

# ZANESLJIV ODVOD PADAVINSKIH VOD Z VEČJIH STREH (1. del)

*Matjaž VALENČIČ, dipl. inž. str.<sup>1</sup>*

*Streha mora biti grajena tako, da stavbo ščiti pred vdorom padavin. Ob upoštevanju lokalnih podnebnih razmer (količina in vrsta padavin, smer in jakost vetra) mora zagotavljati zaščito pred vsemi atmosferskimi padavinami in omogočiti učinkovito odvajanje vode. Tri načela arhitekture: lepota (venustas), trdnost (firmitas) in koristnost (utilitas), ki jih je zapovedal Vitruvij<sup>1</sup>, so zrasla v šest bistvenih zahtev gradnje (mehanska odpornost in stabilnost, varstvo pred požarom, higienska in zdravstvena zaščita uporabnikov in okolice, varnost pri uporabi, zaščita pred hrupom ter varčevanje z energijo in ohranjanje toplote), vsak hip jim bo dodano trajnostno gradbeništvo, pripisati pa bi kazalo kakovost bivanja, rabo dnevne svetlobe in zlasti zaščito stavb pred vlago.*

<sup>1</sup> Pooblaščen inženir IZS, matjaz.velencic@siol.net

Princip padavinsko varne gradnje lahko primerjamo s principom potresno varne gradnje. Objekte je mogoče projektirati in izvesti tako, da so trajno zanesljivi, vendar taka gradnja ni racionalna. Zato upošteva varčna gradnja srednjo pot med zanesljivostjo in gospodarnostjo. Zaradi znanih razlogov so stavbe v Sloveniji vedno manj padavinsko varne: prvi je, da so zaradi podnebnih sprememb padavine intenzivnejše, drugi, da je zaradi nespametnega gospodarjenja s prostorom vedno več stavb na poplavno ogroženih področjih, tretji pa je posledica negativne selekcije najnižje cene.

Tehnična pravilnost zasnove in izvedbe strehe je osnovni predpogoj normalnega delovanja. Oblika strehe je prilagojena geografskim značilnostim kraja, vremenskim pogojem, namenu stavb in gradbenim značilnostim. Na področjih, kjer je veliko padavin, so strehe strme, da voda

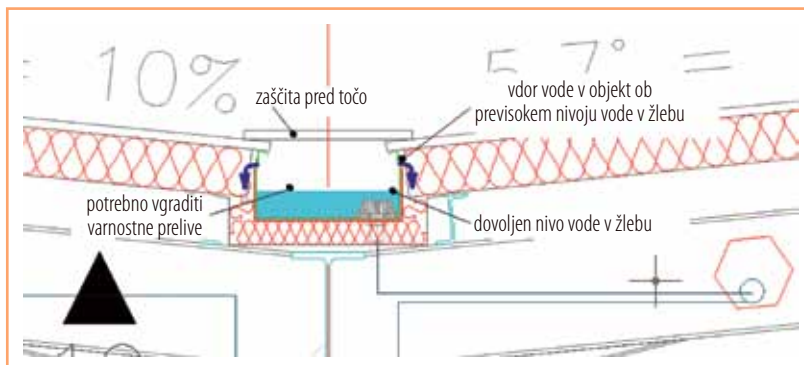
čim prej odteče in sneg čim prej zdrsne s strešin (Gorenjska), na vetrovnih področjih pa so strehe položnejše in težje, da jih veter ne poškoduje (Primorska). Tradicionalno so najbolj zanesljive poševne strehe, ki pa so primerne samo za manjše stavbe. Večje stavbe, ki imajo ravne ali lomljene strehe z notranjimi odtoki, so bolj občutljive na projektantske, izvajalske in uporabniške napake.

Dve izvedbi streh z notranjimi odtoki (slika 1) sta pogosti: položne strehe s kovinsko kritino in notranjimi kovinskimi žlebovi ter ravne strehe s folijsko kritino. Ravna streha s folijsko kritino ima manj kritičnih mest, ki predstavljajo potencialno netesnost, zato je s tega vidika zanesljivejša.

Voda v naravi kroži: z izhlapevanjem prehaja v ozračje in se s padavinami vrača na zemeljsko površje, kjer se del vode porabi za življenjske združbe (zelena voda), del odteče v reke in v podzemlje (modra voda), del vode izhlapi. Na svoji poti naleti na stavbe, ki ovirajo naravno kroženje vode, ta motnja pa lahko povzroči nepredvidene posledice in škodo. Zato naj bo odvod vode s posameznih stavb tak, kot bi bil, če stavbe ne ni bilo: zadrževanje, odtekanje, izhlapevanje in ponikanje vode naj bo podobno kot je v naravnem okolju. Odvod vode je treba obravnavati celovito, na celotni poti po stavbi, od zajema in zbiranja vode na strehi do odvoda in vračanja v naravno okolje.

Streha ščiti stavbo pred dežjem in ostalimi meteornimi padavinami. Meteorna voda se zbira na strešini, pada po odtočnih žlebovih do

**Slika 1**  
Zaradi nevarnosti preliivanja vode iz notranjih žlebov v objekt je treba predvideti varnostne prelive, ki so lahko prostopadni ali podtlačni



zunanje kanalizacije in odteka. Pri manjših dvo-kapnicah je izvedba strešnih odtokov enostavna: vodoravni žlebovi pod kapjo lovijo deževnico, ki v odtočnih ceveh na zunanji strani stavb prosto pada in odteka skozi peskolov v kanalizacijo, ponikovalnico, cisterno ali najbližji potok. Sistem potrebuje le občasno čiščenje in vzdrževanje. Tudi ob izjemnih padavinah ni večje škode, takrat se viški dežja zlivajo čez robove žlebov, stran od hiše. Drugače je pri večjih in višjih stavbah, pri razgibanih, položnih, ravnih ali šedastih strehah, kjer so predvideni notranji strešni odtoki. Pri odvodu s takšnih stavb je meteorna voda zbrana na ravni strehi ali v žlotah in odteka skozi strešne odtoke, ki so v notranjosti stavb. Na strehi morajo biti narejeni zasilni prelivi, ki ob izjemnih padavinah odvajajo vodo s strehe. Kljub temu se pre pogosto dogaja, da pride do izlitja meteorne vode v notranjost stavbe in v takih primerih do velike škode.

Pri načrtovanju odvoda s streh je treba pomisliti na tri vrste obremenitev: pričakovano obremenitev, obremenitev zaradi izjemnih padavin in obremenitev zaradi izjemnih pojavov. Pričakovana obremenitev so padavine s povratno dobo dveh let, odvodni sistem mora zanesljivo odvesti vso vodo v odtok.

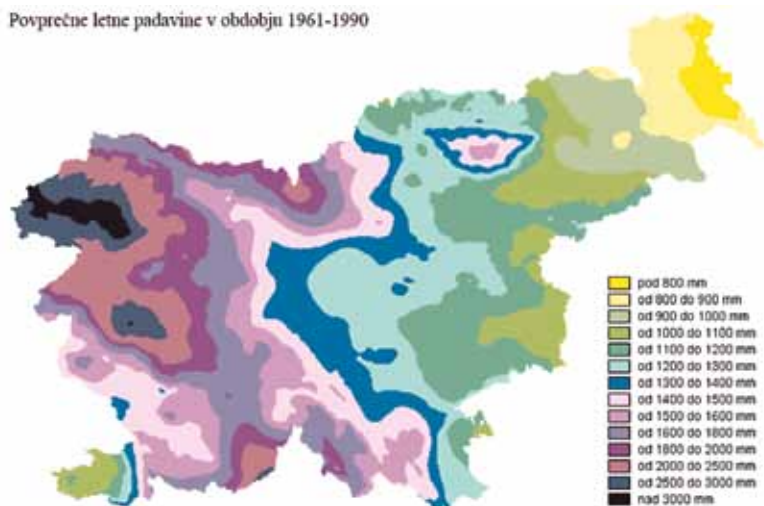
### Značilnosti padavin

Padavine so osnovni podnebni dejavnik. Največ padavin je tedaj, ko pride nad naše kraje iznad Sredozemlja vlažen in relativno toplejši zrak. Zaradi prisilnega dviganja ob alpsko-dinarski gorski pregradi se zrak ohlaja in iz njega se v obliki padavin izloči vsa odvečna vodna para. Porazdelitev padavin preko leta po Sloveniji ni enotna. V zahodni Sloveniji je večina padavin v jeseni, po namočenosti posebej izstopa mesec november, najmanj padavin pa je februarja. V severovzhodnih predelih Slovenije, ki so že pod vplivom kontinentalnega podnebja, je največ padavin v poletnih mesecih in sicer predvsem na račun ploh in neviht. Čeprav je v splošnem največji primanjkljaj padavin poleti, poletne padavine velikokrat predstavljajo naravno ujmo. Padejo namreč predvsem v obliki ploh in neviht, ki jih pogosto spremljata toča in močan veter. Pri dimenzioniranju odvoda padavinskih vod je pomembna intenzivnost. Še en dejavnik je treba upoštevati, to so klimatske spremembe. Meritve na meteoroloških postajah v Sloveniji z dolgotnim nizom podatkov kažejo na naraščanje temperature, ponekod tudi na spremembe padavinskega režima in na vse krajše trajanje snežne odeje. Opažanja potrjujejo tudi pričakovanja, da

**Slika 2**

Po podatkih Urada za meteorologijo pri Agenciji RS za okolje so največje letne padavine v zahodnih predelih Julijcev in na alpsko-dinarski pregradi, kjer povprečna letna količina padavin krepko presega 3000 mm, nekoliko manjše pa v Kamniško-Savinjskih Alpah. Najmanjše so v krajih blizu meje z Madžarsko, tam povprečna letna višina padavin ne doseže niti 900 mm. Zahodni Julijci so po količini padavin uvrščeni med najbolj namočena območja v Evropi.

Povprečne letne padavine v obdobju 1961-1990



© Agencija RS za okolje – Urad za meteorologijo, 2002. Preprava: Zvezdana Jelenič

postajajo ekstremni vremenski in podnebni dogodki vse pogostejši.

Padavine se razlikujejo glede na značilnosti pokrajine. Zato je treba pri dimenzioniranju upoštevati lokalne podatke o padavinah in lokalne predpise. Seveda nam je tuja zakonodaja v pomoč pri dimenzioniranju, vendar le, če jo smiselno prilagodimo našim potrebam. V Sloveniji računamo s petminutnimi padavinami s povratno dobo dveh let oz. minimalno intenzivnost padavin 300 l/(s ha), za dimenzioniranje varnostnih prelivov pa upoštevamo stoletne nalive.

### Količina in intenzivnost padavin

Zanimivo je, da povprečna letna količina padavin<sup>2</sup> in intenzivnost padavin<sup>3</sup> nista medsebojno povezani. Največja dvoletna in stoletna intenzivnost padavin sta doseženi v Novi Gorici in Portorožu, tam pa je letna količina padavin povprečna ali celo podpovprečna (slika 2).

Dimenzioniranje strešnega odvoda je načeloma enostavno: ob upoštevanju intenzivnosti padavin, površine strehe in faktorja zadrževanja odtekanja se določi količina odtoka. Odtok padavinskih vod je določen z enačbo:


$$Q = r \cdot A \cdot C$$

pri čemer je:

$Q$  = odtok padavinske vode, l/s

$r$  = intenzivnost padavin, l/(s m<sup>2</sup>)

**Slika 3**  
Prikaz povratnih dob za ekstremne padavine za ombrografsko postajo Nova Gorica

  
**POVRATNE DOBE ZA EKSTREMNE PADAVINE**

Postaja: NOVA GORICA  
Obdobje: 1970 - 1991, 1999 - 2001

Količina padavin (l/(s ha))

trajanje padavin	POVRATNA DOBA							
	1 leto	2 leti	5 let	10 let	25 let	50 let	100 let	250 let
5 min	37	369	557	681	838	955	1070	1223
10 min	35	287	410	491	594	670	746	845
15 min	30	236	336	403	487	549	611	692
20 min	30	204	290	348	420	474	527	598
30 min	26	165	245	298	364	414	463	528
45 min	18	131	200	245	302	345	387	442
60 min	17	109	171	212	263	302	340	389
90 min	15	81	128	158	197	225	254	291
120 min	15	66	103	128	159	182	205	235
180 min	14	50	84	106	134	154	175	202
240 min	13	42	74	96	123	143	163	189
300 min	12	36	66	85	110	128	147	171
360 min	12	31	58	75	97	113	130	151
540 min	10	24	42	54	69	80	91	106
720 min	8	20	35	45	57	67	76	88
900 min	7	17	30	38	49	57	65	75
1080 min	6	15	26	33	43	49	56	65
1440 min	5	12	20	26	33	38	43	50

$A =$  površina strehe,  $m^2$

$C =$  odtočni količnik je 1, če ni drugače predpisano.

**PA JE RES TAKO ENOSTAVNO?**

**Intenzivnost padavin**

Najpomembnejši je podatek o intenzivnosti padavin. ARSO4 predstavlja na svoji spletni strani povratne dobe za ekstremne padavine po Gumbelovi metodi. Kot vhodne podatke so uporabili večletne nize meritev padavin z ombrografi. Osnovni podatki so petminutne padavine. V Sloveniji je 63 postaj, za katere obstajajo dovolj dobri podatki o padavinah. Povratna doba T dogodka je povprečni interval časa, znotraj katerega je vrednost tega dogodka dosežena ali presežena enkrat. Za povratno dobo 10 let se ustrezna višina padavin v nalivu z izbranim trajanjem pojavi v povprečju enkrat vsakih 10 let. Pomembno je poudariti besedo 'povprečno', saj se dogodki ne pojavljajo vsakih 10 let v kronološkem smislu, ampak pričakujemo, da se bo dogodek pojavil 10-krat v 100 letih, ali v povprečju vsakih 10 let. Pri interpretaciji izračunanih vrednosti moramo upoštevati obdobje meritev; čim daljše je to obdobje, tem boljše so ocene za daljše povratne dobe. Povratne dobe za ekstremne padavine dajo osnovni podatek o intenzivnosti padavin na izbrani lokaciji (slika 3).

Evropska zakonodaja ni enotna, kar zadeva računanje odvoda padavinskih vod. Tako ima tudi standard EN 12056, ki je veljaven v večini evropskih držav, priloženih še nekaj nacionalnih strani. Del tega standarda (z oznako SIST EN 12056-3 TEŽNOSTNI KANALIZACIJSKI SISTEMI V STAVBAH in prevedeno naslovnico) je pri nas obvezno uporabljati. Kljub obvezni uporabi zakonodajalec ni čutil potrebe, da ga prevede v slovenščino, kar je obsojanja vredno!

Razlike med predpisi večine evropskih držav so velike, čeprav slonijo na istem krovnem standardu. Že pristop do vhodnih podatkov za izračun odvodov padavinske vode s streh ni enoten. Pri nas je osnova za projektiranje petminutni naliv s povratno dobo 2 leti, ponekod je osnova enominutni naliv s povratno dobo 2 leti, zasledil sem tudi petminutni naliv s povratno dobo pet let, za večje strehe se ponekod uporablja petminutni naliv s povratno dobo 20 let ... Zaradi tako različnih vhodnih osnovnih podatkov se razlikujejo tudi drugi podatki: faktor odvoda vode, izračunavanje varnostnega faktorja ... Zaradi pomanjkanja nacionalnih predpisov se projektanti naslanjajo na tuje predpise, kar v načelu ni

**Slika 4**  
Petminutne dvoletne padavine

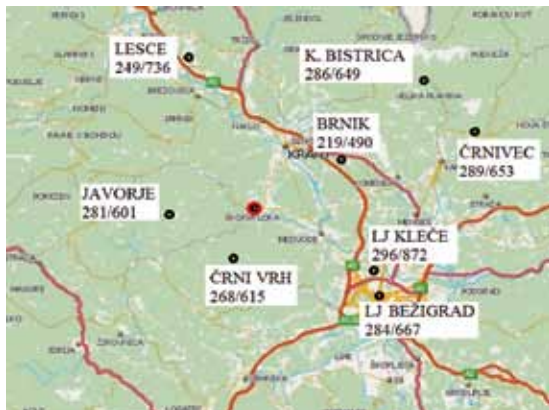


**Slika 5**  
Petminutne stoletne padavine



**Slika 6**

*Kljub gosti mreži opazovalnic je ta mreža še preredka. kateri podatek je primeren za Škofjo Loko? Ljubljana Bežigrad, ki ima podatke že od leta 1948 dalje? Brnik, kjer je naše največje letališče in so morda zato podatki najbolj skrbno zbrani? Črni vrh nad Polhovim Gradcem, ki je najbližji?*



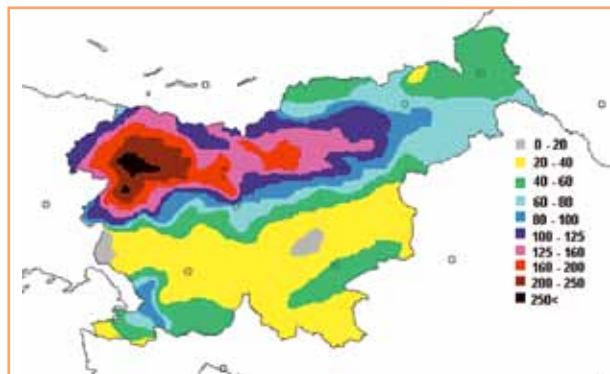
nič narobe, v praksi pa se zasledi velika odstopanja pri posameznih izračunih. Tudi na tem področju je treba sprejeti podrobnejšo nacionalno zakonodajo, sedaj prelaga zakonodajalec vso odgovornost na projektanta. Ali je to v redu?

Relief Slovenije je precej razgiban, zato so potrebne meteorološke merilne postaje na različnih lokacijah, da kažejo lokalne razmere. Zbrani podatki se v večini primerov ne nanašajo na lokacijo, ki je za investitorja zanimiva (slika 6). Po izjavah predstavnikov ARSO se lokalne padavine razlikujejo že v stometrskih pasovih. ARSO tudi opozarja na možnost povečanja pogostosti in intenzitete ekstremnih dogodkov, podnebne spremembe bodo verjetno povzročile pogostejše močnejše nalive.

V juliju 2009 je bilo v Škofji Loki nekaj zelo močnih neviht. ARSO5 poroča o dveh dogodkih: »Dne 7. julija 2009 so med 14.00 in 17.00 h območje Škofje Loke prešle močne nevihte, spremljane z intenzivnimi padavinami. Na merilni postaji Suha, ki jo je ta nevihta tudi prešla, je bila intenziteta 5 min naliva 257 l/(s ha), 10 min pa 242 l/(s ha), kar predstavlja povratno dobo 3,4 leta.

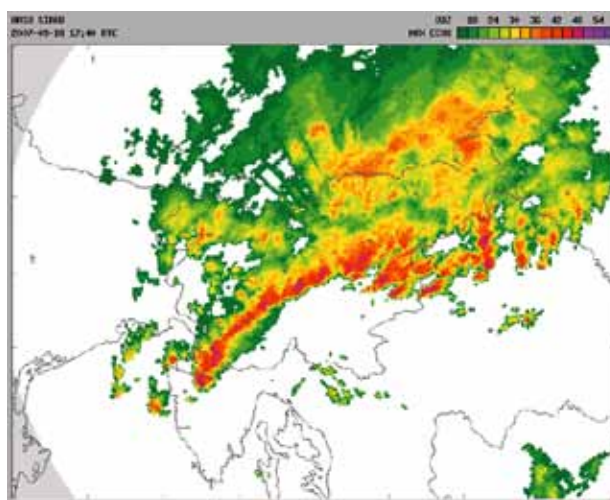
Dne 18. julija 2009 pa je med 7.30 in 8.00 h močan nevihtni oblak od jugozahoda prešel območje Škofje Loke. Na merilni postaji Dvor pri Polhovem Gradcu, od koder je ta nevihta prišla, je bila intenziteta 5 min naliva 370 l/(s ha). Ta vrednost predstavlja povratno dobo 4 leta, kar pomeni, da se tako močan naliv pojavi v povprečju vsake 4 leta.« Mnogo huje je bilo dve leti prej v neposredni bližini. Katastrofa v Železnikih nas je opomnila, da nas lahko neurje s katastrofalnimi posledicami vsak hip preseneti (slika 7).

Ob projektiranju odvoda s stavb moramo poleg pričakovanih dogodkov upoštevati tudi izjemne dogodke tako, da bo morebitna škoda čim manjša. ■



**Slika 7**

*Prikaz količine padavin po Sloveniji6 (avtor: Stog) v torek, 18. septembra 2007, ko je Slovenija zaznamovala katastrofa v železnikih*

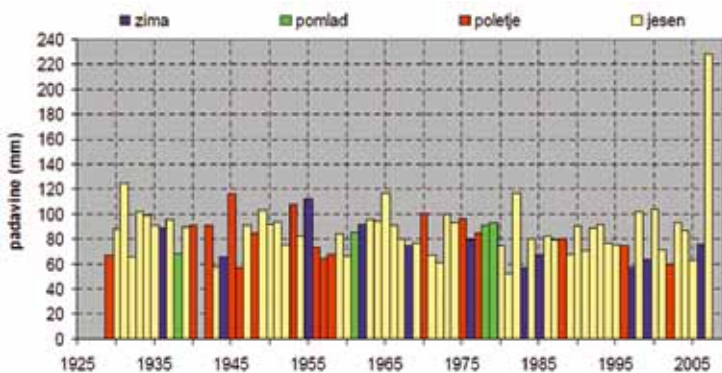


**Slika 8**

*Radarska slika padavin nad Slovenijo 18. septembra 2007 ob 19.40 h po lokalnem času7*

**Slika 9**

*Časovni potek največjih dnevnih padavin po letih na meteorološki postaji Davča. Dnevni ekstrem se največkrat pojavi jeseni, najredkeje pa spomladi. Leto 2007 glede na ostale zelo močno izstopa8*



**Literatura:**

Matjaž Valenčič, Nova generacija podtalnega odvoda padavinskih vod, EGES 4/2011, str. 58-61.  
Matjaž Valenčič, Zadrževanje in ponikanje padavinskih vod, EGES 1/2010 str. 30-36.

**Viri:**

- <http://sl.wikipedia.org/wiki/Arhitektura>
- <http://www.arslo.gov.si/cd/klima1/Zaslon/PDF%20Zaslon/60-Karte.pdf>
- Povratne dobe za ekstremne padavine 2004, Agencija Republike Slovenije za okolje
- [http://meteo.arslo.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by\\_variable/precip-return-periods\\_2008.pdf](http://meteo.arslo.gov.si/uploads/probase/www/climate/table/sl/by_variable/precip-return-periods_2008.pdf)
- Agencija RS za okolje, Štev.: 35900 – xxx / 2009 – 2; 22.7.2009
- <http://ciklon.si/forum/index.php?topic=52.0>
- [http://meteo.arslo.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather\\_events/padavine\\_18sep07.pdf](http://meteo.arslo.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/padavine_18sep07.pdf)
- [http://meteo.arslo.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather\\_events/padavine\\_18sep07.pdf](http://meteo.arslo.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/padavine_18sep07.pdf)