja življenje v reki. Za oskrbo s pitno vodo pa mora vodo kupovati pri sosednjih vodovodih. Od leta 1970 del potrebne vode dobi iz vodnega vira Gradole, s katerim upravlja Istrski vodovod Buzet (Hrvaška), po dogovoru lahko dobi do 150 l/s. Od leta 1994 pa vodo (do 135 l/s) dobavlja tudi iz Kraškega vodovoda Sežana, ki se oskrbuje iz vrtine Klariči na Krasu. Iz teh virov v kritično sušnih razmerah in ob največji porabi dobi tudi do tri četrtine potrebne vode (Kryžanowsky in Žigon, 2012).

Vodni odtok pojasnimo s členi vodne bilance

Členi poenostavljene vodne bilance so padavine, izhlapevanje in vodni odtok (Slika 2). Vodni odtok (površinski in podzemeljski) dobimo, če od izmerjene višine padavin odštejemo izhlapevanje. Izhlapevanje zajema tako prehajanje vode v obliki vodne pare z zemeljskega površja ali vodne površine v ozračje – proces imenujemo evaporacija – kot prehajanje vode v obliki vodne pare z dihanjem rastlin v ozračje – proces imenujemo transpiracija. Višje, ko so padavine, in nižje, ko je izhlapevanje, večji je vodni odtok. Vse spremenljivke prikažemo v milimetrih.

Podatke o višini padavin beležijo klimatološke in padavinske postaje, slednjih je v Sloveniji veliko in ARSO razpolaga z velikim številom podatkov o srednjih letnih višinah padavin.



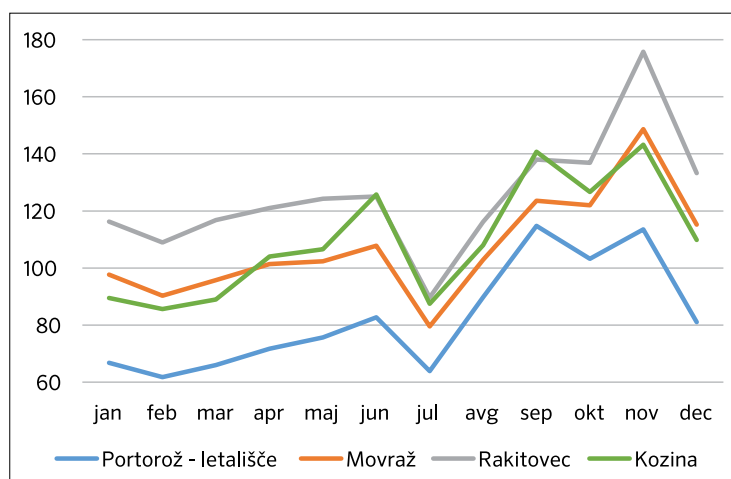
Slika 2: Poenostavljena enačba vodne bilance in vpliv spreminjanja podnebja na vodni odtok

Izhlapevanje merijo le na nekaj klimatoloških postajah, večinoma pa je izračunano s pomočjo modela iz več spremenljivk, kot so: vrsta rastlin in pokritost površja z rastlinjem, rastno obdobje, vlaga v prsti, vlažnost zraka, temperatura zraka, hitrost vetra, sončno obsevanje (Bat in sodelavci, 2008). Na višino izhlapelih padavin namreč vpliva več dejavnikov in je lahko že na manjšem območju zelo različno.

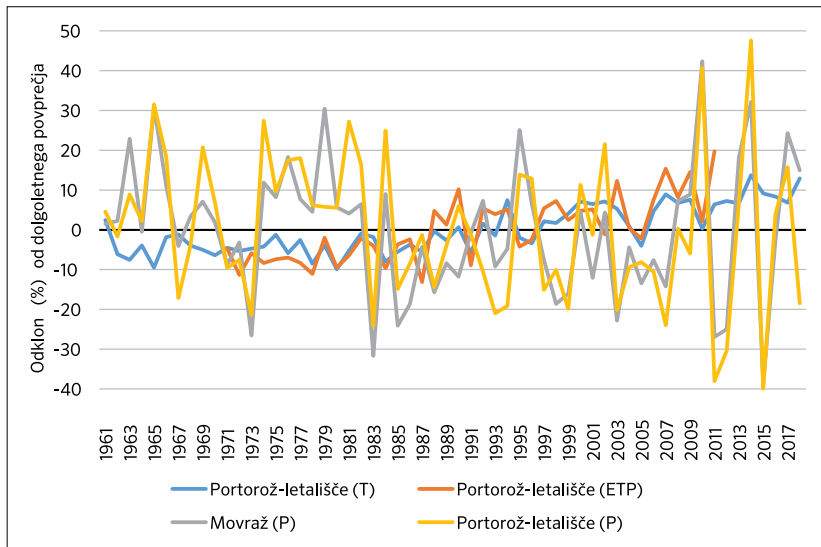
Druga možnost pri oceni vodnega odtoka je uporaba podatkov hidroloških meritev, ki na rekah beležijo vodostaj, ta pa je osnova za določitev vodnega pretoka. Količina vode v strugi na vodomerni postaji (v l/s ali m³/s) je namreč rezultat padavin, ki odtečejo, bodisi površinsko ali podzemeljsko, iz vodozbirnega zaledja, to je dela porečja, ki leži gorvodno od vodomerne postaje. V Sloveniji je delujočih 190 vodomernih postaj, na daljših rekah jih je tudi več. ARSO tudi na tem področju razpolaga s časovnimi nizi velikega števila podatkov, na temelju katerih je moč ugotavljati dolgoročne spremembe v pretokih (srednjih, nizkih in visokih) ter določiti pretočne režime.

Spreminjanje višine padavin, temperatur zraka in izhlapevanja v vodozbirnem zaledju Rižane

V vodozbirnem zaledju Rižane, ki obsega 247 km² (Rižanski vodovod, 2019), deluje več padavinskih postaj; to so Movraž, Rakitovec in Kozina, temperaturne razmere ter izhlapevanje v slovenski Istri pa so opazovani na klimatološki postaji Portorož – letališče. Podatke z omenjenih postaj smo uporabili za ugotavljanje podnebnihih sprememb, ki vplivajo tudi na oskrbo z vodo. Na klimatološki postaji Portorož – letališče je



Slika 3: Povprečne mesečne padavine (mm) na izbranih meteoroloških postajah v obdobju 1961–2018 (vir podatkov: Podatki o mesečnih ... 2019)



Slika 4: Odkloni (v %) višine padavin (P) in temperatur zraka (T) od povprečnih vrednosti za obdobje 1961–2018 ter višine izhlapevanja (ETP) od povprečnih vrednosti za obdobje 1971–2011 na izbranih postajah v slovenski Istri (vir podatkov: Podatki o mesečnih ... 2019; Podatki o povprečnih letnih ... 2019).

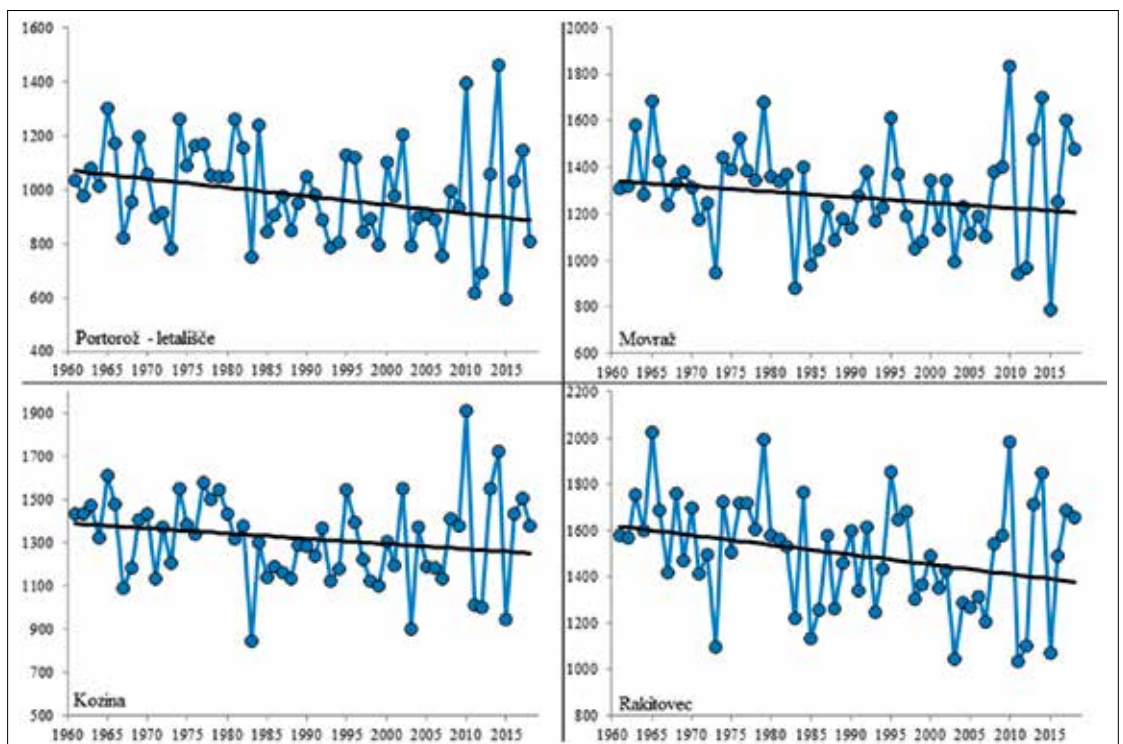
v 58-letnem obdobju 1961–2018 v povprečju letno padlo 991 mm, na padavinskih postajah Movraž 1287 mm, Rakitovec 1505 mm in Kozina 1316 mm padavin. Padavinski režim vseh postaj je zmerno sredozemski z viškom v jesenskih mesecih ter nizkoma poleti in pozimi (Slika 3). Največ povprečnih mesečnih padavin na postaji Portorož – letališče je bilo septembra, sledita november in oktober, najmanj pa februarja. Za padavinske postaje, bolj oddaljene od morja

(Movraž, Rakitovec in Kozina), so značilni izraziti prvi novembrski višek, prvi julijski nižek (izjema je Kozina) ter večja skupna letna izmerjena višina padavin.

Leta s podpovprečnimi padavinami se pogosteje pojavljajo v zadnjih tridesetih letih (Slika 4). Če so bila v šestdesetih in sedemdesetih letih 20. stoletja podpovprečna največ 3 ali 4 leta na desetletje, beležimo v zadnjem dvajsetletnem obdobju 1999–2018 od 9 (Kozina) do 13 (Portorož – letališče, Rakitovec) podpovprečno namočenih let v primerjavi z obdobjem 1961–2018 (Slika 4). Povprečni negativni odkloni letnih višin padavin od dolgoletnega povprečja se za obdobje zadnjih dvajsetih let gibljejo v razponu 0,5–6 %. To kaže na postopno zmanjševanje skupne letne višine padavin na obravnavanem območju, ki se jasno odraža tudi v padajočih trendih (dolgoročnih spremembah) letnih višin padavin, prikazanih na Sliki 5.

V obdobju 1961–2018 kažejo najbolj izrazito upadanje padavine na postaji Rakitovec (42 mm/desetletje), sledi postaja Portorož – letališče (32 mm/desetletje); obe dolgoročni spremembi zmanjševanja višine padavin sta tudi računsko zanesljivi, medtem ko je dolgoročno upadanje letne višine padavin za 24 mm/desetletje pri postajah Kozina in Movraž manj zanesljivo.

Povprečna letna temperatura zraka in s tem višina izhlapevanja v opazovanem obdobju naraščata. V zadnjih dvajsetih letih (1999–2018) so na klimatološki postaji Portorož – letališče



Slika 5: Letne višine padavin (mm) na meteoroloških postajah Portorož – letališče, Movraž, Kozina in Rakitovec s prikazanimi trendi (vir podatkov: Podatki o mesečnih ... 2019)

v primerjavi s povprečno temperaturo v obdobju 1961–2018 zabeležili kar 19 let z nadpovprečnimi vrednostmi (Slika 4).

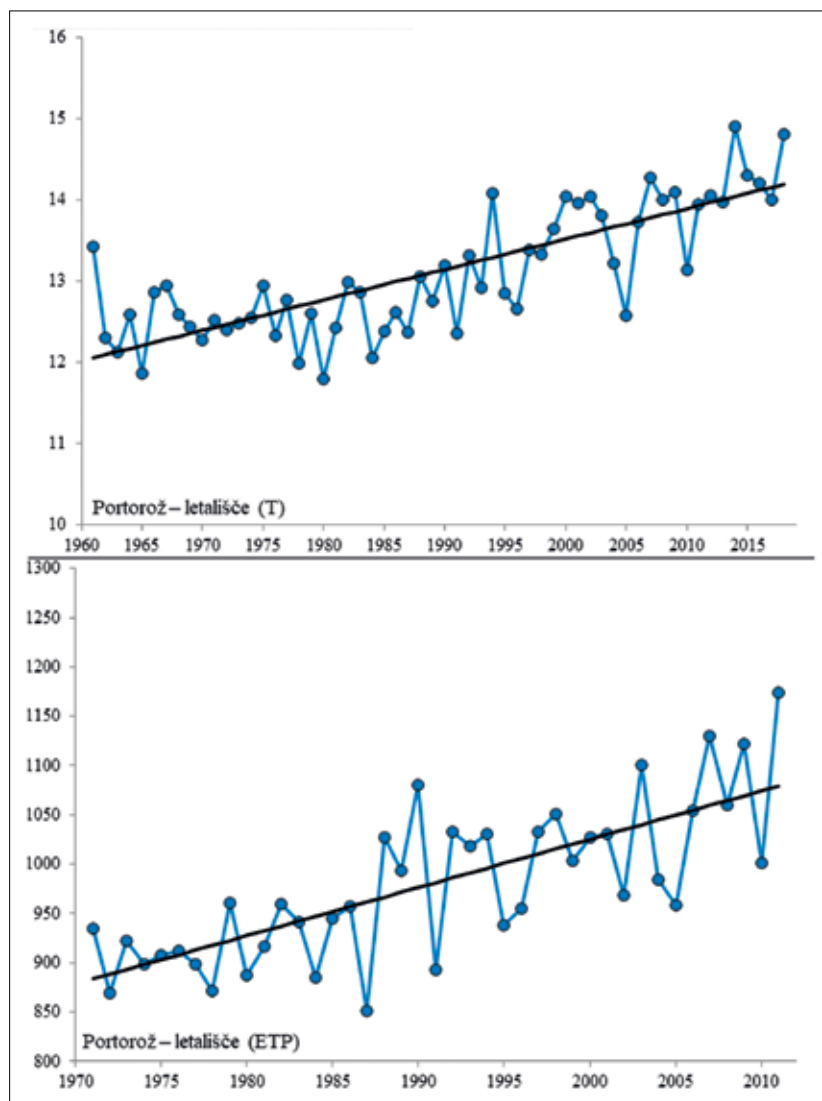
Povprečna letna temperatura na klimatološki postaji Portorož – letališče narašča v obdobju 1961–2018 z intenziteto 0,37 °C/desetletje, povprečna letna najvišja temperatura celo z intenziteto 0,42 °C/desetletje (Slika 6). Višje temperature zraka zvišujejo višino izhlapevanja, ki na postaji Portorož – letališče izkazuje dolgoročno naraščanje z intenziteto 49 mm/desetletje (Slika 6). Tako dolgoročni spremembi povprečnih letnih temperatur kot višine izhlapevanja sta računsko zelo zanesljivi.

Slika 4 kaže tudi razliko v spremenljivosti letnih vrednosti padavin na eni ter temperaturo zraka in izhlapevanja na drugi strani. Negativni oziroma pozitivni odkloni padavin od dolgoletnega povprečja lahko v posameznem letu dosegajo tudi 50 %, medtem ko pri temperaturi zraka in izhlapevanju največ 20 %. To pomeni, da lahko zelo namočenem letu (na primer 2014) letu sledi manj namočeno leto (na primer 2015), pri povprečnih letnih temperaturah zraka in višini izhlapevanja so razlike med leti običajno manjše, dolgoročne spremembe pa računsko zanesljivejšje.

Spreminjanje pretoka Rižane in oskrba z vodo v slovenski Istri

Hidrološke meritve na Rižani potekajo na vodomerni postaji Kubed II (Slika 7), ki se nahaja dober kilometer dolvodno od izvira in zajetja, ter v Dekanih, ki se nahaja bližje izlivu. Podatki za dovolj dolgo obdobje so na voljo za vodomerno postajo Kubed II in na osnovi njih smo ugotavljali spremembe njenega pretoka. Vodozbirno območje Rižane sega do Brkinov in Podgrajskega podolja, obsega Podgorski kras ter Slavnik s Čičarijo, njen kraški izvir pa se nahaja pod Kraškim robom blizu Hrastovelj. Zaradi prevladujočih apnenčastih kamnin padavine na tem območju pronicajo skozi prst in kamnine ter obnavljajo zaloge podzemne vode. Rižana ima zaradi obsežnega kraškega povirja v primerjavi s strugami preostalih rek v slovenski Istri, na primer Dragonje, Drnice in Badaševice več vode tudi poleti, medtem ko so struge preostalih rek v glavnem suhe. Vodnatost je bila razlog tudi za veliko število mlinov, ki jih je v preteklosti poganjal njen tok.

Srednji mesečni pretoki Rižane kažejo značilnosti dežnega rečnega režima, z nadpovprečnimi pretoki od novembra do aprila in podpovprečnimi od maja do oktobra, glede na srednjo letno vrednost, ki je bil na vodomerni

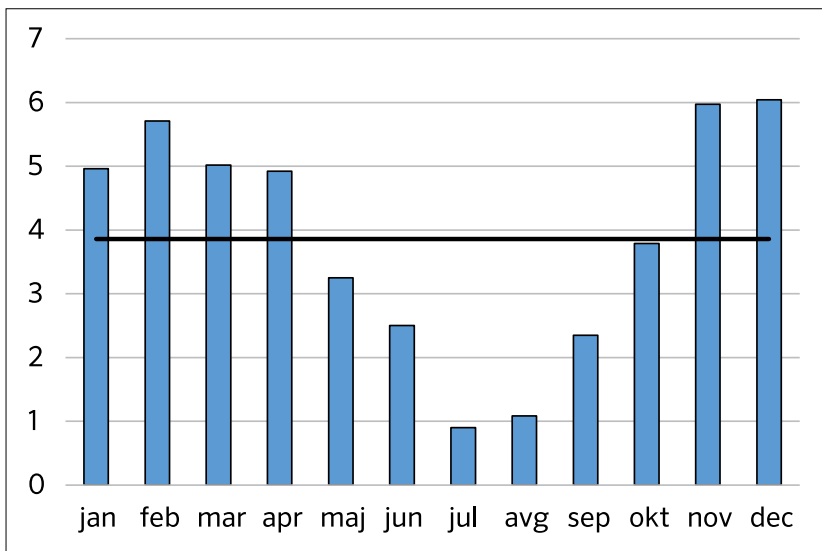


Slika 6: Povprečne letne temperature zraka (T; °C) in višina izhlapevanja (ETP; mm) na klimatološki postaji Portorož – letališče s prikazanima trendoma (vir podatkov: Podatki o povprečnih letnih ... 2019)



Vodozbirno območje Rižane sega do Brkinov in Podgrajskega podolja, obsega Podgorski kras ter Slavnik s Čičarijo, njen kraški izvir pa se nahaja pod Kraškim robom blizu Hrastovelj.

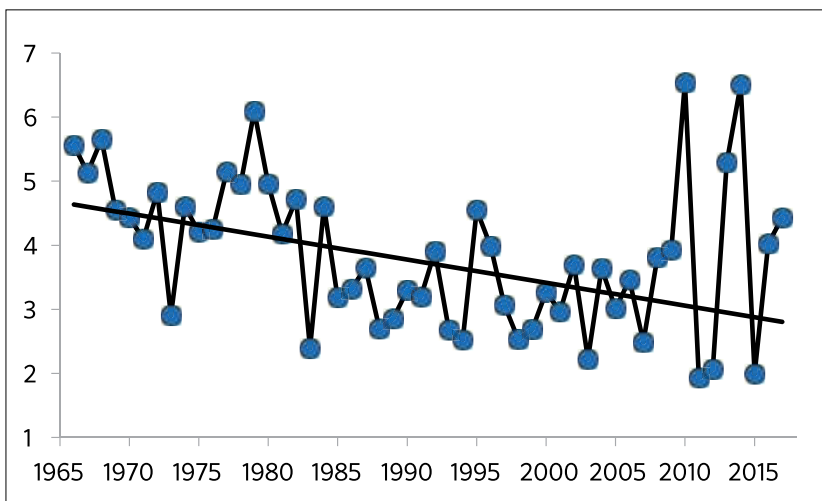
Slika 7: Vodomerna postaja Kubed II na Rižani v njenem zgorjem toku



Slika 8: Hidrogram Rižane (pretok v m³/s) na vodomerni postaji Kubed II v obdobju 1966–2017 z označenim srednjim letnim pretokom (vir podatkov: Podatki o karakterističnih ... 2019)

V prihodnje pričakujemo povečanje potreb po razpoložljivosti vode, zlasti v topli polovici leta, ko se bo zaradi višjih temperatur in manj padavin povečala sušna ogroženost in bodo v kmetijstvu večje potrebe po namakanju.

postaji Kubed II v obdobju 1966–2017 3,86 m³/s (Slika 8). Največji srednji mesečni pretok decembra je odraz obilnejših jesenskih padavin, najmanjši julija pa posledica manj padavin in intenzivnega izhlapevanja. Povprečni najnižji pretok julija je znašal 0,230 m³/s, povprečni najvišji decembra pa 28,9 m³/s. Najnižje zabeleženo stanje je bilo julija 1995 (0,01 m³/s), najvišje pa septembra 2010 (153 m³/s) (Podatki o karakterističnih ... 2019). Iz navedenih podatkov je razvidno precejšnje nihanje pretoka. Povprečni najnižji pretok, s četrtno srednjega letnega, je prav v obdobju, ko so potrebe po vodi v slovenski Istri največje.



Slika 9: Povprečni letni pretok (m³/s) Rižane na vodomerni postaji Kubed II v obdobju 1966–2017 s prikazanim trendom (vir podatkov: Podatki o karakterističnih ... 2019)

Trend za obdobje 1966–2017 kaže na računsko zanesljivo padanje srednjega letnega pretoka Rižane z intenziteto 360 l/s/desetletje (Slika 9). Na izjemno (40 %) zmanjšanje srednjega letnega pretoka Rižane v obdobju 1955–2008, in sicer s 5 na 3 m³/s, so opozorili tudi drugi raziskovalci (Trobec, 2012), pri čemer lahko približno 7,5 % pripišemo odvzemu Rižanskega vodovoda. Za vodooskrbo je še bolj zaskrbljujoč negativni trend nizkih konic in povprečnih malih pretokov od aprila do septembra, še zlasti pa v poletnih mesecih, ko je potreba po pitni vodi močno povečana (Kovačič, 2016; Kovačič, Kolega in Brečko Grubar, 2016). Na vodomerni postaji Kubed II smo v zadnjem dvajsetletnem obdobju preučevanja zabeležili kar 14 let s podpovprečnim srednjim letnim pretokom v primerjavi z obdobjem 1966–2017.

Razprava in sklepi

Spoznali smo, da se na območju slovenske Istre in bližnjega zaledja srečujemo z upadanjem letne višine padavin, ki postajajo še bolj neenakomerno razporejene (Ogrin, 2012), ter hkrati z višanjem izhlapevanja. Seštevek učinkov obeh členov vodne bilance, upošteva dolgoročne spremembe padavin in izhlapevanja (Sliki 5 in 6), pomeni, da lahko z vsakim naslednjim desetletjem pričakujemo 80 mm manj vode za vodni odtok (Slika 2). Na drugi strani zmanjševanje odtoka dokazujejo tudi pretoki Rižane, ki se zmanjšujejo z intenziteto 360 l/s/desetletje. Napovedi glede razpoložljivosti vode v slovenski Istri v prihodnje tako niso ugodne.

Hkrati pa v prihodnje pričakujemo povečanje potreb po razpoložljivosti vode, zlasti v topli polovici leta, ko se bo zaradi višjih temperatur in manj padavin povečala sušna ogroženost in bodo v kmetijstvu večje potrebe po namakanju. Zaradi višjih temperatur v topli polovici leta se bodo povečale tudi potrebe po vodi v vsakdanji rabi in deloma zaradi turizma. Višje temperature in sušne razmere bodo prizadele gozdove in s tem bo ogrožena tudi varovalna vloga gozdov na izpostavljenih legah (Ogrin, 2012), kar bo lahko okrepilo moč erozijskih procesov in nastala bodo nova erozijska žarišča. Povečala se bo tudi požarna ogroženost slovenske Istre.

Z zmanjšanjem izdatnosti vodnih virov in znižanjem vodostajev v rečni mreži se bo močno povečal pritisk na vodne vire, povečala se bo ekološka občutljivost vodnih okolij (Kovačič, Kolega in Brečko Grubar, 2016). Za slovensko Istro so torej obeti vse prej kot ugodni, saj prevladujejo manj vodnati površinski vodni

tokovi, veliko je nestalnih pritokov in ni izdatnih podzemnih vodnih virov, kot so območja s podtalnicami in kraški izviri. Izjema je Rižana, ki pa že zdaj v topli polovici leta ne more zagotoviti vse potrebne vode za slovensko Istro.

Zato se samo po sebi zastavlja vprašanje glede vodne oskrbe na območju v prihodnje. Potrebna bo dokaj hitra odločitev o tem, kako v prihodnje zadostiti potrebam po vodi v topli polovici leta. Pri tem ne govorimo le o pitni vodi, temveč tudi o vodi za namakanje v kmetijstvu. Ena od možnih rešitev je izbira primernih kultur, ki potrebujejo manj vode oziroma so odpornejše na sušo, z drugačnim ravnim ciklom, druga možnost je zadrževanje vodnega odtoka in zbiranje padavin v zadrževalnikih v hladnejši, bolj namočeni, polovici leta. Za oskrbo z vodo v sušnem obdobju bi lahko uporabili manjše, krajevne vodne vire, ki jih je v slovenski Istri več kot 200 (Kovačič, Kolega in Brečko Grubar, 2016). Za zagotavljanje dovolj velikih količin pitne vode v topli polovici leta je treba razmišljati o dodatnem vodnem viru oziroma količinah vode, ki pa jo bo treba v vodovodni sistem Rižanskega vodovoda pripeljati zunaj vodozbirnega območja Rižane.

Viri in literatura

1. Bat, M., Frantar, P., Dolinar, M., Frantar, P., Hrvatin, M., Kobold, M., Kurnik, B., Nadbath, M., Ožura, V., Uhan, J., Ulaga, F. (2008). Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.
2. Bricelj, M., Rejec Brancelj I. (1990). Oskrba z vodo v Koprskem primorju. Primorje, 15. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana: Zveza geografskih društev Slovenije.
3. Hočevar, Z., Knez, K., Krbavčič, S., Križman, D., Sau, S., Valentič, D. in Žigon, I. (2010). Rižanski vodovod Koper – 75 let. Koper: Rižanski vodovod.
4. Količina porabljene vode na prebivalca. (2019). Statistični urad Republike Slovenije. Splet: <https://www.stat.si/StatWeb/Field/Index/13/113> (dostopno 10. 7. 2019).
5. Kovačič, G. (2016). Trendi pretokov rek jadranskega povodja v Sloveniji brez Posočja. Geografski vestnik 88-2.
6. Kovačič, G., Kolega, N., Brečko Grubar, V. (2016). Vpliv podnebnih sprememb na količine vode in poplave morja v slovenski Istri. Geografski vestnik 88-1.
7. Kryžanowsky A., Žigon, I. (2012). Ureditev oskrbe prebivalstva s pitno vodo slovenske Istre in zalednega kraškega območja. 23. Mišičev vodarski dan, Maribor: Vodnogospodarski biro.
8. Ogrin, D. (2012). Spreminjanje podnebja ob Tržaškem zalivu in projekcija za 21. stoletje. Geografija stika Tržaškega zaliva z zaledjem. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete.
9. Podatki o karakterističnih mesečnih in letnih pretokih Rižane na vodomerni postaji Kubed II (obdobje 1966–2017), Badaševce na vodomerni postaji Šalara (obdobje 1994–2017), Dragonje na vodomerni postaji Podkaštel I (obdobje 1979–2017) in Drnice na vodomerni postaji Pišine I (obdobje 1995–2017). (2019). Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.
10. Podatki o mesečnih in letnih padavinah na meteoroloških postajah Portorož – letališče, Movraž, Rakitovec in Kozina v obdobju 1961–2018. (2019). Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.
11. Podatki o povprečnih letnih, povprečnih letnih najvišjih in najnižjih temperaturah zraka v obdobju 1961–2018 ter povprečni letni evapotranspiraciji v obdobju 1961–2011 na klimatološki postaji Portorož – letališče. (2019). Ljubljana: Agencija Republike Slovenije za okolje.
12. Rižanski vodovod (2019). Splet: <https://www.rvk.si/rizanski-vodovod-koper> (dostopno 8. 7. 2019).
13. Trobec, T. (2012). Hidrogeografske značilnosti obalnega pasu in zaledja. Geografija stika Slovenske Istre in Tržaškega zaliva. Ljubljana: Znanstvena založba Filozofske fakultete.