

RAZPORED PADAVIN IN NJIHOV VPLIV NA POPLAVE 1990

Janko Pristov*

UDK 551.57 : 556.166

V Sloveniji lahko povzročijo poplave različno močne padavine, odvisno od tega, kakšne so odtočne razmere, na katerem delu vodotoka se poplave pojavijo in od trajanja intenzivnih padavin. V neurju 1. novembra 1990 je bilo največ škode v zgornjem toku rek, kjer so vodotoki še hudourniškega značaja. V teh primerih niso toliko pomembne dnevne količine padavin kot intenzivne padavine v krajših časovnih obdobjih. Analiza razmer pokaže, da so bile na območjih, kjer je nastal visokovodni val, zelo intenzivne padavine v manj kot 10-urnem časovnem razdobju.

Vremenske razmere

V zadnjem tednu oktobra se je nad Veliko Britanijo in vzhodnim Atlantikom zadrževalo zelo obsežno območje nizkega zračnega pritiska. Njegovo vzhodno obrobje in s tem tudi Slovenijo so večkrat prešle oslabiljene hladne fronte, za njimi pa je ponovno dotekal toplejši in vlažen zrak. Močne padavine so bile v tem obdobju zabeležene v severozahodnih krajih, zmerne padavine pa so dobili tudi ostali kraji Slovenije.

Vremenska situacija se je spremenila ob koncu meseca, ko se je območje nizkega zračnega pritiska začelo pomikati prek Severnega morja proti Skandinaviji in je zato že 1. novembra 1990 začel nad Slovenijo dotekati znatno hladnejši zrak. Ob prehodu hladne fronte je dobila padavine celotna Slovenija.

Merjenje padavin in padavinske karte

V Sloveniji merimo 24-urne padavine vsak dan ob 7. uri na okoli 290 merskih mestih (4). Seveda je to skupna količina padavin v 24 urah, ne glede na to, ali so padale ves dan ali samo kratek čas. Ti podatki so pregrobi za razlago nastanka visokovodnega vala na vodotokih. Predvsem za potrebe hidrologije in gradbeništva, za računanje vodnih odtokov v mestih, imamo tudi 49 merskih mest ki ne prekinjeno beležijo padavine z ombrografi. Z njimi dobimo jakost padavin v kratkih časovnih intervalih, vendar le za posamezne točke. V razgibanem reliefu pa so padavine že na majhnih razdaljah zelo različne. Težave so tudi v tem, da so merska mesta le v naseljenih krajih. V gorskem svetu, kjer pade največ padavin, so meritve izredno redke in še te zaradi močnih vetrov niso reprezentativne (7).

Padavinske karte so izdelane na osnovi izmerjenih količin in poznavanja procesov nastanka padavin ob gorskih ovirah. V razgibanem reliefu nam predstavljajo le grob približek. Boljšo porazdelitev padavin je možno dobiti le z radarskimi meritvami padavin (2). Te so zelo zahtevne in sproti je treba umerjati avtomatske meritve padavin, ki so povezani s centralnim računalnikom. Ta način meritve padavin v Sloveniji še ne deluje.

Kako nastanejo močne padavine

Izjemne količine padavin nastanejo ob močnem ali trajnejšem dviganju vlažnega in razmeroma toplega zraka. V naravi poznamo več različnih pojavov, ko se zrak dviga.

V poletnih nevihtnih oblakih, ki so deloma termičnega izvora, so vzponske hitrosti tudi do 40 m/s. Temu sledijo izredno močni nalivi, vendar običajno trajajo le kratek čas. Zelo redko trajajo takšne padavine več ur. Lahko pa pade v eni uri tudi okoli 100 l padavin na m². Nevihtne celice so manjšega obsega, zato so tako močni nalivi le na redkih območjih. V takih primerih se v ljudski govorici uporablja izraz »oblak se je utrgal«.

Izraziti oblaki vertikalnega razvoja zaradi dviganja zraka nastajajo poleti ob prehodih hladnih front (5). Ob njih nastane cela skupina nevihtnih celic, ki lahko povzročijo zelo intenzivne padavine, vendar so v teh primerih bolj trdožive in zajamejo večje območje. Od zračnih tokov in hitrosti pomika hladne fronte je odvisen čas trajanja padavin, ki je običajno manj kot 12 ur (6).

Ciklone padavine nastajajo zaradi splošnega dviganja zraka v območju nizkega zračnega pritiska. Lahko so dolgotrajnejše, vendar niso tako intenzivne kot pri nevihtnih oblakih. Posebne vrste padavin so t. i. orografske padavine, ki nastanejo zaradi dodatnega dviganja vlažnega in razmeroma toplega zraka ob gorskih ovirah. Te vrste padavin zelo redko nastanejo same. Običajno so povezane s ciklonskimi padavinami, zelo pogosto

pa se pojavijo ob nastanku sekundarnega ciklona pred prehodom hladne fronte. Najbolj izdatne padavine dobimo ob kombinaciji ciklonskih in orografskih padavin z nevihtami.

Orografske padavine so v Sloveniji najizdatnejše pozno jeseni, ko priteka ob južnih ali jugozahodnih vetrovih tople in zelo vlažen zrak in je zaradi še vedno toplega morja absolutna vlaga v dotekajočem zraku neprimerno večja kot pozimi ali pomladi, ko se morje že nekoliko ohladi.

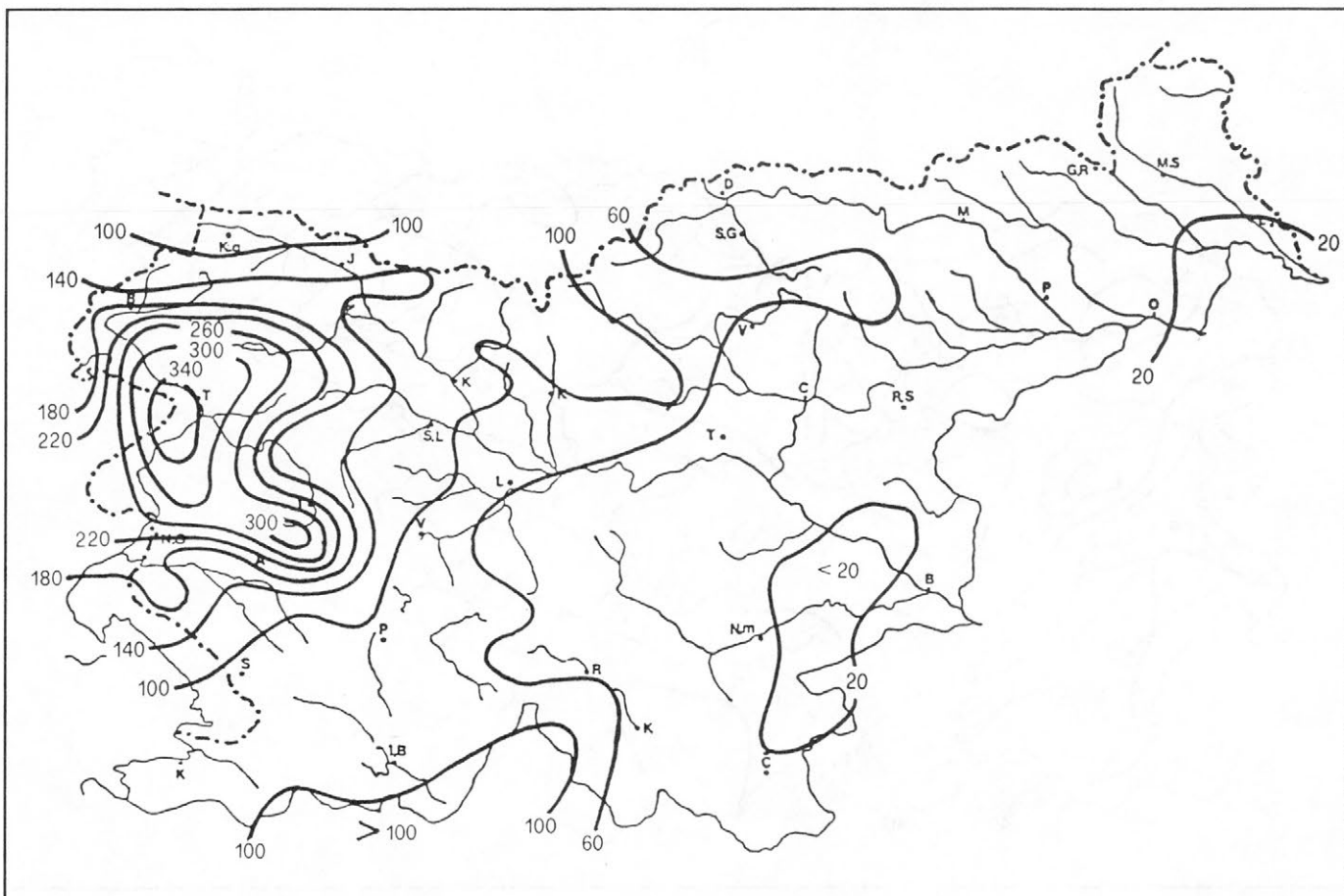
Značilnosti padavin od 26. oktobra do 4. novembra 1990

Od 26. do 30. oktobra, ko je bila Slovenija na obrobju globokega ciklona z jedrom nad Veliko Britanijo, so bile zelo intenzivne padavine le ob prvi gorski pregradi (predvsem hribovito območje Tolminskega in Trnovskega gozda). Znatno manj padavin je bilo na območju Snežnika in Savinjskih Alp, še manj pa na območju Karavank.

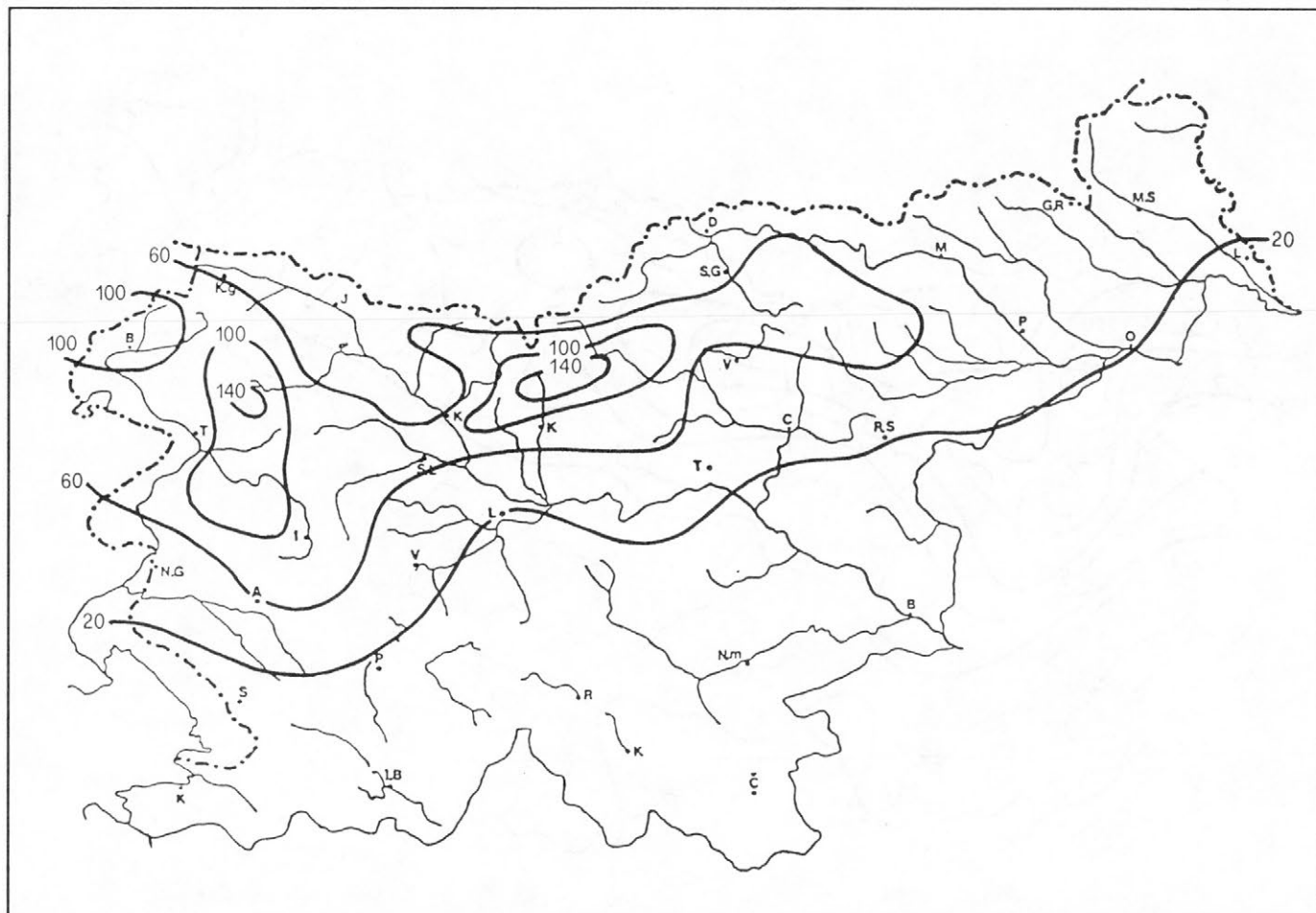
Nad Slovenijo so prevladovali zahodni zračni tokovi in intenzivne padavine so nastale predvsem zaradi dviganja vlažnega in toplega zraka ob gorskih ovirah. V ostalem delu Slovenije so bile padavine le ob prehodih oslabiljenih hladnih front. Seveda je bilo v tem obdobju najmanj padavin v vzhodni Sloveniji, kjer ni bilo nobenih ovir in so bili frontalni sistemi že povsem oslabiljeni.

Na Idrijskem in Tolminskem je padlo v šestih dneh (sl. 1) ponekod tudi prek 300 mm padavin. Več kot 100 mm padavin je padlo nad pretežnim delom severozahodne Slovenije vključno s Savinjskimi Alpami. Zaradi intenzivnih padavin in majhnega izhlapevanja je bila zemlja izredno namočena in prav zato smo ob pričakovanju novih obilnih padavin predvidevali tudi poplave. Te so se začele ponekod že 31. oktobra zjutraj, drugod šele 1. novembra.

* Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Vojkove 1 b, Ljubljana.



Slika 1. Vsota višine padavin od 26. do 31. oktobra 1990.



Slika 2. 24-urne višine padavin, izmerjene 1. novembra 1990 ob 7. uri.

Slika 4. 48-urne višine padavin, izmerjene 1. in 2. novembra 1990 ob 7. uri.

Na karti 24-urnih padavin, izmerjenih 1. novembra ob 7. uri (sl. 2), vidimo, da so bile izdatne padavine le v severni oziroma severozahodni Sloveniji. Izstopajo posamezna jedra ekstremno močnih padavin, in sicer: območje Kanina, Komne in Vogla ter območje Čepovana, ločeno od tega pa v Kamniško-Savinjskih Alpah od Brnika prek Kamniške Bistrice in Luč do Belih vod. Močne padavine so bile tudi 1. novembra čez dan. Proti večeru je prešla Slovenijo hladna fronta in ob prehodu fronte je dež ponekod prešel v sneg skoraj do nižin. Padavine deloma nevihtnega značaja so se nadaljevale tudi 2. in deloma 3. novembra.

24-urne padavine med 1. in 2. novembrom so bile bolj enakomerno porazdeljene po celotni Sloveniji kot prejšnjega dne (sl. 3). Najmanj padavin je padlo v zaledju Tržaškega zaliva in v južni Sloveniji. Jedra padavin z množino nad 100 mm so bila ta dan na območju Kom-

ne, Vojskega in v hribih nad Novaki ter v zgornjem delu Selške in Poljanske doline.

Glavnina padavin je padla v noči med 31. oktobrom in 1. novembrom ter 1. novembra čez dan. Najmočnejše padavine so padale manj kot 24 ur, vendar so razdeljene na 2 merska dneva. Zaradi lažjega pregleda smo izdelali padavinsko karto za 2 dni (sl. 4), kajti ta zajame celotne intenzivne padavine. Pas najmočnejših padavin poteka od Kanina prek Komne in Vogla do Vojskega in od tam dalje prek Blegoša, Brnika, Kamniške Bistrice in Luč do Topolšice.

Okoli 100 mm padavin v 24 urah ali okoli 200 mm v 48 urah ni toliko, da bi lahko povzročile večje poplave v hribovitem svetu, kajti zabeležene so bile že znatno močnejše padavine, ki pa niso povzročile tako velike škode. Kot primer lahko vzamemo 24-urne padavine, ki so padle 9. 10. 1980 (sl. 5). Vidimo, da je padlo v enem dnevu na Bovškem okoli 300 mm, pa tudi Kamniške Alpe so dobile nad 220 mm padavin, torej približno toliko kot 1. in 2. novembra skupaj, torej v 48 urah. Iz tega lahko sklepamo, da 48- ali 24-urne padavine za poplavo niso toliko pomembne kot močne padavine v krajših časovnih intervalih.

V preteklosti je bilo v Sloveniji v 24 urah izmerjenih tudi nad 300 mm padavin, in sicer Livek 440 mm, Lučine 341 mm, Bovec 330 mm, Gomance 326 mm in v Savi- ca 309 mm.

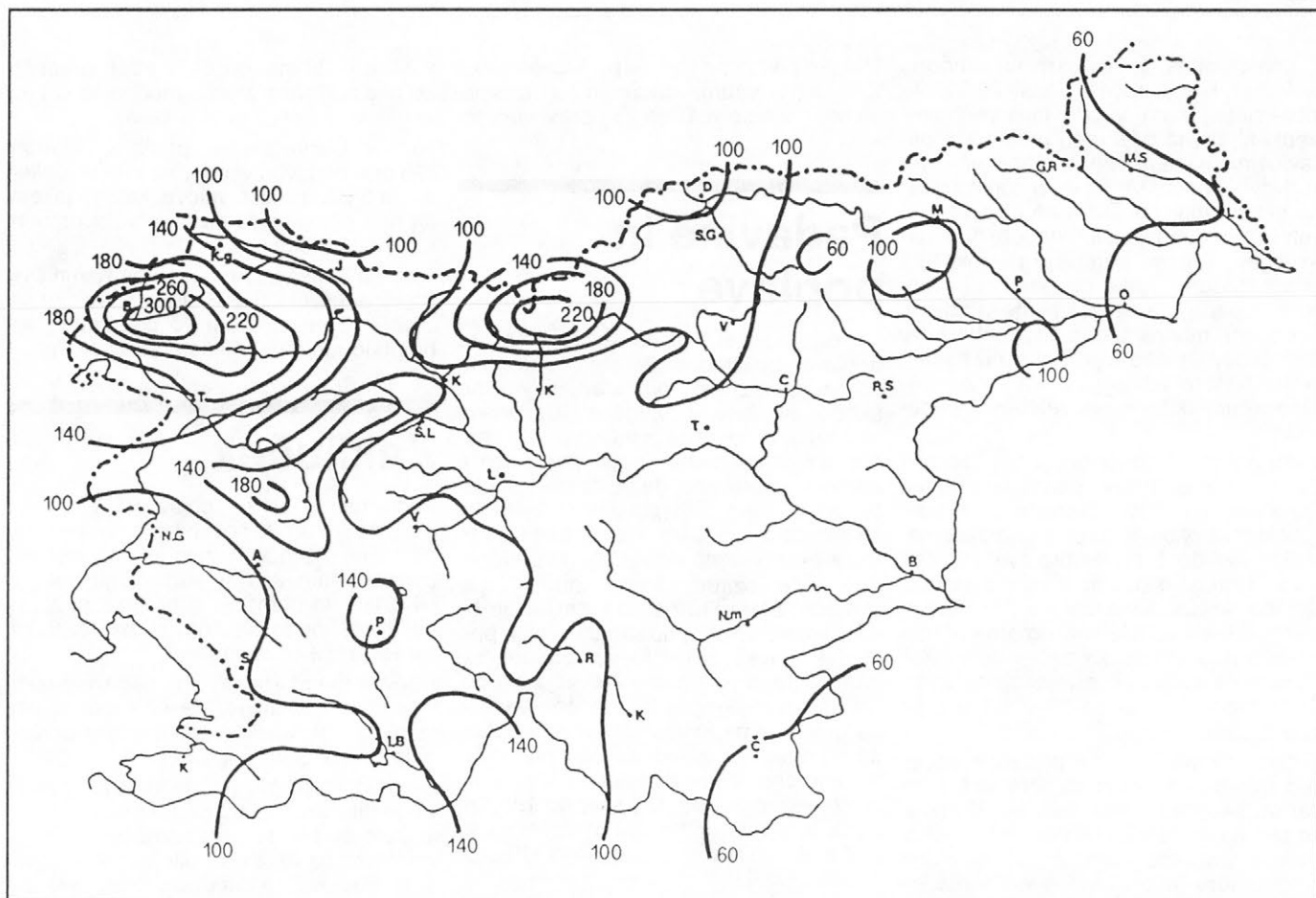
Zavedamo se, da so dnevne količine padavin v Sloveniji v gorskem svetu lahko še znatno izdatnejše. Po izredno močnih padavinah izstopa posebno kaninsko območje in območje med Voglom, Komno in Krnom.

Na osnovi statističnih metod je možno izračunati, kakšne maksimalne vrednosti padavin lahko pričakujemo v daljšem obdobju, seveda ob predpostavki, da se klimatske razmere glede na obravnavano obdobje ne spremenijo.

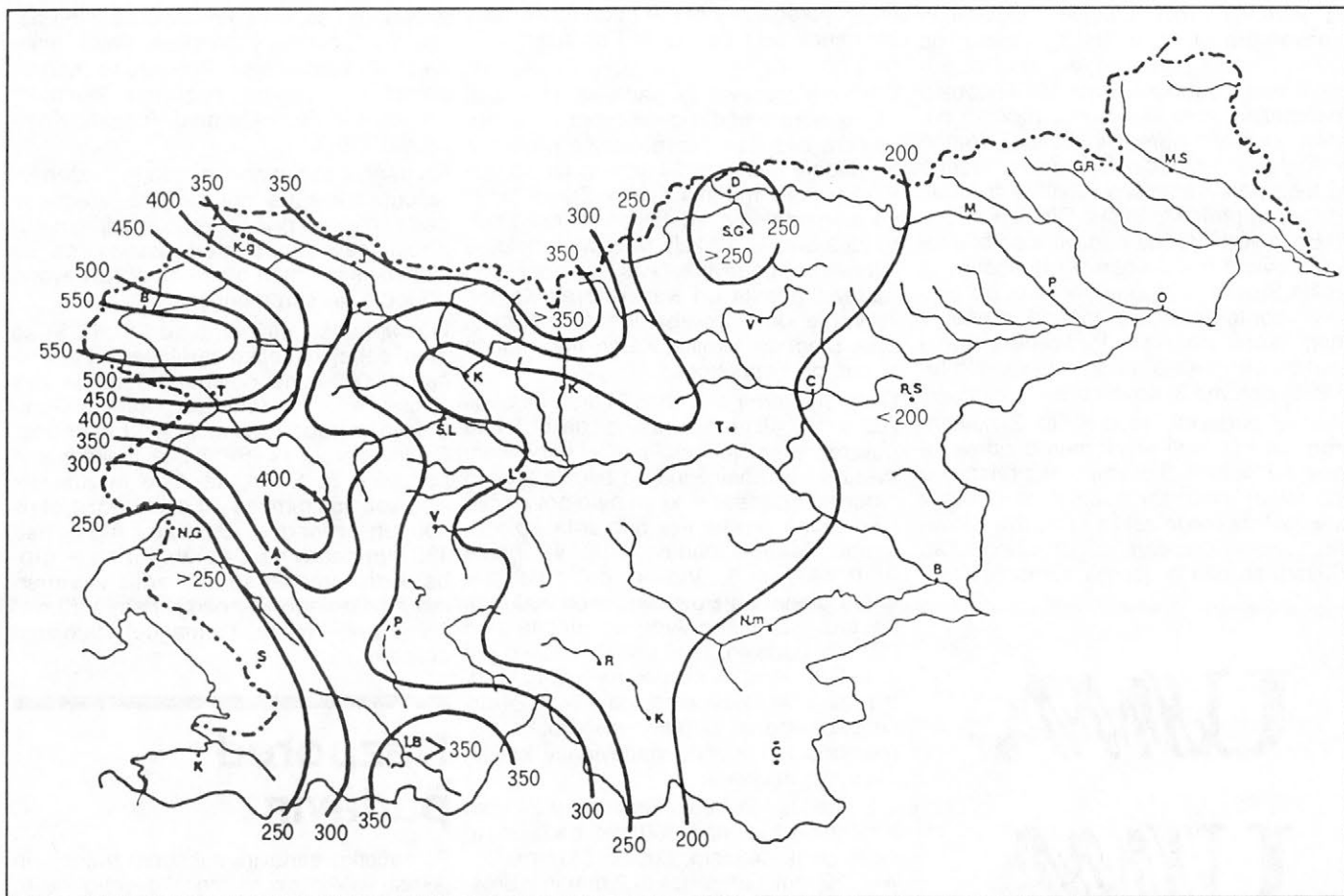
Obstaja več različnih metod (3, 1), ki se med seboj nekoliko razlikujejo. Za izračun 10000-letne povratne dobe je bila uporabljena po Nemetzu prirejena Gumbelova metoda računanja povratnih dob. Po tej metodi (sl. 6) bi bile maksimalne padavine za Savinjske Alpe in Snežnik (8) okoli 350 mm, za Trnovski gozd okoli 400 in zahodne Julijske Alpe nad 450 mm padavin v 24 urah. To so le grobe ocene, vendar se nam zdijo v primerjavi z že izmerjenimi padavinami v Sloveniji (Livek, Lučine, Gomance) kvečjemu prenizke.

Razpored padavin

Po začetku padavin, njihovem trajanju in jakosti lahko razdelimo Slovenijo na tri območja.



Slika 5. 24-urne višine padavin, izmerjene 9. oktobra 1980 ob 7. uri.



Slika 6. Najvišje možne 24-urne višine padavin (povratna doba 10 000 let), izračunane po Nemetzovi metodi na osnovi podatkov iz obdobja 1950–1979.

V prvem območju je skrajno zahodna Slovenija, kjer je začelo padati že 31. oktobra zjutraj, nato so bili vmes večji presledki ali pa so bile v teh presledkih padavine manj intenzivne. V nižinskem svetu (Nova Gorica, Vedrijan) močnih padavin ni bilo, manjše padavine pa so bile v treh ločenih padavinskih obdobjih. V višjih legah, kjer so padavine nastale tudi zaradi dviganja zraka ob gorskih ovirah, so bile padavine neprekinjene (Podkraj, Čepovan), močne pa so bile približno v istih časovnih obdobjih kot v nižinskem svetu. Tu torej lahko govorimo o združenih »orografskih« in »advektivnih« padavinah.

V drugi skupini so območja, kjer so bile močne »orografske« padavine (Vogel, Stara Fužina). Tudi tu so se začele že 31. oktobra okoli 10. ure in so trajale neprekinjeno do 1. novembra zvečer. Med prvo in drugo skupino uvrstimo Bovec, kjer so se padavine začele 31. oktobra ob 12. uri, a niso bile enakomerne. Vložki močnih padavin so se začeli šele okoli 20. ure. Za razliko od prve skupine so izpadle močne padavine 31. oktobra v jutranjih urah.

V ostali Sloveniji so se padavine ponekod začele že 31. oktobra dopoldne, vendar so se intenzivirale šele po 23. uri in so bile najmočnejše 1. novembra v jutranjem in dopoldanskem času. Popoldne 1. novembra je prešla Slovenijo hladna fronta in padavine so zvečer povsod prenehale.

Manjše padavine so bile po Sloveniji tudi 2. in 3. novembra, vendar jih ne obravnavamo, ker niso vplivale na porast vodotokov.

Padavine in poplave

Če bi predpostavili, da so novembrske poplave povzročile 24-urne padavine, potem si ne znamo predstavljati, kakšno škodo bi šele povzročile izračunane maksimalne dnevne padavine. Ko podrobno pregledamo registrirane trakove padavin, ugotovimo, da so nastale poplave zaradi intenzivnih padavin v krajših časovnih obdobjih. Tam, kjer so bile razmeroma enakomerno porazdeljene prek cellega dne oziroma dveh dni (Vogel, 284 mm; Stara Fužina, 211 mm) ali je bil med intenzivnimi padavinami večji presledki (Bovec, 241 mm), so vode močno narasle, niso pa povzročile večje škode. Na območjih, kjer so bile močne padavine omejene na krajša časovna obdobja, so deloma tudi zaradi že prej premočnega terena nastali hudourniki, ki so povzročili veliko škodo. Od skupno 192 mm padavin je v Javorjih nad Poljanami padlo v 4 urah 80 mm padavin in v 10 urah 130 mm (sl. 7).

Podobno je v Kamniški Bistrici, kjer je padlo v 48 urah 230 mm padavin, od tega

v 8 urah 130 mm (sl. 8). V obeh primerih so bile padavine znatno močnejše kot na Voglu, v Stari Fužini ali v Bovcu.

Tudi v Čepovanu je padlo v 48 urah 196 mm padavin, vendar so bile razdeljene na 3 padavinske valove, katerih jakost pa tudi ni presegla padavin v Javorjih in Kamniški Bistrici.

Prav na širšem območju okoli Kamniške Bistrice (Kamniška Bistrica, Savinja) in Javorij (Sora–Davča) so bile vode najbolj hudourniške in nastal je visok val.

Zaključek

Padavine, ki so se pojavile v Sloveniji 31. oktobra in 1. novembra, so bile na nekaterih območjih zelo intenzivne, še posebno tam, kjer se je dviganju zraka v ciklonalnem območju in prehodom hladne fronte pridružilo tudi dviganje zraka zaradi vpliva gorskih ovir.

Dnevne in tudi dvodnevne padavine niso bile tako intenzivne, da bi v normalnih razmerah ob enakomerni časovni porazdelitvi povzročile poplave.

Že pred začetkom teh dvodnevni padavin je bilo večdnevno padavinsko obdobje, zato so bila tla zelo namočena in tudi vodostaji na rekah so bili razmeroma visoki. Poplave so torej povzročile zelo intenzivne padavine, ki so padle v manj kot desetih urah.



Slika 7. Registracija višine padavin v Javorjih nad Poljanami od 20. ure do 15. ure 1. novembra 1990. Ena praznjenje, kar predstavlja vertikalna črta registracije, pomeni 10 mm padavin.



Slika 8. Registracija višine padavin v Kamniški Bistrici od 20. ure 31. oktobra do 15. ure 1. novembra 1990. Ena praznjenje, kar predstavlja vertikalna črta registracije, pomeni 13 mm padavin.

1. Jenkinsen, A. F., 1955. The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) values of meteorological elements, Q. J. R. Met. Soc. 87.
2. Long P., J. Riedl, 1990. Niederschlagsentwicklung über Süddeutschland anhand von Doppler-Radardaten. Veröffentlichungen der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt.
3. Nemetz J., 1972. Engineering hydrology, London.
4. Poročilo o delu Hidrometeorološkega zavoda Republike Slovenije, Ljubljana 1989.
5. Pristov J., 1964. Vremenska dogajanja v zvezi s prodorom hladnega zraka prek Alp in vpliv orografije na padavine. Meteorološki zbornik, Ljubljana 1957.
6. Pristov J., 1965. Količinska kratkoročna napoved padavin. Sklad Borisa Kidriča (neobjavljeno).
7. Pristov J., 1967. Odvisnost med padavinsko razporeditvijo in temperaturo in vetrovi na višinah. Razprave — Papers IX, Ljubljana.

Janko Pristov

Distribution of Rainfall and Its Influence on Flood Waves

For the analysis of the rainfall conditions which caused floods and major material damage in several regions of Slovenia on November 1, 1990, we used data from 290 rain gauges which measure daily rainfall and plotted daily precipitation maps. On the basis of the comparison of the figures obtained with rainfall statistics from the past, we found that the amount of rainfall was too small to provoke such major damage.

The analysis shows that in the river basins of the Upper Savinja and the Sora there was more precipitation ten years ago although the raging waters caused no devastation at that time.

We also considered statistically-calculated greatest possible daily rainfall figures for the past ten thousand years.

These estimated daily rainfall figures turned out to be approximately three times as large as those of November 1, 1990.

Daily rainfall amounts are measured at 7 a. m., but at that precise time the rainfall rate was most intense, so the figures were divided over two days and a two-day precipitation map was plotted in order to include the total amount of rainfall. Even these amounts, however, are too small to explain the floods.

The analysis of the duration of precipitation by means of record sheets showed that in the regions of the greatest but uniformly distributed two-day rainfall amounts there were no flood waves. In regions with several precipitation waves there was also no significant damage.

On the other hand, in the regions where the greatest damage occurred, more than half of the two-day rainfall amount fell in less than nine hours. The reason for such intense precipitation was an influx of warm moist air in an area of low air pressure preceding a cold front. The precipitation was most intense where additional airlift occurred due to mountain barriers.

UJMA