

ZNAČILNOSTI VODNEGA CIKLA V POMURJU

Peter Frantar, univ. dipl. geog.

Agencija Republike Slovenije za okolje, Vojkova 1B,

SI – 1000 Ljubljana, Slovenija

e-naslov: peter.frantar@gov.si

Izvleček

Slovensko Pomurje je del Črnomskega povodja. Brez Mure je najmanj vodnata regija v Sloveniji. Glavni bilančni elementi Pomurja v obdobju 1971–2000 – padavine, izhlapevanje in odtok imajo najnižje vrednosti v Sloveniji. Na postajah državnega hidrološkega monitoringa Agencije RS za okolje sta predstavljena hidrološka parametra pretok in temperatura površinskih vodotokov, od katerih predstavljamo glavne značilnosti: pretočni režim, trende pretokov in režim temperature vode.

Ključne besede: vodna bilanca, padavine, izhlapevanje, odtok, pretok, temperatura vode, Pomurje.

WATER CYCLE CHARACTERISTICS OF THE POMURJE REGION

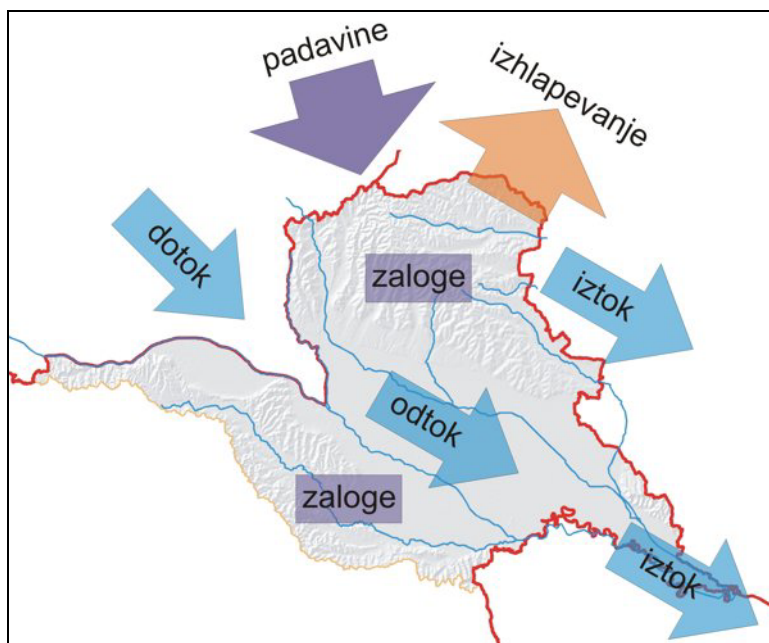
Abstract

Slovenian part of Pomurje region (Mura River Basin) is part of the Black Sea. Without the Mura River it has the least water in Slovenia. Main water balance elements in the period 1971–2000 – precipitation, evapotranspiration and runoff have the lowest values in Slovenia. We present the hydrological parameters runoff and water temperatures main characteristics: river flow regime, river flow trends and river water temperature regime on 3 water gauging stations in the region.

Keywords: water balance, precipitation, evapotranspiration, runoff, discharge, water temperature, Mura river basin.

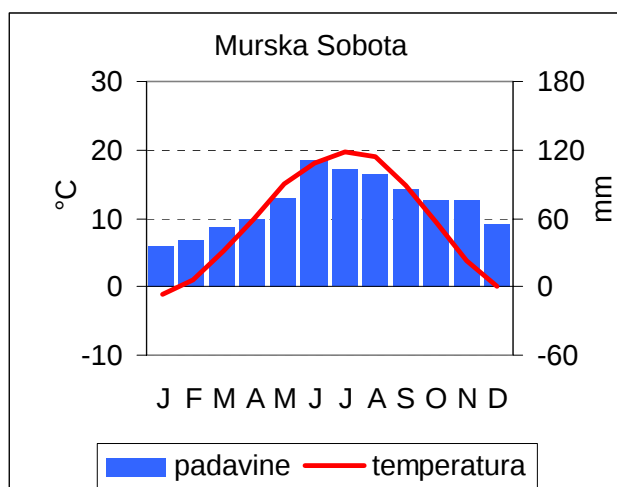
1. Vodni krog

Voda na Zemlji je v stalnem gibanju. V tem gibanju stalno spreminja svoja fizikalna stanja – od tekočega, plinastega do trdnega (Jones 1997). V našem primeru kroženje poteka v t. i. velikem vodnem krogu, ki je bolj razvejan in raznovrsten, kot mali vodni krog (Plut 2000). V osnovi sestoji iz treh glavnih elementov: padavin, izhlapevanja in odtoka, ter četrtega elementa sprememb zalog vode (Van Abs idr. 2000; Kolbezen idr. 1998). V primeru obdobjnih bilančnih analiz ga zaradi dolgoletnega povprečenja lahko zanemarimo (Bat idr. 2008; Kolbezen idr. 1998). Vodni krog je osnova za analizo vodne bilance določenega območja (Bat idr. 1998).



Slika 1: Shema glavnih elementov vodnega kroga v Pomurju. (Avtor: P. Frantar)

Na elemente vodnega kroga najbolj vplivajo podnebje in podnebni dejavniki, zlasti količina padavin in temperatura zraka. Padavine vplivajo tako na odtok kot na izhlapevanje, temperatura zraka pa zlasti na izhlapevanje. V Pomurju imamo že velik vpliv celinskega podnebja. V dolgoletnem povprečju 1971–2000 v Murski Soboti pade letno 870 mm padavin. Gledano sezonsko največ padavin pade v poletnih mesecih in jeseni, najmanj pa v zimskem delu leta. Nihanje povprečne temperature zraka je veliko, kar je značilnost celinskega podnebja. V januarju je povprečna temperatura pod 0 °C, julija pa povprečna temperatura zraka preseže 20 °C. Visoke poletne temperature kljub dokaj zmernim padavinam povzročajo veliko izhlapevanje, kar se odraža tudi na razmerju delov vodnega kroga. Časovni trendi temperature zraka kažejo na naraščajoč trend, sezonska analiza količine padavin pa je pokazala na manjšanje zimskih, pomladanskih in poletnih padavin ter na večanje jesenskih padavin (Dolinar idr. 2008). Posledice spreminjanja teh podnebnih elementov pa spreminjajo tudi hidrološke značilnosti vodotokov.



Slika 2: Klimodiagram na vremenski postaji Murska Sobota v obdobju 1971–2000.

Zaradi majhne podnebne raznolikosti in majhne reliefne razgibanosti imamo v Pomurju povsod dokaj podobne vodnobilančne razmere in posledično zelo podobne hidrološke značilnosti vodotokov v regiji. Izjema pri hidroloških značilnostih je reka Mura, pri kateri njene hidrološke značilnosti odražajo značilnosti večjega dela njenega porečja, ki je izven Pomurja.

2. Pretočni režimi

Pretočni režim je pokazatelj povprečnega kolebanja pretoka reke preko leta. Dejavniki, ki oblikujejo pretočni režim so številni in raznovrstni, med pomembnejšimi pa so: podnebje, relief, kamninska podlaga, prst, rastlinstvo in človek. Najpomembnejši dejavnik je podnebje, saj so pretočni režimi odvisni predvsem od letne razporeditve padavin in temperatur ter od trajanja snežne odeje (Hrvatini 1998; Frantar idr. 2005). V Pomurju lahko rečemo, da ima velik vpliv na pretočni režim tudi lokalnost porečja vodotoka: pri manjših vodotokih, ki imajo pretežno del porečja v Sloveniji, zasledimo popolnoma drugačen tip pretočnega režima kot pri glavni pretočni žili. Na pretok Mure ima največji vpliv taljenje snega in ledu v Alpah, na pretok Ščavnice in Ledave pa lokalne in regionalne dežne padavine ter izhlapevanje. Vpliv lokalnega (subpanonskega) podnebja in reliefa na pretoke Mure je minimalen.

Reka Mura izkazuje v obdobju 1971–2000 alpski snežno-dežni režim (Frantar idr. 2005). Primarni višek je od maja do julija, v oktobru pa se že nakazuje drugotni višek kot posledica večjega dela dežnih padavin. Najmanj vode je v Muri od novembra pa do februarja, saj se večina padavin v porečju Mure zadrži v obliki snega do naslednje pomladi.

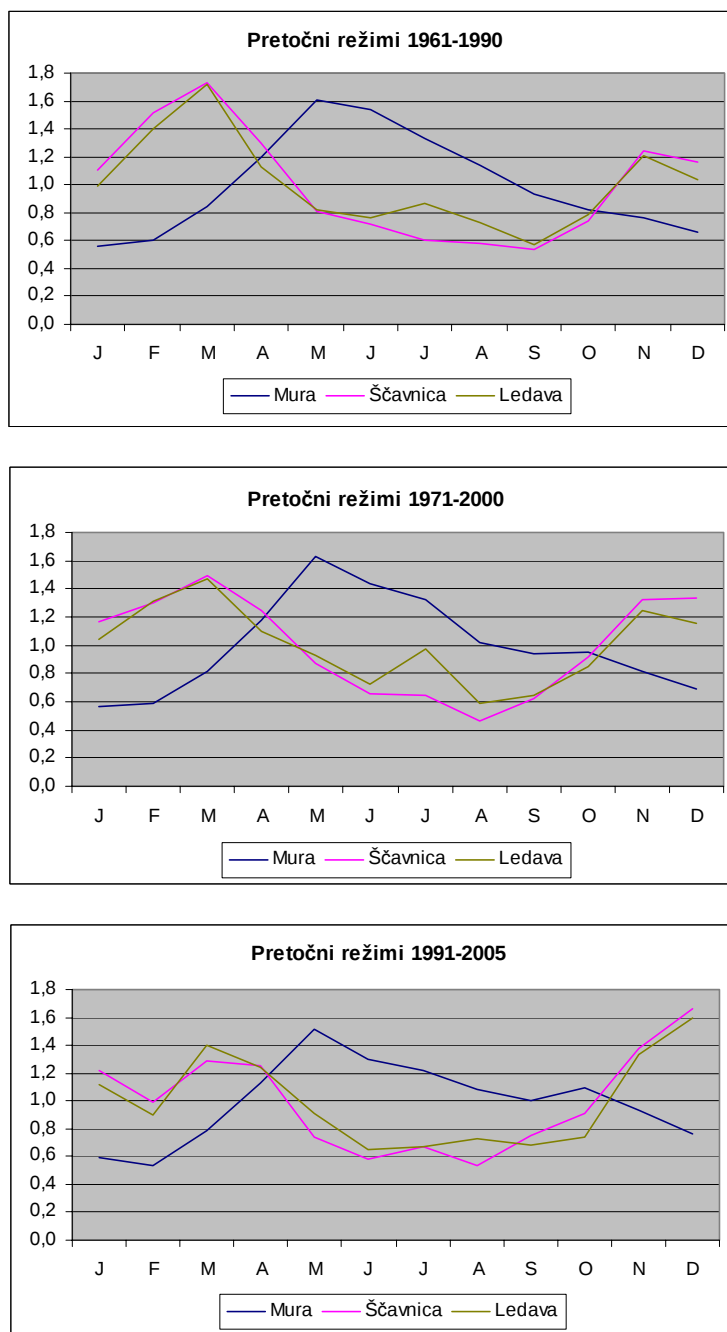
Ščavnica in Ledava izkazujeta v obdobju 1971–2000 panonski dežno-snežni pretočni režim (Frantar idr. 2005). Njunemu pretočnemu režimu podoben režim imajo vsi »lokalni« pomurski vodotoki. Primarni višek vode je v marcu kot posledica dežnih padavin in taljenja snega po gričevju in nižinah, sekundarni pa je nekoliko manjši v novembru in decembru. Najmanj vode imajo pomurski vodotoki poleti, ko zaradi velikega izhlapevanja večino padavin porabijo rastline za rast in evapotranspiracijo.

V primerjavi obdobja 1971–2000 z obdobjem 1961–1990 imajo predstavljene reke še vedno dokaj podoben pretočni režim, večja sprememba pa se je zgodila v deležu odtoka čez leto. Pri vseh treh rekah se je povečal delež jesenskega odtoka in zmanjšal delež pomladanskega. Pri Ščavnici in Ledavi se je primarni pomladanski višek znižal z 1,7 na 1,5 in se skoraj izenačil z jesenskim viškom, ki je porastel z 1,2 na 1,3.

V soju podnebnih sprememb pa smo pogledali tudi pretočne režime v obdobju 1991–2005. Podnebne spremembe se kažejo tudi na pretokih rek in pretoke ter njihove značilnosti lahko vzamemo kot indikatorje podnebnih sprememb (Houghton idr. 2001). V obdobju 1992–2005 se je na reki Muri zmanjšal primarni snežni višek. V primerjavi s prejšnjima obdobjema z 1,6 na 1,5. Jesenski višek je postal izrazitejši. Medtem ko jesenskega viška v obdobju 1961–1990 še ni bilo zaznati (oktobrski pretočni koeficient 0,8) in je bil v obdobju 1971–2000 zgolj nekoliko nakazan (oktobrski pretočni koeficient 0,95) je v obdobju 1991–2005 dobro izražen in znaša že v oktobru 1,1. Okrepil se je tudi zimski nižek, ki se je prestavil iz januarja v februar.

Na Ščavnici in Ledavi se je v obdobju 1991–2005 močno okrepil jesenski višek, ki je iz sekundarnega prešel v primarni višek, prej primarni pomladanski višek pa je postal

sekundarni. Poznojesenski višek se je povečal na kar 1,6, spomladanski višek pa se je zmanjšal na okrog 1,35. Vzrok je sprememba v padavinskem režimu, ki kaže na povečanje količine jesenskih padavin, zmanjšanje padavin v ostalih letnih časih ter v zviševanju temperature zraka (Dolinar idr. 2008). To pomeni, da imajo lokalni vodotoki v Pomurju največ vode v pozni jeseni (decembra) in ne več v zgodnji spomladi (marca). Pri primarnem poletnem nižku ni večjih sprememb, obdobje podpovprečnih pretokov ostaja enako, od maja pa do oktobra.



Slika 3: Pretočni režimi na rekah v Pomurju v treh obdobjih: 1961–1990, 1971–2000 in 1991–2005. (Vir: Agencija RS za okolje 2008a)

V skupnem pogledu vseh treh vodnih žil Pomurja lahko ugotovimo, da se krepijo vode v poznojesenskem delu leta.

Preglednica 1: Mesečni in letni povprečni pretoki po obravnavanih obdobjih na vodomernih postajah v m³/s.

Reka	Obdobje	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
Mura	1961–1990	87,5	94,5	133	188	251	241	208	178	147	128	119	103	157
	1971–2000	87,3	91,1	126	182	251	221	204	157	144	146	125	106	154
	1991–2005	91,4	83,0	121	174	234	200	188	167	154	168	144	118	154
Ščavnica	1961–1990	2,69	3,68	4,22	3,17	1,97	1,75	1,49	1,40	1,29	1,81	3,03	2,84	2,44
	1971–2000	2,45	2,74	3,14	2,63	1,82	1,37	1,36	0,97	1,30	1,93	2,79	2,82	2,11
	1991–2005	2,28	1,85	2,40	2,35	1,39	1,10	1,26	1,00	1,41	1,71	2,57	3,10	1,87
Ledava	1961–1990	1,34	1,91	2,34	1,53	1,11	1,04	1,17	0,99	0,78	1,07	1,65	1,41	1,36
	1971–2000	1,20	1,52	1,71	1,27	1,08	0,84	1,13	0,68	0,74	0,99	1,44	1,34	1,16
	1991–2005	1,02	0,82	1,28	1,12	0,83	0,59	0,62	0,66	0,62	0,67	1,21	1,45	0,91

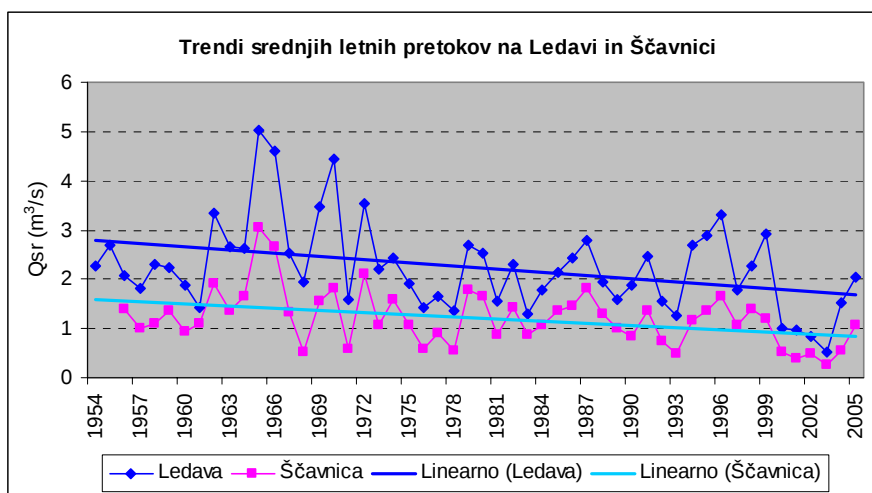
3. Pretoki rek in njihovi trendi

Trendi so pomembni kazalci časovne spremenljivosti pojavov (Frantar idr. 2008). V zadnjih letih, ko so podnebne spremembe vedno opaznejše, je spremljanje in proučevanje hidroloških stanj in izrednih dogodkov vse bolj aktualno. Spremembe podnebja se odražajo tudi na značilnostih pretokov vodotokov. Časovno spreminjanje pretokov smo analizirali na vodomernih postajah Gornja Radgona na Muri, Pristava na Ščavnici in Polana na Ledavi. Opravili smo statistično analizo izbranih vrednosti pretokov in določili linearne trende ter njihovo statistično značilnost (Frantar idr. 2008). Opisani so zgolj statistično značilni trendi – z značilnostjo 0,9, ki je dogovorjena po svetovnih meteoroloških standardih (WMO 1994).

Ob pregledu značilnosti trendov za **Pomurje** lahko ugotovimo, da so trendi pretokov največje Pomurske reke Mure statistično neznačilni. Domnevamo, da je to posledica energetske rabe vode Mure v Avstriji. Ščavnica in Ledava izkazujeta statistično značilen upadajoč trend srednjih letnih pretokov – torej je v njih v povprečju manj vode. Manj vode pomeni, da količina vode v strugi upada, ter da so vse konice, izračunane v obliki pretočnih koeficientov, realno nižje, kar se kaže tudi pri nadaljnji analizi trendov. V Ledavi se je povprečna letna količina vode zmanjšala za okrog tretjino, v Ščavnici pa za okoli petino.

Ledava nakazuje tudi značilen upadajoč trend največjih letnih srednjih dnevnih pretokov, pri njej pa so upadajoči tudi trendi izrazitosti in pogostosti pojavljanja velikih ekstremov. Pri Ledavi imamo torej manj visokih voda, ki so praviloma manj izrazite.

Pretoki Ščavnice izkazujejo statistično značilen naraščajoč trend pogostosti pojavljanja velikih ekstremov – visoke vode se pojavljajo pogostejše (Frantar idr. 2008).

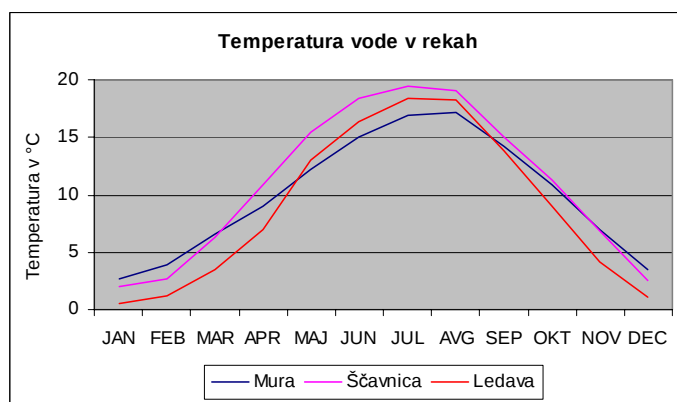


Slika 4: Trendi srednjih letnih pretokov na Ledavi in Ščavnici. Oba trenda izkazujeta statistično značilen upad količine vode (pretoka) v rekah.

4. Temperatura vode tekočih voda

Pomemben fizičnogeografski dejavnik je temperatura vode v naših rekah. Še zlasti je to pomembno za ekosistem, za favno in floro tako reke kot tudi njene okolice. Temperatura vode odraža značilnosti podnebja porečja (ESA 2003). Na Agenciji RS za okolje spremljamo temperaturo rek na 3 lokacijah v Pomurju – na Ščavnici v Pristavi, na Ledavi v Polani in na Muri v Gornji Radgoni.

Analizirali smo letni potek povprečnih mesečnih temperatur rek na podlagi podatkov različnih obdobji do leta 2005. Za postajo v Gornji Radgoni na Muri so podatki od leta 1989, na Ledavi od leta 1991 in na Ščavnici od leta 1969. Temperaturni režim nam kaže sezonski razpored temperature vode v reki. Obe lokalni reki, Ščavnica in Ledava, imata zelo podoben temperaturni režim. Najnižja temperatura vode je v januarju, najvišja pa v juliju. Mura odraža malo drugačen režim – najnižja je prav tako v januarju, najvišja pa v avgustu. Kolebanje temperature Mure je v povprečju manjše kot pri ostalih manjših rekah. Tu svoje zagotovo prida večja količina vode v reki Muri – večja količina vode se počasneje ohlaja in segreva.



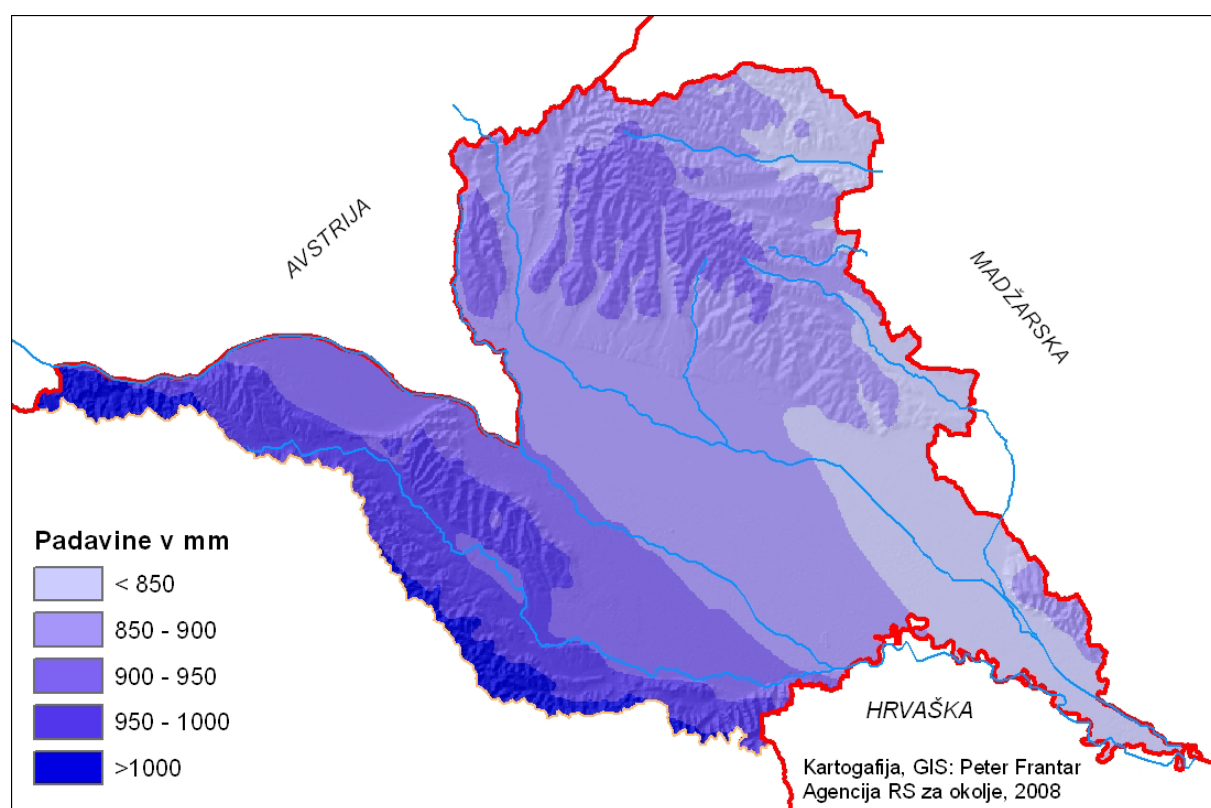
Slika 5: Temperaturni režim izbranih rek v Pomurju.

Preglednica 2: Povprečne mesečne in letna temperatura vode rek v obdobjih delovanja postaj v °C.

Reka	JAN	FEB	MAR	APR	MAJ	JUN	JUL	AVG	SEP	OKT	NOV	DEC	LETO
Mura	2,7	3,9	6,6	9,1	12,2	15,1	16,9	17,2	14,2	10,9	6,9	3,5	9,9
Ščavnica	2,0	2,6	6,3	10,9	15,4	18,4	19,5	19,0	15,1	11,3	6,8	2,6	10,7
Ledava	0,6	1,2	3,5	6,9	13,1	16,4	18,4	18,3	13,8	8,9	4,1	1,1	8,9

5. Padavine

Padavine so, poenostavljeno, voda iz atmosfere, ki pade na tla. V povprečju ima Pomurje 897 mm padavin. Na levem bregu Mure je padavin povsod pod 900 mm, na skrajnem vzhodnem delu celo pod 850 mm. Največ padavin v porečju prejme predel Slovenskih goric, kjer je padavin okrog 1.000 mm letno.



Slika 6: Povprečna letna količina padavin v obdobju 1971–2000.

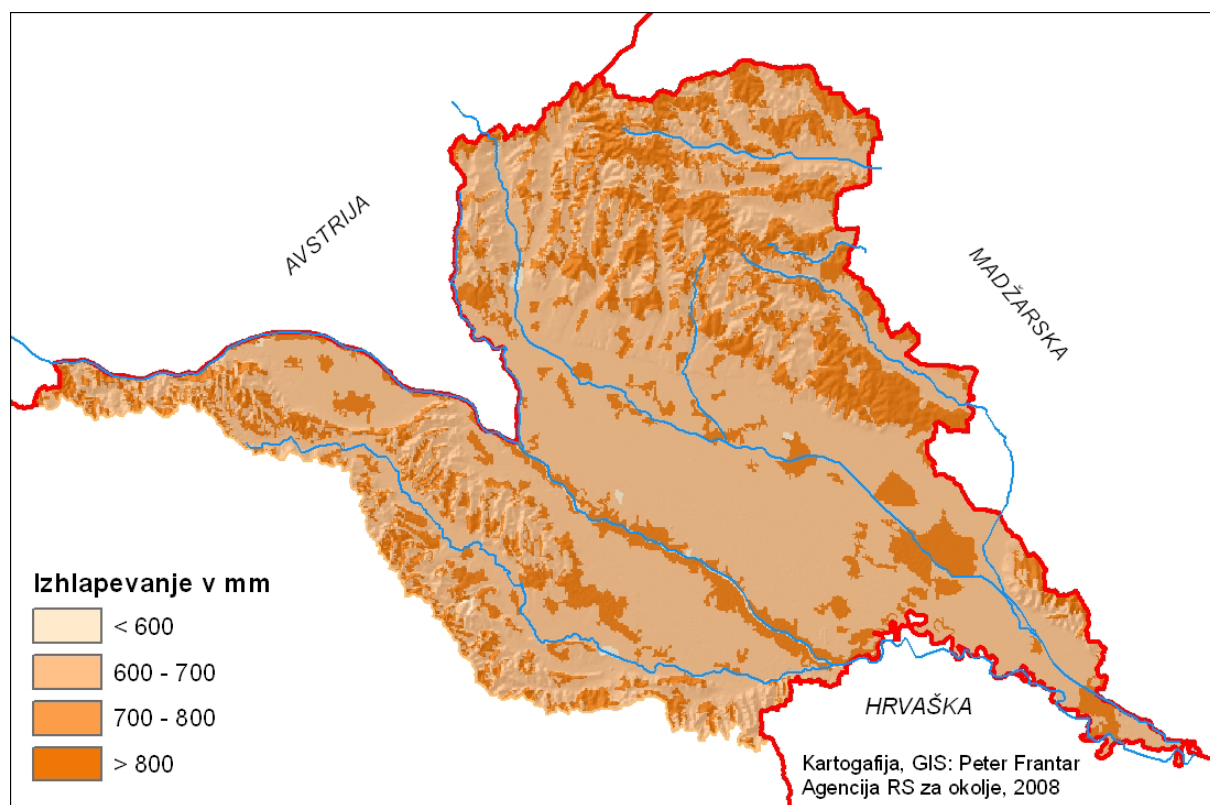
6. Izhlapevanje

Izhlapevanje je proces, pri katerem voda iz tal prehaja v plinasto stanje bodisi iz vodnih površin ali pa iz rastlinstva. Letno v Pomurju povprečno izhlapi 693 mm, kar je veliko v primerjavi s količino padavin. Lokalne razlike v regiji so zelo majhne, nihanje izhlapevanja pa je v povprečju med 550 in 850 mm. Na samo izhlapevanje lokalno najbolj vpliva pokrovnost tal. Največje izhlapevanje, preko 800 mm na leto, imajo gozdnati predeli po vsem Pomurju, od Goric do Goričkega. Največji del Pomurja, ravninski in gričevnat, z izhlapevanjem odda med 600 in 700 mm vode letno. Naraščajoči trendi temperature zraka

izhlapevanje še povečujejo, tako da lahko v prihodnje pričakujemo še višje izhlapevanje in posledično večjo sušnost že tako sušne regije.

Preglednica 3: Potencialno izhlapevanje na različnih lokacijah v Pomurju v obdobju 1971–2000.

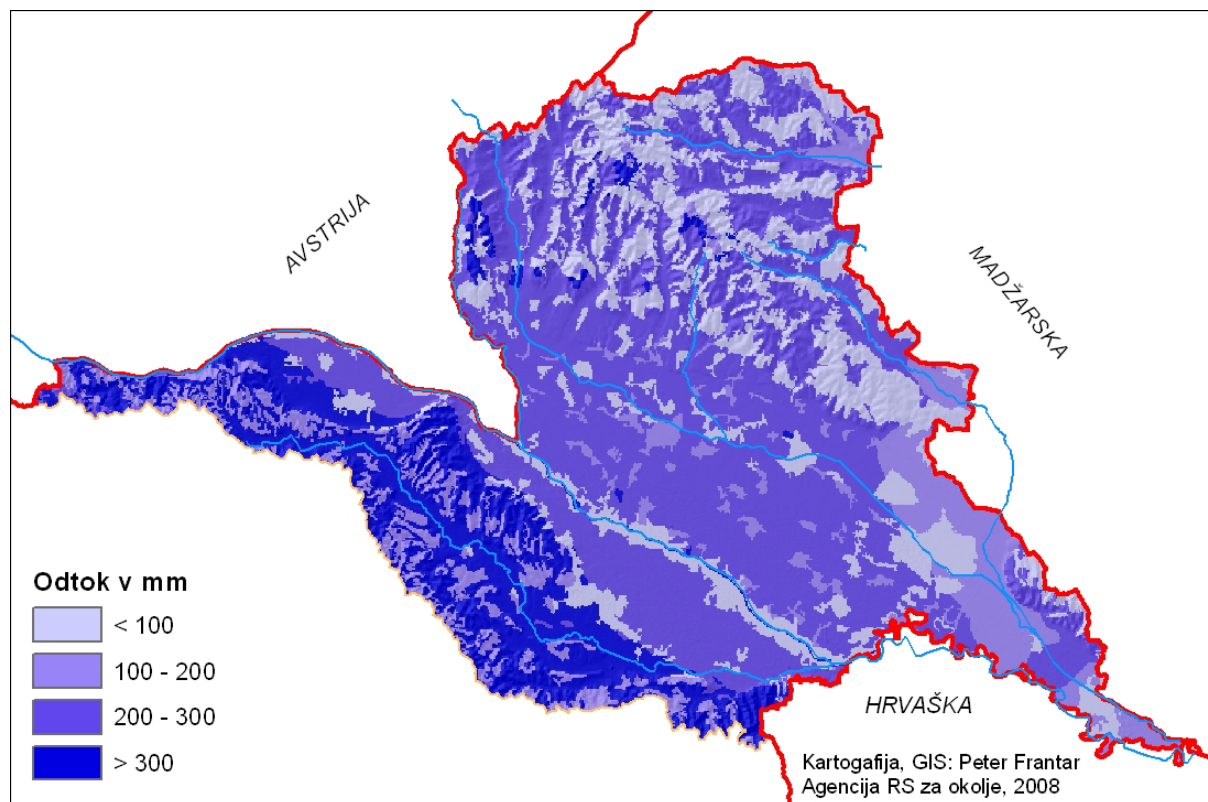
Ime postaje	Nadm. višina	ETp (mm)
Gornja Radgona	232	765
Lendava	190	773
Murska Sobota	188	772



Slika 7: Povprečna letna količine izhlapele vode v obdobju 1971–2000.

7. Odtok

Odtok predstavlja del vodnega kroga, del vode padavin, ki odtečejo preko površinskih in/ali podzemnih voda. Geografska razporeditev količine izračunanega odtoka je enaka razporeditvi specifičnega odtoka. Količina odtoka je v Pomurju majhna. Preko 300 mm letno odteče iz jugozahodnega dela Pomurja, iz območij Slovenskih goric. Od tod se proti vzhodu količina odtoka zmanjšuje. Na posameznih območjih Goričkega, ob Muri in ob Ledavi je količina odtoka še celo pod 100 mm letno. Iz osrednjega dela Pomurja po večini odteka med 200 in 300 mm vode letno.

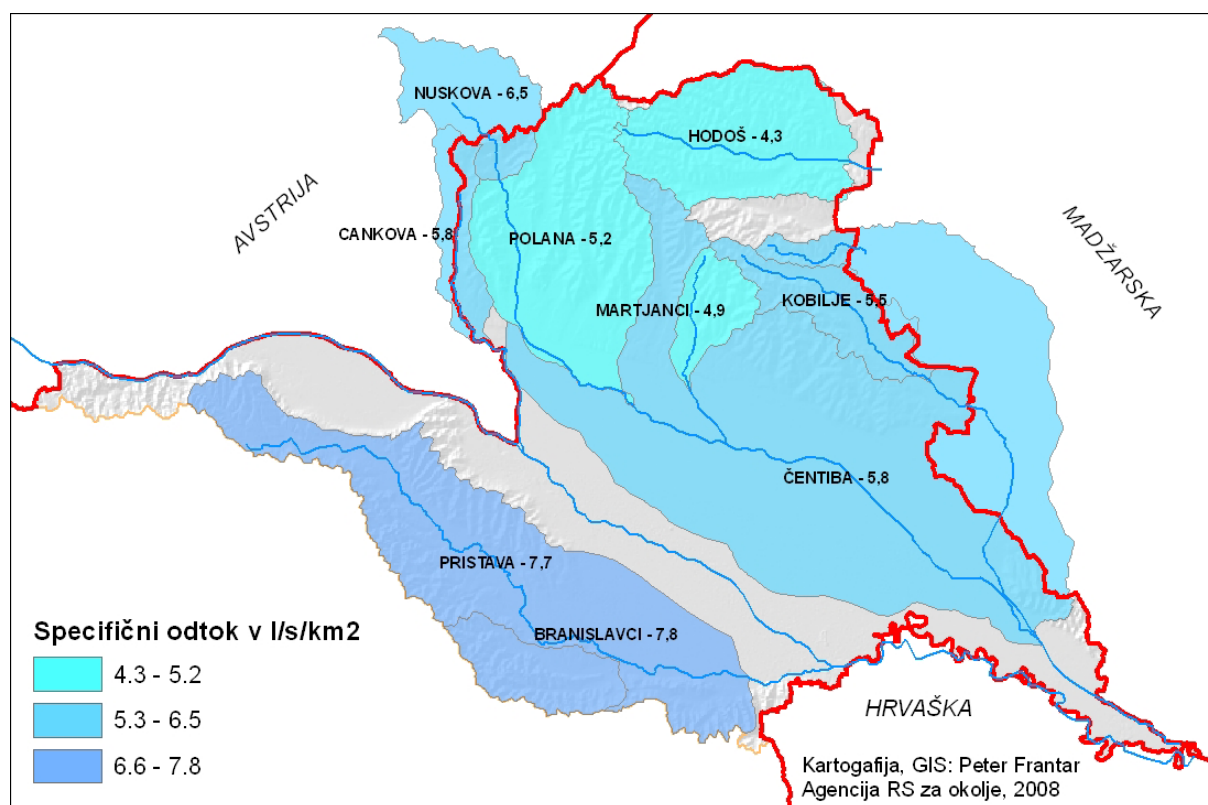


Slika 8: Povprečna letna količina odтока v obdobju 1971–2000.

8. Specifični odtoki

Specifični odtok poda količino vode, ki odteče v časovnem intervalu na enoto površine. Povprečen odtok lahko ocenimo na osnovi merjenih vrednosti preko pretokov posameznih vodomernih postaj ali pa z bilančno formulo (Frantar 2008b). Izmerjene specifične odtoke praviloma izražamo z enoto litri na sekundo na kvadratni kilometer (l/s/km^2), izračunane pa v milimetrih na leto.

Glede na slovenske specifične odtoke imamo v Pomurju najmanjše, saj imamo tu nizko količino padavin ter dokaj veliko izhlapevanje. Povsod se odteka manj kot 10 l/s/km^2 . Razlike med hidrometričnimi zaledji pa so, kljub majhnim vrednostim, relativno zelo velike. Največji specifični odtok v Pomurju imata reki Turja in Ščavnica, od koder se odteka nad $7,7 \text{ l/s/km}^2$. Odmakata namreč v Pomurju najbolj namočen del – Slovenske Gorice. Najmanjši odtok beležimo s porečja reke Velike Krke, kjer je odтока samo še dobrih 4 l/s/km^2 . Porečje Velike Krke odmakata predel Pomurja z najmanj padavinami. Relativna razlika med porečji Velike Krke ter Ščavnice je torej skoraj 1 proti 2. Kljub majhnim količinam se ista površina v porečju Krke »da« pol manj vode kot v porečju Ščavnice.

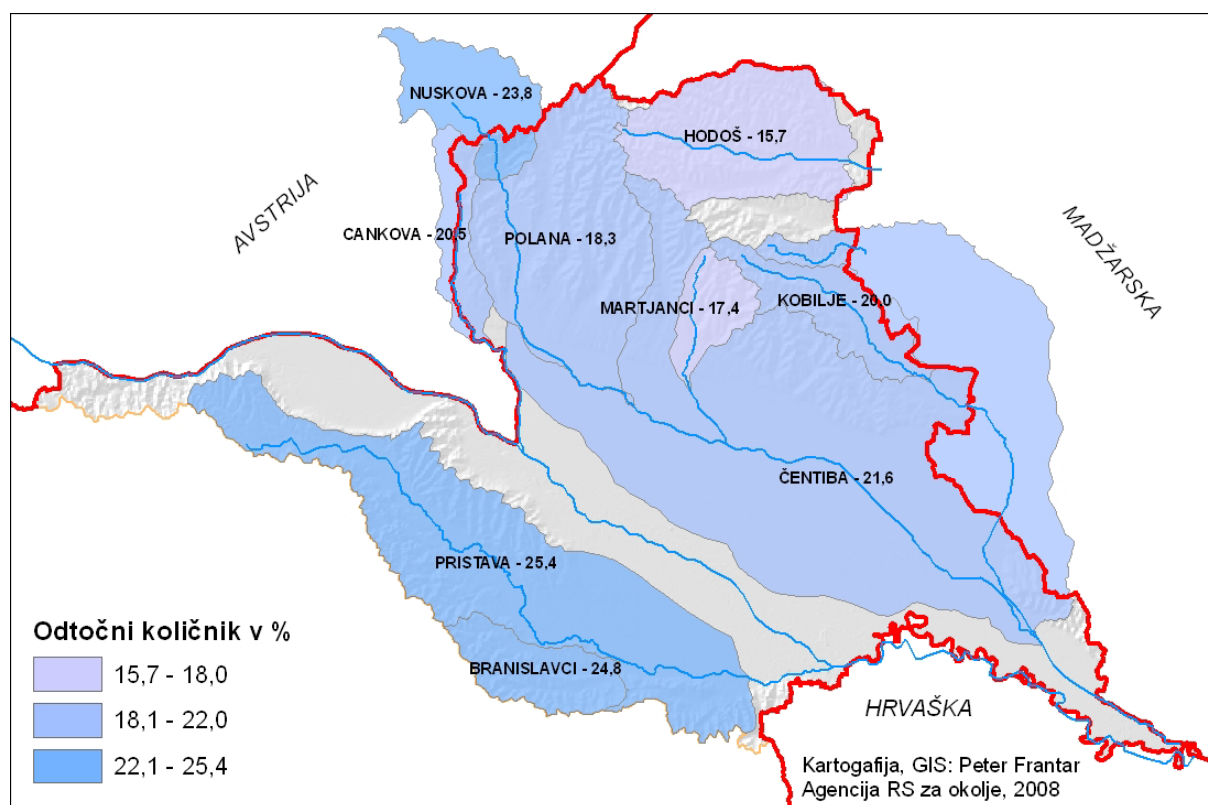


Slika 9: Specifični odtoki v l/s/km² po hidrometričnih zaledjih v Pomurju.

9. Odtočni količniki

Odtočni količnik je izračunana vrednost, ki prikazuje razmerje med padavinami in odtokom. Prikazuje delež padavin, ki odteče, in je izražen v odstotkih. Odtočni količnik je odvisen od hidrogeografskih lastnosti povodja, od količine padavin, izhlapevanja, od tipa pokrovnosti tal, reliefnih in kamninskih značilnosti (Frantar 2008b).

Odtočni količnik lahko računamo na dva načina – iz izmerjenih vrednosti pretokov ali na podlagi bilančne formule. Prikazani so odtočni količniki, pridobljeni na osnovi izmerjenih pretokov in padavin. Geografska razporeditev deleža odtoka je podobna razporeditvi specifičnih odtokov. V Pomurju so najmanjši odtočni količniki v Sloveniji. Najmanj, nekaj nad 15 % padavin, odteče iz porečij, ki imajo večji del porečja v osrednjem Goričkem. Reke s povirji na zahodu Goriškega imajo delež odtoka nekaj nad 20 %, okrog četrtna padavin pa odteče iz porečij rek z zaledji v Slovenskih Goricah. Vzrok za takšno razporeditev je sama razporeditev padavin, ki pada od zahoda proti vzhodu, ter dokaj podobna količina izhlapevanja, ki je posledica podobnosti reliefa ter pokrovnosti tal.



Slika 10: Odočni količniki po hidrometričnih zaledjih v Pomurju.

10. Sklep – hidrološke in bilančne značilnosti

Vodni krog v Pomurju se precej razlikuje od drugih regij v Sloveniji. V Pomurju imamo najmanj padavin. Pade jih slabih 900 mm, kar je skoraj pol manj kot jih pade v povprečju v Sloveniji. Izhlapovanje je praktično enako slovenskemu povprečju in ga je v regiji za skoraj 700 mm. Večina padavin zato izhlapi, zelo majhen delež pa jih odteče. Odteče jih le dobrih 200 mm, kar je daleč pod slovenskim povprečjem. Poleg padavin pa vodo v pokrajino prinaša glavna vodna žila – reka Mura. Ugotavljamo, da so količine vode v rekah v največji meri odvisne od prostorske razporeditve količine padavin po Pomurju. Izjema je reka Mura, katere večinski del porečja sega izven Pomurja.

Voda reke Mure pomeni večjo razpoložljivost vode, a mora biti upravljanje z njo sonaravno. Reka ne pozna državnih meja, zato moramo vsi vzdolž kateregakoli vodotoka poskrbeti za njegovo dobro ekološko stanje. Dobro ekološko stanje pa ne pomeni zgolj dobrega kemijskega stanja, temveč je zlasti pomembno biološko, ekosistemsko stanje tako vode kot tudi morfologije struge in okolice. Naravno stanje ekosistema v reki zahteva tako suše kot poplave in manjši del te vode si lahko z sonaravnim upravljanjem reke začasno zadržimo ali preusmerimo.

Preglednica 4: Elementi vodne bilance v Sloveniji in Pomurju v obdobju 1971–2000.

	Slovenija	Pomurje
Padavine (mm)	1.579	897
Izhlapovanje (mm)	717	693
Odtok (mm)	862	204
Odočni količnik (%)	54,5	22,7

Zaradi vedno večjega vpliva podnebnih sprememb je potrebno še zlasti v Pomurju vedno bolj paziti na vodo. Majhna količina razpoložljive padavinske vode že vpliva na kmetijstvo in gospodarstvo, ki se morata čim prej prilagoditi spremembam. V preteklosti so bili vodotoki zaradi svojega nenehnega spreminjanja in prestavljanja rečne struge zelo nepredvidljivi in so povzročali veliko škodo na bližnjih kmetijskih površinah ter ogrožali naselja. Z regulacijami so rečne struge izravnali, odstranili vodno in obrežno vegetacijo ter z izsuševalnimi jarki izsušili obvodno pokrajino. Pri tem pa niso upoštevali ekosistemskih značilnosti vodnega in obvodnega sveta, kar ima številne negativne posledice v pokrajini, ki se kažejo v zmanjšanju samočistilne spodobnosti ter večji stopnji onesnaženosti, zmanjšanju biotske pestrosti vodnih in obvodnih habitatov kot tudi v manjših količinah vode v vodotokih. Z ustreznim načinom upravljanja vodotokov – revitalizacije, lahko ponovno vzpostavimo strukturno in funkcijsko povezanost ekosistemov, s čimer lahko dosežemo dobro ekološko stanje voda. V regiji pa nikakor ne smemo pozabiti na podtalnico, ki v članku ni omenjena, je pa v plitvem vodonosniku, ki je izredno občutljiv na onesnaženje.

Glede na majhne količine razpoložljive vode in naravne danosti v Pomurju bi bilo na državni ravni potrebno pripraviti ustrezne načrte celovitega (sonaravnega) upravljanja z (vsemi) vodami in vodnimi pravicami za pomursko regijo.

Viri in Literatura

- Agencija RS za okolje 2008a: Baza hidroloških podatkov, Ljubljana.
- Agencija RS za okolje 2008b: Baza meteoroloških podatkov, Ljubljana.
- Bat, M., Frantar, P. 2008: Vodna Bilanca. V: Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Agencija RS za okolje, Ljubljana, str. 9–14.
- Dolinar, M., Frantar, P., Hrvatin, M. 2008: Vpliv podnebne spremenljivosti na pretočne in padavinske režime Slovenije. V: Mišičev vodarski dan, Zbornik referatov, 19. Mišičev vodarski dan 2008, str. 1–8.
- Frantar, P. 2008a: Odočni količniki. V: Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Agencija RS za okolje, Ljubljana, str. 61–66.
- Frantar, P. 2008b: Specifični odtoki 1971–2000. V: Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Agencija RS za okolje, Ljubljana, str. 61–66.
- Frantar, P., Hrvatin, M. 2005: Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971–2000. Geografski vestnik 77–2, Ljubljana, str. 115–127.
- Frantar, P., Kobold, M., Ulaga, F. 2008: Trendi pretokov. V: Vodna bilanca Slovenije 1971–2000. Agencija RS za okolje, Ljubljana, str. 50–60.
- ESA – Ecological Society of America 2003: Sustaining Healthy Freshwater Ecosystems. Issues in Ecology, Number 10, Winter 2003, Washington.
- Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C. A. 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Cambridge, Cambridge University Press.
- Hrvatin, M. 1998: Pretočni režimi v Sloveniji. Geografski zbornik 38. Ljubljana.
- Kolbezen, M., Pristov, J. 1998: Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. Hidrometeorološki zavod Slovenije. Ljubljana.
- Jones, J.A.A. 1997: Global Hydrology. Processes, resources and environmental management. Harlow, Longman. Essex.
- Plut, D. 2000: Geografija vodnih virov. Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Ljubljana.
- Ritter, M. 2006: The Water Balance. Medmrežje:

- <http://www.uwsp.edu/geo/faculty/ritter/geog101/textbook/hydrosphere> (23. 1. 2006).
- Van Abs, D. J., Stanuikynas, T. J. 2000: Water Budget in the Raritan River Basin. A Technical Report for the Raritan Basin Watershed Management Project New Jersey Water Supply Authority. Medmrežje: <http://www.raritanbasin.org/Reports/WaterBudgetReport.pdf> (23. 1. 2006).
- WMO – World Meteorological Organisation 1994: Guide to hydrological practices, Data acquisition and processing, analysis, forecasting and other applications. WMO – No. 168, Fifth edition.

WATER CYCLE CHARACTERISTICS OF THE POMURJE REGION

Summary

Water balance elements in Pomurje region depend mostly on climate and its factors. Small region and small changes in landscape and relief result in small differences in water balance elements and in hydrological characteristics between parts of the region. Only the river Mura's hydrological characteristics differ more to local rivers due to great impact of the whole watershed that implies on the river discharges and temperatures from outside the Pomurje region.

Common change in river discharge regimes in the region, where the Mura river has nival regime and rivers Ščavnica and Ledava have panonian pluvio-nival regime, is that in the period 1991–2005 the increase of fall discharges and the decrease of winter, spring and summer discharges is observed. The trends of discharges show statistically significant decrease of annual river discharges on all 2 local rivers Ščavnica and Ledava. The trend on river Mura is not statistically significant. Regionally we can anticipate that the water quantities in the region are declining.

Temperature regimes of the river's water show that Ščavnica and Ledava have very similar regimes and higher seasonal variability as the temperature on river Mura. Higher amount of water in the river Mura stabilizes the water temperature more than on small rivers.

Average precipitation amount in Pomurje is 897 mm annually. Spatial variability is low: from 1000 mm in the west to under 850 mm in the east. The evapotranspiration is more scattered over the space. On average there is 693 mm of evapotranspiration and the variability depends mostly on the land cover type. Over 800 mm is found in forest areas all over the region. Most of the region is in the evapotranspiration range from 600 to 700 mm. The runoff spatial distribution is similar to precipitations'. In the west the runoff is just over 300 mm annually and in the east even under 100 mm.

Specific discharge and runoff coefficient have the same spatial distribution as in general all the water balance elements. In the west the specific discharge is almost 8 l/s/km², and decreases towards the east to 4,8 l/s/km². The runoff coefficient decreases from 20 % in the west to 15 % in central Goričko region (northeastern parts).

The interconnectivity of discharge, runoff, evapotranspiration, to precipitation in Pomurje region is very high. General gradient of the hydrological characteristics can be put out: more water in the west, less in the east. The relief (landscape) and other physio-geographical factors have little impact on hydrological characteristics itself, the most important factor is the climate.