

SPREMENLJIVI SEZONSKI PADAVINSKI REŽIM IN NJEGOV VPLIV NA SUŠE IN POVODNJI

Changeable Seasonal Precipitation and its Influence on Drought and Floods in Slovenia

Ivan Gams* UDK 551.577(497.4)

Povzetek

V drugi polovici 20. stoletja dobiva Slovenija poleti več padavin, jeseni pa manj, zlasti oktobra. Območje, kjer poleti pade več padavin kot v drugih letnih časih, se je v tem času razširilo proti jugozahodu za okoli 100 km. V članku razpravljamo o učinkih teh sprememb in ugotavljamo, da se zaradi več vzrokov škoda poletnih suš in jesenskih povodnji ni zmanjšala, temveč se celo povečujejo. Največje mesečne padavine se od leta do leta še vedno predstavljajo med marcem in novembrom. Škoda poplave na začetku novembra 1991 je zahtevala več kot desetino nacionalnega družbenega proizvoda. Škoda poplav in suš se ne povečuje zaradi drugačnega podnebja, ampak zaradi intenzivnejše rabe poplavnih območij na ravninah. V pretežno gorati Sloveniji zavzemajo ravna dna dolin in kotlin sedmimo državnega ozemlja, toda tam živijo tri četrtine vsega prebivalstva; na njih je nakopičenih devet desetih neagrarnih gospodarskih zmogljivosti. Tamkajšnje poplave članek pojasnjuje pretežno kot posledico človekovega posega. Po srednjeveški zamenjavi gozdov na poplavni ravnici (logu) s travniki je človek presekal meandre in s tem pospešil vodni tok v krajših strugah, s tem pa tudi globinsko in bočno erozijo, kar je povečalo nestabilnost, ki še vedno traja. Trajno vzdrževanje zadostnega profila za največje odtok je ob sedanjem stanju gospodarstva in poselitve neizogibna nujnost za družbo in tudi za ohranitev tam stabiliziranega novega okolja in rastlinstva

Abstract

In the second half of the 20th century, Slovenia received more precipitation in summer and less in fall, especially in October (designated by + or – before the number in pictures 1–3). In this period, the domain of maximum summer precipitation spread nearly 100 km to the Southwest. The article deals with the effects of these changes and concludes that, for many reasons, these have not reduced the damage caused by droughts in summer and floods in fall. The maximal seasonal and daily precipitation and the number of drought periods in summer have remained unsteady, with monthly maximal precipitation still moving between March and November. The flood damage in the beginning of November 1991 exceeds 1/10 of the GDP. Flood and drought damage is increasing, not as a result of climatic change, but primarily due to the intensive use of flood plains. Slovenia is predominantly a mountainous country whose plains in the valleys and basins account for 1/7 of the country's total area, but 3/4 of the entire population and more than 9/10 of the country's non-agrarian economic facilities are concentrated in these plains. The floods in these areas are explained mainly as the product of man's impact. Since the Middle Ages, when the inundated forests on the terraces along rivers were transformed into meadows, man has cut the meanders and thus increased the water velocity in the shortened river beds, resulting in the deepening of these beds and lateral erosion. Maintaining an adequate discharge capacity of river beds is of ultimate importance for the well-being of society, as well as for the preservation of an already stable environment with its fauna and vegetation.

Uvod

Petintrideset doslej v Ujmi objavljenih člankov o poplavah in 19 člankov o suši dokazuje ogroženost zaradi teh dveh nesreč in potrebo po dolgoročni preventivi. Za to pa je potrebno poznavanje dolgodobnih podnebnih razmer. Članek predstavlja spreminjanje deleža poletnih, jesenskih in oktobrskih padavin in razpravlja o možnosti njegovega vpliva na suše in poplave.

Spremembe sezonskih padavin in njihov vpliv

Od druge polovice prejšnjega stoletja, ko se je na Slovenskem začela doba instrumentalnega merjenja vremenskih pojavov, se letna vsota padavin, izračunana v tridesetletnih nizih, ni bistveno spremenila (Pučnik, 1980, Bernot, 1998, Zupančič, 1995). Spodnja preglednica pa dokazuje, da so se v tem času bolj spremenili deleži poletnih in jesenskih padavin.

Iz preglednice je razvidno, da so se na izbranih postajah deleži poletnih padavin večali, jesenskih pa zmanjševali.

Dodatni podatki o sezonskih in oktobrskih padavinskih deležih so na slikah 1 do 3. Na njih je s križci vnesenih 91 lokacij postaj, ki so delovale v opazovalnih nizih 1931–1960 in 1961–1990 in ohranile svoje ime. Izjemi sta bližnji dvojici Slovenj Gradec–Šmartno in Grm–Novo mesto, ki sta upoštevani kot ena postaja. Padavinski podatki za prvi niz so povzeti po Pučniku (1980) in za drugega po Zupančiču (1995). Za postaje je bil za prvi niz izračunan delež poletnih, jesenskih in dodatno oktobrskih padavin. Izražen je v odstotkih od letnih padavin kot povpreček niza. Razlika med obema odstotkoma (deležema) je vpisana na slikah na koncu debelejših črt. Križec (plus) pred številko pomeni večji delež v nizu 1961–1990, kot je bil v nizu 1931–1960. Pri negativni razliki stoji pred številko minus in pomeni manj padavin v nizu 1931–1960.

Nekatere postaje na visokih hribovih ali globokih dolinah občutno odstopajo od širše okolice. Če bi vse te odstopke obkrožili s črto, bi postala podoba manj pregledna, zato so večinoma izpuščene. Vrednosti med dvema črtama veljajo tako predvsem za nižavje in srednje višine, za večje pa le v primeru, če je tam postaj več in jih je bilo mogoče obkrožiti.

* univ. prof. v p., dr., Ul. Pohorskega bataljona 185, 1000 Ljubljana

Preglednica: Poletne in jesenske padavine izbranih postaj 1851–1990**Table: Summer and fall precipitation at selected stations in the period from 1851–1990**

sezona, niz season		Maribor		Novo mesto		Ljubljana		Trst	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
poletje summer	1851–1880	–		296	26,4	367	26,4	264	23,5
	1919–1930	340	32,7	352	26,5	417	27,0	242	23,6
	1931–1960	334	33,3	342	29,5	376	27,1	242	25,4
	1961–1990	356	34,9	374	31,3	422	30,3	273	26,8
jesen fall	1851–1880	–		296	26,4	459	32,7	382	34,0
	1919–1930	297	28,6	352	26,5	488	31,6	344	33,5
	1931–1960	275	27,4	355	29,0	424	30,6	301	31,6
	1961–1990	278	26,6	318	27,9	380	27,5	289	28,3

Viri: Pučnik, 1980, Zupančič, 1995, Stravisi, 1976.

Take izjeme na sliki 1 so na primer bližnji postaji Kredarica z 32,2 % poletnih padavin in Mojstrana s 27,2 %, ali Predel s 25,6 in Bovec 22,8 %. Podobno je pri Rakitni s 27,1 % poletnih padavin in bližnji barjanski postaji Lipe s 26,6 %.

Slika 1 kaže postopno večanje pozitivnih razlik med *poletni padavinami*, ki jih je bilo večinoma več kot v nizu 1931–1960. Razlike naraščajo v smeri proti vzhodu in jugovzhodu. Vrednosti +4,0 % in več imata Goričko in južna nizka Bela krajina. V vzhodni polovica države se je delež poletnih padavin v zadnjem nizu povečal v glavnem za +3,0 % do +2,0 %. Otoka z večjo vrednostjo (3,0 % in več) sta Kozjansko in ozemlje med Ljubljanskim poljem ter Babnim poljem. Zahodno od črte Jezersko–Vremška dolina je razlika zmanjšana na +1,0 % in manj. Julijske Alpe in zahodne Karavanke so dobile v nizu 1931–60 večinoma več padavin kot v nizu 1961–1990.

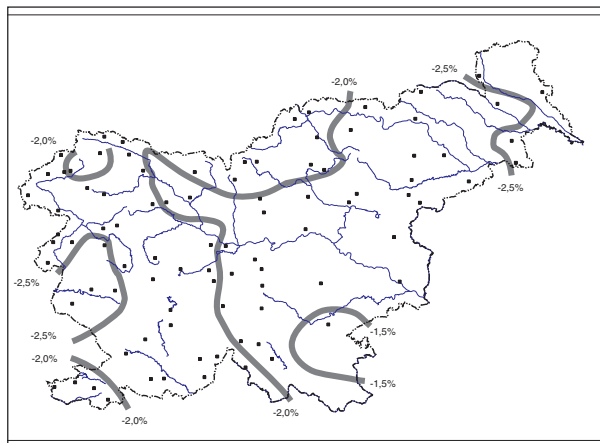
Na sliki 2 je z enako metodo sestavljen pregled razlik med deležema *jesenskih padavin* v obeh nizih. Lokalna odstopanja, spet pretežno pogojena z reliefom, so tu večja kot na slikah 1 in 3. Največje negativne razlike, -3,0 % in več, so tokrat v srednji Sloveniji, na severnem Dolenjskem in v Posavskem hribovju (brez Kozjanskega). Severno in jugovzhodno od tega srednjeslovenskega otoka je razlika med -2,0 % in -3,0 %. V subpanonski Sloveniji prevladuje pas z vrednostjo med -2,0 % in 0,8 %, vendar bi zaradi lokalnih odstopanj vrisanje še ožjih razredov tam napravilo podoben pregledno. Šele v vzhodnem Pomurju povsem

prevladujejo razlike -2,0 % in več, podobno, kot je to v južnih Šavrinah. Zmanjševanje razlik proti zahodu je najbolj očitno v zahodni tretjini države, kjer se v spodnjem Posočju očitno javljajo v nizu 1961–1990 celo večji deleži jesenskih padavin kot v prejšnjem nizu. Velika večina ozemlja je dobila med leti 1961 in 1990 sorazmerno manj jesenskih padavin kot v prejšnjem nizu in smer zmanjševanja razlik proti zahodu je le očitna.

Najbolj prepričljivo zmanjševanje deleža mesečnih padavin proti zahodu je v primeru *oktobrskih padavin* (slika 3). V vzhodnem Pomurju znaša nad -2,5 %. V nadaljevanju proti zahodu so vrednosti med -2,0 % in -1,5 % vse do črte, ki poteka od Radelj ob Dravi, prek Ljubljanske kotline do Kostelskega. Zahodno od tod prevladuje zmanjšanje -2,0 % in manj, razlike pa so krajevno različne. Obe postaji v Koprskem primorju imata razliko nad -2,0 %. Otok z vrednostjo pod -1,0 % je v spodnjem Posočju. V višinah Triglavskega pogorja prevladuje zmanjšanje pod -2,5 %. Od 91 postaj so v obeh nizih namerili enak delež oktobrskih padavin le v Podolševju, povsod drugod pa manj v novejšem nizu.

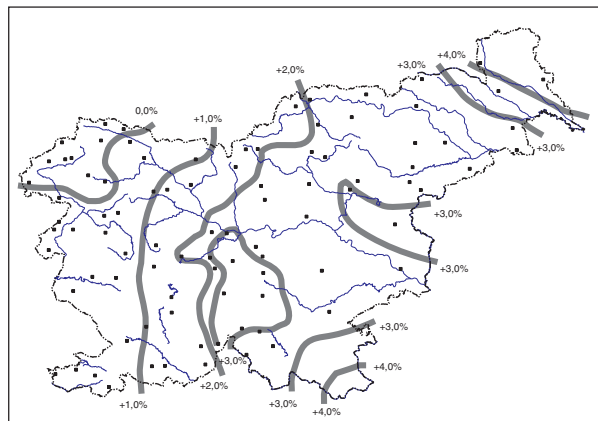
Zmanjšanje oktobrskih padavin je že staro. Prvo skokovito zmanjšanje je bilo v Ljubljani na začetku tega stoletja in drugo v štiridesetih in petdesetih letih, ko so tridesetletna drseča povprečja zdrsnila od 160 do 165 mm na sedanjih 110 mm in niže (Gams-Krevs, 1990, grafikon št. 8, s. 151).

Na klimatski karti Evrope se v Sloveniji srečujeta dva padavinska režima. Vzhodnejše ozemlje dobi poleti več padavin



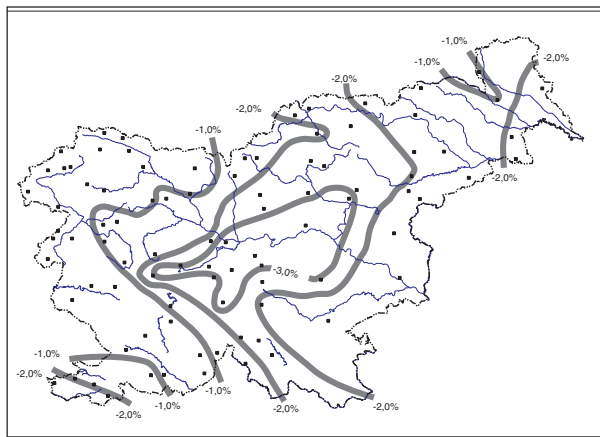
Slika 1. Razlika med deležema poletnih padavin 1961–1990 in 1931–1960 (vir: Pučnik, 1980, in Zupančič, 1995)

Figure 1. Difference in the shares of summer precipitation in the periods 1961–1990 and 1931–1960 (Acc. to Pučnik, 1980 and Zupančič, 1995)



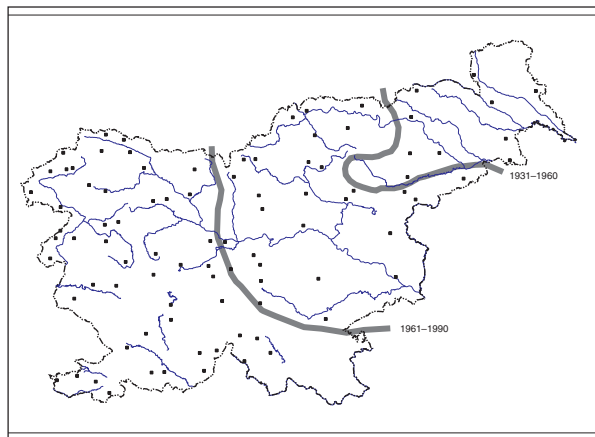
Slika 2. Razlika med deležema jesenskih padavin 1961–1990 in 1931–1960 (vir: Pučnik, 1989, in Zupančič, 1995)

Figure 2. Difference in the shares of fall precipitation in the periods 1961–1990 and 1931–1960 (Acc. to Pučnik, 1980 and Zupančič, 1995)



Slika 3. Razlika med deležema oktobrskih padavin 1961–1990 in 1931–1960 (vir: Pučnik, 1980, in Zupančič, 1995)

Figure 3. Difference in the shares of October precipitation in the periods 1961–1990 and 1931–60 (Acc. to Pučnik, 1980 in Zupančič, 1995)



Slika 4. Stik območij poletnih in jesenskih prevladujočih padavin 1931–1960 in 1961–1990 (vir: Furlan, 1961, in Zupančič, 1995)

Slika 4. Contact of the domain of summer and fall precipitation in the periods 1931–1960 and 1961–1990 (Acc. to Furlan, 1961 and Zupančič, 1995)

kot jeseni, v našem Dinarskem gorstvu in zahodnem alpskem in predalpskem hribovju pa zahodnjeje prevladujejo jesenske padavine. Kot je videti s slike 4, se je stik obeh režimov pri nas premaknil proti jugozahodu za okoli sto kilometrov, v višjih legah pa še bolj. Postaja na Krvavcu je dobila poleti v nizih 32,0 % in jeseni 26,9 % padavin, Kredarica 32,2 % in 29,2 %, čeprav se v nižini oboje padavine izenačijo že v spodnji Ljubljanski kotlini.

Zmanjšanje jesenskih, zlasti oktobrskih, in povečanje poletnih padavin je razširilo območje, kjer pade največ dežja poleti, do črte Jezersko–Medvode–Velike Lašče–severovzhodni rob visoke Dolenjske in severni rob Bele krajine (Pristov, 1994). V nizu 1931–1960 je stik prevladujočih poletnih s prevladujočimi jesenskimi padavinami potekal po Furlanu (1961, s. 50) čez kraje Ruše–Rogla–Dobrna–spodnja Dravinja (slika 4). To mejo je Furlan imenoval linija kontinentalnosti. Star kot tudi nov stik je nastal na podlagi tridesetletnega povprečja. Znotraj tridesetih let pa oba nihata do več kot sto kilometrov.

Naj ob odprtem vprašanju, zakaj se je območje z največjim deležem poletnih padavin razširilo iz Pomurja do srede Ljubljanske kotline in do visoke Dolenjske, ponovim, da so se poletne padavine v novejšem nizu v gorah sorazmerno bolj povečale kot v nižinah. Če bi bil vzrok njihovega povečanja večje ogrevanje zemeljskega površja kot posledica zvišanih poletnih temperatur v zadnjih treh desetletjih, bi bile razmere obrnjene. Na pretežno orografske padavine v večjih višinah namreč bolj vpliva zahodna ali jugozahodna zračna cirkulacija. Kaže, da so v letih 1961–1980 oslabela zahodna in jugozahodna strujanja vlažnega zraka. Za boljše osvetlitev vzrokov za ta zanimiv, a domala neznan pojav, bi bilo treba študijo prostorsko razširiti čez naše meje in jo tudi snovno poglobiti.

Povečanje poletnih padavin v nizu 1961–1990 je navidezno zmanjšalo nevarnost suše. Poglejmo si primer Kopra in Murske Sobotice. V poletnih mesecih sta oba kraja dobila za 24 mm, obmejno Kobilje pa za 37 mm več padavin kot v prejšnjem nizu. Če bi ostala potencialna poletna evapotranspiracija, izračunana po Penmanovi formuli, tudi v novejšem nizu enaka, bi se razlika med njo in padavinami (na primer v Murski Soboti) zmanjšala za 39 mm. Pri tem bi število sušnih mesecev (to je takih z manj padavinami, kot znaša evapotranspiracija) ostalo enako, štiri. Furlan (1966), ki je evapotranspiracijo izračunal po Thornthwaitovi formuli, je

za niz 1931–1960 v istem kraju ugotovil pet sušnih mesecev, toliko kot v Kopru, kjer pa je skupna evapotranspiracija večja.

Sklepanje na zmanjšano škodo suše zaradi zgoraj nakazane spremenenega padavinskega režima ni utemeljeno iz več razlogov. Še vedno so poletja, ko je padavin manj kot jeseni, in ni dokazov, da bi se število sušnih obdobjev v rastni dobi zmanjšalo. Dokaz za to je tudi izredno sušno leto 1992, ko sta bila najbolj sušna maj in avgust. Hkrati z zvišanimi poletnimi temperaturami v zadnjih desetletjih se je povečala tudi evapotranspiracija, kar je zabilisalo pozitiven vpliv povečanja poletnih padavin (gl. Ujmo 1993 in Natek, 1987).

Četudi bi se poletne suše zmanjšale, bi se njihova škoda povečala. Škodi na kmetijskih pridelkih se namreč v vedno večji meri pridružuje škoda zaradi dovažanja pitne vode na dom, zmanjšanja vodne energije, povečanja požarov v naravi in zaprtih prostorih, pri vodnem živalstvu in rastlinstvu, zaradi onesnaženosti vodnih tokov (v Ujmi gl. Zupan, 1991, zaradi pomorov živalstva v kraški ponornici (gl. tudi Gros, 1998) itd. Tej vidni ekološki in drugi škodi se pridružuje nevidna, ki prizadene talno in podzemeljsko oz. kraško favno in prirastek gozdnih dreves.

Da se tla med majem in septembrom globoko osušijo tudi, ko so padavine povprečne, je pokazala primerjava sočasnega rečnega in padavinskega režima v Sloveniji. Približno v obsegu, kjer poletne padavine presegajo jesenske, se pojavi v Sloveniji (po razmerah v nizu 1961–1990) visoka voda šele novembra, to je štiri do pet mesecev po vrhuncu mesečnih padavin, ki je v enem od poletnih mesecev, navadno junija. Pozimi je padavin najmanj, rečni vodostaji pa so kljub temu visoki, njihovi vrhunci nastopijo navadno v maju ali aprilu. Na visokem dinarskem ozemlju in v visokogorstvu Julijskih Alp, kjer je letnih padavin do 2000 mm in več (primer Idrijce), ter zato poletna talna voda manj upade, mesečni vrhunec padavin pa je šele novembra, se začne doba visokih rečnih vodostajev že novembra. Izjema je visokogorstvo z zimskim zadrževanjem odtoka zaradi snega. Glede zaostajanja visokih voda za padavinami drugod po Sloveniji med krasom in nekrasom ni bistvenih razlik.

Vse kaže, da seže osušitev tal v rastni dobi od aprila do septembra in zlasti poleti globlje v tla, kot bi skleпали po izračunavanju potencialne evapotranspiracije in primerjave s padavinami. Tako je že pri povprečnih padavinah in temperaturah, ko tudi v debelih prodno-peščenih vodonosnih rastlinah s krajšimi koreninami ne morejo v zadostni meri do-

seči gladine podtalnice. Talna sposobnost kopičenja dinamične talne vode, ki ni fizikalno ali kemično vezana na talne delce in kamnino in je uporabna za rastlinstvo, je očitno večja, kot mislimo, saj se po njenem poletnem zmanjšanju odtok v večini Slovenije povsem obnovi šele nekaj mesecev po močnem zmanjšanju evapotranspiracije (Gams, 1998). Na strmih pobočjih poletna osušitev tal zaradi manjše sposobnosti zadrževanja vode rastline bolj prizadene. Zaradi tega ne preseneča, da so stanjšanje letnic v sušnih letih v deblu smreke (in to na karbonatni kamnini v osojeh pod Uršljo goro) namerili celo na okoli 1300 m nadmorske višine (Ogrin, 1992).

Potrebe po vodi naših vrst gozdnih dreves, na žalost slabo poznamo, saj so bile s poskusom preverjene predvsem poljščine (Matičič, 1983). Gozdovi pa v naši državi poraščajo kar 56 odstotkov površine. Če bi bil vpliv suše na rast gozdnih dreves bolj raziskan, ne bil bilo toliko nejasnosti o vzrokih velike osutosti in poškodovanosti gozdnih dreves, s katero so gozdarji v poznih osemdesetih letih vznemirili našo javnost.

Novejše zmanjšanje jesenskih in zlasti oktobrskih padavin bi lahko omililo ogroženost zaradi nekdanj prigrgovnih jesenskih poplav. Dokaz o tem, da se jesenske in z njimi oktobrske ali celo novembrske močne padavine v nekaterih letih še vedno pojavljajo, je največja vodna ujma zadnjih desetletij konec oktobra in na začetku novembra 1991 (Kolbezen, 1998), ki je po ocenah zahtevala več kot eno desetino bruto družbenega proizvoda Slovenije. Trontelj (1997) navaja v seznamu poplav v letih 1931–1960 15 poplav, kar je ena na dve leti, v letih 1961–1996 pa bolj pogoste: 1,7 na leto. Po letu 1961 so upoštevane tudi manjše poplave in zato številčna primerjava ne daje prave podobe. Odstopanja mesečnega vrhunca padavin od povprečja so ostala prav tako velika. Poglejmo kot primer postajo Murska Sobota, ki ima v nizu 1961–1990 izrazit mesečni višek padavin junija. V tem nizu je bilo junija največ mesečnih padavin samo v štirih letih. Več (devet) jih je bilo julija. Aprila, maja in novembra je bilo največ padavin enkrat, avgusta in oktobra pa petkrat.

Spremenjeni padavinski režim z manj jesenskimi in zlasti oktobrskimi padavinami iz podobnih vzrokov ni zmanjšal nevarnosti poplav. Bolj kot iz kratkotrajnih podnebnih sprememb jih pogojuje tisočletja staro poseganje človeka v naravo, ki ga lahko spoznamo iz agrarnohistoričnih objav in zgodovine poselitve na Slovenskem (na primer: Gospodarska in družbena zgodovina Slovencev, prvi zvezek: Agrarno gospodarstvo, SAZU, 1970).

Na obdobjo poplavnih območjih na holocenskih ravninah ali logih je zvižugana vodna struga in njena razvejanost v vzporedne tokove običajna oblika, ki jo lahko še danes opazujemo v gozdovih na ravnem. Ljubljano so na Ljubljanskem barju kanalizirali že Rimljani. Do pred nekaj desetletji je bila takó zvižugana struga Pesnice, do danes pa je v taki podobi ostala Mura vzhodno od Hotize. Obseg spreminjanja na primer ob Sotli ali spodnji Muri spoznamo po odmiku državne meje od vodnih tokov celo na listih Atlasa Slovenije (MK in GZS). Fevdalna zgodnjerednjeveška kolonizacija in nastanek naselij v podgorjih med t. i. prvo in drugo kolonizacijo je lahko potekala samo s hkratnim poglobljanjem izgonskih strug in regulacijo majhnih ravninskih potokov, ob katerih so se navadno zvrstili domovi in ceste (prim. vzporedno vijuganje obcestnih nizov vaških domov v vaseh in nereguliranih potokov na obmurski ravnini!). Značaj loga, to je obdobjo poplavne ravnine, je imela med drugimi predeli večina pomurske ravnine, dno Spodnje Savinjske doli-

ne, ravnica ob spodnji Krki, Sotli in Savi v vzhodni Krški kotlini, mokrotno Ljubljansko barje, območje celjskega mesta in Kostanjevice na Krki. Ko so poplavni log spremenili v travnik, se je začelo izravnavanje rečnih korit, ki jih je začela voda v skrajšani strugi s povečano hitrostjo toka poglobljati, obenem pa bočno erodirati ter odlagati naplavino v razširjenem delu struge. V taki razvojni fazi je večina naših rečnih tokov na nekdanjih logih oz. obrečnih ravninah, kjer je treba trajno vzdrževati zadostni profil za največje pretoke.

Tudi poplave ne povzročajo več največ škode na kmetijskih pridelkih, temveč s poškodovanjem in rušenjem mostov, cest, energetskih in drugih vodov in pretiranjem prometa. Kdor zavrača pomoč skupnosti pri urejanju vodnih tokov, ne upošteva, da na dnu dolin in kotlin, ki zavzema 17 odstotkov vsega ozemlja države, biva tri četrtine vseh prebivalcev in da je tam velika večina zmogljivosti nekmetijskega gospodarstva.

Sklep

Razširitev ozemlja, ki dobiva največ sezonskih padavin poleti in vedno manj oktobra, v drugi polovici tega stoletja za 90 km proti jugozahodu, ni spremenila ogroženosti zaradi poplav in suše. Njihove škode se povečujejo zaradi antropogenih vzrokov.

Literatura

1. Bernot, F., 1998. Padavine in vetrovi. V: Geografija Slovenije, Mladinska knjiga, 29–38 (ur. I.Gams in I.Vrišer).
2. Furlan, D., 1961. Padavine v Sloveniji. V: Geografski zbornik 6, 5–160.
3. Furlan, D. (s sodelavci), 1966. Ugotavljanje evapotranspiracije s pomočjo normalnih klimatskih pokazateljev. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1966. HMZ SRS, 41–124.
4. Gams, I., Krevs, M., 1990. Ali nam grozi poslabšanje vremena? Ujma, 4, 147,154.
5. Gams, I., 1998. Razlika med mesečnimi koeficienti padavin in odtoka kot metoda členitve rečnih režimov v Sloveniji. Geografski vestnik, 70, 9–26.
6. Gros, D., 1998. Suša in biodiverziteteta na presihajočih potokih (primer Bratnice na Dolenjskem). Ujma, 12, 92–94.
7. Kolbezen, M., 1991. Hidrološke značilnosti novembrske visoke vode leta 1990. Ujma, 5, 17–18.
8. Matičič, B., Evapotranspiration Studies on Different Crops and Irrigation Water Requirements. Final Technical Report, P.L. 480, Biotehnična fakulteta v Ljubljani.
9. Natek, K., 1987. Suša v Sloveniji. Ujma, 1, 39–46.
10. Ogrin, D., 1992. Vpliv padavinskih in temperaturnih razmer na debelinski prirastek dreves. Geografski zbornik, 31, 107–161.
11. Pučnik, J., 1994. Velika knjiga o vremenu. Cankarjeva založba, 367.
12. Pristov, J., 1994. Namočnost in evapotranspiracija v Sloveniji. Ujma, 8, 169–137.
13. Stravisi, F., 1976. Considerazioni statistiche sui valori medi mensili di cinque elementi meteorologici in Trieste 1841–1975. Istituto sperimentale talassografico »Franco Vercelli«, publ. 529, 53, Trieste.
14. Trontelj, M., 1997. Kronika izrednih vremenskih dogodkov XX. stoletja. HMZ RS, 136 s.
15. Zupan, M., 1991. Kakovost površinskih voda v sušnih obdobjih. Ujma, 4, 147–154.
16. Zupančič, B., 1995. Klimatografija Slovenije. Padavine 1961–1990. Hidrometeorološki zavod RS, 366.