

O NAPAČNEM ZBIRANJU IN RABI PODATKOV V VODARSTVU

Boris Kompare*

UDK 628.1 : 681.3

V članku se bom dotaknil problematike neustreznega koncepta meritev in neustrezne interpretacije merjenih podatkov. Poudarek bo predvsem na hidroloških podatkih, kjer se uporabljajo neustrezna časovna (in krajevna) merila ter njihovo tolmačenje in kjer se namesto vseh zbranih podatkov uporablja le del, kar nujno pomeni zmanjšanje natančnosti naših analiz na eni strani in »nepotrebno« vzorčevanje na drugi strani. Primer: pri analizi povratne dobe visokih voda klasično uporabljamo le po en podatek na leto (maks. letna voda), čeprav je teh podatkov bistveno več (navadno vsaj po en na dan). Predlagan popolnejši način analize dá s krajšimi serijami bistveno natančnejše napovedi.

Save, Drave in Mure, pogojno Soče, Savinje in Krke. Povodja, za katera moramo poznati časovno natančnejše podatke (potrebni so torej avtomatski merilniki in sočasni prenos meritev v nadzorni center), pa imenujemo mala povodja. V Sloveniji spadajo pod mala povodja vsa razen prej naštetih.

V luči povedanega lahko preletimo slovensko literaturo s tega področja (vzemimo za primer kar Ujmo) in ugotovimo, da so prikazi katastrofalnih padavin večinoma premalo natančni, da bi si z njimi lahko (uporabno) pomagali. Pa razčistimo pojme enega za drugim:

Vzorčevalni interval: razlika med dnevnimi in 24-urnimi padavinami

Paziti je treba, kako se dela analiza padavin. Na totalizatorjih se običajno dnevne padavine merijo od 7h zjutraj do 7h zjutraj naslednjega dne. Za regionalno hidrologijo (velika povodja) je to popolnoma sprejemljiva in glede na učinkovitost opazovalnic zelo smotna strategija. V urbani hidrologiji in hidrologiji malih povodij pa si s takšnim načinom merjenja ne moremo pomagati več, kot da dobimo le prvi vtis. Če že hočemo tudi v hidrologiji malih povodij operirati s pojmom dnevne padavine, mu moramo ob bok postaviti pojem 24-urne padavine. Na ta način se začetek in konec meritve lahko poljubno pomika po časovni osi in ni vezan na 7. uro zjutraj. Pomen take strategije in razlike med dnevnimi in 24-urnimi padavinami je lepo razviden s priložene skice na sliki 1.

V prvem primeru (A) je dež padal od 19h do 19h naslednjega dne, v drugem (B) pa od 7h do 7h. Jakost je ista, tudi zapadla količina je enaka, vendar pa zaradi nači-

Najbolj pogost tip padavinskih informacij, s katerim se srečujemo v urbani hidrologiji, so tako imenovane krivulje gospodarsko enakovrednih nalivov (GEN) ali pa v dobesednem prevodu krivulje jakosti–trajanja–pogostosti (JTP) (angl. IDF: Intensity–Duration–Frequency). Njihove sestre so krivulje dežnih višin–trajanja–pogostosti (VTP) (angl. Rain Depth–Duration–Frequency, DDF). Slednje večinoma uporabljamo oz. so bolj poznane v hidrologiji neurbanih, tj. »večjih« povodij. Izraz večjih sem dal v narekovaje, kar bo razloženo kasneje.

Omenjene krivulje dobimo s statističnimi analizami opazovanih serij podatkov. V nadaljevanju bom pokazal, da so 1. statistične metode vrednotenja teh podatkov neprimerne, 2. da so v večini primerov katastrofalnih nalivov podatki, merjeni po trenutno veljavni metodologiji, nezadostni in 3. da je obstoječa ureditev merjenja in napovedovanja izjemnih padavin v Sloveniji za pričakovane potrebe neustrezna.

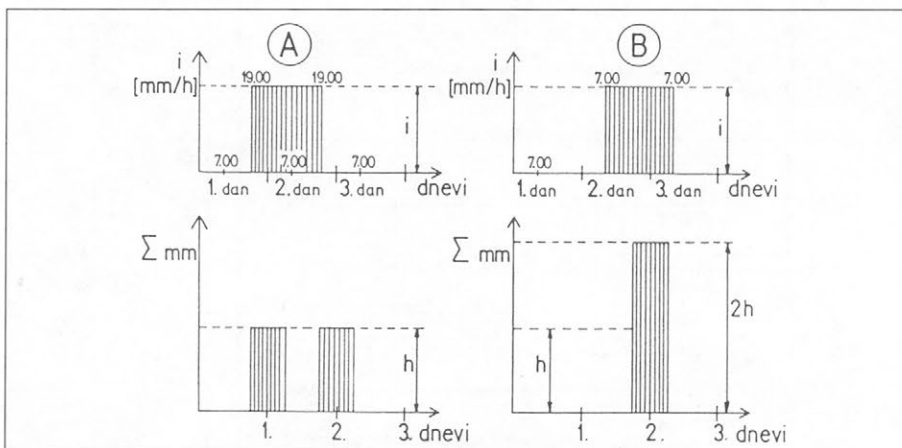
Napake pri merjenju in predstavitvi padavinskih podatkov

Meritev mora biti vsekakor načrtovana ustrezno namenu, zaradi katerega sploh pojav merimo. Ko nas zanimajo hidrološke bilance povodij, so dovolj vsotni dežemerji (strokovno totalizatorji) in merilniki izhlapevanja ter ponikanja (evapotranspirometri, lizimetri), na katerih odčitamo tedenske ali kvečjemu dnevne spremembe (bilance). Gostota takih aparatov je reda velikosti 1 aparatura na 100 km² ali več. Ko pa nas zanimajo visokovodni pretoki, povezani s trenutnimi padavinami, moramo imeti gosto mrežo merilnih postaj in visoko pogostost vzorčevanja. Tipično je potrebna po ena postaja na 10 km², na urbanih površinah

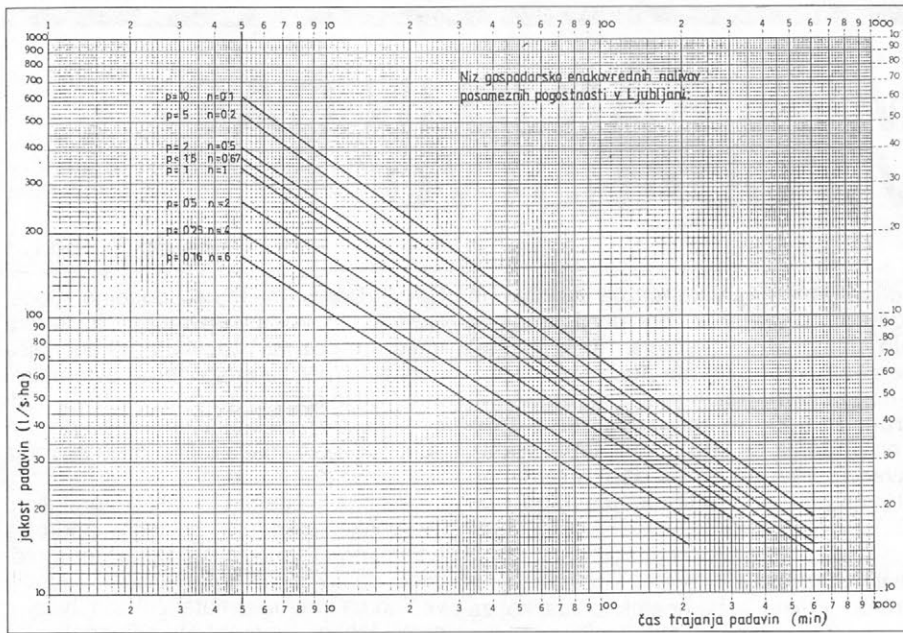
celo ena postaja na pribl. 2 km², to pomeni 10 do 50-krat večjo gostoto postaj kot za generalno (bilančno) hidrologijo; sočasno je potrebni časovni interval vzorčevanja reda velikosti nekaj minut (1 do 5 minut). Za take namene je potrebna avtomatska merilna oprema, povezana s kontrolnim centrom s prenosno mrežo, ki zagotavlja trenuten prenos meritev.

Relativno majhna povodja imajo kratke čase koncentracije, zato zanje potrebujemo gostejšo hidrografska mrežo, če želimo natančne napovedi. In obratno, večja povodja imajo večjo hidravlično (hidrološko) vztrajnostno maso, skladno z večjim dolžinskim merilom se poveča tudi potrebno časovno merilo. V praksi to pomeni, da imajo večja povodja daljše čase koncentracije. Pod pojmom čas koncentracije razumemo tisti čas, ki ga potrebuje opazovani delec vode, da prepotuje povodje od vrha (izvira) do izliva. Hkrati čas koncentracije določa tisto trajanje padavin, ki da najneugodnejše odtoke – krajše in bolj intenzivne ter daljše, a bolj šibke padavine praviloma dajo manjše odtoke od padavin, ki trajajo ravno toliko, kot je čas koncentracije. Seveda povedano velja za padavine z enako povratno dobo.

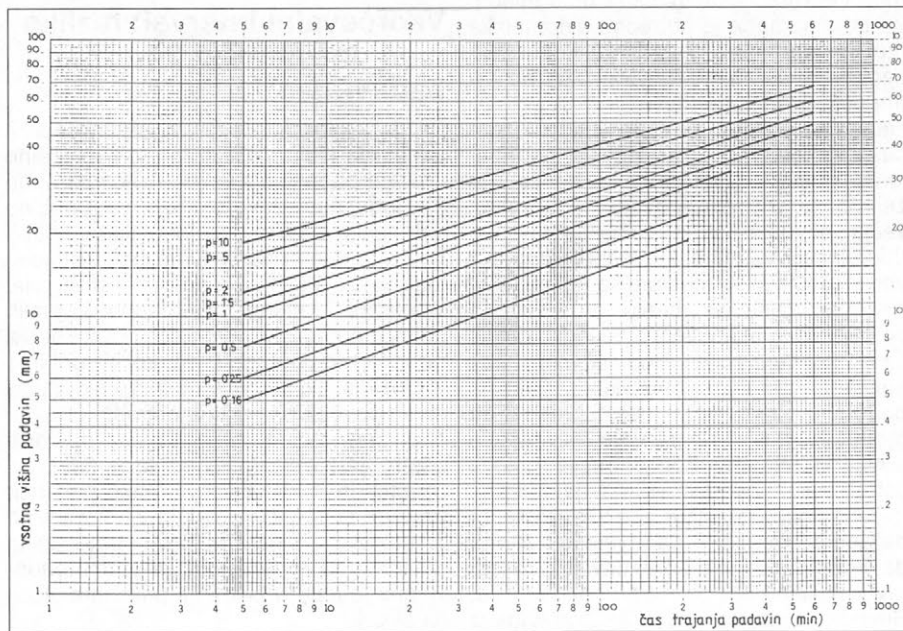
Povodja, za katera zadostujejo dnevne meritve, so v praksi označena kot velika povodja. V Sloveniji bi to bila povodja



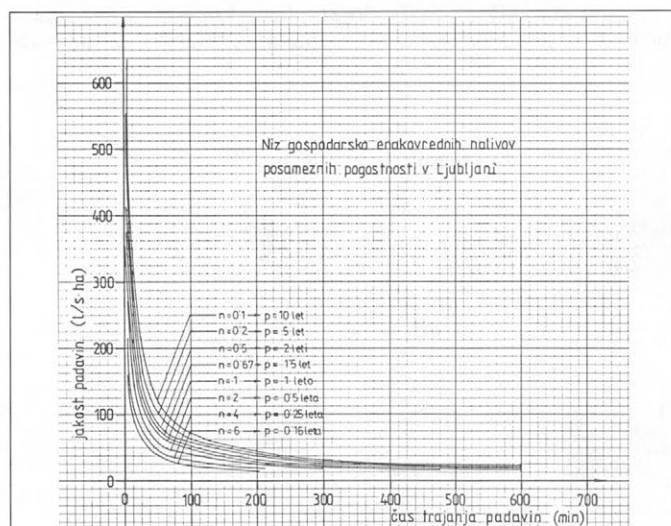
Slika 1. Dvojno tolmačenje istih padavin zaradi različnega vzorčenja.



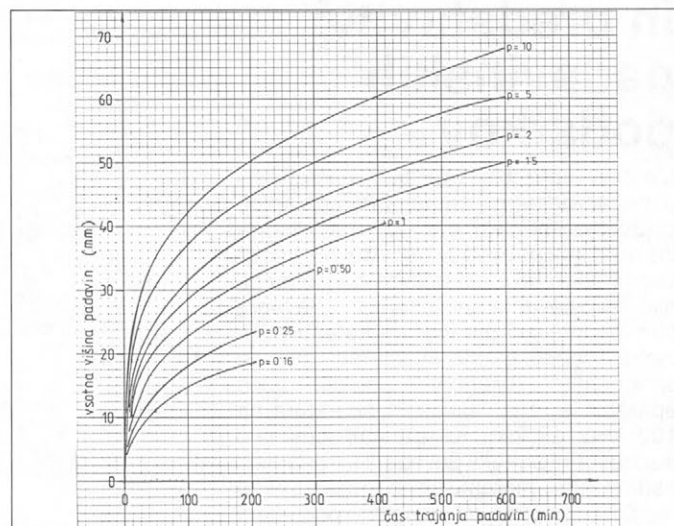
Slika 2. Predstavitev krivulj JTP v log-log merilu kot $J=J(T), P$.



Slika 3. Predstavitev krivulj VTP v log-log merilu kot $V=V(T), P$.



Slika 4. Predstavitev krivulj JTP v lin-lin merilu kot $J=J(T), P$.



Slika 5. Predstavitev krivulj VTP v lin-lin merilu kot $V=V(T), P$.

na analize sledi, da so v drugem primeru zabeležili 2-krat večje dnevne padavine kot v prvem. Če pa govorimo o 24-urnih padavinah, dobimo v obeh primerih enak rezultat.

Praktičen pomen takega ponesrečenega prikazovanja padavin so padavine, ki so novembra 1990 povzročile poplave v večjem delu Slovenije. Kot že pisci nekaterih člankov v Ujmi pravilno ugotavljajo, so bile za poplavo merodajne razmeroma kratkotrajne, a intenzivne padavine, trajanja nekaj ur. V vseh analizah, ki so navedene v isti publikaciji, pa so prikazane dnevne padavine in ne 24-urne, kot je to napačno poimenovano. Torej gre prvič za zamenjavo pojmov dnevne/24-urne padavine in drugič za neustrezno uporabo in prikaz podatkov – namesto urnih (minutnih) vrednosti vsotne višine padavin so uporabljene kar dnevne, ki za obravnavani pojav katastrofalnih odtokov sploh niso merodajne niti pomenko smiselne, saj ne dajejo pravnega vtisa o povprečni, še manj pa trenutni jakosti padavin, ki je za mala povodja odločilnega pomena.

Analiza jakosti – trajanja – pogostosti

Kot sem že omenil, je najstarejši in najbolj uporabljeni inženirski pristop za predstavitev padavinskih podatkov v obliki krivulj JTP. Zaželeno je, da je hidrološka serija čim daljša, saj se s tem poveča kakovost podatkov in zoži interval zaupanja. Za potrebe urbane odvodnje oz. odvodnje malih povodij priporočajo najmanj 40- do 50-letno serijo ali še večji, če je območje podvrženo izrazitim periodičnim nihanjem količine in jakosti padavin.

Izgled prvih in drugih krivulj nam kažejo slike od 2 do 9, na katerih so predstavljene krivulje GEN za Ljubljano v več oblikah. Bodite pozorni na različne načine predstavitve iste informacije, na jasnost oz. čitljivost diagramov! V naši vodarski praksi se namreč vse prepogosto dogaja, da je izbran neprimeren način predstavitve podatkov. Pravilna predstavitev mora

biti kar najbolj jasna in hkrati mora omogočati kar najbolj enostavno analitično predstavitev (če je to seveda mogoče). Na slikah od 2 do 9 lahko takoj vidimo, da je najboljša predstavitev iste informacije na slikah 2, 3, 6 in 7, nekoliko slabša na slikah 5, 8 in 9 ter neuporabna na sliki 4.

Analiza izjemnih dogodkov (padavin, pretokov)

Časovne serije lahko analiziramo po dveh metodah:

- serija letnih maksimumov (annual maximum series), imenovana tudi parcialna serija, in
- serija letnih presežkov (annual exceedance series), imenovana tudi kompletna serija.

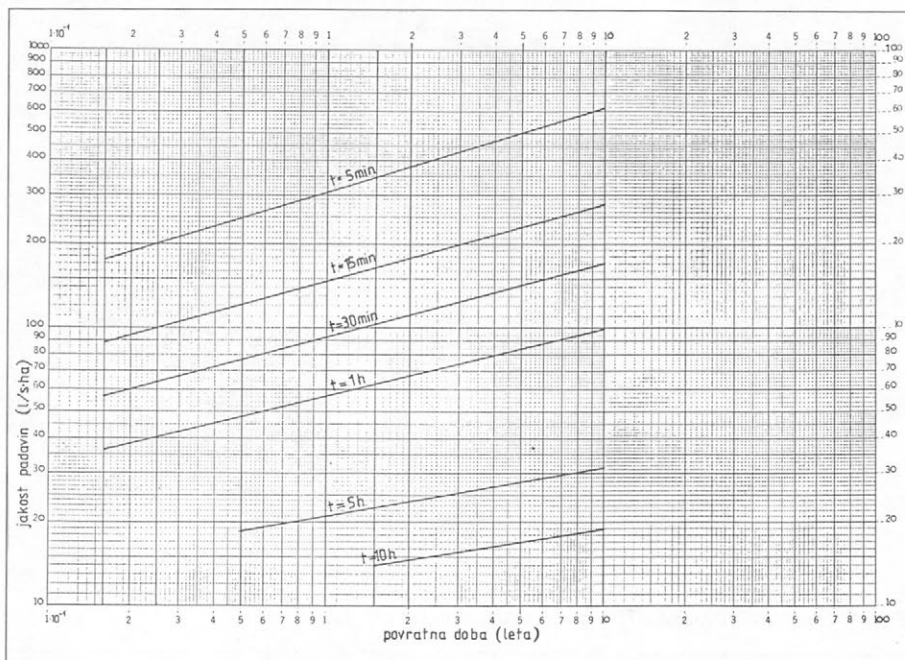
Pri nas je zaradi tradicije, ko je bila vpeljana regionalna hidrologija za velika povodja, bila vpeljana tudi prva inačica analize časovnih serij po letnih maksimumih. Pri analizi letnih maksimumov upoštevamo za vsako leto v nizu le maksimalni podatek (torej en sam!) za to leto. Če imamo N let, bomo torej izbrali le N podatkov. Na ta način prostovoljno zavržemo vso ostalo količino podatkov, ki bi lahko koristila v analizi.

Serijo letnih presežkov pa dobimo tako, da upoštevamo vsa deževja, katerih višine padavin so presegle neki določen prag. Pri tem se ne oziramo na pogostost ali čas nastopa. Taka kompletna serija lahko vsebuje na N let manj kot N podatkov, večinoma pa jih vsebuje precej več. Najraje vidimo, če je podatkov M vsaj $1,65 N$. Zaradi večje količine podatkov, kot jih upošteva prejšnja metoda, je metoda presežkov natančnejša oz. nas hitreje pripelje do pravega rezultata. Uporaba te metode je še posebej priporočljiva, če so hidrološke serije kratke v primerjavi s projektirano povratno dobo.

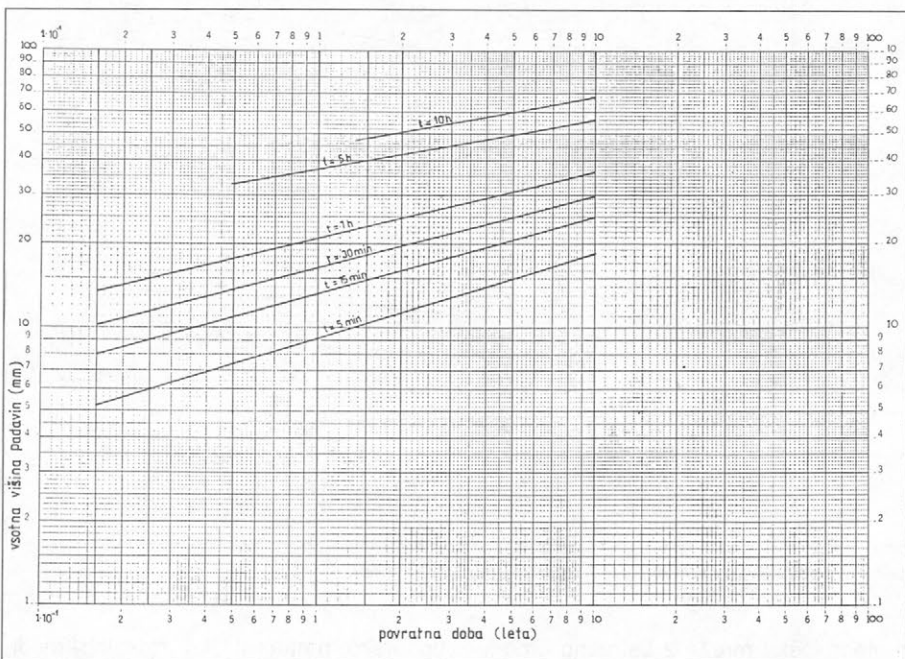
Kolikor mi je poznano, slovenski hidrologi uporabljajo izključno prvi način, tj. letne maksimume. Za načrtovanje hidrotehničnih objektov (varnost!) in še posebej v primerih, ko imamo kratke hidrološke serije, bi morali uporabljati drugi način. Analiza letnih maksimumov namreč zanemari pojav več visokih maksimumov v enem letu in namesto tega upošteva večinoma nižje maksimume v preostalih letih. Inženirje pa zanima frekvenca določene pojave in ne njihov pojav kot letni maksimum, kar je sicer zanimivo za analizo škode na pridelkih ipd.

S tega stališča moram izreči kritiko naši hidrološki službi, predvsem pa seveda nam samim, ker od hidrološke službe ne znamo zahtevati ustreznih podatkov in njihovih analiz.

Olaževalna okoliščina za uporabo analize serije letnih maksimumov je, da so postopki zbiranja in statistične analize nekoliko lažji in že utečeni in da se razlike med obema metodama z daljšanjem hidrološke serije počasi manjšajo. V hidrologiji malih povodij so razlike za



Slika 6. Predstavitev krivulj JTP v log-log merilu kot $J=J(P), T$.



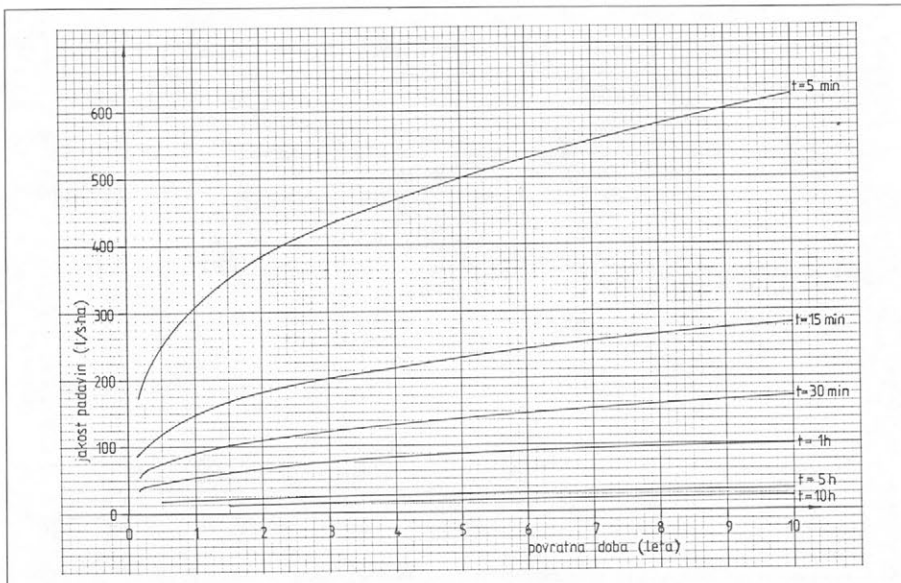
Slika 7. Predstavitev krivulj VTP v log-log merilu kot $V=V(P), T$.

serije pod 10 let, pa tudi do 50 let, tako velike, da jih ne moremo zanemariti in je nujno upoštevati kompletne serije.

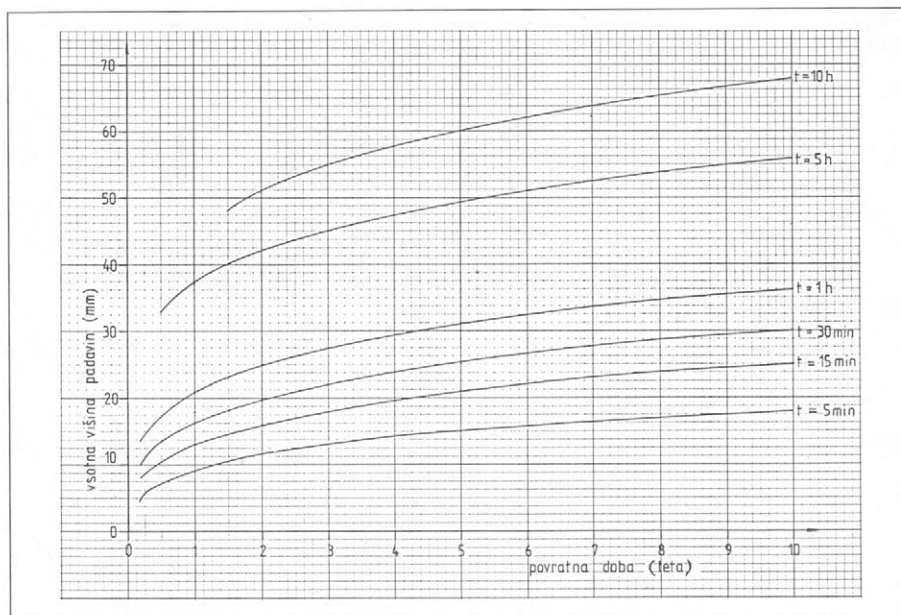
Za ponazoritev obeh serij podajam na sliki 10 primer hidrološke serije dolžine $N=10$ let, v kateri je zabeleženih 35 nalivov. Tako v delni kot v kompletni seriji je izbrano enako število dogodkov, torej $M=N=10$. S črno piko so označene vrednosti iz delne serije (serija letnih maksimumov), s praznim krožcem pa iz kompletne serije. Na sliki 11 je iz obeh serij podatkov generirana statistična verjetnostna porazdelitev in nanešena na verjetnostni diagram. Razlike so očitne. Praksa pokaže, da se parcialne serije polagoma bližajo krivulji kompletne serije, če (ko) je vzorec dovolj velik.

Zaključek

Pri obravnavi katastrofalnih padavin (utrganje oblaka) in njim sledečih katastrofalnih poplav na malih povodjih (nagle poplave, angl.: flash floods), ki jih karakterizirajo kratkotrajne in močne padavine, obstoječa meteorološko-hidrografska mreža po Sloveniji ne zadošča. Potrebujemo merilno opremo, ki bo padavine registrirala za dovolj veliko prostorsko in časovno gostoto ter te podatke z minimalnim časovnim zamikom (real time) posredovala najprej službi za napoved padavin in odtokov (real time forecasting). Taki nalogi je lahko kos le ustreznata radarska



Slika 8. Predstavitev krivulj JTP v lin-lin merilu kot $J=J(P), T$.



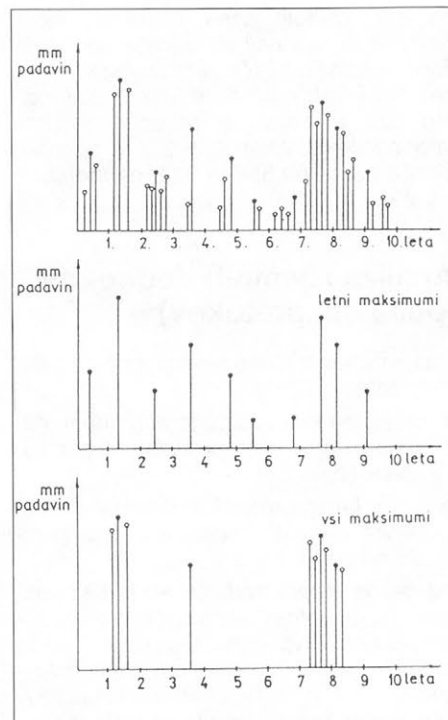
Slika 9. Predstavitev krivulj VTP v lin-lin merilu kot $V=V(P), T$.

meteorološka mreža z ustrezno umerjevalno padavinsko mrežo na vsem povodju, ki ga pokriva(jo) meteorološki radar(ji). Umerjanje z dežmeri v povodju je potrebno, ker radar sam ne da dovolj natančne informacije o jakosti padavin. Žal edini (delujoči) meteorološki radar, ki ga premore Slovenija (trenutno na Lisci), zaenkrat še nima ustrezne umerjevalne (kalibracijske) mreže, zato tudi ne more služiti svojemu namenu. Prav tako je en sam radar za celotno območje Slovenije premalo. Za pravočasno in vnaprejšnjo napoved potrebujemo vsaj še en radar na skrajnem zahodu dežele, torej v smeri, iz katere večinoma prihajajo vremenske spremembe.

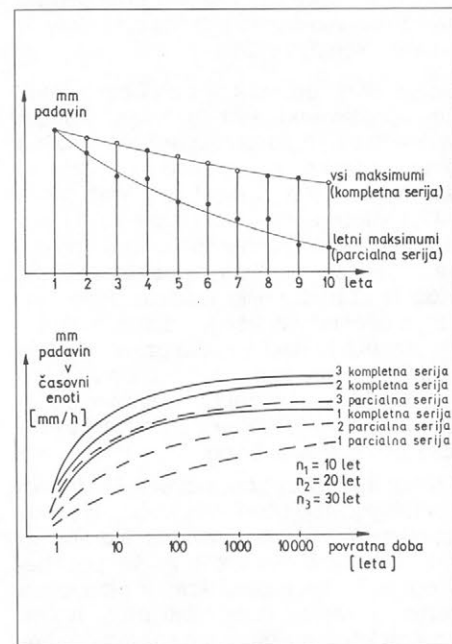
Kolikor vem, je Slovenija že kupila še en meteorološki radar. Montiran naj bi bil nekje na Krasu (Trstelj?), pa do njegove namestitve ni prišlo zaradi negativnega javnega mnenja, češ da radarski žarki škodujejo zdravju. Sprašujem slovensko

vodarsko, meteorološko, fizikalno, medicinsko, sociološko... in še katero stroko ter ne nazadnje tudi vse organe odločanja in upravljanja: »Ali nas je res tako malo v hlačah, da ne znamo (zmoremo, moremo) prestrašenemu in neobveščnemu ljudstvu postreči s strokovno resnico in mu naliti čistega vina?« In sočasno sprašujem: »Kje sta naši človeška in strokovna etika in odgovornost?«

V istem duhu se tudi sprašujem: »Kako je mogoče, da ne vidimo razlike med dnevnimi in 24-urnimi padavinami? Kako je mogoče, da za mala povodja uporabljamo neustrezne podatke oziroma analize postopke, ki so bili razviti za velika povodja? Kako je mogoče, da zavestno zavračamo velike količine dragocenih (in drago zbranih) podatkov in namesto kompletnih delamo parcialne analize?« Nekoliko olajšan, z zavestjo, da sem storil prvi korak, zdaj čakam na vas, kolegi vodarji, meteorologi, fiziki itd. Ko že



Slika 10. Prikaz srije letnih ekstremov in serije niza prekoračitev.



Slika 11. Prikaz superiornosti kompletne serije podatkov nad parcialno serijo.

trkamo na vrata obljubljenega palače Evrope, najprej odprimo znanju vrata naše kajže (v prvi varianti se mi je tu zapisalo: našega hleva).

UJMA