

Pregled hidroloških razmer površinskih voda v Sloveniji

Poročilo o monitoringu za leto 2016

Pregled hidroloških razmer površinskih voda v Sloveniji

ISSN 2335-3597

Ljubljana, januar 2018

Izdajatelj: Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje, Ljubljana, Vojkova 1b

Odgovarja: mag. Joško Knez, generalni direktor

Urednica: dr. Mira Kobold

Pri pripravi poročila so sodelovali:

mag. Marjan Bat, Andrej Golob, dr. Mira Kobold, Denis Kosec, Bogdan Lalič, Janez Polajnar, Igor Strojjan, Mojca Sušnik, Miha Šupek, mag. Roman Trček, mag. Florjana Ulaga

Deskriptorji: površinske vode, monitoring, hidrološke razmere, pretoki, poplave, temperatura, višina morja, vodna bilanca, Slovenija

Descriptors: surface water, monitoring, hydrological conditions, discharge, floods, temperature, sea level, water balance, Slovenia

©2018, Agencije Republike Slovenije za okolje

Razmnoževanje publikacije ali njenih delov ni dovoljeno. Objava besedila in podatkov v celoti ali deloma je dovoljena le z navedbo vira.

Pregled hidroloških razmer površinskih voda v Sloveniji

Poročilo o monitoringu za leto 2016

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Ljubljana, januar 2018

Kazalo

1.	UVOD.....	1
2.	PROGRAM HIDROLOŠKEGA MONITORINGA POVRŠINSKIH VODA V LETU 2016 ...	2
2.1	Merjeni parametri, postopki in pogostost meritev	3
2.1.1	Vodostaj (H [cm])	3
2.1.2	Pretok (Q [m ³ /s])	3
2.1.3	Temperatura vode (T [°C]).....	5
2.1.4	Vsebnost suspendiranih snovi (c [mg/L]).....	5
2.1.5	Motnost vode (M [NTU])	6
2.1.6	Višina gladine morja (H [cm]).....	6
2.1.7	Temperatura morja (T [°C]).....	6
2.1.8	Valovanje morja (višina [m], smer [stopinja], perioda [s])	6
2.1.9	Morski tok (hitrost [cm/s], smer [stopinja])	6
2.2	Spremembe v mreži merilnih mest	7
2.3	Zagotavljanje kakovosti podatkov	12
3.	PREGLED HIDROLOŠKIH RAZMER V LETU 2016.....	14
3.1	Podnebje leta 2016	14
3.2	Pretoki rek	17
3.2.1	Kronološki pregled hidroloških razmer	19
3.2.2	Primerjava značilnih pretokov z obdobjem	22
3.3	Visoke vode rek in poplave	25
3.4	Temperature rek in jezer	29
3.5	Vsebnost suspendiranih snovi in motnost vode.....	34
3.6	Dinamika in temperatura morja	39
3.6.1	Višina morja	39
3.6.2	Valovanje morja	41
3.6.3	Temperatura morja	42
4.	KAZALCI HIDROLOŠKEGA MONITORINGA POVRŠINSKIH VODA.....	44
4.1	Rečna letna bilanca.....	44
4.2	Višina morja	46
5.	VIRI.....	49

Seznam preglednic

- Preglednica 1: Seznam samodejnih vodomernih postaj, ki so postale operativne leta 2016
- Preglednica 2: Seznam samodejnih vodomernih postaj z nameščenimi samodejnimi merilniki motnosti vode Solitax_sc
- Preglednica 3: Veliki, srednji in mali pretoki leta 2016 in značilni pretoki v dolgoletnem primerjalnem obdobju
- Preglednica 4: Visoke vode in njihovo razlivanje leta 2016 (vir: ARSO, CORS)
- Preglednica 5: Izbor vodomernih postaj na rekah in jezerih, uporabljenih v analizah temperature vode
- Preglednica 6: Povprečne mesečne in letne temperature rek in jezer leta 2016
- Preglednica 7: Nizke, srednje in visoke temperature rek in jezer leta 2016 ter v primerjalnem obdobju 1981–2010
- Preglednica 8: Največja izmerjena motnost ter vsebnost suspendiranih snovi na merilnih mestih vključenih v monitoring v letu 2016
- Preglednica 9: Najnižja (T_{min}), srednja (T_{sr}) in najvišja (T_{maks}) srednja dnevna temperatura v letu 2016 ter najnižja, povprečna in najvišja srednja dnevna temperatura morja v primerjalnem obdobju 1981–2010. Dolgoletni niz podatkov temperature morja ni v celoti homogen.

Seznam slik

- Slika 1: Mreža merilnih mest hidrološkega monitoringa površinskih voda leta 2016
- Slika 2: Meritev pretoka visoke vode v Neblem na Reki 17. novembra 2016 z ADCP merilnikom (foto: Primož Gajser)
- Slika 3: Meritev pretoka Tolminke v Tolminu pri nizkem vodnem stanju 21. decembra 2016 s FT merilnikom (foto: arhiv ARSO)
- Slika 4: Prenovljeno merilno mesto Neblo na Reki (foto: arhiv ARSO)
- Slika 5: Prenovljeno merilno mesto Ig na Lžici (foto: arhiv ARSO)
- Slika 6: Prenovljeno merilno mesto Zamušanj I na Pesnici (foto: arhiv ARSO)
- Slika 7: Prenovljeno merilno mesto Vodiško I na Gračnici (foto: arhiv ARSO)
- Slika 8: Merilnik motnosti Solitax_sc in komunikacijski vmesnik
- Slika 9: Primer namestitve merilnika motnosti v cevi na vodomerni postaji Suha na Sori (foto: arhiv ARSO)
- Slika 10: Padavine leta 2016 v Sloveniji (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)
- Slika 11: Višina padavin leta 2016 v primerjavi s povprečjem obdobja 1981–2010 (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)
- Slika 12: Odstopanje letne količine padavin leta 2016 od povprečja obdobja 1981–2010 na padavinskih postajah (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)
- Slika 13: Odklon višine padavin leta 2016 od povprečja 1981–2010 v posameznih sezonah (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)
- Slika 14: Odklon mesečne količine padavin leta 2016 povprečja obdobja 1981–2010 (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)
- Slika 15: Razmerja med srednjimi pretoki rek leta 2016 in povprečnimi srednjimi pretoki v primerjalnem obdobju 1981–2010

- Slika 16: Razmerja med malimi (Q_{np}), srednjimi (Q_{sr}) in velikimi (Q_{vk}) mesečnimi pretoki leta 2016 in obdobjem 1981–2000 (sQ_{np} , sQ_{sr} , sQ_{vk}). Razmerja so izračunana kot povprečja razmerij na izbranih merilnih postajah (glej sliko 15).
- Slika 17: Dnevni pretoki Save v Hrastniku leta 2016 ter srednji in srednji mali pretok obdobja 1981–2010
- Slika 18: Pretoki rek v letu 2016
- Slika 19: Hidrogrami površinskega odtoka za november 2016 za šest izbranih vodomernih postaj
- Slika 20: Letna povprečja največjih (Q_{vk}), srednjih (Q_s) in malih (Q_{np}) mesečnih pretokov leta 2016 v primerjavi z malimi, srednjimi in velikimi vrednostmi pripadajočih pretokov v primerjalnem obdobju 1981–2010. Pretoki so podani relativno glede na srednje obdobjne vrednosti pripadajočih pretokov v primerjalnem obdobju.
- Slika 21: Število preseženih opozorilnih pretokov slovenskih rek na samodejnih vodomernih postajah in preseženih gladin morja ob slovenski obali leta 2016
- Slika 22: Število dni leta 2016 z visokovodnimi hidrološkimi razmerami, ko je bila dosežena posamezna stopnja nevarnosti na vsaj enem porečju
- Slika 23: Odstopanje povprečnih mesečnih temperatur v letu 2016 od povprečja obdobja 1981–2010
- Slika 24: Povprečne mesečne temperature rek v °C leta 2016 in povprečje obdobja 1981–2010 na izbranih vodomernih postajah
- Slika 25: Povprečne mesečne temperature jezer v °C leta 2016 in povprečje obdobja 1981–2010
- Slika 26: Prostorski prikaz povprečne letne temperature rek in jezer leta 2016 na merilnih mestih državnega hidrološkega monitoringa
- Slika 27: Prikaz motnosti (M), dnevni pretokov (Q) ter vrednosti občasni meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Gornja Radgona na Muri
- Slika 28: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Gornja Radgona
- Slika 29: Prikaz motnosti (M), dnevni pretokov (Q) ter vrednosti občasni meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Suha na Sori
- Slika 30: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Suha
- Slika 31: Prikaz motnosti (M), dnevni pretokov (Q) ter vrednosti občasni meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Veliko Širje na Savinji
- Slika 32: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Veliko Širje
- Slika 33: Prikaz motnosti (M), dnevni pretokov (Q) ter vrednosti občasni meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Log Čezsoški na Soči
- Slika 34: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Log Čezsoški
- Slika 35: Izmerjene urne višine morja v letu 2016 na mareografski postaji Koper, opozorilna višina morja, pri kateri morje poplavi najnižje dele obale, in izračunane residualne višine morja. Residualne višine morja so izračunane kot razlika med izmerjenimi višinami in astronomskimi višinami morja. Najpogostejši vplivni parametri za residualne višine so sprememba zračnega tlaka, veter in lastna nihanja morja.
- Slika 36: Srednje mesečne višine morja (SMV) leta 2016 ter srednje in najvišje mesečne višine morja v dolgoletnem obdobju opazovanj 1961–2010 na mareografski postaji Koper
- Slika 37: Srednje letne višine morja v dolgoletnem obdobju opazovanj na mareografski postaji Koper

- Slika 38: Mesečne višine valovanja morja leta 2016 iz meritev na oceanografski boji Vida
- Slika 39: Roža valovanja morja za leto 2016 iz podatkov meritev na oceanografski boji Vida
- Slika 40: Srednje dnevne temperature morja v letu 2016. Temperatura morja je merjena na globini 1 meter na merilni postaji Koper.
- Slika 41: Srednje mesečne temperature morja leta 2016 in v primerjalnem obdobju 1981–2010
- Slika 42: Srednje letne temperature morja v dolgoletnem obdobju 1960–2016 na merilni postaji Koper
- Slika 43: Letna rečna bilanca Slovenije (neto odtok kot razlika med skupnim odtokom in dotokom)
- Slika 44: Srednji letni pretoki (Q_s v m^3/s) in 10-letno drseče povprečje Save na vodomerni postaji Litija
- Slika 45: Srednje letne višine morja ter največje in najmanjše srednje mesečne višine v letu na mareografski postaji Koper
- Slika 46: Najvišje letne višine morja v obdobju 1961–2016
- Slika 47: Pojavljanje ekstremnih višin morja v obdobju 1961-2016 (število dni, v katerih je bila prekoračena višina morja 300 cm na mareografski postaji Koper, ki velja kot opozorilna vrednost za poplavljanje nižjih delov slovenske obale).

Povzetek

Leto 2016 je bilo povprečno vodnato. Nekoliko večja je bila vodnatost rek na zahodu in jugu države. Najbolj vodnati meseci so bili februar, november, marec, junij in maj, najmanj pa september, december, april, julij in oktober. Reke so poplavljale januarja, februarja in novembra, ko so poplavljale v treh zaporednih koncih tedna.

Povprečne letne temperature rek in jezer so bile leta 2016 višje od povprečja obdobja 1981–2010, v povprečju za 0,6 °C. Tudi temperatura morja je bila višja kot v primerjalnem obdobju 1981–2010 in sicer za 1,3 °C. Najvišje temperature vode so bile večinoma izmerjene julija.

Nadaljeval se je trend zviševanja višin morja iz zadnjega desetletja. Gladine morja so bile v primerjavi z dolgoletnim obdobjem višje v vseh mesecih leta, razen decembra. Nekoliko nadpovprečno je bilo morje vzvalovano julija.

Nadgradnja merilnih mest v okviru projekta BOBER se je v letu 2016 končala. Na vseh samodejnih postajah se poleg vodostaja meri tudi temperatura vode, na devetih postajah pa tudi spremljanje motnosti in vsebnosti suspendiranih snovi v vodi.

Summary

In 2016 average water levels were recorded. The water levels of rivers were slightly higher in the west and south part of the country. The highest water levels were in February, November, March, June and May, and the lowest in September, December, April, July and October. The rivers flooded in January, February and November when they flooded in three consecutive weekends.

The average annual temperatures of rivers and lakes in 2016 were higher than the average of the period 1981-2010, on average by 0.6 °C. The sea temperature was also higher than in the comparative period 1981-2010 by 1.3 °C. The highest water temperatures were mostly measured in July.

The trend of raising sea level has continued from the last decade. The sea levels were higher in all months of the year except in December, compared to the long-term period. The waviness of the sea was slightly above average in July.

The upgrade of the measuring sites within the framework of the BOBER project was completed in 2016. At all automatic stations, the water level and water temperature are measured, while the monitoring of turbidity and suspended load was established at nine stations.

1. UVOD

Hidrološki monitoring površinskih voda predstavlja sistem za spremljanje hidroloških parametrov na rekah, jezerih in morju ter zbiranje podatkov, ki so pomembni za oceno količinskega stanja voda in vodne bilance ter ugotavljanje hidroloških značilnosti vodnih območij in vodnih teles. Podatki hidrološkega monitoringa površinskih voda so tudi podlaga za sprotno spremljanje, napovedovanje in obveščanje o hidroloških razmerah ter opozarjanje pred izrednimi hidrološkimi pojavi. Hidrološki monitoring površinskih voda zajema meritve višin vodne gladine, hitrosti vode, pretokov, geometrijo merskih prerezov, meritve temperature vode, motnosti vode in vsebnosti suspendiranega materiala v vodi, na morju pa še valovanje in morski tok. Hidrološki monitoring površinskih voda je v letu 2016 sledil Programu hidrološkega monitoringa površinskih voda za obdobje 2016–2020.

Zakonodajne podlage za program hidrološkega monitoringa in nacionalne hidrološke dejavnosti izhajajo iz Zakona o državni meteorološki, hidrološki, oceanografski in seizmološki službi (Uradni list RS, št. 60/17), Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 41/04), Zakona o vodah (Uradni list RS, št. 67/02), Zakona o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št. 64/94), Uredbe o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09), Uredbe o kriterijih za določitev ter načinu spremljanja in poročanja ekološko sprejemljivega pretoka (Uradni list RS, št. 97/09), Uredbe o vodnih povračilih (Uradni list RS, št. 103/02), Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 47/05), Uredbe o koordinaciji služb na morju (Uradni list RS, št. 102/12). Zakonske osnove za izvajanje državne hidrološke dejavnosti so tudi v Konvenciji o sodelovanju pri varstvu in trajnostni rabi reke Donave (Donavska konvencija), v Konvenciji o varstvu morskega okolja in obalnih območij Sredozemlja s pritoki (Barcelonska konvencija) ter v bilateralnih sporazumih s sosednjimi državami na področju urejanja vodnogospodarskih razmerij.

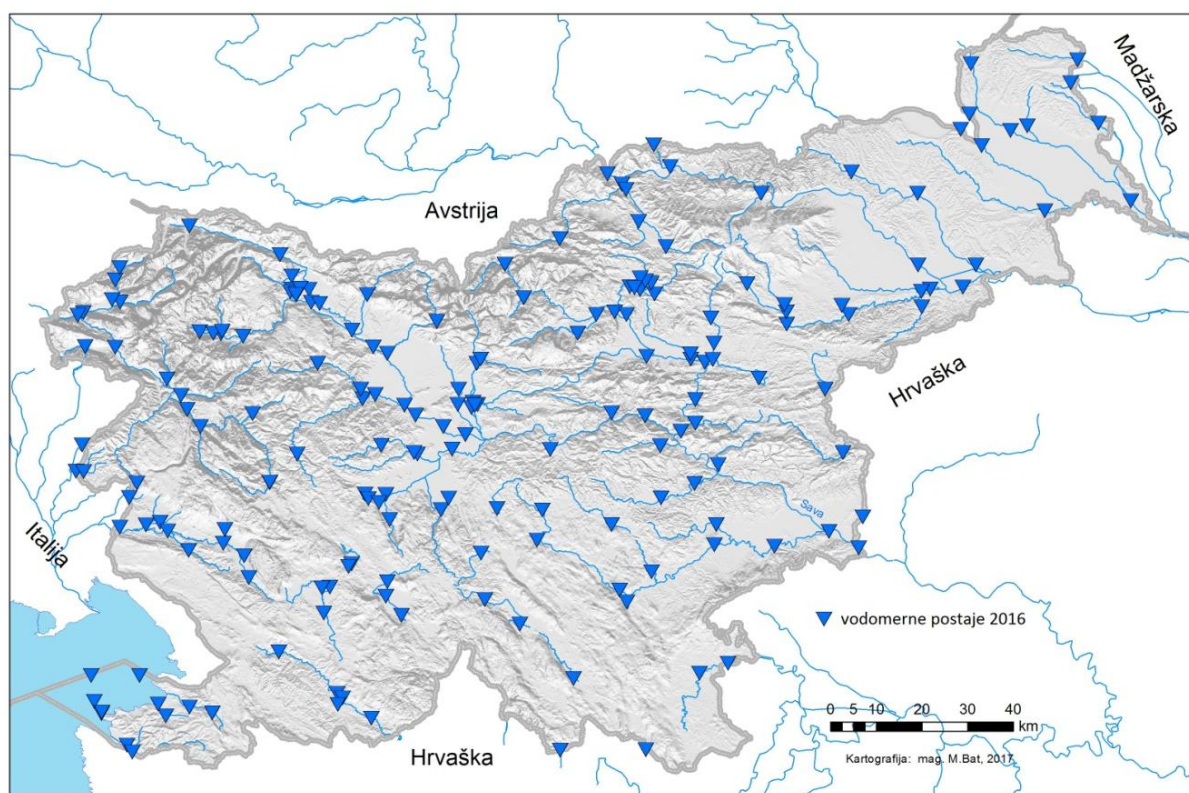
Poročilo o hidrološkem monitoringu površinskih voda predstavlja izvajanje programa hidrološkega monitoringa površinskih voda v letu 2016 in spremembe v merilni mreži. Za mejne vodotoke so v okviru mednarodnih sodelovanj in poročanj podatki medsebojno usklajeni in poročani. Na osnovi merjenih parametrov ter kontroliranih in obdelanih podatkov je podan pregled hidroloških razmer. Sem sodijo količinsko stanje površinskih voda, število pojavov visokih voda in poplav, temperature rek, jezer in morja, vsebnost in premeščanje suspendiranega materiala ter višina in valovanje morja. Prikazani so kazalci hidrološkega monitoringa površinskih voda, ki so objavljeni na spletni strani Agencije <http://kazalci.arso.gov.si/>.

Podatki hidrološkega arhiva ter poročila in publikacije so v celoti dosegljivi na spletnih straneh Agencije RS za okolje na naslovu <http://www.arso.gov.si/vode/>.

2. PROGRAM HIDROLOŠKEGA MONITORINGA POVRŠINSKIH VODA V LETU 2016

Po programu hidrološkega monitoringa površinskih voda (ARSO, 2016) so meritve hidroloških parametrov v letu 2016 potekale na 189 merilnih mestih na rekah in jezerih in na 6 merilnih mestih na morju, med katere sodijo tudi tri boje na morju in HF merilnik površinskih tokov na rtu Madona v Piranu (slika 1). Nadgradnja merilnih mest v okviru projekta BOBER se je v letu 2016 končala. Med nadgradnjo obstoječih vodomernih postaj je prihajalo do izpada meritev in podatkov. Ob koncu leta 2016 je na površinskih vodah delovalo 179 samodejnih postaj. Na vseh samodejnih postajah se poleg vodostaja meri tudi temperatura vode. Na devetih postajah je v letu 2016 potekalo tudi spremljanje motnosti in vsebnosti suspendiranih snovi v vodi. Posodobljena merilna mreža predstavlja sodoben sistem samodejnih postaj s sprotnim prenosom podatkov.

Za določitev pretoka so se na merilnih mestih izvajale občasne meritve pretoka, ki so služile funkcijski določitvi odnosa vodostaj–pretok. Na treh postajah, ki so v zaježitvi, so nameščeni horizontalni Dopplerjevi merilniki H-ADCP, pri katerih se za določitev pretoka koristi velikost omočene površine prečnega prereza in hitrosti vode.



Slika 1: Mreža merilnih mest hidrološkega monitoringa površinskih voda leta 2016

Mreža merilnih mest je načrtovana tako, da omogoča skladen in izčrpen pregled količinskega stanja površinskih voda in ostalih hidroloških parametrov ter da zadosti zahtevam ocenjevanja količinskega stanja površinskih in podzemnih voda, izračunu vodne bilance, zaznavi dolgoročnih sprememb ter pripravi načrtov upravljanja z vodami. Izbor merilnih mest je prilagojen tudi zahtevam hidrološkega napovedovanja in opozarjanja pred škodljivim delovanjem voda. Podatki iz merilnih mest na mejnih in čezmejnih vodotokih se uporabljajo za meddržavno usklajevanje podatkov. Pomemben kriterij je dolžina in zveznost časovnega niza, kar omogoča zaznavo dolgoročnih časovnih sprememb in trendov hidroloških spremenljivk.

2.1 Merjeni parametri, postopki in pogostost meritev

Hidrološki monitoring poteka skladno z ARSO pridobljenimi QA in QC ISO standardi 9001 in standardi mednarodnih strokovnih združenj.

2.1.1 Vodostaj (H [cm])

Vodostaj je hidrološki parameter, definiran kot višina vodne gladine, merjena na določenem mestu ob določenem času. Meritev vodostaja se je leta 2016 izvajala preko vodomera – merilne letve (trenutni odčitek opazovalca), podatkovnega zapisovalnika in samodejne postaje (digitalni zapis vrednosti). Meritve vodostajev se izvajajo po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices (WMO, No. 168)* in po mednarodnem standardu *ISO 4373:1995 Measurement of liquid flow in open channels - Water-level measuring devices*.

V letu 2016 se je vodostaj zvezno spremljal na 179 merilnih mestih in enkrat do večkrat dnevno na 6 merilnih mestih. Opazovalci opravijo meritve vodostaja na merilnih mestih, ki so opremljene z instrumentom, vsaj enkrat tedensko, na ostalih vsaj enkrat dnevno. V prvem primeru gre za kontrolno meritve, ki se uporabi pri obdelavah in popravkih digitalnih zapisov vodostaja, v drugem se meritve vnese neposredno v bazo podatkov.

2.1.2 Pretok (Q [m³/s])

V odvisnosti od spremenjenih karakteristik prečnega in vzdolžnega prereza na vplivnem območju merskega profila se lahko pri določenem vodostaju skozi prečni prerez pretakajo različno velike količine vode. V ta namen se za izračun pretoka izvajajo terenske meritve hitrosti vode in geometrije prečnega prereza – t.i. metoda hitrost–površina (ISO 748:1997). Glede na tip vodomernega prereza in glede na hidrološko stanje se uporablja metoda merjenja točkovne hitrosti vode z ultrazvočnim krilom (merilnik SonTek FT) v posameznih točkah prečnega prereza hkrati z meritvijo geometrije prereza. V primeru globljih in širših prečnih profilov se uporablja akustična Dopplerjeva metoda (merilnik RDI ADCP) s sprotno integracijo hitrostnega polja in površine prečnega prereza – (ISO/TS 24154:2005).

V prvem primeru se meritve v glavnem izvajajo s peš prehodom struge. Meritve z uporabo Dopplerjevega profilatorja (ADCP) se večinoma izvajajo z dvema vrvema – en izvajalec na levem, en na desnem bregu (metoda vlečenja in popuščanja vrvi), lahko pa se izvajajo tudi iz čolna, z mostu (ena ali dve vrvi) ali preko žične premostitve. Kjer tok vode ni deroč, je možno izvajati meritve pretoka s čolničkom na daljinsko vodenje. Hidrometrične meritve izvajamo skladno z omenjenima standardoma in po standardih *ISO 2537:1988 Liquid flow*

*measurement in open channels - Rotating element current-meters, ISO/TS 15769:2000
Hydrometric determination - Liquid flow in open channels and partly filled pipes – Guidelines
for the application of Doppler-based flow measurements.*

Ob izrednih hidroloških situacijah se pretoki merijo tudi na lokacijah, ki niso zajete v mreži merilnih mest, npr. ob visokih vodah za določanje poplavnih linij, oceno škode po poplavih ali za pridobitev podatkov, ki so večjega pomena za obrambo pred poplavami in vodno gospodarstvo.

Skupno je bilo v letu 2016 izvedenih 1033 meritev pretoka na 201 vodomernih profilih, kar je 95 odstotkov planiranih meritev. Od vseh meritev pretoka jih je bilo 650 izvedenih z akustičnim Dopplerjevim merilnikom pretoka (ADCP), 383 pa z ultrazvočnim merilnikom pretoka (FT), v 9 primerih pa je bila struga vodotoka suha oziroma je bil pretok vizualno ocenjen.



Slika 2: Meritev pretoka visoke vode v Neblem na Reki 17. novembra 2016 z ADCP merilnikom (foto: Primož Gajser)



Slika 3: Meritev pretoka Tolminke v Tolminu pri nizkem vodnem stanju 21. decembra 2016 s FT merilnikom (foto: arhiv ARSO)

2.1.3 Temperatura vode (T [$^{\circ}\text{C}$])

Meritve temperature vode izvajamo po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices*, ki vsebujejo tudi napotek za določanje negotovosti izmerkov temperature vode. Zahtevana negotovost znaša v splošnem $0,1^{\circ}\text{C}$. Za meritve temperature površinske vode se uporabljajo alkoholni termometri s prilagojenim kovinskim ohišjem (meritve izvajajo opazovalci enkrat dnevno) in uporovni termometri na samodejnih hidroloških postajah, ki zvezno beležijo potek temperature. V letu 2016 je bila temperatura vode merjena na 148 vodomernih postajah.

2.1.4 Vsebnost suspendiranih snovi (c [mg/L])

Meritev vsebnosti suspendiranega materiala je namenjena izračunu skupne količine suspendiranega materiala v vodi, ki se premesti preko izbranega prereza vodotoka v enem letu. Produkt koncentracije s srednjo dnevno vrednostjo pretoka je transport suspendiranega materiala (S [kg/s]). Rezultat dinamike premeščanja materiala je zapolnjevanje akumulacijskih bazenov, zablatenje rečnega dna, otežen naravni cikel kroženja vode zaradi slabšega dreniranja v vodonosnike, ter nenazadnje so, zlasti drobna zrna, nosilci kemijskega onesnaženja.

Monitoring suspendiranih snovi, ki je bil leta 2012 začasno ukinjen in se od takrat ni izvajal, smo na devetih merilnih mestih ponovno vzpostavili v letu 2016. Odvzem vzorcev vode z volumnom enega litra je potekal ročno in se je izvajal enkrat mesečno ter ob izrednih

hidroloških razmerah. Vzorci so bili analizirani z metodo tehtanja suhe snovi po filtraciji. Vsi odvzeti vzorci vode so analizirani v Kemijsko analitskem laboratoriju ARSO po merilnem principu *Gravimetrija, referenca SIST ISO 11923:1998*. Monitoring izvajamo po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices* in v skladu standardom ISO 4363:2002 *Measurement of liquid flow in open channels – Methods for measurement of characteristics of suspended sediment*.

2.1.5 Motnost vode (M [NTU])

Motnost izražamo z enoto NTU - Nephelometric Turbidity Unit. Z vrednostjo motnosti izražamo stopnjo, pri kateri voda izgubi svojo prosojnost zaradi prisotnosti suspendiranih snovi. Več ko je snovi v vodi, večjo stopnjo izraža motnost. Motnost vode povzročajo fitoplankton, usedline zaradi erozije, rečni sediment, alge, odtok z urbanih območij in drugo. V okviru posodobitve merilnih mest v projektu BOBER so bili na devetih merilnih mestih nameščeni samodejni merilniki motnosti Solitax_sc.

2.1.6 Višina gladine morja (H [cm])

Višina gladine morja je oceanografski parameter, definiran kot višina morske gladine, merjena na določenem mestu ob določenem času. Vrednosti meritev na merilnih mestih se nanašajo na izbrana višinska izhodišča. Meritve se izvajajo po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices (WMO), No. 168, IOC Manual for Sea Level Measurement* in po mednarodnih standardih ESEAS, GLOSS, PSMSL in drugih.

Meritve višine gladine morja so se v letu 2016 na mareografski postaji v Kopru izvajale neprekinjeno z dvema radarskima merilnima instrumentoma in merilnim instrumentom s plovcem. V Piranu so potekala samo občasna izredna opazovanja.

2.1.7 Temperatura morja (T [°C])

Meritve temperature morja se izvajajo po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices*. Meritve temperature morja so potekale na mareografski postaji Koper na globini 1 m s podatki na 10 minut, na oceanografski boji Vida na globini 2,5 m s podatki na 30 minut in oceanografskih bojah Zora in Zarja na globini 1 m s podatki na 60 minut.

2.1.8 Valovanje morja (višina [m], smer [stopinja], perioda [s])

Meritve se izvajajo skladno s priporočili Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices* in drugimi mednarodnimi priporočili. Meritve so potekale na oceanografskih bojah Vida (v sodelovanju z NIB-MBP), Zora in Zarja.

2.1.9 Morski tok (hitrost [cm/s], smer [stopinja])

Morski tok se meri po celotnem vodnem stolpcu. Meritve se izvajajo skladno s priporočili Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices* in drugimi mednarodnimi priporočili. V letu 2016 so meritve potekale na oceanografski boji Vida v sodelovanju NIB-MBP ter na oceanografskih bojah Zora in Zarja.

2.2 Spremembe v mreži merilnih mest

V letu 2016 se je na površinskih vodah v okviru projekta BOBER nadaljevala nadgradnja vodomernih postaj in opremljanje s samodejnim merilnim sistemom za spremljanje hidroloških parametrov in prenos podatkov. Na površinskih vodah je postalo operativnih 45 vodomernih postaj. Pregled novih oz. prenovljenih postaj, ki so postale operativne v letu 2016, je podan v preglednici 1. S tem je bila posodobitev postaj v projektu BOBER večinoma končana.

Na vodomernih postajah Tolmin I in Jesenice je bil v letu 2016 dodan merilnik hitrosti vode.



Slika 4: Prenovljeno merilno mesto Neblo na Reki (foto: arhiv ARSO)

Preglednica 1: Seznam samodejnih vodomernih postaj, ki so postale operativne leta 2016

Šifra postaje	Vodomer na postaja	Vodotok	Datum začetka operativnega delovanja samodejne postaje
3280	Sveti Duh	Bohinjsko jezero	11.1.2016
4209	Medvode II	Sora	11.1.2016
5540	Razori	Šujica	11.1.2016
6210	Veliko Širje I	Savinja	11.1.2016
8351	Podroteja	Idrijca-kanal	11.1.2016
8601	Miren I	Vipava	15.1.2016
5240	Verd I	Ljubija	3.2.2016
2880	Gočova	Pesnica	15.2.2016
2900	Zamušani I	Pesnica	15.2.2016
7340	Prečna	Prečna	15.2.2016
2150	Borl I	Drava	16.2.2016
3660	Litija	Sava	16.2.2016
1312	Kobilje I	Kobiljski potok	2.3.2016
4400	Kamnik I	Kamniška Bistrica	2.3.2016
2432	Muta I	Bistrica	7.3.2016
3350	Mlino	Blejsko jezero	7.3.2016
6630	Levec I	Ložnica	14.3.2016
3465	Okroglo	Sava	8.4.2016
4222	Žiri III	Poljanska Sora	8.4.2016
3850	Catež I	Sava	13.4.2016
7200	Mlačevo	Grospeľjščica	13.4.2016
8610	Podnanos	Močilnik	13.4.2016
2220	Črna	Meža	18.4.2016
8630	Ajdovščina I	Hubelj	18.4.2016
8680	Neblo	Reka	18.4.2016
3180	Podhom	Radovna	6.5.2016
5479	Bokalce	Gradaščica	6.5.2016
8640	Branik	Branica	6.5.2016
4120	Kokra I	Kokra	9.5.2016
4820	Petrina	Kolpa	13.6.2016
9100	Ilirska Bistrica	Bistrica	13.6.2016
6060	Nazarje	Savinja	17.6.2016
8545	Nova Gorica I	Koren	17.6.2016
4828	Sodevci	Kolpa	27.6.2016
6240	Kraše	Dreta	27.6.2016
6300	Šoštanj	Paka	27.6.2016
5440	Ig	Ižica	24.8.2016
5910	Malni	Malenščica	24.8.2016
6835	Vodiško I	Gračnica	24.8.2016
9210	Kubed II	Rižana	24.8.2016
6020	Solčava I	Savinja	14.9.2016
2390	Otiški Vrh I	Mislinja	29.9.2016
6140	Celje II - brv	Savinja	25.10.2016
2640	Makole	Dravinja	6.12.2016
4710	Rogatec	Sotla	6.12.2016



Slika 5: Prenovljeno merilno mesto Ig na Ižici (foto: arhiv ARSO)



Slika 6: Prenovljeno merilno mesto Zamušanj I na Pesnici (foto: arhiv ARSO)



Slika 7: Prenovljeno merilno mesto Vodiško I na Gračnici (foto: arhiv ARSO)

V okviru projekta BOBER so bili na devetih merilnih mestih nameščeni tudi samodejni merilniki motnosti vode (preglednica 2). Izbor merilnih mest je sledil kontinuiteti izvajanja meritev suspendiranih snovi, potrebni infrastrukturi na merilnih mestih ter tudi potrebam zagotavljanja podatkov za čezmejne reke.

Preglednica 2: Seznam samodejnih vodomernih postaj z nameščenimi samodejnimi merilniki motnosti vode Solitax_sc

Šifra postaje	Vodomerna postaja	Vodotok	Koordinate GKY	Koordinate GKX	Začetek meritev motnosti
1060	Gornja Radgona	Mura	576509	171284	junij 2015
2390	Otiški Vrh I	Mislinja	503225	158167	september 2016
2640	Makole	Dravinja	551997	130796	december 2016
3725	Hrastnik	Sava	507381	108630	december 2015
4200	Suha	Sora	448320	113319	junij 2015
6210	Veliko Širje I	Savinja	515245	105320	april 2016
8060	Log Čezsoški	Soča	384435	131180	april 2015
8601	Miren I	Vipava	392370	84260	april 2016
9210	Kubed II	Rižana	412595	43764	avgust 2016



Slika 8: Merilnik motnosti Solitax_sc in komunikacijski vmesnik



Slika 9: Primer namestitve merilnika motnosti v cevi na vodomerni postaji Suha na Sori (foto: arhiv ARSO)

2.3 Zagotavljanje kakovosti podatkov

Kakovost podatkov hidrološkega monitoringa površinskih voda se je zagotavljala z vzdrževanjem in prenovo merilnih mest, z umerjanjem merilne opreme ter prenosom, kontrolo in arhiviranjem podatkov.

Na vseh merilnih mestih državnega hidrološkega monitoringa površinskih voda so se kontrolne meritve izvajale vsaj enkrat tedensko. Kontrolne meritve se vnašajo direktno v bazo hidroloških podatkov preko ustreznih aplikacij in služijo kontroli podatkov za zagotavljanje točnosti in kakovosti podatkov.

Prenos podatkov je bil iz samodejnih merilnih mest (AMP postaj) sproten, na merilnih mestih s podatkovnimi zapisovalniki pa trimesečni do polletni.

Meritve vodostajev in pretokov so se izvajale po priporočilih Svetovne meteorološke organizacije *Guide to hydrological practices* (WMO, No. 168) in po mednarodnih standardih. Potrebna zanesljivost merjenih veličin je: $\pm 0,01$ m pri vodostaju, ± 5 % merjene vrednosti pri pretoku vode, ± 1 % merjene vrednosti pri hitrosti vode in $\pm 0,1$ °C pri temperaturi vode.

Kontrola podatkov se zagotavlja s tristopenjskim sistemom. Prvostopenjska kontrola je samodejna in obsega osnovne kontrole smiselnosti podatka in delovanja naprave.

Drugostopenjska kontrola vključuje ročno kontrolo smiselnosti podatkov in kontrolo zagotavljanja sledljivosti. Drugostopenjska kontrola podatkov samodejnih postaj poteka v aplikaciji Kolomon. V Kolomonu so označene napake, ki jih je odkrila prvostopenjska kontrola, uporabnik pa si lahko izrisuje ali izpisuje posamezne parametre, merjene na samodejnih merilnih mestih. Program omogoča tudi grafično primerjavo merjenih parametrov na postaji, primerjave podatkov med postajami, dodajanje meteoroloških podatkov, primerjavo s kontrolnimi meritvami in opazovanji. Na podlagi zbranih podatkov se oceni pravilnost podatkov. Na večini samodejnih postaj delujeta dva senzorja, kar poveča točnost podatkov. V bazo podatkov Hidrolog se prepisujejo podatki s senzorja, za katerega se ugotovi, da so podatki natančnejši. Če ocenimo, da so podatki napačni, jih lahko označimo kot napačne, brišemo ali popravljamo. Program omogoča premikanje posameznih točk, interpolacijo ter zvišanje ali znižanje krivulje.

Po izvedbi drugostopenjskih kontrol se izvedejo višje obdelave podatkov. Med postopke višje obdelave spadajo: dopolnitev (korelacija) vodostajev, izdelava pretočnih krivulj, s katerimi določamo odnose med vodostaji in pretoki rek, bilančne izravnave in usklajevanje pretokov vzdolž rek, obdelava temperature vode, motnosti in suspendiranega materiala. Višjim obdelavam sledi verifikacija in arhiviranje podatkov ter nadaljnje hidrološke analize. Podatki so shranjeni v podatkovni zbirki Hidrolog in v arhivu Agencije RS za okolje (ARSO) v elektronski obliki na različnih medijih.

Verificirani podatki hidrološkega monitoringa površinskih voda so dostopni javnosti preko spletnih strani Agencije RS za okolje. Arhiv srednjih dnevni podatkov je dostopen na naslovu: http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/pov_arhiv_tab.php.

Poleg arhiva podatkov srednjih dnevni vrednosti so na spletni strani <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/> objavljene mesečne statistike, ki vsebujejo podatke o

mesečnih in letnih pretokih ter temperaturah slovenskih rek in vodostajev jezer za vsa leta verificiranih podatkov. Objavljene so tudi povratne dobe velikih in malih pretokov.

Agencija RS za okolje ima za izvajanje državne hidrološke službe in strokovne naloge spremljanja stanja okolja vzpostavljen in vzdrževan sistem vodenja, ki izpolnjuje zahteve standarda ISO 9001:2008.

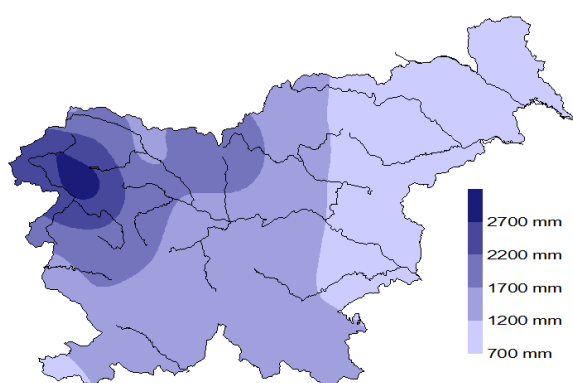
3. PREGLED HIDROLOŠKIH RAZMER V LETU 2016

3.1 Podnebje leta 2016

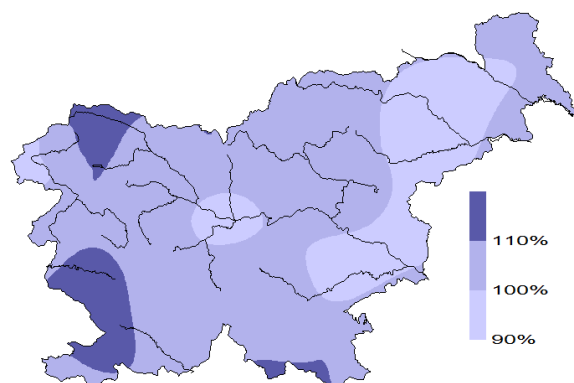
Pregled podnebja v letu 2016 povzemamo po Cegnar (Bilten Agencije RS za okolje, december 2016, številka 12). Povprečna letna temperatura je bila nad povprečjem obdobja 1981–2010, odklon je bil večinoma med 0,5 in 1,5 °C. Povprečna najnižja temperatura zraka v letu 2016 je dolgoletno povprečje na večini merilnih mest preseгла za 0,5 do 1,5 °C. Tudi odkloni letnega povprečja najvišje dnevne temperature so bili pozitivni, gibali so se med 0,7 in 1,5 °C.

V letu 2016 nismo imeli posebej obremenilnega vročinskega vala, saj so poletno vročino pogosto prekinjale kratkotrajne osvežitve. Ekstremno visokih ali nizkih temperatur zraka ni bilo. Najvišje izmerjene temperature so bile v Črnomlju 35,0 °C, v Biljah 34,9 °C, na letališču v Portorožu 34,5 °C, v Novem mestu 34 °C, v Ljubljani so izmerili 33,7 °C, v Murski Soboti in Celju 33,4 °C, v Ratečah pa je bila najvišja temperatura 30,3 °C. Sončnega vremena je bilo v večjem delu države več kot običajno.

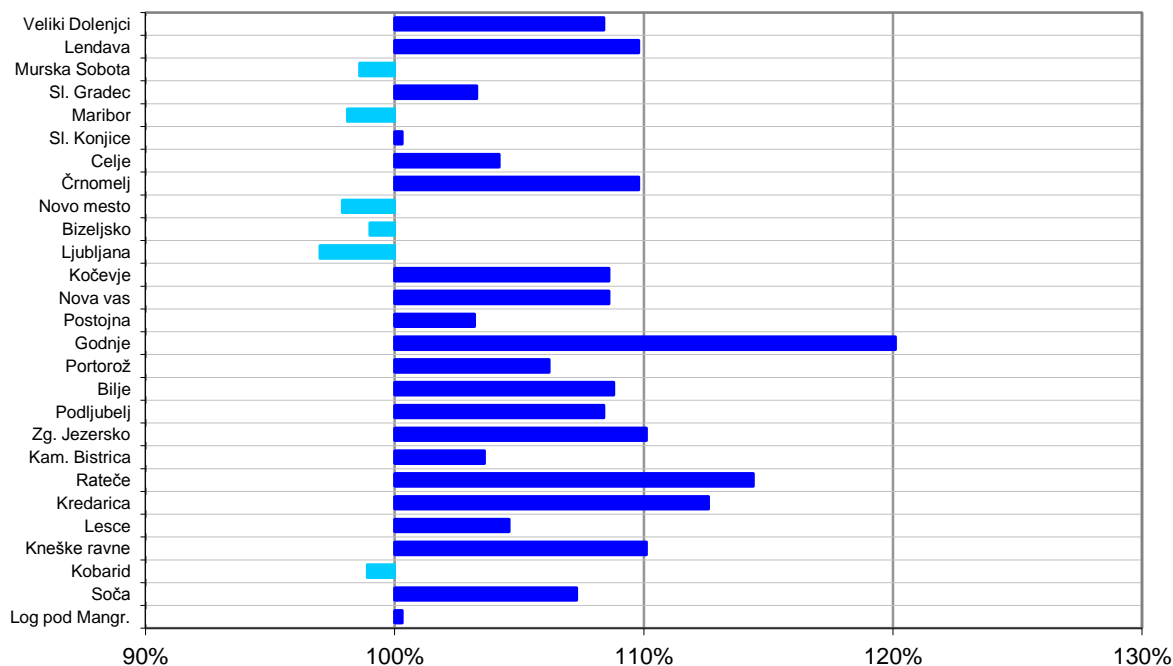
Največ padavin je leta 2016 padlo v hribovitem svetu severozahodne Slovenije, kjer so padavine ponekod presegle 2700 mm. Najmanj padavin, med 700 in 1200 mm, je bilo na Obali in v vzhodnem delu Dolenjske, v večjem delu Štajerske in v Prekmurju (slika 10). V večjem delu Slovenije je bilo dolgoletno povprečje preseženo (slika 11). Padavine so bile leta 2016 z redkimi izjemami v okviru običajne spremenljivosti, z redkimi pozitivnimi izjemami so bili odkloni med $\pm 10\%$ (slika 12). V Ljubljani so namerili 1322 mm, kar je 3 % manj od dolgoletnega povprečja 1981–2010. V Murski Soboti je padlo 787 mm, kar je skoraj toliko kot v dolgoletnem povprečju. V Portorožu so namerili 1028 mm in dolgoletno povprečje preseglili za 6 %. V Novem mestu so s 1146 mm za 2 % zaostali za dolgoletnim povprečjem.



Slika 10: Padavine leta 2016 v Sloveniji (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)



Slika 11: Višina padavin leta 2016 v primerjavi s povprečjem obdobja 1981–2010 (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)



Slika 12: Odstopanje letne količine padavin leta 2016 od povprečja obdobja 1981–2010 na padavinskih postajah (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)

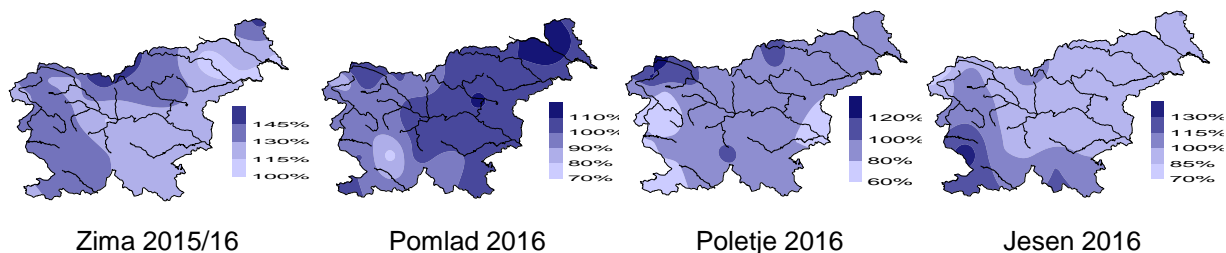
Na sliki 13 je prikazano prostorsko odstopanje višine padavin v posameznih letnih časih, na sliki 14 pa odstopanje mesečnih padavin od obdobjnih mesečnih vrednosti za šest krajev.

Pozimi 2015/16 je padlo povsod več kot 100 mm padavin. Najmanj, od 100 do 300 mm, so namerili na Obali, v Ljubljani, na Koroškem, v delu Dolenjske in Bele krajine, večjem delu Štajerske in v Prekmurju. V večjem delu Posočja in v Kamniški Bistrici so padavine presegle 500 mm. V delu Posočja so namerili celo nad 700 mm.

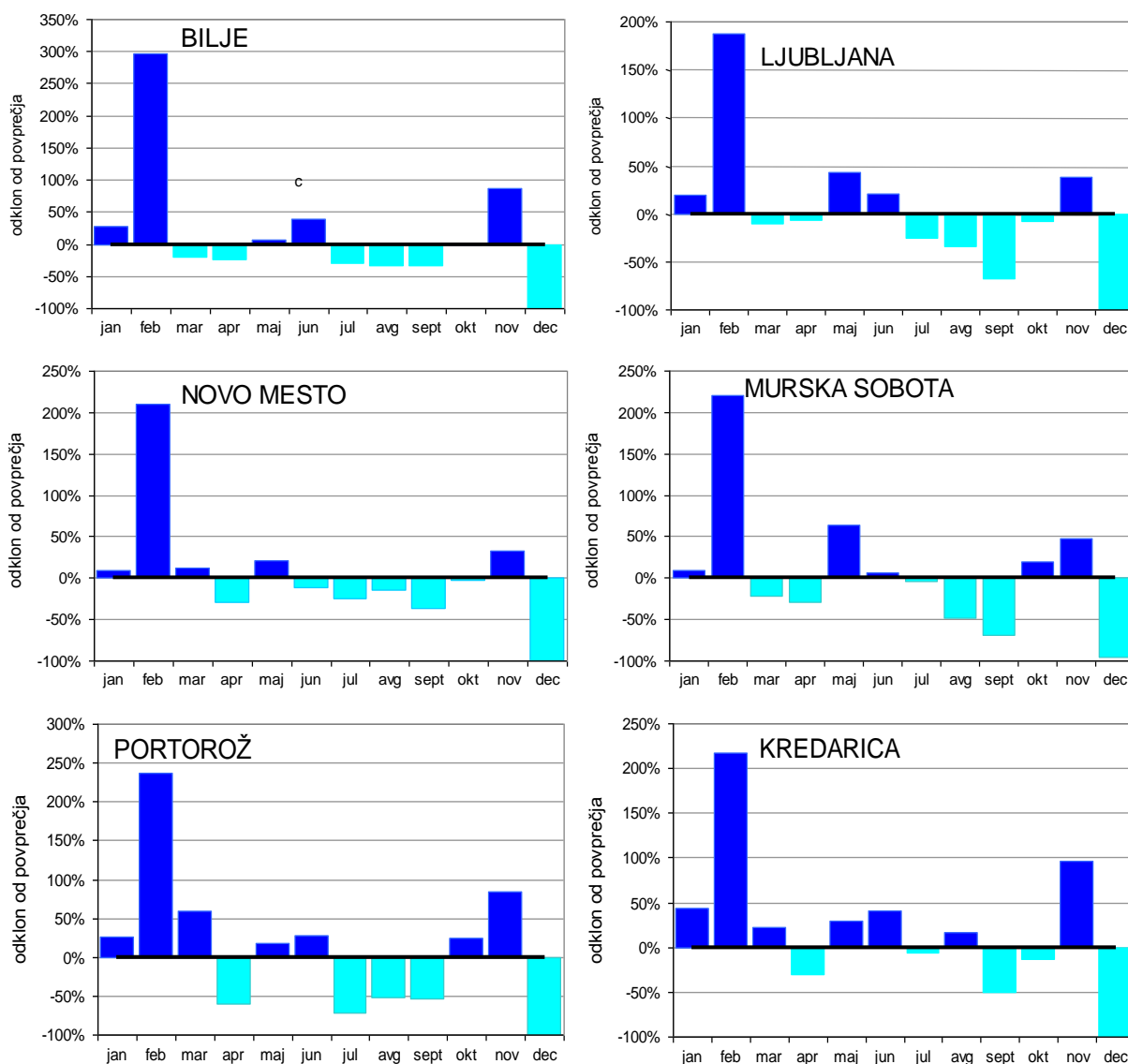
Spomladi 2016 je bilo največ padavin v delu Julijcev, kjer je padlo nad 500 mm. V večjem delu Posočja, na Trnovski planoti ter v Kamniški Bistrici so namerili nad 400 mm. Na Obali, v večjem delu Štajerske in v Prekmurju je padlo do 250 mm. V Murski Soboti je padlo 198 mm, na Letališču Portorož 214 mm, v Mariboru in na Bizeljskem 250 mm.

Poleti so padavine presegle 400 mm v delu Notranjske, na severnem Primorskem, v Julijcih in Karavankah, na Gorenjskem, manjšem delu Štajerske in delu Koroške. Največ so jih namerili v delu Julijcev, kjer so padavine presegle 640 mm. Najmanj dežja je bilo na jugozahodu države, na Krško-Brežiškem polju in delu Štajerske ter v Prekmurju, namerili so le od 160 do 280 mm.

Jeseni 2016 je bilo največ padavin v delu Julijskih Alp, kjer so padavine presegle 750 mm. V Prekmurju, na Štajerskem in delu Dolenjske je padlo le od 150 do 350 mm. Več kot polovica Slovenije je dobila manj padavin kot v dolgoletnem povprečju, največji primanjkljaj padavin je bil na skrajnem zahodu Trente, kjer niso dosegli 85 % dolgoletnega povprečja. Več padavin od dolgoletnega povprečja je padlo na območju od Julijcev proti jugu države ter v južni Sloveniji. Med 15 in 30 % presežek padavin so dosegli v Vipavski dolini in Slovenski Istri ter na Kočevskem. Največji presežek v primerjavi z dolgoletnim povprečjem je bil na Krasu, odklon je dosegel 40 %.



Slika 13: Odklon višine padavin leta 2016 od povprečja 1981–2010 v posameznih sezonah (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)



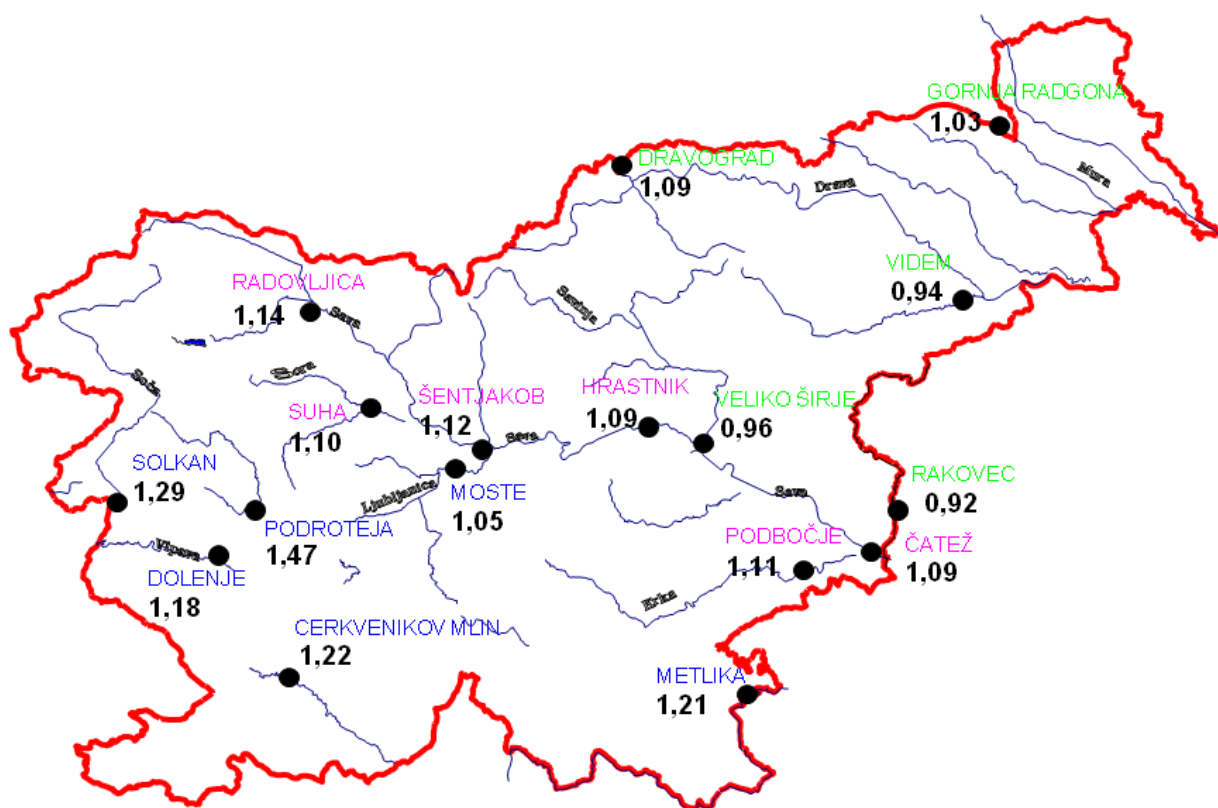
Slika 14: Odklon mesečne količine padavin leta 2016 povprečja obdobja 1981–2010 (povzeto po Cegnar: Mesečni bilten ARSO, december 2016)

Najbolj neobičajna dogodka, ki sta povzročila veliko škode, sta bila pozeba in sneg ob koncu aprila. Z nadpovprečnimi padavinami je izstopal februar.

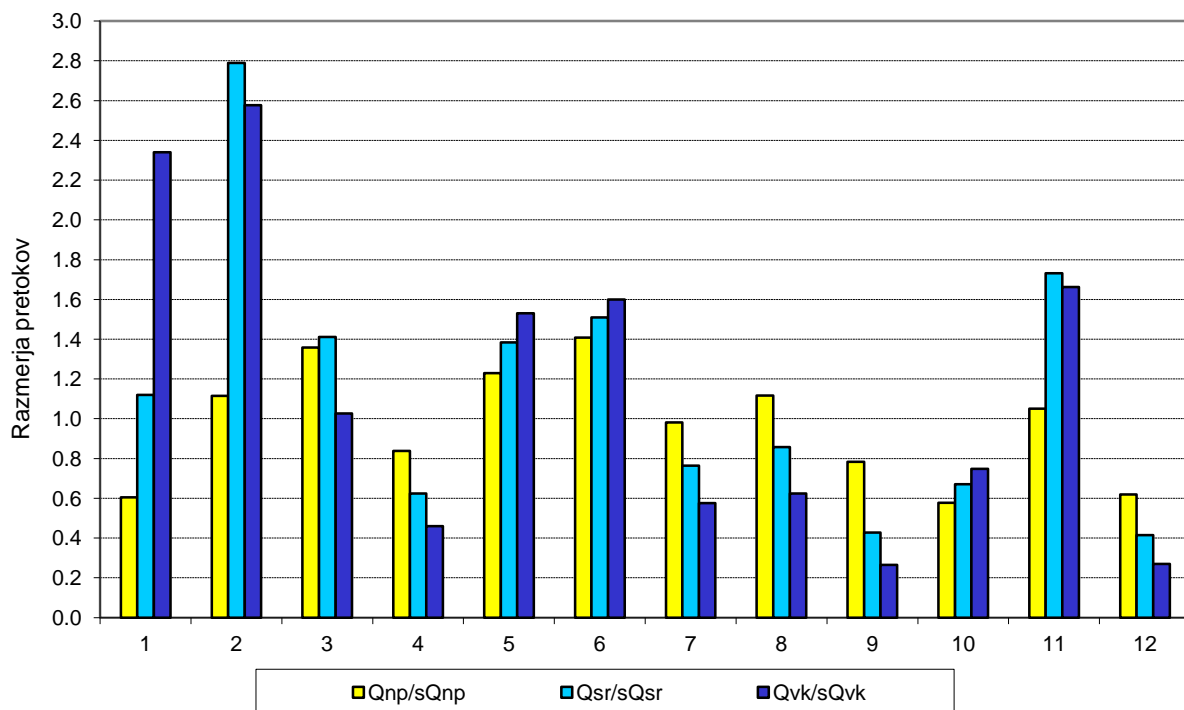
3.2 Pretoki rek

Leta 2016 je bila vodnatost rek na zahodu in jugu nekoliko večja kot v drugih delih države. Največ vode je preteklo po Idrijci, najmanj po Savinji, Dravinji in Sotli, kjer so bili srednji letni pretoki manjši kot v primerjalnem obdobju 1981–2010 (slika 15). Najbolj vodnati meseci so bili februar, marec, maj, junij in november, najmanj pa april, julij, september, oktober in december (slika 16).

Reke so poplavljele januarja, februarja in novembra, ko so se razlivala v treh zaporednih koncih tedna. Manjša razlivanja so bila tudi v drugih mesecih leta. Večinoma so se reke in hudourniki razlivali na območjih pogostih poplav, največ poplavnih dogodkov je bilo na zahodu države. Poplavne razmere v januarju so podrobneje opisane v poročilu "Hidrološko poročilo o visokih vodah med 10. in 12. januarjem 2016", ki je objavljen na spletnem naslovu ARSO http://www.arso.gov.si/vode/poročila_in_publikacije/.

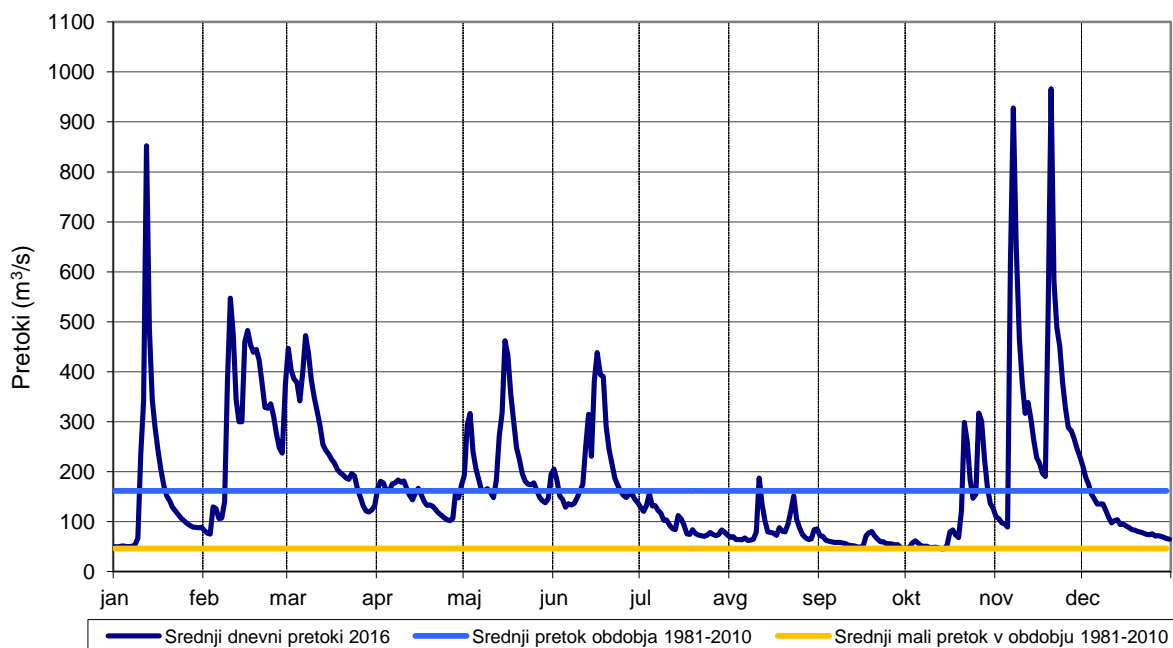


Slika 15: Razmerja med srednjimi pretoki rek leta 2016 in povprečnimi srednjimi pretoki v primerjalnem obdobju 1981–2010

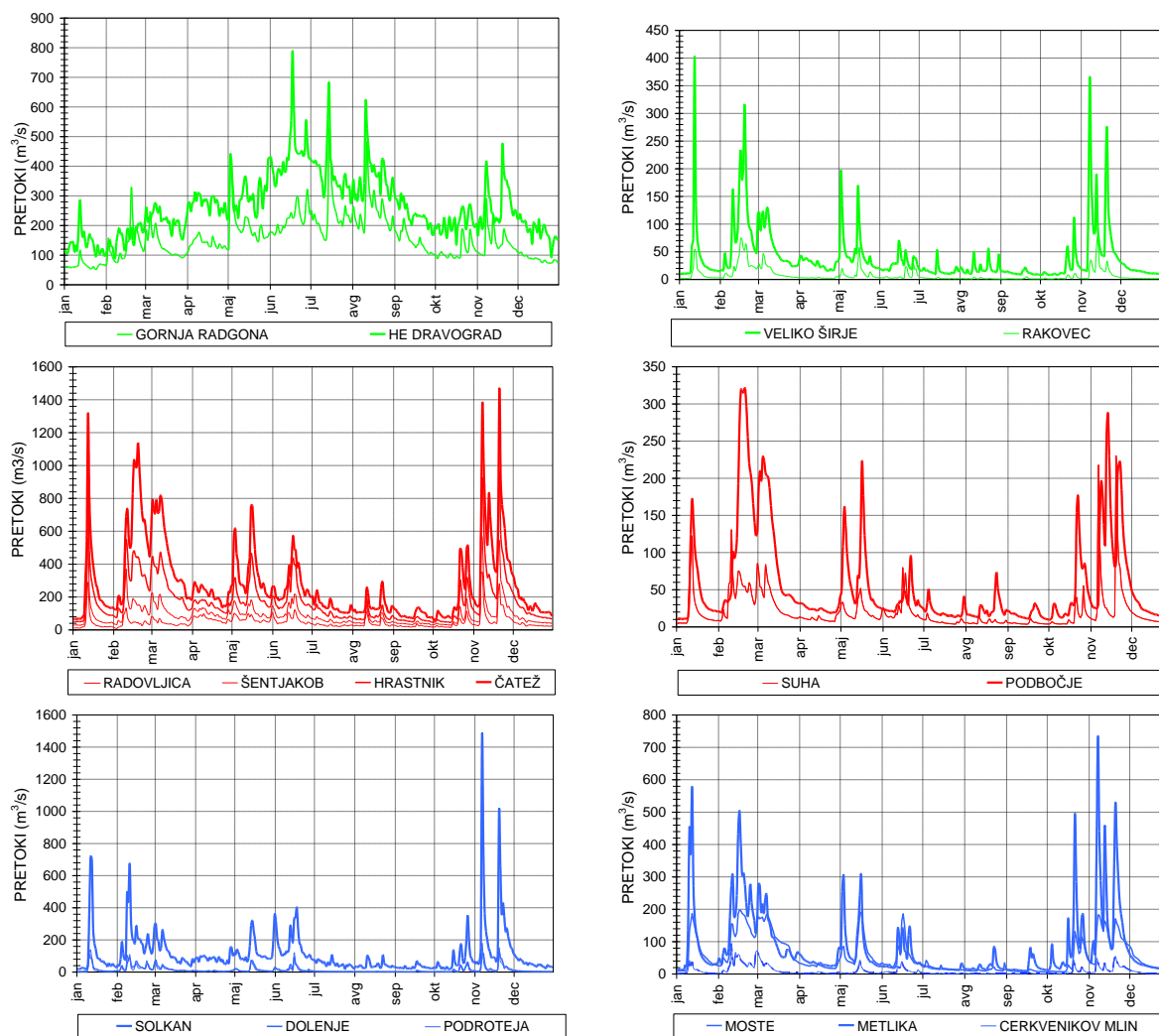


Slika 16: Razmerja med malimi (Q_{np}), srednjimi (Q_{sr}) in velikimi (Q_{vk}) mesečnimi pretoki leta 2016 in obdobjem 1981–2000 (sQ_{np} , sQ_{sr} , sQ_{vk}). Razmerja so izračunana kot povprečja razmerij na izbranih merilnih postajah (glej sliko 15).

Dnevni pretoki na reprezentivni vodomerni postaji Hrastnik na reki Savi dobro predstavljajo časovno razporeditev pretokov v letu 2016 (slika 17). Sušno obdobje je bilo najizrazitejše septembra in prvi polovici oktobra.



Slika 17: Dnevni pretoki Save v Hrastniku leta 2016 ter srednji in srednji mali pretok obdobja 1981–2010



Slika 18: Pretoki rek v letu 2016

3.2.1 Kronološki pregled hidroloških razmer

Januarja je bila mesečna vodnatost rek v celoti gledano povprečna, nekoliko manj vodnat je bil vzhodni del države. Večji del meseca so imele reke male in srednje pretoke, sredi meseca so narasle v večjem delu države. Ob dveh zaporednih visokovodnih konicah, ki so bile višje kot običajno v tem letnem času, so najprej poplavljalje Vipava in kraške reke Krka, Ljubljanica in Kolpa s pritoki, pozneje pa predvsem Soča in Dravinja ter druge manjše reke. V naslednjih dneh so reke upadale in imele ob koncu januarja ponovno večinoma male in srednje pretoke.

Po povprečni vodnatosti decembra in januarja je bil zadnji del zime nadpovprečno vodnat. **Februarja** so imele reke v celoti 2,8-krat večje pretoke kot v primerjalnem obdobju 1981–2010. Najmanj vodnati sta bili Drava in Mura, najbolj pa Idrijca in druge reke na jugozahodu. Reke so imele na začetku februarja male pretoke. Devetega februarja se je vodnatost rek najbolj povečala v zahodni in osrednji Sloveniji. Vipava, Idrijca, Reka in naslednji dan tudi Ljubljanica so poplavljalje na območjih pogostih poplav. Namočenost tal Notranjskega in Dolenjskega krasa se je povečala in ob naslednjih padavinah nekaj dni pozneje sta Krka in Ljubljanica poplavljalje, kraška polja pa so se ojezerila. Padavine so povečale pretoke tudi na vzhodu države, kjer sta se v manjšem obsegu razlivali Dravinja in Sotla. Krka in Ljubljanica

sta v manjšem obsegu poplavljali do 21. februarja. V naslednjih dneh vse do konca meseca so pretoki rek upadali. Pretoki rek so bili povečini najmanjši 2. in 3. februarja ter največji 10. februarja. Srednji mesečni pretoki so bili med največjimi februarскими pretoki v dolgoletnem obdobju opazovanj.

V prvi dekadi **marca** so imele reke veliko vodnatost. Na kraških rekah in kraških poljih so bile presežene opozorilne poplavne vrednosti. Po površinah vsakoletnih poplav sta se razlivali Krka in Ljubljanica ter voda na Planinskem polju. Vodnatost rek in ojezerjenih kraških polj se je nekje po desetem marcu začela postopno zmanjševati. Pretoki rek so nato vse do konca meseca večinoma upadali. Konec marca so bili pretoki rek večinoma mali, le ponekod srednji. Marca je bila vodnatost rek v celoti okoli štirideset odstotkov večja kot v dolgoletnem primerjalnem obdobju 1981–2010. V severnem in vzhodnem delu države so bili pretoki rek nekoliko manjši kot drugje. Najbolj vodnata je bila Ljubljanica, najmanj pa Sava v zgornjem toku. Najmanjši mesečni pretoki so bili povprečni in tudi visokovodne konice so le malo presegle povprečne visokovodne konice iz dolgoletnega primerjalnega obdobja.

Aprila je bila vodnatost rek okoli 40 odstotkov manjša kot v dolgoletnem obdobju 1981–2010. Po Soči, Savi in Dravi je pretekla običajna količina vode, vodnatost na drugih rekah je bila podobna najmanjšim aprilskim vodnatostim iz dolgoletnega obdobja. Najmanj vodnate so bile reke v južnem delu države. Reke so imele največjo vodnatost na začetku meseca, nato pa so se pretoki večji del meseca zmanjševali in se povečali zadnje dni aprila. Najmanjši mesečni pretoki so bili v povprečju četrtno manjši kot navadno. Največji pretoki so bili večinoma med najmanjšimi v dolgoletnem obdobju opazovanj.

Maja je bila vodnatost rek v celoti 38 odstotkov večja kot v dolgoletnem primerjalnem obdobju. Pretoki rek so se povečali v začetku in sredi maja. Ob prvem zvečanju se je najbolj povečala vodnatost manjših vodotokov na Pohorju in Kozjaku, ob drugem pa so padavine na zahodu najprej povečale pretok Vipave, nato pa tudi Ljubljanice in Krke, ki so se razlile na območju pogostih poplav. Opozorilni pretok sta presegli tudi Mirna in Bistrica. V naslednjih dneh je vodnatost rek upadala, pretoki so bili ob koncu maja mali in srednji.

Junij je bil za polovico bolj vodnat kot običajno. Vodnatost rek na zahodu in jugu države je bila večja kot drugje. Visokovodni konici Vipave in Idrijce sta bili med najvišjimi v dolgoletnem junijskem obdobju opazovanj. Pretoki rek so se najprej povečali 12. junija, ko sta se razlivali Branica in Vipava v zgornjem toku. Pretok Branice je bil med najvišjimi v dolgoletnem obdobju opazovanj. 14. junija sta ob reki Vipavi hudourniška potoka ogrožala naselji Vrtovin in Budanje. Naslednji dan so se na območju vsakoletnih poplav razlivala Vipava, Ljubljanica in Krka. Dan pozneje je opozorilno vrednost presegla Logaščica in nato 17. junija Drava, ki se je na območju vsakoletnih poplav razlivala v spodnjem toku. Nekaj dni pozneje se je na vzhodu države razlila Dravinja. Hudourniška voda je poplavljala v vasi Bukovec nad Zgornjo Polskavo. 27. junija močnejši naliv na območju reke Reke ni povzročil razlitja hudourniških voda.

Julija je bila vodnatost rek podpovprečna, okoli 24 odstotkov manjša kot običajno. Vodnatost Mure in Drave je bila nekoliko nadpovprečna. Reke so imele večji del meseca večinoma male in srednje pretoke. Ob močnejših krajevnih padavinah se je vodnatost povečala predvsem na manjših vodotokih. Sredi meseca so se pretoki rek predvsem na severu in vzhodu države povečali do velikih pretokov. Ob povečanem dotoku iz sosednje Avstrije sta

se v manjšem obsegu razlivali Mura in Drava. Mura je poplavljala znotraj protipoplavnih nasipov, Drava se je razlivala ob strugi na najbolj izpostavljenih mestih.

Avgusta je bila vodnatost rek večinoma manjša kot navadno v tem mesecu. Nadpovprečni so bili le pretoki Mure in Drave ter Save v zgornjem in srednjem toku. Pretoki rek so bili večji del avgusta mali in srednji. Pretoki rek so se prehodno zvišali dvakrat, 11. in 23. avgusta. Vodnatost se je ob tem ponekod povečala do velikih pretokov. Ob koncu avgusta so poplavljali hudourniki.

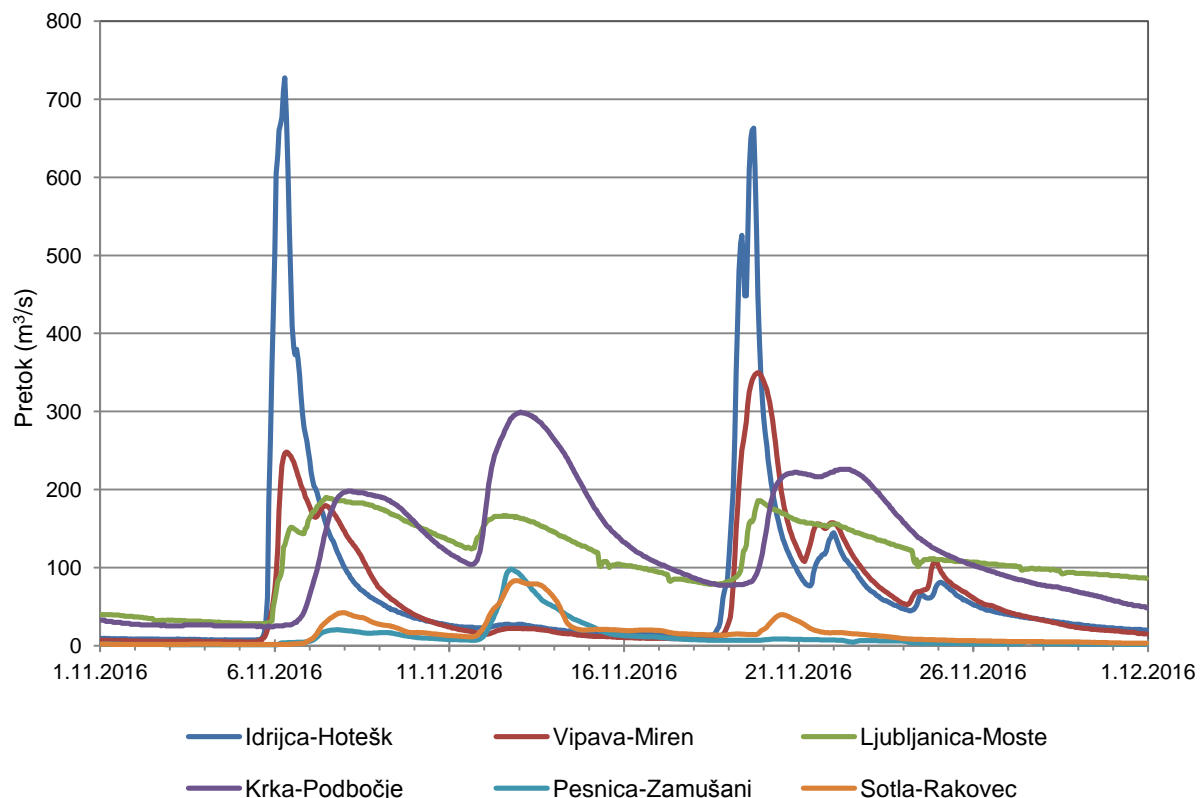
September je bil hidrološko suh mesec, vodnatost rek je bila več kot pol manjša od dolgoletnega povprečja. Srednja mesečna pretoka Drave in Mure sta bila podobna povprečnim septembrskim pretokom. Predvsem v prvi polovici meseca so imele reke sušne pretoke, ki so bili večinoma manjši kot je to običajno za ta letni čas. Korita presihajočih rek so bila suha. 17. septembra so se pretoki rek prehodno povečali. Visokovodne konice so bile majhne in pretoki rek so bili že po nekaj dneh ponovno mali.

Oktober je bil hidrološko suh mesec. Srednji mesečni pretoki rek so bili v povprečju tretjino manjši kot v dolgoletnem obdobju. Do 20. oktobra je bila vodnatost rek večinoma mala, nato je v naslednjih dneh dvakrat sledilo povišano stanje voda, pri katerem pa so bile visokovodne konice večinoma manjše kot navadno, le visokovodna konica na Kolpi je bila 21. oktobra podobna običajnim oktobrskim visokovodnim konicam.

Novembra je bila vodnatost rek velika. Srednji mesečni pretoki rek so bili v povprečju okoli 73 odstotkov večji kot v obdobju 1981–2010. Reke so poplavljale v treh zaporednih koncih tedna (slika 19). V soboto, 5. novembra zvečer in v noči na nedeljo, 6. novembra, so najprej močno narasle reke na območjih Idrijsko-Cerkljanskega in Škofjeloškega hribovja, na Bovškem in Bohinjskem. Visokovodni konici Trebuše in Idrijce sta imeli 30–50-letno povratno dobo. Močno sta narasli Vipava in Kolpa. V nedeljo so se razlivali Soča, Ljubljana in pozneje Krka. Soča je imela v Kršovcu 20–30, v Solkanu pa 10–20-letno povratno dobo. Vodostaj Bohinjskega jezera se je povišal za 2,2 metra.

Med 11. in 14. novembrom so se ob mešanici snega in dežja reke v jugovzhodni in vzhodni Sloveniji razlivali na običajnih poplavnih območjih. V petek, 11. novembra zvečer se je na Dolenjskem najprej razlila Mirna. Ponoči so sledila razlivanja drugih rek v južnem, osrednjem in vzhodnem delu države. V soboto zjutraj so v manjši meri poplavljal Ljubljana, Dravinja, Rogatnica, Mestinjščica in Krka, nato so čez dan opozorilne pretoke presegle še Pesnica, Polskava, Temenica in zvečer Sotla. V nedeljo sta se še vedno razlivali Ljubljana in Krka.

Tretji zaporedni konec tedna so reke poplavljal na običajnih poplavnih območjih na več mestih po državi. Najbolj izpostavljeno je bilo porečje Vipave. V drugem delu noči na soboto, 19. novembra, so se najprej razlile Vipava in nekatere reke na območju Idrijsko-Cerkljanskega hribovja. V soboto so ponekod poplavlile reke na Goriškem, zlasti v Goriških Brdih in Posočju. Soča v Solkanu je imela največji pretok okoli 1760 m³/s in Vipava v Mirnu 351 m³/s. Ponekod so se razlivali tudi nekatere manjše reke na Gorenjskem. V noči na nedeljo in v nedeljo so se razlivali Vipava, Ljubljana, Krka, Kolpa in Sava v Zasavju, ki je v nedeljo zjutraj na Jesenicah na Dolenjskem dosegla pretok 2069 m³/s. Krka je imela v nedeljo popoldan največji pretok 205 m³/s. V manjšem obsegu so se razlivali tudi nekatere manjše reke na Dolenjskem in v Suhi krajini. Ljubljana in Krka sta se na običajnih mestih razlivali tudi v ponedeljek, 21. novembra.



Slika 19: Hidrogrami površinskega odtoka za november 2016 za šest izbranih vodomernih postaj

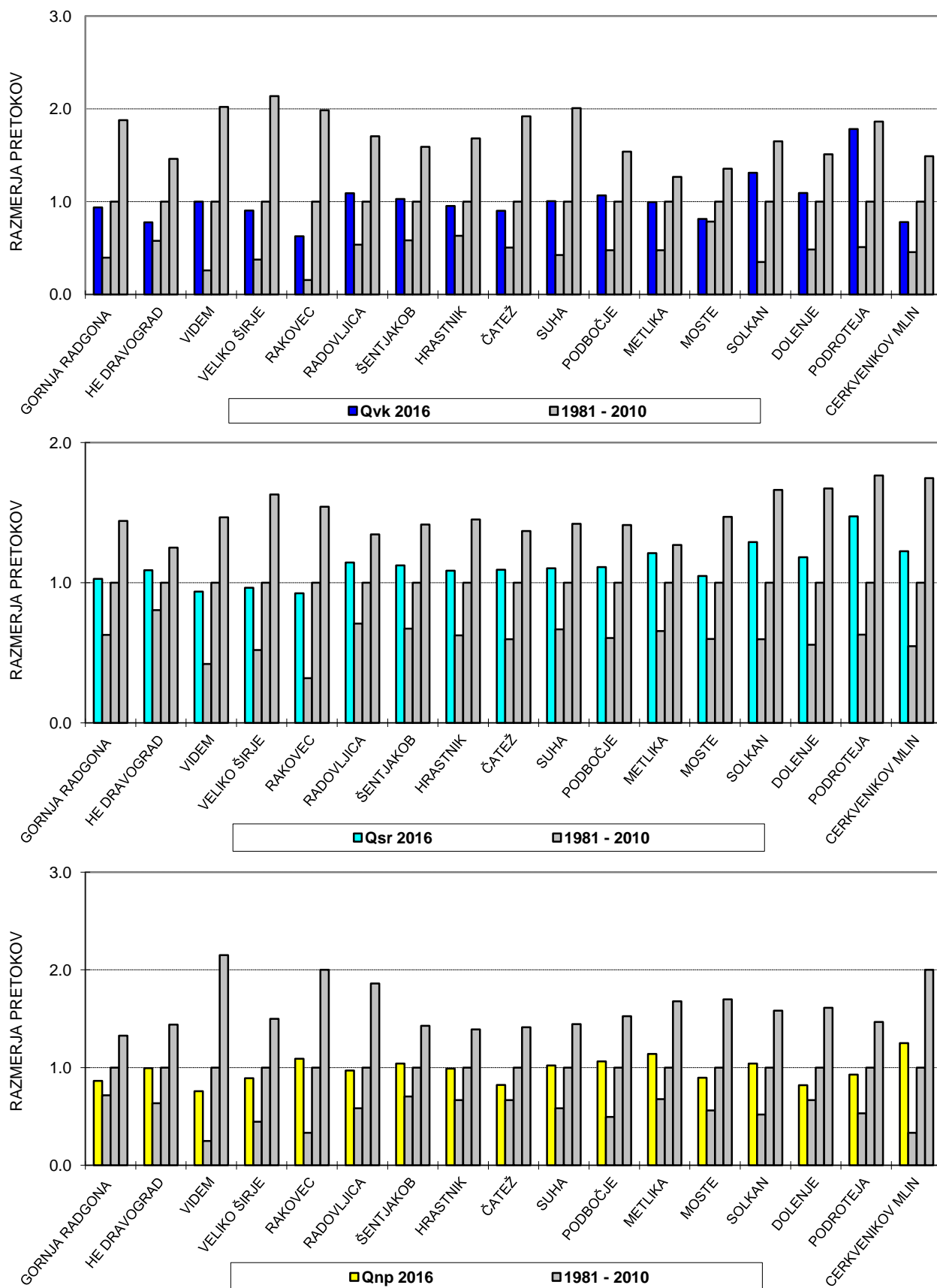
Po vodnatem novembru so pretoki rek v **decembru** upadali. V hidrološko suhem decembru je v povprečju po koritih rek preteklo le nekaj več kot 40 odstotkov običajne količine voda. Nekoliko bolj vodnati kot druge reke sta bili Mura in Drava. Najmanjši pretoki so bili decembra v povprečju polovico manjši, največji pa petkrat manjši kot običajno.

3.2.2 Primerjava značilnih pretokov z obdobjem

Največji pretoki so bili leta 2016 v povprečju enaki kot v dolgoletnem primerjalnem obdobju 1981–2010. Visokovodne konice so bile največje na Soči in Idrijci (slika 20). Največ letnih visokovodnih konic je bilo zabeleženih novembra. Krka in Reka sta imeli največje pretoke februarja, Drava in Ljubljana junija, Mura pa julija (preglednica 3).

Srednji mesečni pretoki rek so bili v povprečju dvanajst odstotkov višji kot v dolgoletnem obdobju. Največ vode je preteklo po Idrijci v Podroteji, najmanj po Sotli v Rakovcu (slika 20 in preglednica 3). Idrijca je bila 47 odstotkov bolj vodnata, Sotla pa 8 odstotkov manj vodnata kot običajno.

Reke so imele večinoma **najmanjše pretoke** septembra in oktobra. Mura, Drava in Sava v zgornjem toku so bile najbolj sušne pozimi januarja in februarja. Najmanjši pretoki na obravnavanih merilnih mestih v letu 2016 so bili v povprečju le dva odstotka manjši kot v dolgoletnem primerjalnem obdobju (slika 20 in preglednica 3)



Slika 20: Letna povprečna največjih (Qvk), srednjih (Qs) in malih (Qnp) mesečnih pretokov leta 2016 v primerjavi z malimi, srednjimi in velikimi vrednostmi pripadajočih pretokov v primerjalnem obdobju 1981–2010. Pretoki so podani relativno glede na srednje obdobjne vrednosti pripadajočih pretokov v primerjalnem obdobju.

Preglednica 3: Veliki, srednji in mali pretoki leta 2016 in značilni pretoki v dolgoletnem primerjalnem obdobju

REKA	POSTAJA	Qvk		nQvk	1981–2010	
		m ³ /s	dan		m ³ /s	m ³ /s
MURA	G. RADGONA	673	14.7.	287	718	1350
DRAVA	DRAVOGRAD	890	17.6.	663	1144	1672
DRAVINJA	VIDEM	145	12.11.	37,7	145	293
SAVINJA	VELIKO ŠIRJE	630	12.1.	262	697	1490
SOTLA	RAKOVEC	83,6	12.11.	20,9	133	264
SAVA	RADOVLJICA	454	7.11.	223	416	709
SAVA	ŠENTJAKOB	921	19.11.	521	894	1422
SAVA	HRASTNIK	1226	20.11.	813	1285	2159
SAVA	ČATEŽ	1790	20.11.	1005	1986	3811
SORA	SUHA	344	19.11.	146	342	687
KRKA	PODBOČJE	325	17.2.	145	304	468
KOLPA	METLIKA	801	7.11.	383	804	1018
LJUBLJANICA	MOSTE	213	15.6.	206	262	355
SOČA	SOLKAN	1816	6.11.	485	1385	2287
VIPAVA	DOLENJE	176	19.11.	78,1	158	243
IDRIJCA	PODROTEJA	335	6.11.	96,2	188	350
REKA	C. MLIN	142	10.2.	83,3	182	271
		Qs		nQs	sQs	vQs
MURA	G. RADGONA	156		95,4	152	219
DRAVA	DRAVOGRAD	266		196	244	306
DRAVINJA	VIDEM	9,84		4,47	10,5	15,4
SAVINJA	VELIKO ŠIRJE	40,1		21,6	41,6	67,8
SOTLA	RAKOVEC	7,85		2,77	8,52	13,2
SAVA	RADOVLJICA	48,2		29,8	42,1	56,6
SAVA	ŠENTJAKOB	92,0		55,1	82,0	116
SAVA	HRASTNIK	176		101	162	235
SAVA	ČATEŽ	284		155	260	356
SORA	SUHA	20,2		12,2	18,3	26,0
KRKA	PODBOČJE	55,7		30,3	50,1	70,7
KOLPA	METLIKA	81,6		44,1	67,4	85,5
LJUBLJANICA	MOSTE	54,8		31,3	52,3	76,9
SOČA	SOLKAN	111		51,7	86,6	144
VIPAVA	DOLENJE	14,4		8,88	12,3	20,4
IDRIJCA	PODROTEJA	11,9		5,08	8,06	14,3
REKA	C. MLIN	9,19		4,15	7,50	13,1
		Qnp		nQnp	sQnp	vQnp
MURA	G. RADGONA	52,0	24.1.	43,1	60,1	79,7
DRAVA	DRAVOGRAD	90,4	7.2.	57,8	90,9	131
DRAVINJA	VIDEM	1,52	14.9.	0,477	2,02	4,28
SAVINJA	VELIKO ŠIRJE	8,21	2.10.	4,09	9,25	13,8
SOTLA	RAKOVEC	0,981	15.9.	0,337	0,886	1,82
SAVA	RADOVLJICA	9,13	2.2.	5,56	9,43	17,6
SAVA	ŠENTJAKOB	28,2	5.1.	19,1	27,1	38,7
SAVA	HRASTNIK	45,8	14.10.	30,8	46,2	64,3
SAVA	ČATEŽ	59,4	2.10.	48,2	72,2	102
SORA	SUHA	3,68	14.9.	2,14	3,64	5,20
KRKA	PODBOČJE	9,90	1.10.	4,57	9,3	14,2
KOLPA	METLIKA	9,57	15.9.	5,76	8,43	14,1
LJUBLJANICA	MOSTE	6,54	1.10.	4,10	7,29	12,4
SOČA	SOLKAN	19,2	24.7.	9,60	18,5	29,3
VIPAVA	DOLENJE	1,48	12.9.	1,45	1,86	2,90
IDRIJCA	PODROTEJA	1,39	30.9.	0,84	1,54	2,20
REKA	C. MLIN	0,750	25.7.	0,23	0,65	1,23

Legenda:

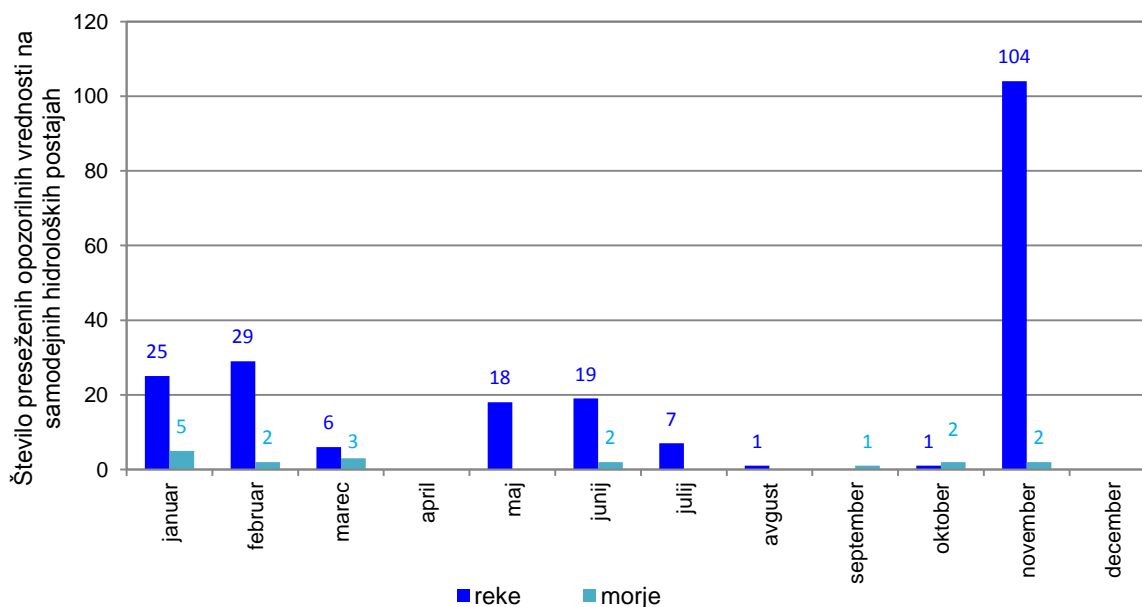
- Qvk** največji pretok v letu – konica
- nQvk najmanjši veliki pretok v obdobju
- sQvk srednji veliki pretok v obdobju
- vQvk največji veliki pretok v obdobju
- Qs** srednji pretok v letu – dnevno povprečje
- nQs najmanjši srednji pretok v obdobju
- sQs srednji pretok v obdobju
- vQs največji srednji pretok v obdobju
- Qnp** najmanjši pretok v letu – dnevno povprečje
- nQnp najmanjši mali pretok v obdobju
- sQnp srednji mali pretok v obdobju
- vQnp največji mali pretok v obdobju

3.3 Visoke vode rek in poplave

Število visokovodnih dogodkov in njihova časovna razporeditev leta 2016 sta sovpadala s povprečjem preteklih let, v katerem se čedalje bolj izrazito kaže povečanje visokih vod v januarju in februarju. Otoplitve z dežjem v kombinaciji z zamrznjenimi in posledično neprepustnimi tlemi pomenijo zelo neugodne hidrološke razmere, saj praviloma povzročajo razlivanje rek, obenem pa manjšajo zalogo vode v snegu, ki je potrebna v spomladanskem času. Zaporedje takih dogodkov je leta 2016 povzročilo tudi dolgotrajnejše razlivanje kraških rek. Skupaj s številnimi nalivi in razlivanjem hudourniških vodotokov v poznem pomladanskem in poletnem času ter novembrskimi jesenskimi poplavami so bile leta 2016 visokovodne razmere na vsaj eni reki oziroma hudourniškem območju zabeležene 57 dni, kar bi v povprečju pomenilo približno en dan vsak teden.

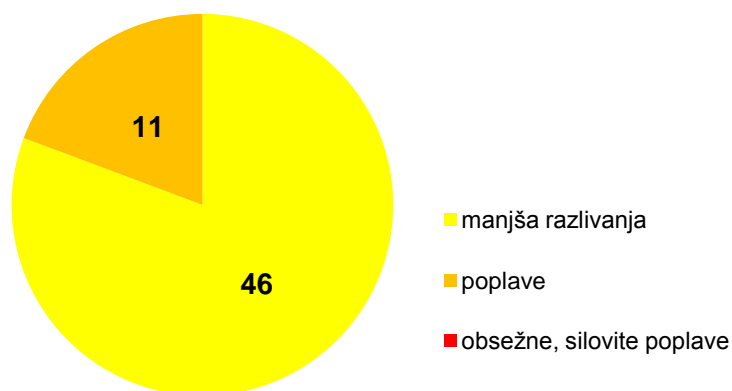
Velika večina visokih vod se je leta 2016 zgodila v treh obdobjih (slika 21). Skupno je bil v 210 primerih na posameznih samodejnih vodomernih postajah izmerjen in presežen opozorilni pretok, v 17 primerih pa je gladina morja na mareografski postaji v Kopru preseгла opozorilni vodostaj. Vsota zajema vse samodejne vodomerne postaje Agencije RS za okolje, tako da je lahko znotraj posameznega dogodka zaradi potovanja visokovodnega vala opozorilni pretok presežen na več dolvodnih postajah. Opozorilni pretok je bil največkrat, in sicer devetkrat, presežen na Ljubljanici na vodomerni postaji Moste. Poleg Ljubljani sta se leta 2016 po sedemkrat razlivali reki Dravinja in Vipava, vendar vsakokrat le do obsega, pri katerem so poplavljeni in zaprte posamezne ceste. Le pri drugem poplavnem valu novembra na Vipavi so bili poleg več cestnih odsekov poplavljeni tudi nekateri, večinoma pomožni objekti. Opozorilne vrednosti so bile skupno presežene na 93 samodejnih vodomernih postajah državnega hidrološkega monitoringa, kar je več kot polovica vseh postaj in kaže na razširjenost pojava visokih vod v večini slovenskih porečij. Poplavnih dogodkov ni bilo le v Pomurju, ob zgornji Savi ter ob zgornjem in srednjem toku Savinje.

Na oddelku za hidrološke napovedi Agencije RS za okolje se ob napovedanih pretokih, ki lahko presežejo opozorilne vrednosti, začeta izredno spremljanje in obveščanje pred morebitnim poplavljanjem. Med poplavnimi dogodki je zagotovljeno stalno spremljanje in izdajanje napovedi ter opozoril o razvoju dogodkov. Leta 2016 je bilo skupno 57 dni, ko so na vsaj enem porečju v Sloveniji veljale poplavne hidrološke razmere (slika 22). Za primerjavo, leta 2015 je bilo teh dni 25. V večini dni, zaradi katerih beležimo opazno povečanje trajanja visokovodnih razmer, je prihajalo do manjšega, vendar dolgotrajnega razlivanja vodotokov na območju notranjskega in dolenjskega krasa. Obsežni oziroma siloviti poplavni dogodki, pred katerimi v grafičnem hidrološkem opozorilu opozarjamo z rdečo barvo, se na srečo leta 2016 niso zgodili.



Slika 21: Število preseženih opozorilnih pretokov slovenskih rek na samodejnih vodomernih postajah in preseženih gladin morja ob slovenski obali leta 2016

Število dni leta 2016 s poplavnimi hidrološkimi razmerami



Slika 22: Število dni leta 2016 z visokovodnimi hidrološkimi razmerami, ko je bila dosežena posamezna stopnja nevarnosti na vsaj enem porečju

Reke, hudourniki in morje so leta 2016 poplavlili 104-krat. Največ visokih vod, ki so poplavliale, je bilo novembra (39) in januarja (19).

Obilne dvodnevne padavine, ki so med 10. in 11. januarjem zajele večji del Slovenije, so povzročile poplavljanje rek in manjših vodotokov predvsem v zahodni Sloveniji ter tudi ponekod v osrednjem, južnem in vzhodnem delu države. V alpskem svetu so se ob močnejših nalivih razlivali hudourniki in ogrožali posamezne objekte.

V dneh od 10. do 12. januarja je bila gladina morja ob slovenski obali zaradi vpliva močnega vetra in znižanega zračnega tlaka povišana. Na mareografski postaji v Kopru je gladina večkrat presegla opozorilno višino 300 cm. Pri tem je tudi zaradi visokih valov poplavelo najnižje dele obale.

Poplavni dogodki v tem zimskem obdobju so se zgodili kljub predhodnemu nizkovodnemu stanju, ponekod so imele reke pretoke manjše od običajnih malih za mesec januar. Poleg velike količine padavin (na merilni postaji na Voglu je bilo 12. januarja zjutraj za pretekle tri dni izmerjenih kar 429 mm padavin), je k povečanemu odtoku prispevala tudi visoka meja sneženja, ki je bila večino časa nad 1800 metri, in taljenje snega. 11. januarja so se v zahodni in severozahodni Sloveniji v manjšem obsegu razlivala reke Soča, Idrijca, Vipava, Tolminka in Sora, Sava Bohinjka pa je poplavljala na izpostavljenih območjih v bližini Bohinjske Bistrice in Ribnega.

V treh tednih, od sredine februarja do prve tretjine marca, so se večkrat razlili kraški reki Ljubljanica in Krka ter njuni pritoki. V nekoliko večjem obsegu kot običajno je bilo ojezerjeno Planinsko polje.

Maja in junija so se manjše reke in hudourniški vodotoki razlivali predvsem zaradi neviht z močnimi nalivi. Na več samodejnih meteoroloških postajah v vzhodni Sloveniji so imele izmerjene kratkotrajnejše padavine verjetnost pojava manjšo od 10 odstotkov v letu ali izraženo drugače – dogodki so imeli več kot 10-letno povratno dobo. V Mežici je v samo 70 minutah padlo 61 mm dežja.

Novembra je bilo skladno z dolgoletnim povprečjem razlivanj in poplav največ. V dveh izrazitih padavinskih dogodkih v presledku dveh tednov so se razlivala reke v zahodni, severni in južni Sloveniji. Zaradi predhodne zasičenosti tal z vodo, velike vodnatosti rek in količine padavin, ki so imele v drugem dogodku enako razporeditev z maksimumi na gorskih pregradah, so se 19. in 20. novembra številne reke razlivala v manjšem obsegu, reka Vipava pa je poplavela v nekoliko širšem obsegu. Poplavljen je bila večja površina kmetijskih zemljišč, cestni odseki in posamezni izpostavljeni objekti.

V preostalih mesecih je bilo razlivanj vodotokov izrazito malo, aprila in decembra jih ni bilo.

Morje je poplavelo nižje dele obale sedemnajstkrat: januarja petkrat, marca trikrat, februarja, junija, oktobra in novembra po dvakrat ter septembra enkrat.

V preglednici 4 so zbrani reke in nekateri potoki, ki so se razlili iz strug in poplavljali leta 2016, ter poplavljanje morja ob slovenski obali. Poplavljanje manjših potokov in hudournikov v preglednici ni navedeno.

Preglednica 4: Visoke vode in njihovo razlivanje leta 2016 (vir: ARSO, CORS)

Reke in morje	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC
Bistrica (Sotla)											X	
Bohinjska Bistrica	X										X	
Branica						X						
Drava					X		X					
Dravinja	X	XX				X					XXX	
Dreta	X											
Idrijca s pritoki	X										XX	
Kolpa	X										XX	
Krka s pritoki		X	X		X						XX	
Ljubljana	XX	XX			X	X					XXX	
Mestinjščica											X	
Medija							X				XX	
Meža	X				X						XX	
Mirna					X						XX	
Mura					X		X					
Pesnica		X	X		X						X	
Reka		X									X	
Sava	X										XX	
Sava Bohinjka	X										XX	
Savinja	X										X	
Soča											X	
Sora	X										XX	
Sotla					X							
Tržiška Bistrica											X	
Unica - Planinsko polje			X									
Vipava s pritoki	X	X			X	XX					XX	
Hudourniki v Zasavju								X			X	
Hudourniki s povirjem na Kozjanskem					X	X					X	
Hudourniki s povirjem na Pohorju in Kozjaku		X			X	X		X			X	
Hudourniki v alpskem gorovju	X										X	
Morje ob slovenski obali	XXXXX	XX	XXX			XX			X	XX	XX	

Leta 2016 sta bila število in časovna porazdelitev visokovodnih dogodkov skladna s povprečjem preteklih let, v katerem se nakazuje povečanje visokih vod v zimskih mesecih.

Oddelek za hidrološke napovedi Agencije RS za okolje je tudi leta 2016 organizacijsko, s stalnim spremljanjem hidrološkega stanja pred in med visokovodnimi dogodki, ter s podporo modelskih orodij, ki se stalno razvijajo in izboljšujejo, zagotavljal strokovno podporo v sistemu zgodnjega opozarjanja pred poplavami.

3.4 Temperature rek in jezer

Temperature rek in jezer v letu 2016 predstavljamo s podatki izbranih samodejnih vodomernih postaj na rekah in na Bohinjskem ter Blejskem jezeru. Izbrali smo lokacije na glavnih vodotokih in opravili primerjavo s tridesetletnim obdobjem povprečjem 1981–2010. Na Dravi in Vipavi je primerjalni niz krajši.

V letu 2016 je bila postaja na Blejskem jezeru v prenovi in je z operativnim delovanjem začela marca 2016. Za temperaturo vode na tej postaji smo za januar in februar vzeli podatke Jezernice v Mlinem, ki je iztok iz Blejskega jezera.

Preglednica 5: Izbor vodomernih postaj na rekah in jezerih, uporabljenih v analizah temperature vode

Šifra	Vodomer na postaja	Vodotok
1060	Gornja Radgona	Mura
2110	Ptuj	Drava
3570	Šentjakob	Sava
4860	Metlika	Kolpa
5078	Moste	Ljubljana
6200	Laško	Savinja
7160	Podbočje	Krka
8180	Solkan	Soča
8565	Dolenje	Vipava
9050	Cerkvenikov mlin	Reka
3350	Mlino	Blejsko jezero
3280	Sveti Duh	Bohinjsko jezero

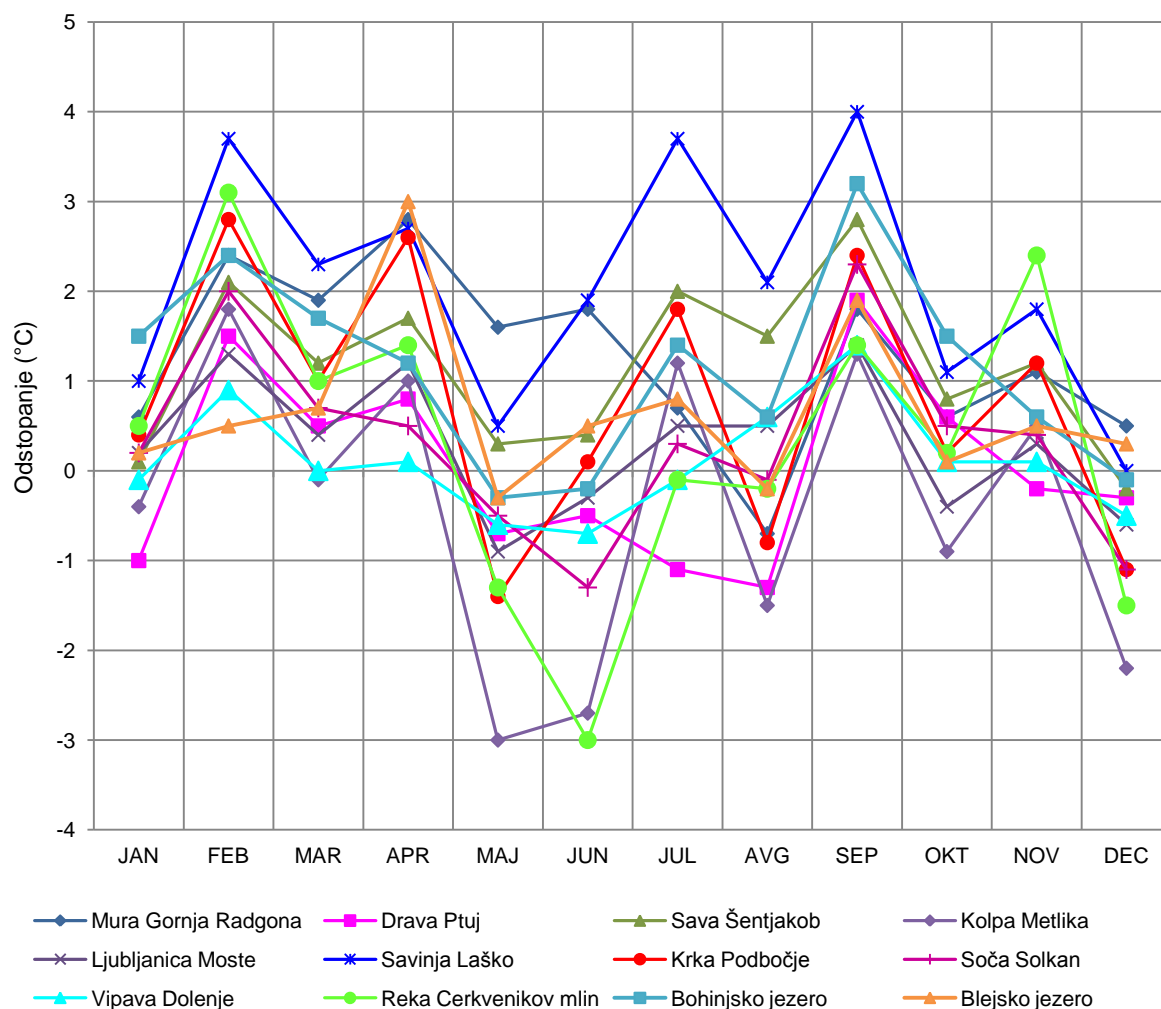
Povprečne letne temperature rek in jezer so bile leta 2016 v povprečju za 0,6 °C višje od obdobjnega povprečja. Letno odstopanje na Kolpi je bilo za slabe pol stopinje nižje od obdobjnega povprečja, na drugih postajah pa so bile letne temperature višje od obdobjnega povprečja. Blejsko jezero je imelo v primerjavi z obdobjem 1981–2010 za 0,6 °C višjo povprečno letno temperaturo, Bohinjsko jezero pa za 1,2 °C.

Najnižje temperature Kolpe, Savinje, Soče in Reke so bile zabeležene konec decembra, na drugih opazovanih rekah pa januarja. Najvišja temperatura vode na Vipavi je bila izmerjena konec avgusta, na drugih rekah pa julija (preglednica 6). Obe jezera sta imeli najvišjo temperaturo vode sredi julija, najnižjo pa je imelo Blejsko jezero v začetku januarja in Bohinjsko jezero konec decembra.

Največja mesečna odstopanja temperature rek od povprečja v pozitivno smer so bila septembra, v povprečju za 2,3 °C. Največja mesečna odstopanja temperature rek od povprečja v negativno smer so bila decembra, v povprečju za -0,5 °C. Največje odstopanje temperature Blejskega jezera v pozitivno smer je bilo aprila, za 3,0 °C in Bohinjskega jezera septembra, za 3,2 °C. Maja pa je bilo največje odstopanje temperature vode obeh jezer v negativno smer za -0,3 °C (slika 23).

Preglednica 6: Povprečne mesečne in letne temperature rek in jezer leta 2016

Postaja	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
Mura, Gornja Radgona	3,0	5,9	7,9	11,7	13,3	16,2	17,5	16,3	15,9	11,3	7,6	3,9	10,9
Drava, Ptuj	1,9	4,2	6,7	11,7	13,1	15,6	18,1	17,7	17,6	12,1	7,6	3,3	10,8
Sava, Šentjakob	4,5	6,7	7,8	10,3	11,6	13,9	17,2	16,5	15,6	11,0	8,6	5,1	10,7
Kolpa, Metlika	5,0	8,3	9,0	12,3	13,1	16,6	23,1	20,3	17,8	11,0	9,0	4,0	12,5
Ljubljana, Moste	6,0	7,3	7,9	10,9	12,1	14,5	17,3	17,4	15,8	11,5	9,3	6,1	11,3
Savinja, Laško	3,8	6,8	8,0	11,8	13,6	17,9	21,7	20,0	18,5	12,1	8,7	3,9	12,2
Krka, Podbočje	5,6	8,7	9,5	13,7	13,7	17,9	21,8	19,6	18,6	12,0	9,7	5,3	13,0
Soča, Solkan	5,7	7,7	8,3	10,0	10,8	11,9	15,5	15,7	15,3	11,0	8,5	5,2	10,5
Vipava, Dolenje	8,0	8,7	8,9	10,0	10,2	11,0	12,7	13,5	12,8	10,2	9,3	7,9	10,3
Reka, Cerkenikov mlin	4,0	7,0	7,8	11,4	12,3	13,9	19,4	19,3	17,4	12,1	10,2	3,5	11,5
Bohinjsko jezero, Sv. Duh	4,5	4,4	5,2	8,5	11,1	15,1	19,8	20,0	19,0	12,8	8,2	5,0	11,2
Blejsko jezero, Mlino	4,5	4,5	6,1	12,3	15,4	20,2	23,0	22,4	21,3	15,5	10,9	6,9	13,6



Slika 23: Odstopanje povprečnih mesečnih temperatur v letu 2016 od povprečja obdobja 1981–2010

Preglednica 7: Nizke, srednje in visoke temperature rek in jezer leta 2016 ter v primerjalnem obdobju 1981–2010

TEMPERATURE REK						
REKA	POSTAJA	2016		obdobje 1981–2010		
		Tnk °C dan		nTnk °C	sTnk °C	vTnk °C
MURA	G. RADGONA	0,8	24.01.	0	0,5	1,3
DRAVA	PTUJ*	0,5	05.01.	0	1,2	1,9
SAVA	ŠENTJAKOB	2,7	02.01.	0	2,3	3,6
KOLPA	METLIKA	1,0	31.12.	0	1,4	3,5
LJUBLJANICA	MOSTE	4,0	04.01.	2,5	3,8	5,4
SAVINJA	LAŠKO	0,8	31.12.	0	0,2	1,7
KRKA	PODBOČJE	2,5	05.01.	0	2,0	4,0
SOČA	SOLKAN	3,7	28.12.	0,5	2,8	4,0
VIPAVA	DOLENJE*	5,6	03.01.	1,4	4,6	5,6
REKA	CERK. MLIN	0,1	30.12.	0	0,4	2,0
		Ts		nTs	sTs	vTs
MURA	G. RADGONA	10,9		8,5	9,7	11,1
DRAVA	PTUJ*	10,8		10,3	10,8	11,2
SAVA	ŠENTJAKOB	10,7		8,6	9,6	10,5
KOLPA	METLIKA	12,5		11,2	12,9	15,1
LJUBLJANICA	MOSTE	11,3		10,1	11,1	12,5
SAVINJA	LAŠKO	12,2		9,1	10,2	11,5
KRKA	PODBOČJE	13,0		10,3	12,3	13,9
SOČA	SOLKAN	10,5		9,4	10,2	11,5
VIPAVA	DOLENJE*	10,3		10,0	10,2	10,5
REKA	CERK. MLIN	11,5		9,2	11,2	13,5
		Tvk		nTvk	sTvk	vTvk
MURA	G. RADGONA	21,8	12.07.	17,7	20,1	24,4
DRAVA	PTUJ*	21,7	31.07.	19,7	22,7	24,3
SAVA	ŠENTJAKOB	18,9	25.07.	15,5	17,1	19,3
KOLPA	METLIKA	27,9	23.07.	24,0	26,8	30,0
LJUBLJANICA	MOSTE	19,4	31.07.	17,6	20,0	23,8
SAVINJA	LAŠKO	27,0	12.07.	19,4	22,2	30,5
KRKA	PODBOČJE	25,7	24.07.	20,4	24,3	31,1
SOČA	SOLKAN	18,5	27.07.	16,5	18,5	24,0
VIPAVA	DOLENJE*	16,1	30.08.	14,5	16,4	18,5
REKA	CERK. MLIN	23,6	26.07.	19,2	23,7	28,0

Legenda:

Tnk najnižja temperatura v letu

nTnk najnižja nizka temperatura v obdobju

sTnk srednja nizka temperatura v obdobju

vTnk najvišja nizka temperatura v obdobju

Ts srednja temperatura v letu

nTs najnižja srednja temperatura v obdobju

sTs srednja temperatura v obdobju

vTs najvišja srednja temperatura v obdobju

Tvk najvišja temperatura v letu

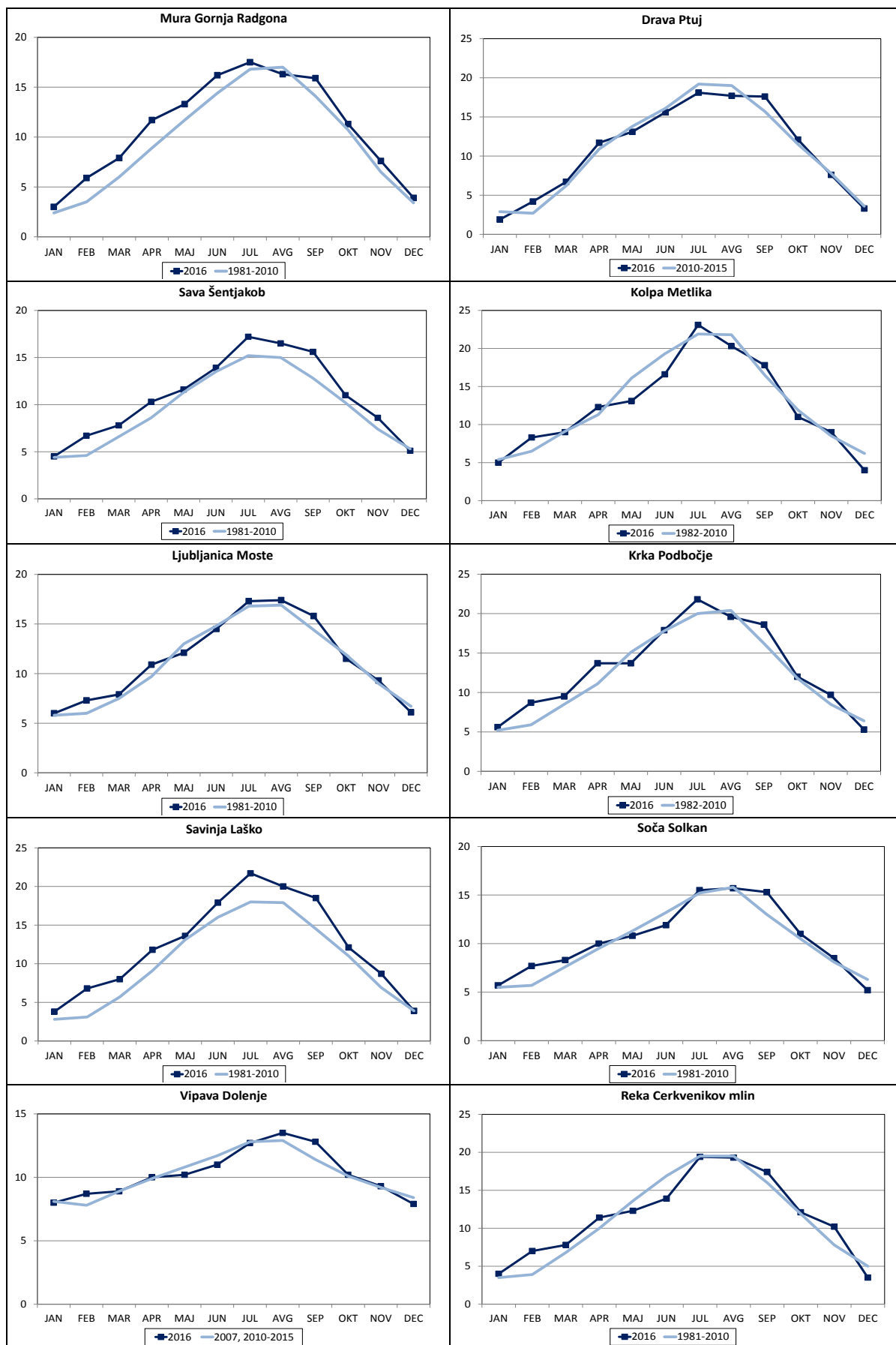
nTvk najnižja visoka temperatura v obdobju

sTvk srednja visoka temperatura v obdobju

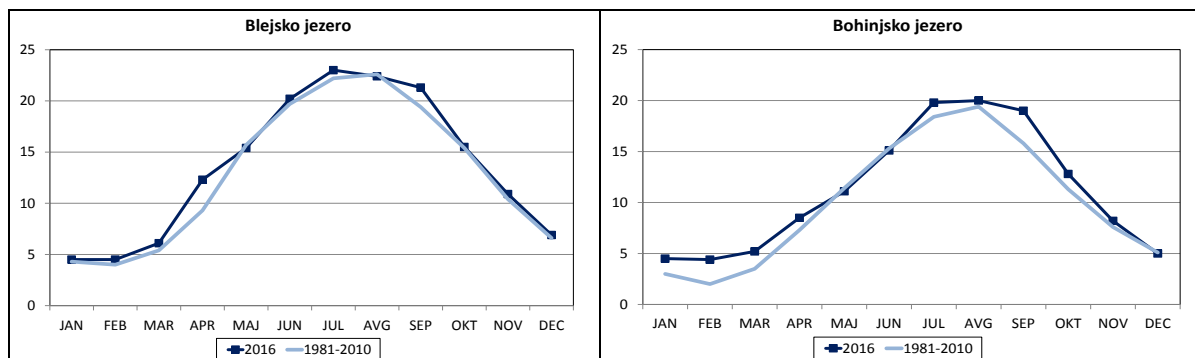
vTvk najvišja visoka temperatura v obdobju

* krajše primerjalno obdobje

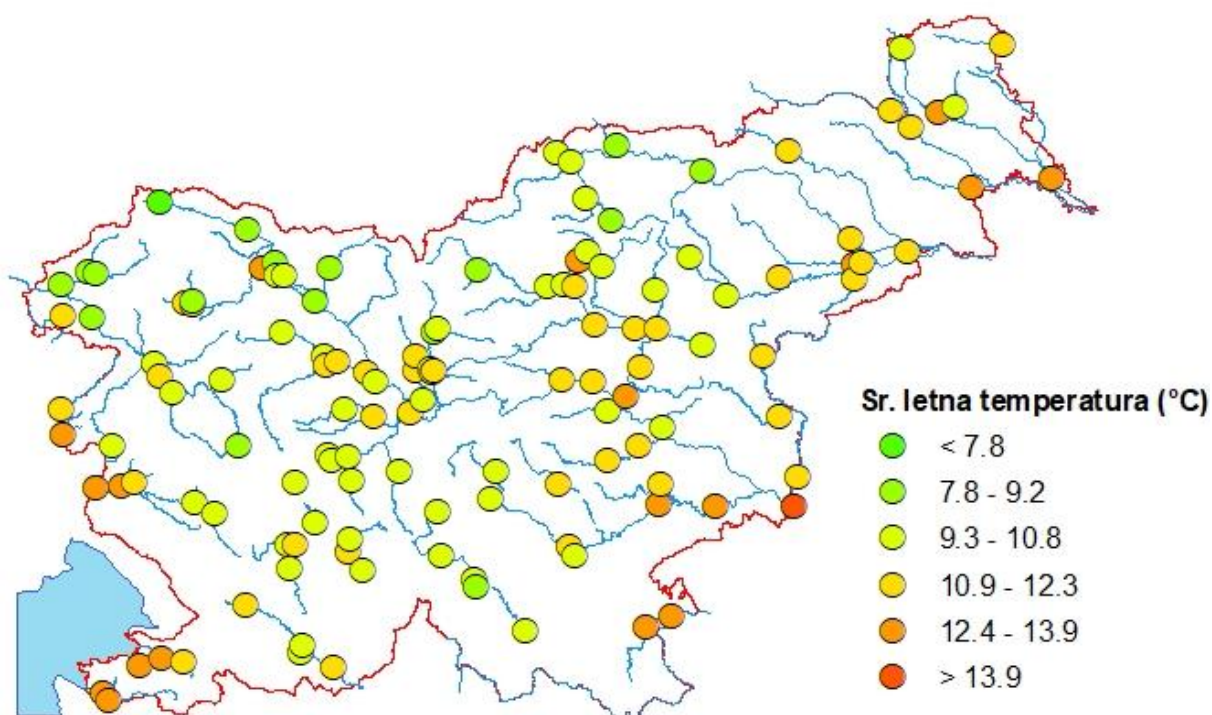
TEMPERATURE JEZER						
JEZERO	POSTAJA	2016		obdobje 1981–2010		
		Tnk °C dan		nTnk °C	sTnk °C	vTnk °C
BLEJSKO J.	MLINO	3,6	05.01.	1,2	3,3	4,6
BOHINJSKO J.	SVETI DUH	2,0	30.12.	0	1,2	3,6
		Ts		nTs	sTs	vTs
BLEJSKO J.	MLINO	13,6		11,6	13,0	14,2
BOHINJSKO J.	SVETI DUH	11,2		8,2	10,0	12,0
		Tvk		nTvk	sTvk	vTvk
BLEJSKO J.	MLINO	25,2	12.07.	22,8	24,2	25,4
BOHINJSKO J.	SVETI DUH	25,2	11.07.	20,0	22,2	24,6



Slika 24: Povprečne mesečne temperature rek v °C leta 2016 in povprečje obdobja 1981–2010 na izbranih vodomernih postajah



Slika 25: Povprečne mesečne temperature jezer v °C leta 2016 in povprečje obdobja 1981–2010

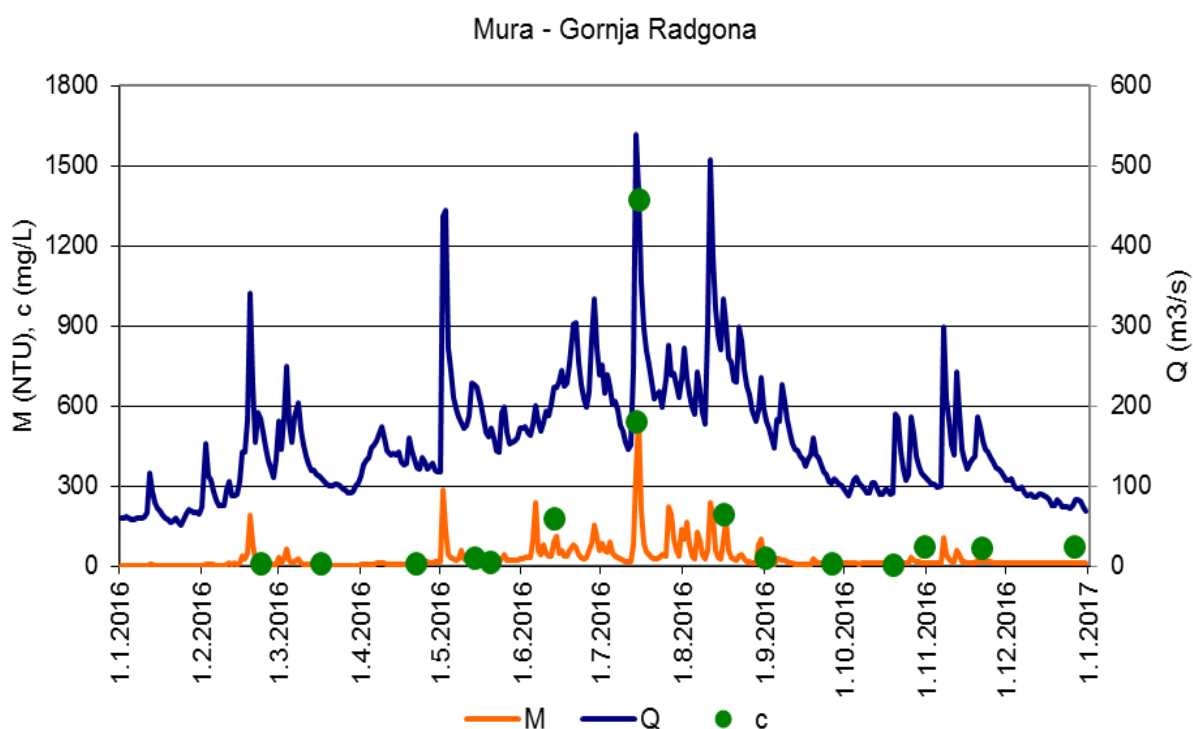


Slika 26: Prostorski prikaz povprečne letne temperature rek in jezer leta 2016 na merilnih mestih državnega hidrološkega monitoringa

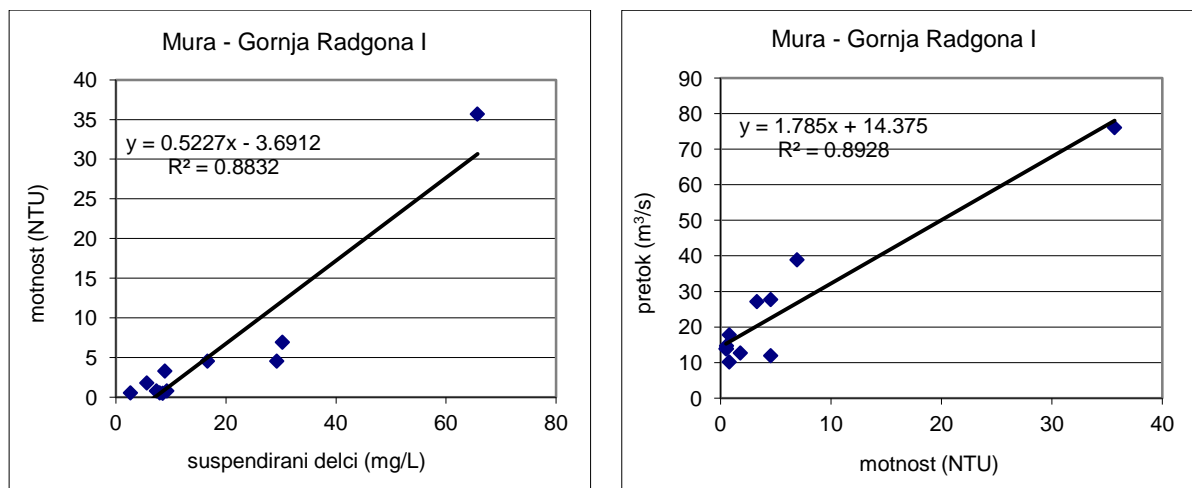
3.5 Vsebnost suspendiranih snovi in motnost vode

Po vzpostavitvi monitoringa suspendiranih snovi in motnosti vode v okviru projekta BOBER smo lahko za leto 2016 že analizirali podatke meritev. Monitoring suspendiranih snovi je bil v času izvajanja projekta BOBER leta 2012 prekinjen do vzpostavitve samodejnih merilnikov motnosti vode na devetih hidroloških merilnih mestih. Na teh mestih smo ponovno vzpostavili tudi odvzem vzorcev vode za meritve vsebnosti suspendiranih snovi. Vzorci vode za ugotavljanje vsebnosti suspendiranih snovi v vodi so bili odvzeti občasno, običajno ob visokovodnem stanju, meritve motnosti pa so potekale zvezno.

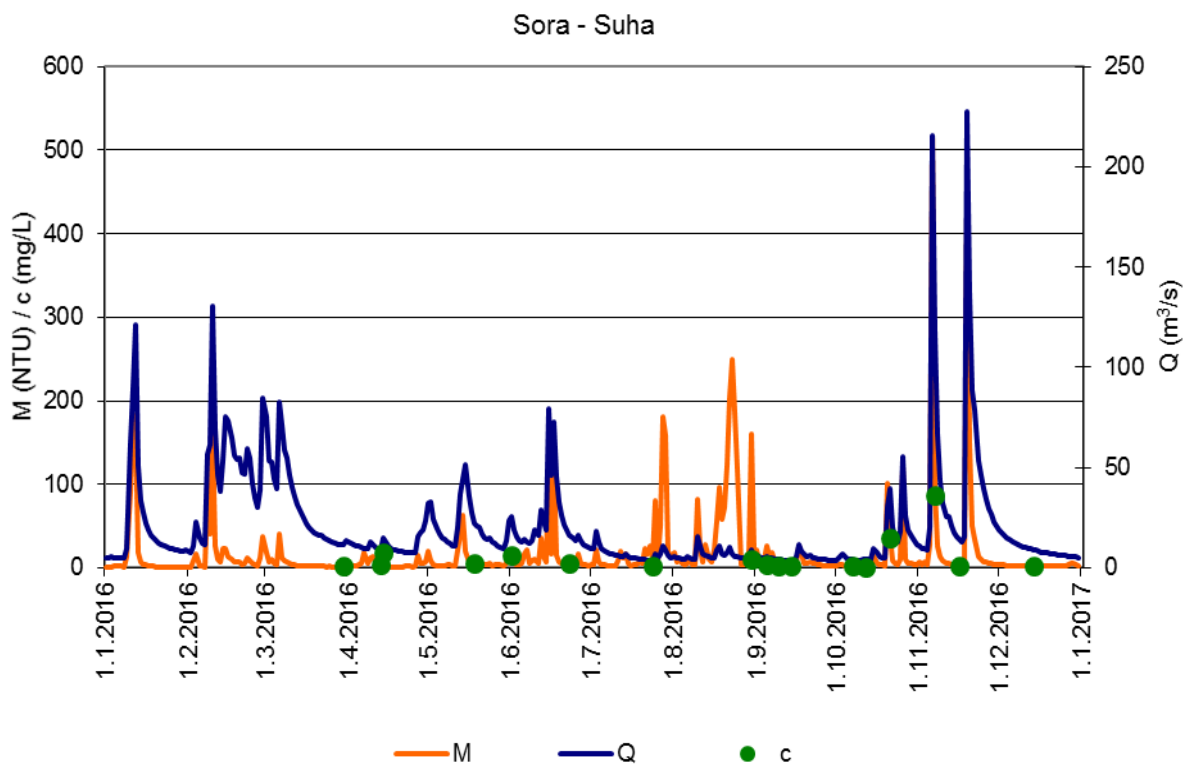
Ob preveritvi rezultatov meritev motnosti smo ugotovili, da so merilniki na večini merilnih mest ustrezno odzivali na povečano motnost vode. Na štirih merilnih mestih na rekah Mura, Sora, Savinja in Soča rezultati meritev hidroloških parametrov kažejo usklajenost poteka motnosti in pretoka vode, kar so potrdili tudi rezultati analiz odvzetih vzorcev vode (slike 27 do 34). Največja motnost vode je bila izmerjena ob največjem pretoku vode.



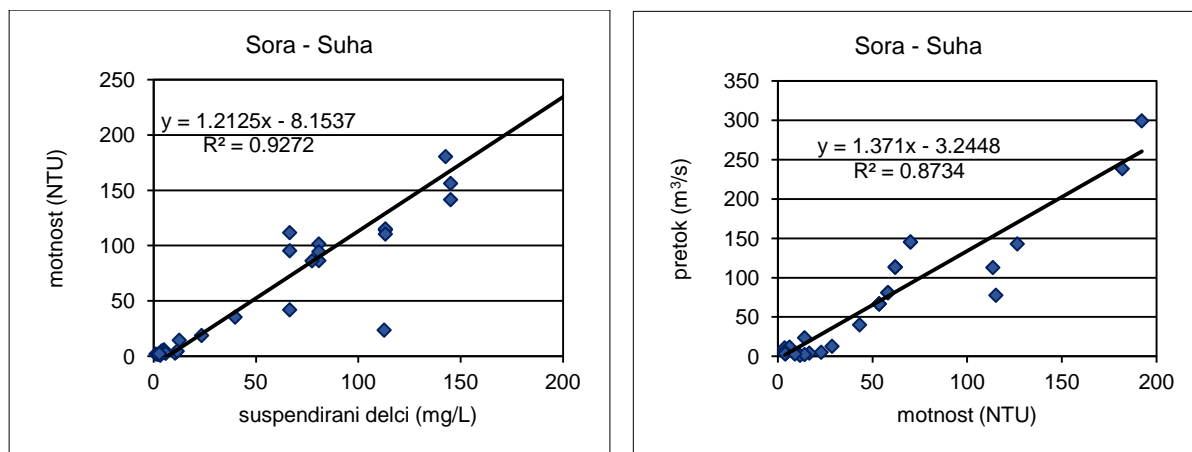
Slika 27: Prikaz motnosti (M), dnevni pretokov (Q) ter vrednosti občasnih meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Gornja Radgona na Muri



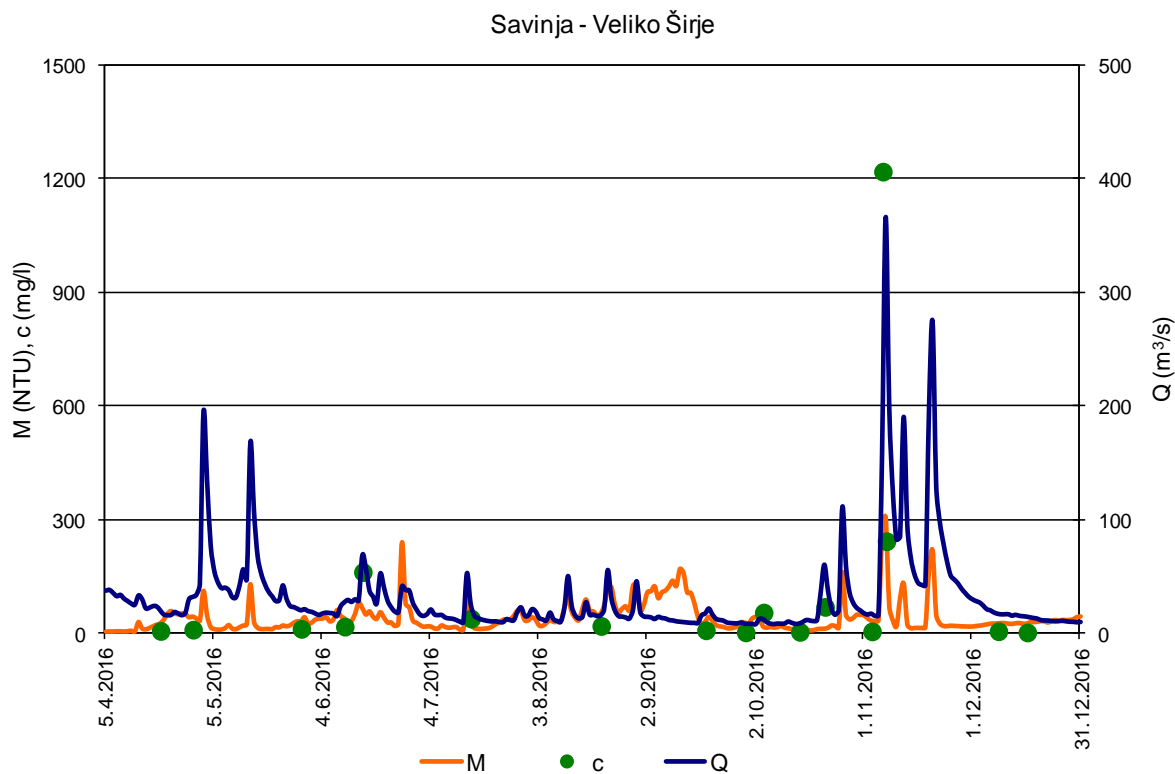
Slika 28: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Gornja Radgona



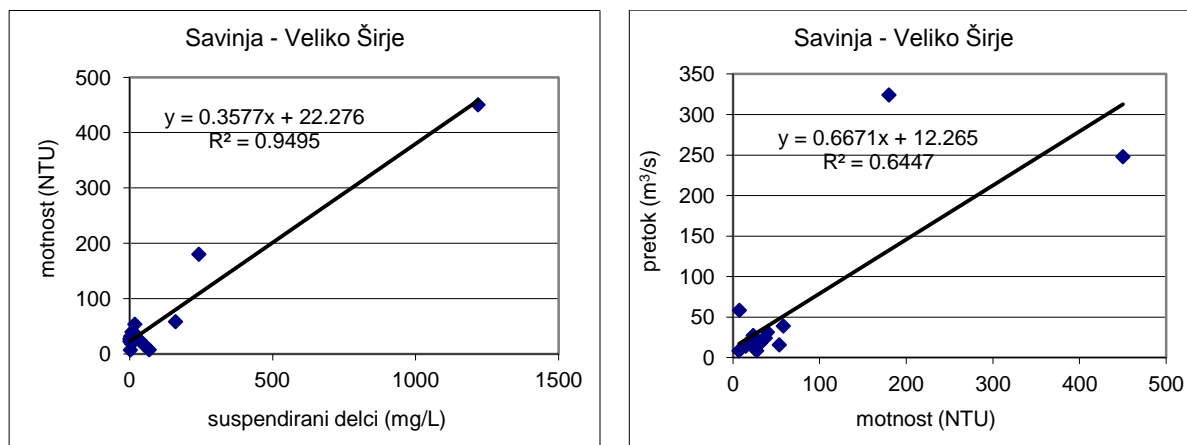
Slika 29: Prikaz motnosti (M), dnevnih pretokov (Q) ter vrednosti občasnih meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Suha na Sori



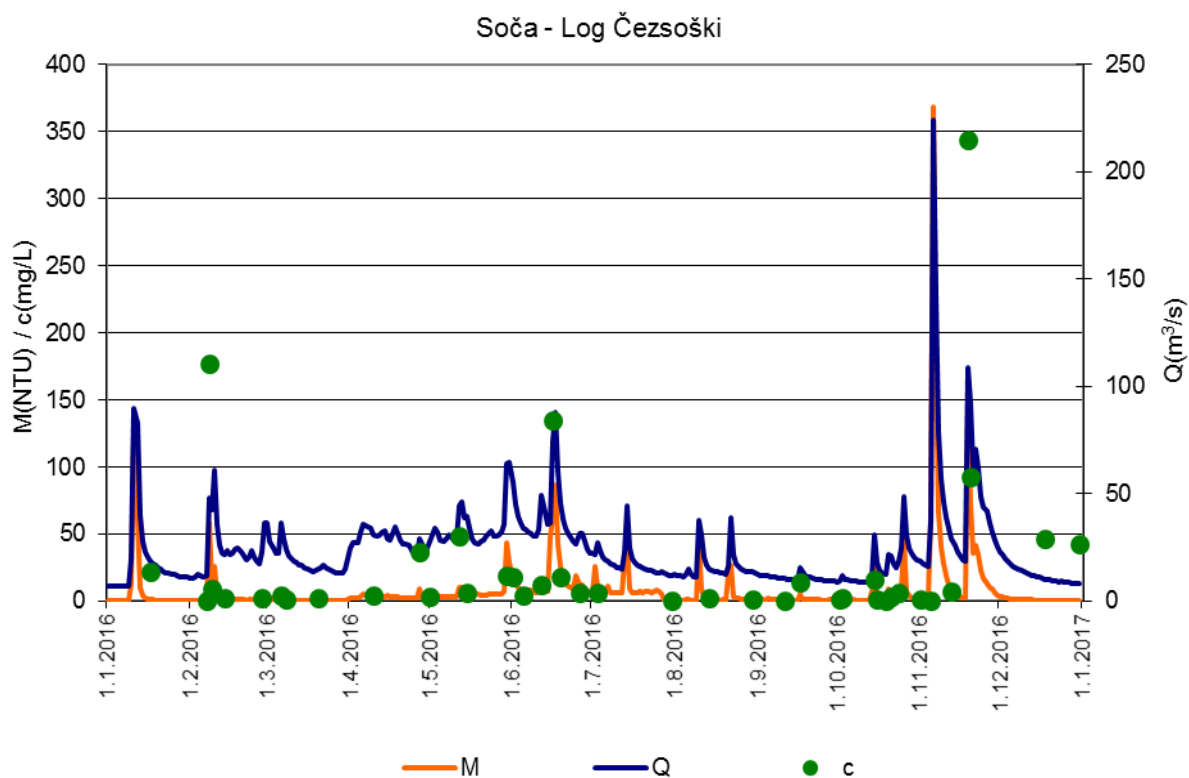
Slika 30: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Suha



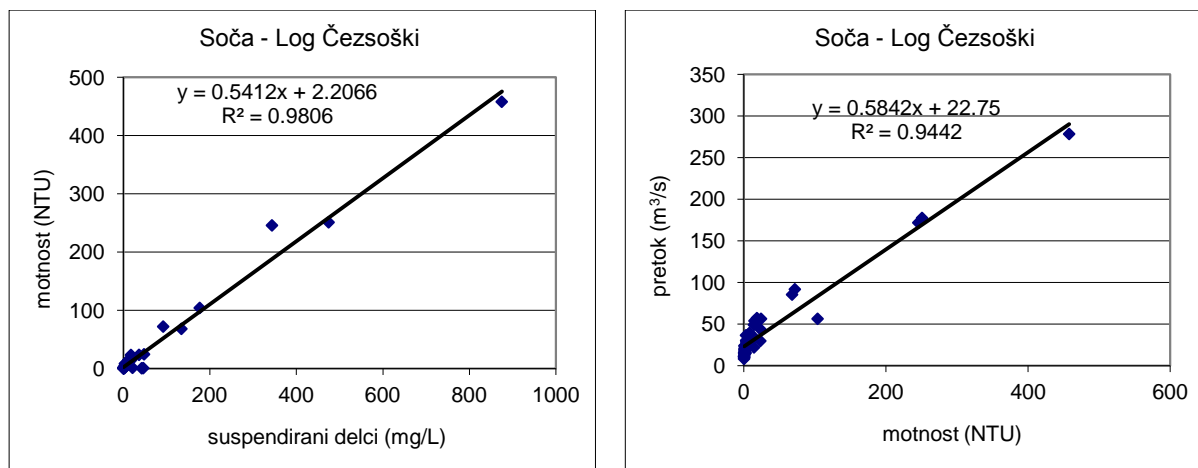
Slika 31: Prikaz motnosti (M), dnevni pretok (Q) ter vrednosti občasni meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Veliko Širje na Savinji



Slika 32: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Veliko Širje



Slika 33: Prikaz motnosti (M), dnevni pretokov (Q) ter vrednosti občasni meritev suspendiranih snovi (c) na merilnem mestu Log Čezsoški na Soči



Slika 34: Sovpadanje meritev suspendiranih snovi in motnosti (slika levo) ter motnosti in pretoka (slika desno) na merilnem mestu Log Čezsoški

Na merilnih mestih na Savi v Hrastniku, Dravinji v Makolah, Mislinji v Otiškem Vrhu, Vipavi v Mirnu ter Dragonji v Kubedu meritve pretokov, motnosti in suspendiranih snovi niso izkazovale skladnosti med parametri skozi vse leto. Podatki o največjih zabeleženih vrednostih so razvidni iz preglednice 8.

Preglednica 8: Največja izmerjena motnost ter vsebnost suspendiranih snovi na merilnih mestih vključenih v monitoring v letu 2016

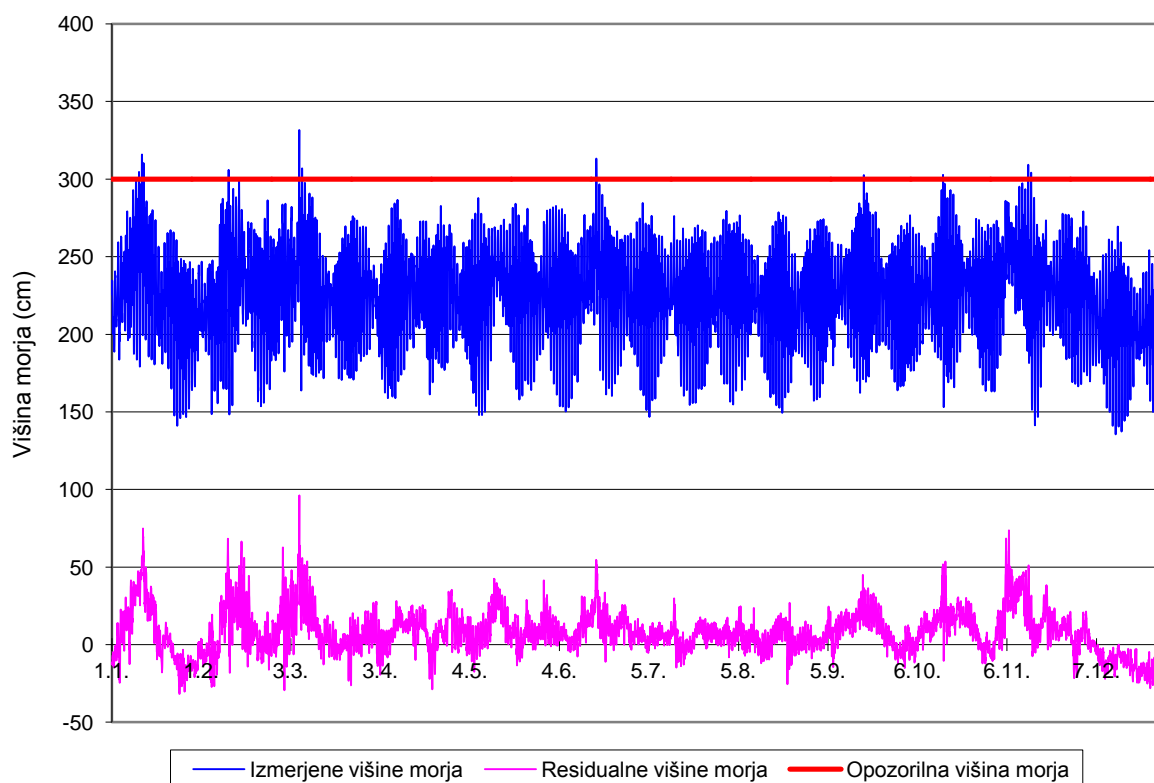
Šifra postaje	Postaja	Vodotok	Največja izmerjena motnost vode [NTU]	Datum in čas največje izmerjene motnosti vode	Največja izmerjena vsebnost suspendirane snovi [mg/L]	Datum največje izmerjene vsebnosti suspendiranih snovi
1060	Gornja Radgona I	Mura	758	15.07.2016 04:10	1374	15.07.2016
2390	Otiški Vrh I	Mislinja	850	26.10.2016 01:30	59	4.11.2016
2640	Makole	Dravinja	60	31.12.2016 09:10	-	-
3725	Hrastnik	Sava	678	18.10.2016 04:30	611	24.11.2016
4200	Suha I	Sora	1147	06.11.2016 05:20	383	10.2.2016
6210	Veliko Širje I	Savinja	909	26.06.2016 03:20	1218	6.11.2016
8060	Log Čezsoški	Soča	799	15.06.2016 22:10	875	6.11.2016
8601	Miren I	Vipava	947	14.9.2016 13:30	2693	31.5.2016
9210	Kubed II	Rižana	1468	02.10.2016 12:30	34	15.10.2016

3.6 Dinamika in temperatura morja

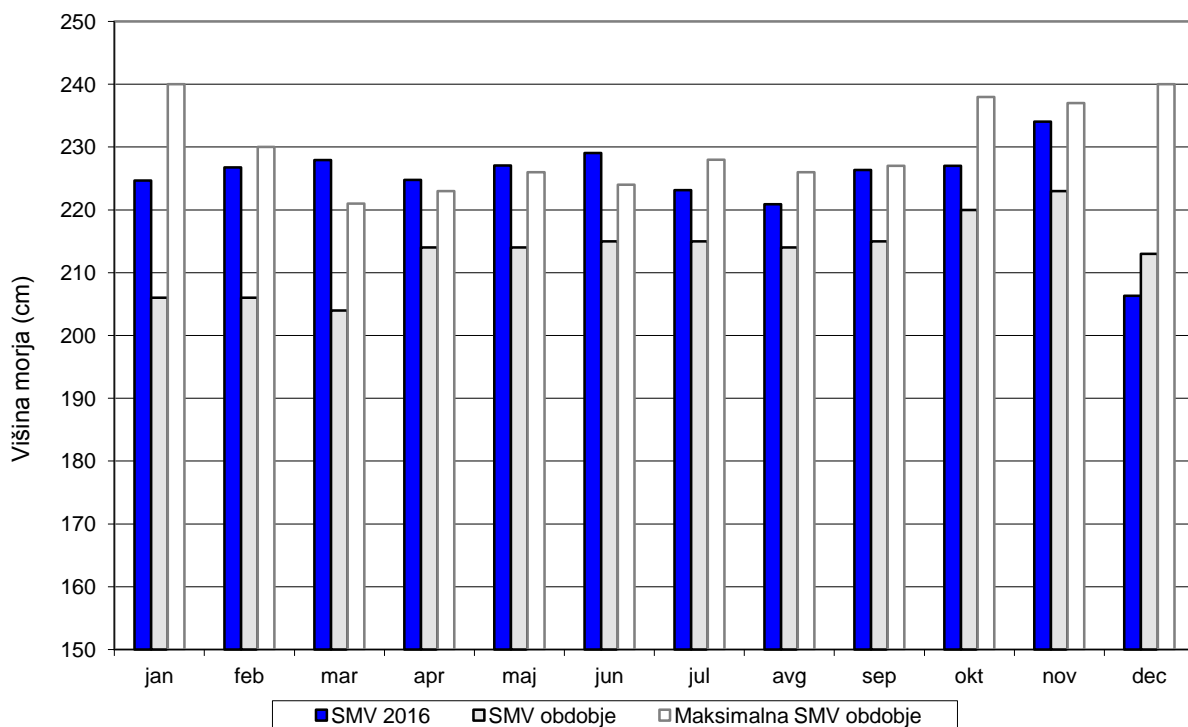
Značilno za leto 2016 na morju je bila ponovno nadpovprečna letna višina morja, nekoliko nadpovprečna vzvalovanost morja v juliju, v celoti bolj toplo morje kot običajno in ohranjanje kopalne temperature morja v začetku jeseni.

3.6.1 Višina morja

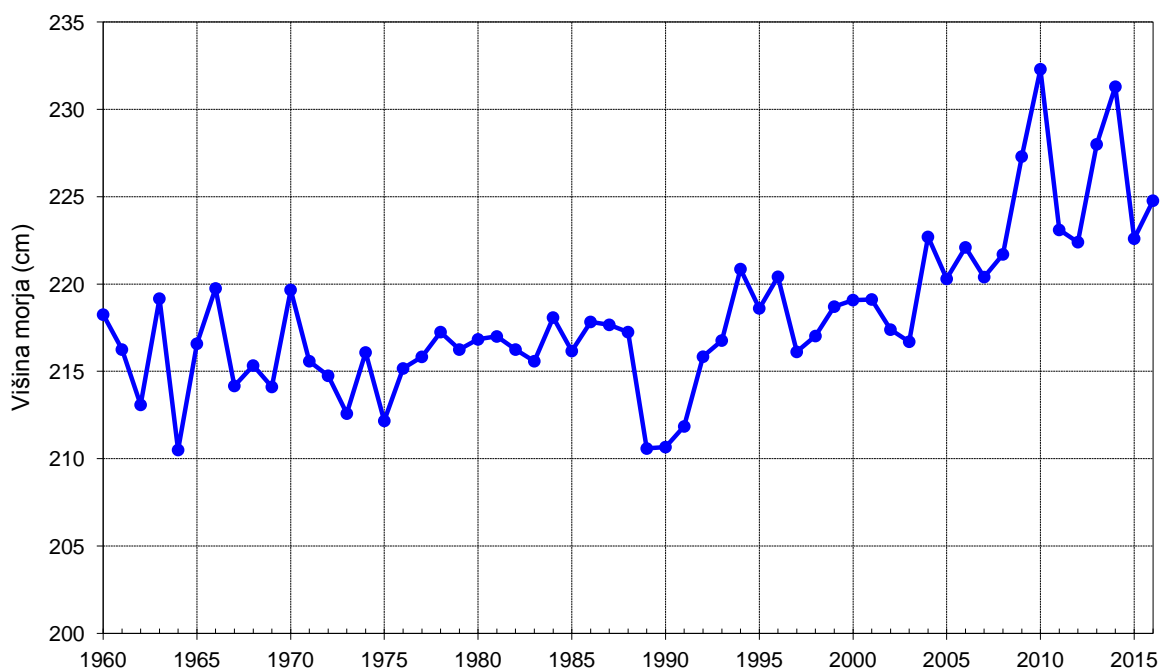
Leta 2016 se je nadaljevalo zviševanje gladine morja iz zadnjega desetletja. Srednja letna višina morja 224,8 cm na mareografski postaji Koper je bila za 9,1 cm višja kot v primerjalnem obdobju 1961–1990 in 6,4 cm višja kot v primerjalnem obdobju 1981–2010. Gladine morja so bile, z izjemo decembra, višje v vseh mesecih leta. Od dolgoletnega povprečja so najbolj odstopale višine morja v prvih treh mesecih. V januarju, februarju in marcu je morje tudi trikrat poplavelo nižje dele obale, najbolj 5. marca v času večerne plime ob 21:20, ko je višina morja dosegla najvišjo višino v letu, 343 cm. Predhodno povišanje gladine morja, znižan zračni tlak in južni veter so v tem času povišali gladino morja za 96 cm. Poplavljanje morja v tem času je sicer bolj redek pojav. V ostalih, okvirno šestih primerih poplavljanj obale v letu 2016 je višina morja presegla opozorilno višino 300 cm v manjši meri, residualne višine so bile ob tem večinoma visoke okoli pol metra.



Slika 35: Izmerjene urne višine morja v letu 2016 na mareografski postaji Koper, opozorilna višina morja, pri kateri morje poplavi najnižje dele obale, in izračunane residualne višine morja. Residualne višine morja so izračunane kot razlika med izmerjenimi višinami in astronomskimi višinami morja. Najpogostejši vplivni parametri za residualne višine so sprememba zračnega tlaka, veter in lastna nihanja morja.



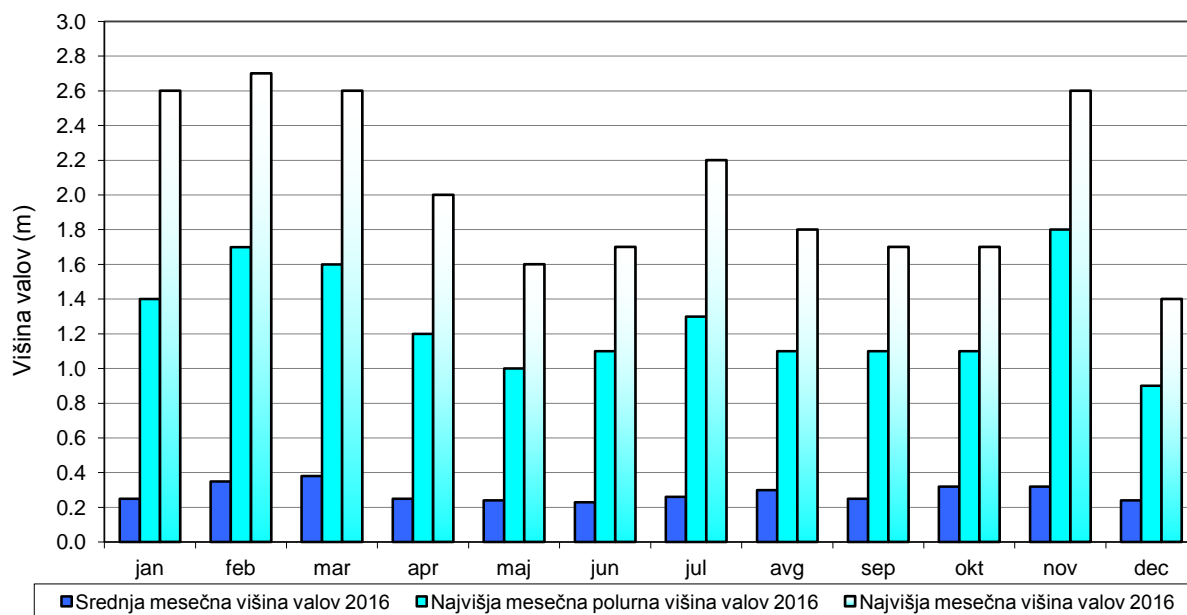
Slika 36: Srednje mesečne višine morja (SMV) leta 2016 ter srednje in najvišje mesečne višine morja v dolgoletnem obdobju opazovanj 1961–2010 na mareografski postaji Koper



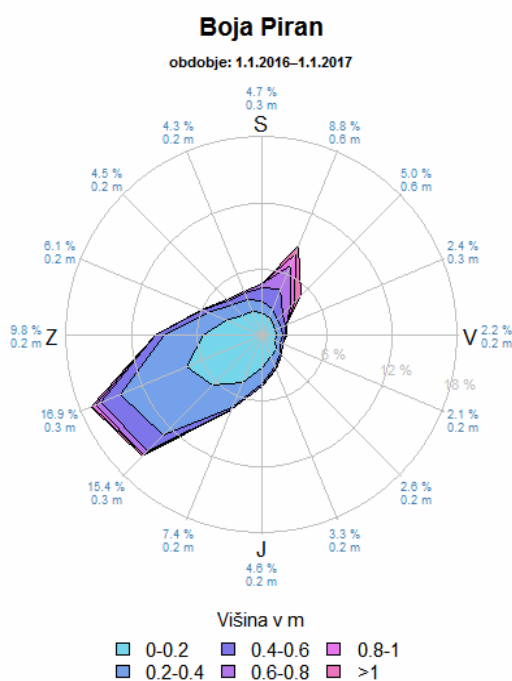
Slika 37: Srednje letne višine morja v dolgoletnem obdobju opazovanj na mareografski postaji Koper

3.6.2 Valovanje morja

Povprečna višina valov v letu 2016 je bila 0,28 m. Morje je bilo najbolj vzvalovano februarja in marca, ko je bila srednja mesečna višina valov 0,35 in 0,38 metra. Najmanj je morje valovalo v juniju, ko je bila srednja višina valov visoka 0,23 metra. Julija je bila vzvalovanost morja višja kot navadno v tem času. Najvišji valovi so bili izmerjeni v prvih treh mesecih leta in pa novembra, visoki so bili 2,6 oz. 2,7 metra (slika 38). Celoletna porazdelitev smeri, iz katere so prihajali valovi, je bila dokaj običajna (slika 39).



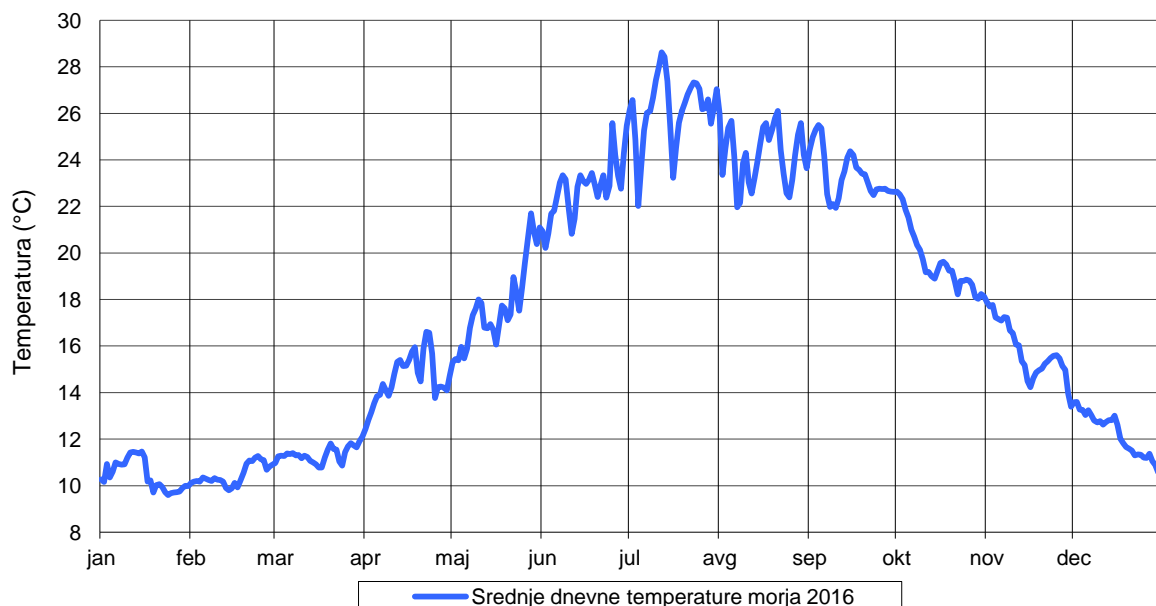
Slika 38: Mesečne višine valovanja morja leta 2016 iz meritev na oceanografski boji Vida



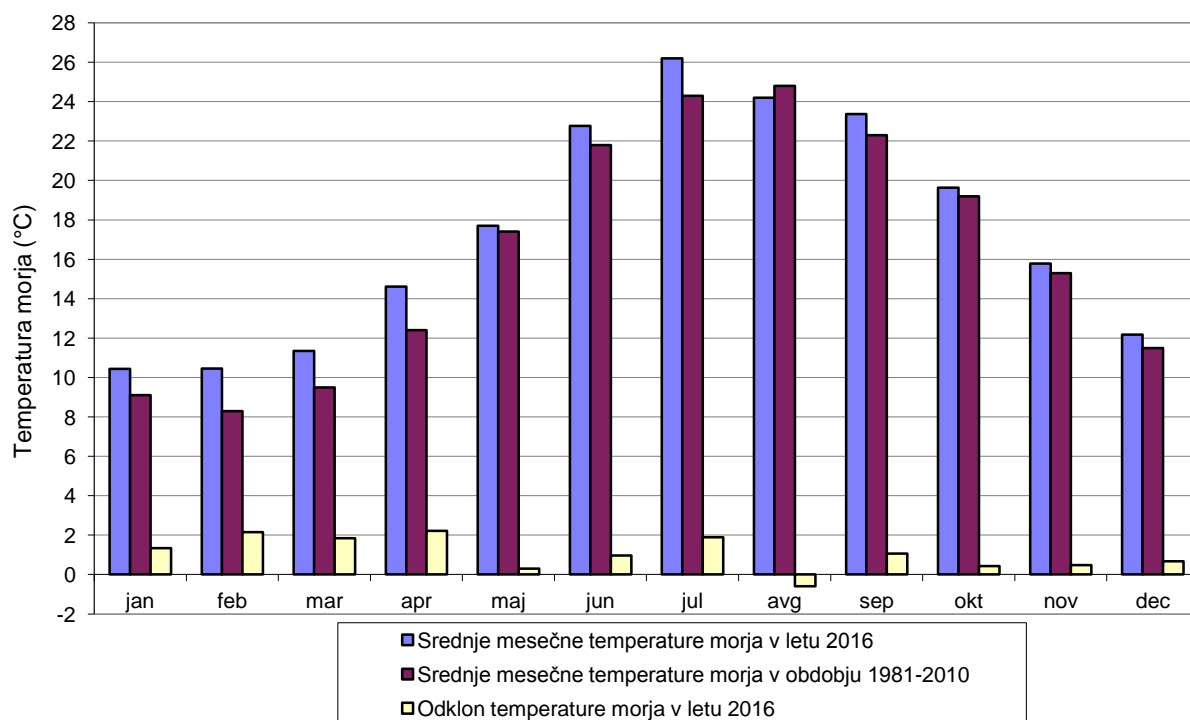
Slika 39: Roža valovanja morja za leto 2016 iz podatkov meritev na oceanografski boji Vida

3.6.3 Temperatura morja

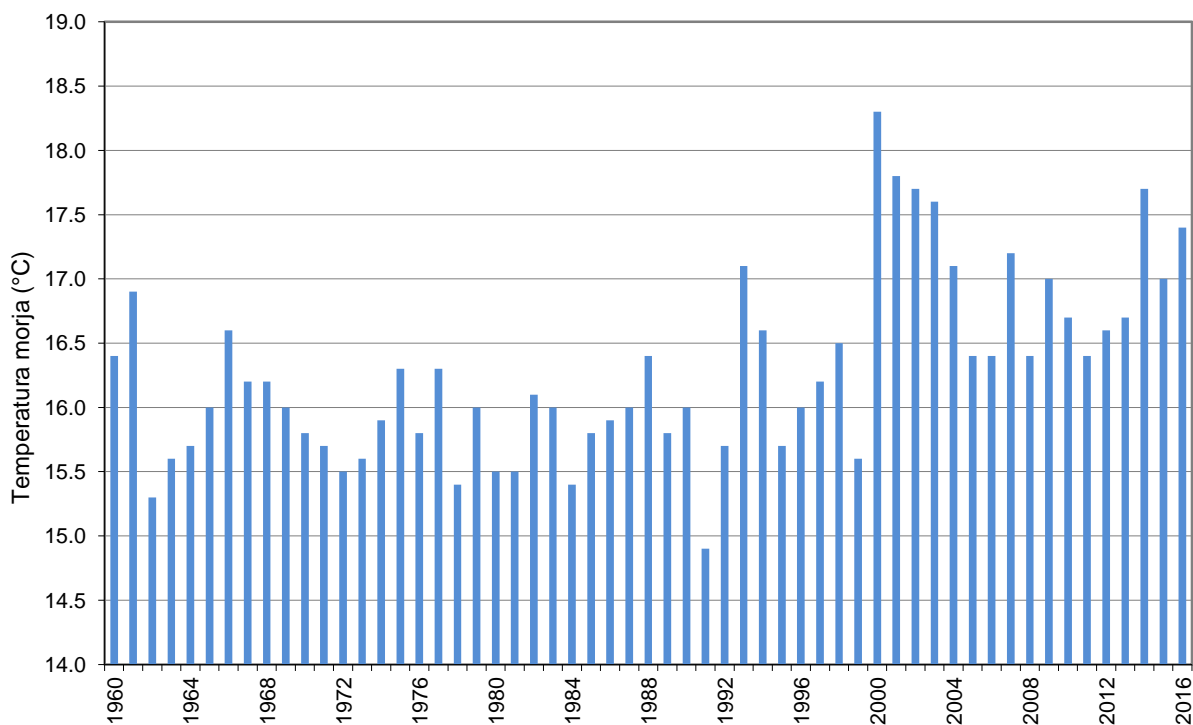
Srednja letna temperatura morja v letu 2016 je bila 17,4 °C in več kot stopinjo višja kot v primerjalnem obdobju 1981–2010 (preglednica 9). Kopalna temperatura morja 18 °C se je ohranjala do novembra (slika 40). Morje je bilo v večini mesecev leta toplejše kot običajno. Posebej topli meseci so bili februar, marec, april in julij, le avgust je bil nekoliko hladnejši kot običajno (slika 41).



Slika 40: Srednje dnevne temperature morja v letu 2016. Temperatura morja je merjena na globini 1 meter na merilni postaji Koper.



Slika 41: Srednje mesečne temperature morja leta 2016 in v primerjalnem obdobju 1981–2010



Slika 42: Srednje letne temperature morja v dolgoletnem obdobju 1960–2016 na merilni postaji Koper

Preglednica 9: Najnižja (Tmin), srednja (Tsr) in najvišja (Tmaks) srednja dnevna temperatura v letu 2016 ter najnižja, povprečna in najvišja srednja dnevna temperatura morja v primerjalnem obdobju 1981–2010. Dolgoletni niz podatkov temperature morja ni v celoti homogen.

TEMPERATURA MORJA				
Merilna postaja Koper				
	2016	1981–2010		
	°C	min °C	sr °C	maks °C
Tmin	9,3	5,8	7,3	9,9
Tsr	17,4	14,9	16,1	17,2
Tmaks	29,5	24,4	26,5	30,4

4. KAZALCI HIDROLOŠKEGA MONITORINGA POVRŠINSKIH VODA

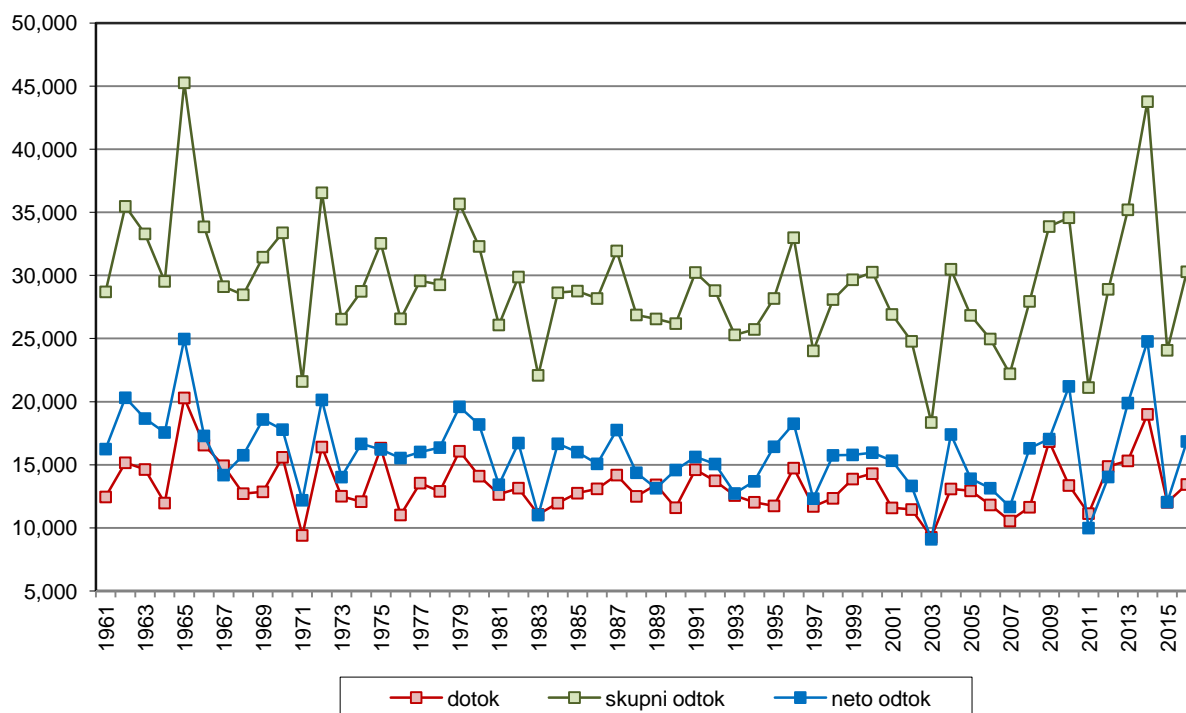
4.1 Rečna letna bilanca

Kazalec prikazuje letno rečno bilanco Slovenije kot celote. Sestavljata jo dotok in odtok rečne vode v milijonih m³ na leto (slika 43). Oba člena izračunamo na podlagi srednjih letnih pretokov (Qs) vodomernih postaj, ki zajamejo večino dotoka in odtoka rečne vode v slovenska porečja oziroma iz njih. Bilanca rečnega pretoka je eden od temeljnih in bolj dinamičnih elementov vodne bilance Slovenije, ki jo sestavljajo še padavine, izhlapevanje, sprememba zalog podzemnih voda in poraba vode. Meritve pretokov so zanesljive in imajo tradicijo, tako da so zanje na voljo daljši časovni nizi primerljivih podatkov. Ob pravilni oceni neposrednih antropogenih vplivov na rečni režim je rečna bilanca lahko tudi dober kazalec za oceno potencialnega vpliva podnebnih sprememb na količino razpoložljive vode.

Leta 2016 je z ozemlja Slovenije odteklo 16.851 milijona m³ vode (534 m³/s). Glede na srednji letni pretok je bilo torej leto nadpovprečno, ne pa izstopajoče vodnato (povprečje obdobja 1961–2016 je 506 m³/s). Večina presežka gre na račun Posočja (+ 21 m³/s) in Posavja (10 m³/s). Iz Pomurja je odteklo le dobre tri četrtine običajne količine vode (- 2,7 m³/s), kar pa ne predstavlja niti en odstotek neto odtoka Slovenije.

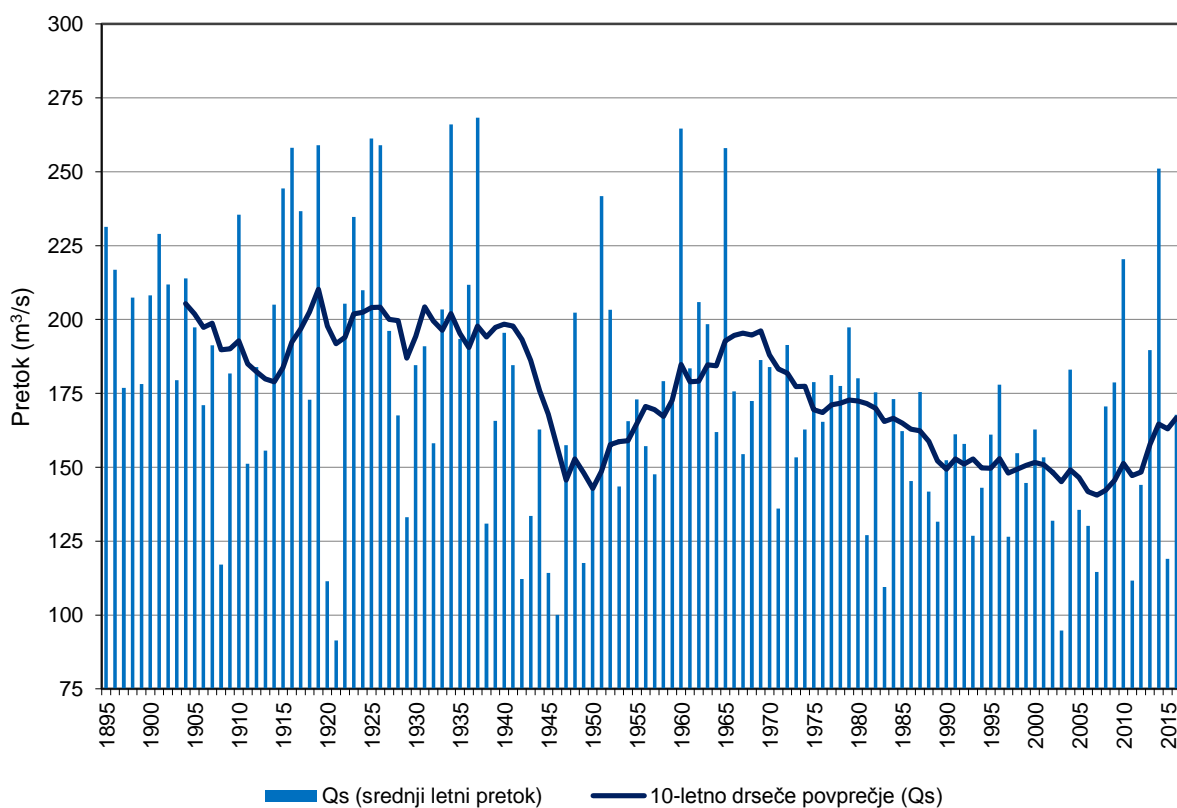
Obdobni trend upadanja rečnega odtoka se ohranja.

Milijon m³/leto



Slika 43: Letna rečna bilanca Slovenije (neto odtok kot razlika med skupnim odtokom in dotokom)

Nihanje srednjih letnih pretokov je dobro vidno na Savi v Litiji (slika 44), kjer imamo niz podatkov od leta 1895.



Slika 44: Srednji letni pretoki (Qs v m³/s) in 10-letno drseče povprečje Save na vodomerni postaji Litija

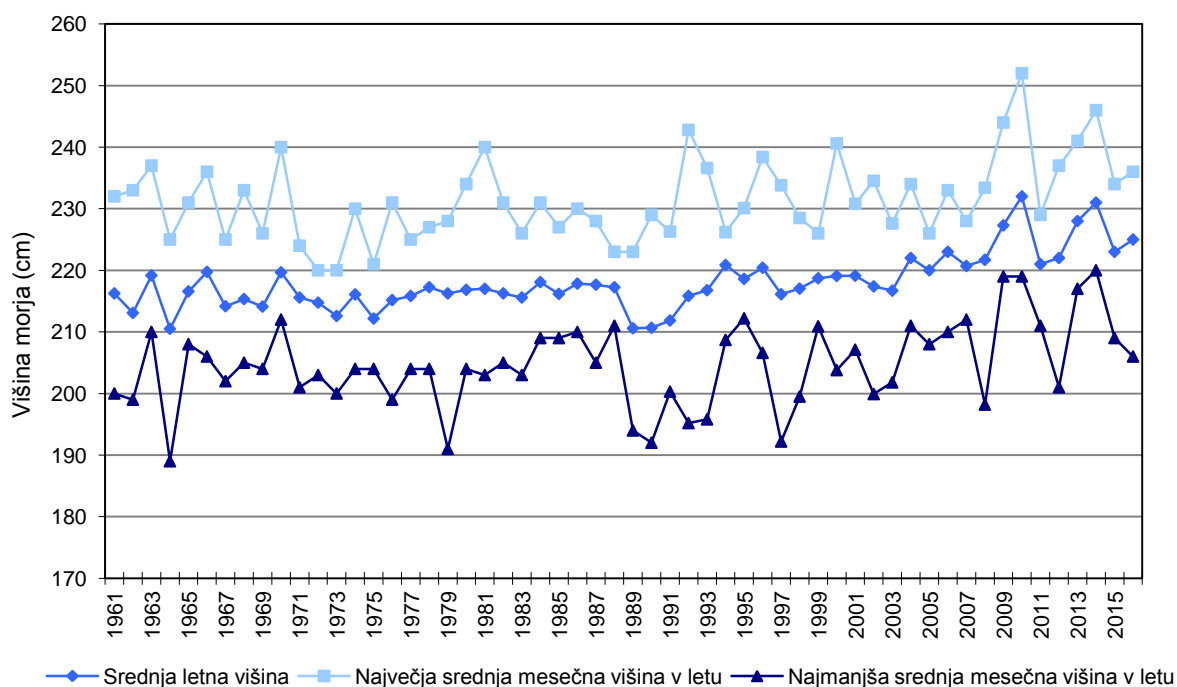
4.2 Višina morja

V Koprskem zalivu opazujemo spremenljivost višine morja od leta 1961. Merilno mesto Koper je namenjeno predvsem spremljanju in napovedovanju poplavnih višin morja, daljši časovni nizi in analiza vplivnih parametrov pa dajejo vpogled tudi v učinek podnebnih sprememb.

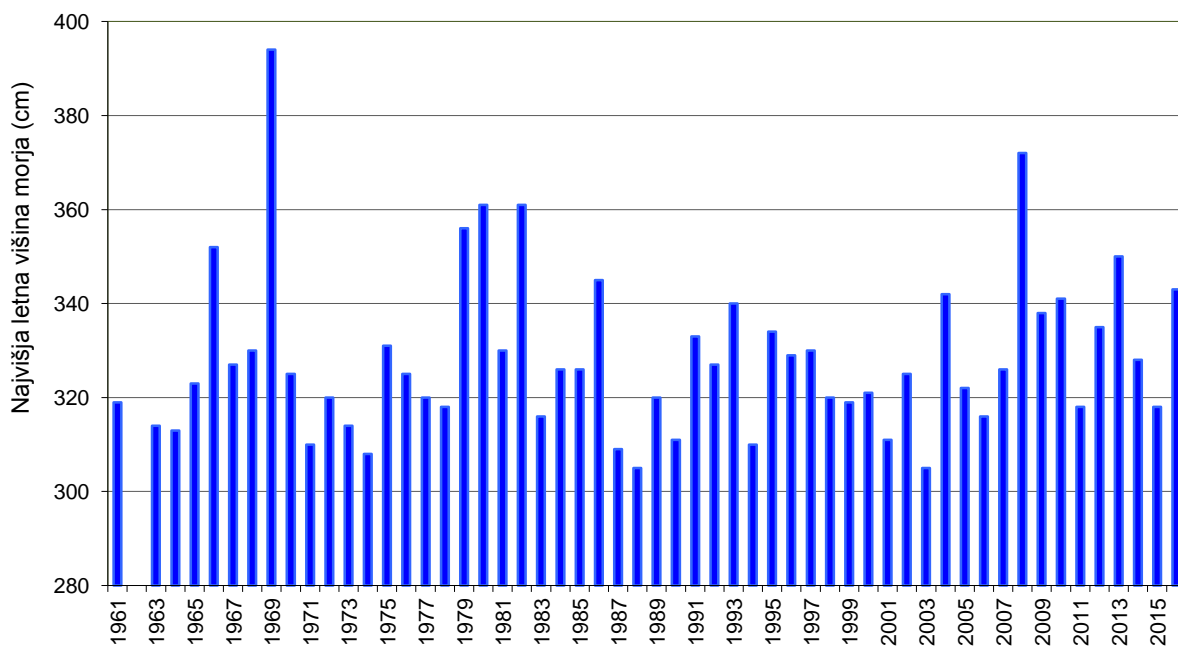
V obdobju 1961–2016 se je srednja višina morja ob slovenski obali zvišala za okvirno 10 cm (linearen trend), torej povprečno 1,8 mm/leto oziroma v zadnjih 20 letih v povprečju 5 mm/leto. Ocenjujemo, da v zadnjem obdobju poleg globalnega zvišanja srednjih višin morja na povišanje višin morja v slovenskem morju pogosteje kot običajno vplivajo vremenske razmere v regiji. Ob slovenski obali in v Jadranu se v zadnjih dvajsetih letih višina morja zvišuje hitreje od evropskega in globalnega trenda. V primeru, da bi izostala infrastrukturna prilagajanja, lahko ob koncu stoletja v času visokih astronomskih plim pričakujemo vsakodnevna poplavljanja najnižje ležečih urbanih predelov slovenske obale.

Kazalec prikazuje spremenljivost povprečnih letnih višin morja v Koprskem zalivu od leta 1961 dalje (slika 45), najvišjo letno višino morja v Kopru (slika 46) in pojavljanje ekstremnih višin morja v Sloveniji (slika 47). S kazalcem posredno spremljamo vpliv podnebnih sprememb na gibanje gladine morja.

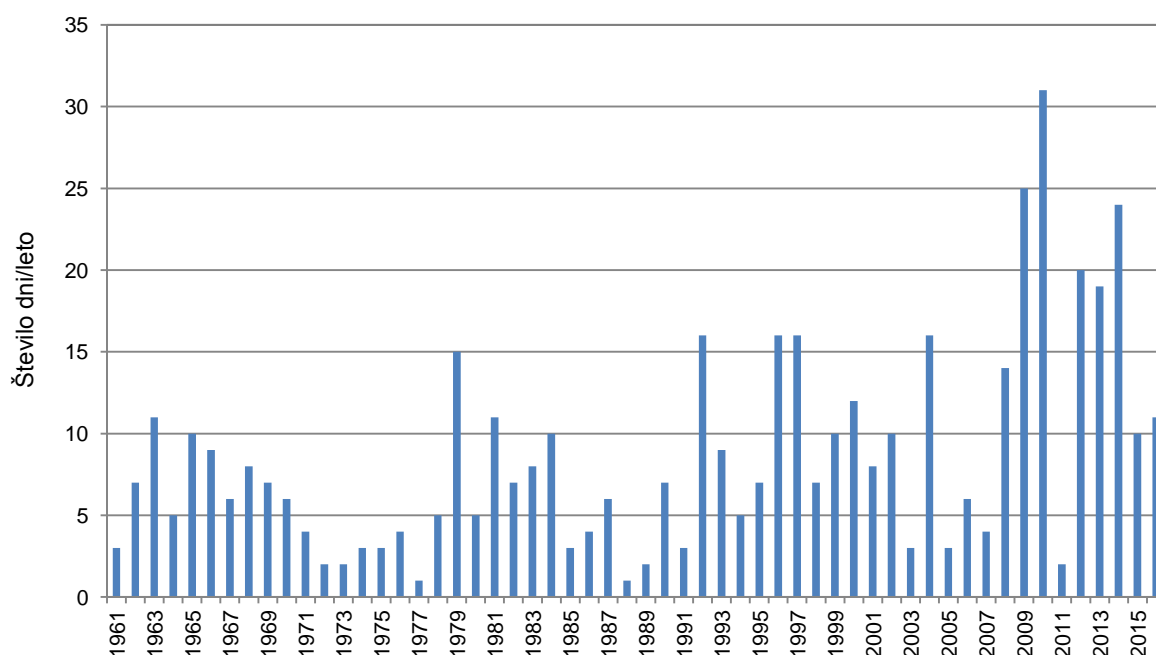
Srednja letna višina morja se je v opazovanem obdobju gibala med 211 in 232 cm. Največji odklik od srednje vrednosti za dolgoletno obdobje 1961–2016, ki znaša 218 cm, je bil 14 cm leta 2010.



Slika 45: Srednje letne višine morja ter največje in najmanjše srednje mesečne višine v letu na mareografski postaji Koper



Slika 46: Najvišje letne višine morja v obdobju 1961–2016



Slika 47: Pojavljanje ekstremnih višin morja v obdobju 1961-2016 (število dni, v katerih je bila prekoračena višina morja 300 cm na mareografski postaji Koper, ki velja kot opozorilna vrednost za poplavljanje nižjih delov slovenske obale).

Zaradi značilne dinamike Jadranskega morja in geografske lege merilne postaje Koper v njegovem severnem delu lahko ugotovljamo, da je zviševanje gladine morja ob slovenski obali tudi posledica pogostosti vremenskih sprememb. Pri globalni oceni se sicer večji delež zviševanja gladine pripisuje raztezanju morij zaradi njihove povišane temperature in taljenju ledenikov.

Ekstremne višine morja povzročajo ob slovenski obali padanje zračnega pritiska, močni južni vetrovi in predvsem resonanca vremenskih vplivnih parametrov z lastnim dolgoperiodičnim 23-urnim valovanjem Jadranskega morja (seischi).

V opazovanem obdobju je višina morja več kot 482-krat dosegla ali preseгла točko poplavljanja (300 cm). Največja izmerjena višina morja je bila 394 cm. Poplave so večinoma v jesensko-zimskih mesecih, občasno tudi v spomladanskih, povprečno nekaj več kot osemkrat letno in največ 31-krat v letu. Pogosto se ob neugodnih vremenskih razmerah število prekoračitev višine 300 cm poveča zaradi lastnega dolgoperiodičnega valovanja morja, ki se v obliki dušenega nihanja lahko pojavlja več dni po pričetku vremenske motnje.

Zvišanje gladine morja zaradi podnebnih sprememb zahteva raznovrstno prilagajanje. Urbana slovenska obala je delno prilagojena na sedanje poplavne razmere in napovedi nadaljnje zviševanja gladine.

Odvisno od različnih scenarijev podnebnih sprememb in regionalnih razlik se bo morska gladina morij po svetu dvignila za od 20 cm do 80 cm do leta 2100 (EEA, 2016). Enako velja tudi za Evropska morja. Regionalne razlike je težko napovedovati, saj je dvig gladine morja odvisen od gostote in slanosti morja, morskih tokov, lokalnih sprememb v Zemljinem gravitacijskem polju, vertikalnih premikov kopnega in atmosferskih neviht. Po scenariju izpusta toplogrednih plinov RCP 4.5 se bo gladina Sredozemskega morja zvišala za 40 do 50 cm, Jadranskega pa približno 10 cm manj.

5. VIRI

Arhiv podatkov Agencije RS za okolje (ARSO).

ARSO, 2015. Analize izrednih hidroloških dogodkov. Hidrološko poročilo o visokih vodah med 11. in 18. oktobrom 2015. http://www.arso.gov.si/vode/poročila_in_publicacije/.

ARSO, 2016. Program hidrološkega monitoringa površinskih voda za obdobje 2016–2020. http://www.arso.gov.si/vode/poročila_in_publicacije/Program_hidrološkega_monitoringa_površinskih_voda_2016-2020.pdf.

Cegnar, T., 2015. Podnebne značilnosti leta 2015, Naše okolje, letnik XXII, št. 12. http://www.arso.gov.si/o_agenciji/knjižica/mesečni_bilten/bilten2015.htm.

EEA, 2016. Global and European sea-level rise. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/sea-level-rise-2/assessment>.



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR
AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE