

## *Razprave*

### **RAZLIKA MED MESEČNIMI KOEFICIENTI PADAVIN IN ODTOKA KOT METODA ČLENITVE REČNIH REŽIMOV V SLOVENIJI**

**Ivan Gams\***

#### **Izvleček**

Po sklepih, ki jih je dala podrobna vodna bilanca za porečje reke Ščavnice, je za manjša porečja Slovenije prikazana poenostavljena metoda analize izvora rečne vode na podlagi primerjave mesečnih modulov za padavine na reprezentančni postaji z moduli rečnega odtoka. Na 19 primerih je s to metodo napravljena delitev leta na mesece s prevladovanjem vpliva dežnih padavin, snežne odeje, evapotranspiracije in vpliva podtalnice.

Ključne besede: hidrogeografija, metodologija proučevanja, rečni režimi, zmerno toplo humidno podnebje, Slovenija.

### **DIFFERENCE BETWEEN MONTHLY RUNOFF AND PRECIPITATION MODULES AS A METHOD OF DETERMINING RIVER REGIMES IN SLOVENIA**

#### **Abstract**

Based on conclusions obtained from a detailed water balance for the Ščavnica drainage area, the simplified method is presented (for the use at smaller drainage areas in Slovenia), of analysing the origins of river water on the basis of comparing the monthly precipitation modules at the representative station with the river runoff modules. By applying this method at 19 cases a division was made, of year to months with the prevailing influence of rain, snow cover, evapotranspiration and the influence of groundwater as the modifiers of river regimes.

Key words: Hydrogeography, Investigation methodology, River regimes, Moderate warm-humid climate, Slovenia.

S. Ilešič (1947) je, naslanjajoč se na shemo francoskega hidrogeografa Pardéja (1933), v v študiji o jugoslovanskih rečnih režimih na Slovenskem ugotovil 1. čisti snežni (Drava), 2. prehodni snežni (Mura, Soča), 3. snežno-dežni (po njegovi termi-

\* Akad., univ. prof. v pokoju, Ul. Pohorskega bataljona 185, 1113 Ljubljana, Slovenija.

nologiji nivo-pluvialni) režim alpske (zgornja Savinja) in zmerno sredozemske različice Kokra), 4. dežno-snežni režim s prehodno srednjeevropsko ali posavsko različico (levi pritoki Sotle), zmerno sredozemsko (južna in srednja Slovenija) in pravo sredozemsko različico (Vipava), 5. čisti dežni režim s sredozemsko različico (istrske reke).

Slovenske reke je v prejšnji Jugoslavije in Sloveniji z novimi pretočnimi podatki opremil Dukić (1984), ki je v glavnem ostal pri Ilešičevih režimih, dodal pa je karto časovnega nastopa nižkov in viškov vodnega stanja. D. Radinja (1975) je objavil padavinske in pretočne diagrame vremenskih in vodomerskih postaj v porečju zgornje in srednje Soče. Gorski snežni režim v povirju reke po njegovem prehaja niže v snežno-dežni in zgornjem dinarskem območju v dežno-snežni, v spodnjem pa v dežni režim. Omenja še različico s kraško vodno retinenco oz. visoko vodo pozimi in poleti.

I. Gams (1996) je v kratkem komentarju skice s klimogrami in hidrogrami navedel, da na rečne režime v Sloveniji najbolj vpliva evapotranspiracija, saj se na večini ozemlja javljajo primarni ali sekundarni nižki vodnega pretoka poleti, tudi tam, kjer je na približno tretjini države tedaj največ padavin. Režime deli na primorski evapotranspiracijsko-dežni, alpski evapotranspiracijsko-snežni, ledeniško-dežni režim Drave in Mure, ter celinski evapotranspiracijsko-dežni režim.

M. Bat (1997, 326) je na karti vodne mreže Slovenije z različno obarvanostjo tokov ločil omiljeni snežni, snežno-dežni, dežno snežni in dežno-rečni režim. V glavnem na Ilešičevi razvrstitvi sloni tudi Kolbeznova (1998) klasifikacija rečnih režimov v publikaciji Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije, ki je skupinsko delo hidrološkega in meteorološkega oddelka HMZ RS. Iste režime bo Kolbezen objavil tudi v poglavju o vodah v knjigi Geografija Slovenije, ki je bila poleti 1998 še v tisku pri Slovenski matici.

Ta članek nima namena na novo določevati vodne režime na vseh vodnih tokovih v Sloveniji. Verjetno bo to napravil Hidrometeorološki zavod SR v drugi fazi izdelave vodnih bilanc. V prvi fazi, ki jo prinaša že omenjena zavodova publikacija (Površinski ..., 1998), je vodna bilanca izdelana le za letne povprečke niza 1961–1990.

V že omenjeni izdaji HMZ RS Pristov (1998), potem ko je s podobno metodo usklajeval padavine in odtoke že v robnih kraških planotah med Banjšico in Planinsko goro, in Kolbezen (1998) navajata dvojne podatke za padavine in pretoke, prve, ki so jih izmerili na vremenskih in vodomernih postajah, in druge, ki so popravljeni po opravljenem usklajevanju padavin, evapotranspiracije in odtoka. Padavine so popravljene po poskusih v tujini, navajo zlasti gorovje Taunus ob zahodnem robu Nemčije, po katerih pri sneženju ob vetru nad 5 m/s in pri nizki temperaturah navadni ombrometri "ujamejo" le 22 % snežnih in pri dežju 87 % padavin (Pristov, 1998, 42). Pri izračunu so upoštevali tudi večjo površino razgibanega površja, kot ga izmerimo s karte. Evaporanspiracijo so izračunali po Pennmannu in jo zmanjšali na krasu in v gorah nad gozdno mejo. Razlike med izmerjenimi in izračunanimi vrednostmi so v glavnem manjše od 16 %, pri vodni bilanci za vso državo znašajo le 5 %.

Popravljenе vrednosti padavin in pretokov v objavi uradnega zavoda Slovenije za meteorologijo in hidrologijo sili uporabnike starejših zavodovih izdaj o padavinah in pretokih rek, da bodo morali pojasniti, katere od teh dveh podatkov naj navedejo, starejše, izmerjene na postajah, ali najnovejše, izračunane oziroma popravljenе.

Razen v študiji o Posočju (Radinja, 1978) omenjeni avtorji ugotavljajo režime le na podlagi višine mesečnih pretokov, vendar jih imenujejo genetsko, to je po vzrokih za njihovo letno kolebanje (dežni, snežni režim in kombinaciji iz obeh).

Da pa na razporeditev višine rečnega pretoka v Sloveniji vplivata tudi izhlapevanje in zakasneli odliv podtalnice, skuša dokazati preglednica št. 2. Mesečne višine padavin in rečnega pretoka so v njej izražene s količnikom, imenovanim tudi modul. Modul 1,0 (v naših tabelah 100, mišljeno je 100 odstotkov) ima mesec s padavinami v višini ene dvanajstine letnih padavin oziroma mesec s povprečnim mesečnim pretokom. Moduli pretoka so povzeti iz preglednice št. 3 v objavi Površinski ..., 1998, 81. Padavinski količniki so izračunani po objavi HMZ Padavine 1961–1990 (1995). Prednost uporabe modulov pred absolutnimi številkami je v lažji primerjavi obeh količnikov in ker izniči ali ublaži vpliv neznanih razvodnic na krasu. Za izračun padavinskih količnikov so izbrane reprezentančne postaje z nadpovprečnimi padavinami, saj te bolj vplivajo na rečni pretok. Pri obeh modulih so upošteevane izmerjene vrednosti, saj popravljenе mesečne vrednosti za padavine še niso izdelane.

Bežen pregled negativnih in pozitivnih razlik med obema količnikoma razkriva zunaj visokogorskih Alp v glavnem dve letni dobi. Prva je poletno-zgodnjejesenska z dtočnim primanjkljajem in večinoma podpovprečnim odtokom. V drugi, pri večini rek med novembrom in aprilom odtok presega padavine in reke imajo nadpovprečni pretok.

Prevladujoče pretočne viške v aprilu, redkeje v marcu, bi lahko po omenjenih imenih za režime razlagali s kopnenjem snežne odeje. Nizke poletne vodostaje pa si zlasti v vzhodni in severovzhodni Sloveniji po stari razvrstitvi, ki govori o dežnem režimu, ne moremo smiselno razložiti, saj pade tedaj največ dežja. V imenih režimov ni evapotranspiracije (v sledečem besedilu je ponekod okrajšana z Ev) kot dejavnika režima. V Sloveniji izhlapi 41,5 % vse padle vode (Pristov, Povzetek, 1998, 63), letni potek Ev pa je v glavnem skladen s temperaturnim.

Podrobna analiza razlik med količniki v naši preglednici ne podpira mnenja, da povzroča poletno-zgodnjejesenski odtočni primanjkljaj samo evapotranspiracija. Največji odtočni primanjkljaj ni julija, to je v mesecu največjega izhlapevanja, temveč avgusta, v Primorju celo septembra. Rižana ima odtočni primanjkljaj še oktobra, ko padavine reprezentančne postaje Podgorje že drugi mesec presegajo 100 mm. Razlike med moduli tudi ne podpirajo mnenja, da zunaj visokega gorovja zimske in zgodnjepomladanske odtok določa samo snežna odeja z zadrževanjem odtoka pozimi in s povečanim odtokom spomladi. Največji odtočni presežki so tam navadno aprila, ko snežna odeja v nižinah traja v povprečju manj ko en dan. Le na višjem dinarskem ozemlju z visokimi letnimi padavinami in z nadpovprečnim deležem zimskih padavin traja snežna odeja v aprilu več kot en dan, npr. v Kočevju (467 m) 1,6

dneva, Postojni (533 m) 1,6 dneva, na Vojskem (1067 m) 17 dni (Climate of Slovenia, 1996). To časovno odstopanje lahko razložimo le z gibanjem podtalnice, ki za kasni odtok padavinske vode. (Z besedo podtalnica označujemo, v smislu definicije v SSKJ, vse oblike dinamične zaloge vode med vododržno podlago in zemeljskim površjem. Od teh oblik so med bolj znanimi imeni kapilarna voda, pedološka voda, podtalna voda v vodonosnikih v klastičnih sedimentih, kraška voda, voda v skalnih razpokah in skalna voda).

Skušajmo najti razlage za omenjena vprašanja s podrobnejšo analizo vodne bilance desnega pritoka Mure Ščavnice (slika 1). V diagramu so mesečne padavine prikazane s stolpci in veljajo za postajo Blaguš. Vodostaji reke pri vodomerski postaji Pristava (vzhodno od Ljutomera) in mesečne temperature postaje Blaguš so ponazorjeni s črto. Od januarja do avgusta (z rahlim upadom julija) padavine naraščajo, pretok pa od aprila do septembra upada v obratnem razmerju z dvigom temperature in z njo povezane evapotranspiracije. Pretok upada tudi še avgusta, septembra in oktobra, in to kljub nadpovprečnim padavinam in že zmanjšani Ev. V preglednici 1 so vpisane še vrednosti za evapotranspiracijo za bližnjo Mursko Soboto, izračunane po Thornthwaitu (Furlan, 1966).

Preglednica 1: Vodna bilanca porečja Ščavnice 1961–1990 (modul 1,00 ali ena dvanajstina letne vrednosti, je enak 100 %).

Table 1: Water balance of the Ščavnica drainage basin in the 1961–1990 period (module 1.00, or, one twelfth of the annual value, equals to 100 %).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Blaguš, padav. (mm)	46	46	60	69	85	109	101	113	86	69	80	57
Modul padavin	60	60	78	90	111	142	131	147	112	90	104	74
Potenc. evapotranspir. (mm)	0	0	19	51	88	115	125	112	74	40	15	1
Ostane (mm)	46	46	41	18	-3	-6	-24	1	12	29	65	56
Pretok, Ščavnica (mm)	62	85	97	73	45	40	34	32	30	42	70	65
Modul pretoka	110	151	173	130	81	72	61	57	53	74	124	116
Razlika pad. – odtok (mm)	+16	+39	+37	+4	-40	-69	-67	-81	-56	-27	-10	+8
Razlika modulov	+50	+91	+95	+40	+30	-70	-70	-90	-59	-16	+20	+42

Opomba: Razlike v modulih, ki v zadnji vrstici odstopajo od naraščajočih ali upadajočih vrednosti, so v oklepaju.

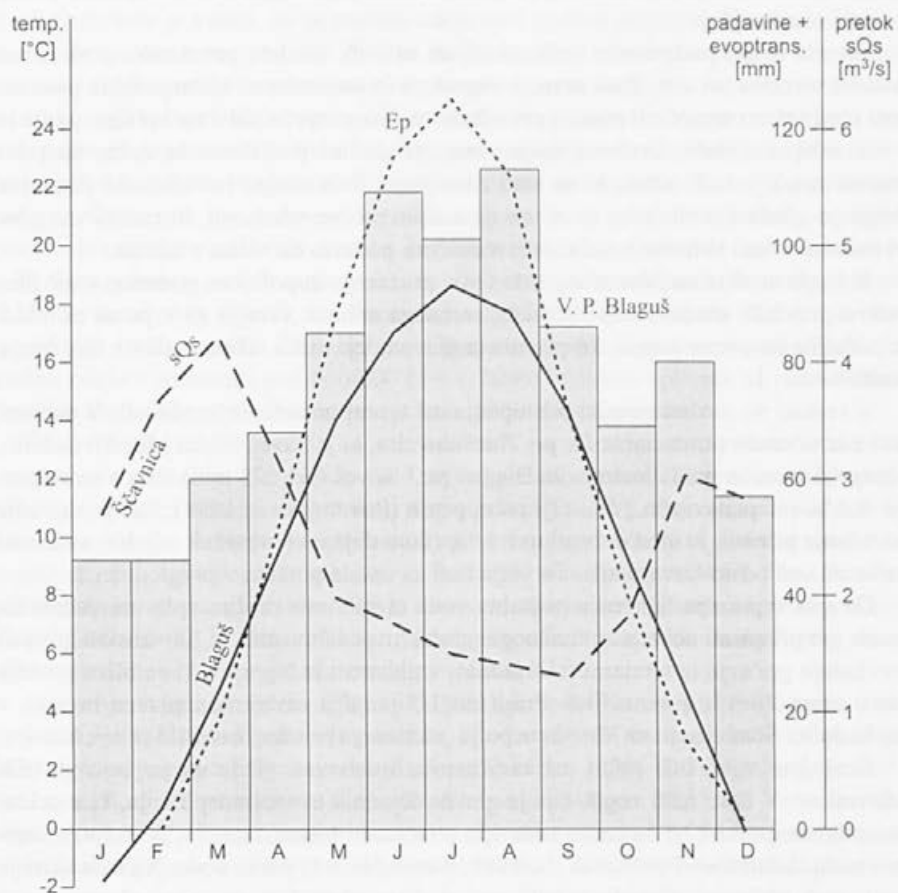
Vir za odtok vode v Ščavnici na vodomerni postaji Pristava je preglednica 3 v objavi Površinski ..., 1998. Vir za Blaguš: Padavine 1961–90, 1995. Nadpovprečne vrednosti so odebeljene.

V zadnji vrstici so vrednosti pozitivne, če modul za mesečni pretok reke presega padavine na postaji Blaguš, sicer so negativne. Če modulne razlike razvrščamo po enakem trendu razvoja, dobimo sledeča letna obdobja:

**Junij–avgust:** nadpovpečne mesečne padavine in padavinski moduli (odebeljene številke); najvišja mesečna evapotranspiracija; potencialna Ev presega padavine;

Slika 1: Vodna bilanca za porečje Ščavnice.

Fig. 1: Water balance of the Ščavnica drainage basin in the 1961–1990 period.



upadajoči podpovprečni pretok in modul odtoka; rastoča negativna razlika med odtočim in padavinskim modulom.

Gonilo razlik je očitno evapotranspiracija. Ker ni dotoka padavinske vode, se prazni dinamična podtalnica in modul pretoka se zmanjšuje.

**September–oktober:** znižanje padavin na podpovprečne oktobra; vedno manjša Ev; povečanje podpovprečnega pretoka; zmanjševanje še vedno negativne razlike med moduloma.

**November–marec:** razen novembra podpovprečne; pozimi najnižje padavine, ki zaradi znižane Ev večinoma odtečejo v tla, zato dvig pretoka nad povprečje. Ev je malenkostna, zato rastoči odtočni presežek nad padavinami do viška marca.

**April–maj:** povečanje nadpovprečnih padavin; porast Ev na nadpovprečno vrednost v maju, kar zmanjšuje dotok padavinske vode v podtalnico. Zato se zmanjšuje pretočni modul, ki je še vedno visok zaradi visoke podtalnice. Pozitivna razlika med moduli se zmanjšuje.

Seveda se del padavinske vode, zlasti ob nalivih, vse leto površinsko preliva naravnost v vodne tokove. Zato se med avgustom in novembrom ohranja rahla povezanost med višino mesečnih padavin in odtokom. Ko se aprila zblížata količini padle in v reki odtečene vode, izraženo oboje v mm, je gladina podtalnice še vedno nadpovprečna in tak je tudi odtok, ki se nato zmanjšuje. Šele močne novembrske padavine dvignejo gladino podtalnice in odtok na nadpovprečne vrednosti, ki rasejo vse prve tri mesece v letu skladno z večanjem mesečnih padavin do viška v marcu.

Sklep iz analize za Ščavnico je, da vpliv praznenja in polnjena podtalne vode premakne prevlado evapotranspiracijskega rečnega režima: skrajša ga v pozni pomladi in podaljša do pozne jeseni, ko postaneta glavna dejavnika višina padavin in gibanje podtalnice.

V resnici so možna manjša odstopanja od zgoraj navedenih vrednosti. V primerjavi z izračunom potencialne Ev po Thornthwaitu, ki je navedena za Mursko Soboto, ugotavlja izračun po Tillmannu za Blaguš za 3 % več Ev (675 mm) ter v vsem porečju 9,2 % več padavin in 2 % večji rečni petok (Površinski..., 1998). Ker je največje povečanje pozimi, je med decembrom in aprilom dejanski presežek odtekle vode nad padlo za več odstotkov manjši. To velja tudi za ostala porečja v preglednici 3.

Da ima v porečju Ščavnice podtalna voda razmeroma močan vpliv na vodno bilanco, gre pripisati nekaterim fizičnogeografskim posebnostim. V Slovenskih goricah prevladuje gričevje iz terciarnih odkladnin, v glavnem iz laporjev, ki so blizu površja lahko razpadljivi in premočljivi. Približno 1/5 porečja zavzema naplavna ravnina v široki dolini Ščavnice in na Murskem polju, s katerega priteka ščavniški pritok Murica.

Skušajmo v tej luči rečni režim Ščavnice imenovati glede na trajanje glavnih dejavnikov. V času rasti vegetacije je glavni dejavnik evapotranspiracija, ki v celem letu odvzame reki 77,5 % padle vode (po izračunani bilanci) oz. 71,18 % (po izmerjeni vodni bilanci — Površinski..., 1998, preglednica 5) padle vode. Na naši skici je letni potek padavin piramidaste oblike z vrhom avgusta, letni pretok med marcem in novembrom, torej pet mesecev, pa kotlast. Aprila in maja in septembra ter oktobra je prehodni čas, ko zapoznemo val podtalnice zabriše evapotranspiracijski vpliv. V naslednjih, to je petih mesecih, so glavni dejavnik padavine, njihov režim pa prav tako preoblikuje gibanje podtalnice. Vpliva na višino mesečnih odtokov, ne pa na letno vodno bilanco, ki jo določata količina padavin in evapotranspiracije. Celoletni režim bi lahko označili za dežno-evapotranspiracijskega ali evapotranspiracijsko-dežnega.

Taka oznaka pripada tudi ostalim pritokom Mure. Po vodni bilanci (Površinski..., 1998) znašajo v slovenskem Pomurju povprečne padavine 903 mm, izhlapi jih 675 mm ali 67,5 %, odteče pa 288 mm. Če pa naj v nazivu imenujemo dejavnike po dolžini vplivanja na rečni odtok, potem je podtalnica na prvem mestu. V devetih mesecih na leto, razen zimskih, ko ni izhlapevanja, pa dejansko vplivajo vsi trije dejavniki istočasno.

Še najbolj zakrit je vpliv snežne odeje (nekatero dosedanje razvrstitve pripisujejo Ščavnici dežno-snežni režim). V Murski Soboti traja snežna odeja povprečno 46,7 dni na leto, decembra 10, januarja 17,8, februarja 11, marca 4 in aprila 0,3 dneva. Že iz teh podatkov je videti, da se snežna odeja tudi pozimi pogosto obnavlja, se pravi skopni in še isti mesec obnovi. Zato se zanjo značilna retinenca rečnega odtoka po nastanku snežne odeje in povečanje odtoka ob njenem kopnenju največkrat zvrstita znotraj enega meseca in je njun vpliv v mesečnem povprečju spojen s vplivom dežnih padavin. Upoštevati je treba majhno gostoto snega v snežni odeji, ki je ob sneženju približno 0,20. Blaguš dobi decembra 57 in januarja ter februarja po 46 mm padavin. Če bi bile vse padavine v obliki snega in bi ta nespremenjen ob omenjeni gostoti skopnel šele na koncu meseca, bi bila snežna odeja na koncu decembra debela 28,5 cm, januarja in februarja pa 23 cm. Če bi vse padavine padle kot sneg in ta ne bi kopnel in se ne bi zgostil, bi bila snežna odeja konec zime debela 74,5 cm in in v njej bi bilo 14,9 cm vode. Že ta orientacijski izračun vzbuja dvome v možnost, da bi snežna odeja v Sloveniji pod 600/800 m n.v. lahko bistveno vplivala na rečni režim. Posebno hude in snežne zime so bile v letih 1961–1990 izjemne.

Če je letnih padavin več in so v hribovitem svetu zaloge dinamične podtalnice manjše, se v podnebju, kjer je prav tako največ padavin poleti, zaloga dinamične podtalnice jeseni prej zapolni in spomladi prej izprazni. O tem pričajo moduli padavin in odtoka za porečje **Savinje** (preglednica 2). Oktobra je pri Ščavnici pretočni modul še negativen, pri Savinji pa že pozitiven. Seštevek mesečnih pretočnih presežkov in primanjkljajev je manjši (183 : 338), mesecev s pretočnim primanjkljajem je manj (4, pri Ščavnici 5). K tem razlikam največ prispeva sredogorski in na Solčavskem visokogorski relief. Zato je letni modulni višek aprila.

Podnebje v porečju **Meže** (glej sliko št. 2) je podobno savinjskemu, enak, enotretjinski, je tudi delež poletnih padavin, vendar je več letnih padavin (v porečju 1423 mm, od tega jih 608 mm izhlapi. Površinski ..., 1998). Delež gričevja je v reliefu manjši, delež gora pa večji, zlasti v Karavankah (Peca, 2125 m). Večji aprilski višek in manjše preseganje pretoka nad padavinami pozimi je po vsej verjetnosti posledica večjega vpliva snežne odeje v Karavankah. Nižji pretočni moduli poleti so verjetno posledica večje zaloge dinamične podtalnice v apneniških gorah.

Moduli za porečje zgornje **Mirne** (vod. p. Gabrje) potekajo podobno kot pri Ščavnici in pretok je prav tako najvišji spomladi, z viškom marca, čeprav je več pokrajinskih razlik. Ob prevladujočem gričevju je relief delno gorat; hrbet Jatne se dviga čez 800 m. Del porečja je fluviokraški, manjši del celo kraški. Ker pa prevladujejo tankoplastoviti in lapornati apnenci, je preperelina debela tudi v strmih. Tudi tu marčevskega viška ne moremo razlagati s kopnenjem snežne odeje, ker so vsi moduli odtoka od novembra do aprila višji kot moduli padavin. Majski primanjkljaj odtoka zaradi izhlapevanja in zapoznelega vala podpodtalnice se pojavi prav tako že maja, se povečuje do avgusta in nato upada do oktobra. Vendar je seštevek pozitivnih in negativnih modulnih razlik manjši (197) kot pri Ščavnici (338). To je posledica manjše zaloge podtalnice. Ravnina v kotlinici med krajema Mirna in Puščava pred-

Preglednica 2: Moduli mesečnih padavin in pretoka značilnih rek v Sloveniji.  
 Table 2: Monthly precipitation and runoff modules of the typical rivers in Slovenia.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Modul	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Odočni količnik
P.p., n.v., letne pad.														
Reka, v.p., spr. odtok l/s/km <sup>2</sup> 1/12														
Blagus, 203 m, 922 mm	77	60	60	78	90	111	142	131	147	112	90	104	74	
Ščavnica, Pristava, 9,0	2,44	110	151	173	130	81	72	61	57	53	74	124	116	28,8
Razlika		+50	+91	+95	[+40]	-30	-70	-70	-90	[-59	-16]	+20	+42	(31,0)
Mozirje, 347 m, 1311 mm	109	59	60	74	94	106	144	134	122	118	102	114	73	
Savinja, Laško, 41,5	24,9	85	87	113	138	112	105	85	67	79	104	125	103	54,9
Razlika		+24	+27	+39	+44	[+6]	-39	-49	-55	[-39]	+2	+11	+30	(55,5)
Podpeca, 950 m, 1551 mm	119	56	65	82	99	105	141	131	121	115	100	115	72	68,2
Meža, Otiški vrh, 52,3	13,2	66	73	107	152	120	110	101	75	93	100	117	86	(66,6)
Razlika		+10	+8	+25	+53	[+15]	-31	-31	-46	[-22	0]	+2	+14	
Mokronog, 251 m, 1199 mm	94	64	59	83	92	108	142	118	125	115	102	112	82	
Mirna, Gabrje, 16,7	4,48	96	106	132	125	97	106	76	69	71	93	115	115	42,4
Razlika		+32	+47	+49	[+33]	-11	-36	-42	-56	[-44	-9]	+3	+33	(46,3)
Javorje, 695 m, 1815 mm	151	75	71	92	104	106	114	101	99	110	108	132	89	
Sora, Suha, 36,6	20,7	99	96	127	144	96	90	61	53	78	107	141	110	60,1
Razlika		+24	+25	+35	+40	-10	-24	-40	-46	[-32	-1]	+9	+21	(67,2)
Rob, 540 m, 1618 mm	135	69	71	85	102	100	131	108	119	108	105	116	86	
Krka, Dvor	17,2	90	102	147	149	88	85	64	52	70	103	134	117	
Razlika		+21	+31	+63	[+47]	-12	-46	-44	-67	[-38	-2]	+18	+31	
Oslinica, 296 m, 1856 mm	153	88	90	91	105	87	95	75	94	107	119	144	105	
Kolpa, Radenci, 53,4	70	102	103	127	152	94	69	40	43	73	109	151	138	70,0
Razlika		+14	+13	+36	+47	[+7]	-26	-35	-51	[-34	-10]	+7	+33	(70,2)
Planina, 456 m, 1808 mm	154	92	74	96	105	92	112	92	96	106	110	127	99	57,5
Ljubljanka, Moste, 32,5	57	108	105	126	140	95	89	63	50	71	98	131	126	(63,7)
Razlika		+16	+31	+30	+35	[+3]	-23	-27	-46	[-35	-12]	+4	+27	
Idrija, 413 m, 2251 mm	188	93	81	90	101	90	104	80	90	102	114	147	108	
Idrija, Hotešk, 55,8	55,8	107	102	124	142	92	87	58	50	73	107	141	117	75,8
Razlika		+14	+21	+34	+41	[+2]	-17	-22	-40	[-29	-7	+6]	+9	(72,8)



Krvavec, 1740 m, 1502 mm	125	74	62	77	97	110	139	126	119	112	98	114	75
Kamniška B., Kamnik, 38,0	7,4	70	69	76	112	145	146	108	76	86	106	122	84
Razlika		-4	+7	-1	+15	+35	[+7]	-18	-43	[-26]	+8	+8	+9
Zg. Jezersko, 894 m, 1976 mm	165	71	60	78	103	103	119	112	112	106	115	137	85
Kokra, Kokra, 40,1	40,1	80	67	80	135	134	119	92	73	85	106	129	98
Razlika		+9	+7	+2	+32	[+31]	0	-20	-39	[-21]	-9	-8	+13
Dom na Komni, 1520 m, 2934 mm	244	91	65	83	116	87	106	88	87	115	103	162	98
Sav Bohinjka, Sv. Janez, 88,7	8,34	39	29	40	108	227	185	101	78	109	102	120	58
Razlika		-52	-36	-43	-8	+140	[+79]	+13	-9	-6	-1	[-42]	-40
Trenia, 748 m, 2274 mm	187	75	67	79	104	108	110	94	97	114	112	151	87
Soča, Kršovec, 79,3	11,9	47	42	53	113	194	172	107	75	97	108	124	68
Razlika		-28	-25	-26	+9	+86	[+62]	+13	-24	-17	-4	[-27]	-19
Otlica, 835 m, 2409 mm	201	98	79	93	102	97	113	78	88	98	117	136	102
Vipava, Miren, 31	17,9	121	112	120	137	87	85	47	41	66	108	144	132
Razlika		+28	+41	[+23]	+38]	-4	-10	-31	-41	-43	[-14]	-7]	+20
Gomance, 937m, 2738 mm	228	106	93	107	96	86	76	58	68	96	122	168	125
Reka, Cerkevnikov mlin, 24,9	8,3	134	134	130	134	82	66	26	27	53	108	165	145
Razlika		+28	+41	[+23]	+38]	-4	-10	-32	-41	-43	[-14]	-3]	+20
Podgorje, 520 m, 1 540 mm	128	102	85	102	106	91	99	68	99	103	103	131	108
Rižana, Kubed II, 262 mm, 21,0	4,3	136	135	134	136	83	75	26	32	59	94	152	140
Razlika		+34	+50	[+32]	+30]	-8	-24	-46	-67	[-44]	-9]	+21	+32

Opombe k preglednici števil 2:

Kolona 1: P.p. — ime padavinske postaje, n.n. — nadmorska višina padavinske postaje, sledi letna vsota padavin.

V nižji vrstici: ime reke in ime vodomerne postaje, specifični odtok v l/s/km<sup>2</sup>. V vrstici Razlika so v oglatem oklepaju številke za prehodne mesece iz enega v drugi režim.

Kolona 2: Modul padavin: 100 je ena dvanajstina letnih padavin. Modul rečnega pretoka 100 je enak povprečnemu mesečnemu pretoku na vodomeri postaji.

Kolone 3–14. Začetne črke mesecev.

Kolona 15: Odočni količnik: prva številka pomeni hidrološki količnik, dobljen na podlagi izmerjenih pretokov na rekah. Številka v oklepaju pomeni podnebni odočni količnik na podlagi izračunanih pretokov.

Viri: Površinski vodotoki ..., 1998, Padavine 1961–1990, 1995. Klimatografija Slovenije. Hidrometeorološki zavod RS.

stavlja namreč manjši del porečja kot tista v porečju Ščavnice. Odtočni količnik za zgornjo Mirno je 46,3 %, hidrološki (izračunan po merjenih odtokih) pa 45,42 %. Ostalo (677 mm) izhlapi (Površinski ..., 1998, preglednica 8). Potencialna Ev po Thornthwaitu za Mokronog je 626 mm, julija 121 mm (Furlan, 1966). Genetska razvrstitev rečnega režima je ista kot za Ščavnico.

V preglednici št. 2 sledijo tri reke dolenjskega in notranjskega krasa, Krka (nad vodomersko postajo (v bodoče v.p.) Dvor), Ljubljanka (v.p. Moste) in Kolpa nad v.p. Radenci. Vsa tri porečja so razmeroma velika, kar dopušča krajevne razlike v padavinskem režimu. Te otežujejo izbiro najbolj reprezentativne vremenske postaje, ki vpliva na izračunano razmerje med moduli in natančnost naše analize.

Ker ima zgornja **Krka** en sam površinski pritok, Višnjico, bi zato in zaradi več letnih padavin pričakovali manjše negativne in pozitivne razlike med padavinskimi in pretočnimi moduli, vendar so dejansko večje. Vzrok je verjetno v manjši kraški podtalnici kot posledici velikega deleža fluviokraškega ozemlja na severnem Dolenjskem, od koder pritekata površinska Višnjica in podzemeljsko nadaljevanje Grosupeljščice, in Rašice, ki priteka iz delno vododržnega velikolaščanskega ozemlja. Vpliva snežne odeje ni opaziti, čeprav traja snežna odeja v Kočevju (476 m n.v.), zabeležena ob 7. uri, skupno 72 dni, v januarju 19,6, v februarju 16,7, marca 11,5 in aprila 1,6 dni (Climate of Slovenia, 1996). Krka na v.p. Podbukovje dobiva 1465 mm padavin in Ev znaša 651 mm (Površinski ..., 1998). Za Kočevje po Thornthwaitu izračunana Ev je nižja, 571 mm (Furlan, 1966), a kljub temu močno zniža poznopoletni in zgodnjejesenski vodostaj.

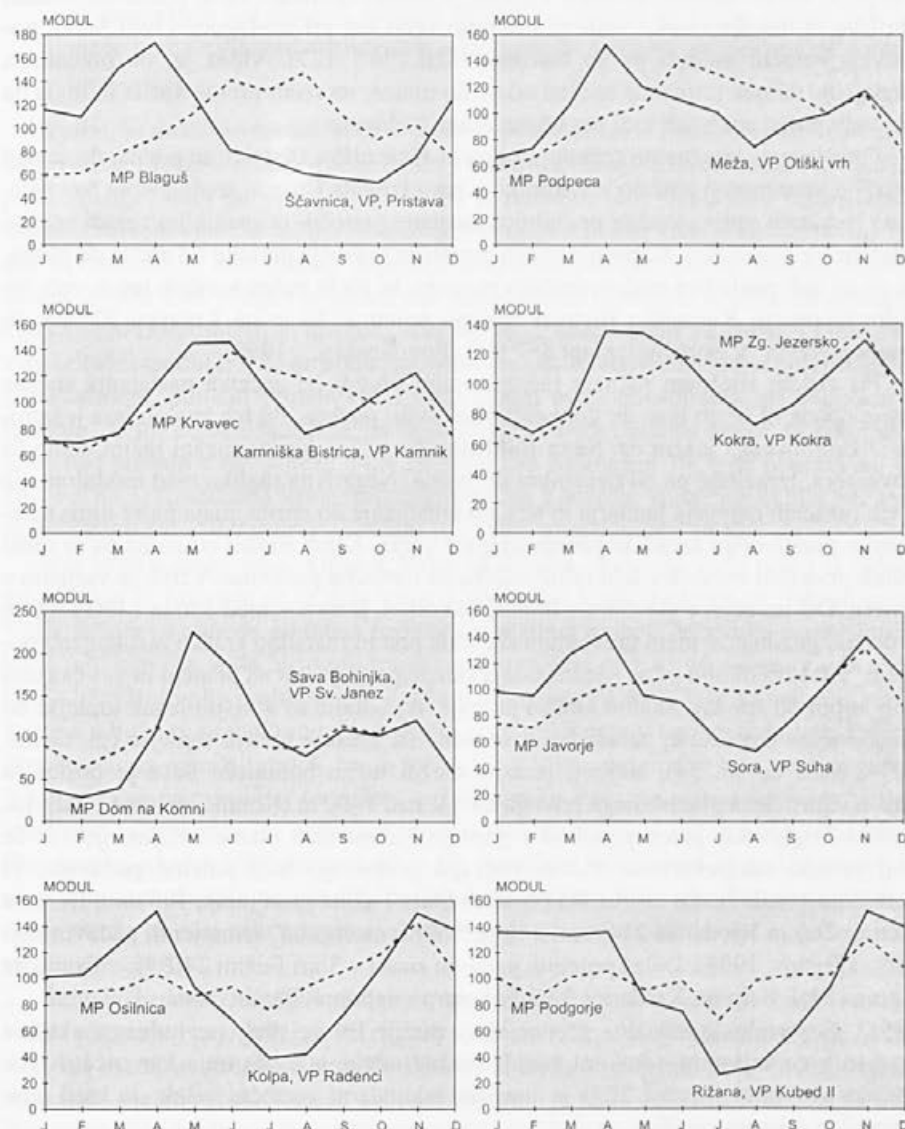
Porečje **Kolpe** nad Radenci dobiva novembra in decembra več padavin kot Krka in tedanji pretočni višek le malo zaostaja za aprilskim, ko je znatno manj padavin. V tem dejstvu se kaže precejšen vpliv podtalnice, ki se zmanjšuje do septembra, njeno polnjenje v globokem krasu Hrvaške in Kočevske pa novembra in decembra bolj upočasni dviganje pretoka vključno visokim novembrskim padavinam.

Rečnemu režimu **Ljubljance** (v.p. Moste) pripada sicer del vodoneprepustnega ozemlja s Polhograjskim hribovjem vred, vendar imajo obilo podtalnice kras, Ljubljansko barje in Ljubljansko polje, pa tudi letnih padavin je precej (1785 mm, 648 mm izhlapi). Razlike med moduli so zato zlasti v poletnih mesecih in septembra manjše, v letnem povprečju znašajo pri Ljubljanci 146, Kolpi 157 in Krki 211.

Goratos porečja Ljubljance je podobna kot pri **Sori** (po sotočju obeh Sor, v.p. Suha). Ker je v Škofjeloških hribih manj krasa in doline ožje, bi pričakovali manjši vpliv podtalnice in večje seštevke pozitivnih (in negativnih) modulnih razlik. Dejansko so manjši (94) kot pri Ljubljanci. To je posledica bolj izenačenih mesečnih padavin, ki so, razen avgusta, nadpovprečne od maja do novembra. Zato lahko v prevladujočem fluvialnem goratem reliefu višina mesečnih padavin izraziteje določa pretočne module, čeprav sta odtočni količnik in specifični odtok podobna kot pri Ljubljanci.

Porečji Ljubljance in **Idrijce** imata podobni padavinski režim, le da je pri Idrijci zadnje tri mesece leta več padavin in je zaradi globokega krasa podtalnica še pomembnejša. Vzdržuje pretočni primakljaj še v novembru, ko je višek padavin.

Slika 2: Diagram padavinskih in odtočnih koeficientov za izbrana področja.  
 Fig. 2: Diagrams of precipitation and runoff modules of the selected drainage basins.



Naša preglednica modulov (slika 2) otipava odtočni pulz na štirih visokogorskih rekah. Pri režimu **Kokre** nad v.p. v naselju Kokra sta od dejavnikov režima v ospredju padavine, predvsem dež, in podtalnica v globokih klastičnih kvartarnih sedimentih na

Jezerskem. Praznjenje podtalnice zavleče zaradi poletne Ev nastali odtočni primanjkljaj tja do novembra. Ev prevladuje dva meseca. Vso zimo, ko bi pričakovali primanjkljaj zaradi snežne retinence v gorah, je odtočni količnik rahlo pozitiven. Modul aprilske in majske visoke vode ni bistveno večji kot pri sredogorski reki Meži, pozitivni pretočni moduli pa so bistveno nižji (94 : 127). Videz je, da podtalnica zmanjšuje učinek retinence snežne odeje do marca, na rečni pretok aprila in maja pa vplivajo poleg snežnice tudi povečane dežne padavine.

Omiljenemu snežnemu režimu v porečju **Kamniške Bistrice** se pozna, da se nad najvišjo vodomerno postajo v Kamniku v reko izlivata Črna in sredogorska Nevljica. Zato in zaradi vpliva kraške podtalnice izostane pretočni primanjkljaj zaradi snežne retinence v decembru. Kopnenje snega povzroča največje pretoke od aprila do junija, ki pa so tudi posledica nadpovprečnih padavin, ki jih je poleti v višjih legah več. Na dolinski postaji Kamniška Bistrica znašajo poleti 27 % in na Krvavcu 32 % vseh letnih padavin. V porečju izhlapi 587 mm (Površinski ..., 1998).

Pri čistem snežnem rečnem režimu vodni pretok od začetka nastajanja snežne odeje upada in se ob njenem kopnenju skokovito poveča. Po teh znakih ima jezernica iz Bohinjskega jezera oz. **Sava Bohinjka** (v. p. Sv. Janez) snežni režim delno že novembra, izraziteje pa od decembra do junija. Negativna razlika med moduloma je v teh mesecih največja januarja in se nato zmanjšuje do aprila, maja pa se hitro spremeni v pozitivnega zaradi kopnenja snega v gorah. Kljub snežni retinenci pa se rečni odtok prve štiri mesece v letu rahlo odziva na mesečne padavine. Vzrok je verjetno v reliefu. Del porečja, v glavnem v Bohinjski kotlini, je na n.v. med 550 in 1400/1500 m pretežno gozdnat, v njem prevladuje skeletna prst in marsikje kraško razčlenjeno površje. V takem okolju pa se snežna odeja sklene pozneje kot na planem in ves čas tudi bolj kopni od spodaj. Skalno kraško površje in podtalje so v višjih legah toplejše od zračne letne teperature, zaradi česar so vode na kraških izviri toplejše (gl. Gams, 1974, risba na str. 54). Najbolj izraziti snežni režim bohinjske Save je posledica največjega deleža planotastega površja na n.v. nad 1400 m (Komna, deloma Pokljuka, Dolina Triglavskih jezer, ponekod v gorovju Fužinarskih planin). K junjski in še bolj julijski nadpovprečno visoki vodi pa prispevajo tudi poletne padavine, ki naraščajo z nadmorsko višino. Na postajah Stara Fužina pade junija 196 mm, Dom na Komni 260 in Kredarici 214 mm, a tu je "vetrovna izguba" izmerjenih padavin največja (Pristov, 1998). Delež poletnih padavin znaša v Stari Fužini 24,2 %, v Domu na Komni 23,4 % in na Kredarici 32,2 % (vse po nepopravljenih vsotah. Padavine ..., 1995). Septembrski odtočni primanjkljaj zaradi Ev se prek nevtralnega oktobra poveže z zmanjšanim odtokom zaradi snežne odeje, tako da traja kar tričetr let. Majski absolutni (modul 227) in junijski sekundarni pretočni višek sta med analiziranimi rekami najvišja.

Rečni režim v povirni Savi Bohinjki določujejo torej sledeči dejavniki:

- snežna odeja z zadrževanjem odtoka (snežno retinenco) od novembra do marca in močnim povečanjem odtoka zaradi kopnenja snega maja in junija, skupaj osem mesecev,

- deževnica, kombinirana z evapotranspiracijo, julija in delno avgusta,
- evapotranspiracija, ki pa se ne javlja v obliki rastočega poletnega odtočnega primanjkljaja kot drugod, temveč skupaj z vplivom še vedno podpovprečno nizke podtalnice med avgustom in oktobrom ter vplivom nadpovprečne podtalnice junija.

Vplivi, ki določajo pretok **Soče** v Trenti pred pritokom v Bovško kotlini na vodometri postaji Kršovec, so podobni tistim v povirju Bohinjske Save, čeprav je visokih planot manj. Sodeč po postaji v Trenti pa je podoben tudi padavinski režim, s primarnim viškom novembra. Bolj razčlenjen in nižji relief se kaže predvsem v manjši snežni retinenci in zato majsko kopnenje snega manj dvigne pretok. Majski odtočni modul je le še 194. Njegov presežek nad padavinskim modulom je seštevek primanjkljajev med novembrom in marcem, a se topljenje snega začne že aprila, ki ima zato višji odtočni modul kot Sava Bohinjka. Mesečni odtoki so malenkostno bolj usklajeni s padavinami, odtočni primanjkljaji vode zaradi evapotranspiracije pa večji kot v Bohinju. Letni odtočni količnik po nepopravljeni vodni bilanci znaša za bohinjsko Savo nad postajo v Sv. Janezu 84,6, za Sočo nad Kršovcem 79,3, po popravljeni pa 86,1 oz. 83,3. Izračunana letna evapotranspiracija v porečju Trente naj bi bila 502 mm in bohinjske Save 460 mm (Površinski ..., 1998, preglednica 4 in 8).

Vse tri primorske reke, **Vipava, Reka in Rižana**, dobivajo vodo poleg iz flišnega gričevja in hribovja še iz dela visokih dinarskih kraških planot oz. robnih gora. Vpliv reliefa pa zabriše podoben padavinski režim z najbolj deževnim novembrom, ko je tudi najvišja voda. Pri vseh trajajo nadpovprečni pretoki od novembra do aprila. Zadrževalni vpliv podtalnice je najmanj opazen pri Rižani, kjer so največje razlike med odtočnim prebitkom v hladnem in primanjkljajem v toplem delu leta. Rižana ima kot edina najnižji pretok že ob višku Ev v juliju, ostali dve reki pa v avgustu. Njen odtočni primanjkljaj traja šest, pri Vipavi in Reki pa sedem mesecev. Kljub visokemu izlapevanju (V nizkem Primorju nad 700 mm) je rečni odtok višji kot v Prekmurju (odtočni količnik med 40 in 60, specifični odtok med 21 in 31 l/s/km<sup>2</sup>) in se z njim izenači šele na odtokih iz fliša v Koprskem Primorju (Dragonja na delu rečne mreže ob suši celo presahne). Večino padavin prejme hladni del leta, ko je rast vegetacije zavrta.

Število mesecev z nadpovprečnim in podpovprečnim pretokom je v Sloveniji pri večini rek enako, to je pol leta. Pri najbolj snežnem režimu Bohinjske Save jih je devet, v Trenti osem, na začetni Kamniški Bistrici in na zgornji Kokri pet. V tem vrstnem redu slabi snežni režim. V ostali celinski Sloveniji je takih 4 do 5, v Primorju pa 6 do 7 mesecev. Najdaljšo visoko vodo, osem mesecev, ima Pivka: med letom se ji namreč skladno z vodostajem menja obseg porečja. Njen nadpovprečno visoki aprilski modul (159) povzroča pritekanje visoke kraške vode iz Javornikov, njen avgustovski, absolutno najnižji modul v Sloveniji (9) pa krčenje vodozbirnega območja na ozemlje v flišu v dnu Postojnske kotline.

V letnem rečnem režimu se kaže letni čas največjih padavin, ki so v panonskem podnebjju in severno od srednje Dolenjske in vzhodno od Ljubljanske kotline poleti. Tak padavinski režim se je v drugi polovici tega stoletja razširil proti zahodu in jugu na škodo jesenskega viška. To se kaže tudi v podrežimih. Del razlik v razvrščenju rečnih režimov med starejšimi navedbami in to razpravo se da razložiti tudi s spremenjenim padavinskim režimom. Primerjajmo na primer postajo v Ljubljani. V letih 1919–1930 je septembra in oktobra padlo 335 mm, v nizu 1931–1960 293 mm in v letih 1961–1990 le še 145 mm. Poletni padavinski višek zajema v letih 1961–1990 Slovenijo vzhodno od srednje Ljubljanske kotline, v večjih višinah pa celo Triglav.

Če razlike med moduli (glej preglednico 2) seštejemo pri pozitivnih in enako pri negativnih vrednostih, dobimo najvišje vrednosti pri Bohinjski Savi, v ostali Sloveniji pa tam, kjer aprila in maja, v nižinah pa marca in aprila rečni pretok najbolj presega povprečnega.

## Sklepi

Na kolebanje rečnega pretoka vplivata poleg dežja in snežnice, ki ju starejša literatura kot edina dejavnika upošteva v imenih rečnih režimov na Slovenskem, tudi evapotranspiracija in podtalnica, ki zajema vse oblike vode pod površjem. Slednja ima podobno vlogo kot snežna odeja: zakasni in podaljša odtočni val, ki nastane zaradi dežja in snežnice. Evapotranspiracija je pomembna v rastni dobi in nepomembna pozimi. Vpliv snežne odeje je opazen zlasti v visokogorstvu nad gozdo mejo. Noben od teh dejavnikov ne vpliva na rečni režim sam, temveč povezano z ostalimi. To je pokazala zlasti po mesecih narejena vodna bilanca za Ščavnico (preglednica 1). Izsledki te analize so vključeni v razlago razlik med mesečnimi moduli za padavine in pretok (preglednica 2 in slika 2 – diagrami). Dokazujejo prevlado različnih dejavnikov rečnega režima v delu leta. Letni rečni režim tako razpada v naslednje podrežime, ki so označeni v preglednici št. 2 v vrstici "Razlika" z oglatim oklepajem:

1) *Evapotranspiracijski podrežim*: padajoči poletni pretok ob rastočem primanjkljaju odtoka padavinske vode, ko padavine zunaj visokogorskih Alp najbolj presega odtokne module. Skupno s praznjenjem podtalnice povzroča primarne ali, v visokogorstvu, sekundarne pretočne mesečne minime. Podrežim je zabrisan v visokogorstvu Julijskih in delno Kamniško-Savinjskih Alp. Trajanje režima se povečuje od dveh mesecev v robnih Kamniško-Savinjskih Alpah (Kokra) do 4–5 mesecev v nizkem delu Primorja in v Pomurju; v gričevnati in sredogorski celinski Sloveniji traja praviloma od junija do avgusta.

2) *Prehodni podrežim rastoče podtalnice in upadajoče evapotranspiracije*: padajoči in še vedno podpovprečni modul odtoka septembra in ponekod oktobra, v visokogorstvu, na Reki, v Pomurju in na Idriji do novembra, to je meseca, ko nastopijo nadpovprečni pretoki zaradi dvigajoče se podtalnice in nadpovprečnih padavin.

3) *Prehodni podrežim upadajoče podtalnice in odtočnega previška nad padavi-*

*nami* zaradi evapotranspiracije in povečanih dežnih padavin v celinski Sloveniji maja in junija, v Trenti in v Bohinju junija in julija, na Kokri maja in junija. Ne pojavlja se na primorskih rekah (izvzeta je Soča).

A. V ozemlju zunaj visokogorskih Alp:

4) *Dežni podrežim pozimi in zgodnji pomladi*. Zaradi padavin in zapolnjene podtalnice rastoči ali kolebajoči modulni pretočni presežek nad padavinami, ki aprila ali maja v celinskem podnebjju doseže primarni ali sekundarni višek.

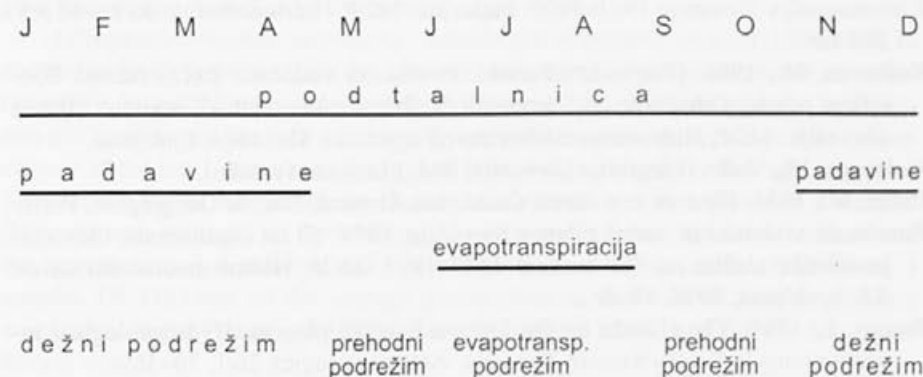
B. V visokogorstvu nad gozdno mejo:

5) *Snežno do snežno-dežni podrežim v visokogorstvu nad gozdno mejo*: podpovprečni pretoki in odtočni primanjkljaj zaradi retinence snežne odeje od decembra do maja in (ali) junija, od januarja do marca ali aprila rastoči presežek odtoka, maja skokovit porast presežka do absolutnega viška. Februarja primarni minimum odtoka.

6) *Podrežim ob kopnenju snežne odeje*, z izlivanjem visoke podpodtalnice ter nadpovprečnimi pretoki kljub povečani evapotranspiraciji v Julijskih Alpah junija in julija, na Kokri maja in junija.

Ime za letni rečni režim lahko oblikujemo na podlagi trajanja podrežimov oziroma po izvoru rečne vode ali njegove posebnosti, po kateri odstopa od drugih. Evaporacijski podrežim v povezavi s podtalnico je najpomembnejši na ozemlju z manj kot 1200 mm letnih padavin oziroma odtočnim režimom z manj kot 50 % odtočnega količnika, kar je večinoma v subpanonskem in submediteranskem podnebjju. Čisti snežni režim pripada le alpskemu pasu nad gozdno mejo. Drugod je glavni dejavnik rečnega režima dež v povezavi z gibanjem podtalnice, spomladi skupaj z gibanjem podtalnice in prikritim vplivanjem evaparacije.

Menjavo podrežimov kot povprečje v celinski Sloveniji lahko ponazorimo z dolžino črte, ki ustreza trajanju vplivanja.



Razmeroma preprosta metoda primerjave mesečnih modulov pretoka z moduli padavin omogoča ob poznavanju poteka evapotranspiracije, ki je skladen s tempera-

turnim potekom in zakasnitveno vlogo podpodtalnice, vpogled v osnovne dejavnike rečnega režima. Ker so režimi pomemben kazalec procesov v pokrajini, naj njihovo raziskovanje postane stalna metoda pokrajinoslovja.

Poznavanje razmeroma pomembne vloge podtalnice tudi zunaj prodnih nasipov in krasa je potrebno za razumevanje kemizma, varstva in rabe voda. Spoznanje, da je zlasti poleti in zgodaj jeseni globlja podtalnica samostojno vodno telo, katere potek se razlikuje od razporeda mesečnih padavin, odpira nove vidike o potrebnosti namakanja rastlin z globokimi koreninami. Saj je očitno, da jih suša prizadene bolj kot bi sklepali po primerjavi padavin z izračunano evapotranspiracijo. Po podrežimih lahko sklepamo tudi na starost iz krasa iztekajočih voda in razumemo, zakaj so najtrše v pozni jeseni ali celo zgodnji zimi (Gams, Kogovšek, 1998, v tisku).

## Literatura

- Bat, A., 1997: Vodovje. Enciklopedija Slovenije, 11, Ljubljana, s. 325–327.
- Climate of Slovenia (ur. Tanja Cegnar), 1996. Hidrometeorološki zavod RS, MOP, Ljubljana, 70 str.
- Dukić, D., 1984: Hidrologija kopna. Beograd, 498 str.
- Furlan, D., 1966: Ugotavljanje evapotranspiracije s pomočjo normalnih klimatskih pokazateljev. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1966. HMZ Slov, Ljubljana, 57–137.
- Gams, I., 1974: Kras. Ljubljana, 359 str.
- Gams, I., 1996: Geografske značilnosti Slovenije, MK, Ljubljana, 182.s.
- Gams, I., J. Kogovšek, 1998: Dynamics of the flowstone deposition in the Slovenian caves. *Acta carsologica*, 27 (v tisku).
- Ilešič, S., 1947: Rečni režimi v Jugoslaviji, *Geografski vestnik*, 19, s. 71–110
- Klimatografija Slovenije 1961–1990. Padavine. MOP, Hidrometeorološki zavod RS. 363 str.
- Kolbezen, M., 1998: (Poglavja:) Pretoki. Površinski vodotoki. Rečni režimi. Specifični odtoki. Odtočnost rek. Povzetek. V: Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. MOP, Hidrometeorološki zavod republike Slovenije, Ljubljana.
- Kolbezen, M., Vode. Geografija Slovenije, SM, Ljubljana (v tisku).
- Pardé, M., 1933: Fleuves et rivières. Collection Armand, Sec. de Géographie, Paris.
- Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije, 1998: 50 let organizirane hidrometeorološke službe na Slovenskem 1947–1997. MOP, Hidrometeorološki zavod RS. Ljubljana, 1998, 98 str.
- Pristov, J., 1997: The climate on the Trnovo-Banjska planota. Hydrogeological investigations in South-Western Slovenia. *Acta carsologica* 26/1, 30–38.
- Pristov, J., 1998 (Poglavja): Padavine. Izhlapevanje. Pretoki. Odtoki. V: Površinski vodotoki in vodna bilanca Slovenije. MOP, Hidrometeorološki zavod RS. Ljubljana 1998.
- Radinja, D., 1978. Rečini režimi v Zgornjem in srednjem Posočju. Zgornje Posočje. 10. zborovanje slovenskih geografov Tolmin – Bovec, 101–125



## Summary

River regimes in Slovenia were first determined within the frame of the former Yugoslavia by S. Ilešič (1948) who followed the classification of M. Pardé (1933). Ilešič and most of the later authors of hydrographical studies determined the following four regimes: pluvial, nival, nival-pluvial, and pluvio-nival. The current paper supplements them with two additional modifiers, the evapotranspiration and the ground-water dynamics. The method is based on the comparison of monthly precipitation and runoff modules, both for the 1961–1990 period. The word 'groundwater' means all the forms of dynamic reserves of the water under the surface, having various names (water in soil, gravitation water, water in rock, groundwater in clastic sediments, karstic water, etc.)

The idea of such a concept originated with a study of water balance in the Ščavnica drainage area, a left tributary of the Mura, for which monthly precipitation, discharges and potential evapotranspiration are presented graphically and in tables (Tables 1 and 2). In the Ščavnica drainage area, 77.5 % of precipitation water evaporates, and the percentage of groundwater in river discharges is significant because a considerable depth of the aquifer lies in clastic sediments on the bottoms of the valleys. The lag of monthly maximum discharge behind the precipitation maximum, after the deduction of evapotranspiration, depends to a large extent on the ground-water dynamics, while the duration of the lag mainly depends on the ratio between the precipitation, evapotranspiration and groundwater quantity.

Compared in Table 2 (and Graph 3) are the monthly precipitation and runoff modules for 19 sample drainage areas in Slovenia. The described searching of water origin is based on the amount of potential evapotranspiration, specific runoff, and runoff coefficient (Površinski, 1998) and the knowledge of natural conditions. The river regime factors are classified by the months of prevalence:

1) *Evapotranspiration subregime*: outside the elevations of over 1300/1400 m above sea level; together with the influence of emptying the groundwater dynamic reserves it causes the increasing deficits in the run-off precipitation water in late summer and autumn and the then extreme minimum discharges. In the submediterranean climate of the low littoral zone the regime lasts 4–5 months (May through August or September); in the subpannonian climate in northeast and east Slovenia, 4 months (May through August), on the territory of continental climate between the Sava and the littoral zone, 3–4 months, and in the mountains of Styria (north of the Sava), 3 months. Of 1567 mm of the average precipitation in Slovenia 41.5 % or 650 mm evaporates: in the Pomurje, 74.7 %, in the Podravje, 53.2 %, and slightly less in the littoral zone.

2) *Pluvial regime*: an increasing, sometimes oscillating runoff surplus over the precipitation as a result of resupplying the groundwater dynamic reserves (included into the precipitation is also the monthly snowmelt). Outside the high-mountainous Alps, the regime lasts 5–6 months (November through April). The annual precipi-

tation decreases from 3200 mm at the southern edge of the Julian Alps eastwards to about 800 mm at the border with Hungary.

3) *Transitional regime, from the evapotranspiration to pluvial regime in autumn:* with decreasing deficit in the precipitation runoff due to increasing groundwater dynamic reserves and increasing precipitation. In continental Slovenia, the regime lasts mainly 1–2 months (September and October), in the littoral zone, October and November, and in the high-mountainous Alps with the most explicit nival regime in the central Julian Alps, three months (August through October).

4) *Transitional regime, from pluvial or nival to the evapotranspiration regime:* a decreasing runoff surplus over the precipitation due to diminishing groundwater reserves and increasing evapotranspiration. In the drainage areas with prevailing karstic rocks, the regime lasts 1–2 months, (April and/or May), in the high-mountains, 2 months towards the end of snow-cover melting (June and July).

5) *Nival regime:* with increasing or oscillating runoff deficit of precipitation and an instantaneous discharge turn, from a deficit to a surplus, when snow cover melts and the precipitation increases. On the three analysed high-mountain rivers (the Soča, the Bohinjska Bistrica, the Kamniška Bistrica), it lasts from November through May. In Slovenia, there are but 13.6 % of the landforms over 1400 m above sea level where the regime is explicit, although the multiyear average shows that only the lower landforms in the submediterranean littoral zone lack snow-cover. At lower altitudes, winter snow cover is but short-lasting, and in the 1961–1990 period mainly did not last 25 days, not even in January, i.e., in the month when everywhere outside the Alpine high mountains the runoff modules surpass the precipitation modules.

To establish the origin of waters in the rivers by means of comparison between the monthly precipitation and runoff modules is a rather easy method through which we get indirectly acquainted with the influence of evapotranspiration and ground-water dynamics. Such knowledge refers to the expert questions of environmental protection, particularly the assessment of possibility of dispersion of surface contaminated water into the groundwater on the karst and gravel aquifers, the question of chemical composition of water, and on the karst also of the formation of calcareous sinter and corrosion aggressiveness, the use of water for hydrotechnical purposes, irrigation needs, etc.