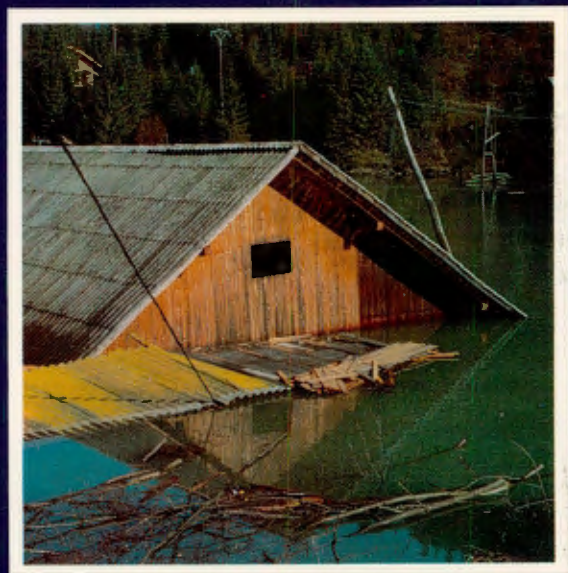


POPLAVE V SLOVENIJI



LJUBLJANA 1992

POPLAVE V SLOVENIJI



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OBRAMBO

REPUBLIŠKA UPRAVA ZA
ZAŠČITO IN REŠEVANJE

IN

CENTER ZA MULTIDISCIPLINARNO
PROUČEVANJE NARAVNIH NESREČ
GEOGRAFSKEGA INŠTITUTA
ANTONA MELIKA, ZRC SAZU

LJUBLJANA 1992

Pripravljalni odbor posveta:

mag. MILAN OROŽEN ADAMIČ, ZRC SAZU, Geografski inštitut Antona Melika,
ZORICA BUKINAC, Ministrstvo za obrambo, Republiška uprava za zaščito
in reševanje,

mag. ROK FAZARINC, Vodnogospodarski inštitut,

ALEŠ HORVAT, Podjetje za urejanje hudournikov,

mag. MARJAN MALEŠIČ, FDV, Katedra za obramboslovje,

dr. MARKO POLIČ, Filozofska fakulteta, Oddelek za psihologijo,

mag. PRIMOŽ MAROLT, Ministrstvo za obrambo, Republiška uprava za zaščito
in reševanje,

dr. FRANCI STEINMAN, Fakulteta za arhitekturo gradbeništvo in geodezijo,

KAROL ŠKERJANC, Hidrometeorološki zavod Slovenije,

BRANKO SKUTNIK, NIVO, Celje

Lektorirala:

Ksenja Kosem

Zbornik je uredil:

mag. Milan Orožen Adamič

Izvedba:

DOMUS

Digitalna različica (pdf) je pod pogoji licence CC BY-NC-ND 4.0 prosto dostopna:
<https://doi.org/10.3986/8677590641>.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji

Narodna in univerzitetna knjižnica; Ljubljana

556.166(497.12)(063)(082)

502.58(497.12) :556.166(063)(082)

627.51(497.12)(063)(082)

Poplave v Sloveniji / (uredil Milan Orožen Adamič). - Ljubljana
: Republika Slovenija, Ministrstvo za obrambo, Republiška uprava za
zaščito in reševanje : Center za multidisciplinarno proučevanje naravnih
nesreč Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU, 1992

1. Orožen Adamič, Milan
32562176

KAZALO

STANJE

Milan Orožen Adamič:	
Pregled večjih poplav v Sloveniji in škoda, ki jo povzročajo	7
Drago Perko:	
Poplave kot sestavina splošne ogroženosti Slovenije zaradi naravnih nesreč	11
Milan Natek:	
Nekateri vidiki poplavnega sveta v geografski luči	21
Marko Polič:	
Psihološki vidiki poplav v Sloveniji	31

NARAVNE DANOSTI

Lučka Kajfež-Bogataj:	
Klimatske spremembe in vremenske ujme v Sloveniji	37
Boris Kompare, Franci Steinman:	
Verjetne maksimalne padavine za Slovenijo	45
Ivan Gams:	
Tektonska pogojenost večjih poplavnih območij v Sloveniji in v bivši Jugoslaviji	59
Andrej Kranjc:	
Poplave na krasu - ravnotežje med tehniko in naravo	69
Mladen Ajdič:	
Obdelava poplavnih površin z računalnikom	73

DINAMIKA PROCESOV

Janez Šeme:	
Visoke vode na hudourniškem območju Zgornje Drave s poudarkom na zadnjem desetletju	77
Marko Breznik:	
Povečanje poplavnih pretokov zaradi regulacij ob gradnji rečnih pregrad elektrarn (članek je bil objavljen v Ujmi 6)	
Aleš Horvat:	
Problematika obilnega prenosa plavin ob hudourniških izbruhih	81
Aleš Klabus:	
Bistričica - primerjava hudourniškega izbruha leta 1933 z izbruhom leta 1990	89
Marina Pintar:	
Poplave kot ekološka kategorija	99

RABA PROSTORA

Miha Kos:	
Posegi v prostor in poplave	101
Janez M. Čepļjak:	
Poplave v kmetijstvu in gozdarstvu	107

Ava Rus:	
Vpliv urejanja kmetijskih zemljišč na spremembo vodnega režima	113
Ana Vovk:	
Lastnosti prsti in njihova raba v odvisnosti od poplav	117
Anton Tajnšek:	
Proizvodna usmeritev kmetijskih rastlin za poplavna območja	123
Boris Kompare, Franci Steinman:	
Humano in ekološko urejanje urbane odvodnje	125

RAZMERE V POSAMEZNI POVODJIH

Bogdan Lalič:	
Prikaz hidrološke situacije ob poplavi novembra 1990	145
Matija Marinček:	
Vzroki poplave v Celju 1. novembra 1990	155
Darko Burja, Darko Anzeljc:	
Klimatološke in hidrološke razmere na povodju Savinje	163
Rok Fazarinc:	
Ureditev Savinje v območju naselij Zgornje Savinjske doline	167
Aleš Horvat s sod.:	
Reševanje plazov Lučnica in Raduha v Zgornji Savinjski dolini	
Karel Natek:	
Geoekološke značilnosti in grožnje prihodnjih katastrof v porečju Savinje	171
Marjeta Saje, Matija Marinček:	
Novi pristopi pri analizi odtočnega režima visokih vod Savinje	175
Marija Renčelj:	
Zmanjšanje nevarnosti poplav v Škofji Loki na sotočju Selške in Poljanske Sore	181
Andrej Mihevc:	
Poplave Logarščice in Hotenjke kot primer poplav na krasu	185
Igor Žiberna:	
Poplave ob močne deževju novembra 1991 v severovzhodni Sloveniji	193
Franci Avšič:	
Ocena poplavne ogroženosti vodotokov na povodju Drave	199
Smiljan Juvan:	
Možnosti zadrževanja visokih vod v obstoječih in predvidenih retenzijah na povodju Pesnice in Dravinje	205

KAKO NAPREJ?

Mitja Brilly:	
Alternativni ukrepi pri obrambi pred poplavami	211
Franci Steinman:	
Dolgoročne usmeritve pri varovanju pred vodo	223

POPLAVE V SLOVENIJI

V letu 1990 nam je v Sloveniji poplava izjemnih razsežnosti odnesla skoraj 20 % družbenega proizvoda. To je bila ena največjih naravnih nesreč pri nas v tem stoletju. Poplava in njene posledice so bile predmet več raziskav, ekspertiz, posvetov in sanacijskih projektov. Čas je, da sklenemo tovrstna prizadevanja v celovito obravnavo problema.

Namen posveta (Poljče, 22. aprila 1992) je bil omogočiti poglobljeno razpravo vseh zainteresiranih posameznikov in inštitucij, ki se ukvarjajo s poplavami, in se tako približati k celoviti, multidisciplinarni obravnavi problema. V središče pozornosti bi radi postavili predvsem proces sanacije in varstva pred poplavami.

PREGLED POPLAV V SLOVENIJI

Slovenija je dežela velike pokrajinske pestrosti, dežela na razpotju nekaterih poglavitnih evropskih makrogeografskih enot: Alp, Mediterana, Panonske kotline, kraškega sveta, na poti med zahodom in vzhodom, severom in jugom. Zato se srečuje s precejšnjo pestrostjo različnih naravnih pojavov, široko paleto naravnih nesreč in ogroženosti ter zato tudi z zelo pestro naravo poplav. Poplave lahko strnemo v naslednje poglavitne tipe: "nižinske" polave, hudourniške poplave, poplave na kraških poljih in poplave morja. Najpogosteje imamo ob večjih naravnih nesrečah - poplavah opravka s kombinacijami osnovnih tipov poplav oziroma značilnosti. Tudi ob zadnji poplavi lahko govorimo o kombinaciji hudourniških in nižinskih poplav.

Ločiti moramo običajne ali redne poplave, ki jih ne moremo šteti med naravne nesreče, saj se pojavljajo običajno vsako leto in se je nanje lažje pripraviti, se zaščiti, in velike, katastrofalne poplave.

Poplav ni mogoče razlagati le z razmerami v kotlini ali ob posmeznem primeru, temveč moramo upoštevati širok spekter najrazličnejših dejavnikov v širšem zaledju.

Za Slovenijo je značilno, da v naravnih nesrečah izgubi življenje le malo ljudi, zato pa je toliko večja materialna škoda.

Po izpiskih iz najrazličnejših časopisov od leta 1870 do 1990 (kar ni vedno zanesljiv podatek) je na današnjem ozemlju Slovenije v naravnih nesrečah izgubilo življenje okrog 500 ljudi, kar pomeni povprečno 4,2 vsako leto. Številka je v primerjavi z razmerami v zadnjih letih (2,4 smrtnih žrtev na leto v naravnih nesrečah) razmeroma visoka. Če pa jo primerjamo s številom mrtvih v prometnih nesrečah, je to zelo majhna številka.

Poplave ogrožajo na Slovenskem čez 300 000 ha površja. Od tega odpade daleč največji del na ozka dolinska dna vzdolž hudourniških grap (237 000 ha) ter na okrog 30 obsežnih poplavnih območij v razširjenih delih dolin, ob morju in na kraških poljih (70 403 ha). Povzročajo jih siloviti nalivi, pogosto pa tudi hitro taljenje snega. Pomembne so tudi orografske razmere, predvsem prevlada močno razčlenjenega hribovitega sveta in obilica vododržnih hribin, ki pospešujejo velik in hiter odtok vode v doline in kotline. Tu silovito narasli potoki in reke prestopajo struge in poplavlajo. Nekoliko drugačna so le obsežna kraška območja, ki v glavnem blažijo hiter

pretok vode. Zato nastajajo ob rekah, tekočih na kras, obsežna poplavna območja, pri tistih na krasu ali pa onih, ki teko z njega, pa poplave kasnije in trajajo dalj časa.

Pri razvoju današnjih poplav ter ustreznega poplavnega sveta je odigral pomembno vlogo tudi človek. Ta je s krčenjem skoraj polovice gozdov, z obdelavo tal, z izgradnjo 5977 manjših ter večjih naselij, s številnimi samotnimi kmetijami (na 55 487 ha površine), z letališči ter gosto cestno in železniško mrežo (na okrog 12 487,4 ha površine) močno spremenil vodne pa tudi poplavne razmere. Predvsem se je s tem močno povečal in pospešil odtok padavinske vode, okrepili pa sta se tudi erozija prsti in linearna erozija. Zaradi tega je prišlo predvsem v zgornjih delih hudourniških grap in dolin do močne poglobitve strug in do nastanka številnih novih žlebov, ki razčlenjujejo pobočja. O eroziji pričajo tudi številni globoko zajedeni, opuščeni in tudi še aktivni kolovozi in tudi številne močno razjedene ceste, ki se ob nalivih spremene v prave hudournike. S temi pojavi so povezani tudi številni plazovi in usadi, ki še pospešujejo razčlenjevanje pobočij in odnašanje velikanskih količin najrazličnejšega gradiva v doline. V spodnjih delih dolin prihaja zaradi tega do nasipanja, pri čemer so se odložile tudi do 10 m debele plasti najrazličnejših sedimentov. Zaradi tolikšnega nasipanja in s tem dviganja dna dolin ter močnega širjenja poplavnega sveta so začele poplave nevarno ogroziti številna naselja, ki ob svojem nastanku poplav skoraj niso poznala. Videti je, da bo mogoče prav s tem nasipanjem posrečeno razložiti tolikšno število po poplavah ogroženih naselij na Slovenskem, med katerimi so morali poplavam najbolj izpostavljene celo opustiti. K dviganju dna dolin in razširitvi poplavnega sveta so veliko prispevali tudi nasipi za številne ceste in železnice, ki prečkajo poplavni svet, pa tudi pretesni propusti z mostovi ter številni jezovi, za katerimi se poplavna voda dalje zaustavlja in zato kar tam odlaga s seboj prinešeno gradivo.

Spremembe pa na poplavnem svetu je prineslo tudi hitro propadanje mlinov in žag ter ustreznih jezov po zadnji svetovni vojni (predvsem v letih 1945-1955). V tem času je propadlo več tisoč teh obratov, z njimi pa tudi številni jezovi, ki so stoletja blažili hiter odtok naraslih voda iz zgornjih delov dolin navzdol. Hudourniški značaj rek in potokov stopnjujejo tudi številne lokalne regulacije ter umetni nasipi, ki pospešujejo hiter odtok vode. Z njimi so sicer zaščitili nekatera naselja, industrijske objekte, pa tudi ceste in mostove, vendar so se prav zaradi njih ob rekah navzdol učinki poplav še povečali. O tem priča zruvano drevje ob potokih in rekah in številne opuščene njive, ki so pred temi posegi desetletja kljubovali poplavam. Na mnogih poplavnih območjih so se spremenili tudi sedimenti, ki so v nasprotju s starejšimi ilovnatimi čedalje bolj grobopeščeni.

Ogroženost poplavnega sveta se kaže tudi v njegovi izrabi. Tam, kjer so poplave reden pojav, tudi danes naletimo na travnike, pašnike in loge, ki so, tako kaže, še vedno najgospodarnejša oblika izrabe tal v takšnih razmerah. O tem pričajo tudi številni ponesrečeni poskusi spreminjanja poplavnih travnikov v njive. Zgodovinsko dokumentirani pa so tudi najrazličnejši poskusi poselitve poplavnega sveta, ki so se predvsem ob burnejših rekah pogosto prav tragično končali.

Na to opozarjamo še posebej zato, ker se s sodobnimi radikalnimi tehničnimi posegi tradicionalna izraba poplavnega sveta hitro in pogosto neustrezno spreminja. Nekdanje travnike in pašnike marsikje zorjejo v njive, v teh območjih pa se širijo tudi naselja s stanovanjskimi četrtmi in industrijskimi objekti, pa železniške proge, ceste in mostovi, ki s svojimi nasipi povodenjsko vodo celo zadržujejo in s tem nevarnost katastrof še povečujejo. Pri tem se pogosto docela pozablja, da so poplavna najnižja dolinska dna dejansko struge visokih voda, prav tako pa tudi

Preglednica 1: Poplavna območja v Sloveniji.

Poplavni svet	Območja rednih vsakoletnih poplav (v ha)	Območja, ki pridejo pod vodo le ob katastrofalnih poplavih (v ha)	Obseg poplavnega sveta (v ha)
Ljubljansko barje	2.353,10	5.681,10	8.034,20
Dravinja	3.511,00	3.043,00	6.554,00
Krka	5.167,00	1.012,20	6.179,20
Spodnja Savinjska dolina	3.157,90	1.130,90	4.288,80
Sava - med Krškimi in Bregano	2.210,20	1.244,50	3.454,70
Sotla	2.692,70	558,50	3.251,20
Cerkniško polje	-	-	2.600,00
Kolpa	659,00	1.387,00	2.046,00
Pšata	614,20	898,80	1.513,00
Pivka	-	-	1.151,80
Planinsko polje	-	-	1.100,80
Rižana in Badaševica	-	-	1.077,00
Kočevsko - Ribniško polje	305,00	733,00	1.038,00
Mirna na Dolenjskem	787,90	188,90	976,80
Dragonja in Dmca	-	-	900,00
Hudinja	370,00	393,00	763,00
Mislinja	63,30	685,30	748,60
Dobrepolje z Rašico	134,40	490,00	624,40
Bloke	331,80	258,40	590,20
Poljanščica	-	-	590,00
Grosupeljsko - Radensko polje	84,50	425,20	509,70
Ostala poplavna območja	-	-	28.233,00
Slovenija	22442,00	18129,00	47991,40

opažanja, da se s pretiranim utesnjevanjem poplavnih voda s pozidavo ter najrazličnejšimi drugimi umetnimi posegi še stopnjuje njihova rušilna moč. O tem smo se lahko prepričali na številnih krajih, še posebej pa ob povodnji leta 1954 in tudi leta 1990 v Celju; slednja je prav zaradi neupoštevanja teh naravnih zakonitosti in precenjevanja moči tehnike pripeljala do tolikšne katastrofe.

V Sloveniji umre v naravnih nesrečah največ ljudi v snežnih plazovih - 37 %, na drugem mestu so žrtve v potresih - 30 %, sledijo žrtve strele - 13 %, poplav - 12 %, neurij - 6 % in v drugih naravnih nesreč - 2 %. V poplavih je bilo žrtve v maju 32 %, v septembru 66 % in v novembru 2 %. Iz tega sledi, da so jesenske poplave v Sloveniji nevarnejše od pomladanskih.

Današnja mreža naselij izvira predvsem iz srednjega veka, torej iz časa, ko je bilo kmetijstvo glavna gospodarska dejavnost pokrajine, prebivalstvo pa še zelo navezano na naravne razmere v njej. Največj naselij je razmeščenih vzdolž meje med ravnino in gričevjem in mejo med gričevjem in hribovjem, na ravnini pa je najpomembnejša meja med poplavnim in nepoplavnim svetom. Od 150 ravninskih naselij (v Krški kotlini) jih kar 66 (44 %) leži na meji običajnih poplav, še dodatnih 44 pa na meji visokih oziroma največjih poplav. To pomeni, da je za razmestitev skoraj dveh tretjin naselij imela odločilno vlogo prav meja poplavnega sveta, ali pa drugače: osnovna stara mreža naselij je prilagojena na poplave. Taka razmestitev je po eni strani smiselna, saj se na ta račun obvaruje površine z ugodno prstjo, po drugi strani pa so naselja stalno izpostavljena nevarnostim poplav. Ob običajnih poplavah zalije voda res samo manjše dele naselij, včasih le po nekaj hiš ali gospodarskih poslopij, ali pa sploh ničesar. Ob velikih ali katastrofalnih poplavah so ogrožena vsa naselja ob meji poplavnega sveta.

Na ogroženost naselij se navezuje ogroženost prebivalcev, ki živijo v njih. Leta 1869 je v naseljih z naklonskim razredom med 0 in 10 živelo 14,4 % ljudi, leta 1981 28,1 %. Po izračunu gibanja v obdobju 1961 - 1981 bi leta 2001 v teh naseljih živelo 35,7 % prebivalcev Slovenije. Gostota prebivalstva v tem naklonskem razredu naselij se je povečala s 86 (1869) na 280 (1981), ob nadaljevanju omenjenega razvoja (1961 - 1981) bi bila leta 2001 gostota 517. Ali drugače: indeks rasti prebivalstva v naseljih z nakloni med 0 in 10 v obdobju 1880-1981 je kar 265.

Leta 1981 živelo na območju običajnih poplav okrog 132 000 oziroma 7 % prebivalcev Slovenije. V območju velikih poplav prebiva, to je ima svoja zemljišča, produkcijska sredstva in drugo, dobra četrtnina oziroma 480 000 ljudi. Če se bo število prebivalcev na teh površinah večalo podobno kot med leti 1961 in 1981, lahko pričakujemo, da bo na začetku novega tisočletja živela na meji običajnih poplav več kot tretjina prebivalstva.

Nedvomno smo postali za posledice naravnih nesreč zadnje čase bolj ranljivi. Zakaj? Vzrokov je cela vrsta. V predindustrijski dobi so se naselja izogibala poplavnega sveta. Ljubljansko barje in njegovo obrobje so začeli intenzivneje poseljevati šele sredi prejšnjega stoletja. Nekmetijske dejavnosti so skoncentrirale prebivalstvo v dolinah in danes na približno eni šestini ozemlja Slovenije prebiva dobre tri četrtine našega prebivalstva. Zato se je ranljivost ravninskega sveta bistveno povečala. To je osnovni razlog za ugotovitev, da moramo po potencialni nevarnosti šteti poplave za izjemno nevarnost, takoj za potresi.

Arhiv, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Ljubljana.

Poplavna področja v Sloveniji, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Ljubljana.

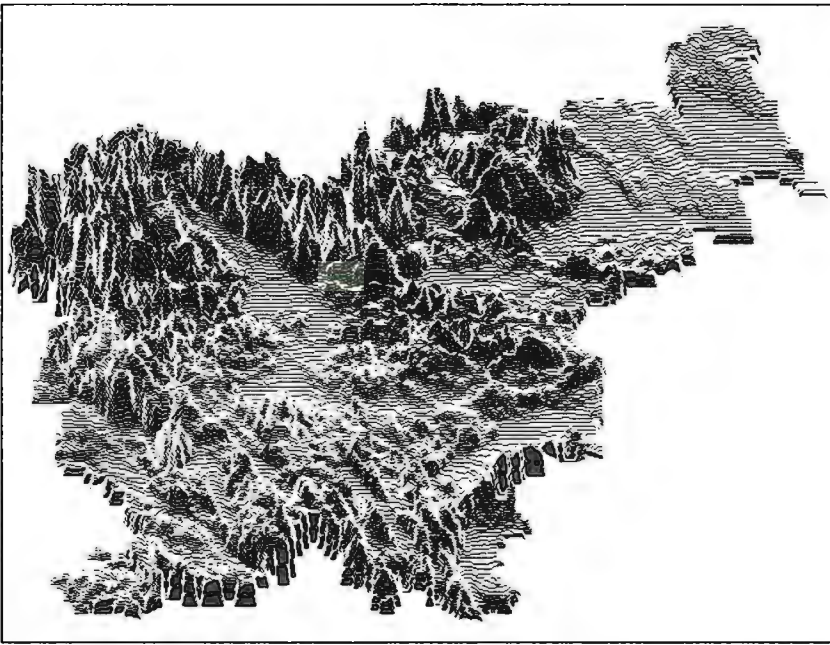
POPLAVE KOT SESTAVINA SPLOŠNE OGROŽENOSTI SLOVENIJE ZARADI NARAVNIH NESREČ

Naravne nesreče, ki se pojavljajo pogosto in povzročajo veliko škode, so lahko pomembna ovira za razvoj neke pokrajine ali, povedano drugače: pri smotrnem pokrajinskem načrtovanju moramo naravne nesreče upoštevati kot enakovredno prvino. Pri tem nas lahko zanima le ogroženost glede na eno vrsto naravnih nesreč, lahko pa skupna, kompleksna ogroženost glede na več vrst naravnih nesreč hkrati. Ker poplave uvrščamo med najpogostejše naravne nesreče pri nas in imajo pomembne učinke na pokrajino in njene prebivalce, jim moramo posvetiti nadpovprečno pozornost pri raziskovanju ogroženosti slovenskih pokrajin. Članek prikazuje primer ugotavljanja skupne ogroženosti Slovenije na osnovi treh vrst naravnih nesreč: potresov, usadov in seveda poplav.

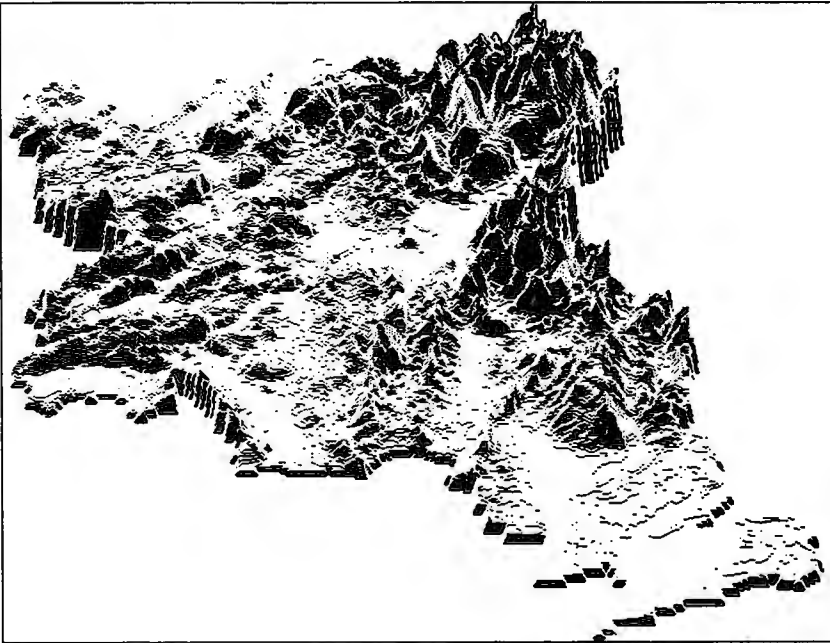
NAČIN DELA

Na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU smo ob pomoči geografskega informacijskega sistema začeli razvijati metodologijo ugotavljanja splošne ogroženosti Slovenije zaradi naravnih nesreč, ki omogoča hkratno upoštevanje več vrst naravnih nesreč, in to ločeno za posamezne gospodarske panoge (npr. poljedelstvo), za prebivalstvo, naselja in podobno. Lahko torej izbiramo med subjektom (naravne nesreče) in objektom (sestavine pokrajine) ogroženosti.

Za vsako vrsto naravnih nesreč je treba izdelati poseben sloj (layer, plast, zemljevid) v okviru geografskega informacijskega sistema (običajno ob pomoči digitalizacije obstoječih ali novih zemljevidov), ki vsebuje najrazličnejše značilnosti naravne nesreče (prostorski obseg, trajanje, pogostost pojavljanja, škoda in podobno). Če imamo za neko vrsto naravnih nesreč na razpolago večje število podatkov, lahko zanjo oblikujemo tudi več slojev.



Slika 1: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled z juga, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).



Slika 2: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled z vzhoda, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).

Ker imamo na razpolago rastrski geografski informacijski sistem, je treba vektorske slike slojev preoblikovati v rastrsko sliko, pri čemer vsaka celica rastra dobi svojo vrednost.

Nato vrednosti iz vsakega sloja delimo z največjo vrednostjo tega sloja. Tako absolutne vrednosti spremenimo v relativne vrednosti z intervalom od 0 do 1, kar med drugim omogoča tudi medsebojno primerjanje vseh slojev.

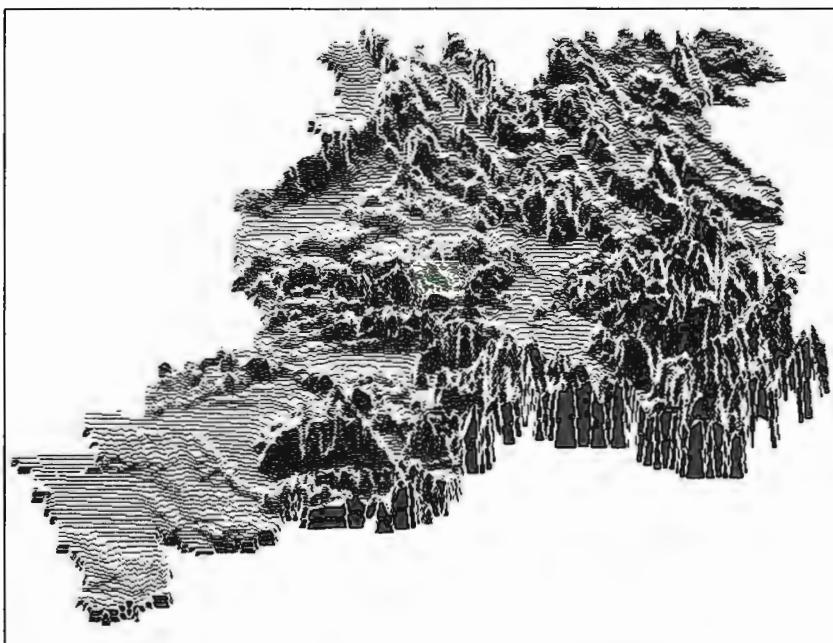
Glede na vrsto naravnih nesreč in glede na objekt ogroženosti lahko vrednosti po potrebi ponderiramo. Če izvedemo različno ponderacijo vrednosti v okviru posameznega sloja (znotraj sloja), damo določenim vrednostim večji ali manjši pomen. Lahko pa izvedemo različno ponderacijo tudi med posameznimi sloji in s tem damo posamezni vrsti naravnih nesreč večji ali manjši pomen. (Tako bi lahko denimo poplavam, ki se pojavljajo bolj pogosto kot usadi in povzročajo sorazmerno večjo škodo, dali ponder 2, kar pomeni, da bi jih pri ugotavljanju ogroženosti upoštevali dvakrat bolj od usadov. Prav tako bi lahko štirim potresnim stopnjam z enakomerno naraščajočimi vrednostmi namesto vrednosti 1 za 6. stopnjo, 2 za 7. stopnjo, 3 za 8. stopnjo in 4 za 9. stopnjo dali npr. vrednosti 1, 2, 4 in 7, saj so razlike v posledicah med potresoma 8. in 9. stopnje po MCS lestvici bistveno večje kot med potresoma 6. in 7. stopnje po MCS.)

Zatem prekrijemo vse sloje (v geografiji se to imenuje metoda prekrivanja zemljevidov), seštejemo vrednosti in jih delimo s številom slojev, pri čemer upoštevamo morebitno uporabo ponderjev pri posameznih slojih. Dobljene vrednosti smo imenovali indeksi ogroženosti, ki imajo vrednosti med 0 in 1 in izražajo stopnjo ogroženosti. Najvišjo vrednost 1 imajo območja, ki so v vseh posameznih slojih uvrščena v najvišjo stopnjo ogroženosti.

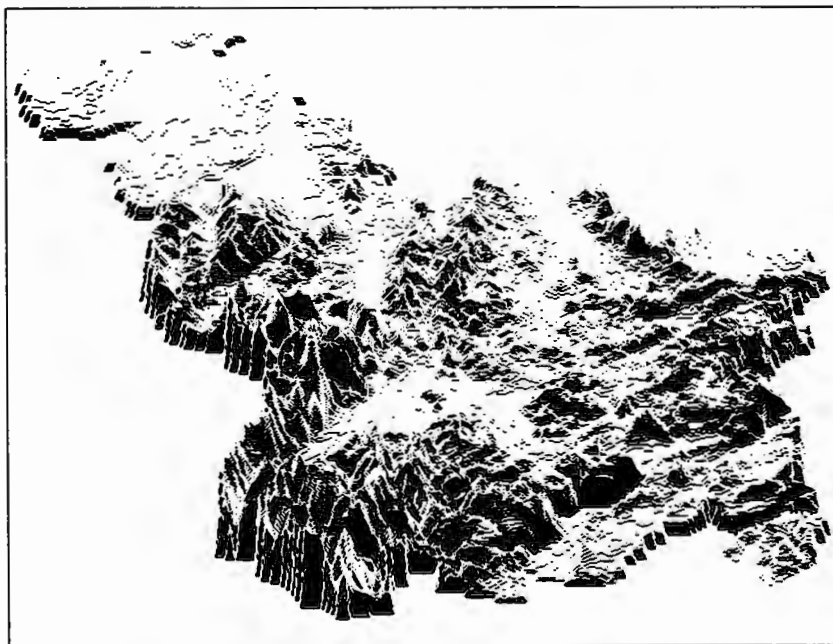
Za boljšo prostorsko predstavitev in lokacijo smo dodali še sloj z digitalnim modelom reliefa (slike 1, 2, 3 in 4), ki omogoča tudi trodimenzionalni prikaz pojavov v pokrajini, na razpolago pa so tudi sloji z administrativnimi mejami (npr. meje občin).

V prispevku prikazujemo najpreprostejši in najbolj razumljiv primer splošnega preizkusa metodologije z majhnim razponom vrednosti na posameznih slojih za območje celotne Slovenije, saj smo enakovredno (brez ponderjev) upoštevali vse vrste naravnih nesreč (ne glede na pogostost pojavljanja, njihove posledice v pokrajini, gmotno škodo, žrtve in podobno) in izenačili razlike med naraščanjem vrednosti v okviru enega sloja in med sloji.

Izbrali smo tri vrste naravnih nesreč: potrese, poplave in usade. Z zemljevidi, literaturo in lastnimi raziskovanji smo oblikovali tri sloje. Prvi sloj predstavlja ogroženost zaradi potresov. Določili smo štiri stopnje ogroženosti, ki se skladajo s stopnjami MCS potresne lestvice in jim dodelili vrednosti 1, 2, 3 in 4. V 6. stopnjo po MCS spada 2 468 km² ali dobrih 12 % Slovenije s 7 % prebivalstva leta 1981, v 7. stopnjo 11 457 km² ali 57 % površin z 49 % prebivalstva, v 8. stopnjo 5470 km² ali 27 % površin s 36 % prebivalstva in v 9. stopnjo po MCS 862 km² ali 4 % površin Slovenije z 8 % prebivalstva Slovenije. Drugi sloj pomeni ogroženost zaradi usadov, ki smo jo opredelili na osnovi reliefnih in litoloških (kamninskih) razmer, na katere so navezane tudi prsti in sploh talne razmere. Določili smo tri stopnje ogroženosti: vrednost 0 imajo območja, kjer je nevarnost usadov majhna tako glede na naklon kot glede na kamnine, vrednost 1 območja, kjer je nevarnost usadov zaradi enega od obeh upoštevanih dejavnikov, in vrednost 2 območja, kjer oba dejavnika pospešujeta usade. Tretji sloj prikazuje ogroženost zaradi poplav. Določili smo dve stopnji: poplavni svet z vrednostjo 1 in nepoplavni svet z vrednostjo 0. (Za primer vzemimo Krakovski gozd: leži na območju 8. stopnje po MCS, zato



Slika 3: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled s severa, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).



Slika 4: Digitalni model reliefa 500 m (Slovenija, pogled z zahoda, 89° nad obzorjem, faktor povišanja nadmorskih višin 7,5).



Slika 5: Ogroženost Slovenije na osnovi indeksa ogroženosti z upoštevanjem usadov, poplav in potresov (stopnjevanje od bele proti črni barvi).

ima v prvem sloju vrednost 3, tam ni nevarnosti usadov, zato ima v drugem sloju vrednost 0, ker pa je to poplavno območje, ima v tretjem sloju vrednost 1. Če te tri vrednosti delimo z največjimi vrednostmi posameznih slojev, dobimo za prvi sloj vrednost 0,75 (3 deljeno s 4), za drugega 0,00 (0 deljeno z 2) in za tretjega 1,00 (1 deljeno z 1). Po seštevanju in deljenju s 3, kolikor znaša število slojev, dobimo vrednost 0,58, in to je indeks ogroženosti. Na enak način smo dobili indekse ogroženosti za celo Slovenijo.)

Nato smo dodali še sloj z občinskimi mejami in z njim prekrili vse tri sloje ogroženosti. Za vsako občino smo določili povprečen indeks ogroženosti. Indekse ogroženosti smo uvrstili v deset razredov s širino 0,1 in jih poimenovali stopnje ogroženosti. V prvem razredu so indeksi z vrednostjo od 0 do 0,0999, v drugem indeksi z vrednostjo od 0,1 do 0,1999 in tako naprej do desetega razreda z indeksi z vrednostjo od 0,9 do 1. Ugotovili smo deleže površin vsake občine v posameznih razredih (stopnjah) in poiskali najbolj in najmanj ogrožene občine.

Kot zadnji sloj smo dodali še naselja s podatki o številu prebivalcev ob popisu leta 1981 (v pripravi so tudi podatki iz popisa leta 1991) in ugotovili razporeditev prebivalstva glede na razrede (stopnje) ogroženosti.

OGROŽENOST POVRŠIN

Od skupne površine Slovenije, ki znaša 20 256 km², spada v najnižjo stopnjo ogroženosti le 50 km² ali 0,3 % površine Slovenije, v drugo pa že skoraj 1200 km² ali slabih 6 % površin. Dobrih 2500 km² ali 12 % površin je v tretji stopnji, največ, to je 6442 km² ali 32 % površin, pa

v četrti stopnji. Skupno je v prvih štirih stopnjah ogroženosti skoraj natančno polovica Slovenije. V peti stopnji je 3657 km² ali 18,1 % površin, v šesti pa 5092 km² ali 25 %. V naslednjih dveh stopnjah je spet precej manj površin: 1236 km² ali 6 % v sedmi in le 103 km² ali niti 1 % v osmi stopnji. Nikjer v Sloveniji indeks ogroženosti ne presega vrednosti 0,8, tako da na ozemlju Slovenije nimamo devete in desete stopnje ogroženosti.

OGROŽENOST NASELIJ

Od dobrih 5900 naselij, kolikor jih uradno beleži statistika, jih je na območju prve stopnje ogroženosti le 15 ali 0,3 %, kar ustreza deležu površin v tej stopnji. Na območju druge stopnje je že 425 ali 7 % vseh naselij, kar je nad deležem površin. V obeh najnižjih stopnjah eno naselje v povprečju obvlada okoli 3 km² površin. Na območju tretje stopnje je 545 ali 9 % naselij s 4 km² ozemlja na eno naselje. Podobna je gostota naselij na območju četrte stopnje, kjer je 1574 ali 26 % naselij, in na območju pete stopnje, kjer je 987 ali 16 % naselij. Največ naselij je v šestem razredu: kar 1934 ali 33 %, to pa pomeni za 30 % več od deleža površin v isti stopnji. Na območju sedme stopnje je le še 422 ali 7 % in na območju osme stopnje celo samo 49 ali slab 1 % naselij. Zanimivo pa je, da je gostota naselij največja prav v osmi stopnji, kjer znaša kar pol naselja na km² ali drugače: na eno naselje prideta le 2 km². Kar 80 % naselij, ki imajo več kot 10 000 prebivalcev, in le 42 % naselij, ki imajo manj kot 100 prebivalcev, leži na območjih tretje in četrte stopnje. Na območjih sedme in osme stopnje ni velikih naselij.

OGROŽENOST PREBIVALSTVA

Na območju prve stopnje ogroženosti je leta 1981 živelo nekaj manj kot 6000 prebivalcev, gostota prebivalstva pa je bila za 28 % večja od povprečja za Slovenijo, ki je znašala 93 ljudi na km². Na območju druge stopnje je bilo dobrih 300 000 prebivalcev, gostota, ki je znašala

Preglednica 1: Razporeditev površin, naselij in prebivalcev Slovenije po posameznih stopnjah ogroženosti.

Stopnja ogroženosti	Površina		Naselja		Prebivalci		Gostota preb./km ²
	km ²	%	štév.	%	štév.	%	
1	50	0,3	15	0,3	5967	0,3	119
2	1163	5,7	425	7,1	302221	16,0	260
3	2513	12,4	545	9,2	396296	21,0	158
4	6442	31,8	1574	26,4	459993	24,3	71
5	3657	18,1	978	16,4	180033	9,5	49
6	5092	25,1	1943	32,7	435293	23,0	85
7	1236	6,1	422	7,1	96070	5,1	78
8	103	0,5	49	0,8	15991	0,8	155
Skupaj	20256	100,0	5951	100,0	1891864	100,0	93

260 ljudi na km², pa je bila celo za 180 % večja od slovenskega povprečja, kar je daleč največ od vseh stopenj. Na območju tretje stopnje, kjer je živelo skoraj 400 000 prebivalcev, je bila gostota nadpovprečna, zato pa v četrti, peti in šesti stopnji podpovprečna. Tako kot na območju četrte, je bilo tudi na območju šeste stopnje dobrih 400 000 prebivalcev. V sedmo stopnjo je spadalo le še 100 000 ali 5 % prebivalcev in v osmo celo samo 16 000 ali 1 % prebivalcev, toda tu je bila gostota za dve tretjini večja od povprečne gostote Slovenije. Skupno je bilo na območjih prve, druge, tretje in četrte stopnje ogroženosti skoraj dve tretjini prebivalstva, na območjih sedme in osme pa skupaj komaj 6 %, kar pa je še vedno pomenilo več kot 100 000 ljudi.

Pokrajinsko gledano so najmanj ogroženi ravninski predeli iznad poplavnega sveta (del Pomurske ravnine, del Celjske kotline), najbolj pa Haloze, Posotelsko, Bizeljsko, Idrijsko in skrajni zahodni del Slovenije. To so torej v glavnem kraji, kjer se pojavljajo usadi in poplave, stopnja ogroženosti pa je zaradi potresov sorazmerno velika (slika 5). To so hkrati tudi območja, ki bi jih bilo potrebno še posebej skrbno raziskati.

OGROŽENOST OBČIN

Glede na povprečni indeks ogroženosti (preglednica 2) je na vrhu razpredelnice občina Šmarje pri Jelšah, sledijo pa občine Laško, Šentjur pri Celju, Pesnica, Idrija in Lenart. To pomeni, da je v občinah, ki so že tako prebivalstveno ogrožene, tudi ogroženost zaradi naravnih nesreč velika. Glede na upošteevane naravne nesreče je najbolj varno živeti v občinah Ribnica, Lendava, Ruše, Radlje ob Dravi, Kočevje, Dravograd in Ljutomer, pri katerih je indeks ogroženosti manjši od 0,3. Povprečni indeks za Slovenijo znaša 0,4079, tako da je 34 občin nad in 29 občin pod slovenskim povprečjem. Občina Šmarje ima za dobro tretjino večji indeks od slovenskega povprečja, občina Ribnica pa za 38 % manjšega. Malo poenostavljeno povedano je življenje v občini Šmarje za tretjino bolj in v Ribnici za tretjino manj navarno od povprečja za Slovenijo, razlika med obema skrajnima občinama pa je za več kot 100 %. Med ljubljanskimi občinami je najbolj ogrožena občina Moste-Polje, najmanj pa Šiška in Bežigrad. To so le povprečne vrednosti za občine, dejansko pa so tudi med območji v isti občini velikokrat precejšnje razlike.

Nobena občina nima več kot polovico svojega ozemlja v sedmi in osmi stopnji, le štiri več kot četrtno. Kar 20 občin nima svojih površin v teh dveh stopnjah. Zanimivo je, da ima največ svojega ozemlja v teh dveh stopnjah občina Piran (30,1 %) in to petkrat več od povprečja Slovenije. Občina Krško, kjer stoji jedrska elektrarna, je glede na povprečni indeks ogroženosti na 22. mestu in glede na površine v 7 in 8 stopnji ogroženosti na 24. mestu, torej nekje v zgornji sredini. Njen indeks je za 11 % večji od slovenskega povprečja, delež v 7. in 8. stopnji pa celo za tretjino pod slovenskim povprečjem. Vendar so povprečni indeksi na območju elektrarne nekoliko višji.

Kazalci kažejo, da bi bilo smiselno bolj natančno raziskati predvsem subpanonske in submediteranske občine. Sam izraz sub pove, da gre za mejne, robne pokrajine, kjer je pokrajinsko ravnovesje bolj labilno in morda imajo prav zato naravne sile v takih pokrajinah še posebno moč, ki se kaže v večji ogroženosti oziroma pogostejšem pojavljanju naravnih nesreč.

Kljub temu, da je predstavljena ocena kompleksne ogroženosti Slovenije zelo groba in poenostavljena, saj zaenkrat še nimamo na voljo kakovostnih zemljevidov, ki bi prikazovali razširjenost, pogostost, posledice in druge značilnosti naravnih nesreč, pa smo na ta način vendarle dobili zanimivo splošno oceno, ki je lahko osnova za nadaljnje delo. Sorazmerno dobre karte obstajajo le za potrese in poplave, usadi so natančneje raziskani le v nekaterih predelih Slovenije, večina ostalih vrst naravnih nesreč pa je slabo obdelana. Za bolj natančno sliko ogroženosti Slovenije bi morali na osnovi obstoječega znanja in novih raziskav izdelati karte za posamezne vrste naravnih nesreč. Na tej osnovi bi lahko z večjim ali manjšim upoštevanjem posameznih vrst naravnih nesreč oblikovali sintetske karte ogroženosti prebivalstva, zgradb, kmetijskih zemljišč, industrijskih objektov in podobno, kot vrh vsega pa kompleksno karto, kjer bi upoštevali vse vrste naravnih nesreč (ali vsaj čim več) skupaj in njihov vpliv na vse ogrožene sestavine in prvine pokrajine, prebivalstva, njegovih dejavnosti in rezultatov teh dejavnosti. Kompleksno oceno ogroženosti je mogoče izdelati za celo Slovenijo, pa tudi za njene najmanjše pokrajine in administrativne enote. Pri tem delu bodo pomembno vlogo igrali geografski informacijski sistemi.

PRIHODNOST

Na Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU bomo opravili digitalizacijo zemljevidov poplav v merilu 1 : 25 000, ki so bili izdelani na podlagi dvajsetletnega terenskega dela (kartiranja) na inštitutu, in digitalizacijo potresnih območij Slovenije ter začeli kartirati zemeljske plazove v Sloveniji. Kot osnovni sloj imamo trenutno za celo Slovenijo vzpostavljena digitalna modela reliefa 1000 m in 500 m ter nanju navezane centroide naselij z bazo podatkov o številu prebivalcev po posameznih popisih, po posameznih območjih pa smo že začeli združevati digitalni model reliefa 100 m in koordinate posameznih hiš (Evidenca hiš) z ustreznimi podatki, ki se navezujejo na hiše. Tako upamo, da bomo v bližnji prihodnosti sposobni vsaj za najbolj pogoste vrste naravnih nesreč izdelati natančnejše zemljevide ogroženosti (predvsem prebivalstva in stavb) tako za večja kot manjša območja Slovenije.

Preglednica 2: Razvrstitev občin Slovenije glede na povprečni indeks ogroženosti.

Občina	Indeks
1. Šmarje pri Jelšah	0,5572
2. Laško	0,5344
3. Šentjur pri Celju	0,5298
4. Pesnica	0,5259
5. Idrija	0,5244
6. Lenart	0,5222
7. Škofja Loka	0,5062
8. Piran	0,5038
9. Izola	0,5019
10. Koper	0,4964
11. Hrastnik	0,4918
12. Ljubljana Moste-Polje	0,4909
13. Brežice	0,4877
14. Tolmin	0,4812
15. Celje	0,4768

Občina	Indeks
16. Sevnica	0,4754
17. Nova Gorica	0,4752
18. Zagorje ob Savi	0,4667
19. Slovenske Konjice	0,4621
20. Litija	0,4613
21. Ajdovščina	0,4574
22. Krško	0,4546
23. Velenje	0,4474
24. Vrhnika	0,4448
25. Logatec	0,4414
26. Domžale	0,4396
27. Radovljica	0,4383
28. Ilirska Bistrica	0,4355
29. Trzin	0,4349
30. Ptuj	0,4272
31. Trbovlje	0,4259
32. Ljubljana Center	0,4208
33. Metlika	0,4141
34. Ljubljana Vič-Rudnik	0,4110
Slovenija	0,4079
35. Ormož	0,4049
36. Kamnik	0,4043
37. Trebnje	0,3983
38. Jesenice	0,3968
39. Žalec	0,3920
40. Novo mesto	0,3914
41. Ljubljana Bežigrad	0,3867
42. Murska Sobota	0,3854
43. Slovenska Bistrica	0,3779
44. Maribor	0,3766
45. Kranj	0,3741
46. Postojna	0,3727
47. Grosuplje	0,3659
48. Ljubljana Šiška	0,3640
49. Mozirje	0,3560
50. Gornja Radgona	0,3502
51. Cerknica	0,3412
52. Ravne na Koroškem	0,3314
53. Črnomelj	0,3248
54. Slovenj Gradec	0,3030
55. Sežana	0,3013
56. Ljutomer	0,2940
57. Dravograd	0,2870
58. Kočevje	0,2810
59. Radlje ob Dravi	0,2808
60. Ruše	0,2753
61. Lendava	0,2582
62. Ribnica	0,2543

Digitalni model reliefa 100 m. Republiška geodetska uprava. 1991.

Grimšičar, A., 1983. Zemeljski plazovi v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji. Ljubljana.

Lipej, B., 1991. Lociranje podatkov s pomočjo ROTE, EHIŠ in DMR. Geografski obzornik 1991/1. Ljubljana.

Natek, K., 1989. Vloga usadov pri geomorfološkem preoblikovanju Voglajnskega gričevja. Geografski zbornik 29. Ljubljana.

Orožen Adamič, M., 1983. Nekatere kapacitete seizmičnih območij Slovenije. Naravne nesreče v Sloveniji. Ljubljana.

Perko, D., 1990. Ogroženost Vzhodne Krške kotline zaradi naravnih nesreč. Ujma 4. Ljubljana.

Radinja, D., 1974. Usadi na Sotelskem v pokrajinski luči. Deveto zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.

Seizmična karta Slovenije 1 : 400 000. ZRMK. Ljubljana. 1982.

Šifrer, M., 1970 do 1990. Karte poplavnega sveta. Delovna gradivo na GIAM ZRC SAZU.

Šifrer, M., 1983. Vzroki in učinki rečnih poplav na Slovenskem. Naravne nesreče v Sloveniji. Ljubljana.

NEKATERI GEOGRAFSKI VIDIKI POPLAVNIH OBMOČIJ NA SLOVENSKEM

Poplave in povodnji so eden izmed dominantnih naravnogeografskih preoblikovalcev pokrajine v ravninsko-nižinskih predelih. Človek se z najraznovrstnejšimi ukrepi in posegi bori proti neštetim oblikam škode, ki jo povzročajo povodnji. Poplavna območja s specifičnimi pokrajinskimi sestavinami in značilnostmi terjajo premišljene in kar se da celovite sanacijske posege, če jih želimo - enakovredno z drugimi predeli - vključiti v širši pokrajinski gospodarski sistem.

Uvod

V številnih slovenskih pokrajinah so poplave dominantna pokrajinotvorna sestavina, v kateri so združena številna vzročna nasprotja in usklajene vzajemnosti med prvinami geografskega okolja. Zaradi vzrokov in najraznovrstnejših učinkov spadajo poplave med trajne in svojevrsne preoblikovalce zemeljskega površja in dajejo poseben pečat posameznim območjem oz. pokrajinskim predelom (Radinja, 1983, 22-24). Zato jih upravičeno uvrščamo med tiste naravne dejavnike, ki ob različni tehnološki razvitosti proizvodnih sredstev tudi neposredno vplivajo na oblike in sisteme izrabe oz. namembnosti prizadetega prostora.

V hidrogeografiji razločujemo poplave od povodnji. **Poplave** so redne ali periodične in pogostejše. Nastopijo, ko narasle vode prestopijo bregove strug in zalijejo svet ob potokih. **Povodnji** so redkejše. Povzročijo jih izjemno visoke vode, ki zapustijo katastrofalne posledice v pokrajini. Tudi njihova poplavišča so obsežnejša, kot jih oblikujejo poplave. (Prim. Radinja in sod., 1974, 136.)

Geografsko vrednotenje poplav in povodnji temelji na kompleksnem poznavanju vzrokov za njihov nastanek kakor tudi njihovih medsebojnih vplivov in povezav, ki se zrcalijo v najrazličnejših učinkih v pokrajini. Čeprav so katastrofalne povodnji redke, pa ostajajo njihovi učinki

dolgotrajneje zarisani v pokrajinski fiziognomiji. Povodnji s svojo uničevalno razdiralnostjo ne rušijo samo obstoječega in vsakokrat na novo vzpostavljenega ravnovesja med naravnimi in družbeno-gospodarskimi sestavinami okolja, temveč korenito spreminjajo (dotlejšnji) človekov odnos do (naj)ustreznejše in globalne urejenosti okolja, razporeditve proizvodnih zmogljivosti. Že mnogokrat se je ob katastrofalnih vodnih ujmah pokazalo, da je bil človekov odnos do naravnih sestavin okolja in sploh do njegovih občin naravnogeografskih zakonitosti preveč površinski in enostranski, zato pa pomanjkljiv in marsikdaj povsem zgrešen (prim. Melik, 1954, 12-24; Ilešič, 1938, 72-75; Radinja, 1983, 27). Kljub temu ugotavljamo, da tudi največje povodnji s katastrofalnimi posledicami, ki so v trenutku izničile delo človeških rok, ne odvrtajo človeka in njegovega ustvarjalnega zagona od poplavnega sveta. Območja redkih in visokih povodnji so praviloma locirana v pasu med poplavnim svetom in predeli, ki so z reliefno razčlenjenostjo in razgibanostjo površja obvarovani in zaščiteni pred najvišjimi in s tem tudi pred najobsežnejšimi povodnjimi. Redne ali periodične poplave so tista vrsta poplavnih voda oziroma vodnih ujma, ki so skupaj s številnimi drugimi naravnimi in antropogenimi pokrajinskimi sestavinami izoblikovale tako imenovana poplavna območja. To so tisti pokrajinski predeli, ki so jim poplave vtisnile specifične oblike izrabe prostora in njegovo vključenost v obstoječi gospodarski sistem. Obenem pa so to območja, ki se razlikujejo od drugih tako po recentnih naravnogeografskih preoblikovalnih procesih površja kakor tudi z vidika njihove funkcionalne vključenosti in namembnosti v širšem gospodarskem ali infrastrukturnem pokrajinskem ali regionalnem sistemu (Radinja in sod., 1974, 134; Šifrer, 1983, 43-45).

Dosedanja preučevanja poplavnih območij na Slovenskem so pokazala, da je površinsko razmerje med rednimi poplavami in povodnjimi 1 : 1,8 (Šifrer, 1983, 48). Številki dovolj nazorno pokažeta na razmerje med površinami, na katerih je kmetijska ali druga proizvodnja bolj ali manj ustrezno prilagojena nevšečnostim, ki jih prinašajo in povzročajo redne, periodične ali pričakovane poplave (Radinja in sod., 1974, 134). Na drugi strani pa redke, izjemno visoke vode, ki jih povzročajo povodnji, poleg poplavnega sveta zalijejo še druge površine ob njem, katerih namembnost ni več tako dosledno prilagojena nevšečnostim, ki jih povzročajo in zapuščajo povodenske vode v pokrajini.

Ob razčlenjevanju geografske problematike poplavnega sveta ugotavljamo, da je človek s svojimi osnovnimi dejavnostmi, ki so neposredno povezane z izrabo prostora oziroma njegovih površinskih komponent in oblik, računal z razdiralnimi posledicami, ki jih povzročajo in zapuščajo redne poplave v pokrajinah. Zato so poplavna območja predeli s specifičnimi oblikami kmetijske rabe prostora in poselitve. Na poplavnem svetu praviloma prevladujejo logi, travniki in nižinski pašniki (npr. nekdanje gmajne; prim. Orožen, 1957). Na njihovem obrobju, ki ga redkeje zalijejo le povodnji, so polja, praviloma z neizbranimi posevki oz. pridelki.

Razširjenost poplavnih območij

Območja rednih, pogostih oz. periodičnih poplav, na katerih je nastal poplavni svet, so razpršena po vsem slovenskem ozemlju. V večini primerov sta njihov nastanek in razvoj neposredno povezana z naravnimi in družbeno-gospodarskimi vzroki in razmerami. Vsa poplavna območja so navezana in omejena na ravnine, ki so neposredno ob potokih v dolinah ali kotlinah. Nastala so tam, kjer struge oz. rečna korita niso bila sposobna sproti odvajati

velikanskih količin nenadoma naraslih voda. Temeljne vzroke za nastanek poplav in povodnji najdemo v vremenskih, reliefnih, geotektonskih, kamninsko-pedoloških, vegetacijskih in drugih naravnogeografskih značilnostih pokrajin. Ob teh ne smemo izvesti in zanemariti različnih vplivov, ki jih že od nekdaj prinaša in vnaša v pokrajino človek s svojimi raznovrstnimi dejavnostmi. Njegovi učinki se kažejo tudi v premajhni in neustrezni prepustnosti rečnih korit, v povečanem in hitrejšem odtoku in pretoku, regulacijah in v različnih ovirah, ki so sestavni deli prometnega ali drugega infrastrukturnega omrežja in s svojo neprimerno zgradbeno zasnovu zadržujejo in s tem zadržujejo odtok naraslih in poplavnih voda.

Naša poglavitna in najboljšežnja poplavna območja so v nižinsko-ravninskih predelih severovzhodne in subpanonske Slovenije, v predalpskih dolinah in kotlinah ter po ravninah v osrednji Sloveniji, na dinarskih kraških območjih ter na ravninah potokov, ki odmakajo Šavrinško gričevje in hribovje. Najnižje obrečne ravnice ob Ledavi, Muri in Ščavnici prekrivajo obsežna poplavna območja. Drava pod Mariborom je obdana s prostranim poplavnim svetom. Tudi vsi njeni tamkajšnji pritoki na široko preplavljajo kmetijsko zemljo (npr. Pesnica, Polskava, Dravinja). Na precejšnjih predelih Celjske kotline, ki ima prostrano in raznoliko hidrografske zaledje, še vedno potekajo preoblikovalni procesi poplavnih vod. Z regulacijo Savinje in njenih pritokov se je korenito spremenila nekdanja namembnost poplavnega sveta. Še danes zalivajo poplavne in povodenske vode znatne površine kmetijske zemlje v spodnjem slovenskem Posavju. Vzhodna in osrednja Dolenjska z Belo krajino ima več manjših poplavnih predelov ob Kolpi, Krki, Temenici, Mirni in ob njihovih pritokih. Ljubljansko barje, ki je na meji med alpskim in dinarskim gorskim sistemom, je naše najboljšežnje poplavno območje: redne, tj. skoraj vsakoletne poplave zalijejo 2353 ha, visoke vode pa še dodatnih 5681 ha barjanskega sveta (Šifrer, 1983, 48). Tudi posamezna območja jugozahodne Slovenije imajo večje in pomembnejše poplavne predele. Ti zavzemajo obsežnejša območja notranjskega podolja s kraškimi polji, pa svet ob Pivki, Notranjski Reki in kmetijske predele ob Vipavi in njenih pritokih (prim. karte: Gams, 1973, 11; Šifrer, 1983, 42; VGPS, 1978, K-5.1).

Za preglednejšo in nazornejšo prostorsko razširjenost in razčlenjenost poplavnih območij na Slovenskem je koristno, da jih osvetlimo še z dveh geografskih vidikov. Več kot polovica (54 %) poplavnega sveta je v porečju Save, ki mu pripada 58 % našega državnega ozemlja. Porečje Drave zavzema 23 % ozemlja Slovenije in na njegovem območju je 42 % slovenskih poplavnih površin. Porečja Soče in pritokov, ki se neposredno izlivajo v morje, zavzemajo 19 % Republike Slovenije in na njihovih območjih je 4 % slovenskega poplavnega sveta (prim. VGOS, 1978, poglavje 5 - Hidrološke razmere).

Podrobnejša regionalna oz. prostorska razporejenost poplavnega sveta na Slovenskem postavlja v ospredje nekatere temeljne geografske zakonitosti, ki opredeljujejo in pogojujejo njegov nastanek, njegove gospodarske funkcije kakor tudi prenekatere omejitve. Le-te namreč preprečujejo, da bi bile površine poplavnega sveta brez kakršnihkoli omejitvenih korektivov vključene v optimalno in celovito izrabo prostora.

Regionalno-prostorska analiza poplavnega sveta na Slovenskem je pokazala na občutne razlike med pokrajinami. Največja območja poplavnega sveta so v severovzhodni Sloveniji: v pomurski regiji zavzema 7,7 % površin oz. 11 % kmetijske zemlje. V mariborski regiji preplavljajo redne poplave 6,5 % ozemlja oz. 12 % kmetijskih površin. V spodnjem slovenskem Posavju zalivajo poplave 4,7 % površin oz. 9,7 % kmetijske zemlje. Desetina kmetijskih površin odpade na poplavna območja v predelih notranjske regije, 9 % v ljubljanski regiji itd. Ob-

sežnejše poplavne predele imata tudi celjska in dolenska regija. V predelih savinjsko-sotelske Slovenije je 2,5 % poplavnih površin, na Dolenjskem z Belo krajino pa 2,3 %. Med kmetijskimi površinami zavzemajo poplavni predeli v celjski regiji 6,1 %, v dolenski pa 5,25 %. V vseh drugih predelih na Slovenskem je delež poplavnih območij precej manjši; njegova vrednost se giblje v mejah med 0 in 1 %.

Navedene vrednosti in prikazani deleži poplavnih območij po posameznih regijah so precej relativnega pomena, saj ne dajejo odgovora na vprašanje, kolikšen del ravninskega sveta ob potokih in rekah je poplavljen v času naraslih voda. Poznavanje terena in dosedanje izkušnje kažejo, da z regulacijami in drugimi ureditvenimi posegi v struge poplavnih potokov poplavna območja še niso bila povsem odpravljena. Sprijazniti se je namreč treba s spoznanjem, da so najnižje ravnice ob potokih njihove razširjene struge, ki jih preplavijo in zalijejo narasle vode (Šifrer in sod., 1980, 106, 126). Zaradi tega so poplavna območja predeli, ki kljub najrazličnejšim človekovim posegom (regulacije strug, razbremenilniki, akumulacijska jezera, melioracije idr.) še niso povsem oteti in zavarovani pred poplavami. Zato je kakršnakoli intenzivnejša gospodarska izraba ali infrastrukturna namembnost poplavnega sveta še vedno precej tvegana in marsikdaj tudi nepredvidljiva. Praktične izkušnje kažejo, da so poplavna območja pokrajinsko in gospodarsko zelo občutljiva prostorska kategorija, ki mnogokrat vnaša v družbeni razvoj prenekatero nejasnosti in nedorečene razvojne opredelitve. Kajti z vsako večjo povodnjijo ni razvrednoteno in uničeno samo človekovo delo, temveč dobi poplavni svet povsem novo - pa čeprav samo začasno - funkcijo v širšem pokrajinskem sistemu.

Geografsko vrednotenje poplavnega sveta nas opozarja, da so njegove gospodarske in druge namembnosti v sklopu širše pokrajine praviloma neustaljene, spremenljive, prilagodljive in raznovrstne. Njegove funkcije so izpostavljene pogostosti in jakosti naravnih nesreč, ki jih prinašajo povodnji. Za marsikatero poplavno območje ostane vprašljiva vrednostna bilanca med vloženim delom in sredstvi ter dobljenimi in ustvarjenimi dobrinami na eni strani in škodo, ki jo povzročijo naravne ujme, na drugi strani. Na območjih, kjer so povodnji redkejše, ponavadi z njimi ne računajo kot s pomembnim omejitvenim dejavnikom prostorskega razvoja. Ali to pomeni, da je postal prostor poplavnega sveta zaradi svojih številnih in samosvojih prednosti (npr. prostrana ravnina, geografsko-prometna strateška lega, položaj v sklopu pokrajine itd.) preveč dragocen, da bi ga lahko prezrli ali enostransko izločili iz celovitega in vsesplošnega gospodarskega in socialnega utripa pokrajine? Zdi se, da je gospodarska škoda, ki jo povzročajo povodnji na poplavnih območjih, manjša, kot bi nastala zaradi njihove trajne izločitve iz proizvodnega procesa ali drugih oblik človekovih dejavnosti, ki so povezane z izrabo prostora.

Spremembe v obsegu poplavnega sveta

Poplavna območja so svojevrstni prostorski predeli v pokrajini, ki so se izoblikovali pod določenimi naravnogeografskimi pogoji ter neštetimi in raznovrstnimi posrednimi ali neposrednimi vplivi in posegi človeka ter njegovih dejavnosti. Pri tem ugotavljamo, da se med posameznimi obdobji nista spreminjala samo obseg in namembnost poplavnega sveta, temveč tudi njihov položaj v sklopu gospodarske razvitosti in usmerjenosti celotne pokrajine in njenega bližnjega sosedstva ter zaledja. V tem giblivem in spreminjajočem se regionalnem položaju

poplavnega območja se kažeta njegova celovita gospodarska podoba in funkcija, ki je med drugim odvisna od splošne stopnje družbeno-gospodarske razvitosti pokrajine. V vsakokratni namembnosti poplavnega sveta je načrtana njegova temeljna gospodarska funkcija kakor tudi njegova vpetost v širši pokrajinski ambient in sistem. Zato je potrebno poplavna območja vrednotiti s kompleksnega vidika njihove regionalne strukture, ki ponuja vpogled v sestavine, vzroke in posledice njihovega nastanka in razvoja.

Že od nekdaj je veljala osnovna človekova skrb ohraniti kmetijske in druge zemlje ter njeni optimalni vključitvi v obstoječi gospodarsko-pridelovalni sistem. V tem pogledu niso poplavna območja nobena izjema. Zaradi pogostnih poplav so njihove proizvodne zmogljivosti zmanjšane oz. omejene in letina je bolj kot kjerkoli drugje izpostavljena prenekaterim nevšečnostim vodnih ujm.

Preučevanja poplavnih področij so pokazala, da se le-ta stalno spreminjajo. Pri tem ugotavljamo, da se ni spreminjal samo obseg posameznih poplavišč, temveč so se prestavljale tudi poplavne površine ob strugi navzdol in navzven. Vse te spremembe niso bile odvisne le od višine poplavnih voda, ampak tudi od oblike in prostranosti ter razčlenjenosti obrečne danje ravnice, reliefne in kamninske sestave njenega neposrednega (višjega) zaledja, od poraščeno-sti zalednega sveta, od oblike in intenzivnosti njegove kmetijske ali druge izrabe. V temeljni namembnosti in izrabi poplavnega zaledja mnogokrat odsevajo nekatere osnovne geografske determinante in značilnosti poplavnega sveta.

Preučevanja so pokazala, da sta krčenje gozdov in agrarna kolonizacija gričevnato-hribovitih predelov sprožila pospešeno izpiranje in odnašanje preperelin in nižje predele. Vsako močnejše deževje, ki je povzročilo poplave, je pospešilo odnašanje prepereline iz višjih delov dolin in njeno odlaganje na obrečnih ravninah, pač tam, kjer je upadla transportna moč potokov. S stalnim, stoletja trajajočim nanašanjem in odlaganjem najrazličnejših naplavin se je dvigala poplavna ravnica in širila njena površina čedalje bolj proti obrobni delom dolinskega dna, ki ga omejujejo ježe najmlajših teras. Debelina naplavin je na poplavnem svetu zelo različna. Ponekod so v srednjih in spodnjih delih dolin do 10 m debeli sloji ilovnatih in peščenih naplavin, ki so jih odlagali potoki od halštatskega obdobja dalje (prim. Gams, 1973, 9; Šifrer, 1983, 45; Radinja in sod., 1976, 34, 74; Radinja, 1983, 22-24). Ekstremni primeri kažejo, da se je samo v zadnjih 40 letih poplavna ravnica ponekod dvignila tudi do 0,8 m (Šifrer, 1983, 46-47; Šifrer in sod., 1980, 107-108, 110). Ob Ložnici v Spodnji Savinjski dolini so v rečni naplavini odkrili arheološke ostaline v globini od 0,8 do 3,4 m (Jordan, 1955; Natek, 1978, 30-31). Preučevanja kažejo, da so poplavna območja prekrita z najraznovrstnejšo naplavino, ki je osnova diferencirani namembnosti zemljišč, predvsem v kmetijske namene (Gams, 1973, 9-10; Radinja, 1983, 24; Šifrer, 1983, 47).

Človekovi posegi bodisi v struge poplavnih potokov bodisi v preurejevanje in zavarovanje poplavnega sveta pred pogostejšimi poplavami so sprožili nova razmerja in odnose med naravnogeografskimi sestavinami, ki pogojujejo poplave in nastanek poplavnega sveta. Preučevanja kažejo, da so bili najmanj učinkoviti vsi delni in enostranski posegi, s katerimi so skušali razrešiti kompleksno problematiko poplavnih območij. Pri takšnih posegih so bile le začasno odpravljene poplave ob reguliranih in preurejenih strugah, sočasno pa so narasle vode zalile površine v spodnejših in drugih delih dolin, ki so bile dotlej ponavadi obvarovani pred njimi.

Korenitejši posegi v odpravo in sanacijo poplavnih predelov terjajo celovite ukrepe, ki praviloma zajamejo celotno porečje. Vsi dosedanja regulacijski posegi, s katerimi so uredili le posamezne dele Bolskine struge (Spodnja Savinjska dolina), so se v praksi pokazali za neuspešne. Prepričan sem, da smemo vse dotlej, dokler ne bo ustrezno urejen najspodnejši tok Bolske pod Lapurjem in njen izliv v Savinjo, pričakovati, da bodo domovi in kmetijske površine v Preboldu, Dolenji in Kaplji vasi ter na Lapurju ogroženi ob vseh naraslih vodah (prim. Natek, 1978, 18-19; Natek, 1991, 69 in 74).

Zaradi poplav so ogrožena številna naselja na Slovenskem. Upravičeno sklepamo, da vsa starejša naselja, ki so kmečkega porekla, niso nastala na poplavnih tleh; njihova selišča so bila neposredno zavarovana pred povodnjimi. Z rednimi poplavami in občasnimi povodnjimi, ki so prinašale in odlagale najrazličnejši material, se je zviševala aluvialna ravnica, s tem pa so se širile tudi poplavne površine. S poplavno naplavinno se je dvigala obrečna ravnica, s tem pa so bile zabrisane sledi nekdanjih pregibov (jež) v površju, ki so ločevali in varovali domove pred poplavami. Na ta način ogrožajo povodnji domove ob Pšati (npr. Trzin), spodnji Krki, Savinji, Dravinji, Polskavi, Notranjski Reki itd.

Preučevanja so potrdila, da z regulacijami poplavnih potokov in melioracijami še niso odpravljena poplavna območja. Številni primeri opozarjajo, da so bile z regulacijami odpravljene samo nizke, to je pogostejše poplave, ne pa povodnji, ki preplavljajo obrečni svet enkrat v desetih letih ali še redkeje. Tudi iz tega izhaja osnovno geografsko spoznanje, da so poplavni predeli specifični "pokrajinski sistemi" z mnogimi prostorskimi in med seboj neločljivo povezanimi sestavinami, ki jih na svojevrsten način spreminjajo in preoblikujejo poplavne vode.

Namembnost poplavnega sveta

Geografska preučevanja kažejo, da pomenijo poplavni predeli svojevrstno vrzel v ustaljenem in nemotenem gospodarskem razvoju širšega območja. Kakršnakoli gospodarska in druga namembnost poplavnega sveta je bila v primerjavi z drugimi območji precej enovita in se tudi ni bistveno spreminjala s splošnim gospodarskim in socialnim razvojem. Kajti poplave in povodnji so bile že od nekdaj moteč in izrazito omejitven dejavnik občega prostorskega razvoja, kjer je treba računati z najraznovrstnejšimi ostenki in posebnostmi ter naravnimi zakonitostmi geografskega okolja na poplavnih območjih.

Namembnost poplavnega sveta moremo vrednotiti vsaj z dveh osnovnih vidikov. V njej je namreč zarisan neposreden človekov odnos do poplavnih predelov. V prvem obdobju, ki ga zaznamujejo ekstenzivnejše oblike kmetijstva in drugih spremljajočih neagrarnih dejavnosti, je prevladoval pasivnejši človekov odnos do okolja. Zato ni presenetljivo, da so bile znatne površine kmetijskih in drugih zemljišč bolj ali manj prepuščene preoblikovalni "stihiji" naravnih in geografskih zakonitosti, ki so oblikovale podobo in značaj poplavnih območij. Le-ta so bila kot manjvredni zemljiški kompleksi z nezanesljivo in tvegano pridelavo pogojno vključena v trdnejši gospodarski sistem, ki je temeljil zlasti na kmetijstvu. Človek se nikdar ni izogibal poplavnega sveta, pa čeprav ga vselej ni znal ali ni zmozel celoviteje in gospodarneje vključiti v svoje pridelovalno-pridobitniške ter eksistenčne namene in potrebe.

Ob tem ne smemo prezreti nekaterih pozitivnih učinkov, ki so jih prinašale (redne) poplave in povodnji, še zlasti v obdobju ekstenzivnega in samooskrbnega kmetijstva. Visoke vode so odlagale na poplaviščih najraznovrstnejšo naplavino. Z njo se je popestrila in obogatila, ponekod pa tudi osiromašila osnovna sestava prsti na poplavnih območjih. S tem sta se povečali ali zmanjšali rodovitnost zemlje in donosnost kmetijske pridelave. V dobi ekstenzivnega kmetijstva je bila večina poplavnih območij namenjena travnatim površinam (travniki, pašniki, logi, grmičevje), njihovo obrobje pa tudi domovom revežev in bajtarjev. Krma s poplavnih predelov in paša na njih sta povzročali nevšečnosti: npr. metiljavost, ki je prizadela govejo čredo. Kljub različnim oviram in nevarnostim, ki so jih prinašale poplave, je človek vseskozi vključeval poplavna območja v obstoječi kmetijski sistem.

Intenzivnejše kmetijstvo s tržno usmerjenostjo, povečana obljudenost, industrializacija in deagrarizacija, nastajanje neagrarnega sloja prebivalstva in rast novih, nekmečkih domov so spremenili dotlejšnji človekov odnos do zemlje. Postal je aktivni preoblikovalec in preurejevalec tistih prostorskih sestavin, ki so zavirale in omejevale njegove razvojne težnje, še zlasti na poplavnih območjih. S tem se je dejavno vključil v odstranjevanje tistih vzrokov in dejavnikov, ki so v prvi vrsti vplivali na povodnji in nastanek poplavnega sveta. Z aktivnim poseganjem na poplavišča, ki jih je skušal enakovredno z drugimi zemljišči vključiti v gospodarski napredek, je prišlo do sprememb v obstoječem ravnovesju med osnovnimi pokrajnotvornimi sestavinami.

Z razvojem tehnologije obdelovanja zemlje in zaradi drugih gospodarskih razlogov in potreb se je menjaval človekov odnos do poplavnega sveta. Kmetijske in druge potrebe so narekovale najrazličnejše posege, s katerimi bi zaščitili poplavna območja pred pogostejšimi poplavami. V zadnjih sto letih so opravili najpomembnejše regulacije poplavnih rek in potokov. Poplavne struge so dobile na številnih odsekih varovalne nasipe; brežine strug so utrdili z različnimi gradbenimi posegi. Po regulacijah se je povečal strmec rečnih korit. S tem sta se okrepili transportna in erozijska moč potokov, povečal se je njihov pretok in marsikje tudi odtok.

Z obsežnimi in korenitimi posegi v temeljne spremembe obstoječega značaja rečnega omrežja se je menjala funkcionalnost poplavnega sveta. Bolj kot kdajkoli dotlej so začele prodirati na poplavišča nove zemljiške kulture (npr. njive, travniki, selišča itd.), ki so zagotavljale obetavnejšo in donosnejšo izrabo prostora v različne namene. Kljub takim posegom, ki so predvidevali bogatejšo in raznotero namembnost poplavnega sveta, ugotavljamo, da ga ni bilo mogoče povsod in v celoti enakomerno z drugimi površinami vključiti v obstoječi gospodarski sistem. Kajti (nekdanja) poplavna območja terjajo redno vzdrževanje krhkega in občutljivega ravnovesja med tistimi pokrajinskimi sestavinami, ki pogojujejo poplave in povodnji in odmerjajo njihova poplavišča.

Na poplavna območja ni prodiralo samo kmetijstvo z bolj ali manj izbranimi in prilagojenimi zemljiškimi kulturami, temveč tudi selišča kmečkih ter drugih domov in industrijskih objektov. Pravzaprav to ni presenetljivo, kajti poplavna območja so praviloma na obrobju in v neposrednem zaledju večjih naselitvenih aglomeracij. Zato so vedno privlačevala človeka in nov razmah njegovih dejavnosti. Kolonizacija poplavnega sveta je terjala najrazličnejše prilagoditve in omejitve, ki so izhajale iz specifičnih naravnih in geografskih značilnosti okolja (prim. Melik, 1927 in 1963).

Tudi prometnicam, ki so iskale najustreznejše smeri, niso bila naklonjena poplavna območja. Stare daljnovodne ceste so se izogibale poplaviščem. V novejšem času tudi obsežnejša poplavišča ne predstavljajo resnejših ovir ne za ceste ne za železnice. Ponekod so njihove

trase speljane po (umetnih) nasipih. Ob tem spoznavamo, da prihaja po zgraditvi nasipa do novih poplav. Povsod, kjer niso v celoti upoštevali geografskih zakonitosti poplavnega sveta, so postali nasipi s premajhnimi odvodnimi prepusti pravi umetni jezovi, ki zadržujejo narasle vode, dvigujejo njihovo gladino in razširjajo nekdanja poplavišča (Šifrer, 1983, 45; Natek, 1978, 78-80). Številni poskusi za vključitev poplavnega sveta v sodobne gospodarske namene niso dali zelenih in pričakovanih učinkov, še zlasti ne tam, kjer so prezrli ali obšli temeljne pokrajinske značilnosti in njihove sestavine.

Vzdrževanje rečnih strug

Dokler je bil človek neposredno odvisen od tekočih voda, je redno čistil in vzdrževal struge potokov, obnavljal in utrjeval brežine in nasipe hudourniških potokov. Z razkrojem agrarne družbe in z njenim prehodom v industrijsko, ko je postala zaposlitev v neagrarnih dejavnostih imperativ časa in napredka, je usahnila človekova skrb za vzdrževanje strug. Z industrializacijo in elektrifikacijo podeželja, kar je značilno za obdobje po zadnji vojni, je začela naglo usihati izraba krajevnih pogonskih energetskih virov, ki so jih nudile tekoče vode. Vodni pogon je bil namenjen zlasti mlinom in žagam, izkoristili pa so ga tudi za druge kmečke in obrtniške dejavnosti (fužine, kovačije, elektrarne, barvarne idr.).

Izbrani primeri izrabe vodnega pogona na Slovenskem

Porečje					Še obratujejo:			
	Mlin	Žaga	Drugo	Skupaj	Mlin	Žaga	Drugo	Skupaj
Spodnja Savinjska dol.	231	59	16	306	18	8	2	28
Hudinja	238	72	31	341	28	13	3	44
Vogljajna	230	23	9	262	3	-	1	4
Pšata	52	19	15	86	14	-	2	16
Krka	340	94	19	453	69	10	4	83
Zaledje Lj.barja	172	120	31	323	7	8	8	23
Skupaj	1263	387	121	1771	139	39	20	198

Podrobna analiza na izbranih območjih Slovenije je pokazala, da je konec sedemdesetih in v začetku osemdesetih let obratovala le dobra desetina vseh nekdanjih obrtnih in kmečkih obratov na vodni pogon. Nekdaj je bilo v preučeni predelih v povprečju 0,33 objekta na 1 km² porečja, oz. 1 obrat na vodni pogon je prišel na 3 km². Gostota obratov na vodni pogon je bila odvisna od številnih pokrajinskih danosti. V porečju Hudinje, ki odmaka predvsem hribovje, je bila najvišja gostota vodnih obratov (1,65/km²), najmanjša pa v zaledju Ljubljanskega barja, na pritokih Ljubljanice (0,15/km²) ter v porečju Krke (0,22/km²).

S temi empiričnimi navedbami želim posredno poudariti nekdanjo človekovo vlogo pri vzdrževanju in urejanju potokov, mlinščic ali strug, jezov, ki so predstavljali krajevno erozijsko

bazo itd. Z opustitvijo mlinov in drugih obratov na vodni pogon je nenadoma prenehala človekova skrb za potoke in objekte na njih, ki so uravnavali vodostaj in na najrazličnejše načine blažili razdiralne učinke visokih vod. Z opustitvijo številnih (majhnih) jezov "potujejo" prodišča po strugah navzdol (Gams, 1973, 10; Šifrer, 1983, 46). S prodišči zatrpane struge postanejo ovira naraslim vodam, zato prestopijo bregove in preplavijo obrečne ravnice.

Z opustitvijo nekdanjih oblik in načinov izrabe vodnega pogona se je povečala prodonosnost potokov in marsikje so poplave obsežnejše, kot so bile v preteklosti. Tudi v tem primeru vidimo tehtne razloge in potrebo po usklajenem in celovitem reševanju hidrogeografske problematike, še zlasti na področju poplavnih vod.

Sklep

Z najrazličnejšimi posegi človek spreminja fiziognomijo in gospodarsko namembnost poplavnih območij. V njihovi podobi se kažejo oblike in načini njihove vključenosti v pokrajino in v tamkajšnji gospodarski sistem. Povsod, kjer se je spremenila osnovna namembnost poplavnega sveta, pa so se kljub vsemu ohranile nekatere njegove razpoznavne in tipične značilnosti, ki ga ločujejo od drugih, nepoplavnih območij.

Številni poplavni predeli in njihovo obrobje so na gosto prepreženi z osuševalnimi jarki in večjimi razbremenilnimi kanali. Povsod, kjer se je v povojnih letih spremenila lastninska struktura zemljiške posesti, je bilo na novo urejeno omrežje jarkov in kanalov (npr. Podlog ob Ložnici v Spodnji Savinjski dolini, Ljubljansko barje). Omrežje osuševalnih jarkov ne izboljšuje samo kakovosti zemlje, ampak omogoča in dovoljuje uporabo sodobne kmetijske mehanizacije pri obdelovanju. Redno vzdrževanje osuševalnih jarkov med drugim omogoča tudi spremembe namembnosti kmetijskih zemljišč: iz nekdanjih zelenih površin so nastale njive.

Regulacije in drugi gradbeni posegi pa gospodarski in socialni razvoj so prinesli potrebe in zahteve po prevrednotenju poplavnega sveta. S tem se je spremenila njegova osnovna namembnost. Med drugim to najlepše ponazarjajo spremembe na poplavnem svetu ob Savinji. Med Letušem in Parižljami oz. Podvinom, in sicer med Savinjo in letuško Strugo ter med Savinjo in Pako, sta obsežni območji počitniških hišic, ki jih ogrožajo in zalivajo visoke poplavne vode. Pri gradnji počitniškega naselja so čisto prezrli dejstvo, da ga gradijo na poplavnem območju (prim. Sore, 1972). Tudi celjske novogradnje med Medlogom in starim mestnim jedrom so zgrajene na poplavnih območjih. Zato se ne čudimo, da so številni celjski industrijski in stanovanjski predeli tako pogosto poplavljeni.

Geografski vidiki poplavnih območij so raznovrstni. Iz njih je mogoče izluščiti tiste temeljne geografske in prostorske zakonitosti, ki opredeljujejo njihovo gospodarsko namembnost. Tudi v tem pogledu so velike razlike med posameznimi predeli. Le-te izhajajo iz razlik, ki so zajete v njihovih osnovnih pokrajinskih sestavinah. Zato je sistematično in analitično poznavanje poplavnega sveta in povezovanje njegovih sestavin v pokrajinsko-prostorsko celoto prva naloga sodobne geografske vede.

Bibliografija

- Gams, I., 1973, Prispevek h klasifikaciji poplav v Sloveniji. Geografski obzornik 20, Ljubljana, št. 1-2, 8-13.
- Ilešič, S., 1938, Škofjeloško hribovje (Geografski opis Poljsanske in Selške doline). Geografski vestnik 14, Ljubljana, 48-98.
- Jordan, V., 1955, Drobne najdbe iz Savinjske doline. Arheološki vestnik 5/2, Ljubljana, 313-315.
- Melik, A., 1927, Kolonizacija Ljubljanskega barja. Ljubljana, 66.
- Melik, A., 1954, Povodenj okrog Celja junija 1954. Vzroki in učinki povodnji v geografski luči. Geografski vestnik 26, Ljubljana, 3-24.
- Melik, A., 1963, Ob dvestoletnici prvih osuševalnih del na Barju. Geografski zbornik 8, Ljubljana, 5-64.
- Natek, M., 1978, Poplavna območja v Spodnji Savinjski dolini. Geografski zbornik 18, Ljubljana (1979), 7-91.
- Natek, M., 1991, Nekateri geografski vidiki in učinki povodnji v Spodnji Savinjski dolini 1. novembra 1990. Ujma 5, Ljubljana, 66-76.
- Orožen, J., 1957, Gmajne na področju srednje Savinje in njenih pritokov. Celjski zbornik 1957, Celje, 153-190.
- Radinja, D., 1983, Naravne nesreče v geografski luči. Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja, Ljubljana, 17-29.
- Radinja, D., M. Šifrer, F. Lovrenčak, M. Kolbezen in M. Natek, 1974, Geografsko proučevanje poplavnih področij v Sloveniji. Geografski vestnik 46, Ljubljana, 131-146.
- Radinja, D., M. Šifrer, F. Lovrenčak, M. Kolbezen, M. Natek, 1976, Geografske značilnosti poplavnega področja ob Pšati. Geografski zbornik 15, Ljubljana, 7-160.
- Sore, A., 1972, Počitniške hiše in počitniška naselja v porečju Savinje. Celjski zbornik 1971-1972, Celje, 451-473.
- Šifrer, M., 1983, Vzroki in učinki rečnih poplav na Slovenskem. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost, Ljubljana, 41-49.
- Šifrer, M., F. Lovrenčak, M. Natek, 1980, Geografske značilnosti poplavnih območij ob Krki pod Otočcem. Geografski zbornik 20, Ljubljana (1981), 95-208.

PSIHOLOŠKI VIDIKI POPLAV V SLOVENIJI¹

Morda je na prvi pogled nerazumljivo, da se v sklopu, sicer meddisciplinarno naravnane posvetovanja o poplavah, pojavlja tudi prispevek o psiholoških vidikih poplav. Kaj ima torej psihologija s poplavami, kaj lahko prispeva k spoznanjem hidrologije, geologije, geografije in še mnogih drugih strok? In končno, kaj lahko prispeva k preprečevanju poplav in blažitvi njihovih posledic? Utemeljitev potrebe po psihološkem prispevku je dana že s samo opredelitvijo nesreč kot dogodkov, koncentriranih v času in prostoru, v katerih sta družba ali njen relativno samozadosten del podvržena nevarnosti in takim izgubam svojih članov in imetja, da pride do motenj socialnega ustroja in preprečevanja zadovoljevanja vseh ali nekaterih bistvenih družbenih funkcij (Fritz, po Tierney, 1989). Ali, kot meni Quarantelli (1982), do nesreče pride, kadar zahteve dogodka presegajo zmožnost skupnosti za njegovo obvladovanje. Zavedati se moramo, da je nesreča vedno nekakšen proizvod interakcije med družbo in naravo. Tako npr. poljedelstvo zahteva uporabo naravnih virov z vsemi pridruženimi koristmi in škodami. Uporaba naravnih virov pa je vedno povezana s tveganjem, da jo bo neki skrajni dogodek v naravnem sistemu vsaj otežil. Ljudje niso pasiven del tega sistema. Znova in znova vzpostavljajo nove okoliščine v fizičnem in socialnem okolju. Gre torej za dinamičen sistem odnosov. Nove ekološke razmere in spremenjena dejavnost spreminjajo tako soocialne kot naravne podsisteme. Brez prizadetih ljudi o nesreči ne moremo govoriti². Konec koncev mnoge poplave povzročajo prav ljudje s svojimi neustreznimi posegi, oz. jih ljudje ne preprečijo, čeprav bi to lahko storili. Zdi se, kot da se ne zavedajo dovolj možne nevarnosti. Zakaj je tako? O tem in o drugih vprašanih doživljanja in vedenja ljudi med nesrečami, posebej med poplavami, bo govora v tem prispevku. Zasnovan je na ugotovitvah tujih in domačih raziskav. Pri slednjih gre

1 Prispevek je napisan na osnovi člankov, ki jih je avtor objavil v reviji *Ujma*, bodisi sam bodisi v sodelovanju s S. Rajhom in B. Ušeničnikom

2 Slednje je res morda preozek in zgolj z vidika človeške družbe določen pogled na nesreče, saj zanemarja druga živa bitja. Tega se avtor zaveda, a z vidika današnje razprave, ko je v ospredju zgolj utemeljitev psihološkega prispevka, se mu to lahko oprostí.

za raziskave neurja v Halozah 1989 ter poplav, ki so leta 1990 prizadele skoraj celo Slovenijo. Prva raziskava je zajela 283 prebivalcev zahodnih in osrednjih Haloz, druga pa 502 prebivalca občin Mozirje, Celje in Škofja Loka. Zajeti so bili predeli, ki so bili v neurju oz. med poplavami najbolj prizadeti.

Okolja, v katerih nastajajo nevarni dogodki, in družbenogospodarski sistemi, ki definirajo rabo, ponujajo pomembne smernice, ki vodijo, spodbujajo in omejujejo človeško vedenje. Pomembne so tudi zaznave, spoznave in prilagoditve kot elementi kulture. Oglejmo si na kratko le slednje. Kadar govorimo o prilagoditvi, mislimo seveda na odzive na nevarnost bodisi pred fizičnim dogodkom, med njim ali po njem. Obstaja več vrst njihovih tipologij.

Nekatere upoštevajo človeški napor, tako gospodarski kot psihični. Druge govore o naključnem in smotrnem prilagajanju. Kaj bodo ljudje izbrali, je odvisno od tega, kako so dojeli situacijo, od njihove zaznave značilnosti fizične nevarnosti in njenih možnih posledic ter od razpoložljivih prilagoditev. Slednje morajo biti za njih možne in sprejemljive glede na gospodarska in socialna merila. Na izbiri bodo v končni posledici vplivali predvsem naslednji dejavniki: izkušnje, materialno stanje, uporaba virov in osebnost. Marsikdaj je pomembno nedavno srečanje z nevarnostjo. Taka izkušnja je bila glavni dejavnik v odločanju za zavarovanje pred posledicami poplav in potresov (Sorensen in White, 1980). Tudi po neurju v Halozah je več kot še enkrat toliko ljudi, kot jih je bilo zavarovanih pred neurjem, dejalo, da se bodo zavarovali (14,49 % prej, 34,98 % potem). Različne raziskave so omogočile prepoznavo štirih splošnih načinov, na katere se socialni sistemi odzovejo, kadar so soočeni z nevarnostjo. Zdi se, da lahko neka družba uporabi en način za soočanje z eno in drugega za soočanje z drugo nevarnostjo. Sčasoma lahko preide iz enega v drug način. Le-te bi lahko poimenovali: absorpcija izgube, sprijaznjenje z izgubo, zmanjšanje izgube in radikalna sprememba. Prehod iz enega v drug način spodbuja prehod pragov zavedanja, akcije in nestrpnosti. Prvi način se kaže v mnenju, da "nesreča ni problem". Ljudje se zanašajo na svojo zmožnost, da absorbirajo škodo, ko se nesreča pojavi. Na neki način je ta vključena v življenjski slog ali kulturo.

Prehod praga zavedanja v drugi vzorec pomeni priznanje izgube, toda prizadeti ostajajo zadovoljni s prenašanjem in delitvijo škode. Najpogostejša oblika vedenja je odsotnost delovanja.

Tretji način odlikuje družbe, ki so prešle prag akcije. Le-te skušajo zmanjšati in preprečiti izgubo na zavestno pozitiven način.

Končno imamo tu še družbe, ki so prešle prag nestrpnosti in ki popolnoma spremeni način uporabe zemlje ali lokacijo kot odziv na nesrečo. Ljudje se preselijo ali se začno ukvarjati z nečim povsem drugim. Ti vzorci vedenja so med seboj neodvisni in neka družba s časom ne napreduje od enega do drugega v omenjenem vrstnem redu. Vendar lahko posamezniki ocenjujejo svoje napore v skladu s temi vzorci na kumulativen in urejen način.

Mnogi dogodki in življenju se ljudem kažejo kot bolj ali manj verjetni, torej negotovi. Nesreče in vreme so značilen tovrsten primer. Samo po sebi bi to dejstvo lahko predstavljalo zgolj znanstveno zanimivost, če ne bi presoja verjetnosti teh dogodkov vplivala tudi na vedenje prizadetih, na ustreznost njihovega soočanja z nesrečo. Velika objektivna nevarnost namreč ni nujno povezana z ustrežno subjektivno zaznavo nevarnosti. Mnoge raziskave so pokazale, da se lahko prebivalci krajev, kjer so naravne nesreče pogoste, nič bolj ne brigajo za nevarnost kot tisti iz varnejših predelov.

Čeprav se ljudje danes morda bolj zavedajo nevarnosti nesreč različnega porekla, kot so se kdajkoli doslej, je pogosto ne upoštevajo. Obstajajo vsaj štiri razlogi, zaradi katerih se zaznave nevarnih razmer pomembno razlikujejo od zaznav običajnega okolja (Ittelson in sod., 1974):

- V večini krajev so nesreče razmeroma redke, niso del vsakdanjega življenja. Redka zaznava nevarnosti vodi do izkrivljanj v pojmovanju okolja. Ljudje vidijo grožnjo kot možno in oddaljeno in ne kot takojšnjo in stvarno.
- Gre za dogodke, nad katerimi imajo ljudje le omejen nadzor.
- Ti dogodki pogosto zahtevajo velike prilagoditve (spremembe) v načinu življenja, ki jih ljudje le neradi sprejmejo.
- Obvestila o nevarnosti so pogosto dvoumna in dajejo nezadostno količino zanesljivih znakov. Zaradi tega so sodbe manj točne, kot je običajno v normalnih okoljih. Ljudje se s temi vprašanji soočajo na različne načine. Medtem ko nekateri sploh odstranijo nevarnost iz svojih zaznav ali pa jo naredijo za predvidljivo, se drugi čutijo nemočne, da bi karkoli naredili. Vendar je osnovno vedenje povezano z negotovostjo, z verjetnostjo nesreče. To ne pomeni, da ljudje, soočeni z nesrečo, ne bodo ničesar storili. Kadar gotovost premaga negotovost v zaznavi tveganja, ali kjer velikost nesreče povzroči krizne odzive, bodo vsekakor ukrepali. Nasprotno se dogaja, kadar zaznana pogostost in nizka verjetnost dajeta negativno gotovost, da se nesreča ne bo zgodila. V vmesnem obsegu med obema skrajnostima, ko je verjetnost negotova in je velika raznolikost zaznane pogostosti med prebivalstvom, je človeški odziv najmanj predvidljiv. Zavedanje nevarnosti je večje za pogostejše dogodke, npr. poplave, kot pa za manj pogoste, npr. potrese. Whyte (1986) navaja raziskave, ki kažejo, da kmetovalci razmeroma točno ocenjujejo nevarnost poplav, kadar so te pogoste (enkrat na leto ali dve), da pa so veliko manj pozorni nanje, kadar so redkejše (enkrat na pet ali šest let). V slednjem primeru nevarnost poplav zanje skoraj ali sploh ni bila pomembna. Zastavlja se vprašanje, zakaj je verjetnost nesreče premaknjena v kategorijo negotovosti. Poleg pogostosti in teže naj bi na to vplivali še dve lastnosti nesreč:
 - nenadnost, saj se praviloma začno z nič ali z malo opozorili ter puščajo ljudem le malo izbire;
 - posledice za neko okolje, to je povezanost z življenjem in delom v kraju (npr. poplave v poljedelskem kraju. Tem dejavnikom lahko dodamo še osebno ranljivost, na katero vplivajo značilnosti nesreče, to je njena nedavnost, pogostost in jakost, pa tudi različna stališča. Nedavnost nesreče in njena medijska navzočnost povečata zavedanje ljudi za dano vrsto nevarnosti. Ljudje, ki so podobno nesrečo že doživeli, se bodo manj bali, zakaj znanega se manj bojimo. Preživetje nesreče zmanjša posameznikovo zaznavo lastne ranljivosti. Zaradi osebne izkušnje bodo prihodnje ocene nesreč tudi bolj točne. Seveda smo zavedanje še ne pomeni tudi ustreznega ravnanja. Ali je tako zaradi podcenjevanja verjetnosti, da bo prišlo do nesreče, ali pa zaradi nepoznavanja ustreznih strategij pripravljenosti, še ni čisto jasno.

Kakorkoli se pri zaznavanju nevarnosti pogosto sklicujemo na verjetnost, določenih nevarnosti nimamo za verjetnostni proces. Tako Kates navaja, da imajo ljudje težave pri obravnavanju poplav na verjetnostni način. Na ločene dogodke gledajo, kot da vplivajo drug na drugega: npr. nedavna velika poplava pomeni, da se naslednja ne bo mogla pripetiti kmalu, ali pa, da

poplave prihajajo v pravilnem (napovedljivem) vzorcu. Zaznava verjetnosti neke nevarnosti je toliko manj uporabna, kolikor daljši je interval med dogodki, kolikor težje so ti prepoznavni (npr. onesnaževanje zraka) ali povzročeni po človeku.

Neurja, kakršno je bilo v noči s 3. na 4. julij 1989 v Halozah, niso ravno pogosta. Še redkejša je njihova dokaj hitra ponovitev. Isto velja za poplave leta 1990. V celoti gre za dogodke precejšnje moči in hudih posledic, na srečo predvsem materialnih. Toda, če ni bilo smrtnih žrtev, to še ne pomeni, da ujma ljudi ni neposredno prizadela. Izkušnje posameznikov so ključni vidik v poskusu predvidevanja možnih negativnih psiholoških posledic nesreč.

Raziskava neurja v Halozah je bila izvedena več kot pol leta po dogodku, kar je nedvomno vplivalo na odgovore izpraševancev. Iz bolj oddaljene perspektive se nam dogodki pogosto zde drugačni kot takrat, kadar jih neposredno doživljamo. Kombiniramo jih s kasnejšimi izkušnjami, izkušnje se izmenjujejo med ljudmi, kasnejše zamere lahko spremene celotno mnenje o dogodku itd. Po drugi strani a tako raziskovanje lahko dovolj verodostojno zajame dogajanje po nesreči, posebej kadar zaznavo soočimo z objektivnejšimi kazalniki. Končno je zanimivo tudi samo mnenje ljudi o nekem dogodku, ne glede na njegovo veljavnost. Odraža pač določeno psihično stvarnost, ki ima tudi svojo težo.

Začnimo z zaznavo osnovne posledice ujme - oceno najbolj prizadetih površin. Primerjava z dejansko prizadetimi kaže določeno podobnost, vendar je v osnovi napačna. Zelo je precenjen obseg poškodovanih njiv, podcenjen pa obseg poškodovanih pašnikov. To morda odraža pomen posameznih površin za prizadete. V njive nedvomno vlagajo več dela kot v pašnike. Najbrž je res nekaterim poškodovalo več njiv in drugim več pašnikov in končno nimajo vsi vseh površin.

Odgovori prizadetih Haložanov kažejo tudi očitno nemoč posameznikov pred t.i. "višjo silo", saj jih več kot polovica meni, da niso mogli storiti ničesar. Okoli 40 % jih je vendarle skušalo nekaj storiti, rešiti, kar se je rešiti dalo, čistiti kanale, iskati pomoč ali kaj drugega. Precej podobne so bile razmere tudi med poplavami leto kasneje. Početje ob začetku poplavljanja je bilo sicer odvisno od kraja, prevladovalo pa je reševanje imetja, pomoč drugim, pa tudi nemoč. Dogodkov, kakršni so bili omenjeni, ljudje zaenkrat še ne morejo preprečiti (razen dolgoročno, z regulacijo voda), lahko le blažijo njihove posledice.

Po ujmi je prišla v ospredje raziskovalna dejavnost oz. odpravljanje posledic. Ljudje so se seznanjali z novimi razmerami, saj jim je šele to omogočilo kakršnokoli ukrepanje. Le okoli 11 % (Haloze) jih ni storilo ničesar, oz. so preprosto čakali. Pri teh odgovorih moramo upoštevati tudi čas, na katerega so izpraševanci mislili. Izraz "po" ne pomeni vsem istega trenutka. Za nekatere je to "takoj, ko je neurje prenehalo", za druge je to lahko neko kasnejše obdobje.

Poplave leta 1990 so bile po mnenju izpraševancev precej nepričakovane (vsaj glede obsega), večina pa je menila, da njihova ponovitev v naslednjem letu ni možna, čeprav razlike v odgovorih niso bile zelo velike. Komaj kdo je menil, da se bodo poplave zagotovo ponovile (manj kot 5 %). Značilno je tudi mnenje prizadetih Haložanov o možnosti ponovitve neurja. Če se prva ponovitev še ni zdela tako verjetna, pa je po njihovem mnenju letos (l. 1990) to možno ali celo skoraj gotovo. Kakor jih je po eni strani ponovitev neurja v razmeroma kratkem času senzitivirala na možno kasnejšo ponovitev, pa je možnost ponovitve čez eno leto tudi verjetnejša. Zdi se, kot da negotovost glede ponovitve vse bolj zamenjuje gotovost. Toda, ali je res tako?

Zaznava nesreče seveda vpliva na z njo povezano ravnanje ljudi. Dejstvo, da velika večina ne namerava storiti ničesar, da bi se v prihodnje izognila škodi, priča, da ta gotovost vendarle še ni prevelika. Odgovori kažejo očitno pasivnost prizadetih. Tudi izsledki drugih raziskav kažejo, da ljudje neradi spreminjajo svoje navade. Raje ne store nič, če lahko izbirajo. In končno, nesreča vendarle ni tako huda, da bi zahtevala drastične spremembe v življenju. Možno je tudi, da izpraševanci preprosto ne poznajo različnih možnosti soočanja s tovrstnimi nesrečami.

Dogajanje, povezano z nesrečo, lahko razdelimo v obdobja pred nesrečo, med in po nesreči. Z nesrečo se soočajo posamezniki, ki se razlikujejo po starosti, izobrazbi in privrženosti skupnosti, vedo več ali manj o možnih nevarnostih ter o možnostih njihovega pojavljanja in imajo različne izkušnje s prejšnjimi nesrečami. Med nesrečo so nedvomno vsi podvrženi večjemu ali manjšemu stresu. Lahko jih ubije, poškoduje, izgubijo sorodnike ali prijatelje, lahko so skrajno preplašeni ter opazujejo propad svojega imetja itd. Po nesreči se morajo na te svoje izkušnje nekako navaditi. Iščejo različne rešitve za soočanje s prihodnjimi nesrečami, kot tudi nadomestila za izgube. Naši raziskavi zajemata predvsem zadnji dve obdobji, dogajanje med nesrečo in po njej. Življenje pred nesrečo navadno poteka po ustaljenih navadah, in prav zaradi verjetnosti narave njihovega pojavljanja nas nesreče navadno presenetijo in jih ne dočakamo pripravljeni. Pripravljenost je predvsem odvisna od prejšnjih izkušenj prizadetih z nesrečami, pa tudi od njihovih predstav o njih. Vsi se seveda zavedamo, da se nekaj lahko zgodi, toda navadno "ne nam" in "ne danes". Omejena razumnost, kot jo je zahteval Simon, je eden od razlogov za tako samoslepitev. Kaže se v preozkem obsegu prilagoditev na možno nesrečo, v nekakšnem dajanju prednosti kriznim odzivom in vrsti drugih napačnih presoj. Ljudje nekako raje čakajo na nesrečo, kot pa, da bi jo preprečili. Ali nam o tem ne pričajo končno tudi dolgi sezname hudih posledic vsakoletnih naravnih nesreč pri nas, da tehnoloških sploh ne omenjamo. Glede osnovnih psiholoških posledic naravnih nesreč bi na tem mestu naštel še nekatere ugotovitve (Bolin, 1989):

- nesreče, ki izpostavljajo prizadete življenjsko nevarnim situacijam ali pa smrti ali poškodbi članov primarne skupine, saj povzročijo resne psihične posledice;
- nesreče, ki jih spremlja dolgo obdobje grožnje ali pa grožnja ponovitve po začetnem močnem udarcu, so posebno stresne;
- velike nesreče, pri katerih je visoko razmerje med prizadeto in neprizadeto skupnostjo, so povezane s posledicami v duševnem zdravju;
- nenadne in nenapovedane nesreče so bolj stresne kot predvidene;
- nesreče, s katerimi prizadeti nimajo izkušenj, so psihološko bolj moteče kot znane; prejšnje izkušnje, posamične ali kolektivne, blažijo učinke stresa.

Če bi po teh vidikih ocenili dogodka v Halozah ter poplave leta 1990, je očitno naslednje:

1. Dogodki vsaj neposredno po posledicah niso bili življenjsko nevarni. Ni bilo mrtvih ali hujše poškodovanih.
2. Nesreč ni spremljalo dolgo obdobje grožnje, ponovitev pa je bila nepričakovana.
3. Škoda je zajela široko območje, zato je bila ujma toliko bolj stresna za prizadete.
4. Dogodki so bili predvsem glede moči in posledic nepričakovani. Eden se je pripetil ponoči in je bil zato še toliko bolj stresen.
5. Gre za znano naravo dogodkov, kar zmanjšuje njihove stresne učinke.

Naj končamo. V članku omenjene ugotovitve nedvomno kažejo na pomen psihološkega pristopa k proučevanju poplav, ne le za pridobivanje novih spoznanj na tem področju, ampak tudi za uvajanje ustreznih posegov pri preprečevanju nesreč ali blažitvi njihovih posledic.

- Bolin, R., 1989, *Natural Disasters*. R. Gist, R. in B. Lubin (ur.). *Psychosocial Aspects of Disaster*. New York: Wiley.
- Gifford, R., 1987, *Environmental Psychology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Kates, R., 1976, *Experiencing the Environment as Hazard*. H.M. Prohansky in sod. (ur.). *Environmental Psychology*. New York.
- Polič, M., 1990, *Negotovost nesreč in njena zaznava*. *Ujma* 4.
- Polič, M., B. Ušeničnik, S. Rajh., 1990, *Kaj menijo ljudje o lanskih ujmah v občini Ptuj*. *Ujma* 4, 31-37.
- Polič, M., B. Ušeničnik., 1991, *Dogajanje med poplavami leta 1990 v očeh prizadetih prebivalcev*. *Ujma* 5, 114-120.
- Quarantelli, E. L., 1982, *What is a Disaster?* B. G. Jones, M. Tomažević (ur.). *Social and Socioeconomical Aspects of Earthquakes*. Ljubljana: ITRMS.
- Sorensen, J. H. in G. F. White, 1980, *Natural Hazards: A Cross-Cultural Perspective*. I. Altman, A. Rapoport, J. F. Wohlwill. *Human Behavior and Environment*, vol. 4. New York: Plenum Press.
- Simon, H., 1957, *Models of man: Social and rational*. New York: Wiley.
- Slovic, P., B. Fischhoff in S. Lichtenstein, 1981, *Perceived risk: psychological factors and social implications*. *Proc. R. Soc. Lond. A* 376, 17-34.
- Tierney, K. J., 1989, *The Social and Community Contexts of Disaster*. R. Gist. in B. Lubin (ur.). *Psychosocial Aspects of Disaster*. New York: Wiley.

KLIMATSKE SPREMEMBE IN VREMENSKE UJME V SLOVENIJI

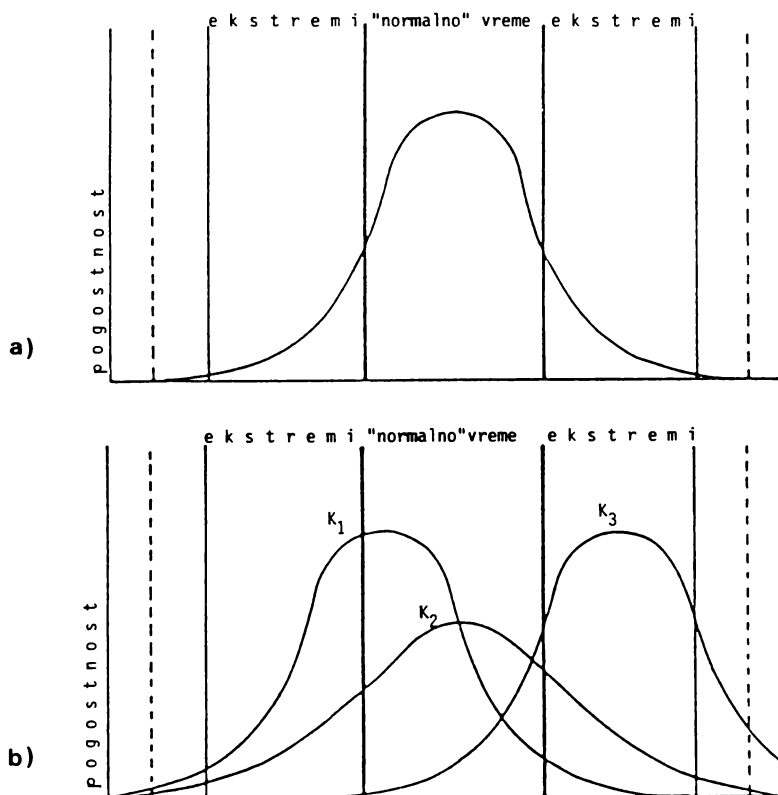
UVOD

Novejše klimatološke raziskave kažejo, da se klima našega planeta vse hitreje spreminja (Sulman, 1982). Klimatske spremembe so lahko naravne ali pa so posledica antropogenih vzrokov (Hočevar, 1991). Praviloma jih povzroča spremenjena energijska bilanca sistema S-A-Z, ta pa je odvisna od mnogih dejavnikov. Med najpomembnejšimi so sevalne lastnosti atmosfere, ki jih določa njena sestava. Sestavo atmosfere pa v zadnjih desetletjih vse bolj spreminja človek z vnosom plinov, kot so CO₂, metan, dušikovi oksidi in CFC-ji (Kajfež-Bogataj, 1991). Spremembe klime v prihodnjih desetletjih se utegnejo izraziti v:

1. povečani globalni temperaturi planeta (zraka, tal, voda...),
2. prostorsko in časovno spremenjenem padavinskem režimu,
3. spremembah drugih vremenskih parametrov (oblačnost, zračna vlaga, pogostnost pojavov, itd.).

Rezultati nekaterih analiz temperaturnih podatkov za Slovenijo (Kajfež-Bogataj 1992) kažejo, da se naraščanje temperature zraka ujema z napovedmi (WMO, 1990).

Klimatske spremembe običajno potekajo od začetnega ravnovesnega stanja klime v novo ravnovesno stanje. Sam potek sprememb pa je pogosto združen tudi z intenzivnimi vremenskimi spremembami, ki se kažejo v močno povečani pogostnosti ekstremnih dogodkov kot so dolgotrajne suše, močni vetrovi, neurja in vremenske ujme nasploh. To pomeni, da bodo v prihodnjih desetletjih povratne dobe ekstremnih dogodkov veliko krajše, kot jih poznamo danes (Riebsame, 1991). V splošnem lahko trdimo, da bodo, če bo potek klimatskih sprememb ustrezal scenarijem, ki jih napovedujejo Svetovna meteorološka organizacija in tudi druge inštitucije, na primer tisti padavinski dogodki, ki jih danes razumemo kot ekstremne, lahko povsem "normalni" dogodki (slika 1).

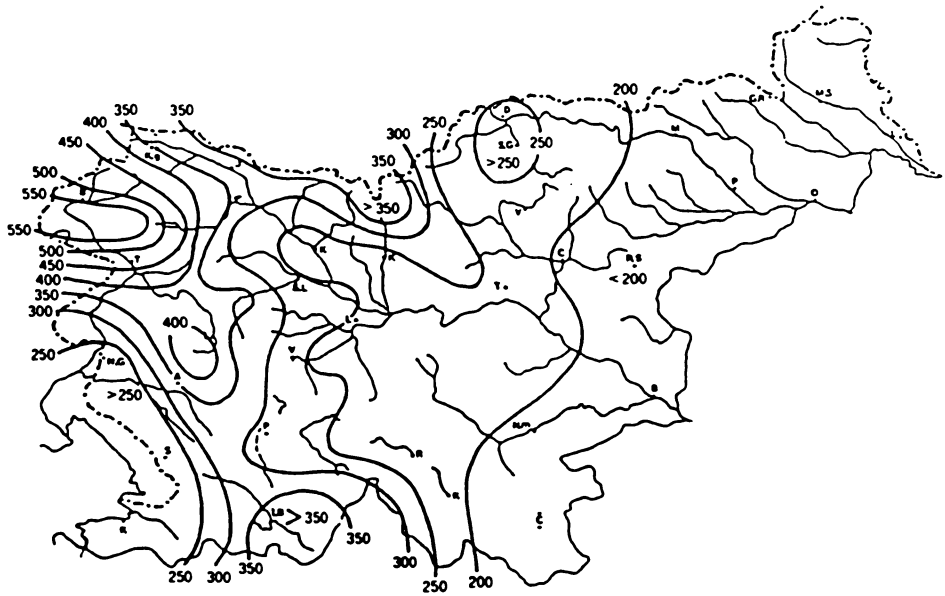


Slika 1. Odnosi med pogostnostjo "normalnih" in ekstremnih vremenskih dogodkov a) v dosedanjih, b) v hipotetičnih novih (K1, K2, K3) klimatskih razmerah.

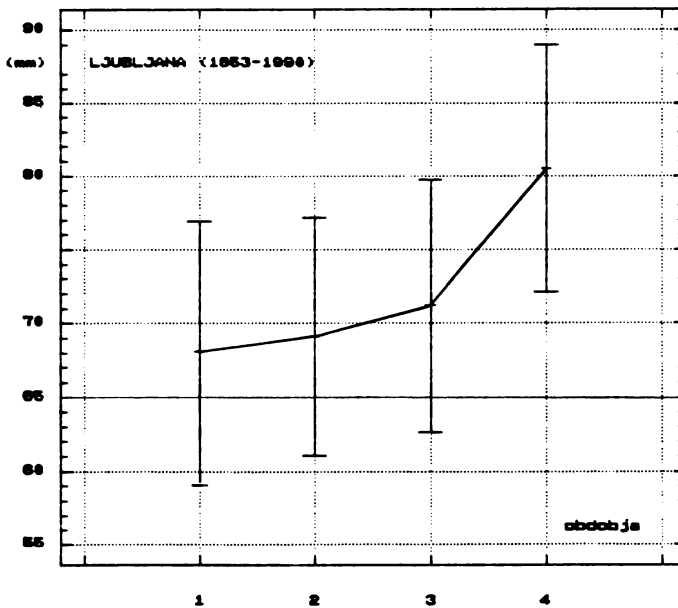
NALIVI IN POPLAVE

Med ekstremne dogodke, torej tiste, ki jih danes, statistično gledano, pojmuje kot skrajne dele verjetnostnih porazdelitev, štejemo tudi nalive. Ti so seveda poleg reliefnih danosti glavni povzročitelji poplav. Močni nalivi v Sloveniji nastanejo najpogosteje kot splet različnih vremenskih dogajanj. Najpogosteje nastajajo ob močnem in trajnejšem dviganju vlažnega in razmeroma toplega zraka. Vzroki za dviganje zraka so različni (Pristov, 1991), a posebno močne padavine so takrat in tam, kjer se npr. dviganju zraka v ciklonalnem območju pridruži še dviganje zraka zaradi vpliva gorski ovir. Tako dobimo v Sloveniji najbolj izdatne padavine jeseni ob kombinaciji ciklonalnih in orografskih padavin z nevihtami.

Kakšna količina padavin povzroči poplave, ni povsem raziskano, saj poleg količine padavin pogojuje poplave tudi časovna porazdelitev padavin (intenziteta). Po izkušnjah v Sloveniji povzročijo poplave dolgotrajnejše obilne padavine, kamor lahko štejemo npr. dvodnevne padavine, lahko pa povzročijo poplave že 12-urni nalivi velikih intenzitet. Tak primer so bile po nekaterih ocenah poplave v novembru 1990 v Sloveniji (Kolbezen, 1991). Pogosto v zvezi s



Slika 2. Najvišje možne 24-urne višine padavin, izračunane po Nemetzovi metodi na osnovi podatkov iz obdobja 1950-1979 (po Pristovu 1991).



Slika 3. Povprečne maksimalne 24-urne višine padavin v Ljubljani za 4 opazovalna obdobja; in sicer 1. 1853-1900, 2. 1901-1930, 3. 1931-1960, 4. 1961-1990, z visanimi mejami zaupanja (LSD).

Tabela 1: Osnovne statistike 24-urnih nalivov (mm) v različnih obdobjih v Ljubljani in Mariboru (x - aritmetična sredina, s - standardna deviacija, min - najmanjša in max - največja vrednost v nizu, t - leto).

Ljubljana						
	obdobje	x	s	min	max	trend
1	1853-1900	68,1	21,47	27,0	122,0	77,5 mm + 0,198*t
2	1901-1930	69,1	24,41	46,7	178,4	
3	1931-1960	71,2	24,67	46,4	141,3	
4	1961-1990	80,6	21,70	39,2	131,6	
Maribor						
	obdobje	x	s	min	max	trend
1	1948-1970	56,9	14,97	14,6	82,7	55,2 mm + 0,428*t
2	1970-1991	64,3	20,49	38,8	107,7	
	1961-1990	61,8	18,45	38,3	107,7	

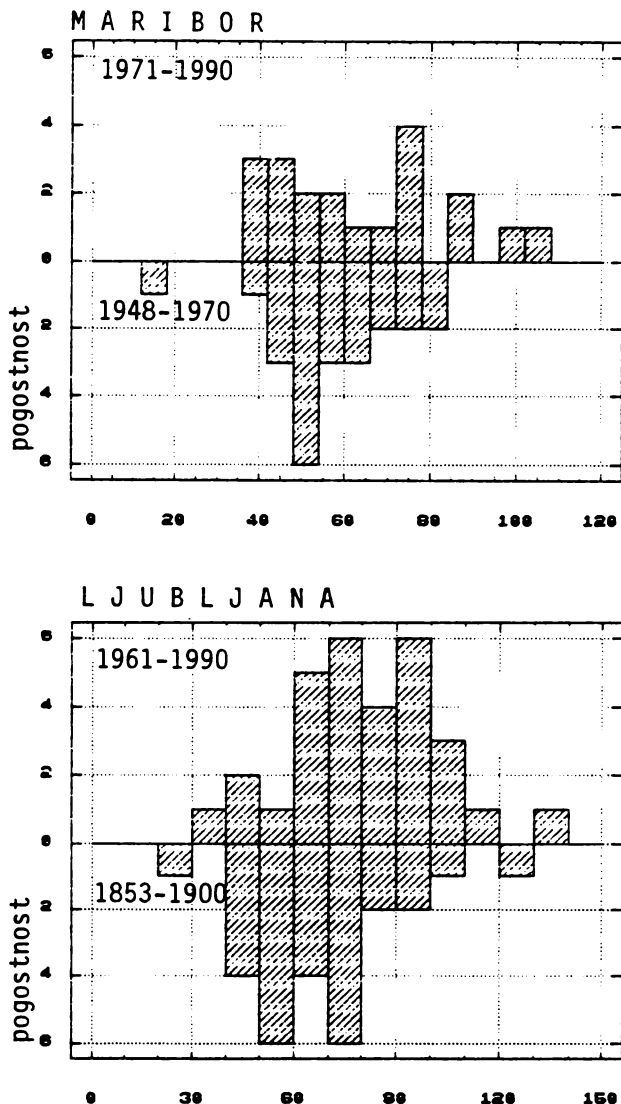
poplavami analiziramo kar 24-urne količine padavin, saj ta podatek dobimo za okrog 290 merilnih mest v Sloveniji.

V statistiki poznamo več metod za oceno ekstremnih vrednosti količin, ki nam na osnovi krajšega niza podatkov izračunajo ekstrem v daljšem časovnem obdobju. S statističnimi metodami izračunamo, kakšne maksimalne vrednosti padavin (24-, 18-, 12-, 6- urnih...) lahko pričakujemo v daljšem obdobju, seveda ob predpostavki, da se klimatske razmere glede na obravnavano obdobje ne spremenijo. Za oceno ekstremnih vrednosti padavin so primerne npr. Fisher-Tippetove funkcijske enačbe in razne izpeljane metode (Roškar, 1975, Cegnar in Rink, 1987). Metode se med sabo nekoliko razlikujejo, vse pa pri napovedovanju ekstremov gradijo na predpostavki, da se klimatske spremembe glede na obravnavano obdobje ne bodo spremenile, in upoštevajo statistične informacije večletnega niza meteoroloških merjenj (aritmetično sredino, oceno variance, momente višjih redov ipd.). Rezultati Gumbelove metode prirejene po Nemetzu (slika 2) za Slovenijo, ki temeljijo na analizi 30 letnega obdobja (1950-1979) nam povedo, da bi bile maksimalne 24-urne padavine za Savinjske Alpe in Snežnik okoli 350 mm, za Trnovski gozd okrog 400 mm in za zahodne Julijske Alpe nad 450 mm (Pristov, 1992). Najmanjše vrednosti, pod 200 mm, pa dobimo v severovzhodni in jugovzhodni Sloveniji.

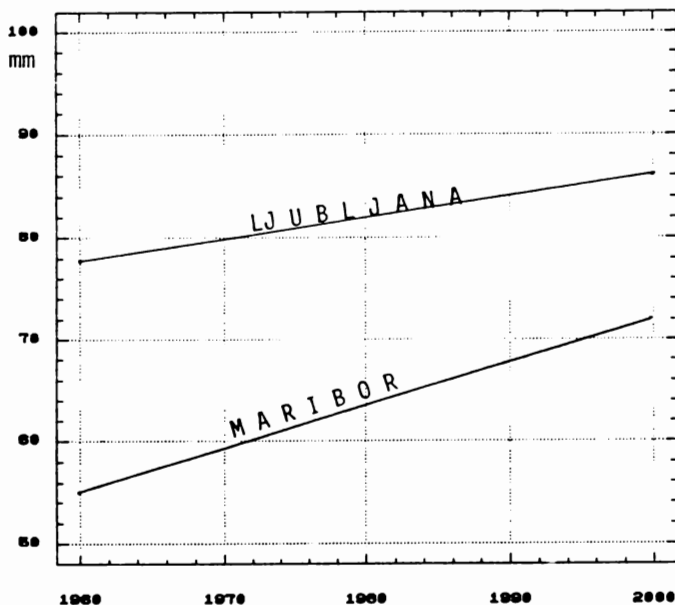
SPREMINJANJE NAJVIŠJIH 24-URNIH VIŠIN PADAVIN

Ob klimatskih spremembah seveda ti izračuni ne držijo. Ocene za ekstremne dogodke moramo dobiti iz čim novejših meteoroloških merjenj, ki lahko dajo lahko drugačne statistične informacije kot tista iz prejšnjih obdobj (Kuusisto, 1990).

Za analizo časovnega spreminjanja največje 24-urne višine padavin v letu smo izbrali Ljubljano, za katero imamo s take meritve že od leta 1853 naprej. Za krajše obdobje (1948-1990) smo za primerjavo analizirali tudi meritve v Mariboru. Obravnavane 24-urne višine padavin so izmerjene na meteoroloških postajah v času od 7. ure zjutraj prvega dne do 7. ure zjutraj naslednjega dne. Če opazovanja razdelimo na več krajših obdobj in za vsako izračunamo osnovno statistiko (tabela 1), vidimo, da povprečna maksimalna količina 24-urnih padavin narašča v obeh krajih. V Ljubljani se je povprečna vrednost ekstremnega 24-urnega naliva v letu v zadnjih 100 letih povečala za 12,5 mm (slika 3). Če podatke za oba kraja uredimo v



Slika 4. Pogostnostne porazdelive maksimalnih 24-urnih višin padavin v Mariboru in Ljubljani za različna opazovalna obdobja.



Slika 5. Linearno naraščanje maksimalnih 24-urnih višin padavin v Ljubljani.

Tabela 2: Maksimalni 24-urni nalivi (v mm) v Ljubljani in Mariboru za izbrane povratne dobe po obdobjih iz tabele 1 (s - skupaj).

	POVRATNE DOBE (leta)											
	10	20	30	40	50	100	200	300	400	500	1000	10000
LJUBLJANA												
1	106,6	118,2	125,0	129,8	133,5	145,2	156,8	163,5	168,4	172,1	183,7	222,2
2	112,9	126,1	133,8	139,3	143,6	156,8	169,9	177,7	183,1	187,4	200,6	244,4
3	115,5	128,8	136,6	142,2	146,5	159,8	173,1	180,9	186,5	190,8	204,1	248,4
4	119,5	131,3	138,1	143,0	146,8	158,5	170,2	177,1	181,9	185,7	197,4	236,4
S	114,5	127,2	134,6	139,9	144,0	156,7	169,4	176,8	182,1	186,2	198,9	241,1
MARIBOR												
1	83,8	91,9	96,6	100,0	102,6	110,7	118,8	123,5	126,9	129,5	137,6	164,5
2	101,0	112,1	118,6	123,2	126,8	137,8	148,9	155,4	160,0	163,5	174,6	211,4
S	92,5	102,2	107,9	111,9	115,0	124,7	134,4	140,0	144,0	147,2	156,8	189,0

pogostnostni porazdelitvi, je premik k višjim vrednostim 24-urnih nalivov še bolj očiten (slika 4), povečuje pa se tudi njihova variabilnost.

Analiza časovnih vrst pokaže smer naraščanja, ki je še posebej izrazito v zadnjih tridesetih letih (1961-1990). Linerno smer izračunana z metodo najmanjših kvadratov (slika 5) kaže, da

Tabela 3: Povratne dobe (v letih) maksimalnih 24-urnih nalivov v Ljubljani in Mariboru, izračunane na osnovi meritev za različna obdobja po tabeli 1.

LJUBLJANA									
NALIV	100	110	120	130	140	150	160	170	180 (mm)
obdobje									
1	6,7	12,2	22,3	40,4	73,5	133,6	243	441	802
2	5,1	8,6	14,5	24,5	41,5	70,1	119	201	339
3	4,5	7,5	12,6	21,2	35,7	60,1	101	170	286
4	3,2	5,7	10,3	18,6	33,5	60,6	109	198	357
skupaj	4,5	7,8	13,5	23,3	40,3	69,5	120	207	357
MARIBOR									
NALIV	100	110	120	130	140	150	160	170	180 (mm)
obdobje									
1	40,0	94,2	221,9	522,6	1230,7	2898,7	6827	16078	37872
2	9,4	17,5	32,8	61,3	114,6	214,3	401	750	1402
skupaj	17,1	35,0	71,6	146,4	299,6	613,1	1254	2567	5251

v Ljubljani naraščajo maksimalni 24-urni nalivi v letu za 19,8 mm na 100 let, v Mariboru pa za 42,8 mm na 100 let, torej še bistveno bolj kot v Ljubljani.

Oglejmo si, kako so ocene za velikost maksimalnih nalivov odvisne od izbire opazovalnega obdobja. Tako lahko na primer izračunamo z uporabo nemodificirane Fisher-Tippetove porazdelitve ekstremnih vrednosti. Zadnje 30-letno opazovalno obdobje nam v Ljubljani daje višje vrednosti maksimalnih 24-urnih padavin ob izbrani povratni dobi. Na primer za 20 letno povratno dobo je za obdobje 1853-1900 izračunana maksimalna količina padavin za 24 ur 118 mm, za zadnjih 30 letih pa 131 mm (tabela 2). Še bolj očitna razlika je v Mariboru, kjer nam zadnjih 20 let opazovanj daje za analogen rezultat 112 mm, predhodno obdobje 1948-1970 pa le 92 mm. Tudi največja močna količina padavin v 24 urah, ki jo lahko enačimo z 10 000-letno povratno dobo, je bila na primer v Mariboru po stari oceni 165 mm, zdaj pa presega 211 mm. Če se bo spreminjanje klime nadaljevalo v podobni smeri lahko seveda pričakujemo še intenzivnejše padavine in s tem tudi večjo potencialno nevarnost poplav.

Podobne rezultate daje tudi analiza povratnih dob izbrane količine padavin v 24 urah. Na primer naliv 150 mm smo v prejšnjem stoletju v Ljubljani lahko pričakovali vsakih 134 let, danes pa že na 61 let (tabela 3). V Mariboru so razlike še očitnejše: 24-urne padavine velikosti 100 mm so imele po ocenah za obdobje 1948-1970 povratno dobo 40 let, po oceni obdobja 1971-1990 pa le še 9 let. Razlike v Mariboru so še večje pri izdatnejših padavinah: pri nalivih 150 mm je razlika med povratnima dobama 2900 let na dobrih 200 let. Tudi izračuni te vrste opozarjajo na povečevanje nevarnosti poplav.

SKLEP

Ugotovitve lahko strnemo v več sklepov. Prognoze vodilnih klimatologov nas opozarjajo, da se nam v prihodnjem stoletju obetajo bolj ali manj izrazite klimatske spremembe. Vreme v prehodnem obdobju utegne označevati povečana pogostnost ekstremnih pojavov, kamor lahko prištevamo tudi intenzivne nalive, poplave in vremenske ujme nasploh.

Pri izračunih predvidenih maksimalnih nalivov in njihovih povratnih dob moramo zato biti previdni, saj ti veljajo ob predpostavki, da se klima ne spreminja. Gibanje nekaterih meteoroloških parametrov v Sloveniji pa kažejo, da ta predpostavka najverjetneje ni izpolnjena. Analiza ekstremnih 24-urnih nalivov za Ljubljano in Maribor je pokazala nekatere razlike v izračunih maksimalnih možnih padavin. Te se v zadnjih letih povečujejo in s tem tudi potencialna nevarnost poplav.

Za natančnejše ugotovitve bodo zato v prihodnosti potrebne intenzivne prostorske in časovne analize padavinskih podatkov prav s stališča sprememb klime.

Arhiv Hidrometeorološkega Zavoda SRS.

Hočevar, A., 1991. Klimatske spremembe. Delo, 20.3.1991, 14.

Sulman, F. G., 1982. Short and Long-term changes in climate. CRC Press, Florida, Vol II, 167 strani.

Kajfež-Bogataj, L., 1991. Klimatske spremembe in kmetijstvo. Sodobno kmetijstvo, Št. 9, 356-360.

Kajfež-Bogataj, L., 1992. Opazovane klimatske spremembe v Sloveniji. Geografija v šoli 2, 56-60.

Kolbezen, M., 1991. Hidrološke značilnosti novemberske visoke vode leta 1990. Ujma 5, 1990, 16-18.

Kuusisto, E., 1990. Apres nous le deluge. Conference on Climate and Water, Helsinki.

Pristov, J., 1991. Razporeditev padavin in njihov vpliv na poplave. Ujma 5, 1990, Republiški sekretariat za ljudsko obrambo, Ljubljana, 10-15.

Riebsame, W. E., 1991. Climate hazards, climatic change and development planning. Land Use Policy, 8, 4: 288-296.

Rink, S., in T. Cegnar, 1987. Primerjava statističnih metod za oceno ekstremnih vrednosti padavin. Razprave-Papers, 29, 1: 13-32.

Roškar, J., 1975. O porazdelitvah letnih ekstremnih nalivov v Sloveniji. Razprave-Papers, 18, 63-73.

WMO, 1990. Climate Change. The IPCC Impacts Assessment. AGPS Press, Canberra, 210 strani.

VERJETNE MAKSIMALNE PADAVINE ZA SLOVENIJO

Ugotovljeno je, da obstaja zgornja meja za količino padavin, ki lahko pade na opazovano površino v določenem času. To količino imenujemo verjetne maksimalne padavine (VMP). Analiza povodja z VMP daje realno sliko o katastrofalnih padavinah, ki jih lahko pričakujemo na opazovanem povodju. Ocena povratne dobe je nekoliko manj stroga od klasične, vendar se je v praksi pokazala za realnejšo. V nasprotju s klasičnim statističnim pričakovanjem (povratno dobo), ki je rezultat večinoma neustrezno kratkega opazovalnega obdobja in neustrezne statistične analize, analiza z VMP upošteva tudi regionalne hidrološke značilnosti in tako bolj zanesljivo določi povratno dobo. Z metodo VMP so bile ocenjene verjetne maksimalne padavine za Slovenijo. Rezultati kažejo, da lahko pričakujemo še bistveno večje katastrofalne padavine, kot smo jim bili priča v zadnjih letih.

Uvod

Ušeničnik (1991) ugotavlja, da naravne nesreče odvzamejo v Sloveniji vsako leto povprečno 1.5 do 3 % družbenega proizvoda, večje nesreče pa tudi več. Ujma novembra 1990 je zahtevala 20 % družbenega proizvoda. Če bi primerjali škodo in družbeni proizvod le na območju, ki je bilo prizadeto, potem bi bile zgornje vrednosti bistveno višje, reda velikosti enoletnega družbenega proizvoda. Problem nesreč je pravzaprav sestavni del ekonomskega razvoja. Če se hkrati zavedamo dejstva, da za obrambo pred naravnimi nesrečami iz proračuna namenjamo manj, kot pa za odpravljanje škode, nam to dejstvo jasno pokaže pomen pravilne strategije široke družbene akcije varstva pred naravnimi nesrečami, v našem konkretnem primeru pred poplavami.

Podobno kot nepopolna predstava o vsebini in pomenu odtočnega koeficienta, je v obstoječi slovenski praksi še vedno premalo prisotno bazično znanje meteorologije, hidrologije, hidro-

geologije, hidravlike itd. Metode, s katerimi pri nas še danes rešujemo problematiko določanja padavin in njihovih posledic - poplav, so pomanjkljive in zastarele. Kompare (1991) je pokazal pomanjkljivosti obstoječega načina zbiranja meteoroloških (padavinskih) podatkov, tu pa se bomo osredotočili na prikaz pojma verjetnih maksimalnih padavin in na njihovo določanje.

Značilnosti močnih padavin in odtokov

Značilnosti močnih nalivov v mediteranskem gorskem svetu

Mediterranski bazen je na severu zaprt z verigo gorskih masivov, ki se začnejo s Sierami v Španiji, se nadaljujejo s Pireneji, Centralnim gorstvom (Francija), Alpami, Apenini, Dinaridi in se končajo s Pindskim gorstvom v Grčiji.

Mediterranski bazen se poleti segreva, zrak nad njim pa polni z vlago. Pravkar omenjena bližnja gorstva se še močneje segrejejo kot morje in tako povzročajo močno lokalno termično dviganje zračnih mas. Vlažne zračne mase se zaradi adiabatnega razpenjanja ohladijo, pride do nagle kondenzacije parne vlage v dežne kapljice, kar povzroči močne, toda lokalno omejene nevihte. Takim nevihtam pravimo termične nevihte. Običajno so kratkotrajne, če pa je vetrovna slika neugodna in vetrovi kontinuirano prinašajo nove količine vlage iznad morja nad gorske ovire, lahko take nevihte trajajo tudi nekaj ur in v tem času povzročijo resne poplave. Kratkotrajnim in izredno močnim nevihtam tega tipa pravimo po domače, da se je utrgal oblak. Poplave leta 1989 v dolini Lahomnice so bile posledica takih padavin.

Jeseni (tipično oktobra) je slika nekoliko drugačna. Globalna cirkulacija zračnih mas prinaša lepo ali grdo vreme z zahoda. Če je vremenska situacija posebno neugodna, lahko tople in z vlago nasičene zračne mase iznad Atlantskega oceana dalj časa neprekinjeno pritekajo nad Sredozemlje, kjer jih zadrži ob robu gora greben visokega zračnega pritiska (anticiklon). Hladnejši anticiklonski zrak še dodatno okrepi vpliv gora (navidezno večja višina, ker se morajo tople zračne gmote dvigniti nad njih). Tako na samem robu sredozemskih gorstev nastanejo intenzivne in dolgotrajne padavine (tudi po več dni), povzročajo obsežne (regionalne) poplave. Po naših in tujih izkušnjah ni nobena redkost pričakovati specifične odtoke reda velikosti $20 \text{ m}^3/(\text{s}/\text{km}^2)$ za povodja do 100 km^2 . Če so taka povodja iznad urbaniziranih predelov, so lahko posledice poplav še hujše. Tipičen primer takih padavin so poplave 1. 11. 1990 v severovzhodni Sloveniji. Čeprav so večdnevne padavine od 26. 10. do 1. 11. 1990 dosegle v Posočju nad 440 mm (Pristov, 1991), so bile tam posledice poplav neznatne (večinoma usadi na prometnice) v primerjavi s poplavami v Savinjski dolini, kjer je bila skupna višina padavin "le" okrog 240 mm na najbolj ogroženih območjih (Pristov, 1991; Paradiž in Gregorčič, 1991). To dejstvo nakazuje, da imajo za notranjost Slovenije katastrofalne padavine z enako intenziteto kot v primorju bistveno daljšo povratno dobo. Tudi Desbordes (1991) je ugotovil podobno za območja Španije, Francije in Italije - v grobem so za isto povratno dobo padavine na sredozemski strani gorstev dvakrat močnejše kot v notranjosti. Če pa govorimo o povratni dobi, potem se enake jakosti padavin, kot se pojavljajo v primorju na 10 let, pojavijo v notranjosti šele v sto letih. Nekaj podobnega se je zgodilo nad Slovenijo tudi novembra 1990.

Pravkar opisana padavinska situacija je kljub pogostim anticiklonom nad osrednjim delom Evrope in dotekajočemu toplemu in vlažnemu atlantskemu zraku z zahoda relativno redek pojav, tako da ima značaj katastrofalnih dogodkov z dolgo povratno dobo (prek 100 let Desbordes, 1991). Vendar pa ta razmislek velja le za določeno lokacijo. Če opazujemo Mediteran kot celoto, torej prostorno sliko, so take situacije dokaj pogoste, s povratno dobo nekaj let (Desbordes, 1991). Zaenkrat še ne poznamo zakonitosti, s katero bi lahko napovedali mesto pojavljanja takih katastrofalnih padavin. Lahko se zgodi, da jih na nekem mestu ne zasledimo dolgo vrsto let, nato pa se pojavi več katastrofalnih poplav v kratkem času, lahko celo zaporedoma v eni jeseni.

Posebej neugodna je koincidenca (sočasen nastop) obeh tipov katastrofalnih padavin. Ta nastopi takrat, ko jeseni na pregreta območja po obdobju lepega in stabilnega vremena pritisne z zahoda topla fronta, ki jo ustavi že opisani anticiklonski vrtinec hladnega zraka. Močnim lokalnim termičnim nevihtam, ki so razporejene prek širših območij, se priključijo še močne in dolgotrajne frontalne padavine. Značilen primer takih neviht so katastrofalne padavine v Novi Gorici z okolico, ki so od leta 1983 nastopile že trikrat.

Za orientacijo podajamo v tabeli (po Desbordes, 1991; Kompare, 1991; in Pristov, 1991) nekaj ekstremnih vrednosti višin padavin:

Velikost odтока glede na smer potovanja nevihte

Od smeri gibkanja nevihtnih oblakov sta pogosto odvisni oblika in velikost odtočnega hidrograma iz povodja. Empirično je bilo ugotovljeno, da potovanje nevihte v smeri toka skrajšuje čas koncentracije in povečuje odtočne konice in obratno, potovanje nevihte proti toku podaljšuje čase koncentracije in znižuje konične odtokove.

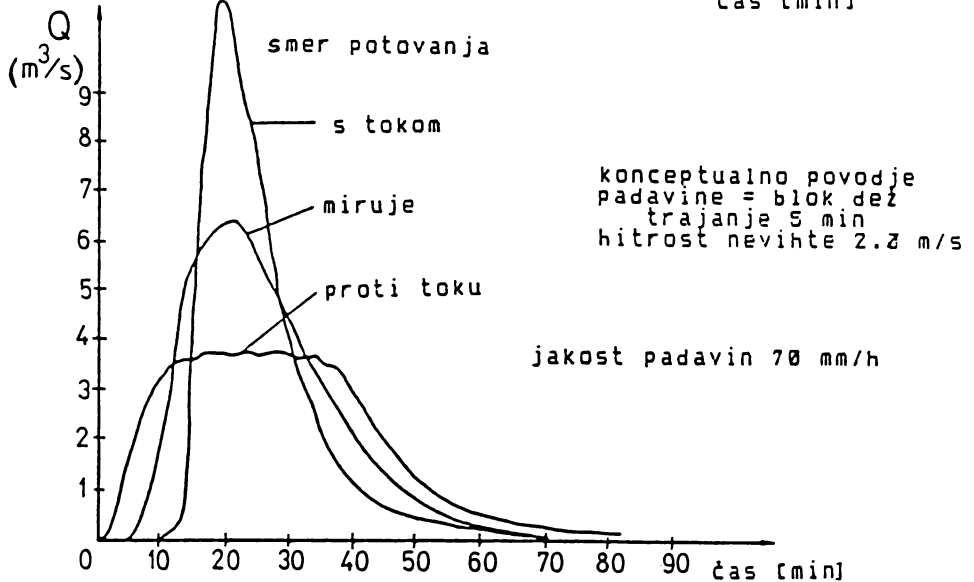
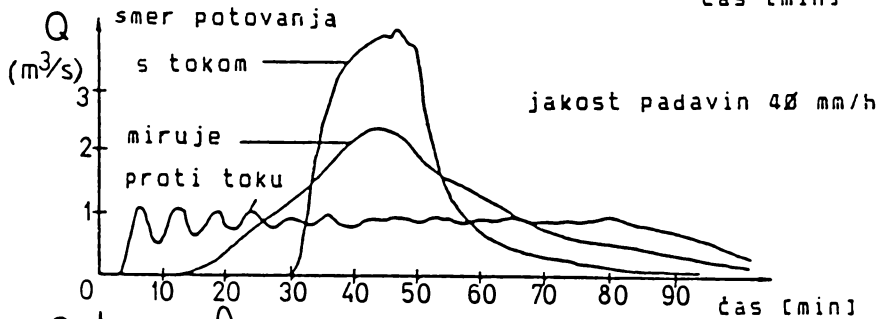
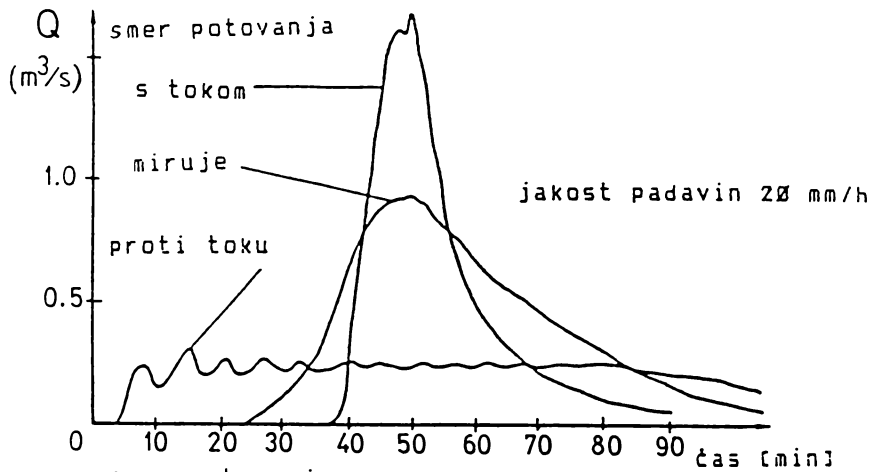
Tabela 1: Ekstremne padavine v sredozemskih deželah. Kompilacija po več avtorjih - (1 = Desbordes, v ed. Maksimovi, 1991; 2 = Kompare, 1991; 3 = Pristov, 1991).

lokacija	datum	trajanje	višina	povratna doba
		h	mm	leta
Montpellier (FR) ¹	26.10.79	1	100	?
St Gely du Fesc (FR) ¹	12.10.71	2	190	?
Le Boulou (FR) ¹	13.10.80	4	356	?
Nimes (FR) ¹	03.10.88	5	260	?
Nimes (FR) ¹	03.10.88	8	420	?
Montpellier (FR) ¹	08.09.38	24	318	?
Perpignan (FR) ¹	25.10.15	24	435	?
La Llan (FR) ¹	16.10.40	24	840	?
Barcelona (E) ¹		1	71	50
Barcelona (E) ¹		12	122	50
Tarragona (E) ¹		1	81	50
Tarragona (E) ¹		12	172	50

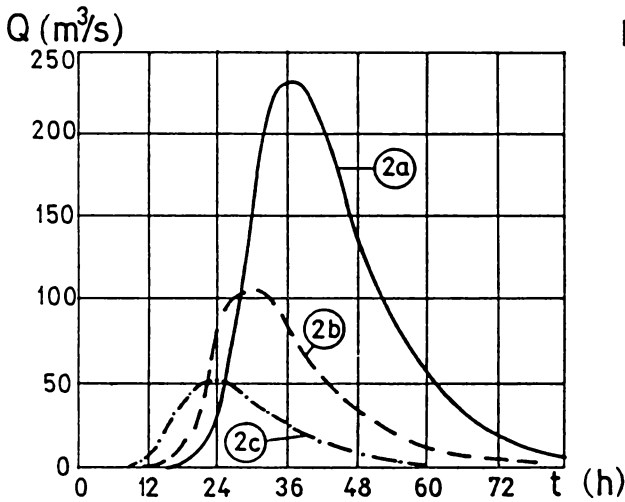
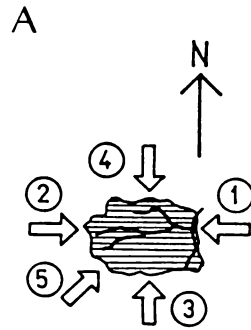
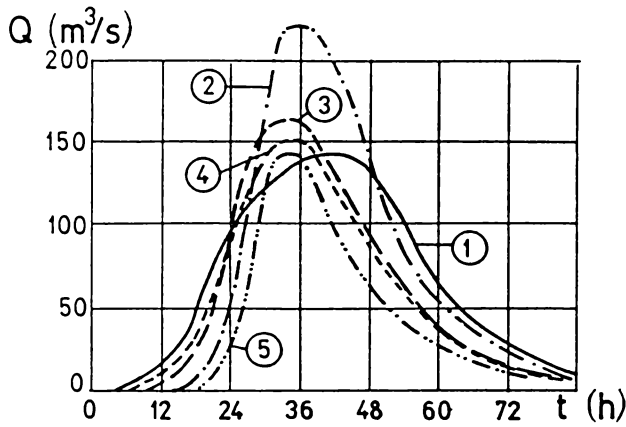
lokacija	datum	trajanje	višina	povratna doba
		h	mm	leta
Valencia (E) ¹		1	97	50
Valencia (E) ¹		12	184	50
Serra S. Bruno (I) ¹	21.11.35	24	509	?
S. Giovanni (I) ¹	30.11.64	24	406	?
S. Giovanni (I) ¹	30.11.64	12	350	?
S. Giovanni (I) ¹	30.11.64	6	247	?
Giffone (I) ¹	12.11.59	12	444	?
Giffone (I) ¹	12.11.59	6	360	?
Giffone (I) ¹	12.11.59	1	160	?
Giffone (I) ¹	12.11.59	1/2	90	?
Genova (I) ¹		1	110-120	50
Genova (I) ¹		12	250	50
Liguria-Friuli (I) ¹		1	70-90	50
Liguria-friuli (I) ¹		12	200-300	50
Calabria (I) ¹		1	45-80	50
Calabria (I) ¹		12	110-250	50
Split (CRO) ₁		1	80	50
Nova Gorica (SLO) ²	16.10.83	18	320	?
Nova Gorica (SLO) ²	06.10.87	12	283	?
Nova Gorica (SLO) ²	16.10.83	6	270	?
Nova Gorica (SLO) ²	21.08.88	1	122	?
Pohorje (SLO) ³	01.11.90	1 dan	140	?
Savinjska dolina (SLO) ³	01.11.90	1 dan	230	?
Savinjska dolina (SLO) ³	26.10.90	7 dni	344	?
Javor n Poljanami (SLO) ³	01.11.90	4	80	?
Javor n Poljanami (SLO) ³	01.11.90	10	130	?
Kamn. Bistrica (SLO) ³	01.11.90	8	130	?
Kamn. Bistrica (SLO) ³	01.11.90	48	230	?
Posočje (SLO) ³	26.10.90	7 dni	440	?
Savinjska dolina (SLO) ³	1 dan	309	?	
Posočje - Livek (SLO) ³	1 dan	440	?	

Potrditev teh opazovanj je izpeljal Niemczynowicz (1984), vendar le računsko za konceptualno povodje Lunda (sl. 1). Na sliki 2 podajamo podobno analizo Jovanovića (1986) za Kolubaro. Njegovi hidrogrami se po razmerju koničnih odtokov bistveno manj razlikujejo od hidrogramov za Lund. Vzrok leži v velikosti povodja in času koncentracije ter merodajni jakosti padavin. Večja povodja imajo za kritične jakosti padavin bistveno nižje vrednosti kot manjša povodja, hkrati pa imajo daljše čase zbiranja, kar splošči iztočni hidrogram. Povodje Kolubare je dolgo okrog 60 km, Lund pa ima premer 5 km.

Na sliki 2 A so narisane smeri potovanja in izračunani iztočni hidrogrami za iste padavine, ki se gibljejo s hitrostjo 2 km/h. Na sliki 2 B so podani hidrogrami za primer gibanja padavin v



Slika 1: Različni iztočni hidrogrami za enake padavine, a različne smeri potovanja (po Niemczynowiczu, 1984 in 1986).

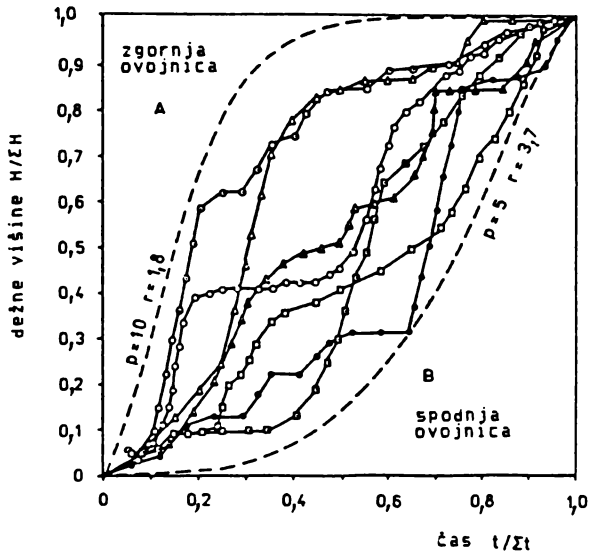
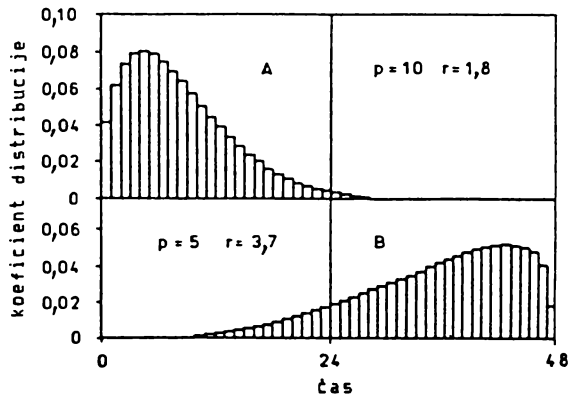


Slika 2, A in B: Različni iztočni hidrogrami za enake padavine, a različne smeri in hitrosti potovanja (po Jovanoviću, v ed. Maksimović in Radojković, 1986).

smeri toka, tj. od zahoda proti vzhodu. Puščica 2 na sliki 2 A za različne hitrosti: (2a) = 2 km/h, (2b) = 4 km/h, (2c) = 8 km/h.

Velikost odtoka glede na časovni profil jakosti padavin

Še ena značilnost padavin, ki jo hidrologi prepogosto zanemarjajo, je časovni razpored padavin. Ni namreč vseeno, ali padavine nastopijo z visoko jakostjo in potem izzvenijo ali pa začnejo z rahlim dežjem, ki na koncu preraste v močan naliv (sl. 3). Na zgornjem diagramu je prikazan časovni profil dežja, na spodnjem pa njegova vsotna črta. Zanimivo je, da zgornja ovojnica A predstavlja nevihtni tip padavin oz. padavine, ki prihajajo s hladno fronto, spodnja



Slika 3: Mejni funkciji gostote porazdelitve in empirične vsotne črte za 48-urne nalive (po Wieziku, v ed. Maksimović in Radojković, 1986).

ovojnica B pa predstavlja ciklonski (monsunski) tip padavin oz. padavine, ki prihajajo s tople fronto. Za nevihte je značilna velika jakost v začetku in potem počasno upadanje, ciklonske padavine (monsuni) pa se obnašajo ravno nasprotno: rahlo rosenje, ki se sčasoma sprevrže v močne padavine (primerjaj naš jugo!), (Bogić, 1977; Petkovšek in Trontelj, 1978).

Volumsko enake količine padavin, ki pa imajo različno časovno dinamiko (recimo A in B na sliki 3), bodo dale bistveno drugačne odtočne hidrograme. Celó, če je maksimalna jakost obeh nalivov enaka, ne bodo enake maksimalne odtočne količine. Večinoma bodo padavine z maksimumom proti koncu (profil B) dale bistveno večje konične odtoké od padavin z maksimumom na začetku. Vzrok so začetne izgube in infiltracija. Visoke jakosti na začetku naliva

se močno reducirajo z začetnim omočenjem površine, z zapolnitvijo mikro in mini depresij in z vpijanem v presušeno zemljišče.

Verjetne maksimalne padavine in vode VMP in VMV

Obstoječe serije hidrometeoroloških podatkov so prekratke, da bi lahko dovolj zanesljivo napovedovali pojave z dolgo povratno dobo (recimo 100-letne vode). Po svetu je že več desetletij v uporabi metoda, ki se ne naslanja zgolj na statistične obdelave, pač pa le-te kombinira s fizikalnim modelom. Na ta način je mogoče dobiti zanesljivejše podatke o katastrofalnih padavinah ali poplavih.

Verjetne maksimalne padavine so določene kot tiste največje padavine, ki bi lahko nastopile ob spletu verjetno najneugodnejših hidrometeoroloških razmer. Zračna vlaga, hitrost vetra, temperaturna razlika itd. imajo svojo zgornjo mejo, s to pa sta določena tudi jakost in trajanje katastrofalnih padavin. Verjetno maksimalne vode (VMV) potem določimo z ustreznim fizikalno zasnovanim matematičnim modelom, ki poleg teh maksimalnih padavin upošteva še verjetno najneugodnejše stanje povodja.

Ugotovljeno je, da obstaja fizikalna zgornja meja za količino padavin, ki lahko pade v določenem času na opazovano površino. Ta gornja meja je v danem letnem obdobju in poznanih meteoroloških razmerah lahko kvečjemu dosežena, ne pa tudi presežena. V angleščini se imenuje Probable Maximum Precipitation (PMP), kar smo poslovenili kot verjetne maksimalne padavine (VMP). V zvezi s tem pojmom je definiran tudi pojem verjetne maksimalne nevihte. Razlikujemo več tipov neviht:

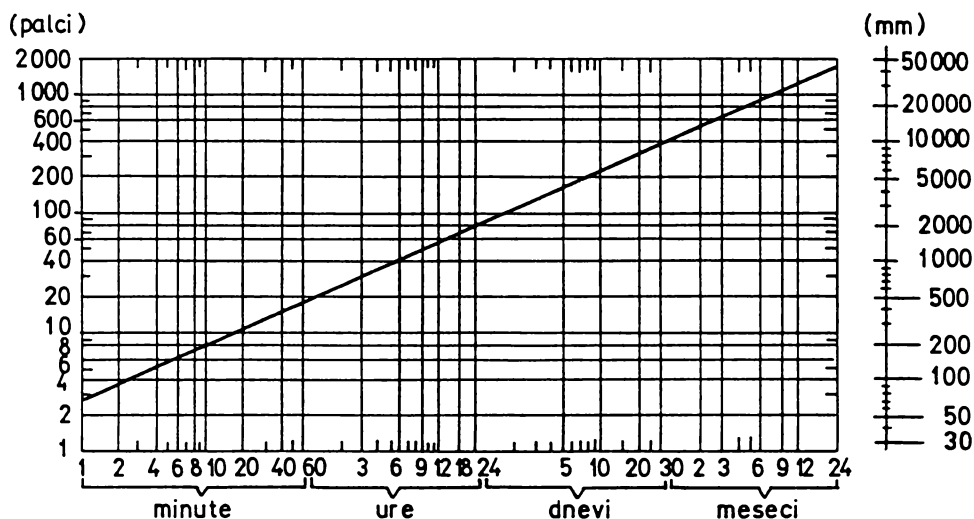
- konvektivne (poletne toplotne nevihte),
- frontalne (pri prehodu hladne ali tople fronte),
- konvergentne (pri stiskanju zračnih mas - cikloni, poletne nevihte),
- orografske (dviganje zračnih mas ob gorskih ovirah). Glede na izvor povzročajo nevihte različne intenzitete, trajajo različno dolgo in zajemajo različno velika območja. VMP so sestavljene iz različnih verjetno maksimalnih nalivov, ki imajo izbrano trajanje in obseg. Ovojnica zapadlih višin padavin vseh različnih verjetno maksimalnih nalivov za poljuben čas ali območje je dejanska zgornja meja in po definiciji torej VMP (Wiesner, 1970).

V hidrotehnični praksi so bolj kot VMP pomembne verjetne maksimalne vode (VMV) ali poplave (v angleščini Probable Maximum Flood /PMF/), na katere v ZDA že od 50. let naprej dimenzionirajo vse večje objekte. Transformacija VMP v VMV je hidrološko-hidravlična naloga in jo lahko rešimo z eno od poznanih metod. Tudi samo določanje VMP je detajlno opisano v dostopni literaturi in ga tu zaradi omejenega prostora ne moremo prikazati. Osredotočili se bomo na rezultate, ki jih taka analiza omogoča. Omenimo le, da VMV dobimo iz VMP, če odštejemo začetne in trenutne izgube in če upoštevamo topljenje snega. Ker na VMP vezane za določen letni čas, moramo temu ustrezno uporabiti tudi odgovarjajoče vrednosti za infiltracijo in snežno odejo. Izkušnje kažejo, da ni razloga, da bi seštevali maksimalne verjetne vplive vseh posameznih faktorjev, ker je verjetnost nastopa take kombinacije premajhna. Zato se tudi pravilna

uporaba izraza verjetno maksimalne vode v primerjavi z izrazom maksimalne možne vode, ki bi jih dobili, če bi seštevali vse maksimalne vplive.

Za določanje VMP se je uveljavilo več modelov oz. postopkov:

- nevihtni model,
- maksimizacija in transpozicija dejanskih neviht,
- uporaba posplošenih in maksimiziranih podatkov dežnih višin, trajanja in velikosti prizadete površine,
- uporaba empiričnih formul, ki so bile izpeljane iz padavinskih podatkov,
- uporaba teoretičnih formul,
- uporaba empiričnih odvisnosti med spremenljivkami za določena povodja,
- statistična analiza ekstremnih nalivov.



Slika 4: Najvišje zabeležene sumarne višine padavin po svetu (po Wiesnerju, 1970).

Od omenjenih postopkov bomo v glavnih obrisih predstavili le enega (verjetno najenostavnejšega), tako da bo bralec dobil občutek, za kaj pravzaprav gre. Sicer pa je Kompore (1991) prikazal še nekatere, ki so najbolj prikladni za naše meteorološke in hidrološke razmere.

Določanje VMP s posplošenimi podatki

Ker za opazovano območje večkrat nimamo na razpolagamo dovolj dolgih in/ali natančnih hidroloških serij podatkov, si v takih primerih pomagamo s podatki iz meteorološko podobnih povodij. Maksimalne točkovno (dežemer) zabeležene padavine širom zemeljske oble v odvisnosti od trajanja so prikazane na sliki 4.

Zavedati se moramo, da so to v svetovnem merilu najbolj neugodne padavine, ko večinoma sodeluje več neugodnih faktorjev:

- izjemno visoka vlažnost (visoka točka rose = tropski predeli),
- izražen nevihtni mehanizem (dotok novih vlažnih mas = monsun ali ciklon ali stacionirana fronta),
- primerna topografija (doline, ki se ožajo in višajo v smeri vetra oz. dotekajočega vlažnega zraka).

Najneugodnejši primeri na naših tleh so daleč pod svetovnimi maksimumi, reda velikosti približno ene tretjine, kot bomo tudi pokazali v nadaljevanju na konkretnem primeru.

Ovojnica na sliki je logaritemska premica, ki jo lahko izrazimo kot:

$$P(\text{palci}) = 16.6 T_d^{0.475}$$

$$P(\text{mm}) = 42.2 T_d^{0.475}$$

kjer je P vsotna višina padavin v času T_d . T_d je trajanje padavin (h).

S to formulo so v tabeli 2 izračunane vrednosti pri točki rosišča okr. 25 °C (78 °F), merjeno v 12 urah, kjer ni upoštevana korekcija zaradi nadmorske višine in spremenjene točke rosišča.

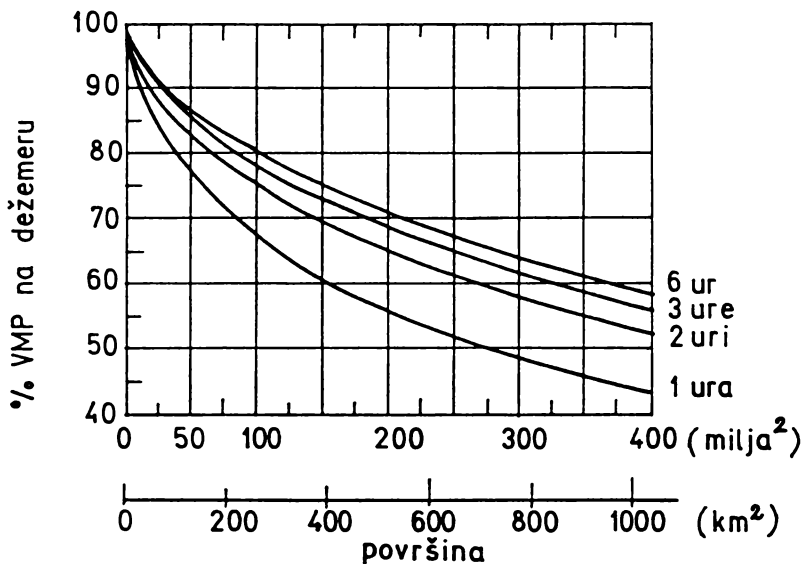
Ker se vrednosti v tabeli 2 nanašajo na točko, saj so bile izmerjene na dežemerih, jih lahko pretvorimo v prostorske vrednosti z uporabo prostorskih redukcijskih koeficientov ARF, ki so za primer ekstremnih padavin še posebej strmi. Wiesner (1970) podaja za ZDA naslednjo relacijo:

Z uporabo prostorskih redukcijskih faktorjev in z upoštevanjem lokalnih meteoroloških karakteristik je Wiesner izpeljal še VMP za širša območja in ne samo točkovno za dežemer (tab. 3).

Za območje avstrijskih Alp je Aulitzky objavil analizo maksimalnih zabeleženih 24-urnih padavin, ki jo podajamo v tabeli 4. Primerjava z maksimalnimi svetovnimi višinami padavin kaže, da lahko v alpskem in predalpskem svetu pričakujemo VMP do največ 35 % svetovnih VMP.

Tabela 2: Verjetno maksimalne padavine na Zemlji (po Wiesnerju, 1970).

trajanje (min)	višina (mm)	trajanje (h)	višina (mm)	trajanje (h)	višina (mm)
5	129.5	1	421.6	8	1132
10	180.0	2	586.1	10	1259
15	218.3	3	710.5	12	1373
20	250.2	4	814.6	16	1574
30	303.4	5	905.6	20	1750
45	367.8	6	987.6	24	1908



Slika 5: ARF za ekstremne padavine (po Wiesnerju, 1970).

VMP za Slovenijo

Žal podobna obsežna analiza za Slovenijo še ni bila narejena. Iz podatkov za ekstremne padavine za Novo Gorico in Posočje, ki smo jih prikazali v tabeli 1 na začetku, lahko sklepamo, da veljajo ugotovitve Aulitzkyja tudi za naš prostor. Kratek izračun z uporabo formule in prikazanih tabel pokaže, da v Sloveniji, z izjemo Primorske (Nova Gorica), verjetno še nismo registrirali VMP. Najvišje vrednosti se gibljejo med 50-70 % VMP (Nova Gorica 100 %), kot jih navaja Aulitzky. Za Novo Gorico smo za tri ekstremne nalive v letih 1983, 1987 in 1988 izdelali analizo urnih višin padavin in ugotovili, da je v 24 urah padlo od 316,2 (leta 1987) do 319,6 (leta 1983), v 6 urah pa celo 270 mm padavin (leta 1983), (tab. 5). Če te podatke primerjamo

Tabela 3: Maksimizirane višine padavin v (mm) za ZDA (po Wiesnerju, 1970).

površina (milja ²)		10	100	200	500	1000	2000	5000
površina (km ²)		16	161	322	805	1609	3218	8045
premer (km)	dežemer	4.5	14	20	32	45	64	101
trajanje (h)	višina padavin v (mm)							
1	422	236	160	147	124	104		
3	711	503	394	361	315	267		
6	988	762	523	478	411	358	300	216
12	1372	795	737	716	688	632	495	297
18	1664	1016	909	879	831	767	630	376
24	1907	1082	986	956	914	846	693	434

Tabela 4: Maksimalne izmerjene 24-urne padavine v Avstriji (po Aulitzkyju).

območje (Avstrija)	višina padavin (mm/24h)	svetovne VMP (mm/24h)	razmerje (%)
JV rob Alp	do 670	1908	do 35
Karavanke	200-300		10-16
S rob Alp	200-300		10-16
notranjost	do 170		do 9

Tabela 5: Primerjava zabeleženih izjemnih padavin v Sloveniji s svetovnimi VMP.

področje	datum	trajanje padavin	višina padavin	referenca in delež glede na svetovne VMP			
				točkovno		prostorsko	
				referenca	delež	referenca	delež
		h	mm	mm	%	mm	%
Nova Gorica	16.10.1983	18	320	1664	19	1016	31
Nova Gorica	06.10.1987	12	283	1372	21	795	36
Nova Gorica	16.10.1983	6	270	988	27	762	35
Nova Gorica	21.08.1988	1	122	422	29	236	52
Pohorje	01.11.1990	1 dan	140	1907	7	986	14
Savinjska dolina	01.11.1990	1 dan	230	1907	12	986	23
Savinjska dolina	26.10.1990	7 dni	344	4812	7		
Javorje nad Poljanami	01.11.1990	4	80	803	10	437	18
Javorje nad Poljanami	01.11.1990	10	130	1244	10	666 20	
Kamniška Bistrica	01.11.1990	8	130	1116	12	594	22
Kamniška Bistrica	01.11.1990	2 dni	230	2654	9	1090	21
Posočje	26.10.1990	7 dni	440	4812	9		
Savinjska dolina		1 dan	309	1907	16	986	31
Posočje - Livek		1 dan	440	1907	23	1082	41

z maksimalnimi izmerjenimi višinami padavin v svetu, predstavljajo 24-urne padavine 17 % maksimalnih svetovnih vrednosti, 6-urne padavine pa celo 27 % merjeno na dežeremu oz. 35 % na površini 16 km², kolikor je velikost centra prizadetega območja v Novi Gorici. Podobna analiza za 1. 11. 1900 za Pohorje, ko je v pribl. 24 urah padlo 140 mm, in za območje med Kamniško Bistrico in Savinjsko dolino (Luče), ko je v enakem času padlo 230 mm padavin (Paradiž in Gregorčič, 1991), pokaže, da so ustrezne padavine 50-70 % VMP, kot jih pričakuje Aulitzky za podobno območje v Avstriji (tab. 4).

Dokler sami ne bomo izpeljali ustrezne analize, so vrednosti v tabeli 5 in v tabeli 4 (Aulitzky) vsekakor dragocen podatek. Če smo odkriti, je prav ta podatek tisti, s katerim bi morali dimenzionirati naše vodnogospodarske ukrepe v primeru katastrofalnih padavin. Pri tako dimenzionirani protipoplavni zaščiti se zaščitimo pred fizikalno verjetnimi maksimalnimi poplav-

nimi vodami brez nepotrebne in nenatančnega ugibanja o povratnih dobah, pretokih in višinah poplav.

Sklepi

Katastrofalnih padavin, med katerimi so nam najbolj pred očmi tiste leta 1990 v Savinjski dolini, ne gre ocenjevati v luči povratne dobe, ko se na podlagi preskromnih padavinskih serij (in preslabe hidrološke analize) ne moremo odločiti, ali je šlo za 50-, 100- ali večletno povratno dobo. V primerjavi z VMP smo takrat izkusili le približno 50-70 % verjetno možnih padavin za tisto območje. Torej se bodo podobne in večje visoke vode še pojavljale. To pa je podatek, s katerim moramo računati.

Bolj kot negotova povratna doba (hidrološke napovedi bi prej kot izračune lahko imenovali ugibanja) je pomemben podatek o VMP in VMV, ki daje zgornje verjetne meje padavin in poplavnih pretokov, katerih fizikalno ni mogoče preseči. Če protipoplavne ukrepe dimenzioniramo na te količine, odpadejo vse negotove ocene o protipoplavni varnosti.

V tem prispevku smo prikazali samo en izsek iz obširnega in zanimivega področja urbane in regionalne odvodnje. Vsakogar, ki ga to področje zanima po strokovni plati ali pa čisto laično, vabimo, da poskusi svoje znanje razširiti in poglobiti z monografijo *Modeliranje deževnega odtoka iz urbaniziranih povodij*, avtorja Borisa Kompare (Kompare, 1991). Knjigo je mogoče naročiti v knjižnici FAGG, Jamova 2, Ljubljana.

Aulitzky, H., *Wildbachkunde und Methoden der Wildbachverbauung*, Hochschule für Bodenkultur, Wien.

Bogić, M., *Navtika*, samozaložba, Ljubljana 1977.

Desbordes, 1991, *New Technologies in Urban Drainage, UDT '91*, Proceedings of the International Conference on Urban Drainage and New Technologies UDT '91, Dubrovnik, Yugoslavia, 17-21 June 1991, ur. Čedo Maksimović, Elsevier Science Publishers, London and New York, 1991.

Jovanović, S., 1986, Hydrologic Approaches in Urban Drainage System Modelling, *Urban Drainage Modelling*, ur. Č. Maksimović in M. Radojković, Proc. of the International Symposium on Comparison of Urban Drainage Models With Real Catchment Data, UDM '86, Dubrovnik, Yugoslavia 1986, pp. 185-208, Pergamon Press.

Kompare, B., *Modeliranje deževnega odtoka iz urbaniziranih povodij*, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko. Ljubljana.

Niemczynowicz, J., 1986, About the Rainfall Input to Rainfall-runoff Simulation Models, *Urban Drainage Modelling*, ur. Č. Maksimović in M. Radojković, Proc. of the International Symposium on Comparison of Urban Drainage Models With Real Catchment Data, UDM '86, Dubrovnik, Yugoslavia 1986, pp. 209-216, Pergamon Press.

Paradiž, M., B. Gregorčič, 1990, Sinoptična situacija v dneh od 26.10.1990 do 3.11.1990, *Vodna ujma Slovenija - november 1990*, Zbornik referatov, Slovenj Gradec, 17.1.91-7.2.91.

Petkovšek, Z. in M. Trontelj, *Skice vremena*, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, Ljubljana.

-
- Pristov, J., 1991, Razpored padavin in njihov vpliv na poplave, *Ujma, Revija za vprašanja varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami*, št. 5, Republiški sekretariat za ljudsko obrambo, Ljubljana.
- Ušeničnik, B., 1991, Združimo znanje za večjo varnost, *Ujma, Revija za vprašanja varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami*, št. 5, Republiški sekretariat za ljudsko obrambo, Ljubljana.
- Wiesner, C. J., 1970, *Hydrometeorology*, Chapman and Hall Ltd., London.

TEKTONSKA POGOJENOST VEČJIH POPLAVNIH OBMOČIJ V SLOVENIJI IN BIVŠI JUGOSLAVIJI

Eden od mnogih vzrokov za obsežnejša poplavna območja v Sloveniji in bivši Jugoslaviji je tudi recentno tektonsko grezanje. Na Ljubljanskem barju, ki je z 80 km² obsežnim območjem katastrofalnih poplav največje v Sloveniji, to grezanje dokazujejo do 160 m globoke, pretežno mladokvartarne rečne naplavine. V zadnji glacialni dobi je bilo najintenzivnejše grezanje v zahodnem delu Barja (povprečno 0,8 mm/leto). Sodeč po holocenskih odkladninah se grezanje stopnjuje (do 2,2 mm/leto), kar je v skladu s seizmičnostjo (8-9 stopenj po MCS). Ponovljene meritve na geodetskih nivelmanih v letih 1964-1998 so ugotovile na večini ozemlja posedanje tal 1 - 5 mm/leto, v manjšem delu 5-15 mm in na južnem robu mesta Ljubljane izjemoma do 35 mm/leto. Geomorfološke razmere kažejo na recentno tektonsko grezanje še v vzhodnem delu Ljubljanskega polja, v območju Kamniško-Savinjskega polja in na ravnini ob Muri. Debele kvartarne naplavine kažejo na tektonsko pogojenost poplav v obalnem območju v regiji Koprsko Primorje in na Krško-Brežiškem polju, kamor se je v mladem kvartarju začelo širiti grezanje iz savskega tektonskega jarka, v Pomurje pa iz dravskega tektonskega jarka.

Na karti glavnih poplavnih obočij v bivši Jugoslaviji je vrisana globina predterciarne podlage pri 2000 m in več, recentno, geodetsko potrjeno grezanje tal v 0 od 2 mm in nad 2 mm na leto, ter obseg maksimalnih poplav. V panonskem območju, kjer je 9/10 poplavnega ozemlja bivše Jugoslavije, te tri prvine v glavnem ozemeljsko sovpadajo.

Od kompleksnih vzrokov za rečne poplave je v slovenski literaturi v ospredju vpliv človeka. Vendar nastajajo poplave tudi v naravi brez človekovih posegov. V času velikega pretoka lahko akumulacija zaostaja za erozijo, je z njo uravnovešena ali jo presega. V slednjem primeru se kopičijo poplavni, to je rečni sedimenti, ki v nekaterih predelih sveta prevladujejo v litološki zgradbi ozemlja. V Sloveniji so prevladovali zlasti v hladnih pleistocenskih razdobjih s povečano prodonosnostjo rek. Med vzroki za poplave je tudi lega: pritoki z goratega/hribovitega in gričevnatega sveta v podgorju odlagajo plavje, ker morajo teči po ravnini, katere nagnjenost je izoblikovala večja reka (6). Med vzroki je tudi manj znano recentno tektonsko grezanje. Tega

tu ugotavljamo z geološko analizo (globina holocenskih, kvartarnih ali terciarnih sedimentov), z geomorfološko metodo (tonjenje višjih teras pod holocensko, lokalni upad strmca v podolžnem profilu reke), s ponovljenim geodetskim merjenjem in s seizmičnostjo ozemlja.

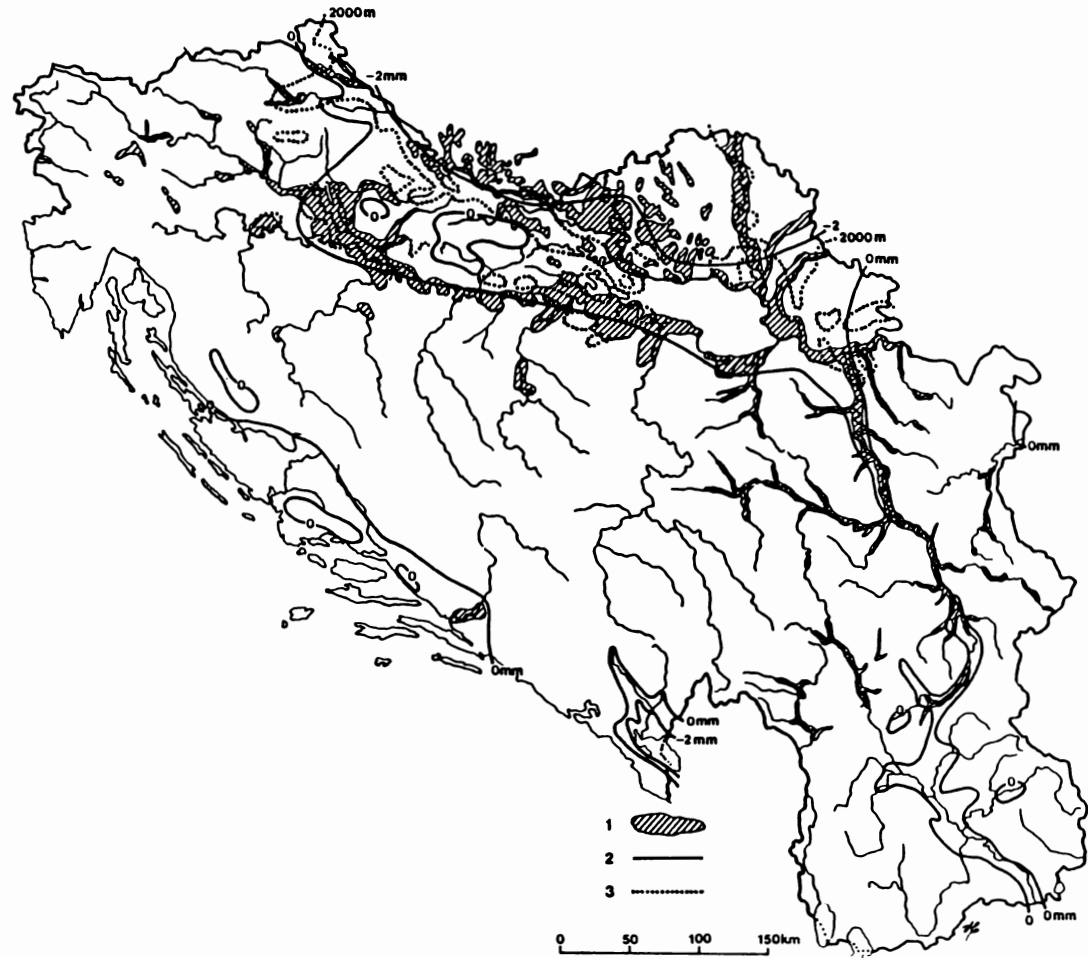
Ljubljansko barje

Poplavno območje na njem je z 80 km² (25) največje v Sloveniji. Samo za Barje so na razpolago vsi že navedeni podatki za ugotavljanje tektonske pogojenosti poplav. Tri od njih prikazuje karta št. 1. Recentno grezanje tal je nakazano po meritvah na geodetskih nivelmanih v letih 1963-1988. Zadnje leto so merili na 267 reperjih (10). Na Barju prevladuje grezanje 1-5 mm/leto. Hitreje (5-10 mm) se tla grezajo v dveh pasovih. Prvi je v smeri alpske tektonike zahod-vzhod. Tako je v ožjem pasu ob Ljubljani, kar je verjetno povezano z umetno strugo Ljubljane. Na zahodnem koncu se pas grezanja razširi na vršaj Borovniščice (smer S-J) in na vzhodu od naselja Lipa proti Krvavi polici. Najhitrejšo grezanje (5-25 mm/ na leto) je v leči dinarske smeri s središčem na Ilovi in s severnim koncem pri Špici na Prulah. Smeri te leče se s svojim tokom prilagajata Ljubljana in končna lžica. Geodeti menijo, da je za grezanje tal več vzrokov. Pomembno je, da se greza tudi nekaj skalnatih osamelcev, kar zanika možnost, da se zaradi raznih drugih vzrokov poseda samo močvirnato ozemlje.

Na isto karto Barja so vnešene glavne izohipse predkvartarne podlage kvartarnih odkladnin. Ugotovile so jih geološke vrtnice in geofizikalne metode (14). Izstopajo najgloblje kotanje - tektonskih jarki dveh smeri. V alpski smeri je kotanja med Dragomerom in Ljubljano s predkvartarno podlago v globini 160 m ter jarek pred južnim dinarskim obrobjem med Bistrom in Lavricom (160-80 m globine). Ta jarek se povezuje z borovniškim jarkom dinarske smeri (do 60 m globine). Na vzhodnem Barju so vidni jarki dinarske smeri (SZ-JV), ki segajo do dinarskega goratega obroba pod vršajem Iške, proti Dragi in v Želimejsko dolino. Kjer prečka jarek dinarske smeri jarek alpske smeri, se globina skokoma poveča na 150-160 m. Na južnem robu Ljubljane, pred Golovcem, najgloblji kotanji povezuje ozek jarek pod Ilovo.

Obseg katastrofalnih poplav je povzet po karti iz Geografskega zbornika (11 ; 27). Če ta obseg primerjamo z recentnim grezanjem tal in globino predkvartarne podlage, spoznamo, da izven osamelcev obseg poplav v glavnem sovпада z globljimi kvartarnimi sedimenti in grezanjem nad 1 mm na leto. To drži zlasti za južno Barje; za vsakoletne poplave bolj kot za katastrofalni obseg. Večje neskladje je na severnem robu, kjer poplave presega ozemlje z recentnim grezanjem zlasti med kraji Bevke-Ligojna-Log in v otoku Notranjih in Zunanjih Goric, ki ga s Predalpskim hribovjem povezuje grlo med Dragomerom in Brezovico. K večjemu obsegu poplav prispeva tudi dvig talne vode na površje po hudem deževju in poplave na vršajih.

Za recentno grezanje govori tudi tonjenje vršajev potokov, ki pritekajo iz goratega obroba in se poglobljajo pod holocensko naplavino (27). Po ugreznenju podaljška starejše viške terase pod holocen Barja lahko sklepamo, da se je alpski jarek Dragomer-Ljubljana vsaj v tem delu v sedanosti umiril, saj geodeti tu ne beležijo večjega recentnega grezanja. Zaradi grezanja ima Ljubljana na 26 km dolgem toku med Vrhniko in Ljubljano le 4 m padca. To pa je pogojeno tudi z različnim rečnim transportom reke in njenih pritokov. Slednji prinašajo tudi prod, kraška Ljubljana pa le peščene, meljnate in glinaste delce, kar ima pomen za hidrološke značilnosti poplav(4).



Slika 1. 1. obseg maksimalnih poplavi v bivši Jugoslaviji, 2. recentno grezanje tal, 3. globina predterciarne podlage (2000 m).

Analiza Ljubljanskega barja vsestransko potrjuje recentno tektonsko grezanje kot pomemben vzrok za poplave. To grezanje je različno po predelih in po razdobjih. V zadnji glacialni dobi je bilo grezanje hitrejše na zahodnem delu Barja, saj se je nabralo do 100 m usedlin (21, 22). Na Barju kot celoti je bilo aktivnejše dvakrat, med mindelom in rissom in od srednjega wuerma do sedanjosti. Po debelini sodeč se proti sedanjosti grezanje stopnjuje. Če je znašalo na zahodnem Barju v zadnji glacialni dobi 0,8 mm/leto, je v holocenu (z vključenim kasnim glacialom, skupno do 32 m) do 2,2 mm/leto. Nakazuje ga tudi seismičnost 8-9 stopnje po MCS lestvici. S temi vrednostmi morajo načrtovalci protipoplavnih ukrepov računati v prihodnosti, saj pomeni grezanje 0,8 do 2 mm ugreznenje za 8 do 22 cm v sto letih in 80 do 220 cm v tisoč letih. Seveda je računati, da se smeri tektonskega gibanja v geološkem razdobju spremenijo in vrednosti nihajo, saj bi sicer nakazano grezanje 0,8 do 2,2 mm pomenilo ugreznenje v enem milijonu let za 800-2200 m.

Ostala slovenska poplavna območja

Kamniško - Bistriško polje

Kamniško -Bistriško polje je pretežno prodni vršaj Kamniške Bistrice. Njegovo holocensko starost niže Šmarce, kjer se neha ježa, vrezana v višji nasip, izpričuje plitva rjava rendzina. Vsaj v Mengšu in v opekarni v Radomljah leži holocen na starejših sedimentih (30, str. 32-33). Podobno kot na Ljubljanskem barju tudi tu odsotnost višjih teras kaže na holocensko tektonsko grezanje vzdolž alpsko usmerjenih depresij. Prva je nadaljevanje moravske sinklinale, v kateri se ravnina med Loko in Lukovico razširi na 10,5 km. Druga je kresniško-dolski jarek (6), ki se razširja v vzhodno kotlino Ljubljanskega polja, v katerem je (Kleče) do 100 m kvartarnih prodov. Na križišču obeh jarkov bi višja ljubljanska terasa potonila pod holocenske naplavine, še se ne bi vzhodno od Zaloga končala z 1,5 m visoko ježo. Ta ježa ob Savi navzgor narašča in doseže na zgornjem koncu Ljubljanske kotline okoli 90 m nad holocensko ravnico (primerjajo študijo 14). Pred regulacijami in pred izgradnjo mlinščic je bila Bistrica, ki teče v višini holocenske ravnice, hudournik, ki mu je človek utesnil poplavno obnočje do Ihana. Niže je Kamniška Bistrica ohraniila izgonski značaj (1).

Skupni obseg poplavnega območja Ljubljanice in Save na vzhodnem Ljubljanskem polju ter Bistrice, Radomlje in Pšate pred regulacijami najbrž ni mnogo zaostajal za Ljubljanskim barjem. Resnici na ljubo je treba dodati, da sta Pšata in Radomlja, ki prenašata le drobno gradivo, poplavljali tudi zaradi zajezitve ob prodnem vršaju.

Srednja Krška kotlina

Tudi za drugo največje poplavno območje v Sloveniji, tj. srednjo Krško kotlino (skupno 62 km² - 25, 26, 27, 29), so na razpolago predvsem geomorfološki dokazi za recentno tektonsko grezanje. Del poplav gre tudi na račun podgorskih vršajev (7). Krka ima v zahodni Krški kotlini, kjer je poglobljena v novomeški fluvioakraški ravniki, do Otočca 0,58 m padca na 1 km, od tu do Pristave, v srednji kotlini, pa se zmanjša na 0,31m/km (35). V tem delu povsem prevladuje holocenska mokrotna ravnina. Da tu Krka več akumulira kot erodira, sklepamo po srednje-

veškem mestu Otok. Po I.1473, ko so ga opustili, ga je Krka prekrila z naplavino, debelo 1 m (25, 27), po drugem viru (29) precej več.

Krško-Brežiško polje

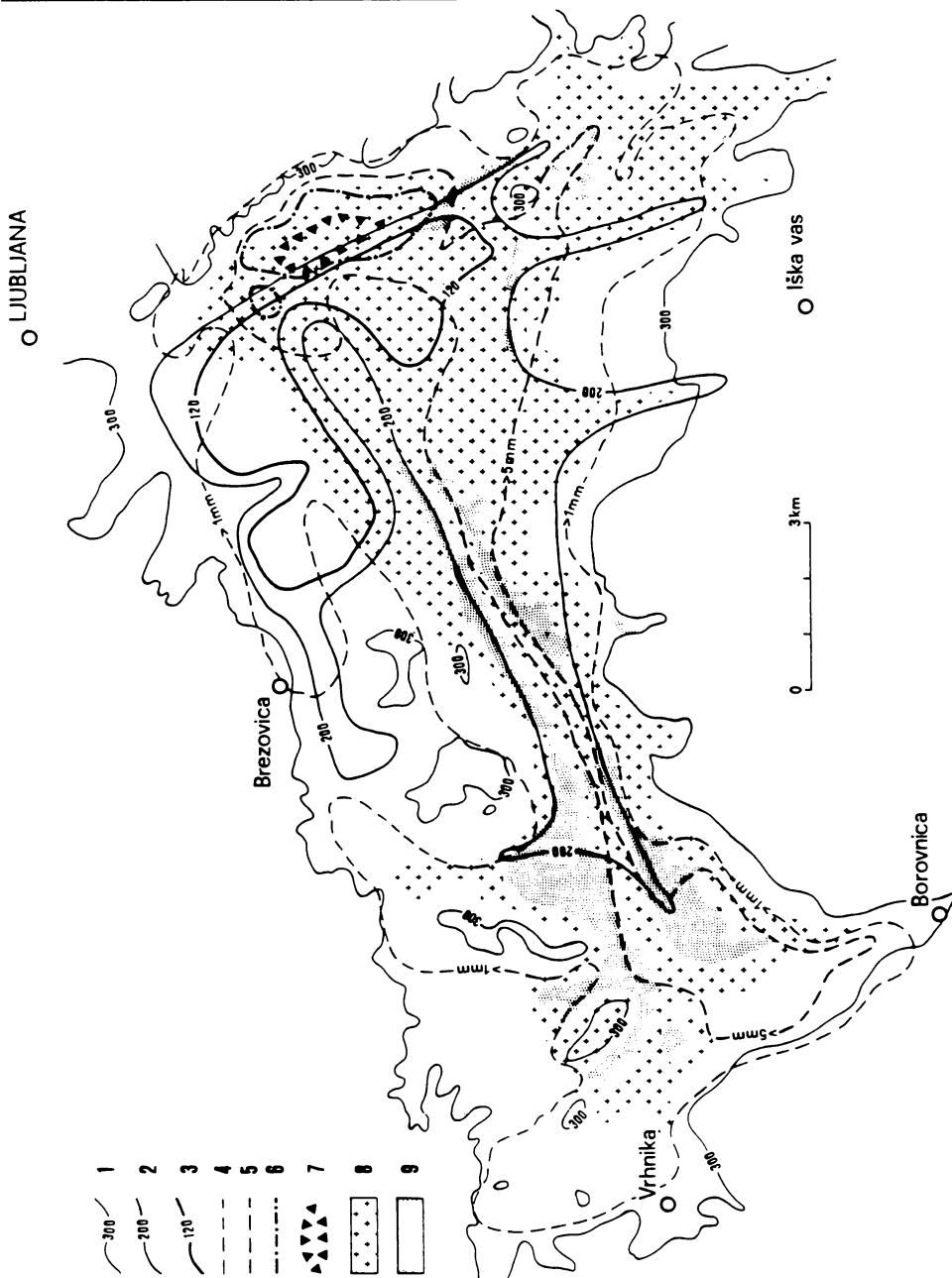
Holocenska ravnica brez robnih višjih kvartarnih teras sega iz hrvaškega Posavja še na Krško-Brežiško polje. Nad D. Stopicami je obsavska poplavna ravnica z ježo poglobljena v prodni vršaj Krškega polja. Vendar so hrvaški geologi (33) z vrstinami dokazali več faz tektonskega dviganja in grezanja ob koncu pleistocena in v kvartarju. Na lokalno holocensko grezanje kažejo 7- 28 m debeli holocenski sedimenti, s katerimi se debelina kvartarnih nanosov dvigne na 30-40 m. Na njih obsegajo maksimalne poplave vzdolž Save, spodnje Sotle in Krke 35 km² (26). V najmlajšem kvartarju se je torej savski tektonski jarek, v katerem pri Vel. Gorici črpa zagrebški vodovod talno vodo iz okoli 200 m debelih kvartarnih, pretežno prodnih naplavin, podaljšal v vzhodno Krško kotlino.

Podobno kot menijo hrvaški geologi (33), da je tektonika omogočila Savi prodor med Gorjanci in Medvednico šele konec pleistocena ali v ranem holocenu, navaja geološka karta za list Celje (32, str. 39), da je Savinja iz Savinjskih Alp začela teči v Spodnjo Savinjsko dolino šele v najzgornejšem pleistocenu. Žal je premalo dokazov za recentno tektonsko grezanje v območju do 4 km široke in čez 20 km dolge holocenske ravnice ob Savinji, ki jo je, kar je ob alpskih rekah redkost, zajela že srednjeveška poselitve in zmanjšala poplavno območje na 43 km² (16, 26).

Murska ravnina

Spričo dejstva, da gradi robne terase pod Goriški in Kapelskimi goricami pretežno vršajsko gradivo pritokov, spada ravnina med predele, kjer v holocenu prevladuje akumulacija nad erozijo. Že to govori, da gre za recentno tektonsko grezanje. Da je dolina Mure mlad tektonski jarek in ne samo erozijska tvorba, sklepamo po tem, da je med Radgono in Goričkim ter med Ljutomerskimi in Lendavskimi goricami široka okoli 6 km, vzdolž ljutomerske sinklinale med Radoslavci in madžarsko mejo pa 23 km in je proti severovzhodu celo odprta z Genterovskim pretržjem med Goričkim in Lendavskim gričevjem. V območju te sinklinale zajemajo katastrofalne poplave, tako kot v sredjem delu Krške kotline, še robna stara agrarna naselja (npr. Bistrice). Prevlado recentne akumulacije nad erozijo so v zgornjem delu ugotovili tudi geologi (31, str. 201). Tako kot za poplavno območje ob Ledavi (7) velja tudi za to ob Muri, da bo zvezo med poplavami in nastankom naselij lahko podrobneje osvetlila šele srednjeveška agrarna zgodovina. Po geodetskih meritvah sega čez Mursko ravnino od vzhoda območje recentnega grezanja, v spodnji del pa območje 2000 m globoke predterciarne podlage (glej poglavje o poplavah v bivši Jugoslaviji!).

Dokaz za to je mogoče poplave povezovati z recentnim tektonskim grezanjem tudi v ožjih dolinah, je zgornja Soška dolina. V njej je v Tolminski kotlini predkvartarna podlaga nižja od soškega korita pod Mostom na Soči. V manj kot en kilometer široki dolini med Žago in Serpenico ima Soča manj padca kot više v Bovški kotlini in niže. Poplavni pas se tu močno razširi (5). Geologi (13) so tu navrtali več kot sto metrov debele mladokvartarne sedimente, kar vse dokazuje še trajajoče tektonsko grezanje.



Slika 2. Predkvartarna podlaga, posedanje površja in poplave na Ljubljanskem barju.

Legenda: 1 - izohipsa površja; 2 - izohipsa predkvartarne podlage (n. v. 200 m); 3 - izohipsa predkvartarne podlage (n. v. 120 m); 4 - posedanje površja 1 - 5 mm na leto; 5 - posedanje površja 5 - 10 mm na leto; 6 - posedanje površja 10 - 15 mm na leto; 7 - posedanje površja nad 15 mm na leto; 8 - obseg vsakoletnih poplav; 9 - obseg velikih poplav.

Koprsko Primorje je primer navezanosti poplav ob spodnjih tokovih rek na holocensko grezanje vsega obalnega ozemlja. Poplavna območja Rižane in Badaševice (18), Dragonje in Drnice (17) so na vrhu debelih kvartarnih sedimentov, ki jih je le delno mogoče tolmačiti z dvigom morske gladine po zadnji glacialni dobi (24), saj so reke akumulirale tudi v zadnjih treh tisočletjih z dokaj stabilno morskó gladino.

Tektonska pogojenost poplav v panonskem območju bivše Jugoslavije

Za bivšo Jugoslavijo so ocene, da je za 4000 km glavnih in okoli 5650 km manj pomembnih protipoplavnih nasipov dva milijona hektarjev poplavnega sveta, kar je 7,8 % vse bivše države. Zajema okoli 1500 naselij z okoli 2000 km železniških prog in okoli 6000 važnejših poti. 9/10 poplavnega ozemlja je v Panonskem nižavju (21).

Povezanost poplav je na skici bivše Jugoslavije za Panonsko nižino osvetljena z globino predterciarne podlage, povzete po pregledni geološki karti (19), in z recentnim grezanjem tal, kot ga je ugotovilo ponovljeno merjenje na geodetskih nivelmanih (20). Za panonsko Srbijo velja obseg katastrofalnih poplav predvsem za poplave l.1965 (v glavnem po viru 10), drugod pa za razna leta (7, 9). Vrisana so le večja poplavna območja, od izolinij za grezanje tal pa le dve, 0 in 2 mm na leto. Ozemlja globoke predterciarne podlage (za predholocensko ali predkvartarno podlago je premalo podatkov), recentnega grezanja tal in večjih poplav se v večini ujemajo in potrjujejo, da je recentno grezanje večinoma nadaljevanje tonjenja podlage iz terciarne dobe. Tu kot tudi pri podobni karti za Ljubljansko barje prihaja do lokalnega odstopanja verjetno tudi zaradi nepopolnih podatkov. Večja odstopanja so na robu vršajev bosanskih rek, ki so odrinili Savo proti severu in kjer je del poplavnega ozemlja izven recentnega grezanja tal. Predterciarna podlaga naj bi po tej karti bila globlja od 2 km tudi na Dravskem in Ptujskem polju, v vzhodnih Slovenskih goricah in v spodnji Murski ravnini, kjer so večja poplavna območja ob Dravinji, Dravi, Polskavi, Pesnici, Ščavnici, Muri in Ledavi. Recentno grezanje se po tej karti omejuje na slovensko Pomurje, kamor sega konec podravskega tektonskega jarka. Na slovensko ozemlje sega še savski tektonski jarek, ki se na Lonskem polju razveji v poplavni pas sredi Karlovške kotline, in pas ob Savi do vzhodne Krške kotline. Vendar so v obeh tektonskih jarkih močne lokalne razlike (predterciarna podlaga je v globinah v razponu nekaj 100 m do 6 km). Kopačevski rit v Baranji je primer, kjer največji poplavni pas ni v območju najglobljih mladokvartarnih sedimentov (2). To pa je izjema v splošni shemi poplav v južni panonski nižini.

Zgornji podatki niso navedeni zato, da bi odvrčali od obrambe pred poplavami. Načrtovalce naj opozarjajo, da je treba v časovni perspektivi pri določanju najvišje možne vodne gladine dodati še nekaj centimetrov na račun neotektonike tam, kjer je ta aktivna.

1. Bat., M., I. Lipovšek, 1991. Učinki poplave 1990 ob Kamniški Bistrici v občinah Domžale in Bežigrad. Ujma 5, Ljubljana.
2. Bognar, A., 1990. Geomorfologija Baranje. Savez geografskih društev Hrvatske, zv. 7, pos. izd., Zagreb.
3. Gams, I., 1962. Nekatere značilnosti Krke in njenih pritokov. Dolenjska zemlja in ljudje. Novo mesto.
4. Gams, I., 1973. Prispevek h klasifikaciji poplav. Geografski obzornik, 20, 1-2, Ljubljana.
5. Gams, I., 1980/81. Nastanek korit v Soški dolini. Proteus 42, 1980/81. Ljubljana.
6. Gams, I., D. Natek. Geomorfološka karta 1 : 100.000 in razvoj reliefa v Litijski kotlini. Geografski zbornik 21, Ljubljana.
7. Gams, I., 1992. Neotektonska pogojenost večjih poplavnih področij Jugoslavije. Geomorfologija in geoekologija. 5. znanstveno posvetovanje geomorfologov Jugoslavije, Krško, Ljubljana.
8. Gams, I., 1992. Posebnosti preventive pred poplavami na robu kotlin in dolin. Ujma, 6, Ljubljana.
9. Gams, I., A. Bognar, R. Lazarevič. Rapid Geomorphological Hazards in Yugoslavia. Oddano v tisk za zbornik Komisije IGU za geomorfološke nesreče.
10. Gavrilović, L., 1981. Poplave u SR Srbiji u 20. veku: uzroci i posledice. Srpsko geografsko društvo, pos. izd., 52, Beograd.
11. Izmera nivelmanske mreže 1. reda Ljubljanskega barja. Tipkopisi Katedre za geodezijo VTOZD Gradbeništvo in geodezija FAGG, 1985, 1988, 1990. Arhiv Mestne geodetske uprave v Ljubljani.
12. Kolbezen, M., 1985. Hidrografske značilnosti poplav na Ljubljanskem barju. Geografski zbornik 24, Ljubljana.
13. Kuščer, D., K. Grad, A. Nosan, B. Ogorelec, 1974. Geološke raziskave Soške doline med Bovcem in Kobariдом. Geologija 17, Ljubljana.
14. Kuščer, D., 1991. Kvarterni savski zasipi in neotektonika. Geologija, 1990, Ljubljana.
15. Mencej, Z., 1990. Prodni zasipi pod jezerskimi sedimenti Ljubljanskega barja. Geologija, 31/32, 1988/89. Ljubljana.
16. Natek, M., 1979. Poplavna območja v Spodnji Savinjski dolini. Geografski zbornik 18, (1978), Ljubljana.
17. Orožen Adamič, M., 1980. Geografske značilnosti poplavnega sveta ob Dragonji in Dmici. Geografski zbornik 19 (1979), Ljubljana.
18. Plut, D., 1980. Geografske značilnosti poplavnega sveta ob Rižani in Badaševici. Geografski zbornik 19 (1979), Ljubljana.
19. Pregledna geološka karta Jugoslavije (1:500.000), 1970, Zvezni geološki zavod. Beograd.
20. Recentna vertikalna pomeranja zemeljske kore. 1972, karta, Zvezna geodetska uprava, Beograd.
21. Sekulić, B., 1987. Voda Jugoslavije. Veliki geografski atlas Jugoslavije, SNL, Zagreb.
22. Šercelj, A., 1966. Pelodne analize pleistocenskih in holocenskih sedimentov Ljubljanskega barja. Razprave 9 IV. razreda SAZU, Ljubljana.
23. Šercelj, A., 1967. Razvoj tal južnega dela Ljubljane v v luči pelodnih raziskav. Razprave 10/7, 4. razreda SAZU, Ljubljana.
24. Šifrer, M., 1965. Nova geomorfološka dognanja v Koprskem Primorju. Geografski zbornik 9, Ljubljana.
25. Šifrer, M., 1981. Fizičnogeografske značilnosti poplavnih območij v porečju Krke. Geografski zbornik 20, Ljubljana.
26. Šifrer, M., 1983. Vzroki in učinki rečnih poplav na Slovenskem. Naravne nesreče v Sloveniji. SAZU, Ljubljana.

-
27. Šifrer, M., 1984. Poglavitne značilnosti geomorfološkega razvoja Dolenjske s posebnim ozirom na poplavnih področjih. Dolenjska in Bela krajina. 13. zborovanje slovenskih geografov, Ljubljana.
 28. Šifrer, M., 1984. Noveša dognanja o geomorfološkem razvoju Ljubljanskega barja. Geografski zbornik 23, Ljubljana.
 29. Šlibar, V., 1977. Spremembe rečnega korita v srednjem toku Krke. Krško skozi čas. Zbornik ob 500. letnici (1477-1977), Krško.
 30. Tolmač lista L 33-66 Ljubljana. 1983. Zvezni geološki zavod Beograd, Beograd.
 31. Tolmač za list Goriško in Leibniz, L 33-45. 1970. Zvezni geološki zavod, Beograd.
 32. Tolmač lista Celje, L 33-67. 1979. Zvezni geološki zavod, Beograd.
 33. Tumač za list Zagreb, L 33-80. 1979. Zvezni geološki zavod, Beograd.

POPLAVE NA KRASU - RAVNOTEŽJE MED TEHNIKO IN NARAVO

Poplave na kraških poljih so ena izmed glavnih značilnosti dinarskega krasa, obenem pa so prav te poplave tiste, ki na krasu bistveno prizadenejo tudi človeka in zato pogosto mislimo prav nanje, kadar govorimo o poplavah na krasu.

Kraška polja po hidrografskih lastnostih ločimo v grobem na tri tipe: suha, periodično poplavljenjena in stalno zalita (jezera). V Sloveniji je okoli 20 kraških polj (Šerko 1948), pomembnejših je 12 (13, če upoštevamo etnično ozemlje - Doberdobsko jezero).

Suhih kraških polj je troje (23 %). So brez stalnega vodnega toka oziroma niso redno poplavljenjena (Dobropolje, Logaško polje, Babno polje). Občasno poplavljenjenih je 9 (69 %). So občasno, bolj ali manj vsako leto, poplavljenjena, a v različnem obsegu in različno dolgo časa (Ribniško polje kvečjemu nekaj tednov, Cerkniško 8-10 mesecev na leto, Kočevsko polje le vzdolž Rinže in drugih potokov, na Planinskem polju je poplavljenjeno celotno dno, od roba do roba). Stalno zalito kraško polje oziroma kraško jezero je le 1 (8 %) - Doberdobsko jezero.

Naravo je težko spraviti v kalup, vsaka delitev in klasifikacija je prisiljena, in to velja tudi za kraška polja: tudi suha polja so včasih poplavljenjena, perioda, čas in obseg poplave so na občasno poplavljenjenih poljih zelo različni, a tudi stalno zalito kraško polje - Doberdobsko jezero - se včasih posuši, presahne.

Skupni imenovalac kraških polj, v hidrografskem pogledu, so poplave - ni ga polja, ki ne bi bilo kdaj poplavljenjeno. Voda ni glavni dejavnik nastanka kraškega polja, pač pa je najpomembnejši dejavnik njegovnega oblikovanja, tako v preteklosti kot tudi danes. Vzrok poplave na kraškem polju je v osnovi preprost - kadar priteče na polje več vode, kot je more sočasno z njega odteči, nastopi poplava - v podrobnostih pa zelo zamotan in kompleksen pojav. Čeprav so naša polja na ozemlju, ki dobiva zelo veliko padavin (Cerknica 1634 mm na leto) (Savnik 1968), ni padavinska voda, ki pade na samo polje tista, ki povzroči poplavo. Kraška polja so deli kraških hidrografskih sistemov, običajno imajo ti večji del svoje "mreže" v podzemlju, in od hidrološkega stanja sistema v celoti je odvisno tudi vodno stanje na polju. Notranjska kraška polja, od Babnega do Planinskega, spadajo v sistem kraške Ljubljaničnice, ki se pričinja z izviri potoka

Truhovnice nad Prezidom (torej v sosednji državi) in končuje z izviri Ljubljanice na robu Ljubljanskega barja.

Ker so polja edine res ravne površine na krasu, brez kamenja in z debelejšo plastjo prepereline oziroma prsti, so že od nekdaj privlačevala kmetovalce. Poplave so bile zanje po eni strani dobrodošle (namakanje, "gnojenje" in "apanje"), po drugi pa škodljive - če so se pojavile v zanje nepravem času, trajale predolgo ali v prevelikem obsegu. Zato so jih skušali "regulirati" - prilagoditi svojim potrebam. Ali so se že v rimskem času lotili osuševanja Cerkniškega jezera - Lugeon Lacus, je vprašljivo, gotovo pa so se takih del lotevali tako v antični kot tudi v moderni Grčiji, kot kaže znani primer jezera Copais v Beotiji.

Spredaj omenjena razdelitev polj po hidrografskih značilnostih sloni na podmeni, da gre za naravno stanje, za naravne značilnosti polj. Poplave kot pojav so res naravne in posledica naravnih dogajanj, vendar pa njihov mehanizem ni več zgolj naraven. Niti strokovnjaki se običajno ne zavedajo, da na Slovenskem pravzaprav ni kraškega polja, kateremu človek ne bi spremenil ali vsaj skušal spremeniti vodnega režima. Poplave na vseh naših kraških poljih so torej antropogeno modificirane.

Regulacije kraških polj so deloma stare (največ iz 19. stol.), deloma pa potekajo še danes. Že običajna "melioracija" (čiščenje, poglobljanje in ravnanje strug) vpliva tudi na vodni režim oziroma spremeni režim poplave, včasih ne le na tistem polju, kjer dela potekajo, ampak lahko tudi na sosednjem, niže ležečem.

Pri nas so bila dela na kraških poljih usmerjena v osuševanja oziroma zmanjševanja poplav, z izjemo poskusa stalnejše ojezeritve Cerkniškega jezera v letih 1969-1972 (Jenko 1965). Prvi vzroki raznih melioracij so temeljili predvsem na pritisku agrarnega prebivalstva na zemljo, to je zaradi pomanjkanja kmetijskih površin, in zaradi nepoznavanja kraške hidrologije. Ljudje so si vodne zveze med posameznimi polji predstavljali v obliki preprostih povezovalnih cevi, vzroke poplav pa v tem, da so se te "cevi", ki so jih imenovali kraške jame, zamašile, imele premajhne ali pa previsoko ležeče odprtine.

Skladno s takim razumevanjem kraškega hidrološkega sistema so se lotili tudi del: čistili so požiralnike in vhode požiranih jam, požiralnike v naplavini so odkopavali do skalne osnove, širili požiralne odprtine oziroma nižali njihove prage, na Cerkniškem polju vsaj že od okoli leta 1840 (Kranjc 1985). Kmalu so na pomoč priskočili strokovnjaki, ki so pri svojih načrtih bolj ali manj uspešno upoštevali poznavanje kraške hidrologije. K predhodnikom te tehnične veje štejemo že Gruberja (1781), prve načrte za zmanjšanje poplav pa je sestavil Schaffenrath, kasneje še Schmidl, Witschel in Vicentini (1875). Eden med zadnjimi, ki je bil v eni osebi raziskovalec, načrtovalec in izvajalec, je bil W. Putick. Ta se je najprej lotil raziskovanja notranjskih in deloma tudi drugih kraških polj in jam, na podlagi spoznanj pripravil načrte za zmanjševanje poplav (znižanje kote poplavne vode in skrajšanje trajanja poplave) in pripravil elaborat "Neškodljivo odvajanje visokih voda s kraških polj na Notranjskem" (Putick 1889). A pri uresničevanju se je zataknilo. Ta dela so imela dvoje nasprotnikov: blagajno in prebivalstvo na niže ležečih poljih oziroma na Ljubljanskem barju. Upravitelji prve so se spraševali, ali se tako dragi posegi izplačajo, drugi so pa dokazovali, da bodo zato poplave pri njih večje in bodo trpeli škodo.

Tipični primer je Cerkniško jezero, a tudi na drugih poljih se je dogajalo v bistvu podobno. Iz regulacijskih načrtov so bodisi ministrstvo, bodisi lokalna uprava ali pa vodna zadruga izbrali

le nekaj del, ki po njihovi presoji niso bila predraga, ki ne bi preveč škodila ostalim poljem in ki bi vseeno omilila poplave, ter se lotili izvedbe. Tako so n. pr. na Cerkniškem jezeru pred vhoda v Veliko in Malo Karlovico postavili grablje, znižali njuna praga (Putick je predvidel zapornico), v notranjosti razstrelili nekaj sifonov, očistili in deloma razširili druge požiralnike (Rakovski mostek, Svinjsko jamo, Kamnje, Narte), regulirali strugo Stržena, struge proti požiralnikom in struge jezerskih pritokov, v skupni dolžini skoraj 8 km. Na Loškem polju je bil skopan po načrtu predvideni kanal do Golobine, jama sama pa razširjena. Na Planinskem polju so poleg drugega očistili, poglobili oziroma razširili navpične požiralnike - katavotrone Pod Stenami, t. i. "Putickove štirne", ki danes predstavljajo pomemben tehnični spomenik regulacijskih del na našem krasu. Putick je načrtoval tudi regulacije dolenjskih kraških polj, po njegovih načrtih je urejeno otekanje visokih voda Bistrice na Ribniškem polju v Tentero in regulirana struga Prednje Rinže s požiralniki vred.

Manj znana, vendar ne manj pomembna, so bila dela V. Hraskyja v porečju Krke, regulacije na Radenskem polju (Hrasky 1887), v Lučkem Dolu in na samih izvirih Krke. Na Radenskem polju so po njegovih načrtih, dopolnjenih s Hočevarjevimi med drugim kompleksno regulirali požiralno Zatočno jamo (dobrih 700 m v notranjost) (Gospodarič 1973), strugo v Lučkem Dolu, vključno z izviri in požiralniki, ter Krško jamo - visokovodni izvir Krke.

Naštel sem le nekaj primerov, ki lepo ponazarjajo celoto: na vseh naših poljih so se pojavljale poplave, za vsa naša polja so bili napravljeni načrti regulacij, na vsakem polju so tudi v resnici izvedli kakšen del načrta (ponekod zelo velik del), a na vseh teh poljih se še vedno pojavljajo poplave.

Žal rezultati nobenega izmed projektov oziroma izvedenih regulacij niso bili tako skrbno spremljani, da bi lahko zagotovo in natančno vedeli, koliko so bili uspešni oziroma koliko se dobljeni rezultati ujemajo s predvidenimi. Nekaj seveda le vemo in za primer spet navajam naše najbolj znano in proučeno polje - Cerkniško jezero. Izvedena regulacijska dela so omilila katastrofalne poplave, skrajšala so poplave (visoke in srednje vode) in na melioriranih površinah je pričela rasti sladka trava (Jenko in sod. 1954). Poizkus stalnejše ojezeritve pa je trajanje poplav spet podaljšal (za okoli 2 meseca na leto) (Habič 1974) in večje površine spet zaraščata kislá trava in ločje.

Človek razpolaga z dovolj učinkovito tehniko, da bi bil sposoben preprečiti vsako poplavo na kraškem polju in obratno, vsako kraško polje spremeniti v jezero, za kar imamo konec koncev lepe dokaze na dinarskem krasu v sosednjih državah. Seveda pa je rešitev tega vprašanja v prvi vrsti vprašanje racionalnosti oziroma rentabilnosti (ali je učinek ustrezen višini vloženih sredstev), smiselnosti in, kar postaja v zadnjem času vedno bolj pomembno, vprašanje odnosa do narave in njenega ohranjanja. Menim, da je torej na kraških poljih vzpostavljeno neke vrste ravnotežje med naravo in človekom, med poplavami in koristmi oziroma škodo, ki jo te povzročajo. Skladno s tem se, po mojem mnenju, v Sloveniji ni treba več toliko ukvarjati z vprašanji preprečevanja poplav, pač pa z vprašanji ekološko in naravovarstveno usmerjenih ukrepov in del za preprečevanje in zmanjševanje njihove škode oziroma večanje njihove koristnosti. Pri tem pa je treba poplavni mehanizem in obseg poplav marsikje še podrobneje proučiti, saj je šele na podlagi dobrega poznavanja šele mogoča uspešna preventiva. Če bi bile z mehanizmom poplav na kraških poljih ustrezno seznanjene organizacije, ki se ukvarjajo z načrtovanjem in prostorsko ureditvijo, kot tudi vsi uporabniki prostora, bi bilo škodo mogoče precej omiliti, s pravočasnim obveščanjem in ukrepanjem pa tako rekoč odpraviti.

-
- Gospodarič, R., 1973: Viršnica - jamski sistem Šice ob Radenskem polju.- Naše jame, 14, 25-33, Ljubljana.
- Gruber, T., 1781: Briefe hydrographischen und physikalischen Inhalts.- 1-235, Laibach.
- Habič, P., 1974: Tesnenje požiralnikov in presihanje Cerkniškega jezera.- Acta carsologica, 6, 35-56, Ljubljana.
- Hrasky, J. V., 1887: Spezieller technischer Bericht ber Forschungsarbeiten behufs Entwässerung des Račna-Thales.- 1-8, Laibach.
- Jenko, F., T. Mrak, R. Tancik, N. Čadež, 1954: Vodnogospodarska osnova porečja Ljubljanice.- Elaborat, vol. 1-7, pp. 1134, Projekt nizke zgradbe, Ljubljana.
- Jenko, F., 1965: Idejni projekt stalne ojezeritve Cerkniškega jezera.- Elaborat, Zavod za vodno gospodarstvo SRS, 1-116, Ljubljana.
- Kranjc, A., 1985: Gregor Kebe (1799-1885).- Obzornik Prešernove družbe, 85, 11, 828-830, Ljubljana.
- Putick, W., 1889: Die unschdliche Ableitung der Hochwsser aus der Kesselthlern in Innerkrain.- Mitt. d. Krain. Kstenl. Forstvereines, 13, Wien.
- Savnik, R., 1968: Občina Cerknica - splošni pregled.- Krajevni leksikon Slovenije, I, 33-39, Ljubljana.
- Šerko, A., 1948: Kraški pojavi v Jugoslaviji.- Geografski vestnik, 19, 43-70, Ljubljana.
- Vicentini, R., 1875: Bonificio della valli di Laas, Zirknitz, Planina.- Elaborat, Arhiv Savskih elektram, Ljubljana.

OBDELAVA POPLAVNIH POVRŠIN Z RAČUNALNIKOM

Namen tega članka je na kratko prikazati uporabo računalnika na Vodnogospodarskem inštitutu (VGI) in možnosti njegove uporabe v vodnem gospodarstvu, konkretno pri obdelavi poplavnih površin. Kot vidimo v vsakdanjem življenju, je računalnik s splošnim razvojem postal nepogrešljivo orodje. Uporaben je predvsem pri zbiranju in obdelavi velikega števila podatkov in prenosu le-teh na daljavo v realnem času, pri čemer potrebujemo tudi ustrezno računalniško mehansko in programsko opremo (hardware in software) ter šolane kadre za delo z njo. Z naslovom članka je mišljeno prav to: zbiranje (čitanje), urejanje, obdelava, analiza in modeliranje ter shranjevanje podatkov, v našem primeru koordinat poplavnih linij.

Na našem inštitutu smo se že pred leti odločili za računalniško obdelavo in shranjevanje predvsem hidroloških podatkov. Z nakupom digitalizatorja (grafične plošče) velikosti A0 in izdelavo ustreznih računalniških programov smo začeli obdelovati in shranjevati tudi podatke o hidrografskih karakteristikah povodij in ostale geografske informacije slovenskega prostora: prispevna območja vodotokov, geodetske zakoličbe, trase regulacij, melioracij in vodotokov, koordinate onesnaževalcev in vodnih virov, obseg poplavnih območij. V osnovi potrebujemo torej osebni računalnik primerne zmogljivosti (PC-AT), za lažjo obdelavo digitalizator in ustrezen računalniški program za njuno sodelovanje. Razsežnost in območje poplav(e) je treba vnaprej pripraviti in predstaviti na karti; najbolj priporočljivi so temeljni topografski načrti v merilu $M = 1 : 5000$. Za zadnje velike poplave v Sloveniji novembra 1990 smo na inštitutu zbrali podatke s takojšnjim ogledom, meritvami in fotografiranjem na terenu, kasneje tudi ob pomoči aerofotografskih posnetkov.

Tako narisane ali fotografirane poplave oziroma njihove linije nato ročno digitaliziramo. Analožno (slikovno, fotografsko) informacijo prenesemo v digitalno (numerično, številčno). Pravimo, da pojav številčno kodiramo, kar lahko napravimo na več načinov. Eden od njih je odčitek s peresom (miško) digitalizatorja, s čimer dobimo vektorsko podatkovno strukturo, katere značilnost je predstavitev lokacije neke točke s parom (tremi) koordinat: $X, Y(Z)$. Te podatke (koordinate) točk lahko seveda tudi enostavno vtipkamo. Točka za točko se po odčitku zapisuje na spominski medij (trdi disk ali disketo) v posebni obliki - šifri zapisa, ki jo pogojuje možna

kasnejša obdelava informacij z geodetskim računalniškim paketom GEO7. Ta program za geodetske račune namreč zahteva šifro zapisa v obliki formata ASCII, in sicer za vsako točko štiri podatke v eni vrstici: oznaka (ime) točke in tri koordinate v pravokotnem koordinatnem sistemu v metričnih enotah Y, X, Z. Ta oblika zapisa je na inštitutu standardna in so ji prilagojeni tudi ostali domači programi.

Koordinate točk so zaradi splošne uporabnosti podane v absolutni lokaciji, zato je treba karto pred odčitavjem "vklopiti" s podajanjem njenih robnih koordinat. Te so skrajni robni koti spodaj in zgoraj, podani navadno v geografskih koordinatah (stopinje, minute, sekunde geografske širine in dolžine), ki jih program zna spremeniti v pravokotne (Gauss-Krgerjeve), lahko pa so v tej obliki že direktno podani. Natančnost odčitka pojava je pogojena z merilom karte, ki jo obdelujemo, oziroma z gostoto pobranih točk. Kot rečeno, podatki so lahko podani v obliki-formatu ASCII zaradi lažjega pregleda in kasnejših popravkov s kakšnim urejevalnikom in zaradi uporabe računalniškega paketa GEO7, ki točke obdela, razvrsti, poveže in nariše na različne karte v različnih merilih na risalnik.

Podatki oziroma informacije o prostoru so lahko zapisani tudi v drugi digitalni podatkovni strukturi, n. pr. rastrski-mrežni (grid). Pri tej je prostor, ki ga obravnavamo, razdeljen na enake kvadratke (matrike), za katere je znana prisotnost (količina) nekega pojava (temperatura, vlažnost, nadmorska višina, poraščenost, poplavljenost...). Natančnost tega zapisa je pogojena z velikostjo kvadratka. Tak način podajanja informacij dobimo pri skeniranju - zajemanju z digitalnim posnemovalnikom (scanner-optični čitalec) ali pri satelitskih posnetkih neke površine (poplave). Ta zapis potrebuje veliko več spominskega prostora kot vektorski, je pa učinkovit pri prekrivanju kart, iskanju pojavov. Zahteva tudi bistveno dražjo in zahtevnejšo računalniško, predvsem pa programsko opremo, pa tudi osnovne grafične podloge morajo biti kakovostne. Seveda lahko rastrski zapis spremenimo v vektorskega (vektorizacija) in obratno (rasterizacija). Posneto (skenerirano) rastrsko podlogo lahko prerišemo v vektorsko obliko ročno prek ekrana (ekranska vektorizacija) ali pa avtomatsko v večfaznem postopku s programskimi paketi, ki to znajo. Ne glede na kakovost in razvoj računalniške (mehanske in programske) opreme je posnetke zapletenih risb in elementov vseeno potrebno ročno popravljati, zato je ročno zajemanje z digitalizatorjem še zmeraj nenadomestljivo.

Domači uporabniški program zapiše informacijo tudi v drug format (DXF), ki ga razume paket ACAD, oz. lahko te formate zapisa kadarkoli spremenimo v katerokoli drugo obliko za izmenjave podatkov z drugimi programi, ki obdelujejo prostorske informacije. Ti podatki o prostoru, na primer lega in obseg poplav v kombinaciji (primerjavi) z ostalimi podatki: infrastruktura, poseljenost, gozdovi, onesnaženost, obdelovalne površine, tipi tal, rekreacijske površine, plan izrabe zemljišč itd., so nujna osnova gospodarjenju s prostorom, tako tudi vodnemu gospodarstvu.

Zbiranje in obdelava teh prostorskih informacij je pri nas v Sloveniji postala učinkovita v novejšem času (zadnjih nekaj let) s pojavom in razvojem prostorskih informacijskih sistemov oziroma računalniških programov, ki jih poznamo pod skupnim imenom GIS (Geographic Information System).

Ta sodobna računalniška programska orodja (PC ARC/INFO, IDRISI, SPANS/OS/2, Geo/SQL...) s pripomočki (Geo/COGO, QuickSurf, ROOTS...), orodji CAD (AUTOCAD 11, AutoCAD 386...) in orodji RDBMS (dBASE, PC-INFO, ORACLE...) upravljajo in kombinirajo

podatke iz prostorske podatkovne baze (točke, črte, črtovje - programi CAD) in deskriptivne baze podatkov (dBASE, ORACLE...). S temi omogočajo hiter in učinkovit pristop do informacij.

Podatki o vodah oz. poplavah so prostorsko opredeljeni, zato je GIS učinkovito orodje pri analizi in nadaljnji prognozi, primer: podajanje in ugotavljanje podatkov o okolju v bližini neke s koordinatami določene točke (kraj poplave) ali znotraj (zunaj) zaprtega poligona (poplavljeno območje). Z nadgrajevanjem prostorskih podatkov poplav z njihovim zgodovinskim nastopom in ponavljanji se lahko napove verjetnost in ocena ogroženosti nekega predela pred visokimi vodami. GIS nam tako kartografske podatke (kraj poplave, visoke vode) in podatke iz drugih virov v računalniško vodenem procesu preoblikuje v novo prostorsko opredeljeno informacijo.

Osnova vsemu temu je izpolnjena in primerno urejena baza podatkov. Zbiranje in vzpostavljanje podatkovne baze geografskih informacijskih sistemov je zahtevno. Za neki tip podatkov (vodni viri, vodotoki, podtalnica...) je to dolgotrajen, a enkratni proces, za vnos drugih podatkov (poplave, onesnaževalci, infrastruktura...) pa ponavljajoče in dopolnjujoče delo. V Sloveniji je digitalni model reliefa (DMR) kot glavni sestavni del mnogih prostorskih podatkovnih baz že izdelan (Geodetska uprava R Slovenije), delno tudi pedološka klasifikacija zemljišč v digitalni obliki.

V glavnem pa vsaka inštitucija pri nas zbira podatke za lastne potrebe, tako tudi naš inštitut. Ko bodo uvedeni standardi za formate zapisov in prenosov podatkov v GIS-ih, bodo ti razpršeni podatki zbrani in bodo dobra osnova za vzpostavitev in dograjevanje podatkovnih baz, ki po tujih izkušnjah predstavljajo približno 90 % cene GIS-a. Kartiranje poplavnih območij s kontrolo letaskih posnetkov (satelitskih), vzpostavitev baze poplavnih podatkov v kombinaciji s hidrološko-hidrotehničnimi matematičnimi modeli bo postalo pomembno pri načrtovanju izrabe prostora in urejanju vodnega režima. Razvoj vodnega gospodarstva v Sloveniji ne bo mogoč brez zbiranja in arhiviranja dosedanjih in bodočih poplav ter drugih vodnogospodarskih in ostalih podatkov o prostoru. Prihodnost uporabe GIS-ov v vodnem gospodarstvu v Sloveniji se šele začneja.

VISOKE VODE NA HUDOURNIŠKEM OBMOČJU ZGORNJE DRAVE S POUDARKOM NA ZADNJEM DESETLETJU

Hudourniško območje Zgornje Drave, zaupano v upravljanje Podjetju za urejanje hudournikov (PUH), zajema vse hudourniške pritoke Drave, od HC Mariborski otok do državne meje z Avstrijo pri Libeličah, pritoke Meže in Mislinje ter Mežo nad sotočjem z Javorskim potokom in Mislinjo nad krajem Mislinja. Dolžina teh pritokov I. do V. reda znaša 806 km (kataster voda HMZ).

Območje ne pripada enotnemu pogorju, marveč posameznim gorskim skupinam (Pohorje, Kozjak, Kobansko, Uršlja gora, Peca). V geotektonskem smislu pripada vzhodnim Alpam, vendar se od alpskega sveta razlikuje, saj je sestavljeno pretežno iz kristalastih skrilavcev.

Hidrografska mreža območja je razmeroma zelo gosta.

Območje je v glavnem poraslo z gozdovi (tudi do 70 % površin). Večinoma prevladuje smrekov gozd z jelko, ki pa zaradi zastrupljenega ozračja počasi propada. Zastopani so tudi bukev ter v višjih legah bor in macesen. V novejšem času so gozdovi že močno prepredeni s številnimi gozdnimi cestami in vlakami, smučišči in turističnimi objekti.

Hudourniški pritoki so se močno vrezali v pobočja in izoblikovali globoke jame ter strmo razrezane grape (Pohorje, Kobansko).

Zaradi obilja padavin in prevladujočih vododržnih kamnin je na območju mnogo površinskih voda, ki imajo hudourniški značaj. Njihova velika vodna moč je v preteklosti dajala pogonsko in transportno silo pri izkoriščanju gozdov za veliko žag in mlinov. Na hudourniških pritokih Zgornje Drave je bilo 472 mlinov in 485 žag (podatek iz specialke 1 : 50 000). Pred letom 1941 je bilo v Sloveniji registriranih 2350 mlinov in 1320 žag na vodni pogon, tako da je na Zgornjo Dravo odpadlo okrog 20 % mlinov in 37 % žag. Po letu 1952, s spremembo obrtnega zakona,

so ti mlini in žage s pripadajočimi, praviloma enostavnimi lesenimi jezovi - kaštami, počasi in vztrajno propadali ob razdiralni in rušilni moči hudourniških voda, ker je novi družbeni sistem z odvzemom pravice obratovanja odvezal bivše lastnike dolžnosti njihovega vzdrževanja. Mlini in žage oz. njihovi jezovi so zmanjševali relativno velike padce hudourniških strug in odvzeli hudournim vodam odvečno rušilno moč, za jezovi pa so se oblikovali zaplavki naplavin, sproščeni iz zalednih erozijskih žarišč.

Povprečno letno sproščanje hribinskega materiala na zlivnem območju Zgornje Drave (po obdelanih površinah hudourniških pritokov I. reda) s površino okr. 1000 km² znaša okr. 229 000 m³/leto, oz. specifično sproščanje okr. 230 m³/leto km². Koeficient odtoka plavin s te površine znaša 0,50 in je torej povprečni letni dotok plavin v recipient okr. 115 000 m³/leto oz. 115 m³/leto/km². Ti podatki pa ne dajejo realne slike sproščanja hribinskega materiala. Prav tako niso primerljivi s podatki zaproditve dravskih akumulacij HE, ker slednji ne zajemajo dodatnih podatkov o sproščanju in premeščanju naplavin iz zaplavkov postopoma propadlih kmečkih jezov ukinjenih žag (v glavnem venecijank) in mlinov. Hudourne vode so zaplavke izpraznile, tako sproščeni material pa transportirale po strugah z relativno manjšimi padci v spodnje tokove in proti izlivnim odsekom v akumulacijske bazene. Ob predpostavki, da se je za vsakim jezem oblikoval zaplavec z le okr. 500 m³ in da je samo polovica mlinov imela lasten jez, dobimo 500 000 m³ sproščene materiala. Razmisleka vreden je pri tem zanimiv in stvarnejši podatek Dravskih elektrarn Maribor, ki so opravljale sistematične meritve zaprojevanja akumulacij na Zgornji Dravi (pri HE Fala od l. 1918, pri HE Mariborski otok od l. 1959, pri HE dravograd, Vuzenica in Vuhred od l. 1961, pri HE Ožbolt od l. 1966). Iz časovnih diagramov zaprojevanja je razvidno, da se je volumen akumulacije HE Dravograd od leta 1943 do 1986 zmanjšal za 24,4 %, HE Vuzenica od leta 1947 do 1986 za 49,7 %, HE Vuhred od leta 1951 do 1986 za 43,6 %, HE Ožbolt od leta 1953 do 1986 za 15,5 %, HE Fala od leta 1918 do 1986 za 47,9 % in HE Mariborski otok od leta 1948 do 1987 za 25,6 %. Navedeni podatki posledic erozivne aktivnosti hudourniških pritokov, ki dajejo le grobo sliko sproščanja hribinskega materiala iz zalednih površin in hudourniških strug na območju Zgornje Drave, so vredni tehtnega premisleka in iz njih bi bilo potrebno izvajati ustrezne konsekvence.

Huda neurja v tem goratem vzhodnoalpskem svetu in svetu Pohorskega Podravja niso redkost. Z vdorom hladnih in vlažnih zračnih gmot v glavnem iz Celovške kotline proti Panonski nižini, z dviganjem toplih zračnih gmot nad pritekajoče hladnejše nastajajo nevihte z močnimi a tudi dolgotrajnejšimi nalivi. Neurja zajemajo širša območja pa tudi območja posameznih hudournikov brez neke predvidljive časovne zakonitosti. Podatke o katastrofah bi bilo treba sistematično zbirati in analizirati obenem s podatki o visokih vodah v posameznih hudournikih. Do sedaj takih podatkov nimamo. Nekaj ad hoc zbranih podatkov pa bomo vendar navedli: neurja širših razmerij so zajela Zgornjo Mislinjsko dolino v letih 1954, 1956, 1986, 1989, Mežiško dolino v letih 1927, 1954, 1961, 1970, 1990, Pohorsko Podravje v letih 1954, 1970, 1986; po posameznih hudourniških območjih pa Čermenica v letih 1869, 1901, 1970, 1972, Josipdolski potok v letih 1917, 1986, Ožbaltski potok leta 1939 (s smrtno žrtvijo), Lobnica v letih 1970, 1986 (s tremi smrtnimi žrtvami) itd. Točneje zabeleženi podatki pa so: 15. 7. 1970 je neurje zajelo območje občin Radlje, Dravograd, Slovenj Gradec in Ravne na Koroškem; od 21. do 22. 8. 1972 so narasli hudourniki Čermenica, Velka v Podvelki in Bistrica; od 11. do 16. 7. 1972 je bilo prizadeto območje Meže z Mislinjo; 16. 8. 1975 so narasli hudourniki Suha, Leški potok in Barbarški potok (občina Ravne); 10. 11. 1975 hudourniki v KS Podgorje, Stari trg, Mislinja, Sale in Pameče; 7. 9. 1982 hudourniki Strojnska reka (Zelenbreški jarek), Barbarški potok in

hudourniški pritok Meže v Dobrijah (občina Ravne); 23. in 24. 9. 1984 Javorski potok, Hotuljka, Jazbinski potok (občina Ravne) ter Selčnica in Suhadolnica (občina Slovenj Gradec); 14. in 15. 6. 1986 hudourniki v občinah Radlje ob Dravi, Dravograd, Slovenj Gradec; 3. in 4. ter ponovno 8. in 9. julija 1989 hudourniki v občinah Dravograd, Slovenj Gradec, Radlje ob Dravi, Ravne na Koroškem in Maribor Ruše; 1. 11. 1990 hudourniki v občinah Slovenj Gradec in Ravne na Koroškem ter 13. in 14. 8. 1991 hudourniki v občini Dravograd.

Govoriti o visokih vodah v hudourniških območjih se pravi govoriti tudi o eroziji, ki je proces rušenja, spiranja in zmanjševanja plodnosti tal. Oblika in intenziteta erozije, ki jo povzroča voda, sta odvisni od intenzitete padavin, dolžine njihovega trajanja, velikosti in hitrosti padanja deževnih kapljic, od erodibilnosti zemljišča, od vrste in gostote rastlinstva, od načina obdelovanja zemljišč itd. Boj proti eroziji je hkrati boj za zaščito tal, obramba pred usadi in zemeljskimi plazovi, ukrepanje proti blatnim gruščato-ilovnatim tokovom, obenem pa tudi boj za izboljšanje vodnega režima. Z neprimernim in nedomišljenim gospodarjenjem z zlivnimi površinami (goloseki, požari, intenzivna paša, mreža cest in vlak itd.) in z dodatnim utesnjevanjem strug pri urbanizaciji ter gradnji prometnic, ki so speljane pretežno po dolinah, ob že sicer premajhnih strugah z zasipavanjem in z odzivom izkopenega materiala pri gradnji cest in gozdnih vlak v struge ali na nezaščitene prestrme brežine, je vodam odvzeta možnost naravnega vijuganja, pospešeni pa so naravni odtoki.

Škode, ki nastajajo zaradi visokih voda, so raznovrstne in nepredvidljive. S sproščanjem erozijskih procesov v zlivnih zaledjih hudourne vode spirajo in odplavljajo hribinski material, plavine pa se odlagajo v regionalno zelo občutljivih odsekih strug, kar povzroča prelivanja in poplave. Grobe, rinjene plavine odlagajo po dnu strug, znižujejo pretočni profil, nakar si iščejo pretok v manj odpornih brežinah, kar povzroča nenehno premeščanje vodnih tokov in poškodbe v obrežnem svetu. Škode, ki jih povzročajo erozija tal, hudourniki, usadi in plazovi so lahko neposredne (spiranje, propadanje tal, zasipavanje kulturnih površin, rušenje objektov, prekinitve prometa itd.) in posredne (nihanje vodostaja, hitrejši odtoki površinskih voda, zmanjševanje vodnih rezerv, zasipavanje strug in akumulacijskih bazenov itd.) Posebej omenjamo škodo, ki nastaja zaradi nepravilnega skladiščenja hlodovine ob premajhnih naravnih hudourniških strugah. Visoke neurne vode jo odplavljajo, hlodovina pa z valjanjem in butanjem ob bregove načenja brežine, sprošča hribino, zapira pretočnost mostov itd.

Ker na Zgornji Dravi ni organiziranega sistematičnega opazovanja vodostajev v hudourniških strugah ob visokih vodah oz. neurjih, lahko le po izkušnjah grobo ocenimo, da se povprečni letni pretoki povečujejo za več kot 10 - krat, da imajo obstoječe hudourniške struge v glavnem premajhen pretočni profil, zaradi česar ne prevajajo pričakovanih visokih voda, razen na prečnih hudourniških objektih (pregradah) in v redkih urejenih odsekih (3,7 % od 806 km hudourniških strug I. do V. reda), pretežno v urbaniziranih območjih.

Nekaj pa so nas katastrofe zadnjega desetletja le naučile. Pri posredovanju vodnogospodarskih smernic in mnenj se za vse objekte, ki prečkajo hudourniške struge, strogo zahteva prevodnost za pričakovane visoke vode, izračunane po empiričnih formulah, ustaljenih v hudourničarski praksi (Q_{max}); če je le mogoče z rezervno višino za morebitno plavajočo navlako (hlodovina, vejevje, štori itd.). Vsi tako dimenzionirani objekti, mostovi in prepusti so - ob ustreznem temeljenju in kakovost - zelo dobro prestali rušilne nalete hudournih voda.

Ob pregledu ocen škode, ki jo je povzročila vodna stihija, smo ugotovili, da bi bilo za sanacijo škode (ne le za vrnitev v prvotno stanje) v letih od 1979 do 1990 potrebnih okr. 110 645 000

SIT; PUH je za redno vzdrževanje objektov in hudourniških strug v istem obdobju dobil od družbe oz. države le okr. 50 940 000 SIT. (Škoda in sredstva za vzdrževanje so preračunana z indeksi cen stanovanjske gradnje od leta 1979 do 1991 na cene decembra 1991). Iz tega je razvidno, da smo z dobljenimi sredstvi lahko sanirali le 46 % ocenjene vrednosti škode. Ker se je približno ista situacija, zaradi pomanjkanja denarja dogajala tudi v prejšnjih desetletjih in se bo verjetno tudi v prihodnosti, smo bili in bomo prisiljeni veliko improvizirati, s spoznanjem, da nastale škode v celoti ne bomo nikoli sanirali.

Boj proti eroziji in urejanje hudournikov zahtevata prostorsko in časovno usklajene posege, od urejanja pretočnih korit do biotehničnih utrditev ter obnove in premene vegetacije; zahtevata redno strokovno spremljanje erozijskih pojavov, brez skrbništva, ljubiteljstva, stranskih vplivov in pritiskov, ki se sicer izogibajo vsaki odgovornosti; zahtevata interdisciplinarno, strokovno in argumentirano reševanje problemov. Stroki, ki je domena gozdarjev z več kot 100-letno tradicijo (od leta 1883 dalje) urejanja hudournikov in zaščite površin pred erozijo pa je treba zagotoviti ustrezno mesto v slovenskem prostoru.

1. Dravske elektrarne Maribor: Časovni diagram zaproditev akumulacijskih bazenov HE na Dravi.
2. Gams, I., 1987: Katastrofalno neurje sredi junija 1986 na Pohorskem Podravju. Ujma, Ljubljana.
3. Pintar, J., 1967: Erozija tal in hudourniki v Sloveniji. PUH, Ljubljana.

PROBLEMATIKA OBILNEGA PRENOSA PLAVIN

Grobe plavine potujejo v vodnem toku posamič ali pa masovno. V prvem primeru potujejo po debelini in teži, premosorazmerno razvrščene od gladine proti dnu. Tudi odlagajo se razpršeno: v zgornjih tekih najdebelejše, navzdol proti izteku postopno vse drobnejše. Ob naglih zdrskih velikih grud hirin v strugo pa pride do masovno, v kašasti lavi premešanih plavin. Zaradi izjemne gostote potujoče lave dobijo najdebelejša zrna največjo kinetično energijo in plavajo na površje ter na čelo toka. Zrnasto razvrščanje je obratno kot pri posamičnem prenosu. Rušilni učinki teka lave so ogromni, protiukrepanje med trajanjem praktično nemogoče. Pojav lahko pričakujemo v labilnih ali pogojno stabilnih zemljiščih, takih pa je v Sloveniji okr. 35% njene površine. S preventivnimi ukrepi lahko nekoliko omejimo njihovo število, predvsem pa jakost. Vendar daje naša družba v te namene le 0,12 % družbenega proizvoda, druge evropske države, po naravnih danostih primerljive z nami, pa okr. 1,5% družbenega proizvoda.

UVOD

V dosedanjih razpravah o vzrokih, posledicah in načinih za omiljenje škode, ki jo povzročajo hudourniki (mnogo je bilo napisanega zlasti po vojni ujmi novembra 1990), je bilo masovnemu prenosu plavin namenjeno le malo misli. Ta naravni pojav, ki ki je v naših predelih dokaj pogost, botruje najhujšim rušitvenim posledicam ob izbruhih hudournikov, tako, v njihovih strugah kot na celotnih hudourniških vplivnih območjih. Tu skušamo na kratko osvetliti značilnosti in hkrati podati usmeritve za čim uspešnejše omejevanje posledic v prostoru.

OPREDELITEV POJAVA

Plavine, tj. snovi, delce, ki jih voda sprejema, odplavlja, plavi in naplavlja, delimo v raztopljene, lebdeče in grobe. Pri obravnavanju hudourniških pojavov nas zanimajo v glavnem le zakonitosti gibanja grobih plavin, ki odločilno vplivajo na stabilnostne razmere v strugah hudournikov kot v njihovih širših zaledjih. Glede na zakonitosti gibanja grobih plavin ločimo dva načina njihovega prenosa: posamičnega in masovnega.

Pri posamičnem ali nevezanem prenosu plavin se le-te gibljejo v vodnem toku bolj ali manj posamično in samostojno, neodvisno ena od druge. Med seboj se preveč ne ovirajo v gibanju, ker je med njimi v vodnem toku pač dovolj prostora. Ravnovesni pogoji so podani z razmerjem med porivno silo vode in odporom plavin proti premikanju.

Padec struge hudournika, pri katerem sta obe sili izenačeni, imenujemo ravnovesni padec. To je torej tisti padec dna struge, pri katerem se dno niti ne pogloblja niti ne zaplavlja, ko je torej dno stabilno. Ravnovesni padec lahko dosežemo na dva načina: z izravnanim ali kompenzacijskim padcem (transportna zmogljivost hudournika je uravnotežena z dotokom grobih plavin), ki prevladuje v spodnjih tekih hudournikov, in z mejnim ali stabilizacijskim padcem (zrna, ki tvorijo posteljico struge, kljubujejo porivnim silam z rinjenimi plavinami nezasičenih voda), ki prevladuje v zgornjih in srednjih tekih hudournikov.

Ravnovesni padec v strugi hudournika se pri posamičnem prenosu plavin oblikuje kot posledica sortiranja plavin po velikosti, gostoti in obliki. Če odmislimo razne naravne in umetne ovire v hudourniški strugi, se oblikuje kot enakomerna razvita konkavna krivulja. Bolj kot se približujemo izlivu hudournika, drobnejše so plavine, ki tvorijo njihovo posteljico, manjši je ravnovesni padec (glej prilogo št. 1).

V hudourniških izbruhih v njihovih zaledjih pride do pojavov, kot so nenadni udori, zdrsi, usadi, zemeljski plazovi, ko se naenkrat oz. zelo hitro zrušijo ali zdrsnejo v strugo hudournika velike mase hribin in zajezijo odtokanje hudournih voda.

V takem primeru se proces posamečnega prenosa plavin seveda ne razvije, ker voda ne more takoj premakniti zajezitvenega materiala. Šele ko se taka gmota gruščica, pomešanega s peskom in zemljo, dobro prepoji in razmoči, lahko nastopi trenutek, ko celotna razmočena masa popusti pod pritiskom zajezene vode in krene v gibanje. V tem primeru pride do tako imenovanega masovnega prenosa, pri katerem sprva ni možno nikakršno sortiranje plavin, kot pri posamičnem prenosu. Debele in drobne sestavine so medsebojno popolnoma pomešane in tvorijo gosto kašasto maso (la lave, die Mure).

Za take hudourniške lave je zlasti značilna velika gostota, ki doseže tudi 1800 in več kg/m^3 , ker je v njej pogosto več čvrstih sestavin kot vode. Taka lava se vali in leze sorazmerno počasi in enakomerno, toda nezadržno v dolino in ruši pred seboj vse ovire. Postopoma pa se začne tudi v njej določeno sortiranje prenašanih plavin. Največje kamenje in bloki imajo (zaradi svoje mase) tudi največjo kinetično energijo, zaradi katere začno prehitovati (podobno kot plavajoči predmeti na vodi). Zato se največji bloki naberejo na čelu lave in po sredini toka, kjer je hitrost največja. Na ta način tvorijo po sredini greben, na čelu toka pa val, kar daje taki lavi še posebno strahoten videz (glej prilogo št.2).



Posledice masovnega transporta plavin - Trbonjska reka. (1986, foto: A. Horvat)

Zaradi velike gostote kašaste mase plava skalovje v blatu kot pluta na vodi in se tako najbolj grobe plavine razvrščajo spredaj kot falange, medtem ko drobnejše zakasnjujejo.

Sprva kaotično premešana masa se torej polagoma razvrsti v posamezne elemente in se giblje v obratni zrnasti sestavi kot pri posamičnem prenosu, kjer prehitevajo drobnejše plavine. Ko pririne taka hudourniška lava v dolino, se tam pahljačasto razlije in zaustavi, pri čemer dospejo najdlje in se tam posedejo najdebelejše plavine, najbolj drobne pa ostanejo zadaj.

Ko se ta lava razbremeni plavin v toliki meri, da prevlada čista voda, začne znova njeno erozivno delovanje v odloženi kašasti masi, in sicer tako, da začne najprej kopati v masi najbolj drobnih plavin pri vrhu naplavine in jih odplavlja v dolino. Če je njena vlečna sila dovolj velika, odplavlja tudi bolj grobe, medtem ko največjega skalovja ponavadi ne more premakniti.

Tako se postopoma s procesom posamičnega prenosa sam od sebe obnovi prvotni vrstni red odlaganja plavin.

POSLEDICE MASOVNEGA PRENOSA PLAVIN

Masovni prenos plavin je nedvomno najhujša posledica hudourniških izbruhov. Njegovi uničujoči učinki se kažejo zlasti v:

- ogromnem rušilnem učinku sorazmerno počasi tekoče blatne lave,
- pogosti verižni reakciji (nova zajezitev...) na nizvodnih osedkih hudournika v širšem povodju,
- nenadnem visokem zvišanju dna struge na mestu zaustavitve masovnega prenosa in s tem povezanim poplavnim ali preplavnim učinkom hudournih voda,
- praktično popolni nemoči aktivnega ukrepanja med trajanjem pojava.

NEKATERI PRIMERI ŠKODE ZARADI MASOVNEGA PRENOSA PLAVIN

V arhivu slovenskih hudorničarjev je zabeleženo veliko hudourniških opustošenj, ki so bila posledica predvsem masovnega prenosa plavin.

V znani vojni ujmi novembra 1990 so bili kot posledica rušilnega delovanja hudourniške lave v hudourniških območjih Savinje na Ljubnem prizadeti zlasti Ljubnica, Trbiški graben, Pušnikov graben, Revsov graben, Lakovnikov graben, Rogačnik, Slapnikov graben, Brložnica, Lučka Bela, Lučnica nad Riharjem in Grobelskim vrhom, Lučnica nad Boltinovim travnikom. Iz enakega vzroka sta bili v isti ujmo hudo prizadeta tudi praktično celoten hudournik Bistričica in sama Kamniška Bistrica na odseku med Konjskim potokom in Strahovico.

Tudi drugod po Sloveniji so bili ob tej ujmi številni masovni prenosi hudourniških plavin in velike posledične škode.

Ta pojav je na Slovenskem opazovan in v dokaj redkih primerih, ko ga je bilo možno predvideti sistematično, proučevan že od ustanovitve hudourniške službe leta 1884 dalje. Omenimo le nekatere, iz zgodovine slovenskega hudorničarstva najbolj znane primere (glej slike).

- povodje Gradaščice
 - Mačkov potok 1924
 - Žerovnikov potok 1926
 - Gabršnikov potok 1926
- povodje Save Dolinke
 - Belca 1951
 - Hladnik 1966
 - Sedelčnik 1951
 - Reka pod Krvavcem 1991



RTC Krvavec - ograja za vrsto čakajočih ob pristopu h gondolam kot naključna pregrada za zadrževanje hudourniške lave kaže "profil" slednje. (1991, foto: M. Zemljč)

- povodje Drave - Josipdolski potok 1986
 - Bergantov potok 1986
 - Trbonjska reka 1986, 1989
- povodje Soče - Soča z Zapodnam, Limarico 1986
 - Koritnica 1986

OGROŽENOST SLOVENSKEGA PROSTORA ZARADI MASOVNEGA PRENOSA PLAVIN

Iz prejšnjih navedb se vidi, da so v Sloveniji ob hudourniških izbruhih zelo pogosti pojavi masovnega prenosa plavin. Vzrok je v precej neugodnih geomehanskih lastnostih hribin v hudourniških območjih. Okrog 730 000 ha zemljišč v hribovitih predelih Slovenije, tj. približno 35% njene celotne površine, zavzemajo namreč labilna ali pogojna stabilna zemljišča, kjer je še zlasti ob hudourniških strugah ta pojav stalno latenten. Nedomišljeni človekovi posegi v prostor in porazdelitev ekstremnih padavin pa pogojujejo obseg in pogostnost njegovega aktiviranja.

NAČINI PREPREČEVANJA MASOVNEGA PRENOSA PLAVIN IN OMILITVE NJEGOVIH ŠKODLJIVIH POSLEDIC

Glede na razprostranjenost ter stalno latentnih pojavov v Sloveniji je razumljivo, da jih je skoraj nemogoče nadzorovati in tako tudi ne preprečiti. S preventivnimi ukrepi, katerih osnovo tvori stabilizacija potencialnih hudourniških zarišč s prečnimi zaplavnimi in stabilizacijskimi objekti v povezavi z biotehničnimi ukrepi, jih lahko le nekoliko številčno omejimo, predvsem pa po jakosti.

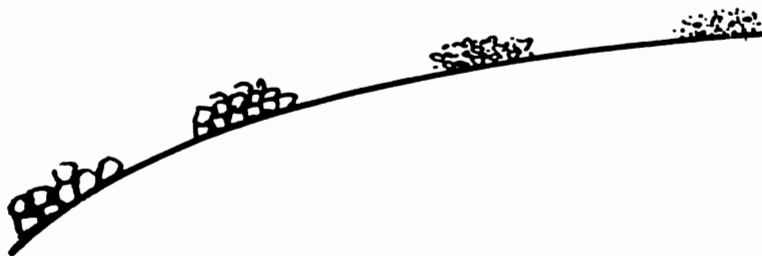
Z zaplavnimi objekti, zlasti večjimi, in s primerno uporabo naravnih razširitev ob hudourniških strugah lahko že sprožene hudourniške lave zaustavimo ali pa vsaj delno razbremenimo njihovo gmoto in tako omilimo njihov rušilni učinek. Pri lokacijah takih prečnih objektov moramo upoštevati potencialne preplavne oz. poplavne učinke ob popolni ali delni zaustavitvi hudourniških lav. Takšno preventivno ukrepanje se je že mnogokrat izkazalo kot zelo uspešno (Bistričica 1990, Vuhredščica 1876, Brložnica 1990). Poleg hudourničarskega preventivnega ukrepanja je pogoj za zmanjševanje škode po masovnih prenosih plavin tudi, da se pri načrtovanju vseh posegov v prostor ta naravni pojav upošteva kot izključujoči dejavnik pri določanju primernosti in pogojev različne rabe prostora. Opraviti imamo s stalno latentno nevarnostjo, zato je preventiva cenejša od kurative. Red pri gospodarsjenju s prostorom v hudourniških območjih je dolgoročni imerativ.

Potrebno je torej stalno ukrepanje, pogoj za to pa je tudi dolgoročno rešen sistem financiranje. Trenutno smo, žal v popolnoma drugačnih razmerah, saj namenja Republika Slovenija za celotno vodnogospodarsko dejavnost neverjetno skromnih 0,12 % družbenega proizvoda, medtem ko znaša ta delež v sosednji Avstriji približno 1,5% družbenega proizvoda, (podoben % DP namenjajo tej dejavnosti tudi vse ostale, po naravnih danosti primerljive evropske države). Naj podamo še nekoliko drugačno primerjavo. Škoda po vojni ujmi leta 1990 je bila ocenjena na nekaj več kot 20% družbenega proizvoda (po takratni metodologiji). V pribl. 165 letih torej ne vložimo v preventivo toliko, kot nam vzame eno večje neurje. Menimo, da povedo te primerjave same dovolj jasno, brez nadaljnjih komentarjev, kako gospodarimo v Sloveniji.

1. Arhiv podjetja za urejanje hudournikov, Ljubljana.
2. Zbornik simpozija Interpretent, villach 1984.
3. Zbornik simpozija Interpretent, Graz 1988.
4. Zemljič, M., A. Horvat, 1990. Transport plavin (začasna skripta). Biotehnična fakulteta, Ljubljana, 1990.

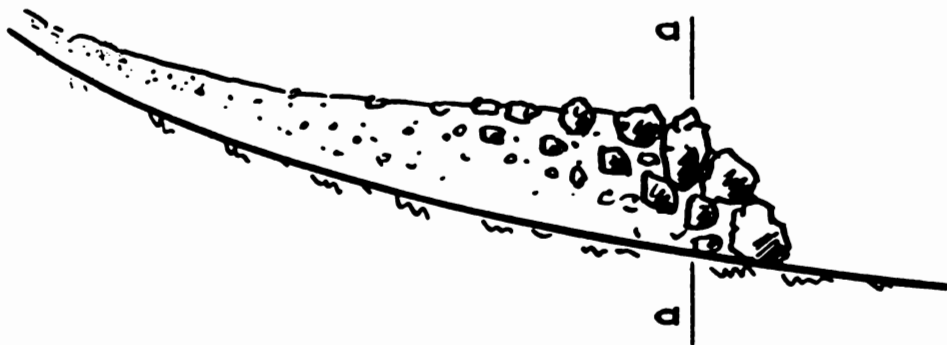
Priloga 1

Izravnani (kompenzacijski) padec struge



Priloga 2

Razvrščanje plavin pri masovnem transportu



a - a



BISTRČICA - PRIMERJAVA HUDOURNIŠKEGA IZBRUHA LETA 1933 Z IZBRUHAM LETA 1990

UVOD

Na ljubljanskem območju so bile poplave od 1. do 3. novembra 1990 najhujše na območju Kamniške Bistrice. Med vsemi njenimi pritoki je največ škode in razdejanja povzročil hudournik Bistričica, in to na celotnem teku od povirja do izliva.

Že med samimi poplavami smo opazovali in fotografirali dogajanje ter operativno sodelovali pri reševanju ogroženih objektov. (Avtor je bil s sodelavcem, ki je snemal z videokamero, priča enemu od valov blatnega toka v Bistričici, kar je gotovo redkost). V tednih in mesecih, ki so sledili, je bilo območje Bistričice (poleg Kamniške Bistrice) na ljubljanskem koncu med najbolj raziskanimi, izdelani so bili idejni projekti za sanacijo struge, v izdelavi pa so projekti za revitalizacijo brežin in za umiritev plazov v zaledju.

Prispevek skuša urediti zbrane podatke in izkušnje, ki smo jih pridobili med poplavami in po njih, leta 1990, hkrati pa primerjati posledice teh poplav z zadnjimi ekstremnejšimi poplavami na območju Kamniških Alp leta 1933 in ovrednotiti uspešnost dosedanjih ukrepov - hudourniških objektov in pogozdovanj.

HUDOURNIK BISTRČICA

SPLOŠNI OPIS

Hudournik Bistričica je desni pritok Kamniške Bistrice, vanjo se izliva v Stahovici nasproti izliva Črne. Po obsegu je četrti pritok Kamniške Bistrice, njegovo zlivno območje meri 9,22 km², po obilici plavin, ki jih naplavlja v Bistrico, in po škodljivosti pa je verjetno drugi največji hudournik (Štrancer 1949). Najvišje ležeči izviri v glavni strugi so pod Jezersko planino na Jagoščevev robu na nadmorski višini med 920 m in 1040 m. Večina vseh pritokov Bistričice priteka izpod vrhov Kržišče (1647 m), Kamniški vrh (1259 m) in Grohat (911 m). Po grebenu med temi vrhovi poteka tudi severna vododelnica zlivnega območja. Južna meja območja poteka po nižjih grebenih med manj izrazitimi vrhovi Bošt (1033 m), Mežnarjev hrib (813 m), Praprotno (650 m) in Zakal (606 m).

Zlivno območje je podolgovate do pahljačaste oblike. Višinsko se razprostira med 478 m in 1647 m nadmorske višine. Po združitvi obeh krakov, Blatnice, ki je glavni krak, in Korošaka, si proti izlivu sledijo močni levi hudourniški pritoki pri Slevu, Tratnikov graben, Hudi graben in izpod Grohata. Vsi ti pritoki so že sami po sebi nevarni, močno prodonosni hudourniki z izredno strmimi zlivnimi območji.

KLIMA IN PADAVINSKE RAZMERE

Dolina Bistričice je na vstopu v dolino Kamniške Bistrice, zato je njeno podnebje na prehodu alpskega v predalpsko, predvsem zaradi odprtosti proti jugu in nižjih nadmorskih višin. Povprečne letne padavine v Kamniških Alpah so 1600 mm do 1800 mm, v Kamniški Bistrici pa zaradi specifične lege in oblike doline tudi do 2240 mm. Dnevne padavine nad 60 mm so zelo pogost pojav. Ekstremne padavine so bile v preteklosti zelo pogoste, najintenzivnejše so bile 22. septembra 1933 - 192 mm. V zadnjih desetletjih je bilo izmerjenih več visokih dnevnih vrednosti (v letih 1968, 1974, 1982), vendar so bile daleč najmočnejše padavine 1. novembra 1990 (230 mm v 48 urah v Kamniški Bistrici). Ti podatki so uporabni tudi za Bistričico, verjetno je, da so ekstremi tu celo bolj izraziti.

GEOLOŠKE RAZMERE

Hribine v zlivnem območju Bistričice so bolj ali manj nestabilne. Niže ležeča območja pod 500 m in južne grebene sestavljajo nekoliko stabilnejši triadni apnenci in dolomiti, severna pobočja z vrhovi Kržišče, Kamniški vrh in Grohat, pa sestavljajo močno razpadljivi debelokristalasti dolomiti z vložki keratofirja. Na teh pobočjih, ki imajo izrazito južno ekspozicijo, so nastala ogromna inicialna erozijska žarišča, razbrazdana z jarki, sproženi pa so tudi veliki plazovi, ki so deloma še v gibanju. Ta pobočja so tudi glavni vir plavin. V spodnjem, dolinskem delu zlivnega območja pa sestavljajo podlago predvsem aluvialne naplavine v več terasah.

VEGETACIJA

Južni in niže ležeči predeli zlivnega območja so zadovoljivo poraščeni s srednje kakovostnimi mešanimi gozdovi ali pa gre za obdelane kmetijske površine. Problematična so severna pobočja, kjer so večinoma goli in zaraščajoči se pašniki in košenice ali pa erodirane površine. Gozd je tu v inicialnih fazah - redki fragmentirani borovi sestoji (deloma ostanki starih pogozdovanj), termofilni listnati sestoji gabra, hrasta in mokovca, na boljših tleh pa smreka. Ob poplavih leta 1990 so plazovi podrli veliko drevja, tako da se je stanje močno poslabšalo.

NASELJENOST IN GOSPODARSTVO

Naseljenost doline se je v povojnem obdobju, v nasprotju z drugimi območji na podeželju, povečala, predvsem v vaseh Bistričica in Županje njive, kjer je veliko novogradenj. K temu so verjetno pripomogle bližina Kamnika, Ljubljane in relativno dobre cestne povezave. Cesta skozi dolino, ki bo kmalu asfaltirana, povezuje tudi zaselke Klemenčevo, Sv. Florijan in Slatino. Prebivalci so večinoma zaposleni in polkmetje. Razvito je kmetijstvo, gozdarstvo, deloma živinoreja. Velik del košenic in pašnikov v višjih legah je opuščeni in se zaraščajo. Vidno vlogo ima tudi turizem.

EROZIJSKE RAZMERE IN HIDROLOGIJA

V dolini so prisotne vse oblike hudourniške erozije, od inicialne faze do zaplavljanja. Najintenzivnejša erozija je na (že prej opisanih) pobočjih Kamniškega vrha, Kržišča in Grohata. Tu se inicialna faza brazdanja in nastajanja jarkov meša s površinskim spiranjem in melišči, poleg tega pa je ves teren tudi močno plazovit - med poplavami se je sprožilo veliko manjših plazov ter en zelo obširen, ki še vedno grozi.

Odočni koeficienti v zlivnem območju Bistričice dosegajo visoke vrednosti - od 0,6 do 1,0. Meritev pretočnih količin v območju ni bilo, izvedli pa smo več ocen visokih voda na podlagi vidnih sledov na terenu. Delež plavin v pretoku je dosegal tudi 70 %, vendar se je zmanjševal v nizvodni smeri vzporedno z odlaganjem debelejših frakcij.

Z empiričnimi formulami izračunane pričakovane visoke vode za celotno območje Bistričice znašajo $50,10 \text{ m}^3/\text{s}$ (Kresnikov, obrazec odt. koef. 0,6)

POPLAVE V LETU 1933

SPLOŠNO

Poplave od 22. do 24. septembra 1933 so zajele velik del Slovenije: dele Gorenjske, Savinjsko dolino s Celjem, Ljubljansko kotlino (barje je bilo poplavljeno), Kamniške in Savinjske Alpe itd. najhujše pa so bile predvsem v južnih predelih okoli Ribnice in Novega mesta. Razpored padavin in pa vremenska situacija, ki je povzročila intenzivne padavine, sta bila drugačna kot

leta 1990. Padavine so zajele širok osrednji pas Slovenije od S proti J z maksimumom okoli Snežnika, drugi manj izrazit maksimum pa je bil nad Kamniškimi Alpami. Na merilni postaji v Kamniški Bistrici so 23. septembra 1933 ob 7. uri zjutraj namerili 192 mm padavin (Reya 1945). Podatkov o pretokih na Bistričici ni.

ŠKODE

Visoke vode so bile v povodju Kamniške Bistrice razmeroma kratkotrajne, medtem ko so v južnih delih Slovenije, v Celjski kotlini in na Ljubljanskem barju trajale kar nekaj dni. Kamniška Bistrica je izredno narasla, poškodovala ali odnesla je večji del ceste, več jezov, vse brvi in večino mostov nad Kamnikom. Več ljudi se je utopilo, ko so stali na mostu ceste Stahovica - Bistričica ravno, ko ga je voda odnesla (Jutro, 24. 9. 1933). Škode so nastale na številnih objektih, hišah in kmetijskih zemljiščih. Škode so bile tudi na pritokih, med katerimi je izstopala predvsem Bistričica zaradi večje poseljenosti njene okolice.

UJMA V OBMOČJU BISTRičICE

Po pričevanju starejših domačinov v vaseh Bistričica in Županje njive so bila razdejanja, ki jih je povzročila Bistričica, precejšnja predvsem na kmetijskih površinah in lesenih mostičkih ter brveh. Plavine so zasule njive, travnike in pašnike, številni plazovi so poškodovali gozd. Naseljenost in pozidanost sta bili v tistem času precej manjši, lokalna cesta pa je bila le v spodnjem delu do vstopa v dolino, zato so bile neposredne škode na objektih manjše - razen v Županjih njivah. Manjša je bila tudi poraščenost z gozdom, predvsem na pobočjih Kržišča, Kamniškega vrha in Grohata, kjer so košenice in pašnike intenzivno izkoriščali, kljub izredni strmini, južni ekspoziciji in nestabilni dolomitni geološki podlagi. Erodiranje, brazdanje in plazenje ogromnih plazov na teh pobočjih se je med to povodnijo in po njej zanesljivo močno intenziviralo.

Natančnejša geomorfološka analiza mikroreliefa zlivnega območja in neposredne okolice struge hudournika bi odkrila številne sledove in ostanke takratnih plazov in erozijskega delovanja visoke vode.

UKREPI PO POPLAVAH

Načrtovanje ukrepov za odpravo posledic poplav je na takratnem Gozdno-tehničnem odseku za urejanje hudournikov vodil inž. Štrancar. Leta 1939 je bil izdelan generalni projekt za hudournik Bistričica, kasneje pa tudi obširni načrti za ureditev Kamniške Bistrice in njenih pritokov nad Kamnikom. Na območju Bistričice je bilo predvidenih vsaj 15 večjih zaplavnih pregrad, predvsem v srednjem delu glavne struge, več prečnih objektov na pritokih izpod Kamniškega vrha in obširno pogozdovanje njegovih pobočij. Projektirani stroški so bili zelo visoki in precej višji od stroškov za ostale hudournike Kamniške Bistrice, kljub temu da so ti po obsegu celo večji od Bistričice. To kaže na razdiralnost takratne ujme v zlivnem območju Bistričice.

Dejansko izvedenih ukrepov, je bilo zaradi pomanjkanja sredstev malo. Kot ključni objekt je bila v zelo primernem prečnem profilu v zaselku Klemenčevo zgrajena večja zaplavna pregrada, še ena pa je bila zgrajena v eni izmed močno prodonosnih in erodiranih stranskih grap pod Kržiščem. Pogozdenih je bilo nekaj deset hektarov površin, vendar je bil velik del plazovitih pobočij prepuščen naravnemu umirjanju in zaraščanju. Ostankov lesenih prečnih objektov v strugi ni več, vprašanje je, koliko jih je sploh bilo. V spodnjem teku je bilo verjetno zasajenih več krajših odsekov vrbovih popletov, katerih ostanke je težko prepoznati. Izvedbeni načrti so se izgubili.

V desetletjih po vojni - vse do poplav 1990 - je bilo zgrajenih še nekaj hudourniških objektov, ki so reševali lokalne probleme v zvezi s cesto in mostovi - dve manjši zaplavni pregradi, več konsolidacijskih pragov in nekaj krajših odsekov obrežnih zavarovanj s kamnito zložbo v suho in betonskimi zidovi. Ti objekti niso bili zgrajeni po Štrancarjevem načrtu. Odsek struge skozi Županje njuje je bil zadovoljivo utrjen, vendar je prevodnost pretočnih profilov zaradi utesnenosti med stavbami in cestami premajhna (manj kot Q₂₀).

POPLAVE V LETU 1990

SPLOŠNO

Tokrat so bile najmočnejše padavine razporejene od Z proti V s padavinskimi maksimumi nad Julijskimi Alpami, Trnovskim gozdom in Kamniškimi ter Savinjskimi Alpami (Kamniška Bistrica 230 mm). Že več dni prej pa so bile padavine nadpovprečne, kar je zaradi zasičenosti zgornjih slojev tal dodatno vplivalo na površinske odtokove do ekstremnih količin. Na Kamniški Bistrici so bile izmerjene več kot stoletne vode. Po vidnih sledovih na terenu smo več kot stoletni pretok izmerili tudi na Bistričici.

ŠKODE

Hudournik Bistričica je popolnoma razdejal svojo strugo in okolico ter povzročil ogromno škode na cesti, mostovih, električni in vodovodni napeljavi ter na stanovanjskih in gospodarskih objektih. Poleg dotoka velikih vodnih količin so se v strugo sprožili še številni plazovi, ki so bili glavni vir plavin (blato, dolomitni drobir, majhne do ogromne skale, debla, panji itd.) tako, da je nastal pravi blatni tok, ki se je zлил po grapi in se postopoma odlagal. Glede na sproščanje plazov je bilo več manjših in en ekstremen val, ki je naredil največ škode (v noči s 1. na 2. november). Plazovi so drseli v strugo in jo deloma zaježili, voda pa je potem prebijala te zapore in jih odplavljala v sunkih. Nekateri plazovi so se v strugo praktično izlili in po njej otekli. Večina vse škode v zlivnem območju Bistričice je bila posledica zasipavanja (zamašitve) z naplavinami in le manjši del posledica bočne in globinske erozije, čeprav je šlo pretežno za hkratne procese.

POSLEDICE POPLAV V STRUGI IN NEPOSREDNI OKOLICI

Struga nad zaselkom Klemenčevo je spremenjena v peščen in skalnat žleb oblike V do U, kjer je odneslo večino dreves in ostale vegetacije do višine 3 do 4 m, rob najobilnejšega blatnega toka pa je segal do višine 4 do 5 m. V slepih zatokih in razširitvah so odložene večje količine drobirja, po dnu struge pa tu in tam veliki skalni balvani, panji in drevesna debela, ki jih je nizvodno vse več. Navzdol se širina poškodovanega pasu nekoliko večja vzporedno z zmanjševanjem padca, hkrati pa se povečuje tudi količina odloženega materiala.

V Klemenčevem so se v zaplavku odložile velikanske količine plavin in navlaka vseh vrst in frakcij (ocenjena količina 16 000 do 18 000 m³). Tu je obležala večina najbolj grobega materiala, večkubične skale in zmes debel, panjev, vej in kamnitega materiala. Vidni so bili sledovi pljuska plavin prek levega krila Štrancarjeve pregrade (prib. 1 m nad robom).

Od pregrade do prvih hiš v vasi Bistričica poteka struga tesno ob cesti v nekoliko širši grapi z nekoliko manjšim padcem. Celoten odsek je bil zatrpan s plavinami in razdejan. Cesta je bila večinoma zasuta ali pa odplavljena, prav tako obrežna vegetacija. Ostalo je le nekaj večjih dreves in ostankov grmovja. Do višine več metrov je bilo zasutih več stanovanjskih hiš, dva cestna mostova, več hudourniških objektov. Velike količine drobnejših frakcij plavin je odložilo na kmetijske in gozdne površine ob strugi.

Najnižje ležeče obilno odlaganje plavin je bilo v zaselku vasi Bistričica tik pred vstopom v ožjo grapo Bistričice (zadnji strnjeni zaselek Bistričice) v zaplavku novejše zaplavne pregrade. Tu so bile odložene pretežno drobnejše frakcije plavin in pa drevje, izrevano in odplavljeno že v spodnjem teku hudournika.

V širšem, spodnjem delu teka hudournika skozi vasi Bistričica in Županje njive je voda predvsem erodirala in ustvarila več ogromnih zajed v konkavnih delih brežin, ponekod pa preplavljala kmetijske površine in odlagala drobnejše frakcije plavin. Tudi tu je bilo več poplavljenih objektov in zasutih mostov. Nekateri krajši deli struge so ostali bolj ali manj nepoškodovani, vegetacija na brežinah pa je vzdržala.

Zadnje večje količine plavin so se ustavile za najnižje ležečo zaplavno pregrado v Županjih njivah. Od te pregrade pa do izliva je voda plavine večinoma odplavljala v recipient, ustvarila pa je več zajed v obe brežini.

POSLEDICE EKSTREMNIH ODTOKOV V ZALEDJU BISTRIČICE

Erozijska žarišča na dolomitnih pobočjih Kržišča, Kamniškega vrha in Grohata so bila izpostavljena maksimalnim padavinam. Po grapah in hudourniških jarkih so pridrle velike količine vode obremenjene s plavinami, ki so se deloma zaustavile med debli nižje ležečih gozdnih sestojev, močnejši izbruhi pa so plavine prinesli vse do struge. Nasičenost podlage z vodo je povzročila sproženje velikega števila plazov, dodatno je k temu prispevalo tudi globinsko erodiranje v strugah in s tem spodjedanje vznožja teh plazišč. Prišlo je do premikov velikanskih zemeljskih mas, celih delov pobočja s skalnimi odlomi in do rušenja sestojev bora in smreke. Večina plazov in visečih plasti še ni umirjena in predstavlja stalno nevarnost za nižje predele in celotno dolino.

Povirni predeli Bistričice, predvsem njenega glavnega kraka Blatnice, še niso dokončno raziskani in kartirani, evidentiranje plazov poteka.

PRIMERJAVA POPLAV LETA 1933 IN 1990 - DINAMIKA EROZIJSKIH PROCESOV V ZLIVNEM OBMOČJU BISTRIČICE

Čeprav imamo o posledicah poplav leta 1933 in o kasnejšem razvoju vplivnih dejavnikov le malo relevantnih informacij, lahko posplošeno vendar sklepamo o razvojni dinamiki erozijskih procesov v dolini med poplavama.

Ni dvoma, da so bile posledice poplave 1933 v splošnem blažje kot leta 1990. Padavin je bilo nekoliko manj, bile so kratkotrajnejše, bolj koncentrirane in ni prišlo do tolike predhodne prenasičenosti podlage z vodo. Dolgotrajnejše so bile posledice intenzivirane predvsem zaradi premočnega izkoriščanja košenic in pašnikov na pobočjih Kržišča in Kamniškega vrha. Verjetno so že pred poplavami 1933 nastala erozijska žarišča in plazovi, ki so se med ujmo le še povečali oz. sprožili. Očitno pa je, da do tako intenzivnega masovnega prenosa plavin (blatnega toka) ni prišlo, saj bi bilo to še danes dobro vidno na terenu.

Stanje se je po l. 1933 postopoma umirjalo in rane zaraščale. Struga Bistričice je v zadnjih desetletjih pred poplavami 1990 izgledala kot umirjen alpski hudournik z gosto poraščenimi brežinami, grobimi plavinami v počasnem in neškodljivem gibanju. Sledovi poplav iz leta 1933 so v reliefu mestoma še dobro vidni (deli brežin, kjer je bilo močno bočno erodiranje, usadi itd.), vendar so jih posledice zadnjih poplav prekrile ali ponovno načele. Tako gozdni sestoji kot posamična drevesa ob strugi so bili, preden jih je odneslo v ujmi 1990, večinoma stari 40 do 50 let in celo več, iz česar lahko sklepamo, da so nemoteno uspevali v obdobju med poplavama ali pa so celo preživeli poplave 1933.

Pobočja v povirju hudournika so dajala videz zaraščajočih se erozijskih žarišč, kjer se stanje umirja, z nekaj razgaljenimi skalnatimi grebeni in melišči, ki jih počasi zaraščajo borovi sestoji.

Manjši izbruhi hudournika v vmesnem obdobju, kot posledica neviht in močnejših nalivov ter spomladanskega topljenja snega, niso povzročali škode večjih razsežnosti.

Z zaraščanjem in pogozdovanjem v desetletjih po poplavah 1933 se je sicer pričel proces umirjanja terena in sukcesijskega vračanja gozdne vegetacije, vendar so ga poplave 1990 zavrle, na nekaterih območjih pa celo vrnile za nekaj razvojnih stopenj nazaj. Obdobje 57 let je bilo prekratko, da bi se stanje stabiliziralo po naravni poti, premalo pa je bilo izvedenih tudi protierozijskih ukrepov, predvsem pogozdovanj, ki bi proces pospešili.

Padavine oktobra in novembra 1990 so bile dejansko izjemne, povzročile so maksimalne vodne odtoke in maksimalno namočenost in nasičenost pobočij z vodo. Stari, deloma že napokani in sproženi plazovi na pobočjih Kržišča in Kamniškega vrha so se ponovno premaknili ali dokončno sprožili, nastalo pa je veliko novih. Prišlo je do že opisanih blatnih tokov z obilnim prenosom plavin.

Do podobnega nazadovanja v umirjanju terena je prišlo tudi v strugah Bistričice in pritokov, kjer se je po zadnjih poplavah že obnovil proces vzpostavljanja naravnega ravnovesja: vrezovanje (poglabljanje) struge v sveže naplavine, prerazporejanje plavin, vračanje vegetacije na brežine itd. Ker je območje doline naseljeno - torej t.i. kulturna krajina - naj bi te procese pospešili s protierozijskimi in revitalizacijskimi ukrepi.

OCENA UTEMELJENOSTI HUDOURNIŠKIH OBJEKTOV

Očitno je, da so k zmanjšanju posledic poplav in obilnega prenosa plavin nedvomno najbolj pripomogle zaplavne pregrade. Pokazalo se je, da je ključni objekt Štrancarjeva zaplavna pregrada v Klemenčevem, ki je zaustavila glavnino najbolj grobih plavin. Njen zaplavec se je popolnoma zapolnil, plavine pa so se odložile pod zelo strmim padcem 7 % . Tudi obe zaplavni pregradi v nižjem teku sta zaustavili del plavin in s tem prispevali k zmanjšanju njihovega dotoka v dolino. Ostali prečni objekti, kot tudi obrežna zavarovanja, pa so bili večinoma preplavljeni in zasuti z več metrov debelo plastjo naplavin. Pogozdovanja dolomitnih pobočij so le malo pripela k zmanjšanju erodiranja, saj so bila premalo sistematična in obširna.

Očitno je, da je bilo na Bistričici zgrajenih premalo zaplavnih prečnih objektov, predvsem v delu struge nad Klemenčevim in na nekaterih pritokih. Še zlasti pa je bilo premalo ukrepov, ki bi umirili erozijska žarišča na pobočjih. Potrebno bi bilo obširnejše pogozdovanje vzporedno z drugimi vegetacijskimi ukrepi na erodiranih površinah (zatraitve, žive ščetke, potaknjenci) in s sistematično gradnjo preprostih prečnih objektov v jarkih (lesene kašte, leseni pragovi iz oblic, koli itd.). V splošnem je bilo premalo vloženega v preventivo, čeprav je že inž. Štrancar s svojim načrtom pokazal, kako nevaren je hudournik Bistričica in s kakšnimi ukrepi bi ga lahko umirili. Kljub vsemu so nekateri objekti (zlasti že večkrat omenjena zaplavna pregrada v Klemenčevem, zgrajena v res dobro izbranem profilu) zelo veliko pripomogli k zmanjšanju škode.

SKLEP

Kakor za vse procese v naravi je tudi za hudourniške izbruhe značilna sporadičnost - med opisanimi poplavama je minilo 57 let. Poplave, kakršne so bile l. 1990 so po prostranosti in intenzivnosti za slovenske razmere (in za obdobje enega človeškega življenja) pravzaprav redkost. Porušile so proces ponovnega vzpostavljanja naravnega ravnovesja, ki se je pričel po prejšnji katastrofi - proces zaraščanja, celjenja ran, prerazporejanja plavin itd. Vendar je sam pojem "naravno ravnovesje" le proizvod antropocentrične domišljivosti. Nenadna porušitev "naravnega ravnovesja" je pravzaprav del tega ravnotežja v dolgoročnem smislu. Takemu procesu smo priča tudi v hudourniškem območju Bistričice. Vprašanje pa je, koliko je prav človek s svojim delovanjem v naravi vplival na take posledice in na pogostost takih porušitev.

-
1. Arhiv podjetja za urejanje hudournikov.
 2. Jutro (dnevni časopis), 23. do 16. september 1933.
 3. Reya, O., 1940, Padavine na Slovenskem v dobi 1919-1939, Ljubljana.
 4. Reya, O., 1945, Najvišje dnevne padavine v Sloveniji, Ljubljana.
 5. Slovenski narod (dnevni časopis), 23. do 26. september 1933.
 6. Ustni vir: domačini vasi Bistričica in Županje njive.

POPLAVE KOT EKOLOŠKA KATEGORIJA

Poplave so bile, preden se je pojavil človek s svojimi potrebami in zahtevami. Sooblikovale so prostor in živi svet v njem. Neposredno vplivajo na relief in vegetacijo, posredno pa na živalski svet. Večino časa, odkar je človek posegal v poplavni prostor, so vplivale tudi na vzorec izrabe tal. Šele z gradnjo visokovodnih nasipov se je ta vpliv na tip izrabe tal zmanjšal. Prostor, kjer se pojavljajo poplave, ima svoje značilnosti, in lahko rečemo, da so poplave del naravnih procesov. Za naravo samo niso taka katastrofa kot za človeka, ki se je v poplavnem prostoru pojavil zadnji.

V prvobitnem okolju vplivajo poplave na relief v glavnem z nanašanjem sedimentov - oblikovanje gre v smer izravnave mikoreliefa (zasipavanje depresij) in dvigovanje kot terena. V prvobitnem okolju praviloma ni golih površin, s katerih bi voda odnašala tla. Do tega pojava je prišlo šele v zadnjem obdobju, ko so se v poplavnih območjih pojavile tudi njive.

Naslednji dejavnik, na katerega poplave vplivajo neposredno, je vegetacija. Rastline so se med razvojem prilagodile razmeram, ki jih ustvarjajo visoke vode. Poplave preprečijo izmenjavo plinov v tleh, in pomanjkanje kisika v tleh je faktor, ki odloča o preživetju oz. nepreživetju rastlin. Za hiter padec količine kisika v tleh so krive talne aerobne bakterije in korenine rastlin, ki vsega razpoložljivega porabijo, dotoka novega ni in pride do anaerobnih razmer.

Nekatre rastline so na pomanjkanje kisika manj občutljive, so v resnici tolerantne. Lahko pa se razvije le navidezna toleranca, oz. rastline razvijejo različne oblike prilagoditev, tako da jim poplave ne škodujejo.

Če se poplave pojavljajo pozimi, večini rastlin, ki so tedaj v mirovanju, ne škodujejo. Izjeme so, če poplava prinese obilico drobnih sedimentov, ki zelnate rastline v celoti pokrijejo in zaradi fine teksture ustvarjajo anaerobne razmere, kar škoduje tudi lesnatim rastlinam.

Vlažna tla poplavnih območij se spomladi počasneje ogrevajo, zato rastline tu praviloma počasneje ozelenijo kot na sosednjih območjih (zamik do 1 mesec). To je lahko še dodatna

korist, saj rastline lahko brez večje škode prenesejo še kakšno poplavo, ki bi jih sicer zalotila že v vegetaciji.

Poplave med vegetacijo povzročajo na rastlinah različne spremembe. Rastline lahko odvržejo cvetove in plodove, zmanjšuje se fotosinteza in povečuje dihanje (poraba asimilacijskih produktov), tj. zmanjšuje se neto asimilacijsko razmerje, pride do sprememb v metaboličnih procesih, poveča se občutljivost za razne bolezni, spremeni se struktura tkiv, pride do odmrtja korenin.

Občutljive rastline so lahko divje rastoče in gojene, prav tako kot so ene in druge lahko odporne. Selekcija gojenih rastlin gre tudi v smer manjše občutljivosti za odvečno vodo, bodisi poplavno ali zastojno.

Ob dalj časa trajajoči poplavi odmrejo korenine večini drevesnih vrst, vendar imajo nekatere sposobnost tvorjenja adventnih korenin. Sposobnost za to imajo nekatere vrste, ki jih srečamo v poplavnih gozdovih (predvsem vrste vrb).

Druga pomembna prilagoditev rastlin v poplavnem območju je sposobnost kalitve, ko je zemljišče poplavljeno. Večina rastlin ne more kaliti pod vodo in tudi hitro izgubijo življenjsko moč v takih razmerah. Prilagojene na poplavne razmere imajo torej kot vrsta večjo možnost preživetja. Razlike v sposobnosti kalitve pod vodo so tako pri drevesnih vrstah kot tudi pri zeleh in travah. Te in še druge prilagoditve in sposobnosti vplivajo na razporeditev vegetacije v poplavnih območjih. Govorimo o ekološkem gradientu, ki poteka, odvisno od reliefa, bolj ali manj pravokotno na smer vodnega toka. Na dvignjenih površinah, izven dosega poplav, zasledujemo vegetacijo širšega območja. V obsegu visokih vod z večjo povratno dobo zasledimo vrste, ki so slabo prilagojene na vodne razmere in slabo prenašajo poplave. Čim bližje vodnemu toku gremo in čim večkrat je zemljišče poplavljeno, bolj se pojavljajo na poplavo prilagojene in tolerantne vrste.

S sečnjo poplavnih gozdov in izrabo tega prostora v kmetijske namene se ta ekološki gradient pokaže v poenostavljeni obliki. V območju izven vsakoletnih poplav so njive, kjer je poplava bolj pogosta, so travniki, na teh pa prevladujejo hidrofilne rastline, ki jih poplava ne uniči.

Z gradnjo visokovodnih nasipov pa ekološki gradient, ki ga ustvarja poplava, popolnoma izgine.

POSEGI V PROSTOR IN POPLAVE

Vplivi posegov v prostor na nastanek in posledice poplav

Po poplavah jeseni 1990 so bile objavljene številne ocene vzrokov katastrofalnih posledic te ujme. Zlasti kritično so bili ocenjeni dosedanji posegi v prostor ter njihov vpliv na povečano možnost nastanka visokih vod in povečano škodo. Iz vseh sicer različnih ocen pa izhaja skupno opozorilo, da smo omenjenim vplivom doslej namenjali premalo pozornosti.

Vseh človekovih posegov v naravne razmere ne moremo šteti za škodljive, saj je bila doslej bistveno izboljšana varnost pred nastankom poplav in njihovimi posledicami povsod tam, kjer so izvajali smotrne in premišljene ukrepe. Opozoriti pa je treba na tiste vplive pri urejanju prostora, ki povečujejo njegovo ogroženost zaradi poplav, oziroma neposredno prispevajo k povečanju škode ob vodnih ujmah. Neprimerni posegi v prostor namreč lahko škodljivo vplivajo na dva načina:

- povečujejo možnost nastanka nevarnih visokih vod, pospešujejo njihovo škodljivo delovanje in s tem povečujejo ogroženost človeških življenj in dobrin;
- izvajanje dejavnosti na ogroženih območjih oziroma njihova neprilagojenost stopnji ogroženosti izpostavljanja dobrine uničenju ali poškodovanju v primeru pojava poplav.

Največji vpliv na poslabšanje poplavne varnosti in povečano škodo v primeru poplav je na območjih najbolj intenzivnih človekovih dejavnosti, kjer so tudi posegi v prostor najbolj izraziti. To so seveda območja naselij in velike infrastrukture, zlasti prometne. Res je sicer, da so te površine praviloma bolj kot druge varovane pred škodljivim delovanjem voda, vendar pa so v primeru poplavljenosti izpostavljene hujšim posledicam zaradi večje koncentracije dobrin. Poleg tega višja stopnja varovanja naselij in infrastrukture praviloma zmanjšuje varnost sosednjih območij.

Vedno bolj tudi spoznavamo, da ni možno zanemariti negativnih vplivov drugih dejavnosti, kot so gozdarstvo, kmetijstvo, površinsko pridobivanje mineralnih surovin, rekreacija v naravi ipd.

S temi dejavnostmi povezano urejanje prostora pomembno prispeva k nadaljnjim spremembam vodnega režima v Sloveniji, kar ponekod povečuje ogroženost zaradi poplav. Končno lahko k takim škodljivim vplivom prištejemo tudi opustitev nekaterih tradicionalnih naprav in dejavnosti na vodotokih, ki so sicer v preteklosti prispevale k uravnavanju odtočnih razmer. Splošno so znane posledice propada številnih jezov, ki so nekoč služili mlinom, žagam in malim hidroelektrarnam. Med značilne primere opuščeni dejavnosti pa lahko štejemo zanemarjeno vzdrževanje regulacijskih in melioracijskih jarkov ter njihovih brežin, za kar so nekoč skrbeli lastniki oziroma uporabniki obvodnih zemljišč. Opuščena je košnja in čiščenje brežin, ki se zaraščajo in postajajo ovira za odtok poplavnih voda, kar seveda povečuje obseg in trajanje poplav. Poleg tega zaraščeni vodotoki, kanali in jarki postajajo divja odlagališča odpadkov, kar dodatno ovira normalen odtok vode.

Količinsko natančno ni možno ugotoviti stvarnega obsega vplivov človekovih posegov na povečanje škode zaradi poplav v preteklosti, še manj pa ga je možno napovedati. Za takšne izračune ni primerne metode niti na razpolago uporabnih podatkov. Torej lahko na podlagi opazovanj in izkušenj le ocenjujemo vplive najbolj značilnih dejavnosti, pri čemer je treba opozoriti, da se zlasti glede posrednih vplivov mnogokrat razhajajo mnenja različnih strok.

Naselja in infrastruktura

Poselitev povzroča največje trajne spremembe v prostoru in temu primerno velik je vpliv naselij in infrastrukture na povečano možnost nastanka poplav. Še posebej pa je pomembno, da se v primeru poplavljenosti teh območij bistveno povečuje škoda. V Sloveniji je urbaniziranih manj kot 4 % vseh površin, vendar pa so na njih skoncentrirane dobrine, katerih uničenje ali poškodovanje ima lahko zelo hude posledice. Seveda pa majhen delež urbaniziranih površin hkrati pomeni, da se zaradi njih ne more bistveno povečati splošna nevarnost vodnih ujm, pač pa se lahko poslabšajo razmere na ožjih območjih.

Sedanje omrežje naselij in njihovih infrastrukturnih povezav se je oblikovalo predvsem v srednjem veku, torej v času, ko je bilo kmetijstvo glavna gospodarska dejavnost, prebivalstvo pa zelo odvisno od naravnih razmer. Zato je v hribovitem svetu največje število naselij oziroma njihovih starih jeder razmeščenih vzdolž meje med ravnino in gričevjem ter meje med gričevjem in hribovjem. V ravninskem delu je imela odločilno vlogo pri poselitvi prav meja poplavnega sveta: večina naselij je zrastle na meji običajnih poplav, manjši del pa na meji visokih oziroma največjih poplav. To pomeni, da so bila naselja varna pred običajnimi rednimi poplavami, ogrožena pa so bila ob velikih katastrofalnih poplavah. Upoštevano je bilo torej zavestno tveganje, ki je bilo utemeljeno s takratno vrednostjo dobrin in proizvodnih sredstev.

Rastoči gospodarski pomen nekmetijskih dejavnosti je povzročil postopno koncentracijo prebivalstva v dolinah. Danes na približno eni šestini ozemlja Slovenije prebiva že dobre tri četrtine njenih prebivalcev. To je pomenilo tudi izredno povečanje obsega vodilnih naselij, zlasti mest, ki so se postopno razširila tudi na površine, ki jih sicer ogrožajo visoke vode. Ocene kažejo, da na območju običajnih poplav živi že skoraj ena desetina ljudi, kar dobra četrtina prebivalcev oziroma njihovih produkcijskih sredstev pa bi bila lahko prizadeta v primeru izjemno visokih vod.

Načrtno usmerjena in tudi stihijska širitev naselij pretežno na ravninskih območjih je pogojena s tehnološko - funkcionalnimi zahtevami urbanizacije. Z vidika stroškov prometnega, komunalnega in drugega urejanja ter graditve naselij in infrastrukture so pač najbolj primerna zemljišča v ravninah ali na dnu dolin. Vendar pa poleg drugih negativnih posledic to seveda pomeni povečano tveganje v primeru poplav, čeprav je ogroženost urbaniziranih površin možno zmanjšati ali odpraviti z ustreznimi varovalnimi ukrepi. Nedvomno se je te vrste ranljivost naselij močno povečala, kar je možno sklepati tudi iz podatkov o spremembah razporeditve prebivalcev Slovenije v preteklih sto letih glede na naklon zemljišč, na katerih živijo. Še ob koncu prejšnjega stoletja je bilo največ oziroma kar 33 % prebivalcev naseljenih na površinah z naklonom 6 - 11 stopinj. V preteklih sto letih se je prebivalstvo skoraj podvojilo, hkrati pa se je bistveno spremenila njegova razporeditev: leta 1981 je največ (28 %) ljudi živelo na ravnini (naklon do 1 stopinje). Ob upoštevanju gibanj v preteklih desetletjih je možno napovedati, da bo okoli leta 2000 živelo na ravnini več kot 35 % prebivalcev Slovenije.

Kljub omenjenemu majhnemu deležu urbaniziranih površin v celotni površini Slovenije (manj kot 4 %) povzroča gradnja naselij in infrastrukture v ravninskih delih nekaterih povodij poslabšanje poplavne varnosti. Na ta način so bili namreč zasedeni oziroma izločeni obsežni naravni zadrževalniki (retenzije) visokih vod, kjer so se lahko brez škode razlivala poplavne vode. Z nadaljnjim zmanjševanjem naravnih zadrževalnikov moramo računati tudi v prihodnje, zlasti zaradi graditve zahtevne prometne infrastrukture, kakršne so avtoceste. Vendar je te negativne učinke treba ocenjevati trezno, saj neškodljivo razlivanje vode na nekatera obvodna zemljišča le malo vpliva na znižanje visokovodnega vala. Večina naravnih retenzij predstavlja namreč le nekaj odstotkov prostornine katastrofalnega visokega vala, ki bi ga želeli zadržati, zato lahko brez posledic zadržujejo le vsakoletne visoke vode. Poleg tega se naravne retenzije polnijo nekontrolirano. Napolnijo se navadno že ob naraščanju vala in ob nastopu njegove konice nimajo več rezerve v prostornini. Torej so naravni zadrževalniki v ravninskih delih povodij sicer dobrodošlo dodatno varovanje, vendar je njihovo izgubo možno učinkovito nadomestiti z drugimi ukrepi, v prvi vrsti z umetnimi zadrževalniki, ki omogočajo nadzorovano zadrževanje.

Pomemben, vendar izrazito lokalni vpliv urbaniziranih površin se kaže v povečanem odtoku padavinskih vod s pozidanih in utrjenih zemljišč. Takšen je primer Nove Gorice, kjer pozidavi ni sledila pravočasna in ustrezna ureditev odvodnje, posledica pa so bile pogoste lokalne poplave. Podobne probleme imajo tudi nekatera druga slovenska mesta, kjer se zlasti zaradi gradnje na neprimernih zemljiščih, ki jih ni možno zadovoljivo odvodnjavati, pojavlja občutna škoda že ob običajnih nalivih.

Posebno hude posledice imajo lahko nedokončane ali nepravilno izvedene ureditve zavarovanja pred visokimi vodami. To je bil eden od pomembnih razlogov za veliko škodo, ki jo je utrpelo Celje ob poplavah novembra 1990. Takrat je namreč narasla Savinja nad Celjem na levem bregu najprej preplavila in potem porušila del obrambnega nasipa. Razlita voda se nižje ni mogla vrniti v strugo Savinje in je poplavila velik del mesta. Ob tem pa se je treba spomniti, da so bile v Celju po katastrofalnih poplavah leta 1954 opravljene obsežne ureditve, ki naj bi mestu zagotovile varnost pred 100- do 300-letnimi visokimi vodami. Vendar pa del načrtovanih zavarovanj še ni dokončno izveden in delne rešitve torej povečujejo ogroženost.

Ob preteklih vodnih ujmah so veliko škodo povzročile zamašitve mostnih odprtih z naplavinami. V takih primerih nastajajo zaježitve, zaradi katerih voda poplavi zemljišča in objekte, ki sicer

ne bi bili ogroženi. Praviloma je treba računati celo s poružitvijo mostu, kar pomeni dodatno nevarnost za mostove in druge objekte ob toku navzdol. Vzrok začetne zamašitve so prema-hjne pretočne odprtine mostov in propustov, včasih tudi neprimerno nameščeni in oblikovani mostni oporniki. Nevarnost zaježitve je seveda možno zmanjšati s pravočasnim odstranjevan-jem naplavin.

Posebno vrsto škode zaradi vodnih ujmov predstavlja onesnaženje poplavljenih površin. Ob poplavih se namreč kanalizacija mimo čistilnih naprav preliva v vodotoke, voda spira in odnaša odpadke s površin, naftne derivate iz poplavljenih cistern, strupene snovi iz skladišč ipd. Velik del teh snovi se odloži na poplavljenih zemljiščih ter jih bolj ali manj onesnaži. Temu problemu doslej niti ni bila namenjena posebna pozornost, čeprav je zaradi onesnaženja lahko za daljše obdobje onemogočena raba zemljišč za nekatere namene, zlasti za kmetijsko proizvodnjo. Po poplavih v novembru 1990 je bila prvič opravljena natančna analiza onesnaženosti zemljišč. Rezultati so pokazali, da nikjer niso bile dosežene kritične vrednosti.

Končamo lahko z ugotovitvijo, da poselitev z graditvijo naselij in infrastrukture lahko le lokalno in v manjšem obsegu prispeva k povečani nevarnosti nastanka visokih vod ter njihovega škodljivega delovanja. Pač pa urbana raba poplavnih območij bistveno povečuje škodo v primeru pojava poplav.

Gozdarstvo in kmetijstvo

Poleg razgibanosti in sestave zemljišč je najbolj pomemben regulator vodnega režima vege-tacija, ki obnavlja in varuje tla pred spiranjem in plazanjem. Zato je seveda bistvenega pomena ravnanje človeka pri gozdarski in kmetijski rabi prostora, še posebej, ker gozdna in kmetijska zemljišča obsegajo daleč največji delež vseh površin. Z vidika naravnega uravnavanja vodnega režima ima prednost naravni oziroma njemu podobno urejen mešani gozd. Drevice in prizemna rast blažita udarce deževnih kapljic na tla, preprečujeta ustvarjanje močnejših vodnih tokov in njihovo zlivanje po strmini. Tla v gozdu so rahla, prepletena s koreninskim sistemom, kar jim daje izredno sposobnost zadrževanja odtoka vode. Povsem drugačne so razmere na go-ličavah, kjer padavine zbijajo zemljišča, po katerem voda hitro odteka ter spira nepovezana plodna tla in preperine.

S krčenjem gozdov in slabljenjem vegetacije se torej zmanjšuje regulativna sposobnost tal. Padavinske vode hitro odteka po površini in spodmlevajo neodporne strme bregove (bočna in globinska erozija). Vode hitro naraščajo in upadajo, pogojno naravno ravnovesje pa se ruši zaradi verižnega sproščanja erozivnih sil voda, plazov in vetra. Sprošča se ogromno nanosa, s spodkopanih bregov se v strugo rušijo drevesa in ostanki posek.

Pri gospodarjenju z gozdovi še vedno izvajajo nekatere posege in opravila, ki povečujejo ogroženost prostora in škodo zaradi vodnih ujmov. Med take škodljive dejavnosti spadata paša in steljarjenje v gozdovih, ki siromašita tla, povečujeta erozijo in zmanjšujeta zadrževalno sposobnost gozdov. Spravilo lesa po drčah in vleka po zemlji imata podobne negativne učinke. Pri gradnji objektov in naprav v gozdovih, kar zlasti velja za različne prometnice, pogosto ni zagotovljen urejen odtok padavinskih vod, po opravljenih gradbenih delih pa ni takoj izvedeno vegetacijsko zavarovanje pobočij, usekov, nasipov in drugih odprtih gradbenih površin.

Poseben primer razmejnitve med gozdom, obdelovalnimi in naseljenimi površinami ter vzorec za ohranitev biološkega oziroma ekološkega ravnovesja so gorske kmetije, ki so lahko izpostavljene večjim ujmam. Gorske kmetije moramo zaščititi z gozdom in stalnim, če le mogoče naravnim pomlajevanjem. Poleg tega je treba upoštevati pravilno rabo travišč, gojenje poljščin, način in vrsto živinoreje. Večja pazljivost je potrebna pri melioracijah travišč, saj se kot posledica uporabe težjih strojev ali nepravilnih travnih mešanic lahko pojavijo erozijska žarišča. Na manj stabilnih tleh, na laporni ali andezitni podlagi in ob večjih nagibih pa je pravilno razmerje med gozdom, živimi mejami in negozdnimi površinami velikega pomena za preprečevanje usadov in plazov. Tu je torej še posebej dobrodošla raznolikost rastlinstva s prepletenim koreninskim sistemom, ki sega v vse talne plasti, jih trdno veže v celoto in zagotavlja optimalno izkoriščanje hranilnih snovi. Pospeševanje gozdnih in travniških monokultur je zato neprimerno in škodljivo.

Večji pomen bo v prihodnje moralo dobiti gospodarjenje z obrežnimi gozdovi in rastlinstvom v jarkih, grabnih in dolinah, ki je izredno uspešno pri zadrževanju večjih padavin in preprečevanju erozije bregov vodotokov. Hidrotehnični posegi bi se morali zgledovati po uspešnih rešitvah v preteklosti in ne bi smeli prevladovati nad naravnimi oblikami regulacije (saditev, gojenje primernih rastlinskih vrst ipd.).

Posebno veliko vprašanj se pojavlja v zvezi z vplivom urejanja kmetijskih zemljišč, zlasti s hidromelioracijami. Načeloma velja, da hidromelioracije ne prispevajo k nastajanju poplav, saj je njihov delež na površini najbolj ogroženih povodij manj kot 3-odstoten. Poleg tega so odvodniki dimenzionirani na največ deset- do dvajsetletne vode in tako meliorirane površine ob večjih vodah delujejo kot naravni zadrževalniki. Seveda pa to ne velja v primerih, kjer ni ustrezno urejeno odvodnjavanje. Po zakonu o kmetijskih zemljiščih se namreč melioracija teh zemljišč lahko izvaja le, če se predhodno ali sočasno uredi režim površinskih voda z regulacijami naravnih vodotokov, izgradnjo zadrževalnikov in drugimi protipoplavnimi in protierozijskimi ukrepi. Pri tem pa zakon nedvomno ne opredeljuje obsega predhodnih ureditev, ki so mnogo-krat neustrezno omejene le na ureditev osnovne odvodnje znotraj melioracijskih območij. Razmere na teh območjih ob pojavu visokih voda torej niso odvisne samo od kakovosti, temveč tudi od obsega predhodnih del, izvedenih za ureditev vodnega režima.

Večina hidromelioracij je zaključenih znotraj melioracijskih območij, kjer so regulirani vodotoki, zgrajen osuševalni sistem, izravnane vzpetine ter zasute stare struge in depresije, posekano drevje in grmovje ter izoblikovane nove parcele, ki ustrezajo industrijskemu načinu kmetovanja. Večinoma so vodotoki, zlasti manjši, toda zelo pomembni v okviru njihovih porečij, regulirani le v delu, kjer tečejo prek omejenega melioracijskega območja, pred in po tem pa tečejo po starih nespremenjenih plitvih in vijugastih strugah. Takšna ureditev je seveda ob pojavu visokih voda posebej neprimerna. Na območjih urejene osnovne odvodnje in zgrajenega osuševalnega sistema se namreč ob obilnejših padavinah močno poveča pretok vode; mnogo bolj kot izven ureditvenih območij, kjer se voda iz starih ozkih in plitvih strug s številnimi ovirami razlije po naravni poplavni ravnici, ob izjemnih padavinah pa tudi po širši okolici.

Tudi ob katastrofalnih poplavah v letu 1990 so se pri kmetijskih zemljiščih izkazali kot najbolj problematični stiki med območji z urejeno in neurejeno odvodnjo. Pred ureditvijo odvodnje na delu površin se je ob enakih okoliščinah voda bolj enakomerno razlila vzdolž cele struge. Zdaj pa je na neurejenem delu razlitje in zlasti moč prvega poplavnega vala bistveno povečana, kar predvsem na stičiščih povzroča katastrofalno škodo na kmetijskih zemljiščih. Takšne posledice slabe ali le delno urejene odvodnje se kažejo v številnih primerih razdejanj po poplavah

novembra 1990, ko so poplavne vode odplavile vrhnje plasti prsti. Najbolj prizadeta so bila obrečna tla s plitvo ornico, ki je marsikje ni več, oziroma je nedaleč stran odložena pred pregradami in za njimi. Najmočnejša erozija prsti na eni in akumulacija na drugi strani je seveda ob največjih vodotokih. Več škode je opaziti tudi na površinah, kjer je v celoti zatrt plevel, ki bi v tem primeru lahko koristil in marsikje obdržal s koreninanmi sprijeto prst.

Na osnovi opazovanj dogajanja ob poplavah in po njih lahko v zvezi z melioracijami povzamemo: lahko so koristne in učinkovite, če je ustrezno urejena osnovna odvodnja celotnega porečja. Učinkovitost pa seveda ne pomeni kanaliziranje strug vodotokov, temveč ekološko sprejemljivo ureditev odvodnje, s katero se zaščitimo pred poplavami in hkrati vsaj delno ohranimo bogate obvodne biotope.

Druge dejavnosti

Na povečanje ogroženosti prostora zaradi poplav oziroma na povečanje škode ob vodnih ujmah vplivajo tudi nekatere dejavnosti, v okviru katerih se izvajajo posegi na vodotokih ali v njihovem zaledju. Problematici so seveda tisti posegi, ki spreminjajo vodni režim brez predhodnega upoštevanja vplivov in ukrepov v celotnem povodju. S tega vidika je treba na prvem mestu opozoriti, da je tudi vodno gospodarstvo z nekaterimi neprimernimi ukrepi prispevalo k povečani poplavni ogroženosti na posameznih območjih. Mišljene so predvsem lokalno omejene klasične regulacije vodotokov, s katerimi so sicer na neposredno prizadetih območjih izboljšane odtokne razmere, vendar pa se je zaradi povečane hitrosti potovanja visokovodnega vala na nizvodnih odsekih praviloma povečala nevarnost poplav.

Tehnične regulacije vodotokov so torej lahko učinkovite le ob skladnem in sočasnem izvajanju vseh drugih potrebnih ukrepov na celotnem povodju. Za takšen celovit pristop pa doslej mnogokrat niso bili izpolnjeni vsi pogoji, med katere spadata tudi ustrezna organiziranost in financiranje vodnega gospodarstva. Posledica razparceliranja Slovenije na osem organizacijsko praktično avtonomnih vodnih območij je bilo namreč tudi neuskkljeno gospodarjenje in nepovezavo ukrepanje. V takšnih razmerah je podjetniški interes izvajalskih organizacij mnogokrat prevladal in nadomestil celovito načrtovanje obrambe pred poplavami. Neučinkovitost te obrambe zaradi pomanjkljivih ali neprimernih ukrepov pa je tudi posledica stalnega pomanjkanja denarja za vodno gospodarstvo. Zato so bile dejavnosti v prvi vrsti usmerjene v sanacije oziroma odpravo posledic poplav, bistveno manj pa je bilo izvedenih ukrepov za njihovo preprečevanje.

Pomemben negativen vpliv na poplavno varnost ima nenadzorovan oziroma čezmeren odvzem plavin (prod, pesek, mivka) iz vodotokov. Nujno je namreč vzdrževanje ravnovesja med sproščanjem zemljin v povirjih, njihovim premeščanjem v vodotokih in odlaganjem plavin v strugah. Zato namerno povečano zadrževanje proda ovira normalen pretok in povečuje možnost poplav. Nasprotno pa pretirano odstranjevanje plavin povzroča na nizvodnih odsekih nezaželeno poglabljanje struge. Potrebe po tem gradbenem materialu so seveda na večini območij že močno presegle naravni dotok, zato je nujen preišljen in nadzorovan odvzem plavin.

Prispevek je povzet iz Analize vplivov posegov v prostor na višino škode, ki jo povzročajo vodne ujme, ki jo je v letu 1991 pripravilo Ministrstvo za varstvo okolja in urejanje prostora s sodelovanjem številnih zunanjih sodelavcev.

POPLAVE V KMETIJSTVU IN GOZDARSTVU

Kmetijstvo kot gospodarska panoga je najbolj neposredno odvisno od vremena, zato ga ujme tudi najbolj prizadenejo. Gozdarstvo je nekoliko manj občutljivo, zato pa tudi manj prizadeto.

Zadnjih nekaj let so kmetijstvo in gozdarstvo prizadele predvsem suše in poplave. Zlasti slednje so v letih 1989 in 1990 dosegle obseg večje naravne katastrofe.

V letu 1989 je od 3. do 7. julija neurje s poplavami v severovzhodni Sloveniji povzročilo za 220,5 milijona dinarjev škode, kar je predstavljalo 7,8 % družbenega proizvoda. Nevihte z

Tabela 1: Skupna višina in delež škode po občinah.

Zap.št.	Občina	Škoda	Delež(%)
1.	Ptuj	84,9	38,51
2.	Slov. Bistrica	46,9	21,27
3.	Brežice	32,1	14,56
4.	Lenart	6,1	2,77
5.	Šmarje	5,9	2,68
6.	Murska Sobota	5,6	2,54
7.	Krško	5,3	2,40
8.	Šentjur	4,9	2,22
9.	Maribor Ruše	4,9	2,22
10.	Sevnica	4,4	1,99
11.	Maribor Pobrežje	4,4	1,99
12.	Maribor Pesnica	4,0	1,81
13.	Lendava	3,2	1,45
14.	Radlje	1,9	0,86

Zap.št.	Občina	Škoda	Delež(%)
15.	Zagorje	1,7	0,77
16.	Ljutomer	1,7	0,77
17.	Slov. Gradec	0,9	0,41
18.	Dravograd	0,7	0,32
19.	Ravne	0,7	0,32
20.	Mozirje	0,3	0,14
S K U P A J		220,5	100,00

Tabela 2: Škoda po panogah in delež v skupni škodi.

Panoga	Višina škode (milijoni din)	Delež (%)
Kmetijstvo in gozdarstvo	84,8	38
Promet in zveze	72,1	33
Vodno gospodarstvo	27,7	12,5
Stanovanjsko in komunalno gospod.	25,5	12
Druge gospodarske dejavnosti	5,1	2
Elektrogospodarstvo	3,3	1,5
Plazovi	1,9	1
Posredna škoda	0,05	
Stroški evakuacije	0,015	
S K U P A J	220,5	100

obilnimi padavinami so tedaj zajele 20 občin, od katerih so bile najbolj prizadete Ptuj, Slovenska Bistrica in Brežice.

Iz tabele 2 je razvidno, da je bilo največ škode prav v kmetijstvu in gozdarstvu. Tudi občini Ptuj in Brežice, ki sta skupaj utrpeli polovico celotne škode, sta bili najbolj prizadeti prav v kmetijstvu in gozdarstvu.

Škoda je bila povzročena predvsem na tekoči kmetijski proizvodnji, zemljiščih in dolgoletnih nasadih. Poškodovano ali uničeno je bilo skoraj 12000 ha, od tega 7000 ha njiv, 2300 ha travnikov in 1200 ha trajnih nasadov.

V gozdarstvu so bile poškodovane ali uničene predvsem gozdne poti v skupni dolžini 260 km.

Konec julija in v začetku avgusta 1989 so neurja z obilnimi padavinami ponovno prizadela 12 občin. Najbolj je bila prizadeta občina Laško, kjer so se neurja zvrstila 24. 7., 9. 8. in 19. 8.

Tudi v teh neurjih je največ škode utrpelo kmetijstvo. S škodo v začetku julija je bilo prizadeto 7,8 % družbenega proizvoda preteklega leta, neurja konec julija in v avgustu pa so povzročila dodatno škodo v višini 6,3 % oz. skupaj 14,1 % družbenega proizvoda Slovenije iz leta 1988.

Naslednje poplave so bile novembra 1990. Bolj ali manj je bilo prizadetih kar 50 občin, od tega jih je bilo v kmetijstvu in gozdarstvu prizadetih 37. Najbolj prizadeta je bila občina Mozirje, ki ji je neurje odneslo kar 222 % družbenega proizvoda.

Tabela 3: Skupna višina in delež škode po občinah.

Zap. št.	Občina	Škoda	Delež (%)
1.	Laško	101,96	56,75
2.	Sevnica	28,35	15,78
3.	Šentjur	17,46	9,72
4.	Brežice	6,92	3,85
5.	Celje	6,58	3,66
6.	Črnomelj	5,78	3,22
7.	Šmarje	3,77	2,10
8.	Krško	3,55	1,98
9.	Mozirje	3,15	1,75
10.	Maribor Ruša	0,80	0,44
11.	Maribor Pesnica	0,74	0,41
12.	Dravograd	0,62	0,34
S K U P A J		179,68	100,00

Tabela 4: Primerjava škode po posameznih panogah in delež v skupni škodi.

Panoga	Višina škode (v milijonih din)	Delež %
Kmetijstvo in gozdarstvo	66,23	36,86
Promet in zveze	57,59	32,05
Vodno gospodarstvo	38,31	21,32
Stanovanjsko in komunalno gospod.	14,02	7,80
Druge gospodarske dejavnosti	2,86	1,59
Elektrogospodartvo	0,20	0,11
Posredna škoda	0,46	0,25
Stroški evakuacije	0,01	-
S K U P A J	179,68	100,00

Od celotne ocenjene škode v Republiki Sloveniji v višini 7.939 milijonov dinarjev je znašala škoda v kmetijstvu 790,46 milijona dinarjev in v gozdarstvu 684,11 milijona dinarjev oz. skupaj v kmetijstvu in gozdarstvu 1.474,57 milijona dinarjev ali 18,6 % skupne škode. Največjo škodo so utrpeli naslednje občine.

Skupaj je bilo poplavljenih 51588 ha kmetijskih površin, pri čemer je bilo poškodovanih 11465 ha, uničenih pa 682 ha njiv in travnikov. Uničenih je bilo tudi prek 400 ha gozdnih površin, poškodovanih ali uničenih pa tudi prek 700 km gozdnih cest in vlak.

Neurja z obilnimi padavinami so se nadaljevala tudi v letu 1991. V juliju in avgustu so poškodovala ali uničila posevke poljščin in trajne nasade sadja, hmelja in vinogradov na površini 37783 ha. Skupna škoda, nastala v teh neurjih, je bila v višini 1.742,79 milijona

Tabela 5: Občine z najbolj prizadetim kmetijstvom in gozdarstvom.

Zap. št.	Občina	Škoda (v milijonih din)
1.	Mozirje	544,96
2.	Brežice	141,23
3.	Škofja Loka	112,68
4.	Žalec	75,80
5.	Laško	69,43
6.	Tolmin	58,48
7.	Ravne	55,11
8.	Maribor	47,52
9.	Velenje	24,49
10.	Idrija	16,45
11.	Litija	15,71
12.	Sevnica	13,02

Tabela 6: Škoda po panogah in delež v skupni škodi.

Panoga	Višina škode (v milijonih din)	Delež (%)
Kmetijstvo in gozdarstvo	1.474,34	18,57
Promet in zveze	1.500,55	18,90
Vodno gospodarstvo	1.095,41	13,80
Stanovanjsko in komunalno gospod.	942,11	11,87
Druge gospodarske dejavnosti	1.941,55	24,45
Elektrogospodarstvo	124,91	1,57
Ostalo	860,41	10,84
S K U P A J	7.939,28	100,00

Tabela 7: Škoda po občinah - julij, avgust 1991.

Občina	Neurje	Skupna škoda	Kmetijstvo	Družbeni proizvod
Lendava	14.7.	55,34	46,94	1,54
Trebnje	21.7.	148,30	60,30	6,63
G. Radgona	21.7.	142,00	120,80	3,77
Lenart	21.7.	141,66	113,74	9,57
Lenart	18.8.	138,10	120,20	10,04
Pesnica	21.7.	143,66	117,17	6,28
Pesnica	18.8.	173,78	74,44	7,60

Občina	Neurje	Skupna škoda	Kmetijstvo	Družbeni proizvod
Ormož	18.8.	618,76	582,82	27,77
Ptuj	18.8.	98,43	70,67	1,04
Ljutomer	21.7. - 18.8.	28,40	25,92	1,19
ostalo (7 občin)		64,36	50,52	
SKUPAJ		1.742,79	1.383,52	

dinarjev, od tega v kmetijstvu 1.383,52 milijona dinarjev ali 79,39 % celotne škode. Škoda v 8 najbolj prizadetih občinah je prikazana v tabeli št. 7.

Ponovno so neurja s poplavami in plazovi prizadela 15 občin v novembru 1991, in sicer:

Tabela 8: Škoda po občinah - november 1991. mio SIT.

Zap.št	Občina	Skupna škoda	Kmetijstvo	Gozdarstvo
1.	Laško	273,85	102,09	
2.	Šmarje	156,09	20,0	
3.	Sevnica	130,47	3,20	
4.	Pesnica	110,38	16,89	1,0
5.	Brežice	104,41	18,84	
6.	Krško	101,12	28,85	
7.	Sl. Bistrica	97,32	10,80	
8.	Lenart	83,05	16,20	
9.	Idrija	70,44	6,53	
10.	Zagorje	66,62	2,20	
11.	Il. Bistrica	57,64	3,34	12,5
12.	G. Radgona	34,34	21,30	
13.	Lendava	17,50	15,50	
14.	Hrastnik	10,72	0,75	0,55
15.	Ljutomer	9,43	1,50	
	SKUPAJ	1.323,38	267,99	14,05

Sklepna razmišljanja

Poplave, predvsem pa obilne padavine, so poleg neposredne škode zaradi izlitja potokov in rek na kmetijske površine povzročile veliko plazov. Ta škoda predstavlja pri sanaciji nekajkrat več sredstev, kot pa je dejanska škoda na kmetijskih površinah, saj je vrednost kmetijske zemlje nizka, stroški sanacije pa nujni in zelo visoki.

Ponavljajoča se neurja z obilnimi padavinami so osiromašila kmetijstvo in gozdarstvo, tako da se bo njihov vpliv poznal še nekaj naslednjih let. Tudi sanacija, ki smo jo nekako razdelili na kratkoročno in dolgoročno, bo zaradi pomanjkanja denarja potekala le v okviru najnujnejših

posegov za vzpostavitev prvotnega stanja in preprečevanje nadaljnjega plazenja tal. Za temeljitejše posege pa denarja na žalost ni.

Ali je lahko tudi nepravilen način izrabe kmetijskega zemljišča vzrok za povečanje škode ob obilnih padavinah, naj bi ugotovila raziskava, ki jo je naročilo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Ocenili naj bi predvsem trajne nasade na nagnjenih terenih.

VPLIV UREJANJA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ NA VODNI REŽIM

Razvoj družbe je močno povezan z vodo. Vodno gospodarstvo je eden od stebrov družbeno-ekonomskega razvoja. Med razvojnimi usmeritvami in varstvom naravnega okolja pa prihaja do konfliktov. Napredek človeštva, zaščita človekovega življenja ter njegovega zdravja in premoženja zahtevajo ukrepe za zmanjšanje in odpravo naravnih katastrof. Seveda pa ti ukrepi, zlasti če so enostranski in preveč tehnicistični, lahko poškodujejo občutljivo naravno ravnovesje.

V strategijo razvoja Slovenije se kmetijstvo vključuje z naslednjimi cilji:

A. **gospodarski cilji:**

- pridelava zdrave hrane v zadovoljivi količini po dostopnih cenah za prehrano prebivalcev Slovenije,
- ohranitev kmetijskih površin in njihove rodovitnosti,
- pridelava kakovostnih proizvodov za izvoz.

B. **socialni cilji:**

- stabilen dohodek vsem, ki kmetujejo,
- paritetni dohodek,
- zagotovitev enakih socialnih pravic, kot jih imajo ostali delovni ljudje.

C. **okoljevarstveni cilji:**

- ohranitev poseljene in kultivirane krajine,
- ohranitev zdrave pitne vode in zraka.

Urejanje kmetijskih zemljišč je eden od načinov, s katerim dosežemo navedene cilje. Urejanje kmetijskih zemljišč obsega:

- osuševanje,

- namakanje,
- agromelioracije,
- obnovo trajnih nasadov in
- komasacije.

VODNI REŽIM IN KMETIJSKA RABA

Vodni režim v tleh urejamo z osuševanjem in namakanjem, ostali ukrepi pa na spremembo vodnega režima nimajo pomembnejšega vpliva. V Sloveniji smo od l. 1973 do danes osušili 65 000 ha kmetijskih zemljišč in na 4000 ha zgradili namakalne sisteme. Poudarjam, da je kmetijstvo urejalo le vodni režim v tleh, urejanje vodnega režima v vodotokih pa je bilo v izključni pristojnosti vodnega gospodarstva.

Osnovni pogoj za osuševanje je zagotovitev primernih razmer v rekah in potokih za odvod presežkov vode z obdelovalnih površin v vegetacijski dobi. Le tako je omogočeno delovanje detaljne melioracijske odvodnje.

Z osuševanjem kmetijskih zemljišč v zgornjem sloju zemlje (1,30 m) vzpostavimo optimalni vodozračni režim. To ugodno deluje na:

- toplotne karakteristike tal,
- začetek kaljenja,
- delež zraka v tleh,
- razvoj koreninskega sistema,
- možnost uporabe in boljši izkoristek kmetijske mehanizacije ter
- boljši izkoristek gnojil in zaščitnih sredstev in s tem nižjo količino nitratov v pridelkih.

Navedena dejstva so tudi pomemben prispevek k zaščiti okolja. Listina Skrb za zemljo, ki so jo izdala Svetovna zveza za ohranitev narave, UNEP-Program Združenih narodov za okolje in WWF-Vsesvetovni sklad za naravo, nalaga vsem deželam, ki morajo prilagoditi svoje zmogljivosti proizvodnje hrane, da do l. 2000 uvedejo primerne načine poljedelstva, s katerimi se bo poraba umetnih gnojil in zaščitnih sredstev na enoto pridelka zmanjšala za 25 %.

Urejanje vodnega režima v tleh je eden od načinov.

Kot vidimo, je urejanje vodnega režima v tleh potrebno, predpogoj zanj pa je urejen vodni režim v vodotokih. Ugotavljam, da dosedanji način urejanja vodotokov za potrebe kmetijstva ni edina možna rešitev in da bi s poglobljenim tehničnim znanjem in splošno razgledanostjo v sodelovanju z biologi lahko poiskali okolju primernejše ukrepe. Z dosedanjimi ukrepi so se razmere v vodnih biotopih spremenile bolj, kot bi bilo potrebno.

Žal se ne morem strinjati s popolnim zasukom miselnosti v vodnem gospodarstvu, ki si je za osnovno definicijo svoje dejavnosti izbralo misel: "Vodno gospodarstvo ureja vodni režim tako, da v celoti ohranja razmere za obstoj biocenoz." Ta usmeritev ne vsebuje razvojnega vidika in je definicija absolutnega varstva voda. Prav tako lahko določanje površin ob vodotokih glede na njihovo poplavno varnost in predpisovanje izrabe v teh območjih negativno vpliva na

razvoj. Taki ukrepi so lahko le alternativni in začasni. Žal se glede urejenosti vodnega režima Slovenija (25 % urejenih vodotokov) ne more primerjati s sosednjimi državami, kjer se stopnja urejenosti približuje 100 %. Vodni režim je treba urejati, vzdrževati doseženo urejenost, ne pa ga prepuščati stihiji. Zavedati se moramo, da na naravno stanje ne vplivajo samo naravne sile, ampak vedno bolj tudi človek. Vsi poznamo vpliv tople grede in prognoze za naše kraje predvidevajo povečanje ekstremnih vremenskih pojavov (suš in poplav). Vodni režim je zato potrebno urejati tako, da bomo ekstrema čim bolj obvladali.

NOVE USMERITVE

Nove usmeritve v vodnem gospodarstvu priporočajo system related knowledge - znanje o povodju. Povodja imajo različne naravne danosti in problematiko (poplave, suše, pomanjkanje zdrave pitne vode, onesnaženje) ter različne družbene potrebe (industrija, kmetijstvo, turizem, naravni rezervati). Temu morajo biti prilagojeni vodnogospodarski ukrepi. Če dobro poznamo naravne danosti, problematiko in potrebe v posameznih povodjih, nam normativi ne smejo biti edino vodilo. Posamezna povodja je treba urejati na različne načine. V povodjih, kjer je glavna gospodarska dejavnost kmetijstvo, je treba v vegetacijski dobi zagotoviti take razmere, da bo omogočeno delovanje drenažnih mrež, poplavno varnost pa je potrebno določiti za vsako povodje posebej v odvisnosti od značilnosti poplav (trajanje poplav, nanosi, erozija, onesnaženost vode). Splošna zahteva po 20- letni poplavni varnosti je ena od poenostavitev pri izdelavi vodnogospodarskih osnov. Prav tako za kmetijstvo ni potrebno, da vodotoki po izboljšanju pretočnih razmer in izvedbi stabilizacijskih ukrepov ostanejo gola korita, ampak je že pri projektiranju na račun izboljšanja kakovosti zemljišč po osuševanju potrebno ob vodotokih izločiti del zemljišč in na njih zasadi varstvene pasove (buffer strips). Ti namreč omogočajo ponovno vzpostavitev življenjskih združb ter zmanjšujejo odtok gnojil in zaščitnih sredstev s kmetijskih površin. Ukrepi za koncentriranje minimalnih pretokov v koritu ne poslabšajo odvajanja presežkov vode s kmetijskih površin, so pa nujni, ker zagotavljajo pestrost mikrohabitatov in s tem povezano pestrost življenjskih vrst.

Nizvodno poplavno varnost ob katastrofah je mogoče doseči z zadrževanjem poplavnih valov na kmetijskih površinah ob dogovorjeni poplavni varnosti. Že sedaj so kmetijske površine varovane na največ 20- letno povratno dobo poplav, to pa pomeni, da pri višjih vodah delujejo kot naravni zadrževalniki vode. S stališča poplavne varnosti je ugodnejše kontroliranje odtoka z zadrževanjem vode v suhih zadrževalnikih. Tudi v njih je namreč možna normalna kmetijska pridelava.

Kot primer navajam zadrževalnik Bolehnečici v Ščavniški dolini.

Tehnični podatki:

volumen zadrževalnika 4 000 000 m³
polniti se prične, ko pretok v Ščavnici preseže Q₁₀
pri Q₂₀ je poplavljen 60 ha,
pri Q₁₀₀ pa 170 ha,
višina nasipa je 2 do 3 m.

Zgrajen je bil pred osmimi leti in v tem času so vodo spustili vanj trikrat. Potrebno jo je bilo zadržati le po en dan, kar ni vplivalo na pridelke. Suspendirani nanos ni povzročal težav.

SKLEP

Vodno gospodarstvo bi moralo postati interdisciplinarna dejavnost. Inženirji, ekonomisti in biologi bi se morali razumeti in tvorno sodelovati, kajti družba močno potrebuje varstvo pred katastrofami in za okolje sprejemljiv razvoj. Naravo je treba varovati ob hkratnem ekonomskem razvoju in sicer v umirjenem ravnovesju. Znano je, da revne države ne morejo varovati okolja v takem obsegu kot bogate.

LASTNOSTI PRSTI IN NJIHOVA RABA V ODVISNOSTI OD POPLAV

Uvod

Prispevek obravnava poplave v dolini Dravinje kot bistveni element, ki vpliva na fizikalne in kemične lastnosti prsti. S profili, izkopanimi na poplavnem in izvenpoplavnem območju, prikazujemo nekatere lastnosti prsti, ki kažejo na čezmerno vlažnost. Dolino Dravinje so namenili različni rabi. S kartiranjem rabe tal so ugotovljene tesne povezave med lastnostmi prsti, rabo tal in poplavami.

Naravnogeografske značilnosti doline Dravinje

Močne poplave v dolini Dravinje so posledica visokih količin padavin na gorskem obrobju porečja Dravinje. Vrhovi Pohorja, med katerimi izvira Dravinja in njeni pritoki, dobijo na leto do 1600 mm padavin. Količina vode v potokih se posebno poveča ob pomladanskem kopnenju snega, ob daljših pomladanskih in jesenskih deževjih in tudi ob krajših močnih nalivih.

Zaradi velikega strmca voda z obrobnih višin zdrvi v hudourniški obliki v dolino, kjer v položnem svetu strmec hitro pade, vodna masa pa se razlije iz plitvih strug. Pri Ločah in Poljčanah se nadmorska višina hitro zniža, kar pripomore k intenzivnejšemu poplavljanju. Prav tako se od Poljčan do Studenic dolina Dravinje precej zoži, kjer se Dravinjske gorice približajo Boču na komaj 500 m. Zoženje doline in pomik struge Dravinje tik ob Boč ter sočasno padec nadmorske višine sta bistvena faktorja, ki prispevata k poplavam.

Splet ugodnih naravnih dejavnikov dopolnjujeta še matična podlaga. Aluvij, ilovnat nanos, je pleistocenske holocenske starosti, nastal iz glinasto-ilovnatih nanosov s Pohorja in Dravinjskih

goric. Na ilovnatih nanosih so razvite različne hidromorfne prsti od obrečnih oglejnih do globoko in srednje oglejnih. Na obrobju ravnice, kjer so pobočja blago nagnjena, so zastopane evtrične rjave prsti, zmerno oglejne.

Padavine so bile omenjene. Pomembno je še opozoriti, da jih največ pade v poletnih mesecih, in sicer na Pohorju in Boču; tudi sicer so poletni meseci najbolj namočeni. Ker je lokalna erozijska osnova za večino potokov s Pohorja in Boča ter Dravinjskih goric Dravinja, se v kratkem časovnem razdobju močno povečana količina vode v posameznih potokih zlije v strugo Dravinje, ki ne more sprejeti vse vode, zato prestopi bregove.

Dolina Dravinje je v vegetacijskem pogledu precej enolična, prevladujejo travne in močvirske združbe; najbolj tipična je združba črne jelše in migaličnega šaša (*Carici brizoides* - *Alnetum glutinosae*). Med travišči prevladujejo travniki oz. travniki s pašno-košnim sistemom rabe. Zelo malo je izključno pašnikov, ti so potisnjeni na najvlažnejša, ponekod tudi poplavna rastišča.

Poleg grmišč, črne in sive jelše ali črne jelše in migaličnega šaša so pogoste združbe močvirskih prsti tudi: visoko šašje (*Caricetum elatae*), ostro šašje (*Caricetum gracilis*), mehurjasto šašje (*Caricetum vesicariae*) in rušnato masničevje (*Deschamsietum caespitosae*). Vegetacija ne vpliva na zadrževanje poplavne vode.

Nekatere lastnosti prsti





Prst kot zgornja rodovitna plast zemeljske površinske sfere je v dolini Dravinje močno odvisna od ekoloških razmer, glavno vlogo pa imajo hidrološke razmere in ravninski relief.

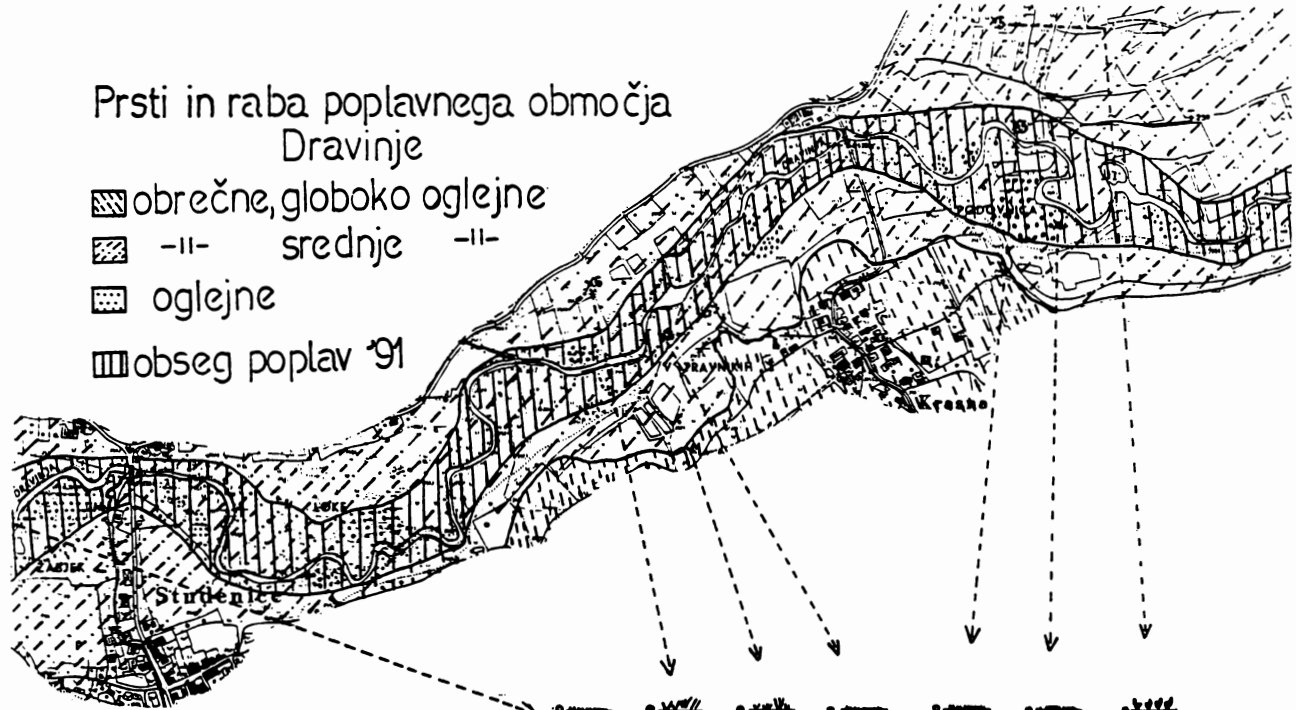
Zastopane prsti spadajo v oddelek hidromorfni prsti, ki so se razvile pod vplivom poplavne, talne in površinske vode. Kljub navidez podobnim ekološkim razmeram ob Dravinji so se razvili trije tipi obrečnih prsti.

1. Obrečne prsti, globoko oglejne na ilovnatem aluviju, so zastopane na obrobju aluvialne ravnice, na pleistocenski terasi. Prsti so srednje globoke, ilovnate, talna voda sega le v spodnje horizonte talnega profila. So rodovitne in primerne za poljedelstvo in travništvo.
2. Obrečne, srednje globoko oglejne prsti na ilovnatem aluviju. Znaki oglejevanja se pojavljajo v globini 30-50 cm pod površjem. Zaradi močnega nihanja talne vode so horizonti slabo izraženi. Manj vlažni predeli se prepletajo z bolj vlažnimi in pogosto naletimo na različno vlažne prsti na kratki razdalji. Prsti so primerne za travinje in tudi za njive.
3. Obrečne, oglejne prsti so razvite v depresijah vzdolž rečne struge. V ulegninah se površinska voda zadrži zelo dolgo, prav tako talna, zato se znaki oglejevanja pojavljajo v celotnem profilu. Že v globini pod 10-15 cm pod površjem nastopi horizont Go oz. horizont Gr, zgornji horizont A je slabo razvit in čezmerno vlažen. Območja s to prstjo so težko prehodna.

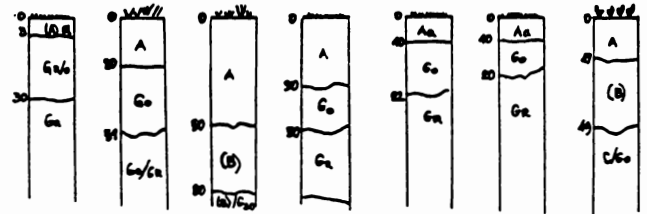
Omenjeni trije tipi prsti so bolj ali manj odvisni od učinkov poplav. Prsti kot naravni element pokrajine prve podležejo vplivu poplav, še zlasti, ker destruktivni učinki visoke poplavne vode ogrožajo prsti in jim povzročajo nepopravljivo škodo.

Prsti in raba poplavnega območja Dravinje

-  obrečne, globoko oglejne
-  -II- srednje -II-
-  oglejne
-  obseg poplav '91



-  njiva
-  travnik
-  močvirje



Poplave: Lastnosti prsti - raba tal

Poplavna voda se različno dolgo zadržuje na površini tal in s tem vpliva na fizikalne in kemične lastnosti prsti. Učinek poplav slabša lastnosti prsti, saj odsotnost zraka v prsti zaradi površinske vode in visoke talne vode zmanjšuje poroznost, prekošenjenost, slabša konsistenco in obstojnost strukturnih agregatov. Posledica so težke, mazave, mokre in slabo razvite prsti. Površinska voda namreč odplavlja zgornji del prepereline in naplavlja droben ilovnat material ter s tem zavira normalen potek pedogeneze.

Poplave v dolini Dravinje so vsakoletni pojav in prizadenejo dolinsko dno, ravnice in nižje dele würmske terase. Tod se akumulira najrazličnejše gradivo, ki ga prinaša voda s seboj.

Da bi ugotovili vpliv poplavne vode na lastnosti prsti, smo izkopali 7 pedoloških profilov: štiri na poplavnem območju in tri na izvenpoplavnem območju. Določili smo poglavitne morfološke lastnosti in vzeli vzorce ter jih laboratorijsko analizirali.

Izkopani profili zastopajo vse tri omenjene tipe obrečnih prsti.

Profili na globoko oglejnih prsteh imajo zaradi nižjega nivoja podtalne vode normalno razvit horizont A in B, šele, pod 50 oz. 80 cm se pojavi horizont Go, ki nakazuje povečano talno vlažnost. Del teh prsti bi lahko uvrstili med avtomorfne, evtrične rjave, oglejne. Tekstura globoko oglejnih prsti je ilovnata, skeletnost srednja, reakcija slabo kislá, s humuznim zgornjim horizontom in slabo humuznim spodnjim horizontom.

Dokaj ugodno razmerje med frakcijami grobega peska, finega peska, melja in gline ter ugodne reliefne razmere (odceden teren) so pogojevale današnjo rabo tal. Prevladujejo njive, intenzivno obdelane, posejane s krmnimi rastlinami (koruza, krmna pesa, repa, koleraba), krompirjem, in ker se tod že pojavljajo stanovanjske hiše z gospodarskimi poslopji, so deli njiv spremenjeni v vrtove in posajeni z zeljem, fižolom in solato.

Nivo talne vode pod srednje globokimi prstmi sega do višine 20-40 cm pod površjem; horizont A je normalno razvit, pod njim se že pojavljajo znaki oksidacije in globje redukcije. Prsti so pretežno glinasto-ilovnate, slabo skeletne, slabo kisle in slabo karbonatne ter dokaj humuzne. Del srednje globokih oglejnih prsti zajame poplavna voda, vendar se površinska voda umakne po 3 dneh, zato te prsti niso preveč mokre. Namenjene so travnikom in njivam, predvsem koruzi (zrnje in silaža). Pridelek teh polj je odvisen od letine in vremenskih razmer, prepozno spravilo pridelka oz. nenadne poplave lahko odnesejo sezonski trud. Ni redko, da poplavna voda odnaša seno, ki ga kmetje niso utegnili odpeljati, in ga kopiči pred mostovi ter s tem še povečuje obseg poplav.

Oglejne prsti v depresijah se ne osušijo niti v poletnih mesecih, zato so praktično neuporabne za kmetijstvo. Če odmislimo ekološko vrednost teh mlakuž, so v veliko napoto pri košnji trave in ovira pri strojnem obdelovanju. Te prsti so v zgornjem horizontu mokre, horizont A je slabo razvit in plitev (le okrog 10 cm), pod njim se že pojavi horizont Go/Gr. Te depresijske kotanje so porasle s tipično močvirsko travo in so bivališče zelenim žabam.

Poplave s svojimi učinki v veliki meri odražajo fizikalno-kemične lastnosti prsti in določajo način rabe tal. Ker so poplave vsakoletni pričakovani pojav, se jim ljudje z načinom kmetovanja prilagajajo, zato se zdi, da poplave usmerjajo način življenja teh ljudi.

Tabela: Nekatere lastnosti prsti v dolini Dravinje.

Št. profila	horizont	%GP	FP	M	G	tekstura	skelet	pH/KCl	% CaCO ₃	% humusa
1	A	17,2	16,2	20	46,6	G	24	6,14	-	2,68
	(B)	16,8	46,9	20	15,8	GI	26	5,14	-	1,34
	(B)/Gso	12,9	42,5	22,7	21,8	GI	10	4,97	-	0,34
2	A	0,24	63,7	23,9	12,2	I	-	6,67	2,98	4,69
	Go	3,2	23,8	10	63	G	6	6,84	1	5,36
	Gr	6,67	46,2	24	15,6	GI	-	6,84	1,99	3,02
3	Aa	1,9	64,1	10	23,2	PGI	23	6,85	3,55	4,36
	Go									
	Gr									
4	A	0,9	85,9	4	9,2	IP	23	6,66	0,71	4,02
	Go									
	Gr									
5	A	9,1	37,7	34	19,2	I	45	6,69	0,85	6,03
	(B)	8,5	34,3	45	12,2	MI	32	6,65	0,43	2,01
	C/Go									
6	A	9,1	70,7	9	11,2	PI	46	5,34	-	5,03
	Go	6,3	37,1	30	26,6	IG	41	5,48	-	2,35
	Go/Gr									
7	(A)a	23	51	14	20	PGI	10	6,55	-	5,36
	Gr/o	18	59	10	30	PG	43	6,06	-	2,01
	Gr									

Legenda:

- G - glina
- GI - glinasta ilovica
- I - ilovica
- PGI - peščeno glinasta ilovica
- IP - ilovnat pesek
- MI - meljasta ilovica
- PI - peščena ilovica
- IG - ilovnata glina
- PG - peščena glina

Učinki poplav

Učinki poplav so posredni in neposredni, različno pomembni za posamezne panoge.

Kmetijstvo je odvisno od značaja in obsega poplav (mehanske lastnosti prsti, možnost mehaniziranega obdelovanja, količina in vrsta ter kakovost pridelka, osiromašenje prsti).

Poselitev je koncentrirana na obrobju doline, ob visoki vodi poplave prizadenejo celotno območje do avtomobilske ceste Poljčane - Makole in s tem zalijejo kletne prostore.

Promet: V času večjih poplav Dravinje sta cesti Rogaška Slatina - Slovenska Bistrica in Poljčane - Makole poplavljeni z vodo in zaprti za promet od 12 do 24 ur.

Okolje. Poplavna voda naplavi odpadni material najrazličnejšega izvora. Ko voda odteče, ostane le-ta na spodnjih vejah vrbovja in opozarja na "javno odlagališče".

Materialna škoda, ki nastaja v naravnem okolju, se ne da ali pa se da le približno oceniti. Lažje je določljiva škoda, ki nastaja v prostorih tovarne EMI, ki stoji na neprimernem mestu in ni

zaščiten pred visokimi vodami. Precejšnja škoda nastaja z odnašanjem mostov, brvi, delov ceste. Sem uvrščamo tudi škodo, ki jo utrpijo posamezniki zaradi poplavne vode.

Sklep

V tem kratkem prispevku sem želela opozoriti na odnos med poplavnimi vodami in lastnostmi prsti ter njeno rabo. Primer doline Dravinje kaže na vpliv hidroloških razmer na tipe prsti, pri čemer je poleg poplavne vode pomembna še talna. Neposredni učinek poplav na prsti se kaže v mazavih, nezračnih, težkih on oglejnih prsteh. Teh prsti je ob Dravinji manj kot npr. ob Pesnici, Ščavnici in so lokalno zastopane. Lastnosti prsti pogojujejo način rabe tal, kar je izrazito v dolini Dravinje, ki še ni bila meliorirana.

1. Bračić, V., 1985, Dravinjske gorice s Podpohorskimi goricami in Savinskim, Založba Obzorja, Maribor.
2. Polajner, S., 1959, Morfološki razvoj v Podravinju, Geografski zbornik, Ljubljana.
3. Patrick, F., 1983, Soils, their formation, classification and distribution, Longman Scientific Technical, London.
4. Knapp, B., 1978, Soil Processes, George Allen, Unwin.

Viri:

1. Obrazci za opisovanje pedoloških profilov - terensko delo.
2. Analitični podatki o prsteh - laboratorijske analize.
3. Osnovna državna karta 1:5000, Geodetski zavod Ljubljana.
4. Letalski posnetek 1:17.500, povečan na 1:5000, Geodetski zavod Ljubljana.

PROIZVODNA USMERITEV KMETIJSTVA ZA POPLAVNA OBMOČJA

Obseg škode, ki jo v kmetijskem prostoru povzročajo poplave, je odvisen od oblike oziroma načina poplavljanja. V glavnem ločimo naslednje tri oblike poplavljanja, ki opredeljujejo kmetijsko proizvodnjo:

- poplavljanje ob hitro tekočih rekah, potokih in ob glavnem toku naraslih hudournikov;
- erozija in plazovi na nagnjenih terenih ob hudih večurnih nalivih;
- poplavljanje ob visokih vodah, vendar izven območja glavnega vodnega toka.

Naštete oblike niso vselej jasno določljive, saj se pojavljajo tudi prehodi iz ene v drugo.

Od naštetih tipičnih oblik poplavljanja je najnevarnejša prva. Vzrok je v tem, da lahko ob naraslih vodah vodni tok - predvsem ob nepravilni kmetijski usmeritvi - to zemljišče tako opustoši, da tudi po večletnem trudu ni možno vzpostaviti stanja, ki bi omogočalo vnovično izrabo tega zemljišča za kmetijske namene.

Podobna je škoda, ki lahko nastaja na nagnjenih terenih ob hudem deževju, na primer, ko se utrga oblak, le da je tu obseg devastacije običajno manjši.

V obeh primerih gre za odnašanje različne količine vrhnjega, najkakovostnejšega sloja tal. V najhujših primerih pa lahko voda odplavi kompletan sloj živice, kar pomeni, da postanejo ta tla za kmetijsko izrabo dolgoročno docela neuporabna.

Škoda, ki jo dela voda izven območja hitrega vodnega toka, je običajno manjša. Večinoma nastaja zaradi zadušitve koreninskega sistema ali kar cele rastline, neredko pa se na takih mestih odlaga od nekaj milimetrov do več decimetrov debel sloj gline, ilovice, mulja in mivke, včasih pa tudi ostanki dreves, korenin, vej in tehnoloških onesnaževalcev okolja.

Zastavlja se torej vprašanje, kakšna naj bo na teh tleh kmetijska usmeritev, da bi možne poplave naredile kar najmanjšo škodo.

Ko poskušamo dati odgovor na zastavljeno vprašanje, seveda predpostavljamo, da so brežine vodne struge toliko utrjene, da narasla voda ne more vrezati nove struge prek kmetijskih površin.

Odgovor na zastavljeno vprašanje je tedaj kompleksen, nedvomno pa ga je treba iskati v travniški rabi teh zemljišč; na njivah, če se zanje odločimo, pa gojimo poljščine, ki se zaradi narave svoje rasti poplavam izognejo in ki s svojimi podzemnimi in nadzemnimi deli varujejo tla pred erozijo.

Med nekaterimi strokovnjaki prevladuje mnenje, da je kriterij za njivsko rabo zemljišča: ne več kot dvoje poplavljanj v desetih letih. Ta kriterij pa je preveč enostranski, ker ne upošteva tipa poplavljanja. Ob hudourniških rekah in potokih oziroma tam, kjer se pojavlja hiter vodni tok, je namreč tudi enkratno poplavljanje v desetih letih preveč, saj lahko sleherno tako poplavljanje odnese kompletno ornico, ki pa je v desetih letih nikakor ne moremo obnoviti.

Navedene nevarnosti zmanjšamo, če se odločimo za trajno travniško rabo teh zemljišč.

V primerih, ko je obstoječa travna ruša preslabotna ali za kmetijsko rabo neustrezne sestave, ki je niti z usmerjeno prehrano ne moremo zadovoljivo popraviti, se lahko odločimo za podsejavanje s posebnimi sejalicami brez predhodne obdelave, to je brez oranja, freziranja ali branja.

Za uspeh je odločilnega pomena izbira rastlin za te namene. Med travami, ki sorazmerno dobro prenašajo vlažna poplavna območja, po ugotovitvah prof. dr. Korošca izstopajo mačji rep, travniška bilnica, pasja trava, trpežna ljuljka in bela šopoljka.

Na poplavnih terenih, kjer se pojavlja stojna voda ali poplavljanje izven hitrega vodnega toka, je dopustna njivska proizvodnja, če se poplave ne pojavljajo pogosteje kot dvakrat v desetih letih. Ob upoštevanju dejstva, da so poplave pogostejše v poznih jesenskih, zimskih in zgodnjеспomladanskih mesecih, ter dejstva, da ob poletnih poplavah voda hitreje odteče, zemljišče pa se hitreje posuši, izberemo na takih njivah poljščine, katerih rastna doba traja od spomladanskih do zgodnjejesenskih mesecev. Take poljščine so: oves, koruza, jara pšenica, nekatere križnice in detelje. Izogibamo pa se oziminam, korenovkam in gomoljnicam.

Na močno nagnjenih terenih, kjer je zaradi neprepustnosti zemljišča (psevdoglej) preprečeno globinsko odtekanje vode, se pri njivski izrabi zemljišč izogibamo kulturam, ki slabo pokrivajo tla ali jih slabo prekoreninijo (okopavine: krompir, koruza, sončnica). Izberemo poljščine, katerih značilnost je večja gostota (žita, detelje, TDM, facelija, oljna redkev, ogrščica, repica itd.). Pomembno vlogo ima smer obdelovanja, setve, osipanja in oskrbovanja. Izogibamo se zlasti smeri "navzdol-navzgor". Smeri oranja in setve naj torej potekata po izohipsah, po možnosti naj si v krajših pasovih sledi več različnih poljščin.

Dobro varstvo pred erozijo na nagnjenih zemljiščih dajejo zatravljeni sadovnjaki, vinogradi in nasadi ribeza, seveda če tako proizvodno usmeritev dopuščajo lastnosti tal in podnebje. Če je teren prestrm za normalno oskrbo po izohipsah, se lahko odločimo za izgradnjo teras, ki pa je tako draga investicija, da je gospodarsko upravičena le v intenzivnih sadjarskih oziroma vinogradniških nasadih na ugodnih legah. Alternativna kmetijska raba teh zemljišč je usmeritev v travno oziroma pašno izkoriščanje.

SKLEP

Na potencialnih poplavnih območjih je potreben zelo pretehtan pristop h kmetijski proizvodnji, prednost imajo travniki in pašniki. Nekajletno obdobje brez poplav še ni dovolj, da bi se lahko odločali za njivsko proizvodnjo. Upoštevati je treba vsaj 10- do 15-letno obdobje, da se lahko odločimo.

HUMANO IN EKOLOŠKO UREJANJE URBANE ODVODNJE

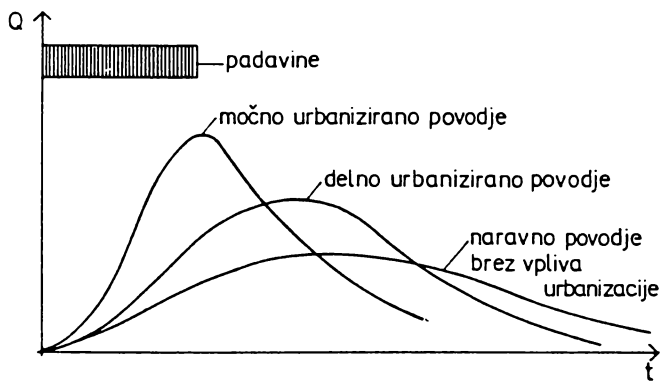
Mešana kanalizacija v mestih ne odvaja vseh padavinskih vod, kar pomeni, da ob močnejših deževjih lahko pričakujemo poplave v manjšem ali večjem obsegu, z manjšimi ali večjimi materialnimi ali celo človeškimi žrtvami. Prikazani so glavni vzroki takšnih dogodkov in načini, kako se v prihodnje izogniti poplavam ali jih vsaj omiliti. Ob klasičnih načinih reševanja te problematike so prikazani novejši, celostni (holistični) pristopi in konkretne rešitve, ki ne samo da so ekonomičnejše od klasičnih rešitev, ampak so tudi bolj humane in ekološke, tj. sprejemljivejše za ljudi in okolje.

Uvod

Človekova navzočnost in uporaba prostora povzročata spremembe zemeljskega površja in spremembe v funkcioniranju celotnega biotopa. Prvobitna vegetacija in zemljina, v katero se infiltrira deževnica, sta zamenjani z različnimi vrstami neprepustnih ali slabše prepustnih površin. Prej poraščena zemljišča so sedaj gola (njive), zamočvirjene površine se osušujejo, suhe se namakajo, vodotokom je človek spremenil njihov režim in strugo...

V ustaljeni hidrotehnični praksi je načrtovanje kanalizacije področje komunalne hidrotehnike, urejanje vodotokov pa področje vodnega gospodarstva. Urejanje vodotokov v urbanih okoljih in celovita odvodnja le-teh, skupaj z reševanjem kanalizacije ter vpliva urbane aglomeracije na širši prostor, pa naj bi bilo področje urbane odvodnje. Le-ta si v Sloveniji šele utira pot iz akademskih krogov v prakso.

Intenzifikacija urbanizacije sočasno povečuje odtočne koeficiente in zmanjšuje možnosti zadrževanja poplavnih voda na mestu nastanka (sl. 1). Povečana urbanizacija zahteva vedno večje površine. Povečane obremenitve kanalizacije se ne kažejo samo v povečanih pretokih, ampak pa tudi v povečanih prostorninah vode, ki jih kanalizacija ne more odvesti. Ravno



Slika 1: Spreminjanje odtočnega hidrograma iz povodja z razvojem urbanizacije.

slednje je večinoma vzrok najhujših posledic poplav (v urbanih predelih), ki se pojavljajo z intenziviranjem urbanizacije in zanemarjanjem sočasnega reševanja primarne odvodnje v mestih.

Poplave lahko ogrožajo urbanizirane površine iz več vzrokov, najbolj pogosto pa zaradi neposrednega ali posrednega vpliva padavin.

Neposredni vzroki so:

- A) Padavine, ki so padle neposredno na urbano površino, t. i. lastne padavinske vode;
- B) Padavine, ki so padle na zaledje, ki neposredno gravitira na urbanizirano površino. Tu so mišljene predvsem tiste površine, ki nimajo formiranih večjih odvodnikov in se padavinski odtok odvija večinoma površinsko, po občestnih jarkih, kanaletah itd. Take padavine povzročajo lastne zaledne vode.

Posredni vzroki nastajajo zaradi tujih zalednih vod. Tuje zaledne vode nastajajo na večinoma bistveno večjem padavinskem območju, kot je obravnavano. Pravzaprav je naše opazovano urbano območje le del večjega povodja. Posredne vzroke poplav lahko torej razčlenimo na:

- C) Visoke vode v odvodniku in prestop bregov oz. nasipov.
- D) Visoke vode v odvodniku, ki so še pod krono nasipov, a ovirajo izlive iz kanalizacije in površinskih vodotokov, ki drenirajo neposredno prispevno območje.
- E) Dvig podtalnice.

V tem prispevku bomo analizirali lokalne poplave, ki zlasti nastajajo zaradi neposrednih vzrokov, tj. točki A in B, včasih pa tudi zaradi posrednih vzrokov, navedenih v točkah D in E. Vzroki v točki C so zaradi najhujših posledic, ki jih take poplave povzročajo, najbolj poznani; sočasno pa so tudi najbolj poznane in izpopolnjene metode za obrambo pred takimi poplavami. Poplave pod točko C namreč niso lokalne tako kot preostale štiri (A, B, D in E), in jim je bila zato v preteklosti namenjena največja pozornost - včasih celo tako velika, da se je na preostale možne vzroke kar pozabilo.

Nastanek in preprečevanje lokalnih poplav

Omenili smo, da so lastne padavinske vode tiste, ki padejo neposredno na urbanizirano površino. Načeloma del teh voda evakuiramo z mestno kanalizacijo, delu pa pustimo, da ob izjemnih nalihvih zastane in/ali teče po terenu ter lahko celo povzroči lokalne poplave. Take omejene lokalne poplave obravnavamo bistveno drugače kot obsežne območne poplave. Gre namreč za tehnični in ekonomski kriterij varnosti pred (lokalnimi) poplavami z lastnimi padavinskimi vodami, ki ga moramo strogo ločiti od varnosti pred (območnimi) posrednimi poplavami oz. poplavami s tujo vodo.

Zakaj ta razlika? Vzrok tiči v nastanku in transformaciji padavinskega odtoka vzdolž svojega toka. Strnjene urbanizirane površine v Sloveniji so v povprečju velike od nekaj 10 do 100 ha.

Za take površine so najbolj neugodne padavine, ki imajo kratek čas trajanja in velike intenzitete. Tipično so to nalivi, ki trajajo 10 minut do eno uro z intenziteto med 200 in 50 l/(s/ha). Celoten volumen zapadlih padavin ni tako velik kot pri daljših deževjih, so pa večji specifični pretoki in to tudi do 200 l/s s hektara utrjene površine; kar bi bili enakovredno 20 m³/s s površine velikosti 1 km². Tipična višina zapadlih padavin je le nekaj milimetrov oziroma največ reda velikosti 10 mm.

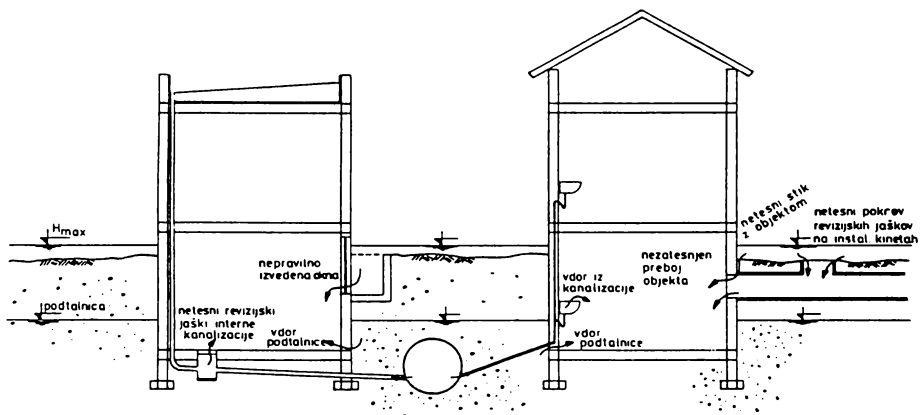
Iz navedenega lahko ugotovimo, da ob ustrezni poplavni zaščiti kletnih prostorov in depresij smemo dovoliti občasne preplavitve zunanjih urbanih površin med nalivi oz. dvig gladine v kanalizaciji do kote terena. V inženirski praksi dovoljujemo take "nepomembne" lokalne preplavitve zaradi lastnih vod tipično 1-krat na leto oz. od 2-krat na leto ($n = 2$) do 1-krat v petih letih ($n = 0,2$).

Pri preplavitvi kletnih prostorov ni pomembna višina preplavitve. Dovolj je, da je prostor minimalno preplavljen, pa so že ogrožene velike materialne vrednosti (arhivi, delovna sredstva, proizvodni in stanovanjski prostori) in ne nazadnje tudi človeška življenja, tako neposredno (utopitve) kot posredno (kužne bolezni). Zato zaradi velike materialne škode in morebitnih človeških žrtev ne moremo pod nobenim pogojem dopustiti preplavitve vitalnih kletnih prostorov z večjo pogostnostjo oz. manjšo varnostjo, kot je določeno za samo urbano območje. To pa je kriterij preplavitve s posrednimi (tujimi) zalednimi vodami (točki C in deloma D), ki se večinoma giblje nad 100 let varnosti.

Kot vidimo, poznamo dva kriterija varnosti, ki pa nista v navzkrižju, ampak se smiselno dopolnjujeta. Sorazmerno nizka varnost pred poplavami iz kanalizacije (pribl. 1 leto) je izbrana zato, ker so pri višjih povratnih dobah stroški posledic lokalnih poplav manjši od stroškov za preprečevanje poplav s klasičnim ukrepom, tj. s povečevanjem profilov kanalskih cevi. In obratno - visoka varnost pred območnimi poplavami (pribl. 100 let) je izbrana zato, ker se šele pri tako visoki povratni dobi ne izide račun, da so stroški za preprečevanje morebitne poplave nižji od povzročene škode.

Zagotavljanje ustrezne protipoplavne varnosti gre po dveh poteh, in sicer:

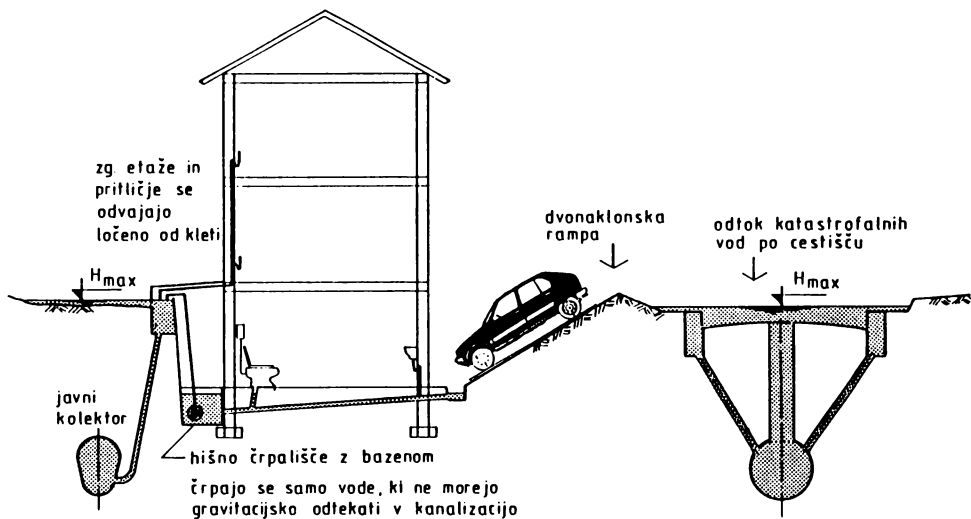
- 1) varovanje pred poplavami zaradi visoke vode v kanalizaciji,
- 2) varovanje pred poplavami zaradi površinskega toka vode.



Slika 2: Sumarna slika vseh opaženih nepravilnosti pri izvedbi objektov in priključkov na kanalizacijo.

Ad 1). Pred visokimi vodami iz kanalizacije se lahko borimo na več načinov:

1. Kanalizacija ima dovolj velike prereze, da tlačna črta nikoli ne ogroža kletnih prostorov. Ta pogoj je najbolj vprašljiv, vendar pa večina komunalnih organizacij ravno na ta način rešuje problem poplav urbanih površin. Z računom zagotovljena varnost je običajno 1-krat na leto. Zaradi manjše urbanizacije v prvih letih izgradnje kanalizacije in zaradi varnosti same računske metode pa je dejanska varnost večinoma 1-kratna preplavitev na 5-10 let ali še več.



Slika 3: Sumarna slika pravilno izvedenih detajlov hišne kanalizacije in komunikacije objekta z okolico.

-
2. Kletne etaže so priključene na kanalizacijo prek povratnih zaklopk. To je boljša rešitev od prve, ima pa še vedno dve bistveni pomanjkljivosti:
 - v času, ko je povratna zaklopka zaprta, se mora lastna odpadna voda nekje zadržati (rezervoar) ali pa prečrpavati;
 - če povratna zaklopka ne deluje oz. ne tesni 100 -odstotno pride ravno tako do poplav.
 3. V kletnih etažah ne dovolimo mokre inštalacije, to je čista, ortodoksna rešitev, ki pa bistveno zmanjšuje uporabnost podkletenih prostorov.
 4. Kot zadnja možnost nam ostane varianta, da vso kanalizacijo iz kleti prečrpavamo, tj. da ne dovoljujemo direktnega priključka kleti na javno omrežje. Če preoblikujemo našo ugotovitev, lahko pribijemo: "Na omrežje javne kanalizacije se lahko gravitacijsko priključijo le etaže, ki so nad koto terena, nižje etaže pa morajo imeti ustrezno prečrpališče." To "ustrezno" prečrpališče je lahko tako energetsko kot strojno zanesljivo črpališče z direktnim priključkom tlačnega voda na javno kanalizacijo ali pa v primeru nezanesljivega pogona črpališče z rezervoarjem za primer okvare oz. izpada napajanja in sifonsko izvedbo tlačnega voda, tako da je prekinjena neposredna tlačna povezava z javno kanalizacijo (slika 2 in 3).

Ad 2). Pred poplavami zaradi disperznega površinskega toka vode varujemo kletne objekte tako, da vse jaške za okna itd. dvignemo nad koto terena za najmanj 20 cm, tudi Vhodne rampe ali stopnišča (dvoraklonske rampe). Deževnica se mora z notranje strani teh ramp iztekati v hišno in ne v javno kanalizacijo (sliki 2 in 3).

Če primeru, da pride do koncentracije površinskega toka, dobimo globlje vode, ki poleg nevarnosti poplav predstavljajo še nevarnost žive, rušilne sile. Niso redki primeri, ko tak tok po strmih ulicah doseže dovolj moči, da prestavlja avtomobile, montažne objekte ipd.

Isti vzroki, ki povzročajo poplave kletnih etaž, se pojavljajo tudi pri poplavah v depresijah. Vendar pa so običajno posledice hujše, še posebej, če so depresije obsežne. V tem primeru lahko pride do preplavitve ne samo kleti, ampak tudi višjih etaž, lahko so potopljene vitalne komunikacije in s tem ogroženemu ljudstvu preprečimo pot umika. Obseg poplav in posledice se približujejo značilnostim območnih poplav, tj. tistih s tujimi vodami. Zato moramo varnosti in zaščiti depresij pred poplavami posvetiti posebno pozornost.

Opis komplementarnih in alternativnih načinov/metod urejanja urbane odvodnje

Območje urbane odvodnje

V prejšnji točki smo pokazali vzroke lokalnih poplav ter metode za preprečitev in borbo proti njim. Ta del po ustaljeni praksi pokriva komunalna hidrotehnika. Metode obrambe proti tujim poplavnim vodam, t.j. proti vodam, ki so nastale izven ožjega opazovanega področja in sedaj z visokimi kotami v odvodniku ogrožajo opazovano območje, so obširno obravnavane v hidrološki literaturi in so tudi že dovolj dobro poznane in uveljavljene v naši praksi. To je bila glavna domena vodnogospodarskih organizacij v povojnih letih. Danes naj bi po teh metodah

bila že praktično vsa Slovenija primerno zaščitena pred poplavami, ki bi nastale zaradi visokih voda v glavnih vodotokih. Vendar pa to ne drži v celoti, kot kaže tudi namen tega posvetovanja. Problem so predvsem napačno ocenjene katastrofalne padavine in premalo natančne simulacijske metode za preračun visokovodnih odtokov na eni strani ter na drugi strani neustrezni posegi v okolje, ki ob izjemnih padavinah s svojo funkcijo ali disfunkcijo (porušitev, zamašitev ...) poslabšujejo odtočne razmere.

Premalo oz. še vedno skoraj popolnoma nepokrito je vmesno področje med komunalnim in vodnim gospodarstvom, tj. del manjših lokalnih odvodnikov, ki drenirajo ali tečejo skozi urbana območja. Regulacija, vzdrževanje, predvsem pa načrtovanje te vrste primarne odvodnje je še danes pastorek, ki se ga otepata tako komunalno kot vodno gospodarstvo. V to področje urbane odvodnje (kot ga klasificirajo po svetu) spadajo tudi vse metode odvodnje presežkov lastnih padavinskih voda, ki jih ne more odvesti kanalizacija. Tu gre za velike in dolgoročne posege v prostor, ki morajo biti načrtovani pravočasno in skladno z dinamiko razvoja mesta, primestnih površin in ne nazadnje tudi celotnega zaledja. Ta ugotovitev še posebej narekuje enotno metodologijo obravnavanja celotnega povodja z vsemi mikro posebnostmi, kajti le na tak način lahko pravilno ocenimo nek poseg v luči celotne strukture.

V tem prispevku želimo pokazati manj znane protipoplavne ukrepe, ki jih da celosten (integralen, holistični) pristop z upoštevanjem sočasnega vpliva vseh faktorjev (sinergizem), za razliko od udomačenih, zastarelih, parcialnih pristopov, ki so dajali izolirano in zato tudi manjvredno, popačeno informacijo.

Teoretične in izkustvene osnove

Razvoj mest gre od centra proti periferiji, obremenitev kanalizacije pa se večja ravno v obratni smeri - nova periferna naselja se običajno priključujejo na že obstoječo kanalizacijsko mrežo v osrednjem delu naselja. Na ta način se povečuje obremenitev kanalizacije iznad projektirane in sočasno se manjša varnost proti poplavam. Reševanje poplavne varnosti v naseljih pa samo s povečevanjem profilov kanalizacijskih cevi ni niti smotno niti tehnično-ekonomsko upravičeno. Zato je treba iskati nove in dopolnilne načine obravnavanja izjemnih padavinskih voda. Hkrati je problem visokih vod in poplav poleg količinskih parametrov pridobil še kakovostne. Ni več vseeno, kako hudo so onesnažene poplavne vode ter kakšne so posledice onesnaženja s poplavnimi vodami iz mešane kanalizacije.

Razvojne smeri kanalizacije v sklopu celostne urbane odvodnje po svetu še niso povsem določene: so dežele, kjer prisegajo na popolnoma ločen sistem, in so dežele, kjer še vedno prisegajo na mešane sisteme. Priznati je namreč treba, da imajo mešani sistemi nekatere prednosti, recimo: del padavinske vode (in verjetno vsa pri majhnih nalivih) gre na čistilno napravo. Ker so ceste, parkirišča in urbane površine močno onesnažene z olji, smetmi in raznovrstnimi kemikalijami in ker je celo deževnica nad večjimi industrijskimi kompleksi že onesnažena, lahko rečemo, da pomeni mešani sistem prispevek k čistejšemu okolju.

Zato se v zadnjem času nemenja pozornost načrtovanju prelivnih objektov, zadrževalnih in čistilnih bazenov in opremljanju omrežja s premičnimi kontrolnimi strukturami (premični prelivni, prevodnice, zapornice itd.), da se čim bolj izkoristi retenzijsko sposobnost celotnega omrežja in se čim večji del odpadne in z deževnico razredčene vode pripelje na čistilno napravo. Velik

razvoj so doživeli razbremenilniki. V uporabi so nove konstrukcije bočnih prelivov, ki so hidravlično čiste, klasično cevno dušilko z nizkim učinkom so zamenjale vrtnične dušilke ali pa dinamične šobe, ki delujejo na podlagi razlik v tlaku. Za zadrževanje čistilnega vala gradijo posebej ali skupaj z razbremenilniki zadrževalne in čistilne bazene.

Onesnaženje v odpadni vodi je razdeljeno na raztopljeno in neraztopljeno. Raztopljeni del lahko čistimo le na čistilnih napravah kemičnega ali biološkega tipa. Neraztopljeni del pa lahko čistimo že prej v sami mreži po mehanskem principu. Na nesrečo pa neraztopljene snovi izpolnjujejo ves pretočni profil. Delimo jih na neplavajoče (vlečena gošča in težji suspenz), na suspendirane, tj. lebdeče, in na plavajoče. Tako jih tudi čistimo (odstranjujemo), vsako na svoj način in v večinoma ločenih objektih.

Skrajna rešitev bi zahtevala zadrževanje vse odvečne padavinske vode brez razbremenjevanja in po končanem nalivu kontrolirano izpuščanje s čiščenjem na ustrezen način na komunalni ali posebni čistilni napravi. Ni verjetno, da bi v zgoščeni urbanizaciji lahko zagotovili dovolj površinskih ali podzemnih akumulacijskih zmogljivosti po razumni ceni za vso padavinsko vodo. Zato pa lahko določene količine padavinske vode zadržimo že na površini tako v disperzni obliki po vrtovih, parkih (glej sl. 7) kot v koncentrirani obliki v za to predvidenih akumulacijah: parkirišča, ribniki, suhe in mokre deževne akumulacije (gl. sliki 10 in 11). Drugi del deževnice zadržimo v podzemnih zadrževalnih in čistilnih bazenih ter predimenzioniranih cevni odsekih kanalizacije.

Najbolj znan in verjetno tudi največji tak sistem za zadrževanje deževnice je v Chicagu, kjer presežke deževnice vodijo v sistem podzemnih cevi, od koder jo po končanem deževju črpajo na čistilne naprave (Colyer in Pethick, 1976). Za tako rešitev so se odločili po temeljiti študiji, ki je pokazala, da je to astronomski ceni 400 milijonov USD (leta 1967) še vedno 10-krat cenejše od klasičnega koncepta mešane kanalizacije. Hkrati pa ta številka tudi kaže, koliko so bili pripravljeni nameniti (ne žrtvovati!) za zmanjšanje onesnaženja in ohranitev kakovosti okolja.

Zadrževalni bazeni ne zmanjšujejo samo onesnaževanja, ampak pa tudi konične odtoke, če so pravilno dimenzionirani. Lahko pa se primeri obratno, da premajhni zadrževalni bazeni ali pa nepravilno obratovanje bazenov v seriji namesto do zmanjšanja privede do povečanja koničnih odtokov. Zaradi zmanjšanja konic se namreč podaljšajo odtočni časi, kar se lahko negativno odrazi na navzdoljnih odsekih (gl. slike 12 do 14).

Statični ukrep, ki dobiva vse več pozornosti, je ponikanje (gl. slike 5, 7 in 9). To je v bistvu najbolj naraven način boja proti presežkom padavin. Z urbanizacijo smo namreč zmanjšali naravno infiltracijo in obremenili obstoječe odvodnike. Če zgradimo sistem površinske ali podzemne infiltracije, ubijemo dve muhi na en mah:

1. zemljino vrnemo njene naravne zaloge podtalnice in restavriramo razmere, ki so vladale pred razmahom urbanizacije;
2. zmanjšamo obremenitev obstoječe mreže primarnih odvodnikov in še dodatno zmanjšamo potrebne zmogljivosti odvodnikov za padavinsko vodo.

Pri ponikanju je treba biti pozoren na kakovost deževnice. Če se deževnica na svoji poti skozi ozračje ne onesnaži, potem ponikanje vode s streh, dvorišč, vrtov in parkov v splošnem ni zahtevno: potreben je učinkovit peskolov. Drugače je z vodo s cestišč, parkirišč, industrijskih

platojev itd. To vodo je pred ponikanjem treba temeljito očistiti mehanskih delcev, olj in maščob. Če gre za toksične kemikalije ali težke kovine, je ponikanje sploh vprašljivo, še posebej pa, če gre za dreniranje v vodonosnik s pitno podtalnico.

Kot zadnji od ukrepov za zmanjšanje tako onesnaženja okolja kot hidravlične obremenitve kanalizacije in čistilnih naprav je "upravljanje omrežja v realnem času". Zveza na žalost ne zveni preveč domače, je poskus poslovenjenja angleške fraze real-time-control, ki pomeni tak način upravljanja z omrežjem, da v vsakem trenutku vemo, kaj se v mreži dogaja, in da za vsako našo predvideno akcijo lahko pravočasno izvemo (matematični model), kako se bo omrežje obnašalo.

Tabela 1: Razvoj urbane odvodnje.

U R B A N I Z A C I J A	naravno povodje
	- naravni kanali
	- potoki
	- vodotoki
	delno kanalizirano
	- jarki
	- odprti kanali
	- kanalizacija
	mešan kanalizacijski sistem
	- odprti kanali
- mešana kanalizacija	
- razbremenilniki	
- čistilne naprave	
ločen kanalizacijski sistem	
- ločena sanitarna in deževna kanalizacija	
- čistilne naprave za komunalno vodo	
- čistilne naprave tudi za deževnico	
napredni odvodni sistemi	
- ločena kanalizacija	
- infiltracijski bazeni	
- zadrževalniki	
- površinsko zadrževanje	

Najpreprostejše upravljanje z omrežjem so premični prelivni robovi in zapornice, s katerimi lahko dosežemo večje zadrževanje v omrežju, prevajamo vodo iz preobremenjenih odsekov v manj obremenjene in zmanjšamo tako časovno kot količinsko prelivanje prek razbremenilnikov, kar v končni fazi pomeni večjo zaščito vodotokov. Razume se, da mora biti tak sistem vsaj do neke mere opremljen z merilnimi instrumenti in daljinsko in/ali avtomatsko krmiljen. Eden prvih takih računalniško vodenih sistemov je že v sedemdesetih letih deloval v ZDA v Seattlu. Danes je takih sistemov že precej, saj ekonomski izračun pokaže, da je ceneje vgraditi računalniško

upravljanje z optimizacijo kot graditi navidez potrebne nove zmogljivosti magistralnih kolektorjev. Eden večjih sistemov je v Parizu v okrožju Seine Saint-Denis (Delattre, 1989).

Najnovejši računalniško upravljani kanalizacijski sistemi prehajajo na višjo obliko upravljanja. Zaradi ogromne množice podatkov, ki prihajajo vsak trenutek v kontrolni center, le-ta ni več sposoben dovolj hitro opraviti vseh analiz in simulirati vseh možnih ukrepov ter nato ukrepati po najboljšem scenariju. Nad vsem delom bedi ekspertni sistem (ES), ki filtrira podatke, jih razvršča, analizira in vzporeja s podobnimi dogodki iz preteklosti. Na podlagi podobnosti trenutnega stanja s situacijo iz preteklosti in na podlagi izkušenj preteklih ukrepov lahko tak sistem ukrepa samostojno in veliko hitreje od prejšnjih. Hkrati se tak sistem lahko nenehno uči in dopolnjuje ter prilagaja tudi situacijam, ki v modelu niso bile predvidene. Primer takega delujočega ES je kanalizacija mesta Bremen (Fuchs, 1989).

Ob koncu tega poglavja bi lahko izrekli misel, da moderni koncepti snovanja in reševanja urbane odvodnje težijo nazaj k naravi tako v rešitvah kot v ciljih (gl. tabelo 1).

Prikaz konkretnih rešitev

Na sliki 4 sta prikazana dva diametralno nasprotna koncepta urbane odvodnje. Na levi strani slike je shematiziran klasični način, ko želimo padavinsko vodo po čim krajši poti in čim hitreje spraviti do primerne vodotoka. Pri tej rešitvi nastanejo zaradi kratkih časov zbiranja visoke konice v pretokih. Za odvod so potrebni veliki prerezi kanalizacije. Nasprotje klasičnemu pristopu so moderni ali alternativni načini, ki so shematično prikazani na desni strani slike. Težimo za zadrževanjem vode na mestu nastanka in zmanjševanjem odtočnih količin z zakasnjevanjem (zadrževalniki ali retenzijski bazeni) in ponikanjem. Potrebni so manjši prerezi kanalizacije, kar pomeni gradnjo, tudi če upoštevamo izgradnjo dodatnih alternativnih ukrepov (zadrževalniki, ponikovalni bazeni vključno z obnovo filtra ...).

Na sliki 7 so podani principi izgradnje ponikovalnih površin za ponikanje vode s parkirišč, dvorišč, pešpoti ... Posebej mora biti obdelan vpliv ponikane vode na kakovost podtalnice. Običajno pa je na mestnih območjih podtalnica že onesnažena ali pa ogrožena, da ni predvidena za preskrbo in lahko predlagano ponikanje izvedemo brez pomislekov (Anderson, 1990).

Pogovor o predstavljenih rešitvah

S slikami na predhodnih straneh smo si ustvarili orientacijske okvire, v katerih lahko iščemo rešitve problemov urbane odvodnje. Nobena od posameznih naštetih rešitev ni panacea, ki bi bila brez pripomb primerna povsod in v vsaki situaciji. Gre preprosto za pregled možnosti, ki jih kaže s primerno inženirsko presojo ovrednotiti in se na podlagi opravljene analize odločiti, če je predlagana rešitev primerna ali ne. Ker smo na slikah poudarili predvsem prednosti, se pomudimo še pri senčnih straneh.

Pri ločeni in delno ločeni kanalizaciji padavinsko vodo praviloma vodimo mimo komunalnih čistilnih naprav. To pa še ne pomeni, da padavinska voda ne potrebuje čiščenja. Deževnica se lahko onesnaži že na poti skozi ozračje, kjer lahko vpije pline in prah iznad industrijskih središč. Naslednje onesnaženje doživi, ko spira nasnago z rastlin, streh, poti itd. Končno se lahko

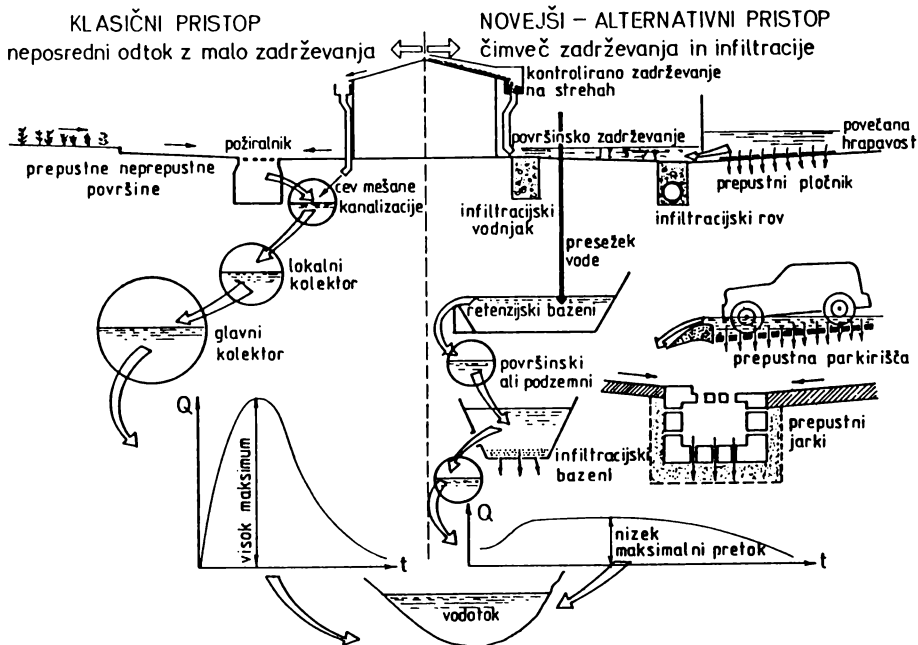
Tabela 2: Metode upravljanja s padavinskimi vodami (po Stephensonu, 1981).

namen	metoda	razlog
zmanjševanje koničnega odtoka	opazovanje neviht površinsko pridrževanje zadrževanje v strugah hrapave površine zadrževanje na strehah zadrževanje na parkiriščih neprikliučevanje prepustnih površin	napovedovanje poplav zmanjševanje poplav zmanjševanje poplav zakasnitev odtoka zakasnitev in zmanjšanje odtoka zakasnitev in zmanjšanje odtoka infiltracija in zmanjšanje odtoka
zmanjševanje volumna celotnega odtoka	zadrževanje v zadrževalnikih razbremenjevanje prepustne utrjene površine ponikanje v bazenih ponikanje z dreni infiltracija	odstranitev pretoka zmanjšanje pretoka infiltracija zmanjšanje pretoka in napajanje podtalnice zmanjšanje pretoka in napajanje podtalnice zmanjšanje pretoka
zaščita pred poplavo	zavarovanje pri zavarovalnici zaščitni objekti v poplavni coni opazovanje in javljanje	nadomestilo za škodo zmanjšanje škode evakuacija ljudi in/ali materialnih vrednot
ukrepi ob katastrofi	evakuacija nameščanje vreč s peskom zasilni prelievi ojačevanje objektov namestitve vodnih rezervoarjev	porušitev objekta višanje nivoja vode kontrola pretoka nevarni nivoji poplavnih vod onesnaženje virov pitne vode
kontrola erozije	položne brežine zatravljenje, ozelenjevanje kamenometi gnojenje poplavnih območij sedimentacijski bazeni odstranjevanje sedimentov	manjša vlečna sila stabilizacija bregov in zakasnitev odtoka kontrola pretokov pospešuje zatravljanje zajemanje plavin povečevanje pretočnosti
kontrola onesnaževanja	pometanje ulic odsesavanje ulic pranje ulic lovljenje prvega (čistilnega) vala odstranjevanje smeti in odpadkov	prestrezanje večjih trdnih snovi prestrezanje drobnih snovi odstranjevanje večine onesnaženja zmanjševanje onesnaževanja odvodnika higienske zahteve

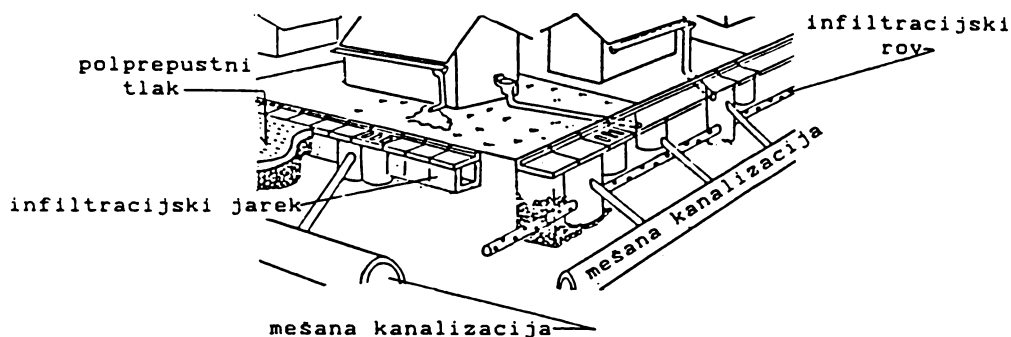
namen	metoda	razlog
	zadrževanje	odsedanje
	aeracija	biološko čiščenje
	dodajanje kemikalij	kemijsko čiščenje, nevtralizacija, obarjanje
	drobilniki (kominutorji)	drobljenje večjih delov
	plavljenje	odstranjevanje plavajočih snovi, olj, maščob
	zakonodaja	postavljanje standardov
	kazni in globe	pospeševanje pravih ukrepov, zmanjševanje nepravilnosti
	gradnja ustreznih smetišč	zaščita površinskih vod in podtalnice
	zatravljanje cestnih bankin	zajem drobnih delcev

onesnaži v padavinski kanalizaciji, v kateri se je lahko v sušnem času nabralo marsikaj (nedovoljeno odlaganje smeti, odpadkov, listje, živali, ki so se naselile v njej ...). V takem primeru lahko padavinska voda vsebuje strupene ali za okolje in človeka kako drugače nevarne snovi. Potrebno bi bilo ustrezno čiščenje ali vsaj razstrupljanje, ki pa si ga v večini primerov ne moremo privoščiti iz ekonomskih razlogov (prevelike količine onesnažene vode). Edina ekonomsko sprejemljiva možnost, pa tudi tehnično in ekološko najbolj upravičena je, da deževnici ne dovolimo stika s strupenimi in nevarnimi snovmi. To tudi pomeni, da moramo zmanjšati tako emisije kot imisije vseh nevarnih snovi v okolje. Tudi v primeru, da gre samo za konvencionalno onesnaženje (do katerega ne pride zaradi dejavnosti človeka), recimo izpiranje listja, prsti, peska itd., je taka obremenitev vodotokov večinoma nezaželena. V takem primeru moramo zagotoviti vsaj minimalno mehansko čiščenje (grablje, rešetke, odsedanje peska).

Zaradi pravkar navedenih razlogov je vse več pomislekov pri ponikanju padavinske vode. Ponikanje v vodonosnik s pitno podtalnico postaja v času močnega industrijskega onesnaženja zraka že kar vprašljivo, vendar pa ga ne smemo kategorično zavreči. V Sloveniji se nad vodonosniki vpije v tla približno polovica vseh letnih padavin. Če bi bila nevarnost za onesnaženje podtalnice s padavinami res tako velika kot izgleda, bi bile že vse podtalne vode nepitne, kar pa ni res. Večina katastrofalnih onesnaženj podtalnice, kar jih poznamo, se je zgodila zaradi točkovnega onesnaženja (razlitje onesnaževala na prometnici, v tovarni, na neurejeni deponiji itd.), ne pa zaradi disperznega onesnaženja, ki nastopa na večji površini. Izjema so umetna gnojila in pesticidi, ki so zaradi prekomerne in dolgoletne neprekinjene uporabe prebili zaščitni zemeljski sloj nad podtalnico. V pravkar izrečeni misli se skriva odgovor na vprašanje, kdaj in v kakšnih razmerah lahko ponikamo onesnaženo padavinsko vodo. Zemlja je namreč naravni filter in čistilna naprava. Če jo obremenjujemo zmerno, pod njeno zmogljivostjo, lahko izkoristimo njene čistilne učinke. Edini resni problem so strupene in težko razgradljive snovi, ki se v zemlji ne morejo razgraditi v neškodljive sestavine. Take snovi zemlja lahko nekaj časa veže nase (absorpcija ali fizikalno vezanje in adsorpcija ali kemično vezanje), ko pa se kapaciteta izkoristi, pride do preboja teh snovi v globljo plast in končno do podtalnice.

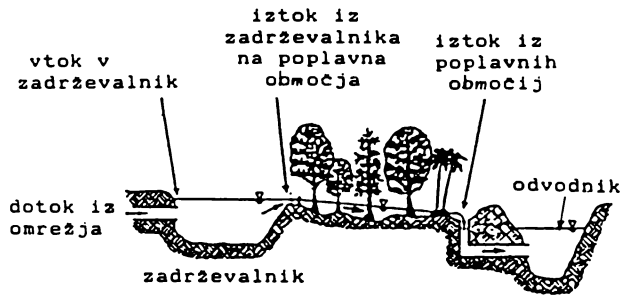


Slika 4: Načini odvodnje urbanih površin (po Radojkoviču, Obradoviču in Maksimoviču, 1989).

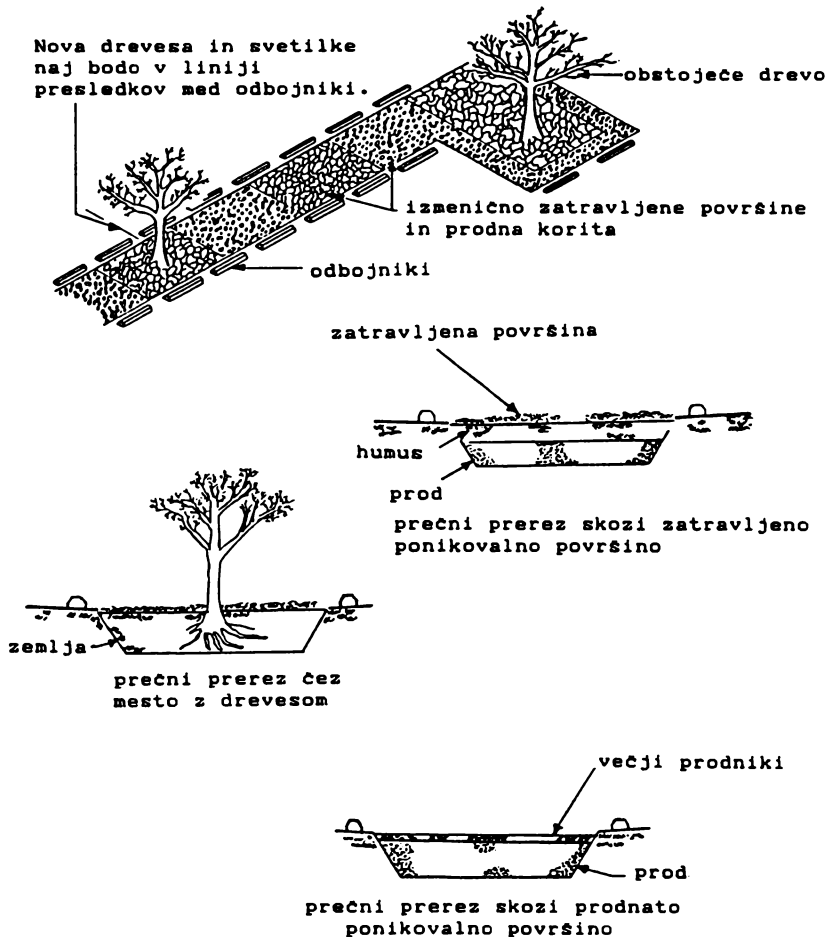


Slika 5: Izvedba ponikanja padavinske vode pred vtokom v mešano kanalizacijo (Fujita, v Gujer in Krejci, 1987).

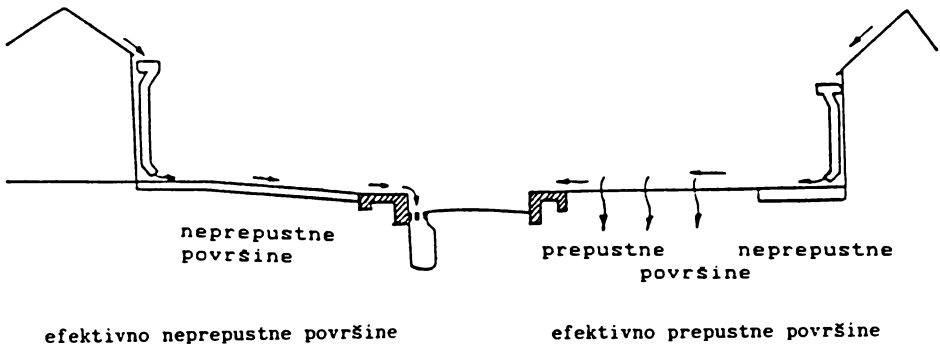
Pri ponikanju se srečujemo še s problemi mašenja ponikovalnih cevi in filtrskega sloja peska z raztopljenimi ali plavajočimi in vlečenimi trdnimi snovmi na eni strani, na drugi strani pa z zarastjo biološke ruše, ki se hrani z organsko nesnago v padavinski vodi, in pa z zarastjo ponikovalnih cevi s koreninami rastlin, ki silijo v vlažno okolje. Tako moramo biti pripravljeni, da ponikovalne sisteme redno čistimo in periodično (na vsakih nekaj let) obnavljamo filtrski material. V gosto naseljenih okoljih, kjer so nad drenažnimi in ponikovalnimi sistemi drugi važni objekti (ceste, parkirišča), je lahko obnova ponikovalnega sistema velik strošek, ki ga moramo pri načrtovanju takega sistema vsekakor predvideti. Za zagotovitev čim daljše življenjske dobe



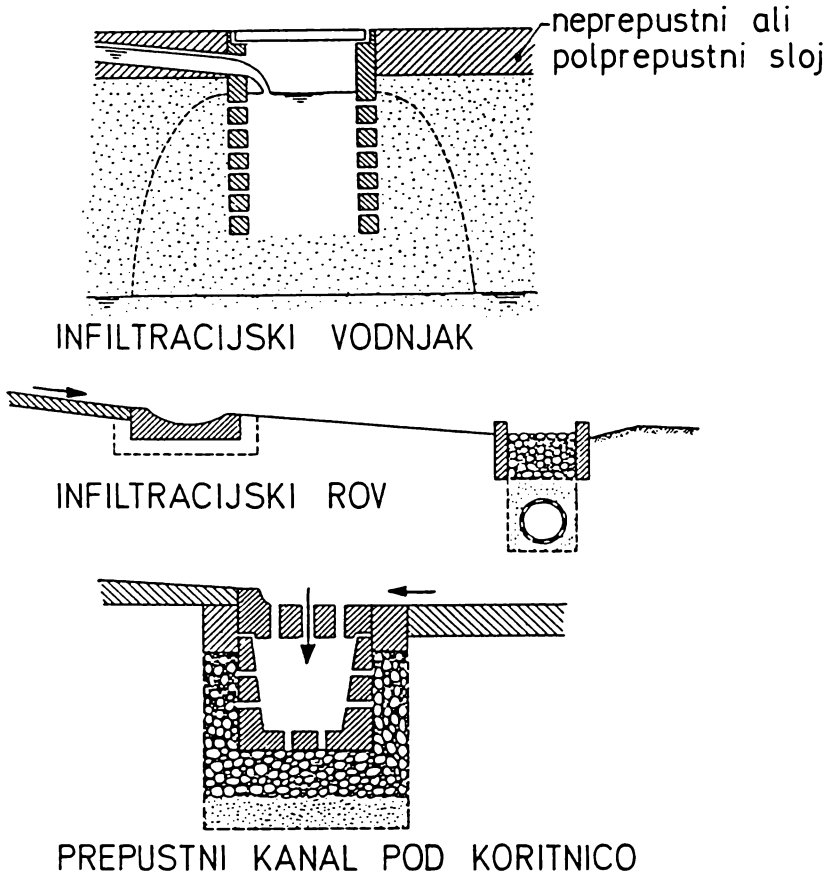
Slika 6: Zadrževalnik in poplavna območja pred vtokom v vodotok - z njimi zmanjšamo hidravlično in polucijsko obremenitev vodotoka (Martin in Miller, v Gujer in Krejci, 1987).



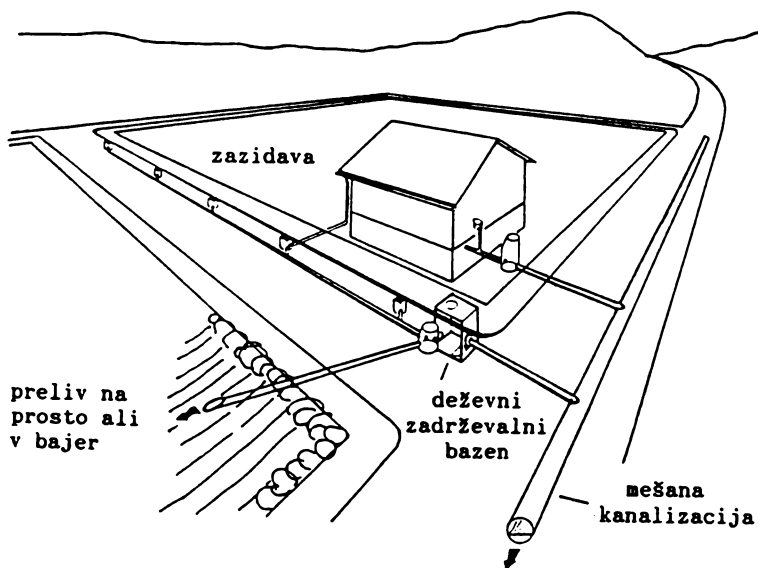
Slika 7: Izvedba ponikovalnih pasov na parkiriščih (po Stephensonu, 1981).



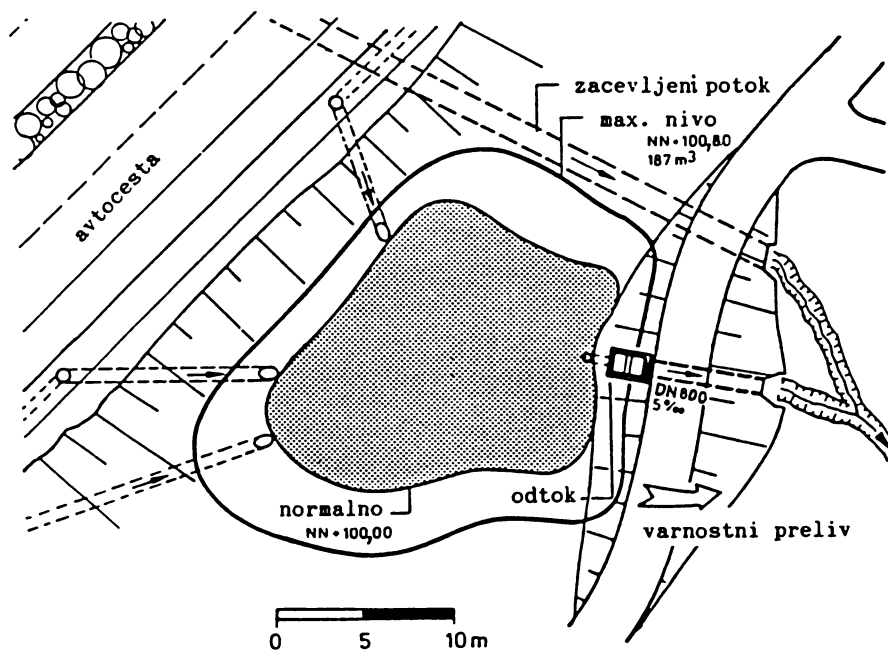
Slika 8: Hidravlično efektivno neprepustne površine na levi strani slike in hidravlično efektivno prepustne površine na desni strani slike (po Radojkoviću, Obradoviću in Maksimoviću, 1989).



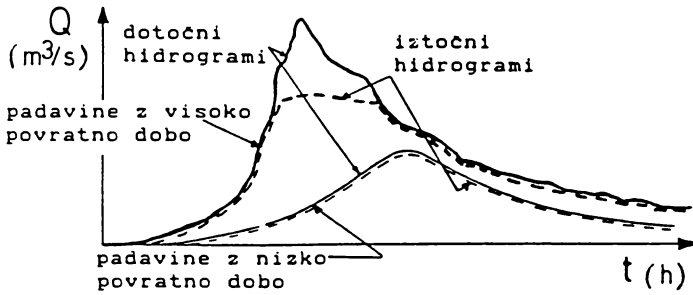
Slika 9: Izvedba ponikovalnih jarkov in vodnjakov (po Radojkoviću, Obradoviću in Maksimoviću, 1989).



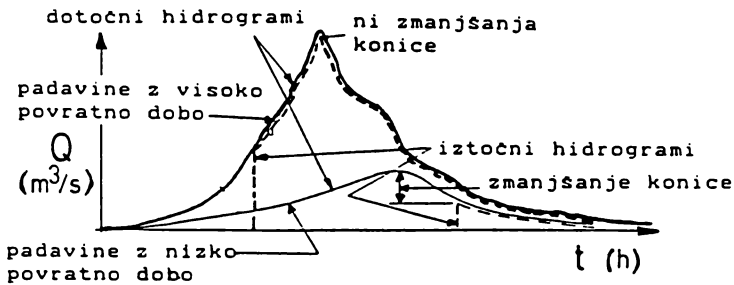
Slika 10: Izvedba razbremenjevanja čiste deževne vode pred vtokom v mešani kanalizacijski sistem (prospekt UFT, dr. H. Brombach GmbH).



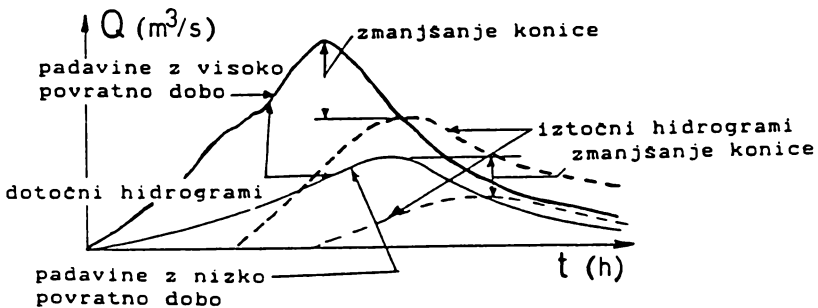
Slika 11: Površinsko zadrževanje deževne vode pred kontroliranim izpustom skozi dušilko v naravni vodotok (prospekt UFT).



Slika 12: Vpliv zadrževalnika izven korita na deževni odtok. Zadrževalnik ima krmiljeno zapornico. (po Stephensonu, 1981).



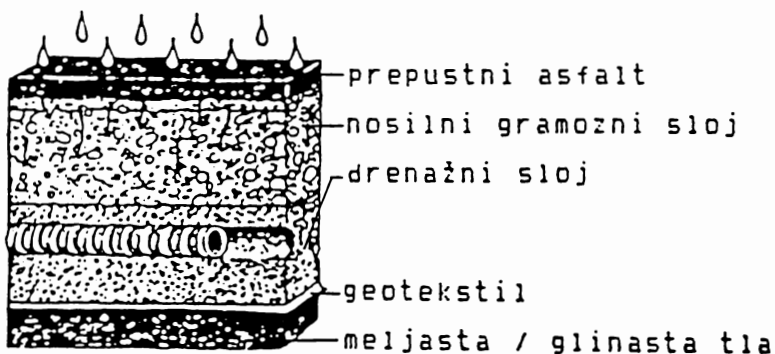
Slika 13: Vpliv zadrževalnika brez regulacije iztoka na samem vodotoku (po Stephensonu, 1981).



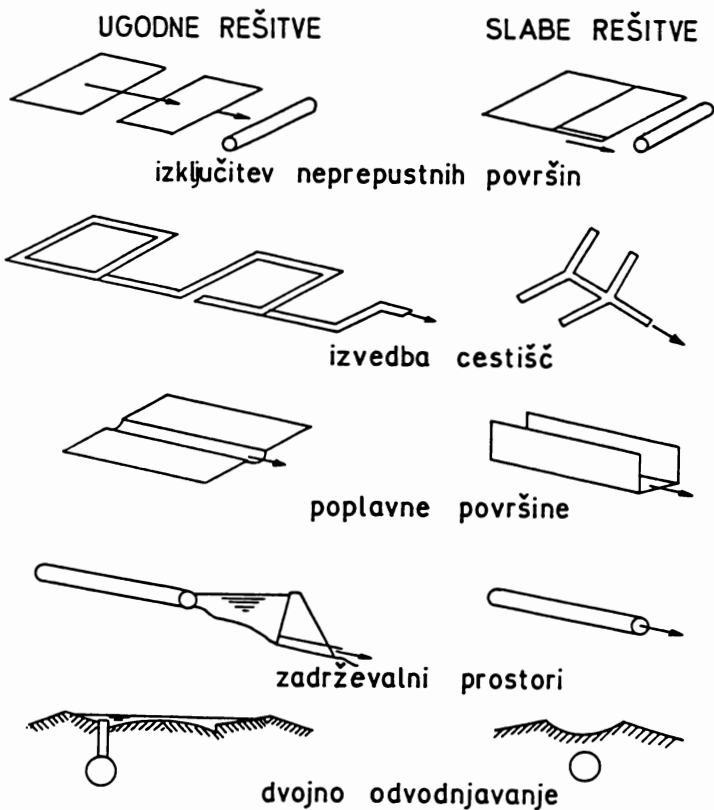
Slika 14: Vpliv zadrževalnika z regulacijo iztoka na samem vodotoku (po Stephensonu, 1981).

ponikovalnice so bistvenega pomena učinkoviti peskolovi, dovolj velika ponikovalna površina in prostornina filtrskega materiala (zmanjševanje mašenja), ustrezno velika hitrost ponikanja (zmanjševanje zarasti) in ne nazadnje pravilna razporeditev zelenja s plitvimi koreninami, ki ne posegajo v filter.

Pri zadrževanju padavinske ali odpadne vode v zadrževalnih ali čistilnih bazenih je naloga dušilke poleg tega, da zadržuje vodo in znižuje odtočne količine, tudi ta, da na čistilno napravo odvede čimveč onesnaženja, seveda če je pravilno postavljena in pravilno deluje v sklopu



Slika 15: Ponikanje s prometnic skozi prepustni asfalt (po Niemczynowiczu, 1975 in 1987).



Slika 16: Primeri dobre in slabe prakse v urbani odvodnji (po Stephensonu, 1989).

celotnega bazena. Odvisno od namena in konstrukcije je iz čistilnih in zadrževalnih bazenov po prenehanju padavin potrebno odstraniti usedline, kar lahko predstavlja določene probleme v operativnem pogledu (prečrpavanje, pralna voda, smrad). Hkrati vidimo, da je pomen zadrževalnih in še posebej čistilnih bazenov poleg redukcije pretokov tudi delno čiščenje vode, ki se izraža predvsem kot mehansko čiščenje (odsedanje), medtem ko v odtekli vodi še vedno ostajajo drobne suspenzije in raztopljene snovi.

Pri disperznem zadrževanju padavinske vode na površini ali pa koncentrirano v predvidenih površinskih zadrževalnikih se moramo zavedati dejstva, da se v zadržani vodi koncentrirajo polutanti. Po odtoku (ali ponikanju) vode z zadrževalnih površin so lahko koncentracije polutantov na teh površinah bistveno večje, kot na ostalih površinah, ki jih je deževnica neovirano spirala. Pri disperznem zadrževanju vode, še posebej, če gre samo ali večinoma za vodo, ki je nastala na sami površini, tega problema ne kaže zaostrovati. Drugače pa je z velikimi zadrževalniki, ki imajo široko zaledje. Če so taki zadrževalniki v sušnem obdobju uporabljeni tudi kot rekreativne površine jih je potrebno po vsakem deževju najprej mehansko očistiti, tj. odstraniti nanešeni material in izprati površine, nato pa preveriti še sanitarno kakovost (dezinfekcija). V nasprotnem primeru je treba strogo omejiti režim gibanja po takih površinah (primer za oba načina: olimpijska vas oz. park v Muenchnu).

Sklepi

Pokazali smo pregled nastanka poplav zaradi lastnih in zaradi tujih vod ter poplave po obsegu, resnosti škode in metodah za njihovo preprečevanje razdelili v lokalne in področne. Pojasnili smo dva navidezno nasprotujoča si kriterija poplavne varnosti: vodnogospodarskega za področne poplave in komunalnega za kanalizacijo in z njo povezane lokalne poplave. Iz razumljivih vzrokov se ljudje večinoma posvečajo področnim poplavam, ker povzročajo največje težave. To kaže tudi struktura prispevkov na tem posvetovanju, saj so skoraj vsi posvečeni ravno tej problematiki. Vendar pa ne gre zanemarjati lokalnih poplav. Pokaže se, da so metode boja proti lokalnim poplavam bistveno drugačne od metod boja proti področnim poplavam. V tem prispevku opisane metode, ki so cvet svetovnih dosežkov v urbani odvodnji, nas od posledic vračajo k izviru problema in na ta način neposiljeno vpeljejo humane in ekološke (sonaravne) rešitve pri urejanju ne samo urbane, ampak tudi področne, regionalne odvodnje. Po nekoliko drugačni poti pridemo do stare modrosti, da se boj pred poplavami začne disperzno, na mestu nastanka odvišnih vod z njihovim zadrževanjem, pridrževanjem, ponikanjem, ... in ne šele v vodotoku, ko so vodne količine že koncentrirane in težko obvladljive.

V prispevku smo prikazali samo en izsek iz obširnega in zanimivega področja urbane odvodnje. Vsakogar, ki ga to področje zanima po strokovni plati ali pa čisto laično, vabimo, da poskusi svoje znanje razširiti in poglobiti z monografijo "Modeliranje deževnega odtoka iz urbaniziranih povodij", avtorja Borisa Kompare (Kompare, 1991). Knjigo je mogoče naročiti v knjižnici FAGG, Jamova 2, Ljubljana.

-
- Anderson, M., 1990, Urban Drainage Practise in Florida (Praksa urbane odvodnje na Floridi), *Urban Drainage and Receiving Waters* (Odvodnja naselij in vpliv na vodotoke). Predavanje na: Mednarodni tečaj UNESCO in IRTCUD Beograd, Dubrovnik 25.-29.junij 1990; in osebna korespondenca.
- Colyer, P. J., R.W. Pethick, 1974, *Storm Drainage Design Methods - A Literature Review*, Hydraulics Research Station, Wallingford, March 1974.
- Delattre, J. M., 1989, Real Time Control of Sewer Systems - A General Survey of Design and Operation Schemes, *Contemporary Methods in Urban Drainage Modelling* (Moderne metode za modeliranje urbane odvodnje). Mednarodni tečaj, IRTCUD Lecture Notes Series No 3, UNESCO in IRTCUD Beograd, Dubrovnik 6.-9.junij 1989.
- Fuchs, L., 1989, HYSTEM - EXTRAN Model for Sewer System Modelling and Design, *Contemporary Methods in Urban Drainage Modelling* (Moderne metode za modeliranje urbane odvodnje). Mednarodni tečaj, IRTCUD Lecture Notes Series No 3, UNESCO in IRTCUD Beograd, (supplements), Dubrovnik 6.-9.junij 1989.
- Fujita, S., 1987, Experimental Sewer System; its Application and Effects. *Topics in Urban Storm Water Quality, Planning and Management*, ur. W. Gujer in V. Krejci, Proceedings of IV International Conference in Urban Storm Drainage, Lausanne.
- Martin, E. H., R. A. Miller, 1987, Efficiency of an Urban Stormwater Detention System, *Topics in Urban Storm Water Quality, Planning and Management*, ur. W. Gujer in V. Krejci, Proceedings of IV International Conference in Urban Storm Drainage, Lausanne.
- Niemczynowicz, J., W. Hogland, 1987, Tests of Porous Pavements Performed in Lund, Sweden, *Topics in Urban Drainage Hydraulics and Hydrology*, ur. B. C. Yen, Proceedings of technical session D, XXII Congress IAHR, pp. 79-80, Lausanne.
- Kompare, B., 1991, *Modeliranje deževnega odtoka iz urbaniziranih povodij*, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, Ljubljana.
- Radojković, M., D. Obradović, Č. Maksimović, 1989, *Računari u komunalnoj hidrotehnici*, GK Beograd.
- Stephenson, D., 1989, New Directions for Surface Water Modelling, edited by M. L. Kavvas, IAHS publication No 181, Proceedings of the Third Scientific Assembly of the International Association of Hydrological Sciences at Baltimore, Maryland, pp. 83-91.

PRIKAZ HIDROLOŠKE SITUACIJE OB POPLAVI NOVEMBRA 1990

Prikazani so glavni vzroki, ki so vplivali na nastanek poplav katastrofalnih razsežnosti. Tabularično je podan pregled najvišje zabeleženih visokovodnih valov v primerjavi z visoko vodo iz leta 1990. Hidrološko situacijo nam ponazarjajo hidrogrami visokovodnih valov. Na koncu članka so prikazani odtočni koeficienti direktnega (hitrega) odtoka.

Uvod

Zaradi močnih predhodnih padavin, visokega hidrološkega stanja (upadli pretoki so pred začetkom intenzivnih padavin večinoma presegali dvakratno vrednost obdobjnega srednjega pretoka) in samega letnega časa so zadnje padavine v nalivih močne intenzitete povzročile izredno hiter in močan porast voda. Le-ta je nastopil na območjih, kjer so bila padavinska dogajanja najintenzivnejša: segala so od Tolminskega prek Škofjeloškega hribovja in Kamniških Alp proti severovzhodu, kjer so postopoma oslabela.

Ekstremno visoki poplavni valovi so povzročili vodno ujmo predvsem na Idrijci, Sori, Kamniški Bistrici, Savinji in njihovih pritokih ter v srednjem in spodnjem toku reke Save. Ni dvoma, da je bila v Sloveniji ta poplava ena najbolj uničujočih naravnih nesreč v tem stoletju.

Glavni vzroki nastopa visokih voda

Glavni vzroki nastanka pretokov tako redke pogostosti je bila izpolnitev naslednjih štirih pogojev:

1. **Padavine**

Celotna količina padavin, ki je bila registrirana 31. 10. in 1. 11., je padla v okrog 24 urah.

Pri tem je pomembno, da je ponekod padla glavnina padavin v manj kot 12 urah, kar je povzročilo zelo nagel porast visokovodnega vala.

2. Vegetacijska doba

Visoka količina padavin je padla v jesenskem času, ko je retenzija zaradi vegetacije že zelo majhna.

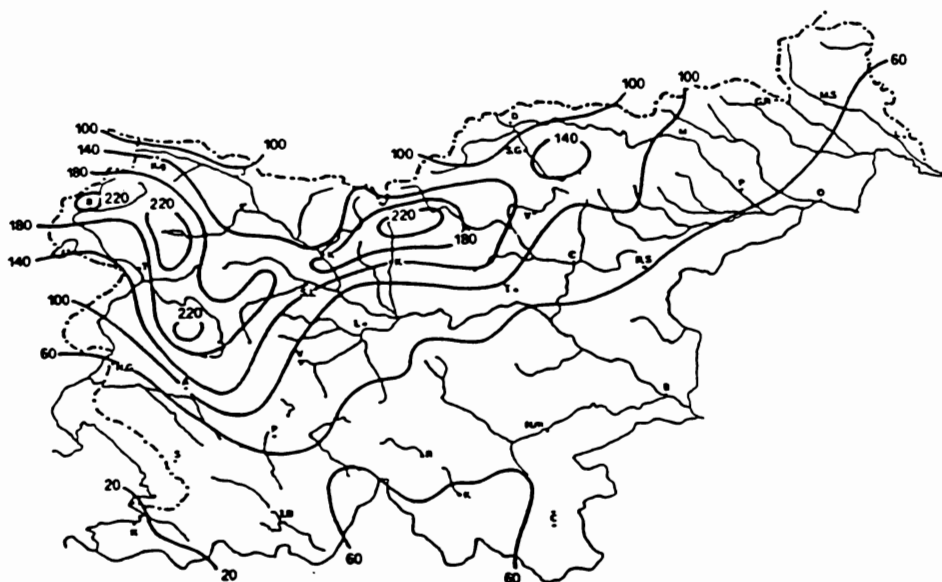
3. Visoko predhodno hidrološko stanje

V zadnjih štirih oktobrskih dneh so slovenski vodotoki kar dvakrat močnejše narasli. Med zadnjim oktobrskim maksimumom in katastrofalnim pretokom, ki je nastopil v prvih novembrskih dneh, niso minili niti trije celi dnevi. Upadli pretoki so pred nastopom katastrofalnega porasta večinoma še vedno presegali dvakratno vrednost obdobjnega srednjega pretoka.

4. Predhodna namočenost terena

Kontinuirano deževje je v zadnjem oktobrskem tednu dodobra namočilo zemljišče. Zato je precej večja količina izdatnih padavin, ki so začele padati popoldne 31. 10. in končale 1. 11. dopoldne, šla v direktni odtok.

Osnovni povzročitelj poplav so seveda padavine. Jeseni se poleg močnih frontalnih padavin pogosto pojavijo še orografske padavine. Ker pozno jeseni pri vegetaciji močno upade retenzijski učinek, sta meseca oktober in november značilna kot meseca, ko se na večjih slovenskih vodotokih (izjema sta Drava in Mura, ki imata glavnino povodja izven naših meja) pojavljajo največji pretoki. Ker je bila večina ostalih dejavnikov, ki vplivajo na porast visokovodnega vala, ob tej priložnosti zelo neugodnih, je bil rezultat izjemno hiter in močan porast visoke vode. Zaradi omenjenega spleta okoliščin so bili tako marsikje preseženi do sedaj zabeleženi maksimalni pretoki.



Slika 1: 48-urna višina padavin, izmerjena 1. in 2. novembra 1990 ob 7. uri.

Pregled do sedaj najvišje zabeleženih visokovodnih valov in primerjava z novembrsko visoko vodo iz leta 1990

Iz tabele je razvidno, da so bili na mnogih vodotokih preseženi do tedaj registrirani maksimalni pretoki. To se je, kot je že omenjeno, zgodilo na Sori, Kamniški Bistrici, Meži in Mislinji ter na celotni Savinji. Na reki Savi je pretok v Šentjakobu predvsem zaradi pritoka izjemno visoke Sore narasel od 5-letne visoke vode na vodomerni postaji v Radovljici na 25- do 50-letno visoko vodo. Podivjana Kamniška Bistrica je povzročila, da je Sava v Litiji presegla 50-letno visoko vodo. Zaradi katastrofalne visoke Savinje pa je bil na vodomerni postaji v Radečah presežen do tedaj zabeleženi maksimum.

Glede na to, da obstajajo za večino postaj podatki šele po letu 1950, je bil verjetnostni račun narejen za enotno 35-letno obdobje (1955-1990).

Prikaz hidrološkega stanja novembra 1990

Hidrološko dogajanje je prikazano na slikah 2 do 5. Na njih so podani hidrogrami visokovodnih valov glavnih slovenskih vodotokov. Na slikah je prikazano vodno stanje teden pred nastopom poplav, tako da je že iz samih hidrogramov takoj razvidna močna predhodna namočenost in visoko hidrološko stanje. Za vse prikazane valove je očiten zelo hiter in močan porast.

Tabela 1: Maksimalni zabeleženi pretoki do leta 1989, novembrske visokovodne konice leta 1990, povratna doba teh konic in 100-letna visoka voda.

Vodotok	Vodomerna postaja	vQVK do 1989 (m ³ /s)	Leto	QVK 1990 (m ³ /s)	Povratna doba (leta)	Q 1 % (m ³ /s)
Mura	Gor. Radgona	1465,0	1938	781,0	2-5	1544
Ščavnica	Pristava I	48,7	1974	43,0	20-25	50
Ledava	Polana	80,0	1972	39,6	2-5	92
Meža	Otiški vrh I	337,0	1966	371,0	25-50	390
Mislinja	Otiški vrh	150,0	1966	189,0	25-50	225
Dravinja	Dražva vas	45,6	1989	42,7	5-10	54
Dravinja	Makole	107,0	1987	78,1	5-10	124
Dravinja	Videm I	291,0	1964	190,0	5-10	304
Pesnica	Zamušani	150,0	1972	106,0	10	155
Sava	Radovljica I	887,0	1926	527,0	5	908
Sava	Šentjakob	1610,0	1923	1422,0	25-50	1620
Sava	Litija	2155,0	1923	2069,0	50-100	2164

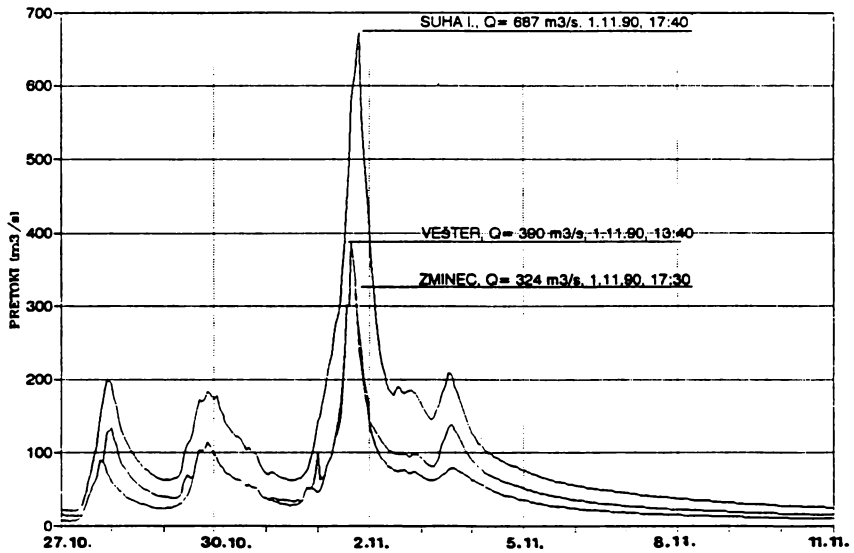
Vodotok	Vodomerne postaja	vQVK do 1989 (m ³ /s)	Leto	QVK 1990 (m ³ /s)	Povratna doba (leta)	Q 1 % (m ³ /s)
Sava	Radeče	2809,0	1933	2991,0	50-100	3125
Sava		3520,0	1933	3267,0	25-50	3501
Sora	Suha I	649,0	1926	687,0	100	681
Poljanščica	Zminec	295,0	1965	324,0	100	317
Selščica	Vešter	258,0	1982	390,0	nad 100	357
Kamn. Bistrica	Kamnik I	215,0	1933	282,0	nad 100	228
Mirna	Gaberje I	92,5	1966	59,7	2	103
Sotla	Rakovec I	281,0	1964	106,0	pod 2	320
Kolpa	Radenci	936,0	1066	687,0	2-5	945
Ljubljana	Moste	405,0	1975	297,0	2-5	417
Savinja	Nazarje	480,0	1926	635,0	nad 100	556
Savinja	Laško I	1200,0	1933	1406,0	100	1447
Dreta	Kraše	208,0	1968	236,0	50-100	246
Ložnica	Levec I	81,0	1973	82,3	25-50	90
Krka	Podbočje	410,0	1933	302,0	2	376
Soča	Kršovec	447,0	1952	192,0	5-10	347
Soča	Solkan I	2066,0	1982	1997,0	20	2500
Idrija	Hotešček	874,0	1979	852,0	50	936
Bača	Bača/Modreju	239,0	1988	159,0	2-5	253
Vipava	Miren	353,0	1965	205,0	pod 2	378
Notr. Reka	Cerkven. Mlin	305,0	1972	168,0	pod 2	339

Izračun odtočnih koeficientov direktnega (hitrega) odtoka

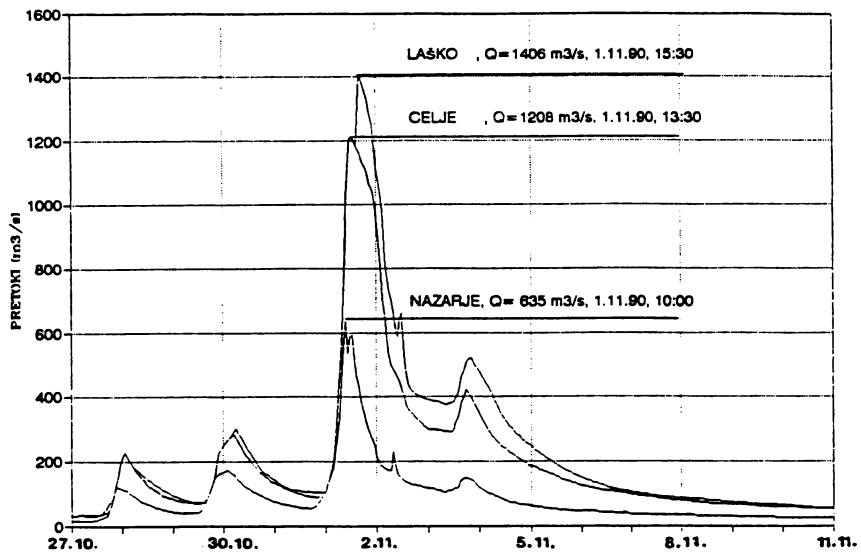
Za pomembnejše vodomerne postaje, kjer so bila vremenska dogajanja in s tem tudi posledice najhujše, smo izračunali odtočne koeficiente direktnega odtoka. Za njihovo določitev smo po metodi izohiet najprej izračunali srednjo količino bruto padavin na posameznih povodjih. Neto padavine smo dobili z izračunom volumna hidrograma direktnega (hitrega) odtoka, ki smo ga dobili tako, da smo hidrogram celotnega odtoka razdelili na dva dela:

- hidrogram direktnega (hitrega) odtoka (površinski + hitri podpovršinski odtok),
- hidrogram baznega odtoka (podzemni odtok + zakasneli podpovršinski odtok).

Odtočni koeficient direktnega odtoka je razmerje med volumnom vode hidrograma direktnega odtoka (neto padavine) in bruto padavinami. Rezultati so prikazani v tabeli 2. Prikazanih koeficientov direktnega odtoka ne smemo zamenjati z odtočnimi koeficienti, ki upoštevajo vso odteklo vodo. Ti zadnji namreč prikazujejo razmerje padle (bruto padavine) in odtekle vode (celoten hidrogram) in so bistveno višji.



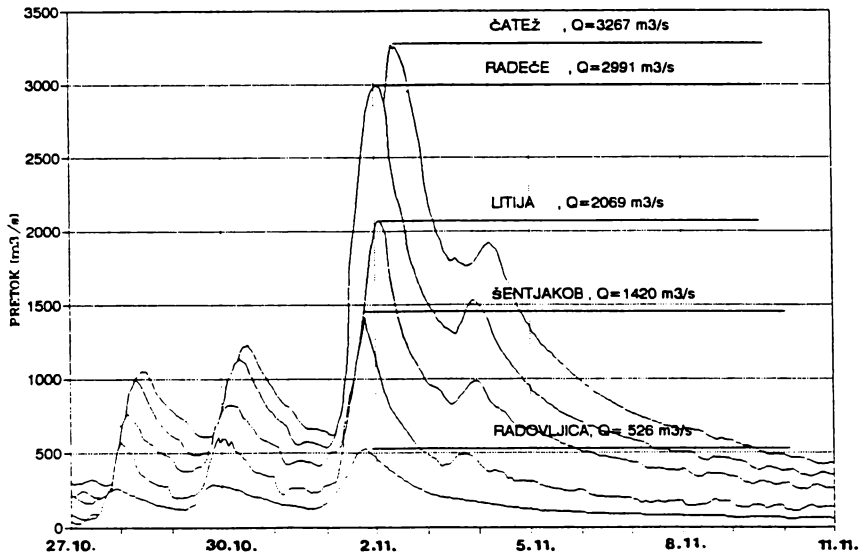
Slika 2: Hidrogrami od 27. 11. - 11. 11. 1990 na Sori.



Slika 3: Hidrogrami od 27. 11. - 11. 11. 1990 na Savinji.

visokovodni valovi
SAVA 1990

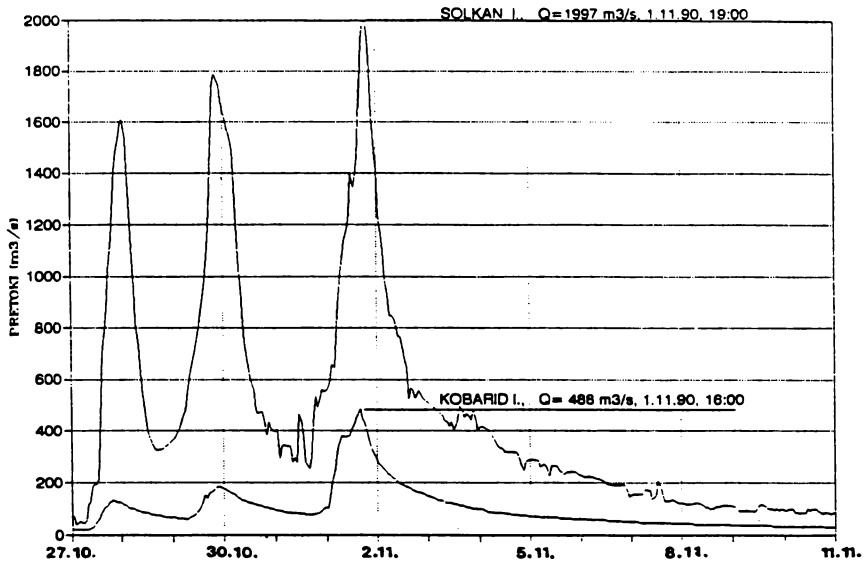
HMZ



Slika 4: Hidrogrami od 27. 11. - 11. 11. 1990 na Savi.

visokovodni valovi
SOČA 1990

HMZ



Slika 5: Hidrogrami od 27. 11. - 11. 11. 1990 na Soči.

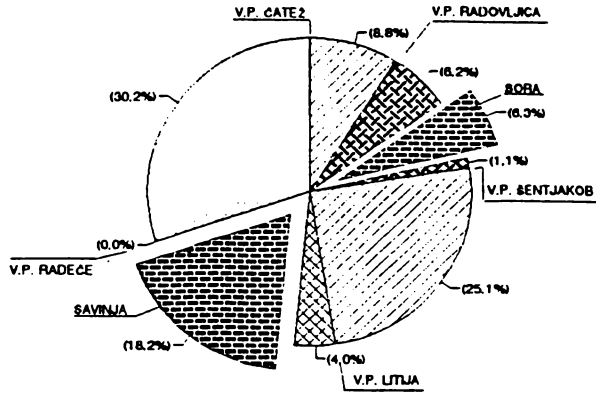
Tabela 2: Karakteristike visokovodnih valov - november 1990.

Vodotok	Vodomerne postaja	F (km ²)	QSR (m ³ /s)	Qzač (m ³ /s)	Qk (1990)	Vpb (M m ³)	Vw (M m ³)	C (l)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(8)
Ščavnica	Pristava I	272,6	2,5	3,0	43,0	18,09	5	0,26
Meža	Otiški vrh I	550,9	13,1	23,3	371,0	63,29	23	0,36
Mislinja	Otiški vrh	230,9	5,3	6,1	189,0	28,43	13	0,47
Dravinja	Dražva vas	169,6	3,0	2,7	42,7	17,21	3	0,18
Dravinja	Videm I	763,8	11,6	13,5	190,0	63,99	21	0,33
Pesnica	Zamušani	477,8	5,5	6,5	106,0	39,76	17	0,43
Sava	Radovljica I	895,3	50,2	124,0	527,0	139,59	51	0,37
Sava	Šentjakob	2275,6	101,0	255,0	1422,0	344,09	106	0,31
Sava	Litija	4821,4	174,0	435,0	2069,0	572,63	193	0,34
Sava	Radeče	7083,7	219,0	536,0	2991,0	820,79	341	0,42
Sava	Čatež I	10149,0	317,0	616,0	3267,0	967,90	432	0,45
Sora	Suha I	558,0	20,5	61,9	687,0	91,88	41	0,44
Poljanščica	Zminec	305,5	11,8	37,0	324,0	48,50	16	0,33
Selščica	Vešter	204,1	7,9	27,0	390,0	36,06	23	0,64
Kamn. Bistr.	Karnik I	194,8	7,7	25,9	282,0	32,95	14	0,42
Savinja	Nazarje	457,3	17,0	54,5	635,0	83,80	38	0,45
Savinja	Laško I	1663,6	40,0	92,5	1406,0	207,92	126	0,61
Soča	Kobarid	434,7	35,0	76,2	488,0	89,55	37	0,42
Soča	Solkan I	1573,0	94,3	252,0	1997,0	274,96	153	0,56
Idrija	Hotešček	442,0	24,7	64,4	852,0	79,36	54	0,68
Bača	Bača/Modreju	142,3	7,2	20,1	159,0	28,16	11	0,39

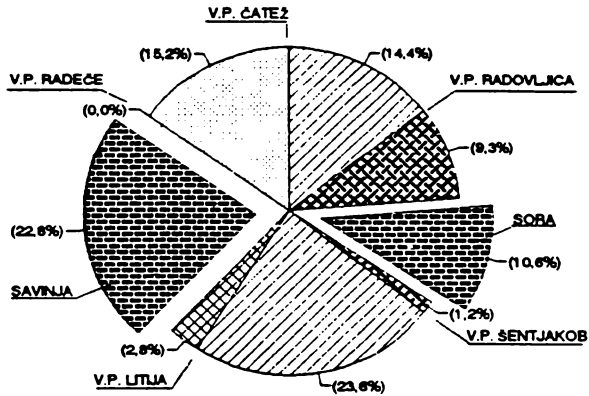
Legenda:

- 1... ime vodotoka in vodomerne postaje
- 2... površina povodja (km²)
- 3... obdobjni srednji letni pretok (m³/s)
- 4... najnižji pretok visokovodnega vala, preden je ta pričel naraščati (m³/s)
- 5... konica visokovodnega vala, ki je nastopil med 26. 10. in 4. 11. 1990 (m³/s)
- 6... volumen bruto padavin, izračunan po metodi izohiet (10⁶ m³)
- 7... volumen neto padavin, izračunan iz hidrogramov direktnega odtoka (10⁶ m³)
- 8... odtočni koeficient direktnega (hitrega) odtoka C (kvocient med neto in bruto padavinami)

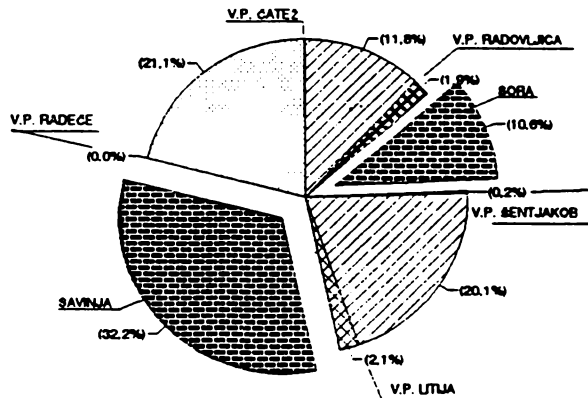
Površina povodja
V.P. ČATEŽ = 100 %



Volumen padavin
V.P. ČATEŽ = 100%



Volumen direktnega
(hitrega) odtoka
V.P. ČATEŽ = 100%



Slika 6: Odstotni prikaz površine povodij, volumna bruto padavin in volumna direktnega odtoka (neto padavine).

Na sliki 6 je za glavne vodomerne postaje na Savi grafično prikazana primerjava med površinami povodja, volumnom padlih padavin (bruto) in volumnom direktnega odtoka (neto padavine). Vsi trije parametri so prikazani v odstotnih deležih, pri čemer znaša za vsak posamezen parameter vsota posameznih deležev (vključno z vodomerno postajo v Čatežu) 100 %.

VZROKI POPLAVE V CELJU

1. novembra 1990

Poplava 1. novembra je Celjane delno presenetila, saj so bili neposredni vzroki za preplavitev Celja vzhodno in severno od obrambnih nasipov ob Ložnici in Savinji do takrat neobičajni. Prispevek skuša analizirati vzroke, zaključki pa kažejo, da je treba poleg poznavanja vodnega režima upoštevati tudi druge faktorje.

Uvod

Savinja izvira pod Okrešljem v Logarski dolini. V davnih časih se je izlivala v Panonsko morje, ki je segalo do sedanje Celjske kotline. Poznejši tektonski dogodki so to preprečili, zato si je morala utreti novo pot skozi posavske gube v Savo. Njen tok je sedaj dolg 98 km. Po naravi je hudourniška reka. Tega značaja se ne znebi do izliva v Savo, saj ima tak značaj tudi pretežna večina pritokov. Urejanje t. i. "celjskega vodnega vozlišča" je potekalo v letih 1956 do 1960. Dela je spodbudila velika poplava poleti l. 1954, ki jo je zakrivila predvsem Hudinja, Savinjin levi pritok, ki izvira pod Paškim Kozjakom. V okviru teh del so prestavili oziroma združili izlive pritokov, ki se zlivajo v Savinjo pri Celju. Ložnico, Koprivnico in Sušnico so združili v skupni odvodnik, prav tako so preuredili Hudinjo in Voglajno. Strugo Savinje so skozi Celje poglobili in delno razširili. Ob levem ter delno ob desnem bregu so zgradili nasipe. Te ureditve so omogočili regulacijski ukrepi na Savinji pod Celjem do Tremerij, ki so jih izvedli tik pred drugo svetovno vojno. Levobrežni nasip ob Savinji, ki se podaljšuje ob Ložnici proti severu, naj bi varoval samo Celje pred okrog 300-letnimi vodami, torej pred visokovodnim valom, katerega verjetnost nastopa je 0,3 %. Po končani ureditvi je prevladalo mišljenje, da je Celje pred poplavami varno. In tako v samem mestu, poplav ki bi jih povzročila Savinja ali njeni pritoki zahodno od Celja, niso več pričakovali. Katastrofa je Celjane delno presenetila. Zato niso dovolj hitro niti dovolj visoko premestili premočnin, kar bi vsekakor omililo škodo.

Presenečenje je sledilo tudi ob prvih ocenah, da je bil visokovodni val Savinje v Celju vsaj 330- do 500-leten.

Ogled območja med Celjem in Petrovčami neposredno po poplavi 2. novembra me je navajal k sklepu, da visokovodni val ni bil tako velik, ampak blizu 100-letnemu. To sem opisal tudi v članku v Delu (1), čeprav hidrološke analize tega dogodka še niso bile opravljene.

K temu zaključku so me vodili tudi rezultati magistrske naloge (2), v kateri je bil na nekaterih praktičnih primerih preizkušen matematični kvazidvodimenzionalni model, ki je primeren za obravnavo toka po strugah in poplavnih območjih.

Proučevanja, ki še potekajo, to potrjujejo. Zakaj je potem Celje ponovno doletela takšna katastrofa?

Če hočemo odgovoriti na to vprašanje, si moramo ogledati problem nekoliko širše.

Posredni vzroki

Nekaj o meteoroloških in hidroloških pojavih

Podrobnejše analize meteoroloških in hidroloških pojavov in izmerjenih podatkov so oziroma bodo opravili drugi strokovnjaki, v tem članku le nekaj značilnosti, ki bodo pomagale osvetliti dogodke.

1. Značilna tipa padavinskih situacij

Za povodje Savinje sta značilna dva tipa kritičnih vremenskih situacij:

a) jesensko-zimski tip

Pretežni del povodja Savinje tvorita alpski svet in Karavanke, kjer pade relativno dosti padavin, saj se tu zadnjikrat razbremenjujejo atlantske fronte. Tudi nižje posavske gube na južnem delu povodja imajo podoben značaj. Te situacije nastopajo predvsem pozno jeseni ali na začetku zimskega časa, če so temperature relativno visoke in v Savinjskih Alpah ne sneži. Relativno široko padavinsko območje, ki nastane, in padavine, ki trajajo tudi nekaj dni, najprej namočijo zemljišča. Če njihova intenzivnost naraste proti koncu dogodka (delna ohladitev vlažnih gmot), nastopijo tako imenovane "Miklavževe vode", ki povzročijo poplave. V zadnjem obdobju se je to zgodilo 9. oktobra 1980 in seveda 1. novembra 1990.

b) poletni tip

Takšen razvoj je možen predvsem na obrobju Celjske kotline. Padavinsko območje je manjše, intenzivnost padavin dosti večja, trajanje pa je krajše. Tak razvoj je povzročil katastrofalno visoke vode Hudinje in poplavo v Celju 5. junija 1954, poplave v povodju Voglajne leta 1988 ter 19. avgusta 1989 v povodju Lahomnice, ki se izliva v Savinjo pod Laškim.

Zadnji visokovodni val Savinje v letu 1990 je povzročil predvsem intenzivni zaključek padavin jesensko-zimskega tipa v povodjih pritokov Lučnice, Ljubnice, Ljubije in Florjanskega potoka, ki je bil po intenzivnosti že podoben poletnemu tipu.

2. Relativna redkost nastopov in nepredvidljivost katastrofalnih dogodkov

Kritične padavinske in odtočne razmere nastopajo za naše burne čase relativno redko, nanje hitro pozabimo, naši ukrepi za zmanjšanje negativnih učinkov pa so prevsem kampanjski, čeprav so po značaju in obsegu dolgoročni. Zato so tudi rezultati manj učinkoviti in včasih celo neugodni.

Poplave so posledica mnogoterih naravnih pojavov, ki nastopajo v različnih kombinacijah, pridruži pa se jim še vpliv človekovih posegov v prostor.

3. Večja pogostnost ekstremnih situacij v zadnjem obdobju

Če izvzamemo poplavo v Celju leta 1954 in visoko vodo, predvsem v zgornjem toku Savinje, leta 1964, je bilo obdobje po letu 1933 pa do leta 1980 relativno ugodno.

Proti koncu 70. let so strokovnjaki začeli napovedovati povečano aktivnost Sonca. Da to vpliva na vreme na Zemlji, je že dalj časa znano. Koliko to vpliva na širjenje ozonskih lukenj, koliko pa je to posledica človekovih posegov v okolje, si še nismo docela na jasnem, saj ne vemo, kako so bili ti pojavi razširjeni v preteklosti. Vsekakor pa smo v obdobju, ko so verjetni večji ekstremi.

4. Možnost še večjih katastrof

Kot je že znano, je poplavo v Celju leta 1990 povzročil visokovodni val z verjetnostjo nastopa blizu 1 % in pretokom okrog 1130 m³/s. V gornjem toku Savinje, predvsem pa v povodnjih kritičnih pritokov, so bile razmere seveda hujše.

Vsekakor so možne tudi hujše katastrofe, katerih pa se ne moremo več ubraniti s preventivnimi ukrepi, ampak iz proučevanj teh pojavov lahko predvidimo le ukrepe za ublažitev njihovih posledic. Vsekakor bi bilo zanimivo ugotoviti, kako usoden bi bil npr. za Celje nastop odtokov, ki bi jih povzročile maksimalne možne padavine v povodju Savinje.

Pretekle dogajanja in vpliv na režim odtoka

1. Človekovi posegi v preteklosti

Dogodki zadnjih let vzbujajo misel, da so relativno pogoste poplave posledica vse večjega poseganja v vodotoke (regulacije). Vendar, kako bi potem pojasnili katastrofe v povodju Hudinje, Kozarice, Lahomnice, Lučnice, saj so bile njihove struge, takrat ko so nastopili ti dogodki, vsekakor še naravne. Reguliranje korit je tako lahko le delen vzrok poplav, bolj bi lahko trdili, da ukrepi niso vedno dosegli želenega učinka.

Vemo sicer, da so v zadnjem četrtletju prejšnjega stoletja izvajali velika regulacijska dela v Spodnji Savinjski dolini. Do takrat naravna in relativno plitva struga Savinje, vrezana v lasten aluvialni prodni nanos, je bila precej izravnana. Zlasti ob levem bregu, žal tik ob koritu, so bili zgrajeni protipoplavni nasipi, v katerih pa so bile puščene odprtine (ponižani deli nasipov). Po vsej verjetnosti so zaščitili kmetijska zemljišča Spodnje Savinjske doline pred okrog 20-letnimi vodami. Naselja so bila takrat praviloma izven poplavnih območij tudi manj verjetnih oziroma manj pogostih visokih vod, kot so 20-letne. Ohranili pa so jezove: zgornji in spodnji letuški jez ter Podvinski jez.

Skrajšanje struge je povzročilo stalno poglobljanje le-te zlasti med Letušem in Šempetrom, tako so še pred drugo svetovno vojno zgradili dva dodatna jezova na Polzeli in pri Šempetru.

Med Šempetrom in Celjem pa je Savinja začela zasipavati svojo strugo, saj so se omenjena regulacijska dela končala pri Levcu. Ovinek pod celjskim gradom, skalni prag pri bivši Grenadirjevi brvi na Polulah ter še nekatere druge nizvodne ovire so krepko zavirale odtok voda Savinje. V Celju so se torej razmere poslabšale.

2. Poseljevanje poplavnih območij in dodatni ukrepi

Zlasti po drugi svetovni vojni so se ti predeli začeli naglo urbanizirati kot posledica naglela gospodarskega razvoja in tudi tega, da visoke vode v tem obdobju niso bile pogost pojav. Ob Savinji se je širila gradnja, predvsem v Medlogu in Liscah ter na Polulah. Tudi gorvodni kraji, Petrovče, Dobriša vas, Vrbje, Roje, Dobrteša vas, če pogledamo le do Šempetra, so se širili predvsem proti Savinji. Okrog nekaterih bivših mlinov in objektov, ki so izrabljali vodno energijo in so bili prilagojeni vodnim razmeram, so se razvili objekti čisto drugačnega značaja.

Posledica ureditve "celjskega vodnega vozlišča", in še nekaterih gorvodnih ukrepov, je poglobljanje korita Savinje tudi med Šempetrom in Celjem. Tu se je v zadnjem času korito poglobilo za 1 meter, med Šempetrom in Letušem pa je ponekod globlje tudi do 3 metre.

Tako je pretočna sposobnost korita sedaj večja, kot je bilo prvotno načrtovano. V povprečju je sposobno prevajati 50. do 100-letne vode.

Vendar je namesto prvotnih 2,5 do 3 m sedaj globoko 5 m in več. Torej je vodna energija dosti večja, posledica pa so vse bolj pogoste porušitve jezov in nasipov.

Tako smo vode Savinje utesnili delno sami z izgradnjo nasipov tik ob strugi, delno pa se je s poglobljanjem svoje struge utesnila sama.

Pred vodarje se je namesto naloge, da ohranjajo primeren vodni režim, kateremu so poleg osnovne struge potrebna tudi obvodna zemljišča, ter sodelujejo pri odločanju o njihovi izrabi, vedno bolj vsiljevala naloga, da ta pozidana zemljišča dodatno zaščitijo pred vodo.

Vodnogospodarska dejavnost je v družbi tudi vedno manj pomenila. Posledica tega je nižanje strokovne ravni in nezadostna skrb za nove kadre; tako se hidrotehnični odsek gradbene fakultete še komaj ohranja pri življenju.

Vlaganja v vodnogospodarsko dejavnost dosegajo le še 0,15 % deleža že tako skromnega družbenega proizvoda, namesto 1 % in več, kot ga za to dejavnost namenjajo zahodne države.

Neposredni vzroki

In kateri so sedaj neposredni vzroki poplave v Celju? Mednje bi lahko naštel:

- a) s plavinami (drevjem) zamašeno splavarsko brv v Celju,
- b) porušitev nasipa Savinje pri Levcu nad izlivom Lave,
- c) nedokončana ureditev struge Savinje in neustrezna izraba priobalnih zemljišč v Medlogu,
- č) konice vala Savinje in Ložnice.

a) Problem zamašitve mostov s plavinami

Ta pojav je bil ob nastopu visokih vod pred letom 1990 manj pomemben in se mu ni posvečalo večje pozornosti. Pri načrtovanju novih mostov se je sicer zahtevala varnostna višina predvsem iz razloga, da posamezni kosi plavajočega lesa ne bi udarili ob prečno konstrukcijo mostu ter delno zaradi predvidenega valovanja vodne gladine. Težnja pri projektiranju vodnih opornikov je bila, da bi bili čim manjši. Tako pri novejših mostovih skoraj niso več povzročali zajezev vode. Take opornike ima tudi omenjena Splavarska brv, prečna konstrukcija je na desnem bregu tudi 1 m od terena.

Ob zadnji visoki vodi leta 1990 so plavine zamašile mostno odprtino več kot do polovice in tako močno zmanjšale pretočno sposobnost profila. Posledica je bila dvig vodne gladine za več kot 1 m in zajezev toka nad sotočje Savinje in Ložnice. Temu je dodala tudi delna zamašitev mostu na Čopovi ulici. Zanimivo pa je to, da se že približno 50 m nizvodno od brvi Savinja ni več prelivala čez levobrežni nasip.

Ob ogledu mostov čez Savinjo po poplavi 1990, je bilo opaziti večjo zaplavljenost novejših mostov (most na Čopovi ul., na Polulah) kot pa starejših (Letuš, železniški mostovi v Tremerjih, v Laškem in Zidanem mostu, cestni most v Zidanem mostu), ki imajo opornike širše od 1,5 m.

Opazanja ob ogledu vodijo k sklepu, da so v tem pogledu najneugodnejši vitki oporniki, postavljeni v matici visokovodnega toka, posebno še, če so z matico vzporedni. V tem primeru se vodne tokovnice ne razmaknejo, plavajoči materiali, ki jih je največ v matici toka, pa udarijo naravnost v opornik in se okoli njega ovijejo. Debelejši oporniki sicer predstavljajo določen odpor toku, vendar povzročijo razmik tokovnic in plavine odplavajo skozi polej. To seveda ne velja, če gladina vode doseže spodnji rob mostne konstrukcije.

Ob zadnji poplavi je bilo opaziti tudi velike količine dreves s koreninami in grmovja. Tega ob visoki vodi leta 1980 (pribl. 25- do 40-letna) skoraj ni bilo opaziti. Velike količine drevja in grmovja, ki so se zaustavile na mostovih pri Celju, vsekakor niso bile s splazelih pobočij v Zgornji Savinjski dolini. Te je naplavilo že dosti prej, in sicer z zaraslih nasipov Savinje v Spodnji Savinjski dolini, ki jih je voda porušila. Prelite vode so odplavljale tudi material z zaobalja. Delno, vendar v manjši meri, so plavine prinesli pritoki.

Zastavlja se vprašanje, zakaj tako velike količine predvsem ob zadnji poplavi. Vsekakor je postalo za tako velike vodne količine preozko, erozijske sile so bile prevelike. Vse kaže, da so kritične 50-letne ali večje vode.

b) Porušitev nasipa Savinje pri Levcu nad izlivom Lave

Savinja je svoje nasipe porušila na več mestih iz vzrokov, ki so navedeni v drugi točki. Za Celje je bila usodna porušitev nasipa pri Levcu nad izlivom Lave. Voda je delno ali v celoti porušila okrog 350 m nasipa, visokega do 2,5 m, skoraj ob času, ko je nastopila konica vala. Nasip je zelo verjetno začelo rušiti na zračni strani, ko ga je začelo prelivati. Neposredno pod tem mestom je struga zožena, zato je bil tok tu nekoliko zajezen. Gorvodno od tega odseka se Savinja ni prelila čez nasip. Skozi odprtino porušenega nasipa se je odvalil val z okrog 200 m³/s, se hitro širil navzdol po levem obrežju Savinje in udaril prek zajezene Ložnice v Celje. Val je bil hiter, ni pa bil dolgotrajen. Najbolj je ogrozil zahodne predele Celja, na vzhodnem robu pa je že uplahnil. Del vode se je prelilo tudi na desni breg v Lisce.

c) *Nedokončana ureditev struge Savinje in neustrezna izraba priobalnih zemljišč v Medlogu*

Po visoki vodi leta 1980, ki je poplavlila v glavnem le zahodno obrobje, Medlog, je bila podana zahteva po večji zaščiti teh predelov. Načrtovane ureditve niso bile izvršene do konca. Če bi jih izvedli v celoti, bi se del prelitih voda že pri IGM Ingrad izlil nazaj v Savinjo, tako pa se je usmeril proti severu prek črpališča pitne vode. Delno se je tok še skoncentriral, saj na območju IGM Ingrad ne ravnajo po določenih vodnogospodarske dokumentacije, ki je bila osnova za zazidalni načrt, ampak je zahodni rob Ingrada založen z gradbenim materialom.

č) *Sočasnost konice vala Savinje in Ložnice*

Ložnica sicer dodaja Savinji le okrog 10 % vode, vendar se ponavadi njena konica ujema s konico Savinje, še bolj neugodna pa je zajezitev, ki nastane ob sotočju. Ob zadnji poplavi se je ta seštel z zajezitvijo zaradi mostu.

Kako ublažiti negativne posledice vodnih ujm

Negativne posledice podobnih ujm, verjetne pa so tudi hujše, bi bilo moč umiliti z ukrepi, ki so na kratko opisani v naslednjih vrsticah:

a) Ne več siliti v poplavna območja z dragimi objekti in opremo

V prihodnje bi morali pri načrtovanju izrabe prostora bolj upoštevati vodarsko in druge stroke, ki se ukvarjajo z varstvom naravne dobrine vode kot tudi z ukrepi pred njenim škodljivim delovanjem.

b) Evidentirati kritične točke in jih sanirati

Na osnovi proučevanj starejših dokumentov, opazovanj in tudi modernejših sredstev, kot so računalniško podprti matematični modeli, bi morali bolj sistematično proučiti stanje ter odkriti in sanirati kritična mesta na vodnogospodarskih objektih.

c) Evidentirati žarišča plavajočih plavin in jih po možnosti sanirati

Pregledati bi morali povodje, evidentirati erozijska žarišča in labilna območja terena ter ostala obvodna zemljišča. Na tej osnovi bi podali predloge za sanacijo labilnih območij ter predlagali režim na obvodnih območjih.

č) Najti uspešen način za odstranjevanje plavin z mostnih opornikov

Po dogovoru, ki velja sedaj, so plavine z mostnih opornikov dolžni odstranjevati upravljalci mostov. Vendar za to ne oni ne vodarji niso ustrezno opremljeni. Do sedaj ta problem ni bil sistematično obravnavan.

d) Evakuacijski načrti

Tega si sicer ne želimo, pa vendar nas lahko doletijo tudi hujše ujme. V preteklosti je bila že kar dobro organizirana povezava med vodarsko organizacijo, nekaterimi občinskimi kriznimi štabi, gasilci in policijo, vendar se je v glavnem končalo pri medsebojnem obveščanju o stanju. Napovedovanje ujm bi morali postaviti na sodobnejše osnove. Prav tako bi morali pripraviti načrte ukrepanja ob raznih možnih situacijah.

e) Bolje izkoristiti zaobalna zemljišča za zadrževanje visokovodnih valov

Da bi bolje zavarovali dragocenejša območja, bi morali bolj izkoristiti manjvredna priobalna zemljišča in tudi kmetijska zemljišča pri pojavih z verjetnostjo 5 % ali manj. O tem več v članku Novi pristopi pri analizi odtočnega režima visokih vod Savinje.

f) Poiskati možnosti zadrževanja visokih voda na pritokih

Poleg gornjih ukrepov bi morali bolj intenzivirati izgradnjo manjših zadrževalnikov na pritokih, ki vsak zase sicer ne vplivajo dosti na odtočni režim visokih vod Savinje, vendar več manjših ukrepov tudi ustvari določen učinek. Če ne večjega, vsaj tolikšnega, da bi izničili neugodne učinke vedno večje poselitve. Vsekakor pa imajo večji pomen pri uravnavanju režima na pritokih.

Povodje Savinje je gosto poseljeno. Režim Savinje lahko tako izboljšujemo le z večjim številom manjših ukrepov. Usklajeno delovanje le-teh pa je že drugo vprašanje.

Sklep

Čeprav so nekateri trdili, da varovanje pred škodljivim delovanjem ni več eno od pomembnih področij delovanja vodarske stroke, dogodki v zadnjem desetletju to zavračajo.

Vsekakor zahteva obravnavanje teh problemov precejšnje znanje, zlasti ker jih povzročajo (so vzrok zanje) nepredvidljivi naravni pojavi.

Uspešno obvladovanje te problematike zahteva stalno in sistematično delo, skrb za razvoj stroke in kadrov.

Marinček, M., 1990, Ali so mostovi. Delo, Znanje za razvoj, Ljubljana, december 1990.

Marinček, M., 1990, Izračun visokovodnih valov na Savinji s pomočjo kvazidvodimenzionalnega matematičnega modela. Acta hydrotechnica, Ljubljana, december 1990.

KLIMATOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE NA POVODJU SAVINJE

Na Vodnogospodarskem inštitutu smo dobili nalogo Koncept ureditve Savinje. Osnovni namen te naloge je bil izdelati koncept ureditve povodja Savinje, ki bo podlaga oziroma sestavni del prostorskega načrta obravnavanega območja. Naloga je tematsko razdeljena na tri dele: hidrologija, hidrodinamika in presoja možnosti zadrževanja vode.

Za bodoče načrtovanje vodnogospodarskih ukrepov na Savinji in pritokih je bilo treba najprej določiti projektne visoke vode posameznih potokov oziroma odsekov vodotokov, ki bodo upoštevane v predvidenih ureditvah. Obdelano je bilo povodje Savinje do vtoka Voglajne v Celju.

Rezultati hidroloških analiz so tudi robni in začetni pogoji hidrodinamičnega modela, ki je bil predviden za simulacijo pretokov sedanjega stanja in predvidenih ukrepov.

Za boljše razumevanje hidrološkega dogajanja na povodju Savinje je bilo obdelanih šest padavinskih situacij ob nastopu visokih vod Savinje v preteklem obdobju (5. junij 1954, 25. september 1973, 16. november 1979, 9. oktober 1980, 14. november 1982, 1. november 1990), ki jih lahko razdelimo v dve skupini:

- poletne padavinske situacije in
- jesenske padavinske situacije.

Za poletne padavinske situacije so značilne konvektivne padavine, kjer je intenziteta padavin zelo neenakomerno porazdeljena in različna od primera do primera. Le-te lahko povzročijo katastrofalne visoke vode, vendar pa take padavine zajamejo manjša območja. Tako so padavine junija 1954 povzročile visoke vode Pake, Hudinje in Voglajne, medtem ko Savinja ni bila tako visoka.

Primarni center je bil nad stičiščem povodja Pake in Hudinje in je dosegel prek 140 mm padavin, kar pomeni povratno dobo med 20 in 50 let za to območje. Sekundarni center pa je zajel

območje okoli Planine nad Sevnico z več kot 120 mm padavin, kar pomeni povratno dobo okoli 50 let.

Še manjše območje so zajele poletne padavine, ki so povzročile katastrofalno visoke vode leta 1927 na Ljubnici in na Lahomnici avgusta leta 1989.

Pri pregledu vseh situacij smo prišli do spoznanja, da je za nastop stoletnih vod na večjem delu povodja Savinje merodajna t. i. jesenska padavinska situacija. Za jesenske padavinske situacije so značilne orografske padavine, ki nastajajo ob gorskih pregradah.

Padavinska situacija 9. oktobra 1980

Količina padavin je bila velika, vendar so padavine padle na nenamočena tla, saj ni bilo bistvenih predhodnih padavin. Primarni center nad Alpami je dosegel višino 240 mm, sekundarni nad Menino pa 120 mm.

Drugi razlog, da vode niso bile tako katastrofalno visoke kot novembra 1990, je bil v tem, da fronta ni šla povsem čez neprepustni teren v zgornjem delu povodja Savinje (območje Lučnice in Drete na desnem bregu Savinje ter Lokavškega potoka do Ljubnice na desnem bregu Savinje).

Padavinska situacija 1. in 2. novembra 1990

Padavinska situacija je bila zelo podobna padavinski situaciji 9. oktobra 1980, vendar pa sta bila dva dodatna vzroka za večje poplave kot leta 1980. Poglavitni vzrok je bila predhodna namočenost, saj je padlo v zahodnem delu od 26. do 31. oktobra od 100 do 220 mm padavin, v vzhodnem delu pa od 30 do 100 mm. Drugi vzrok je bila vsekakor lokacija močnejših padavin. Najmočnejše je padalo ravno nad neprepustnim terenom Lučnice, Ljubnice, Drete in levih pritokov Savinje nizvodno od Luč. Povratne dobe, večje od 50 let, so bolj zastopane v situaciji leta 1980 kot leta 1990, vendar je center tik nad neprepustnimi tlemi.

Pretoki, ki so bili zabeleženi:

	Leto 1980		Leto 1990	
	Pov.d.	Q(m ³ /s)	Pov.d.	Q(m ³ /s)
Dreta, VP Kraše	20	200	50-100	236
Paka, VP Rečica	5	135	10-20	188,4
Bolska, VP Dolenja vas	1	74,5	20-50	182
Ložnica, VP Levec	1	49,2	2-5	82,3
Savinja, VP Solčava	5	70	5-10	76
Savinja, VP Nazarje	377	100	635	

	Leto 1980		Leto 1990	
	Pov.d.	Q(m ³ /s)	Pov.d.	Q(m ³ /s)
Savinja, VP Letuš	389	100	716	
Savinja, VP Celje	20-50	1014	100	1208
Savinja, VP Laško	20-50	1176	100	1406

Iz padavin, dobljenih na podlagi padavinskih situacij in merjenih valov, so bili določeni koeficienti odtoka in oblika valov, kar je bilo upoštevano v nadaljnji obdelavi. Pri tem smo prišli do zaključkov:

1. da verjetno VP Letuš ni imela prave krivulje Q/H v preteklih letih (to se seveda lahko ugotovi le s celotno obdelavo hidroloških razmer na Savinji);
2. da je pogoj za katastrofalno visoko vodo Savinje v Celju katastrofalno visoka voda Savinje v zgornjem delu njenega povodja, medtem ko posamezni pritoki (kot Dreta, Paka, Bolska, Ložnica) s katastrofalno visokimi vodami ne morejo povzročiti katastrofalno visoke vode Savinje v Celju.

Osnova za določitev padavin s povratno dobo 100 let so bile verjetnostne analize dnevnih padavin 31 padavinskih postaj, ki so opremljene z ombrometri, in urnih padavin padavinskih postaj, ki so opremljene z ombrografi.

Na podlagi točkovnih vrednosti smo izrisali izohiete 24-urnih padavin s povratno dobo 100 let. Ob tem smo upoštevali orografske značilnosti povodja ter značilnosti padavinskih situacij, ki so bile obdelane.

Sklep

Šele z upoštevanjem:

- rezultatov izračuna pretokov po metodi hidrograma enote,
- rezultatov verjetnostne analize za merjene pretoke,
- rezultatov analiz padavinskih situacij in
- VP Laško kot dolgoletne opazovalne postaje ter uskladitvijo vrednosti visokih vod vzdolž celotnega toka Savinje in njenih pritokov (do vtoka Voglajne v Savinjo) so bile določene projektne visoke vode različnih povratnih dob.

UREDITEV SAVINJE V OBMOČJU NASELIJ ZGORNJE SAVINJSKE DOLINE

Vsa večja naselja v zgornji Savinjski dolini ležijo ob sotočjih Savinje s pritoki (Luče na izlivu Lučnice, Ljubno na izlivu Ljubnice, Nazareje na izlivu Drete). Zaradi slabega sovpadanja visokih vod in dotoka plavin po vodotokih so vsa sotočja podvržena zaprojevanju. Zaradi zmanjšane premostitvene zmogljivosti na teh območjih sta prisotni izrazito dvigovanje dna in nestabilnost korita Savinje, kar predvsem zmanjšuje poplavno varnost priobrežnih zemljišč.

V zadnjih dveh stoletjih so naši predniki v bližini svojih bivališč ob Savinji zgradili več jezov, s katerimi so si zagotovili vodno silo za pogon žag in mlinov. Tako je bilo ob koncu prejšnjega stoletja na Savinji med Mozirjem in Ljubnim več kot 20 jezov. Ker ni bilo drugih možnosti, so bili ti jezovi izvedeni kot plitvo temljene kaštne zgradbe. Jezovne zgradbe so zmanjševale naravni padec Savinje (tudi pritokov). S tem so na eni strani zmanjševale dinamično moč Savinje po drugi pa povečevale poplavnost nad stopnjami. V preteklosti so na obrežnih zemljiščih stala le gospodarska poslopja oziroma objekti, katerim poplavna voda ni povzročila prevelike škode.

Daljše sušno obdobje, premalo preiščena izraba prostora, predvsem pa primanjkljaj kakovostnih površin so bili glavni vzroki intenzivnejše pozidave zemljišč, ki so bila občasno preplavljena.

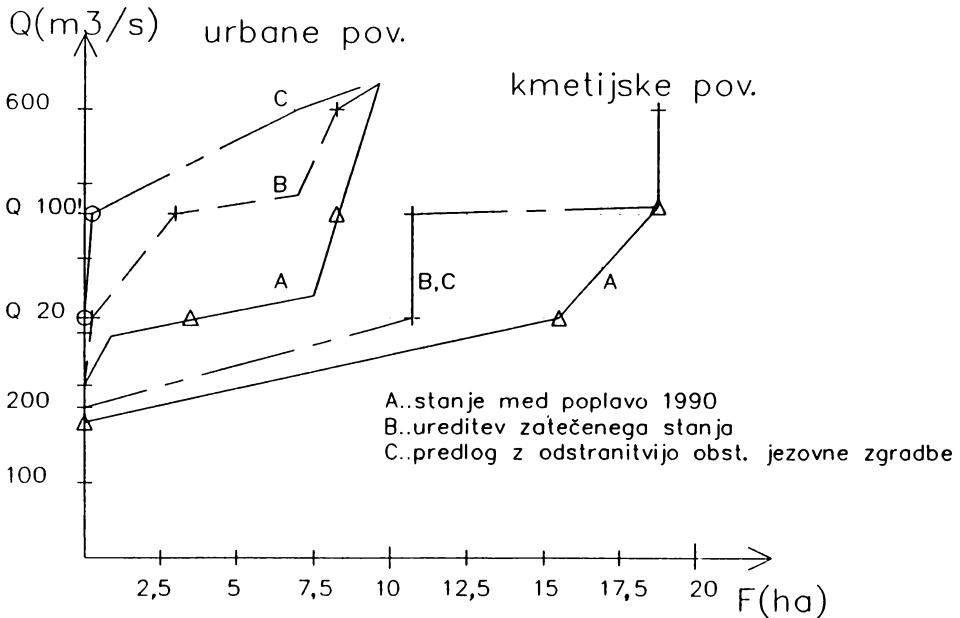
Ujma novembra 1990 je najbolj prizadela vsa ta nižinska območja ob Savinji in pritokih. Posledice so dodatno poslabševale hidravlično izrazito poddimenzionirane in dinamično neustrezno oblikovane premostitve (mostovi z oporniki plavljenje ogromnih količin lesa in vejevja).

Predlog ureditve Savinje v območju Ljubnega

Pri načrtovanju ureditve Savinje v območju Ljubnega smo upoštevali naslednja osnovna vodila:

- zagotovitev optimalne varnosti pred visoko vodo
- ohranitev krajinske in naravne podobe Savinje
- ohranitev energetskega potenciala vodotoka

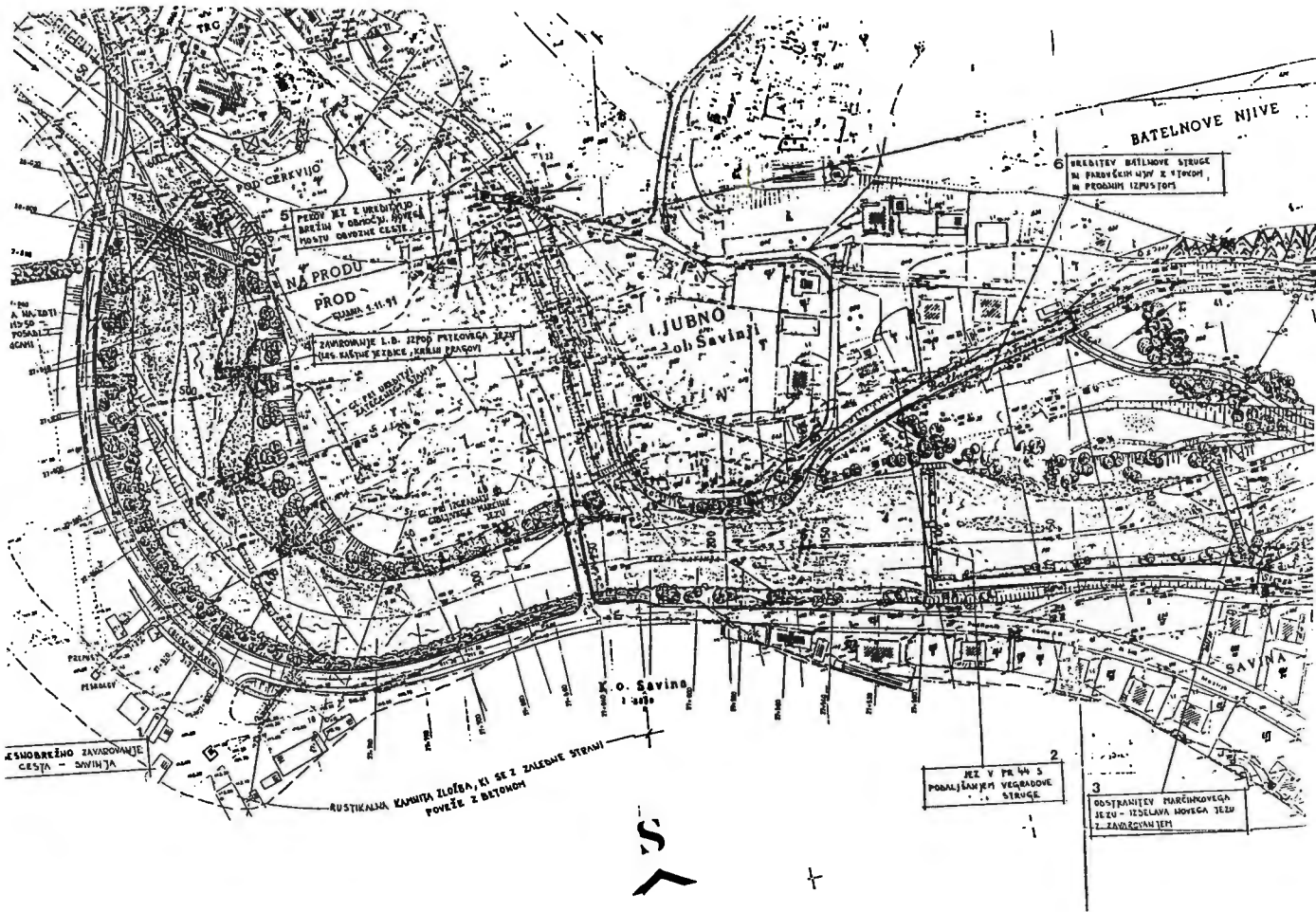
POPLAVNE POVRŠINE NA LJUBNEM V ODVISNOSTI OD PRETOKOV



Zagotovitev optimalne varnosti pred visoko vodo

Varnost pred visoko vodo ter dinamična stabilnost pretočnega prereza sta osnovna cilja, ki smo ju želeli doseči pri načrtovanju ureditve Savinje. Osnovni pogoj za zagotovitev poplavne varnosti je dovolj velik pretočni prerez. Ta je omejen z naravnimi pogoji nivelete dna Savinje (potek na daljšem odseku) na eni strani ter prostorom, ki ga dopušča obstoječa urbanizacija na drugi strani. Kot osnovni pristop smo analizirali dve možnosti. Po prvi se skupa s sanacijo obstoječega stanja zagotoviti optimalno prevodnost Savinje v območju Ljubnega. Z ohranitvijo Marčinkovega jezua, edine jezovne zgradbe, ki je Savinja ni porušila, ni možno zagotoviti željene poplavne varnosti. Vendar je ta ureditev vseeno kakovosten preskok v primerjavi s stanjem pred ujmo. Sčasoma bi se zaradi zaraščanja in zaprojevanja pozitiven vpliv ureditve zmanjšal. Pri zmanjšanem padcu dna vodotoka ne moremo ugotoviti dinamično dovolj aktivnega prereza, ki bi pogojeval normalen pretok plavin.

Kot alternativni predlog smo obravnavali odstranitev Marčinkovega jezua, torej poseg, ki edini omogoča vzpostavitev naravnega padca Savinje. Ta ukrep edini zagotavlja minimalno zahte-



vano varnost pred visoko vodo, hkrati pa omogoča izvedbo dinamično stabilnega pretočnega prereza, pri katerem je zagotovljena dovolj velika premestitvena zmogljivost vodotoka.

Ohranitev krajinske in naravne podobe Savinje

Pri ureditvi korita smo v osnovi predvideli prečne objekte (pragovi, krila, jezbece), katerih osnovni namen je usmerjanje vode ter stabilizacija vzdolžnega profila. Klasična vzdolžna zavarovanja smo predvideli le kot sekundarni ukrep. Pragovi, krila in jezbece so predvideni iz lesenih kaštnih zgradb ali skal, in sicer v velikosti, ki kljubuje porivni sili vode. Biotehnično zavarovanje smiselno dopolnjuje tehnične ukrepe (vegetativne pregrade, zaščita prodišč in tavišč, zmanjševanje hitrosti vodnega toka na inundacijskih površinah, zadrževanje voda na poplavnih območjih...).

Izbira zavarovanj omogoča razčlenjenost dna in brežin. Hkrati se z ohranitvijo naravnega dna in izvedbo novo lociranih pragov zagotavlja razgibanost vodnega toka (prehodi iz mirnega toka v deroči tok in obratno, oblikovanje vodnih zrcal...). Prečni objekti bodo spodbujali tvorbo tolmunov. Z upoštevanjem vegetativne zaščite se bodo razmere za življenje v vodi v primerjavi s sedanjim stanjem celo izboljšale. Prav tako bo z ureditvijo poudarjen rekreacijsko-turistični pomen Savinje.

Ohranitev energetskega potenciala Savinje

Energetski potencial Savinje je možno ohraniti na dva načina. Zaradi poglobitve dna je treba podaljšati obstoječe "struge" (mlinščice) ali pa namesto fiksnih jezov predvideti objekte z gibljivo krono. Z energetskega gledišča smo ugotovili, da ukrepa nista ekonomsko upravičena.

Drugi posredni vplivi

S predlagano ureditvijo je možno zagotoviti gravitacijski odvod zalednih vod in normalno dimenzioniranje kanalizacijskega omrežja. Prav tako je možno optimalno vklopiti v prostor nove infrastrukturne objekte. Zaradi znižanja pogostih visokih vod se bosta vrednost objektov in zemljišč v bližini Savinje povečali.

Enak pristop kot v Ljubnem smo uporabili pri načrtovanju ureditve Savinje v območju vseh naselij oziroma vodnih vozlišč, ki smo jih obdelovali na Vodnogospodarskem inštitutu.

GEOEKOLOŠKE ZNAČILNOSTI IN GROŽNJE PRIHODNIJH KATASTROF V POREČJU SAVINJE

Tragične posledice poplav 1. novembra 1990. leta so bile velika izkušnja za vse, ki se ukvarjamo s poplavami v Sloveniji. V prispevku so na osnovi geoekoloških značilnosti te poplave predstavljene nekatere napake, ki so še povečale posledice, in nevarnosti, ki nam grozijo, če teh napak ne bomo odpravili.

Vsi pojavi v pokrajini so z različno močnimi in različno usmerjenimi odnosi medsebojno povezani, tako da je vzpostavljeno nekakšno labilno ravnovesje. Zanj je med drugim značilno menjavanje obdobji relativnega mirovanja, ko se procesi odvijajo z minimalno intenzivnostjo, in kratkotrajnih obdobji zelo burnega dogajanja, ki ga družba v določenih okoliščinah občuti kot naravno katastrofo (Natek, 1991, 72).

Tudi porečje Savinje, od Logarske doline do Zidanega Mostu, je, zlasti v sončnem vremenu, izjemno slikovito in nas navdaja z varljivim občutkom trdnosti in nespremenljivosti, zlasti naravnih pokrajinskih elementov.

Katastrofalne poplave 1. novembra 1990 so nam na zelo krut način omogočile, da se otresemo lažnega občutka stabilnosti in superiornosti nad naravo. Ali smo to priložnost izkoristili?

Posamezni pokrajinski elementi so zelo različno prispevali k pojavu katastrofalnih poplav. Iz obsežnega kompleksa učinkov so v referatu izpostavljeni samo geomorfološki učinki, ki so bili ob teh poplavah zelo izraziti in v nekaterih primerih celo senzacionalni. Nadalje je treba poudariti še razliko med učinki samimi in škodo, ki so jo le-ti povzročili. Na obseg škode pa je poleg naravnih procesov bistveno vplival še človek s premalo domišljenim delovanjem v pokrajini. Zelo pomembno je, da ta dva vidika razlikujemo, saj je ob zadnji katastrofi človek z napačnim ravnanjem povzročil več škode, kot bi jo zmogli naravni procesi sami!

Od številnih primerov, ki to dokazujejo, sta v referatu predstavljena samo dva najočitnejša: plazovi v Zgornji Savinjski dolini in poplave v Spodnji Savinjski dolini.

Plazovi v Zgornji Savinjski dolini

Za večino ljudi so bili veliki plazovi v Zgornji Savinjski dolini zelo nenavaden pojav, ki ga niso pričakovali, in celo strokovnjaki nismo dovolj poznali tega območja, da bi jih mogli napovedati. Že površna geomorfološka analiza terena po katastrofi je odkrila številne sledove starejših plazov. Plaz v Raduhi je nastal celo na mestu starejšega plazu, ki se je sprožil pred nekaj stoletji (ledinsko ime Pekel), v njegovi neposredni bližini pa sem južno od njega našel v gozdu nad Koželjevo kmetijo še večji, okrog 400 m širok plaz (Natek, 1990 a).

Ti veliki plazovi so sestavni del počasnega plazenja periglacialnega drobirja v poglabljajoče se doline in na njihov pojav človek ne more bistveno vplivati. Za razliko od osrednjega dela Savinjskih Alp, Dleskovške planote nad Podvolovjekom, Raduhe in Golt, ki so zgrajeni iz triasnih apnencev in dolomitov, na katerih je tega drobirja bistveno manj, je na andezitnih tufih, ki se raztezajo v porečju Lučnice in Ljubnice ter deloma v porečju Drete, tega drobirja na pobočjih tudi več metrov na debelo. Poleg tega je za te vulkanske kamnine značilna plastovitost in pretrtost, kar je ugodno za nastanek globjih plazov. Drobir je nastal v zadnji ledeni dobi z mehaničnimi preperevanjem v območju nad zgornjo gozdno mejo, ki je takrat ležala v nadmorski višini okrog 600 m. Od konca ledene dobe pred okrog 12 000 leti dalje se ta drobir z večjimi ali manjšimi plazovi ter z rečnim transportom po strmih grapah premika navzdol proti glavni dolini. Ko je to površje porasel gozd, se je ta proces močno upočasnil, nikakor pa ni prenehal, o čemer pričajo zadnji veliki plazovi, ki so se sprožili sredi gozdnih pobočij.

Starejša poselitev pokrajine se je kritičnim mestom znala uspešno izogniti. Tudi ob zadnji katastrofi ni bila prizadeta nobena starejša samotna kmetija niti starejša vaška jedra. Z izkušnjami pridobljeno znanje o zakonitostih naravnih procesov se je namreč prenašalo iz roda v rod in neposredno uporabljalo pri izboru lokacij za naselbine, pri izboru primerne rabe tal ipd. Novejša poselitev se zaradi nepoznavanja teh zakonitosti nanje ni ozirala, zaradi česar so plazovi zasuli nekaj stanovanjskih hiš. Uspešna sanacija ob zadnji ujmi nastalih plazov ne bo prav nič zmanjšala verjetnosti pojava podobnih plazov ob naslednji ujmi na drugih lokacijah.

Poplave v Spodnji Savinjski dolini

Pred obsežnimi regulacijami Savinje v letih 1876-1893 in regulacijami nekaterih njenih pritokov (Ložnica 1953-1964, Trnavca 1959-1968, Bolska 1964-1968 itd.) je bilo v območju ravninskega sveta okrog 40 km² poplavnega sveta, ki je bil zaradi stalne nevarnosti poplav skoraj neposeljen (razen mlinov in žag ter seveda Celja, ki je nastalo na slabo izbrani lokaciji rimske Celeie). Ob večjih poplavah je to veliko območje neposeljenega sveta delovalo kot ogromen zadrževalnik poplavne vode, saj je lahko zadržalo prek 40 milijonov m³ poplavne vode.

Regulacije so zmanjšale obseg tega "naravnega zadrževalnika" na samo nekaj kvadratnih kilometrov, izgradnja sklenjenih protipoplavnih nasipov na obeh straneh Savinje tik ob strugi pa je zapečatila usodo Celja, ki ga odtlej skoraj ni bilo več mogoče ubraniti pred poplavami. Če upoštevamo še dejstvo, da so poplave ob Savinji hudourniškega tipa, kjer poleg visoke, hitro tekoče vode pustošijo še ogromne množine rečnega drobirja (Natek, 1979, 22), je jasno, da je bila takšna zaščita Spodnje Savinjske doline že v zasnovi problematična.

Propad mlinarstva in žagarstva ob Savinji (samo na območju Spodnje Savinjske doline je v nekaj desetletjih, od 1918 do 1964, propadlo 87 % od 306 nekdanjih vodnih obratov - Natek, 1979, 62), ki je bil vezan na številne lesene jezove, je še pospešil dotok drobirja v Spodnjo Savinjsko dolino. Regulacija Savinje je na odseku od Polzele navzdol povzročila poglobitev struge za več metrov; med drugim je to pred leti porušilo most na glavni cesti Ljubljana - Celje v Latkovi vasi ter prestavilo območje akumulacije rečnega materiala v Celje in njegovo neposredno okolico (Marinček, 1991, 61). Povečanje hitrosti vodnega odtoka je hkrati izostrilo konico visokovodnega vala na Savinji ter bistveno povečalo rušilno moč Savinje, ki je ob zadnji poplavi dosegla skoraj neverjetne učinke. Zlasti sklenjena nasipa vzdolž obeh bregov Savinje, ki med drugim varujeta tudi več kot 10 km² gmajn in slabo rodovitnega sveta, sta povsem onemogočila delovanje tega naravnega zadrževalnika poplavne vode vzdolž reke. Namesto da je voda opustošila 7 km² urbaniziranih površin in povzročila neprecenljivo škodo, bi lahko v kritičnih urah najvišjih pretokov v teh naravnih zadrževalnikih brez večjih težav in škode zadržali 200-300 milijonov m³ vode. To pa je bil tisti presežek vode ob maksimalnem pretoku 1208 m³/s (Celje, 1. 11. 1990), ki je po Marinčkovem mnenju prebil nasip ob strugi Savinje pod Kasazami in udaril naravnost v mesto (10-15 % takratnega pretoka; Marinček, 1991, 63). V najbolj kritičnih urah je skozi Celje odtekalo okrog 4,3 milijonov m³ vode na uro. Če bi pustili, da se ta voda razlije na 16 km² poplavnega sveta ob Savinji med Latkovo vasjo in Celjem, bi lahko, računsko gledano, zadržali celoten maksimalni odtok za cele štiri ure, kar bi povsem zadoščalo, da Celje sploh ne bi bilo poplavljen. Ker je v vodnem gospodarstvu doslej močno prevladovalo podcenjevanje možnosti zadrževanja poplavne vode v naravnih zadrževalnikih (Rajar, 1991, 35), se tudi naravnega zadrževalnika v Spodnji Savinjski dolini ni upoštevalo pri vodnogospodarskih ureditvah.

To grenko izkušnjo bo nujno treba upoštevati pri nadaljnjem varovanju Celja in okolice pred poplavami in zagotoviti tehnične možnosti, da bo ob prihodnji ujmi možno v kritičnih urah načrtno odvajati del maksimalnih voda v ta naravni zadrževalnik in s tem tudi ob podobni ujmi zadržati pretok Savinje skozi Celje v mejah zmogljivosti današnje struge (Natek, 1990b, 5).

Prav gotovo je možno nasipe ob Savinji preurediti tako, da bi na neki način (npr. z zapornicami) izkoristili te naravne zadrževalnike za odvajanje presežkov poplavnih vod nad kritičnim pretokom v Celju. S tem bi, po mojem mnenju, precej zmanjšali nevarnost katastrofalnih poplav v Celju in okolici. Obstoječi nasipi so ob zadnji katastrofi v glavnem vzdržali in bi jih lahko brez večjih preureditev še naprej uporabljali za zadrževanje "običajnih", nižjih poplavnih voda, ki pa Celja tako ali tako ne dosežejo.

Zelo veliko škode so v Celju in v celi Zgornji Savinjski dolini povzročili premajhni prepusti mostov in premeri cestnih prepustov. Pri dimenzioniranju cestnih prepustov načrtovalci sploh niso upoštevali, da so neznatni potočki pravzaprav divji hudourniki, ki so v nekaj minutah povsem zatrpali prepuste s kamnitim drobirjem in vejami. Na glavni cesti Letuš-Luče si je lahko po poplavi vsakdo ogledal na desetine mest, kjer je voda zamašila prepuste in uničila cesto, ko je bila prisiljena teči čez njo.

Drevje, ki je v Celju zamašilo mostova na Otoku in v Mestni park, je precej dvignilo gladino Savinje in povečalo tok poplavne vode skozi Celje (Natek, 1990, 74; Breznik, 1991, 54; Marinček, 1991, 64). Tudi večina mostov v Zgornji Savinjski dolini se je porušila zaradi zamašitve profila z drevjem in vejevjem. Toda, ali je zaradi neustrezno projektiranih mostov res treba uničiti vso naravno vegetacijo ob naših vodotokih (Breznik, 1991, 54), ali pa bi morda

morali način gradnje mostov prilagoditi hudourniškemu značaju naših voda, kot se npr. dogaja ob gradnji novih mostov v Zgornji Savinjski dolini?

Kljub temu da se v razpravah o posledicah poplav 1990. leta v Celju zelo poudarja, da so bile te poplave popolnoma drugačne od poplav Hudinje, ki so junija 1954. leta prav tako opustošile Celje (Melik in sod., 1954), se pri iskanju rešitev za dokončno zaščito Celja pred poplavami ne sme prezreti možnosti kombiniranega pojava poplav Savinje in Hudinje v Celju. Ob novembrski poplavi 1990. leta je bila pravzaprav srečna okoliščina, da je območje najmočnejših padavin segalo tudi izven porečja Savinje, zlasti na zahodni strani v porečji Kamniške Bistrice in Sore (Pristov, 1990, 12-13). Če bi območje maksimalnih padavin segalo le nekaj deset kilometrov vzhodneje in bi zajelo še povirne dele Pake in Hudinje, ki so prav tako kot svet okrog Ljubnega in Luč zgrajeni iz neprepustnih kamnin, s hudourniški potoki in strmimi pobočji, bi morda tokrat v Celju doživeli celo tisočletno katastrofo. Računanje na verjetnost, da visokovodni valovi Savinje, Hudinje in Voglajne ob prihodnji poplavi ne bodo sovpadali, je zelo tvegano špekuliranje (Rajar, 1991, 37).

Kritičen pogled na "neizbežnost" poplav v Spodnji Savinjski dolini seveda ne obremenjuje zgolj vodarjev, saj je hipotetični zadrževalnik ob Savinji, enako kot drugod po Sloveniji že precej zaseden z nenačrtno urbanizacijo, gospodarskimi objekti in obdelovalnimi površinami, ki jih je zdaj treba varovati pred poplavami. Tu je res že veliko zamujenega, vendar pa bi lahko Spodnja Savinjska dolina, ob določenih kompenzacijah, odigrala ključno vlogo v trajni obrambi Celja pred katastrofalnimi poplavami. Zavedati pa se moramo, da v zelo gosto naseljeni in intenzivno obdelani dolini, skozi katero načrtujejo še avtomobilsko cesto, tudi logi in gmajne ob Savinji niso prazen, za nikogar zanimiv prostor, v katerem se lahko brez težav rešujejo usodni problemi drugih.

- Breznik, M., 1991. Poplave v novembru 1990 - analize, kritika, naloge. Vodna ujma "Slovenija - november 1990". Zbornik referatov, 43-57, Slovenj Gradec.
- Marinček, M., 1991. Poplava v Celju. Vodna ujma "Slovenija - november 1990". Zbornik referatov, 58-65, Slovenj Gradec.
- Melik, A. in sod., 1954. Povodenj okrog Celja junija 1954. Geografski vestnik 26, 3-58, Ljubljana.
- Natek, K., 1990a. Plazovi v Gornji Savinjski dolini. Ujma 5, 62-65, Ljubljana.
- Natek, K., 1990b. Upoštevajmo naravne danosti in izkušnje prejšnjih rodov. Delo, Znanje za razvoj. 21. 11. 1990, str. 5, Ljubljana.
- Natek, K., 1991. Geomorfološki učinki poplav 1. novembra 1990 v Savinjski dolini. Geografija v šoli 1, 72-75, Ljubljana.
- Natek, M., 1979. Poplavna območja v Spodnji Savinjski dolini. Geografski zbornik 18, 7-91, Ljubljana.
- Natek, M., 1990. Nekateri vidiki in učinki povodnji v Spodnji Savinjski dolini 1. novembra 1990. Ujma 5, 66-76, Ljubljana.
- Pristov, J., 1990. Razporeditev padavin in njihov vpliv na poplave 1990. Ujma 5, 10-15, Ljubljana.
- Rajar, R., 1991. Ali so vodarji res glavni krivci poplav in škode? Vodna ujma "Slovenija - november 1990". Zbornik referatov, 32-42, Slovenj Gradec.

NOVI PRISTOPI PRI ANALIZI ODTOČNEGA REŽIMA VISOKIH VOD SAVINJE

Vsak poseg v vodni režim povzroči večje ali manjše posledice gorvodno in nizvodno. S posegi, s katerimi želimo povečati poplavno varnost določenih območij, ponavadi dodatno ogrozimo nizvodna območja. To je treba upoštevati. Prav tako je treba pri proučevanju upoštevati širši vodni prostor, ki poleg osnovnih strug vodotokov vključuje tudi občasno poplavljen obrežja ter erozijska žarišča. V tem članku je opisan pristop, ki celoviteje hidrološko in hidravlično obravnava režim Savinje, in ki ga omogoča računalniško podprto matematično modeliranje. Rezultati takih analiz so objektivnejša osnova za pravilnejše gospodarjenje s prostorom, tako v pogledu varovanja okolja kot tudi ekonomike vlaganj v vodnem gospodarstvu.

Uvod

Vodna ujma 1. in 2. novembra 1990 je povzročila veliko škodo v povodju Savinje. Samo na vodnogospodarskih objektih je bila ocenjena na več kot 1,5 milijarde tolarjev.

Pokazalo se je, da dosedanji ukrepi niso zadostni in da so še naprej potrebna vlaganja v zaščito pred škodljivim delovanjem voda.

Poleg naporov, da bi sanirali porušene vodnogospodarske objekte, se poskušamo na posameznih območjih nekoliko drugače lotiti zagotavljanja ustrežnejše poplavne varnosti. Visoke vode novembra 1990, kakršnih sicer v tem stoletju res še ni bilo, so ponovno pokazale, da za njihov odvod ne zadoščajo le osnovne struge, ampak je potreben širši prostor ob njih. Žal je zaradi nekoliko mirnejšega obdobja po drugi svetovni vojni pa tja do konca 70. let človek vse bolj poseljeval te površine in gradil na njih gospodarske objekte.

Da bi bili naši ukrepi čim bolj uspešni, smo najprej poskušali spoznati odtočni režim Savinje in pretekla dogajanja na povodju.

Kratek hidrografske opis povodja Savinje

Savinja izvira pod Okrešljem v Logarski dolini. V davnih časih se je izlivala v Panonsko morje, ki je segalo do sedanje Celjske kotline. Poznejši tektonski dogodki so to preprečili, tako si je morala utreti novo pot skozi posavske gube v Savo. Njen tok je sedaj dolg 98 km. Po naravi je hudourniška reka. Tega značaja se ne iznebi do izliva v Savo, saj ima tak značaj tudi pretežna večina potokov. Savinja zbira vode s povodja, ki obsega okrog 1800 km².

V zgornjem toku, ki sega nekako do Ljubnega, teče po ozki in skalnati zgornjesavinjski soteski, omejeni s strmimi apnenčastimi Savinjskimi Alpami ter Karavankami iz starejših kamenin. Vanjo se izlivajo hudourniški pritoki, med največjima sta Lučnica in Ljubnica, ter se iztekajo številni hudourniški jarki. Naj naštejemo nekatere: Ložekarjev graben iz Matkovega Kota, Klobasa iz Podolševe, Bela iz Robanovega Kota, Dupeljnik izpod Raduhe, Trbiški graben idr. Na skoraj vseh večjih pritokih so zgrajeni prodni zadrževalniki, v njih se zadržujeta grušč in prod. Na odseku med Ljubnim in Letušem ima režim Savinje značilnosti srednjega toka hudourniškega vodotoka. Pod Ljubnim se dolina razširi, vendar se še dvakrat močno zoži: pod Nazarji ter pod Mozirjem. Nad zožitvama sta se tako ustvarili dve prodni ravnici. Tu je struga Savinje vrezana v lastni prodni nanos. Med Nazarjami in Grušovljami se je do danes ohranil naravni režim Savinje. Osnovno korito se tu še vedno včasih ob visoki vodi prestavi. V Nazarjah Savinja združi vode s pomembnim pritokom Dreto, ki izvira pod Veliko Planino kot Lučnica, samo na vzhodni strani. Dreta je ustvarila pod Gornjim Gradom kar prostrano dolino, ki teče skoraj vzporedno s Savinjino.

Ko se Savinja prerine v Soteski nad Letušem skozi ožino, začne vijugati po Spodnji Savinjski dolini. Pred velikimi regulacijskimi deli ob koncu prejšnjega stoletja je bilo to vijuganje dosti izrazitejše. Ob visokih vodah je Savinja preplavljala svet tudi več kot kilometer levo in desno od svoje osnovne struge. Pod Šempetrom teče Savinja ob južnem robu doline ob skalni prelomnici posavskih gub. Med Letušem in Polzelo ter Ločico in Šeščami teče v lastnem prodnem nanosu, na ostalih delih pa se je struga poglobila do skalne osnove. Pod Celjem je do Zidanega mostu struga Savinje spet utesnjena in strmějša, kar je za spodnji tok neobičajno. Tik pod Letušem se pridruži Savinji pomemben pritok Paka s severa, pri Šempetru pa z desne strani Bolska. Pri Celju se izliva v Savinjo Voglajna s Hudinjo, ki je bila leta 1954 glavni povzročitelj poplav. Na zahodnem robu Celja se v Savinjo izliva Ložnica. Pod Celjem sta pomembnejša pritoka še Lahomnica pri Laškem ter Gračnica pri Rimskih Toplicah.

Meteorološke in hidrološke značilnosti povodja

Podrobnejše analize meteoroloških in hidroloških pojavov in izmerjenih podatkov so oziroma bodo opravili drugi strokovnjaki, v tem članku le nekaj značilnosti, ki nam pomagajo osvetliti dogodke.

Značilna tipa padavinskih situacij

Za povodje Savinje sta značilna dva tipa kritičnih vremenskih situacij:

a) *jesensko-zimski tip*

Pretežni del povodja Savinje tvorita alpski svet in Karavanke, kjer pade relativno dosti padavin, do 2100 mm na leto, saj se tu zadnjikrat razbremenjujejo atlantske fronte. Tudi nižje posavske gube na južnem delu povodja imajo podoben značaj. Te situacije nastopajo predvsem pozno jeseni ali na začetku zimskega časa, če so temperature relativno visoke in v Savinjskih Alpah ne sneži. Relativno široko padavinsko območje, ki nastane, in padavine, ki trajajo tudi nekaj dni, najprej namočijo zemljišče. Če njihova intenzivnost naraste proti koncu dogodka (delna ohladitev vlažnih gmot), nastopijo t. i. "Miklavževe vode", ki povzročijo poplave. V zadnjem obdobju se je to zgodilo 9. oktobra 1980 in seveda 1. novembra 1990.

b) *poletni tip*

Takšen razvoj je možen predvsem na obrobju Celjske kotline, padavinsko območje je manjše, intenzivnost padavin je dosti večja, trajanje pa je krajše. Tak razvoj je povzročil katastrofalno visoke vode Hudinje in poplavo v Celju 5. junija 1954, poplave v povodju Voglajne leta 1988 ter 19. avgusta 1989 v povodju Lahomnice, ki se izliva v Savinjo pod Laškim.

Zadnji visokovodni val Savinje v letu 1990 je povzročil predvsem intenzivni zaključek padavin jesensko-zimskega tipa v povodjih pritokov Lučnice, Ljubnice, Ljubije ter Florjanskega potoka, ki je bil po intenzivnosti podoben že poletnemu tipu.

Pretekla dogajanja in vpliv na režim odtoka

Človekovi posegi v daljši preteklosti

Struga Savinje od Logarske doline do Nazarj in pritoki na tem območju imajo še pretežno naravne struge. Do nedavna so bili umetni objekti le leseni kaštni jezovi, od njih pa so bile speljane struge do mlinov in žag.

Zaradi intenzivne poselitve pribrežnih zemljišč na prodnih ravninah na Ljubnem, v Nazarjih ter v Mozirju, predvsem v zadnjih 20 letih, pa je zahteva po protipoplavni zaščiti vedno večja. Tako je bila izvedena regulacija Savinje skozi Nazarje.

Že v zadnji četrtini prejšnjega stoletja so bili izdelani regulacijski načrti Savinje od prihove pod Nazarji do Levca pri Celju. Predvidena dela med Letušem in Levcem so do konca stoletja tudi izvedli. Tako je bila do takrat naravna in relativno plitva struga Savinje, vrezana v lasten aluvialni prodni nanos, precej izravnana. Zlasti ob levem bregu, žal tik ob koritu, so bili zgrajeni protipoplavni nasipi, v katerih pa so bile puščene odprtine (ponižani deli nasipov). Po vsej verjetnosti so zaščitili kmetijska zemljišča Spodnje Savinjske doline pred okrog 20-letnimi vodami. Naselja so bila takrat praviloma izven poplavnih območij, tudi manj verjetnih oziroma manj pogostih visokih vod, kot so 20-letne. Ohranili pa so jezove: zgornji in spodnji letuški jez ter Podvinski jez.

Skrajšanje struge je povzročilo stalno poglobljanje le-te, zlasti med Letušem in Šempetrom, tako so še pred drugo svetovno vojno zgradili dva dodatna jezova, na Polzeli in pri Šempetru. Med Šempetrom in Celjem je Savinja začela zasipavati svojo strugo, saj so se omenjena regulacijska dela končala pri Levcu. Ovinek pod celjskim gradom, skalni prag pri bivši Grenadirjevi brvi na Polulah ter še nekatere druge nizvodne ovire so krepko zavirale odtok voda Savinje. V celju so se torej razmere poslabšale.

Zlasti po drugi svetovni vojni so se ti predeli začeli naglo urbanizirati kot posledica naglega gospodarskega razvoja in tudi tega, da visoke vode v tem obdobju niso bile pogost pojav. Ob Savinji se je širila gradnja predvsem v Medlogu in Liscah ter na Polulah. Tudi gorvodni kraji: Petrovče, Dobriša vas, Vrbje, Roje, Dobrteša vas, če pogledamo le do Šempetra, so se širili predvsem proti Savinji. Iz sramežljivih vikendskih so nastala mešana naselja v Ločici, v Preserjih in Letušu. Polzela se je razširila na oba bregova.

Posledica ureditve "celjskega vodnega vozlišča" in še nekaterih gorvodnih ukrepov je poglobljanje korita Savinje tudi med Šempetrom in Celjem. Tu se je v zadnjem času korito poglobilo za 1 meter, med Šempetrom in Letušem pa je ponekod globlje tudi do 3 metre.

Tako je pretočna sposobnost korita sedaj večja, kot je bilo prvotno načrtovano. V povprečju je sposobno prevajati 50- do 100-letne vode. vendar je namesto prvotnih 2,5 do 3 metre sedaj globoko 5 metrov in več. Torej je vodna energija dosti večja, posledica pa so vse bolj pogoste porušitve jezov in nasipov. Tako smo vode Savinje utesnili delno sami z izgradnjo nasipov tik ob strugi, delno pa se je s poglobljanjem svoje struge Savinja utesnila sama.

Pristop k analizi odtočnega režima visokih vod Savinje

Medtem ko smo v Zgornji Savinjski dolini začeli sanirati poškodbe in zagotavljati večjo poplavno varnost pozidanih zemljišč z delnimi ukrepi na Ljubnem, v Nazarjih in v Mozirju, smo se v Spodnji Savinjski dolini lotili celovite obravnave prostora, da bi našli rešitev za ustrežnejšo protipoplavno zaščito. Pomagali smo si z matematičnim hidravličnim modelom.

Cilji proučevanj

Z modelom smo hoteli preveriti vpliv poplavnih območij na sploščitev visokovodnih valov pri Celju ter dejansko sovpadanje valov važnejših pritokov. Kot je znano, je visoka voda zajela dosti večje območje, kot so osnovne struge, in poplavila več naselij. Nadalje smo poskusili izločiti naseljene površine in jih nadomestiti z ugodnejšim časovnim potekom preplavljanja. Pri tem smo, da bi tudi tem površinam zagotovili varnost, začeli s preplavljanjem pri pretokih Savinje, ki so večji od 20-letnih vod. Simulirali smo tudi učinek možnih zadrževalnikov nad obravnavanim območjem.

Kratek opis modela

Izbrali smo kvazidvodimezijski matematični model z mrežo kanalov za simulacijo nestalnega toka MIKE11, ki ga je razvil Danish Hydraulics Institute iz Horsholma. Deluje tako v mirnem kot v deročem režimu toka. Tok po poplavnih območjih ponazorimo z mrežo strug. Znotraj posameznih strug-kanalov uporablja popolni ST. Venantovi parcialni diferencialni enačbi, ki že precej natančno fizikalno ponazarjata nestalni tok v eni smeri:

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

in

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\alpha Q^2/S)}{\partial x} + g S \frac{\partial h}{\partial x} = g S (I_0 - I)$$

Rešuje pa ju po metodi končnih razlik.

Povezavo teh strug prek stičišč-vozišč pa ponazarja z dodatno kontinuitetno enačbo:

$$aH + b z1 + c Q1 + d z2 + e Q2 + \dots = X \quad (X = z \text{ ali } Q)$$

Računsko območje

Območje obravnave je obsegalo Savinjo od Letuša do Celja s poplavnimi površinami ob levem in desnem bregu ter važnejše pritoke Pako, Bolsko ter Ložnico. Upoštevali smo tudi manjše pritoke, ki dotekajo iz posavskih gub in se ne izlivajo v Bolsko. Vse to smo združili v eno računsko območje.

Umerjanje modela

Model smo umerili s simulacijo visoke vode novembra 1990, o kateri smo poleg robnih pogojev poznali tudi večje število podatkov o maksimalnih gladinah v strugi in na poplavljenih pribrežnih zemljiščih. Model smo nato verificirali s simulacijo še drugih dogodkov: visoke vode oktobra 1980 ter manjše visoke vode novembra 1982, da bi preverili obnašanje modela tudi ob minimalnem izlivanju vode iz struge.

Različne simulacije

Za znana in verjetna hidrološka stanja smo simulirali različne pogoje toka:

- tok samo po osnovnih strugah,
- vključevanje različnih delov poplavnih-retencijskih površin,
- časovno varirali vključevanje teh površin,
- upoštevali učinke možnih zadrževalnikov gorvodno.

Sklepi

Po simulacijah različnih možnih stanj, upošteva je tudi različne možne nastope verjetnih 100-letnih valov (ti se vsaj po konici ne razlikujejo dosti od vala novembra 1990), smo prišli do naslednjih zaključkov:

- a) Prelivanje vod Savinje in pritokov na poplavna območja je ugodno sploščilo visokovodni val pri Celju, zlasti ker se je voda prelila dokaj pozno. Takrat je na več mestih prebila nasipe: pod Letušem, pri Šempetru in pri Kasazah. Če ne bi prišlo do tega, bi bila katastrofa v Celju dosti hujša, četudi bi bile zamašitve mostov s plavajočimi plavinami manjše.
- b) Prevodna sposobnost korita Savinje je precej večja, kot je bila pred desetletji, saj se je na celotnem obravnavanem odseku poglobilo. zato tudi vedno težje prenaša razdiralno moč visokih vod.
- c) Poplavne površine in njihov zadrževalni značaj je vsekakor treba ohraniti.
- d) Možno je izločiti zazidane površine in z boljšo regulacijo preplavitev doseči podoben učinek.
- e) Gosto poseljeno povodje ne omogoča več posameznih učinkovitih ukrepov. Izboljšanje je možno doseči le z več manjšimi ukrepi; sem spadajo tudi manjši zadrževalniki na pritokih Savinje.

ZMANJŠANJE NEVARNOSTI POPLAV V ŠKOFJI LOKI NA SOTOČJU SELŠKE IN POLJANSKE SORE

Sora je hidrološko labilna reka. Povodje je široko in razvejano ter precej zaraščeno ter hkrati slabo prepustno. Razprostira se v višinskem pasu, kjer pride zaradi otoplitev do naglega taljenja snega. Povodje meji na obmorsko klimatsko cono, zaradi česar lahko pride pri prehodu vremenskih front do nepredvidljivih pojavov v atmosferi, ki so vzrok nepričakovane količine padavin.

Nad srednjeloškim sredogorjem se rada sprošča konvertivna oblačnost, kar povzroča lokalne ujme. O tem pričajo stopničasto razporejene aluvialne naplavine v dolinskih ravninah ob vodotokih.

Visoke vode so pogostejše v jesenskem času. Vodne količine na Sori so dokaj dobro obdelane. Zaenkrat veljajo naslednja hidrološka izhodišča:

$$Q_{100} = 729 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_{50} = 535 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_{10} = 450 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_5 = 366 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Pretok visoke vode 1. 11. 1990 je znašal blizu 100-letnega pretoka, in sicer $Q_{\max} = 687 \text{ m}^3/\text{s}$.

V izdelavi je nova hidrološka obdelava z vključitvijo pretoka z dne 1. 11. 1990. Predvidevajo še, da bo meja teoretične pogostosti potisnjena navzgor.

V predloženem primeru obravnavam odsek Poljanske Sore od Puštalskega gradu nizvodno, odsek Selške Sore od Šeširjevega jezua nizvodno, sotočje obeh Sor in skupno Soro do mostu v Suhi. Obravnavani odseki imajo oznako naravna struga, ki je zlasti v naselju zavarovana z nekaj zidovi in obrežnim kamnometom. V preteklosti izvedeni protierozijski ukrepi so strugo uravnali in stabilizirali, tako da jih je treba obravnavati (izvajati) le po izrednih razmerah.

Obrežna vegetacija je lepo razvita in ponuja zavetje obvodnemu biotopu. Pretok voda je uravnotežen, kar je pripisati obliki padca in velikosti pretočnega profila.

Vzroki za površinsko preplavljanje

Hidravlična prevodnost pretočnega profila je neustrezna, saj struga ni sposobna prevajati visokih vod. Pretočna sposobnost obstoječega profila je še posebno neugodna na odseku okrog 500 m gorvodno od mostu v Suhi.

Občutno zaježitev gladin povzroča sam most v Suhi, saj pretočna polja niso v celoti izkoriščena. Sotočje obeh Sor je hidravlično neugodno oblikovano. Prihaja do izgube energije in zviševanja visokovodnih gladin.

Okormov jez na Selški Sori nad sotočjem stabilizira dno in varuje sistem obrežnih zavarovanj gorvodno. Kljub veliki dolžini prelivnega roba je jez eden od bistvenih povzročiteljev površinskih preplavitev.

Na karti 1 : 5000 je prikazano poplavno območje tega dela Škofje Loke za visoke vode s 100-letno povratno dobo, ki je malenkost večja od visoke vode 1. novembra 1990. Za obravnavano območje je poplavljanje toliko bolj neprijetno, ker prihaja voda iz tal in površinsko.

Voda iz tal

Škodljivo delovanje vode se začne pri nastajanju odtoka po meteorni kanalizaciji. Voda pritiska v naselje iz dveh vzrokov:

- po zakonu o veznih posodah pri izredno visokih vodah v Sori in
- zaradi zaježitve odtoka zaradi visokih voda v Sori.

Večje površinske poplave se začnejo z 20-letno pogostostjo. Voda se razlije iz struge že nad jezom, vanjo pa se težko vrača, ker je struga pod sotočjem prenapolnjena. V zadnjih desetletjih sta bili dve večji poplavi. Druga in do zdaj zadnja je bila 1. novembra 1990.

Vsako leto vsaj 3-krat poplavlja kanalizacija v naselju, predvsem v Demšarjevem nabrežju.

Tudi Sora vsako leto prestopa bregove. Najprej se razlije na desni breg. Ljudje sami različno ukrepajo, da se vsaj delno zavarujejo pred visokimi vodami; največ nevšečnosti je s poplavljanjem kleti.

Za izračun poteka gladin pri raznih pretokih smo izdelali matematični model. V ta namen smo izdelali geodetske meritve, to je poligon, in izmerili prečne profile.

Najprej smo izračunali gladine za obstoječe stanje, nato pa še za predvideno ureditev.

Izboljšanje odtočnih razmer na obravnavanem območju je v bistvu težaven posel, saj je urbanizem prehitel vodnogospodarske ureditve. Kljub temu pa še obstaja nekaj možnosti. To so v prvi vrsti ureditve, ki ne ovirajo in pospešujejo vodne hitrosti:

-
1. preoblikovanje sotočja Selške in Poljanske Sore, seveda z upoštevanjem naravnih in krajinskih kvalitet;
 2. znižanje krone Okornovega jezua za 70 cm, kar še ne bi predstavljalo nevarnosti za kanalizacijo, ki vodi odplake z desnega na levi breg;
 3. izboljšanje odtočnih razmer pri mostu v Suhi z usposobitvijo krajnih pretočnih polj in s povečanjem oz. čiščenjem natočnega profila vodotoka Suhe na razdalji okrog 400 m.

Z izvedbo navedenih ukrepov se znižajo gladine katastrofalnih vod v obravnavanem odseku Poljanske Sore za približno m in na Selški Sori nad Okornovim jezom za približno 80 cm. Zajezitev pri mostu v Suhi se zniža za okrog 1,3 m.

V drugi vrsti pa so to objekti, ki varujejo naselje pred površinskimi poplavami, ki imajo lahko tudi katastrofalen obseg. To so obrambni nasipi in obrambni zidovi. Oboje je potrebno smiselno vklapljati v obstoječe stanje površinske ureditve, seveda z upoštevanjem posledic na nasprotnem bregu.

Za zmanjšanje nevarnosti poplav na obravnavanih odsekih je treba izpeljati ureditvene ukrepe in jih dopolniti z objekti, ki varujejo naselje pred poplavami.

Omenjeni objekti pridejo v poštev zlasti v naselju ob Selški in Poljanski Sori. Ob skupni Sori pa je možno izkoristiti kmetijske površine za poplavno območje in z nasipom po potrebi varovati samo stanovanjske objekte na levem bregu, medtem ko na desnem bregu omejuje poplavno območje dvigajoč teren. Omejeno poplavno območje sega vzdolž Sore do mostu v Suhi. Nizvodno se Sora znova prosto razlije tudi do širine okrog 2 km in pri tem ne ogroža naselij.

Sklep

Zmanjšanje nevarnosti poplav na območju Selške in Poljanske Sore je obdelano v projektu Idejnotehnična ureditev sotočja Selške in Poljanske Sore ter skupne Sore do mostu v Suhi, april 1992.

POPLAVE OB LOGAŠČICI, HOTENJKI IN V HOTENJSKEM RAVNIKU

Opisane so poplave ob Logaščici in Hotenjki ter poplava pri Kalcah 29. januarja 1979.

Pri poplavi Logaščice in Hotenjke je šlo za zastajanje vode pred ponori sredi naselja. Poplavo pri Kalcah je povzročil dvig kraške vode za okrog 70 m, zajela pa je le neposeljeni svet.

Številna melioracijska dela ob potokih kažejo na spremenjen odnos človeka do vode in poplav, poizkuse odpravljanja le-teh ter kratek spomin ali nepoznavanje ekstremnih poplav izven naseljenih krajev.

Povečini je kraško površje brez površinskih vodotokov ter zato tudi brez poplav. Poplave pa so pogoste na stiku površinske in podzemeljske drenažne mreže oziroma ob ponikalnicah. Teh je v Sloveniji na kartah v merilu 1:25 000 okrog 220. Večina ponikalnic odmaka majhna porečja, ki hitro reagirajo na padavine, voda pa tudi hitro odteče z njih.

Če v fluvialnem reliefu z naraščanjem vode v strugi narašča tudi pretok, je v podzemlju za ponori pretok maksimiran, omejen s profili oziroma prepustnostjo podzemnih kanalov. Kljub naraščanju vode in s tem povečevanjem gradienta med ponori in izviri se zaradi številnih nepravilnosti in ovir v podzemnih prevodnikih njihova prevodnost ne poveča.

Kritična točka za nastanek poplav pri ponikalnicah tako ni le ponor, ampak celotni sistem različno oblikovanih kanalov, podzemnih dvoran, podorov in sifonov do samega izvira.

Povečan dotok alogene vode v krasu sprva dvigne gladino kraške vode, oziroma zalije vse votline v bližini ponorov, šele potem začne zastajati tudi na površju. Če je kras poln vode že od prej, ali če se v isti del krasa steka voda še z drugih kraških ali nekraških območij, se kras hitreje zapolni, poplavo pri ponikalnicah pa povzročijo že manjše padavine.

Poplave na krasu lahko nastanejo tudi, kjer gladina podzemne kraške vode dosega površje. Takšne poplave lahko nastopajo daleč stran od vsake površinske vode, če pa so povrh še redke, lahko neprijetno presenetijo.

Ob zahodnem in južnem robu Logaških Rovt in Žibrš, na Logaškem kraškem polju, pri Hotedršici in Hotenjskem ravniku zahodno od Kalca prihaja do poplav obeh tipov.

Namen prispevka je prikazati pojav teh poplav na primeru zadnje močne poplave 29. 1. 1979 in regulacije pri potokih in ponorih potokov Hotenjke in Logaščice.

Rečna mreža

Logaščica odmaka 18,4 km² veliko dolomitno površje Žibrš in Ravnika. Sestavlja jo dvoje večjih potokov, ki se stekata v Gor. Logatcu. Povprečni letni pretok Logaščice je 0,48 m³s⁻¹. Pretok med letom močno niha. Normalna nihanja so od 0,02 - 9,2 m³s⁻¹ (R. Gospodarič, P. Habič, 1976, ob hudem dežju pa pretok naraste tudi do 30 m³s⁻¹).

Hotenjka je ostanek nekdanjega veliko večjega potoka, ki je zaradi zakrasedevanja razpadel v več ločenih ponikalnic. O tem pričajo suhe doline, ki se pod ponori Žejske in Pikeljske vode nadaljujejo do Hotedršice, kjer so se te vode nekdanj zlivale v Hotenjko. Hotenjka odmaka manjše povodje, zato je njen srednji pretok manjši, le 0,14 m³s⁻¹, vendar pa so tudi zanjo značilna velika nihanja. Ob močnih padavinah se ji priključijo tudi druge ponikalnice, ki sicer ponikajo ločeno.

Območje, ki ga odmakata obe reki, grade dolomiti. Na njih je nastal strm grapast relief, le dolini obeh potokov imata nekaj ravnega dna. Pobočja dolin in grap so porasla z gozdom, ta je izkrčen v travnike le po slemenih in planoti Ravnik.

Prst na dolomitu je plitva in peščena rendzina, ki ima majhno retenzijsko sposobnost. Posledica je poletna sušnost kljub veliki količini padavin (okrog 1800 mm), ki padajo tudi poleti. Te prsti tudi niso sposobne zadržati dežja, ki pogosto pade v obliki močnih nalivov.

Hotenjski ravnik, kjer se tudi pojavljajo poplave je brez površinske vode. Kraško vodo lahko dosežemo v Grudnovem breznu pri Kalcah, kjer je njena običajna gladina okrog 60 m pod sedanjim površjem. Z barvanjem je dokazana povezava brezna s ponikalnico Hotenjko, del vode, zlasti tiste ob poplavi, pa verjetno izvira tudi iz obsežnega kraškega masiva Hrušice.

Poplave ob Logaščici in Hotenjki 28. in 29. 1. 1979

Proti koncu januarja 1979 je prišlo na Notranjskem po daljšem obdobju mraza do otoplitve, taljenja snega ter močnih padavin. Po prehodu fronte je dež 29. 1. popoldne prešel v sneg. Maksimum padavin je bil 29. januarja oziroma v noči med 28. in 29. januarjem. V Gor. Logatcu je padlo 84 mm padavin, v Hotedršici pa 78,2 mm. Posledico dežja je bila hitro naraščanje vseh voda in poplave v njihovih fluvialnih dolinah in pred ponori. V Dol. Logatcu je začela voda zastajati že 28. januarja, vendar njena višina še ni bila kritična. Bližnji stanovalci zvečer 28. 1. še niso računali na poplavo. Vodo so začutili šele 29. 1. kmalu po polnoči, ko je vdrla v prve kleti. Voda je potem hitro naraščala, dosegla višek okrog poldneva potem pa začela upadati.

Voda je dosegla koto 475,3 m, in je segala 234 cm čez most med Dol. Logatcem in Martin Hribom. Poplavljenih pa je bilo 25 ha površine. Voda je vdrla v 36 hiš, 60 kleti, 3 gospodarska poslopja ter v kleti 6 blokov (D. Terčič, Logaške Novice 1979/2). V Gornjem Logatcu se je voda razlila iz struge ter vdrla v 7 hiš, zalila pa je tudi 15 kleti. Voda tu ni zastajala.

Podoben potek poplave je bil v Hotedršici. Pretok je hitro narasel, Hotenjki pa se je pridružila še voda Žejskega potoka, ki je pritekala po sicer suhi dolini. Voda je prestopila bregove, tekla med hišami, prečkala regionalno cesto ter se široko razlila pred ponori in za njimi na neposeljenem svetu. Voda se je pojavila v pritličju 10 hiš ter nekaj hlevih ter kozolcih. V naselju je poplavljala izven struge tekoča reka, pred ponori in za njimi zastajajoča voda pa se je razlila po polju.

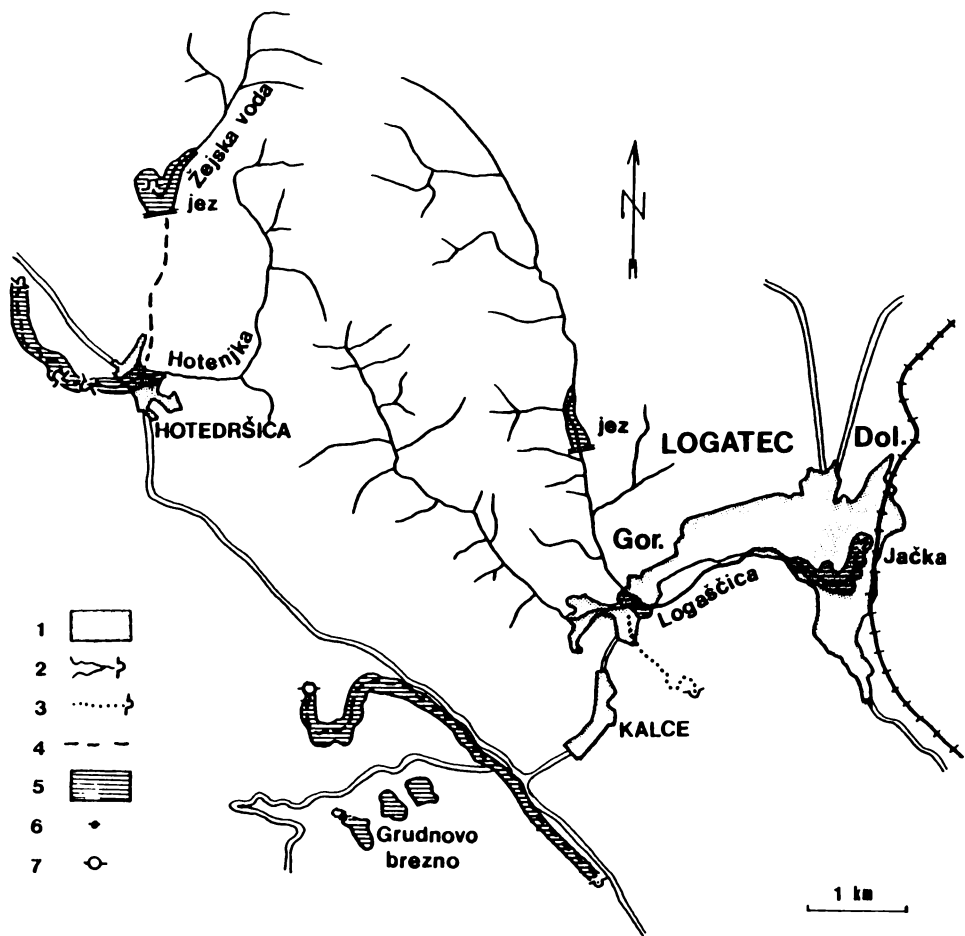
Posebnost te poplave je bila poplava na območju Hotenjskega ravnika zahodno od Kalc, kjer normalno ni površinskih voda. Poplavilo je krog 1 km² površja.

V tem predelu je kraška voda globoko pod površjem, v vodokaznem Grudnovem breznu na koti 435 m pa okrog 60 m pod površjem. Ob poplavi se je dvignila do višine okrog 495 m ter zalila več kraških depresij v Mali Hrušici, tako da je nastalo več ločenih jezer. Jezero pod kmetijo Gruden je bilo ponekod globoko prek 15 m. Vodo je bruhalo Grudnovo brezno, pa tudi številne neprehodne špranje v krasu. Voda je bruhalo tudi iz številnih špranj pri kmetiji Cajnar, tekla v obliki 4 km dolge reke s pretokom do 2 m po ravniku mimo Kalc ter se razlivala in ponikala pod Suho rebrijo pred Grčarevcem.

Poplava v Hotenjskem ravniku zahodno od Kalc se je pojavila ponoči med 28. in 29. januarjem in je trajala do dopoldneva 30. januarja. Na poplavljenem območju k sreči ni naselij ali hiš, tako da ni povzročila večje škode.

Tabela 1: Padavine, pretoki in vodostaji na Hotenjki in Logaščici. Po podatkih HMZ, merjeno na postajah v Gor. Logatcu in Hotedršici.

datum	padavine (mm)		pretoki (m ³ s ⁻¹)	
	Logatec	Hotedršica	Logaščica	Hotenjka
24. 1.	3,8	7,2	0,41	0,16
25. 1.	10,4	16,3	0,27	0,22
26. 1.	1,5	6,7	0,27	0,22
27. 1.	20,1	8,2	0,67	0,73
28. 1.	16,8	62,1	8,74	4,17
29. 1.	84,3	78,2	2,90	2,00
30. 1.	45,4	24,1	2,04	0,64
31. 1.	9,5	2,2	1,34	0,36
skupaj:	191.80	228.50		



Slika 1: Poplava ob Logaščici, Hotenjki in v Hotenjskem ravniku zahodno od Kalce.

Legenda: 1. naselja, 2. rečna mreža ponikalnic in njihovi ponori, 3. stara, v srednjem veku osušena struga Logaščice s ponorom, 4. občasni površinski tokovi in struge, 5. območje poplave 1979, v gornjem toku Logaščice in pod ponori Pikeljske vode so vrisani kasneje zgrajeni zadrževalni jezovi in poplavno območje ob njih, 6. Grudново brezno, 7. izviri pri kmetiji Cajnar v Hotenjskem ravniku.

Odnos do poplavnega sveta

Logaščica poplavlja v gornjem delu aluvialno ravnico. Ta ni poseljena, saj so take poplave pogoste, voda pa tudi hitro odteče. Poplave so povečini v zimski polovici leta, zato na travnikih ni posebne škode. Drugače je v območju Logaškega polja pred ponori. V tem delu si je Logaščica vrezala v dno polja 800 m dolgo kanjonsko dolino, ki se konča s ponori. Skupno ime

doline in ponorov je Jačka. Najnižja točka ponorov je v višini 445 m, okoliška ravnica polja pa 475 m. Ob poplavih zalije voda celo Jačko in del Logatca voda pa je na poseljenem območju ponekod globoka do 2 m.

V srednjem veku so tok Logaščice umetno podaljševali. Mašili so greze in požiralnike v strugi, da bi podaljšali tok potoka zaradi vodne oskrbe in mlinarstva. Kasneje je postal potok, zlasti še Jačka, smetišče. Sprva je voda prinašala velike količine žaganja z žag in ga odlagala pri ponorih, kasneje so vanjo vozili ugaske z železnice. Prek žaganja, katerega plasti so debele prek deset metrov, so nasipali še jalovino iz bližnjega kamnoloma.

Poplave na Logaščici so reden pojav. Po vsakem močnejšem dežju pretok hitro naraste, voda pa začne zastajati pred ponori. Značilno je, da voda hitro naraste do določene višine, potem pa ne narašča več. Te višine so 445 m, 456 m ter okrog 468 m. Kleti in hiše doseže poplava šele v višini okrog 470 m. Vpliv na naraščanje do neke višine in potem stagniranje je verjetno posledica višine kraške vode v krasu nizvodno, pri najvišjih vodah pa zaradi razlivanja po polju.

Po ustnem izročilu domačinov, ki žive ob vodi, so bile poplave v tem stoletju 1905., 1932., 1965., in 1979. leta. Po istem viru poplav v prejšnjem stoletju ni bilo; to je razumljivo, saj v prejšnjem stoletju na poplavnem območju razen nekaj mlinov ni bilo drugih hiš.

Skladno z gradnjo naselja na ogroženem območju in nevarnostjo poplav se spremeni tudi odnos do potoka. Po poplavih, zlasti zaradi vsakokrat večjega števila poplavljenih hiš, so začeli po prvi svetovni vojni čistiti in urejati ponore. V glavnem so vlačili ven plavni les, pred požiralniki pa gradili rešetke. V vmesnih letih so seveda kljub temu metali smeti v potok ali Jačko. Kasneje so začeli tudi čistiti prod in pesk izza mlinskih jezov. Voda, osvobojena bremena, je po letu 1965 sprala pred ponori več 100 m³ kamenja in žaganja ter odprla dva požiralnika, ki sta bila zasuta že pred prvo svetovno vojno. Po poplavi 1979. leta so zgradili v gornjem delu Logaščice zadrževalni jez, katerega namen je zadržati poplavni val na neposeljenem svetu.

Podobna dinamika poplav je tudi pri Hotedršici. Ker pa so tu ponori na ravnem, višje vode odtečejo prek ponorov na polja, kjer potem ponikajo. Škodo pa povzroča deroča Hotenjka, ki teče skozi vas. Razlije se po ulicah in zalije nekaj hiš in gospodarskih poslopij.

Po poplavi l. 1979 so v suhi dolini Žejskega potoka, ki je tudi poplavljal v Hotedršici, zgradili nekaj metrov visok jez, ki zadrži večji del tega potoka v njegovi dolini. Kljub temu pa Hotenjka kot hudournik še poplavlja v naselju. Delno so odkopali in obzidali roj potokov pod vasjo, vendar to ne more bistveno skrajšati časa poplave.

Tretje poplavno območje v Hotenjskem ravniku zahodno od Kalc je bilo med zadnjo poplavo neposeljeno. Zadnja podobna poplava je bila tu 1932. leta, spomin nanjo pa je že zamrl. Ravno v času poplave 1979. leta so čez poplavno območje gradili plinovod; poplava je premaknila cevi. Na poplavnem območju so bili zastavljeni tudi temelji dveh hiš. Po poplavi sta lastnika upoštevala višino vode in sta za toliko nasula okoliški teren ter dvignila pritličje.



Slika 2: Pogled na Jačko ob visoki vodi. Voda je že zalila vse ponore in dno doline. Ob poplavi 1. 1979 je voda zalila celo dolino ter se razlila še po ravnini do hiš.



Slika 3: Poplava Logaščice 29. 1. 1979 okrog poldneva, ko je voda že nekoliko upadla. Hiše na desni so imele vodo v pritličju.

Sklep

Poplave na krasu nastopajo predvsem ob ponorih rek, ki z neprepustnega sveta pritekajo in v njem ponikajo. Ob ponorih so poplave normalen in reden pojav, zato poplavna območja običajno niso poseljena. Vzrok za poplave je večji dotok, kot je zmogljivost ponorov. To določa prepustnost vseh kanalov med ponori in izviri, zato čiščenje in urejanje ponorov ne more bistveno omiliti poplav.

Drugi tip poplav na krasu so poplave, ki jih povzroči dvig kraške vode. Ta pa niha v podzemlju tudi prek 100 m.

Obe vrsti poplav nastopajo med Logatcem in Hotedršico, najlepše pa so bile opazne ob poplavi 29. 1. 1992, še predno so v gornjem toku obeh ponikalnic, še na neprepustnem svetu, zgradili suhe jezove, katerih prepusti so dimenzionirani tako, da poplavo zadrže v gornjem, neposeljenem delu rečnih dolin.

Poplave pri Logaščici so posledica močnih padavin in so kratkotrajne. Nekdaj so ogrožale le nekaj mlinov. V tem stoletju se je naselje razširilo tudi na poplavno ozemlje, zato je škoda ob vsaki naslednji poplavi večja. Čiščenja ponorov poplav niso preprečila, morda niti ne znižala, višine vode slabo pa je na poplave vplivalo izravnavanje strug v gornjem toku.

Poplava Hotenjke je odvisna od padavin. Voda potoka se razlije po okoliški ravnici in teče tako razlita skozi naselje. Pridruži se ji tudi voda več ponikalnic, ki sicer ponikajo že pred vasjo v ločenih ponorih. Poplavna voda zastaja pred ponori na poljih pod naseljem, kjer pa ne povzroča večje škode.

Tretjo poplavo na tem območju povzroča dvig kraške vode do površja v spodnjem delu Hotenjskega ravnika, zahodno od Kalc. Voda, ki je sicer v Grudnovem breznu na koti 435 m, 60 m pod površjem, se je ob poplavi januarja 1979 dvignila in zalila 1 km² površja, ki pa je k sreči neposeljen. Ponekod je bila voda globoka do 15 m. Voda je bruhala na površje skozi številne jame in špranje, potem pa vanje tudi odtekla.

V tem stoletju je bil ta del površja poplavljen že v tridesetih letih, vendar se tega spominja le nekaj ljudi. Zaradi razpršenega dotoka in odtoka se te poplave ne da na nikakršen način omiliti ali preprečiti.

1. Gams, I., P. Habič 1961. Brezno pod Grudnom. *Proteus*, 24/2, 58-60, Ljubljana.
2. Gospodarič, R., P. Habič, 1976. Underground water tracing. 1-312, Ljubljana.
3. Luzar, M., A. Mihevc, 1987. Antropogeni vplivi na ponore Logaščice. *Naš krš*, 13/22, 59-64, Sarajevo.

POPLAVE OB MOČNEM DEŽEVJU NOVEMBRA 1990 V SEVEROVZHODNI SLOVENIJI

Prispevek obravnava obseg poplavnih območij, ki so nastopila kot posledica močnega deževja konec oktobra in v začetku novembra 1990 v občinah Slovenska Bistrica, Ptuj, Maribor, Pesnica, Lenart, Gornja Radgona, Ljutomer in Ormož.

Med močnim deževjem 1. novembra je na meteorološki postaji Maribor padlo v 20 urah okoli 90 mm padavin (3). Posledice močnega deževja so omilili hidromelioracijski sistemi na Pesnici in Ščavnici, deloma pa tudi na Dravinji in nekaterih njenih pritokih.

Na Dravi je poplavljal neimenovani pritok pred Malečnikom, predvsem zaradi premalega prepusta na mostu ceste Maribor-Malečnk. Na območju Malečnik-Celestrina je Drava na levem bregu poplavela stavbo in 1 ha nerodovitne površine. V bližini Hajdoš je bilo na desnem bregu pod vodo okoli 10 ha kmetijskih površin. Poplavni svet je tu omejila višja terasa. Pod Bukovci na Ptujskem polju je Drava na levem bregu poplavela okoli 40 ha površin, pretežno travnike, pašnike in gozd, in 4 ha njiv. Pod Obrežem je bilo na levem bregu pod vodo do višje terase okoli 40 ha intenzivnih kmetijskih površin. Pred slovensko-hrvaško mejo je Drava pod Središčem ob Dravi na levem bregu poplavela 28 ha kmetijskih površin med višjo rečno teraso na severu in reguliranim pritokom Črnc na vzhodu (7). Med Bresternico pri Mariboru in slovensko-hrvaško mejo je bilo poplavljenno skupno okoli 119 ha (tabela 1).

Reka Pesnica je regulirana od Gradiške do izliva v Dravo. Regulacijski sistem naj bi bil sposoben prenesti 50-letne visoke vode (2). 1. novembra je začela poplavljati pod naseljem Zgornja Kungota. Zjutraj je bilo pod vodo 18 ha kmetijskih površin; odsek ceste Maribor-Zgornja Kungota je bil poplavljen v dolžini 300 m. Poplava je segala do začetka regulirane struge v Gradiški. Poplavni val je tega dne kmalu napolnil še akumulacije v Pesniški dolini. Dopoldne se je začela voda prelivati na več mestih. V Pesniškem Dvoru je na desnem bregu poplavela 42 ha melioriranih kmetijskih površin, na levem bregu pa 8 ha površin do ceste Maribor-Lenart. V Močni je Pesnica poplavela 7,5 ha, pod Hrastovcem 14 ha in pred izlivom Partinjskega potoka

Tabela 1: Poplavljeni površine v severovzhodni Sloveniji ob močnem deževju novembra 1990.

Reka	Poplavljena površina	
	(ha)	(%)
Drava	119,0	3,8
Pesnica s pritoki	190,3	6,0
Ščavnica	107,0	3,4
Vzhodnopohorski potoki	33,1	1,0
Dravinja s pritoki	2710,0	85,8
Skupaj	3159,4	100,0

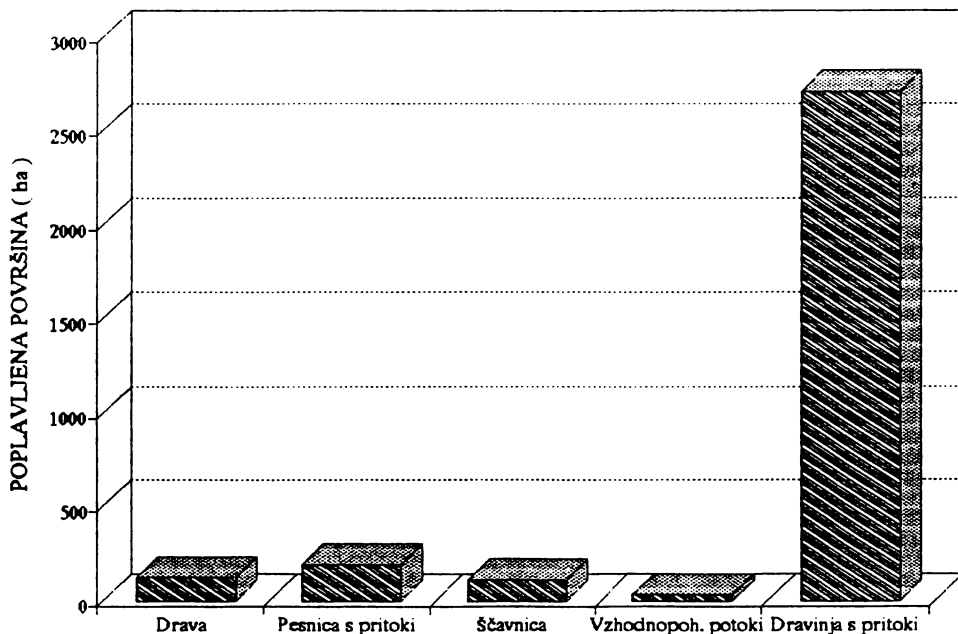
14 ha melioriranih površin, pod mostom ceste Lenart-Voličina 9 ha pašnikov in v Radehovi 14 ha kmetijskih površin (7).

Od pritokov Pesnice je Gačniški potok poplavlil okoli 5 ha in Cirknica 3,6 ha kmetijskih površin ter Velka vzdolž nereguliranega odseka v Zgornjih Žerjavcih 40 ha pretežno kmetijskih površin. Voda se je prelivala čez nasip akumulacijskega jezera pod Gradiščem in poplavlila 6,5 ha njijskih površin (7).

Pomen regulacij za obrambo pred poplavami se je pokazal na nereguliranem odseku Pesnice med Zgornjo Kungoto in Gradiščem, kjer so se poplave končale skoraj natančno na tistem mestu, kjer se prične regulirana struga Pesnice. V srednjem in spodnjem toku Pesnice pa zaščita ni bila popolna. Če struga ne bi bila regulirana, bi Pesniška dolina "plavala" podobno kot ob poplavi leta 1973. Vendar pa ostaja vprašanje, zakaj so vode ponekod prelivala nasipe, ki naj bi bili sposobni zadrževati 50-letne visoke vode. V zvezi s tem je zanimiv primer Gračniškega potoka, ki je reguliran skoraj v celotni dolžini, vendar ga pred izlivom v Pesnico zajezi nasip za lokalno cesto s prepustom premera okoli 1 m. Odloženo vejevje, listje in blato je pred nasipom zmanjšalo prepust in voda se je ob nasipu zajezila in resno grozila preliti gudron v bližnji kotanji. Zato so morali s posebnim izkopom presekat nasip in uničiti cesto (4). Prvotna funkcija akumulacij v Pesniški dolini je bila poleg rekreacijske zadrževati visoke vode (2). Toda grabelj na iztokih akumulacij niso redno čistili. Domačini sami priznavajo, da bi lahko veje in listje z grabelj brez težav odstranili sami, če bi se organizirali.

Tudi na reki Ščavnici je bil učinek reguliranega dela jasno viden. Končane so bile v celotnem spodnjem in srednjem toku reke do ceste Lenart-Gornja Radgona. Višje so jih končali na nekaterih pritokih, na sami Ščavnici na odseku Spodnja Ščavnica-Lešane pa še potekajo. Ščavnica je to pot poplavljala prav na nereguliranem odseku, in sicer v obsegu 75 ha. Poplavljene so bile tudi tri kmetije, en stanovanjski objekt ter trije gospodarski objekti. V srednjem in spodnjem toku Ščavnice ni bilo poplav. Izjema je bil suhi zadrževalnik južno od Bolehnečic, kjer je bilo poplavljenih okoli 30 ha pšenice (5). Suhi zadrževalnik, dimenzioniran za stoletne vode, je preprečil poplavo Ljutomera in bližnjih naselij na Murskem polju. Ščavnica je torej skupaj poplavlila 107 ha površin (tabela 1).

Poplavljali so tudi vzhodnopohorski potoki, ki poniknejo v dravskopoljskemrodu. Radvanjski potok, Razvanjski potok in Pivolski potok so pred cesto Maribor-Slovenska Bistrica prelili



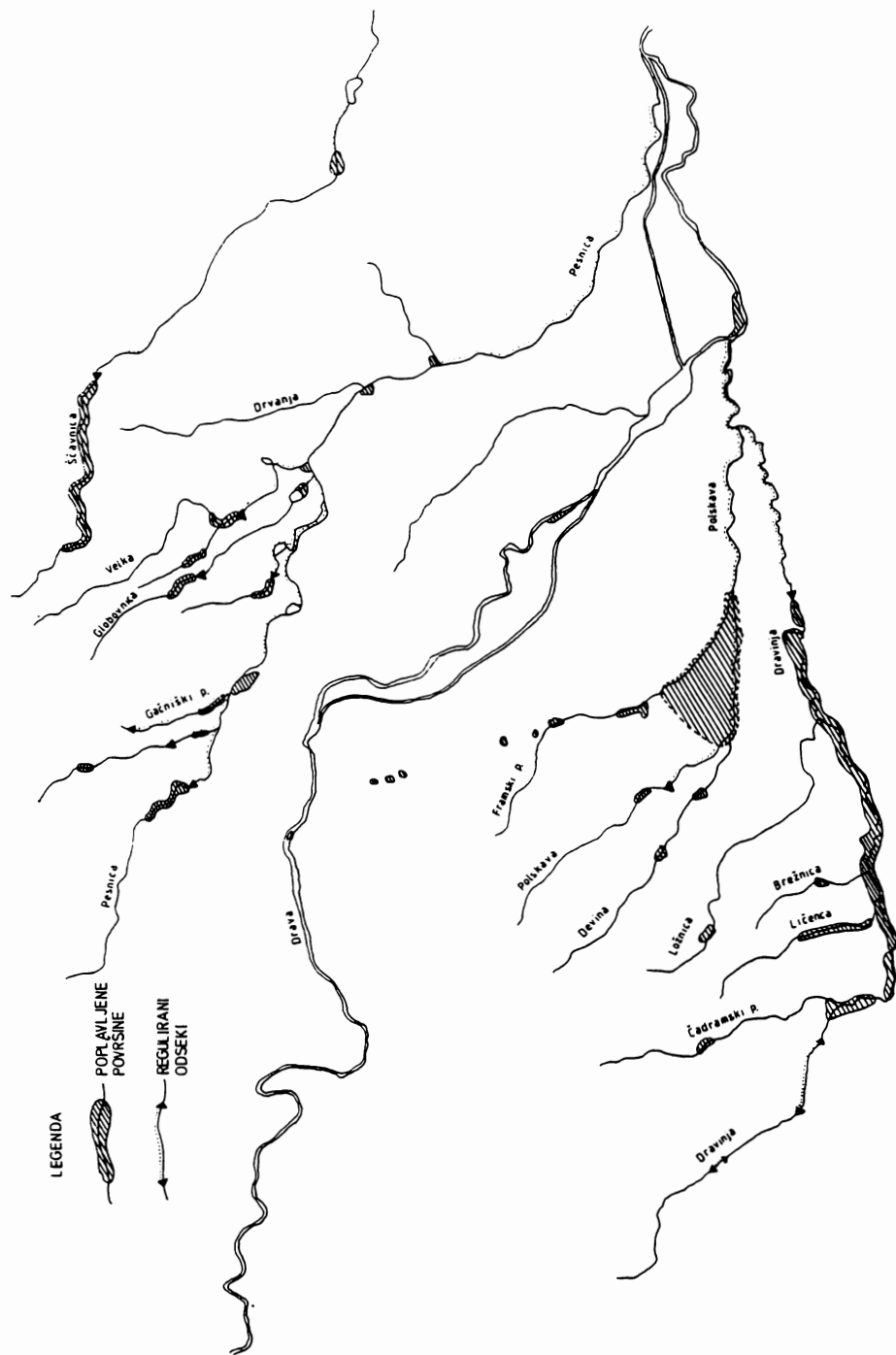
Slika: Poplavljenе površine v SV Sloveniji ob močnem deževju, novembra 1990.

izgonske struge. Poplavljali so še vzhodni krak Hočkega potoka, razbremenilnik Hočkega potoka zaradi premajhnega prepusta pod cesto Maribor-Slovenska Bistrica in melioracijski jarek pred Slivnico. Odvodni kanal, ki poteka skozi Orehovo in Hotinjo vas, je zaradi premajhnih prepustov v obeh naseljih poplavlil okoli 1 ha naselja. Vzhodnopohorski potoki so tako poplavlili skupaj okoli 33 ha predvsem kmetijskih površin (8). Vode teh potokov načrtujejo speljati po razbremenilniku v kanal HE Zlatoličje.

Izrazitejše so bile poplave ob Dravinji in njenih pritokih.

Med pritoki Dravinje je poplavljala Prednica, in sicer v naseljih Rače, Spodnja Gorica, Stražgonjca in Šikole (okoli 7 ha). Prednica je poplavlila tudi 27 ha njivskih in travniških površin. Vzrok za poplave so bile slabo vzdrževane struge, ki so zožile pretočne profile. Framski potok je prelival brežine v Stražgonjci in za izlivom Prednice. Devina je poplavlila okoli 33 ha kmetijskih površin ob sotočju s Šentovskim potokom in na odseku med cesto Slovenska Bistrica-Maribor in hitro cesto Hoče-Arja vas, kjer je prestopila izgonsko strugo. Poplavljala je tudi Polskava, in sicer na nereguliranem delu nad naseljem Spodnja Polskava. Zanimiva je bila poplava med Framskim potokom in Polskavo, kjer je bilo okoli 1800 ha kmetijskih površin 5 do 10 cm pod vodo. Mnenje strokovnjakov z VGP je, da je do poplave prišlo zaradi prevelike napolnjenosti melioracijskih jarkov, ki tako niso mogli prejeti še dodatne meteorne vode, svoje pa je gotovo prispeval dvig podtalnice. Voda je s teh poplavljenih površin odtekla v štirih dneh (8). Severno od naselja Medvedce je v gradnji suhi zadrževalnik, ki naj bi prestregel morebitne visoke vode pohorskih potokov. Od pritokov Dravinje so poplavljali še Ločnica (4,5 ha na nereguliranem

POPLAVE V SEVEROVZHODNI SLOVENIJI
OB MOČNEM DEZEVJU NOVEMBRA 1990



delu pred cesto Maribor-Slovenska Bistrica), Brežnica (2 ha ob železniški rogi severno od Poljčan), Ličenca (pred izlivom v Dravinjo), Čadramski potok (v Oplotnici pod cesto, kjer se je prelil čez izgonsko strugo) in Žičnica (med viaduktom na hitri cesti Hoče-Arja vas) (8).

Dravinja je poplavljala v relativno širokem pasu na nereguliranem odseku med Dražo Vasjo in Doklecam. Skupna poplavljena površina je znašala 792 ha, od tega 11,5 ha v naseljih. Obseg poplavnega sveta ob Dravinji je bil večji tudi zaradi dejstva, da je Dravinja višje (v Zrečah in na odseku med Slovenskimi Konjicami in avtocesto) že regulirana, prav tako pa so že regulirani tudi nekateri odseki njenih pritokov (Čadramski potok). Pod Doklecam, od koder je Dravinja regulirana vse do izliva, je Dravinja poplavljala pred valantom 30 m širok pas obakraj struge zaradi premajhnega pretočnega profila in v Vidmu pri Ptuj. Tu je Dravinjo zaježevala Drava (8). Poplava Dravinje je povzročila veliko škodo predvsem v naseljih in na kmetijskih površinah.

Dravinja je s svojimi pritoki poplavlila 2710 ha, od tega 24 ha v naseljih.

V severovzhodni Sloveniji je bilo v ujmi novembra 1990 poplavljenih 3159,4 ha površin (tabela 1). Največji delež (86 %) odpade na Dravinjo s pritoki. Ne nameravam diskutirati, ali so regulacije vodotokov potrebne ali ne. Želim le opozoriti, da do poplav na že reguliranih odsekih ne bi prišlo, če bi bili ti odseki bolje vzdrževani. Ozko grlo na reguliranih odsekih so bili pogosto prepusti pod mostovi in grablje na iztokih iz akumulacijskih jezer, ki jim je odpadlo listje in vejevje zmanjšalo prepustnost. Strokovnjaki Vodnogospodarskega podjetja iz Maribora priznavajo, da so odtočne sposobnosti sedanjega regulacijskega sistema v Pesniški dolini nekoliko prenizke (2). Menim, da je smotrnejše regulirati (če sploh) najprej glavno strugo in šele nato pritoke. Očitno pa je, da so regulacije zlasti v Pesniški in Ščavniški dolini in ob delu Dravinje v splošnem kar solidno opravile svojo nalogo.

Povzetek

Po močnem deževju jeseni 1990 so v SV Sloveniji poplavljal Drava (119 ha), Pesnica s pritoki (190 ha), Ščavnica na nereguliranem odseku in v zadrževalniku Bolehnečici (107 ha), vzhodnopolohorski potoki (33 ha) in Dravinja s pritoki (2710 ha), vse skoraj izključno na nereguliranem delu. Skupaj je bilo v SV Sloveniji poplavljenih okoli 3160 ha površin.

Arhivi občin pesnica, Lenart, Slovenska Bistrica, Ptuj, Ljutmer in Ormož.

Avšič, F., 1990, Poplave na hidromelioracijskem sistemu reke Pesnice. Vodna ujma - Slovenija - november 1990, Zbornik referatov, Slovenj Gradec, str. 72.

Breznik, M., Ali bi ob tej poplavi lahko imeli manj škode. Znanje za razvoj, Delo, 12. 12. 1990, str. 22. Lastna opažanja na terenu.

Poročilo o nastali škodi v kmetijstvu ob ujmi močnega deževja in poplav za čas 1., 2. in 3. novembra 1990 v občini Gornja Radgona.

Poročilo o ocenitvi škode v kmetijstvu po poplavah dne 1.-4. 11. 1990, Občina Ptuj, Sekretariat za kmetijstvo.

Tehnično poročilo k poplavnim vodam dne 1. 11. 1990 na območju Meže in Mislinje, Drave ter Pesnice s pritoki. Vodnogospodarsko podjetje Maribor, 1990.

Tehnično poročilo k poplavnim vodam dne 1. 11. 1990 na območju vzhodnopohorskih potokov in na povodju Dravinje. Vodnogospodarsko podjetje Maribor, 1990.

Vodnogospodarske osnove SRS. Zveza vodnih skupnosti SRS, Ljubljana 1978.

OCENA POPLAVNE OGROŽENOSTI NA POVODJU DRAVE

Na povodju Drave je urejenih ali delno urejenih nekaj več kot 400 km potokov in rek, kar je 17 % od 2400 km skupne dolžine vseh vodotokov.

Dosežene stopnje poplavnih varnosti so pet- do desetletne na kmetijskih območjih zemljišč in dvajset- do stoletne v naseljih.

Poplave torej niso odpravljene, zmanjšana pa je njihova pogostost nastopanja. Žal se prebivalstvo tega dejstva ne zaveda in sili z neprimernimi dejavnostmi, tudi z urbanizacijo, na poplavno ogrožena območja.

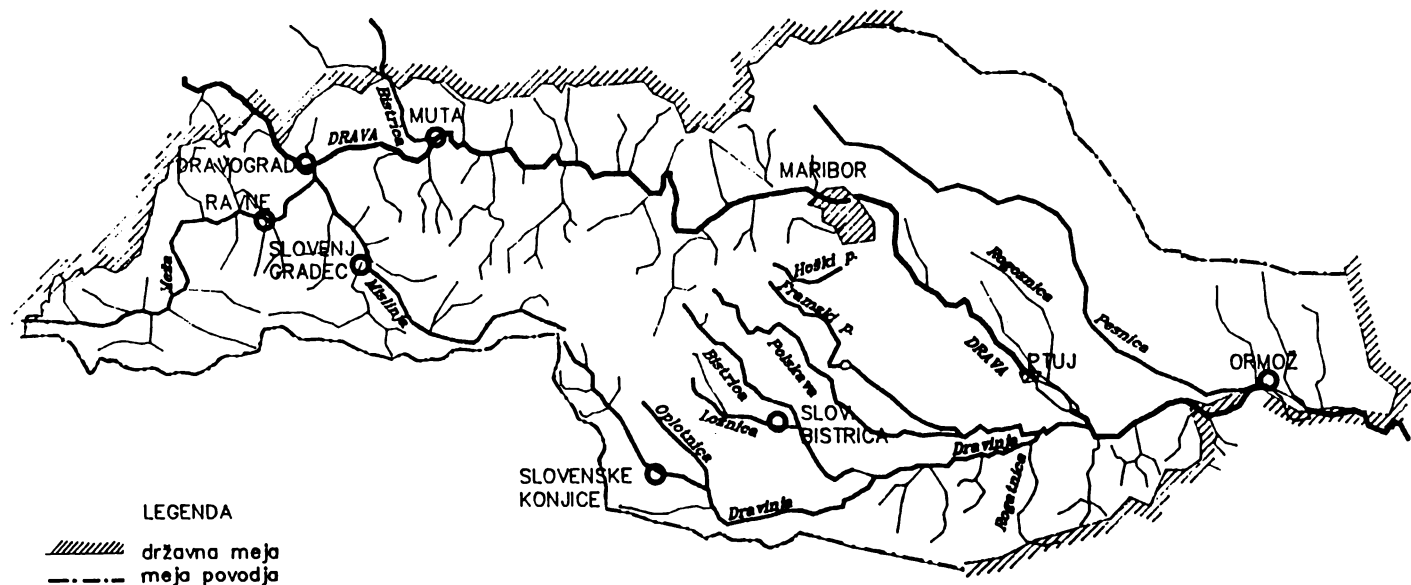
Posebej problematična je domala celotna dolina Mislinje in Suhadolnice, pa naselja ob znožju Pohorja, predvsem Zg. Hoče, dolina Dravinje od Doklec do Draže vasi, nekateri odseki Pesniške doline, Rogoznice in Grajene.

Nevarni območji sta odseka stare struge Drave od Maribora do Ptuja in nizvodno od jezua v Markovcih. V normalnih razmerah imata zelo malo vode, ob visokih vodah ali izpadu elektrarn pa lahko v kratkem času poplavita obsežno območje, ki daje videz varljive varnosti.

Sistem verige vodnih elektrarn na Dravi in na Mutski Bistrici sicer zagotavlja visoko poplavno varnost ob normalnem obratovanju, obstaja pa ogroženost v primeru izjemnih hidroloških razmer ali rušitev pregrad, kar daje nekaterim predelom območja poseben odnos vrednotenja življenjskega prostora.

Poleg obveščanja prebivalstva je treba uskladiti tudi rabo prostora in urejenost vodotokov ter izdelati načrte in objekte za kontrolo visokovodnega režima.

POVODJE DRAVE NA OBMOČJU SLOVENIJE



Uvodne misli

Površina povodja Drave v Sloveniji meri 3320 km², kar je 16,4 % površine celotne Slovenije. Padavine na tem območju dosežejo letno povprečje od 910 mm na vzhodnem ravninskem robu do 1600 mm na območju Pohorja in Pece. Približno polovica padavin odteče kot površinski odtok po sorazmerno močno razviti odtočni mreži, ki meri skupaj v dolžino nekaj nad 2400 km. Od tega je približno polovica gorskih in hribovskih hudournikov, druga polovica pa ravninskih potokov in rek. Računamo da je delno ali popolnoma urejenih nekaj več kot 400 km vodotokov, kar predstavlja 17 % od skupne dolžine celotne odtočne mase.

V naravnih razmerah je večina rečnih in potočnih korit izoblikovanih do prevodnosti srednjih visokih vod. Višje visoke vode torej prestopajo bregove večkrat v letu, poplavlajo okolni svet in povzročajo erozijo ter vse znane nevšečnosti. Tako kot povsod drugod so se tudi tukaj ljudje naseljevali ob vodah, želeč si vseh dobrot, ki jih vode dajejo. Občasnih težav zaradi poplav in erozije so se branili tudi z urejanjem in reguliranjem vodotoka na višjo prevodno sposobnost, ki naj bi dala tudi višjo varnost, oziroma zmanjšala pogostost poplav.

V območju intenzivne kmetijske izrabe zemljišč je željena varnost pred pet- do desetletnimi poplavami (pri večjih padcih terena tudi večja). V območjih naselij, cest in komunikacij se skušamo zavarovati pred dvajset- do stoletnimi visokimi vodami. V občutljivejših primerih je potrebna tudi mnogo večja varnost, tudi pred najvišjimi mogočimi visokimi vodami, ki bi sploh lahko kdaj nastopile.

Različnost varnostnih stopenj je na ta način dokaj razumljiva, žal pa je pogosto napak razumljena. Ko ljudje opazijo reguliran vodotok, se začno k njemu približevati z neustreznimi dejavnostmi, tudi z gradnjami hiš, kleti, delavnic, kjer je bila predvidena morda le kmetijska raba zemljišč. Potem je seveda treba temu ustrezno povečati varnost in zgodba se nadaljuje s poglobljanjem strug in višanjem nasipov.

Nesistematičnost in neskladnost med urbanizacijo in urejenostjo voda se maščuje ob vsakem dežju in visokih vodah, ki le malo presegajo vsakdanje pojave.

Seveda tak splošen opis problema polavne ogroženosti velja domala kar po vsej Sloveniji, ne la na območju Drave. Poleg teh splošnosti pa so na posameznih vodotokih razmere, ki jih je treba poznati in upoštevati pri izbiri prostora in organiziranju varovanja pred poplavami.

Drava

Na celotnem 145 km dolgem odseku od Libelič, kjer priteče v Slovenijo do Dravskega Središča, kjer Slovenijo povsem zapusti, je Drava v celoti energetske izkoriščena. Na njej je zgrajenih šest rečnih elektrarn (Dravograd, Vuzenica, Vuhred, Ožbalt, Fala in Mariborski otok) in dve kanalski elektrarni (Zlatoličje, Formin), območje pod Ormožem izkorišča elektrarna Varaždin.

Na odseku rečnih elektrarn gorvodno od Maribora je sistem zgrajen tako, da prevajajo jezovi, če je potrebno, tudi 4000 m³/s (okrog 1000-letna visoka voda). Jezovi bi torej lahko bili varni tudi pri takem ekstremnem pojavu.

Ureditvam bazenov, cest, železnice in poselitve gotovo ustreza varnost pri stoletnih visokih vodah, v ekstremnih pojavih ali ob rušitvah jezov pa bi verjetno utrpeli na teh objektih velike poškodbe.

V takem ogroženem območju ležijo med drugim tudi Mariborski Lent, Melje, deli Malečnika, Dupleka, Dvorjan, Ptuja, Budine, Spuhlje, Muretincev, Brega in Šturmovca. V vseh teh primerih je sicer zagotovljena varnost najmanj pred stoletnimi visokimi vodami (če so pravilno izračunane, oziroma če hidrološki podatki še držijo). Posebno vprašanje je, kako vrednotiti življenjski prostor, ki je potencialno ogrožen v primeru izjemnih pojavov - bodisi hidroloških, tektonskih ali namenskih rušitev pregrad. O tem se precej razmišlja v primeru Mutske Bistrice in elektrarne Golica, pa tudi v Ptuj ob urbanizaciji območja Budina-Spuhlja. Problem je gotovo potrebno mnogostransko ocenjevati.

Absolutne varnosti v življenju ni in zahteva po tem bi lahko zavrla domala vsako dejavnost. Naj mi ne bo zamerjeno, če pomislim, da je v hiši ob prometni cesti kar precej možnosti doživeti nalet kakšnega kamiona. Vrnimo se k Dravi!

Dravske elektrarne so priskrbele elaborat o ogroženosti v primeru rušitev jezov ali ekstremnih pretokov. Podatke o tem vsebujejo tudi občinski obrambni načrti.

Poseben problem sta strugi Drave na odseku Maribor-Ptuj in Markovci-Zavrč (Ormož). V času srednjih in nižjih pretokov sta oba odseka dravske struge skoraj suha (biološki minimum je 5 m³/s pozimi in po 10 m³/s poleti). Ob visokih vodah ali izpadih elektrarn lahko skoraj suha struga postane v kratkem času spet reka ali celo veletok. Ljudje pa so se navadili ribarjenja, kmetovaja in celo zidanja hiš v prostoru, ki je na videz vendar povsem varen in tako vabljiv, a poplavno močno ogrožen.

Vzpostavljen je sistem obveščanja in opazovanja, občasno pa reka tudi sama opozori, da se varovalna zavest obnovi.

Hudourniki

Vsi gorski in hribovski potoki s Pohorja, Pece, Kozjaka in Haloz so podobni večini takih vodotokov. Tečejo v ozkih, strmih grapah, ob njih se tesno vijejo hribovske ceste, na pobočjih visijo kmetije. Ob hudih urah vode močno narastejo, nosijo vejevje in grušč, mašijo premajhne prepuste, razdirajo ceste, spodjedajo bregove. Po hudi uri se razmere zlepa ne popravijo, revni prebivalci takih območij ostanejo še bolj revni.

Za protipoplavno varstvo bi bili potrebno zgraditi dovolj velike mostove, utrditi dno in boke pred erozijo, zaustavljati nošen material. Med samo hudo uro skoraj ni mogoče ukrepati.

Meža

Iz povirja med Raduho in Peco teče po pretežno ozki in globoki dolini do sotočja z Mislinjo in izliva v Dravo. Zaradi rudarske in industrijske dejavnosti je reka urejena s pragovi, delnimi

regulacijami, pretežno z obrežnimi zidovi, ki podpirajo cesto, stisnjeno med korita in strme hribe.

V lokalnih razširitvah doline so se razvila mesta in vasi, tudi nekaj kmetijske zemlje je še ostalo. Visoke vode ogrožajo sicer majhne površine, zaradi elikega padca pa imajo rušilno moč. Zlasti nevarni so nekateri premajhni ali prenizki mostovi.

Mislinja

Tudi Mislinja priteka izmed visokih hribov Paškega Kozjaka, Pohorja in Uršlje gore, zato ima hudourniško napravo. Kljub temu je njena dolina kar široka, poseljena in obdelana; podobno tudi ob njenem največjem pritoku Suhadolnici. Rečne struge so urejene postopno, odvisno od potreb in problemov. Stopnja urejenosti dosega pretežno petletno varnost pa do tridesetletne varnosti skozi Slovenj Gradec. Domala celotna dolina ob obeh rekah je lahko poplavljen, vključno z deli večine vasi in tudi samega Slovenj Gradca ter večine industrijskih kompleksov. Poplave povzročajo velike škode na zemljiščih, objektih in na samem rečnem koritu.

Rešitev za bistveno izboljšanje takega stanja trenutno še ni znana.

Vzhodnopohorski potoki

Ti potoki, ki tečejo s Pohorja med Mariborom in Slovenskimi Konjicami, so v območju Pohorja povsem podobni drugim hudournikom s skoraj enakimi problemi. Poseben problem predstavljajo gosta strnjena naselja, ki so se razvila skoraj v vseh izhodih iz območja Pohorja na ravnino. Zadnjo katastrofalno poplavo je doživela Slovenska Bistrica (1989), najbolj kritično pa je stanje v Hočah. Hoško vodno vozlišče je že precej urejeno (odvodnik od Miklavža do železnice, ponikalniki), manjka pa odsek zahodno od železnice do Zg. Hoč.

Stanje je problematično še v Hotinji vasi, kjer ponikalnika v starih gramoznicah ne delujeta zadostno in se visoke vode razlivajo po terenu ter obremenjujejo odvodni sistem Prednice ter Framskega potoka v Šikolah.

Polskava

V ravninskem delu je Polskava s Framskim potokom in Devino urejena v okviru melioracijskega sistema.

Za kompenzacijo izključenim poplavam je zgrajen zadrževalnik Požeg na Framskem potoku, zadrževalnik Medvedce na Polskavi in Devini pa ni dograjen. Že nekaj let čaka na denar dograditev; ali pa morda na visoko vodo, ki bo opozorila na njegovo vlogo.

Dravinja

Dravinja izvira pod Roglo na Pohorju in se izliva v Dravo pri Borlu. Na svoji 70 km dolgi poti nabere kar precej pritokov in vode in je na izlivu že kar spodobna reka, zlasti ob visokih vodah. Zaradi sorazmerno ozke doline je bila Dravinja nekako zapostavljena, saj kmetijske površine niso bile ohranjene v sorazmerju s potrebnim denarjem za urejanje vodotoka.

Danes je Dravinja urejena na računsko petletno poplavno varnost od izliva do Doklec (15 km) ter na deset- do petdesetletno varnost v območju križanja s Sloveniko ter skozi Slovenske Konjice in Zreče.

Okrog 25 km doline je še vedno večkrat v letu poplavljenih, skupaj z deli cestnih povezav in nekaterih mostov.

Čeprav regulacijska dela napredujejo počasi, se že pojavljajo preobremenitve nizvodnih odsekov, kar kaže, da sistematična regulacija ne bo mogla napredovati brez objektov za zadrževanje visokih vod.

Pesnica

Največji levi pritok Drave na našem območju priteka iz Slovenskih goric. Pesnica je urejena kot eden naših največjih hidromelioracijskih sistemov. Njena posebnost je v tem, da je struga zgrajena kot polvkopana, z nasipi vzdolž struge ter z visokovodnimi zadrževalniki. Ker sistem ni bil v celoti dokončan v smislu projekta in zaradi zahtevne hidravlične natančnosti zasnove, ne dosegamo predvidene poplavne varnosti (50-letne). Ob tem se visoke vode, ki presežejo sposobnost sistema, prelijejo na polja med nasipe, od koder po nekaj dnevih odtečejo. Tako se sekundarno zadrževanje visoke vode zaenkrat dogaja spontano in povzroča sorazmerno majhne poškodbe. Predvidevamo ta način definirati z ustreznimi objekti, izkušnje pa prenesti tudi na druge hidrosisteme.

Sklepna misel

Kljub regulacijam in ureditvam pretežnega dela ravninskih potokov in rek so dosežene sorazmerno nizke stopnje varnosti pred poplavami, žal tudi pred erozijo in žal tudi majhna stabilnost samih korit.

Zavedamo se torej, da poplave sploh niso odpravljene. Seveda pa je zmanjšana pogostost teh poplav. Spremenjen je odtočni režim voda do stopnje prevodnosti urejenih odvodnikov, ko pa je ta presežena, nastopijo poplave z vsemi znanimi učinki, vključno z učinkom poplavne retenzije. Velik problem je zmota ljudi, da je ob urejenih vodotokih že zagotovljena tudi bivalna varnost, in zato silijo z urbanizacijo v neprimerne poplavne prostore.

Nujno je ponovno opredeliti območja glede na poplavno ogroženost, preprečiti neustrezne dejavnosti v neprimernih območjih, izdelati načrte za kontrolo visokovodnega režima in tudi zgraditi objekte, ki so za ta namen potrebni.

MOŽNOSTI ZADRŽEVANJA VISOKIH VOD V OBSTOJEČIH IN PREDVIDENIH RETENZIJAH NA POVODJU PESNICE IN DRAVINJE

Povečanje protipoplavne varnosti z zadrževanjem visokih vod je treba nujno vključiti v koncept urejanja režima visokih vod. Prikazane so razmere na povodjih Pesnice in Dravinje in podane možnosti znižanja pretokov visokih vod z obstoječimi in predvidenimi retenzijami.

Uvod

Protipoplavno varnost nekega območja je možno doseči na 2 načina:

- s povečanjem prevodnosti odvodnika visokih vod,
- z znižanjem pretokov visokih vod v retenzijskih volumnih.

Običajno sta v konceptu obrambe pred poplavami združena oba načina. Samo s povečanjem prevodnosti vodotoka (regulacijo) namreč na določenem odseku izločimo poplavne površine, ki predstavljajo retenzijski volumen, in posledica tega je povečanje pretokov na nizvodnem odseku.

Drugi razlog, ki omejuje samo koncept povečanja prevodnosti odvodnika, so tudi omejitve, ki jih postavlja izraba prostora ob vodotoku, in omejitve, ki jih postavlja sam vodotok, ki ga ne želimo transformirati le v odvodni kanal visokih vod, temveč želimo, da ohrani svojo ekosistemsko funkcijo tudi pri nižjih pretokih.

Pri prostorskem načrtovanju se torej moramo zavedati, da voda potrebuje svoj prostor, predvsem pri visokih vodah.

Zato je potrebno z regulacijami izločene poplavne površine nadomestiti z retenzijskimi površinami, ki lahko imajo v okviru zadrževalnikov visokih vod pri bistveno manjši površini in nekoliko manjšem retenzijskem volumnu enak učinek na znižanje pretokov visokih vod.

Povodje Pesnice

Obstoječi zadrževalniki visokih vod na povodju Pesnice

V okviru hidromelioracijskega sistema Pesnice je bilo urejenih 89 km regulacij vodotokov, 101 km melioracijskih jarkov in melioriranih 7340 ha kmetijskih površin. Urejenih je bilo 7 večnamenskih zadrževalnikov, katerih osnovna funkcija je zadrževanje visokih vod, dane pa so tudi možnosti za druge namembnosti (ribogojstvo, ribištvo, rekreacija, namakanje...). Osnovni podatki o urejenih zadrževalnikih so v tabeli 1.

Tabela 1: Karakteristike akumulacij na povodju Pesnice.

Akumul.	Vodotok	Prisp. površ.	Kote				Površ. ojezer.	Volumen vode			Nasip		
			Dna	Osn. gl.	Max. gl.	Nasipa		Osn. gl.	Max. gl.	Retenz.	Dolž.	Viš.	Volum.
		km ²	m	m	m	m	ha	10m ³	10m ³	10m ³	m	m	10m ³
Pernica I	Pesnica	110	244,50	246,40	249,00	249,70	55	0,50	2,00	1,50	1750	5,20	77
Pernica II	Jareninski Vukovski	27	245,50	249,00	250,00	255,50	68	0,82	1,40	0,58	380	5,00	30
Pristava	Pesnica	169	240,00	241,75	243,30	244,30	31	0,30	0,80	0,50	1250	4,30	27
Komarnik	Partinjščak	11	234,80	237,35	238,05	238,55	30	0,48	0,55	0,07	970	3,75	17
Radehova	Globovnica	20	232,00	233,00	234,70	235,50	27	0,23	0,70	0,47	1320	3,50	35
Gradišče	Velka	63	230,00	232,00	233,00	233,50	51	0,43	0,94	0,51	1330	3,50	40
Savci	prit. Sejanec	9	216,50	219,00	220,10	220,80	14	0,15	0,18	0,03	1270	4,10	31

Retenzijski učinek obstoječih zadrževalnikov

Zadrževanje visokih vod v obstoječih zadrževalnikih ne daje pričakovanih rezultatov. Predvideni skupni retenzijski volumen $3,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ realno ni na razpolago zadrževanju visokih vod.

Znaten učinek bi lahko imela akumulacija Pernica, ki ima predviden največji retenzijski volumen $VR = 1,47 \times 10^6 \text{ m}^3$, vendar uporabniki zaradi vzreje rib zmanjšujejo z 0,8 m višjo stalno gladino na $1,05 \times 10^6 \text{ m}^3$. Druga akumulacija na Pesnici, tj. Pristava, pa ima že dalj časa porušen preliv in praktično deluje kot pretočna akumulacija brez večjega retenzijskega učinka.

Posledica manjšega retenzijskega učinka akumulacij in manjše prevodnosti struge Pesnice od načrtovane je, da nastopajo v dolini Pesnice na posameznih odsekih obsežne poplave že pri 10.letnih visokih vodah, kljub temu da je bil sistem dimenzioniran na Q_{50} .

Možnosti znižanja visokih vod z rekonstrukcijo obstoječih zadrževalnikov

Na osnovi hidroloških analiz zadrževalnega učinka posameznih akumulacij na visoke vode Pesnice je bilo ugotovljeno, da zadrževalniki na pritokih nimajo večjega učinka na visoke vode Pesnice, znaten učinek pa bi lahko imela akumulacija Pernice, za kar bi bila potrebna rekonstrukcija obstoječega preliva in znižanje stalne gladine na projektirano koto. V tabeli 2 je prikazano, kolikšen učinek bi dosegli z rekonstrukcijo akumulacije Pernica.

Na ta način bi na večjem odseku Pesnice dosegli varnost pred 30-letnimi visokimi vodami.

Tabela 2: Vpliv akumulacije Pernica na visoke vode Pesnice.

Računski profil Pesnice	Brez akumulacij		Po rekonstrukciji ak. Pernica	
	Q ₃₀	Q ₁₀₀	Q ₃₀	Q ₁₀₀
Jedlovnik	45,80	65,60	45,80	65,60
Ranca	78,30	114,30	78,30	114,30
Pesnica (nad ak.)	87,60	126,00	87,60	126,00
Hrastovec	114,40	166,30	65,30	108,00
Gočava	157,00	221,30	109,80	167,30
pod Tmovskim p.	187,10	264,40	139,10	215,60
Zamošani	218,00	306,30	186,60	282,50

Možnosti znižanja visokih vod z vključevanjem ravninskih retenzij

Povečanje protipoplavne varnosti površinam ob Pesnici je možno doseči tudi s kontroliranim poplavljanjem kmetijskih površin, kjer občasne poplave ne bi povzročile večje škode zaradi erozije, zagotovljeni pa morata biti hitra odvodnja in osušitev po prenehanju visokovodnega stanja.

Najprimernejše površine bi bile med akumulacijama Komarnik in Pesnico in pod akumulacijo Radehovo med nasipi Globovnice, Velke in Pesnice.

V poplavnem prostoru obeh lokacij potekajo melioracijski jarki, ki bi omogočali odvodnjo poplavnih vod. Volumen retenzije bi za lokacijo ob Komarniku znašal $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ in za lokacijo ob Radehovi $1,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Z znižanjem in zavarovanjem dela nasipa Pesnice v spodnjem delu retenzije bi onogočili prelivanje pri Q₁₀ in polnjenje retenzije od spodaj navzgor.

Z vključevanjem predvidenih ravninskih retenzij v povprečju le vsakih 10 let bi na nizvodnem odseku Pesnice dosegli varnost pred 30-letnimi visokimi vodami.

Povodje Dravinje

Dravinja je eden redkih vodotokov v Sloveniji, ki v večjem, predvsem nižinskem delu še ni urejen. Poplave, ki nastopajo v povprečju večkrat na leto, povzročajo preplavljanje praktično celotne ozke doline. Poplavljenе so kmetjske površine, prekinjene in poškodovane so komunikacije in infrastrukturni objekti.

Ob visoki vodi 1. novembra 1990, kakršna se pojavlja v povprečju vsakih 5 let, je bila dolina Dravinje na neurejenem odseku od Draže vasi do Doklec poplavljenā v velikosti 792 ha, od tega 11,5 ha v območju naselij.

Volumen obstoječih retenzij

S primerjalno analizo merjenih hidrogramov visokih vod vodomerne postaje Videm s hidrogrami teoretičnih visokih vod, kjer je predpostavljen odtok visokih vod brez učinka poplavnih retenzij, je bilo ugotovljeno, da sedanji volumen poplavnih retenzij pri Q_{100} znaša $10 \times 10^6 \text{ m}^3$ in pri Q_{10} $4,5 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Izračunane vrednosti so izhodišče za določitev retenzijskega volumna, ki bi ga morali zagotoviti, če bi želeli zmanjšati poplavne površine v dolini Dravinje.

Možnosti zadrževanja visokih vod

Na znižanje visokih vod Dravinje bi imeli največji učinek zadrževalniki v srednjem delu povodja pod sotočjem z Oplotnico, ko se površina povodja skoraj podvoji. Možna je izgradnja več zadrževalnikov visokih vod:

Vodotok	Lokacija	Retenzijski volumen	Poplavana površina	Tip zadrževalnika
Oplotnica	Perovec	stalna ojezer.	$0,8 \times 10^3 \text{ m}^3$	37 ha
Dravinja	Zg. Poljčane	suhi zadržev.	$1,0 \times 10^6 \text{ m}^3$	65 ha
Dravinja	Poljčane	suhi zadržev.	$1,3 \times 10^6 \text{ m}^3$	62 ha

Za druge namembnosti (izboljšanje vodne bilance, namakanje ipd.) je na razpolago prostor v dolini Ličnice, katerega uporaba za znižanje visokih vod Dravinje pa ni realna.

S predvidenimi zadrževalniki visokih vod se praktično ne bi spremenil poplavni režim v območju zadrževalnika.

Predvidene lokacije zadrževalnikov so še danes večkrat na leto poplavljenе do skoraj iste kote, kot je predvidena maksimalna gladina zadrževanja. Z ustreznim manipuliranjem z zapornicami na iztočnih objektih predvidenih zadrževalnikov pa se bo retenzijski učinek bistveno povečal.

Zasnova urejanja režima visokih vod

Pri urejanju odtočnega režima visokih vod v dolini Dravinje je treba upoštevati interese po izrabi prostora (kmetijstvo, urbanizacija...).

Glede na dejstvo, da je neurejeni odsek Dravinje tipičen vodni in obvodni ambient z vso naravno dinamiko ekstremov, bi bilo nesprejemljivo v celoti transformirati še enega od redkih naravnih vodotokov in dolin z intenziviranjem celotnega vodotoka in območja ob njem.

Če želimo vsaj na delu Dravinje ohraniti naravno stanje, ali stanje naravi blizu, ki pa bo omogočalo nekoliko višji standard protipoplavne varnosti na daljšem odseku, je treba predvidene površine nameniti zadrževanju visokih vod, ki bo pri minimalnih prostorskih spremembah imelo večji retenzijski učinek.

Hidrološka presoja vplivov akumulacij na visokovodni režim reke Dravinje. VG biro Maribor, 1985.

Idejni projekti ak. Perovec in ak. Zg. Poljčane. VG biro Maribor, 1990.

Presoja učinkov zadrževalnikov na Pesnici. VGI Ljubljana, 1983.

Preučitev realnih možnosti zmanjšanja konic visokovodnih valov z vključevanjem ravninskih retenzij na odseku Pesnice od Rance do Gočove. VG Maribor, 1991.

Vodnogospodarska ureditev povodja Pesnice. VG biro Maribor, 1991.

Vodnogospodarska ureditev povodja Dravinje. VG biro Maribor, 1987.

ALTERNATIVNI UKREPI ZA OBRAMBO PRED POPLAVAMI

Hudourniške, kratkotrajne (večurne) poplave povzročajo intenzivne urne padavine. Vodogradbeni ukrepi, dovolj obsežni za poplave z veliko povratno dobo, so dragi, povzročajo nezaželene vplive v okolju in so praktično nesprejemljivi. Zato je rešitev problema v negradbenih ukrepih, kot so: zavarovanje pred poplavami, zaščita posameznih objektov, coniranje poplavnih območij, prognoza pojava in organizacija službe za opozorilo. Najpomembnejši dejavnik pri preventivni zaščiti je realna in pravočasna prognoza obsežnih padavin.

UVOD

Poplave so redek in izredno dinamičen pojav. Zbiranje in odtok povečanih količin padavin povzroča intenzivne procese erozije ne samo v strugi, temveč v celotnem povodju. Kalnost vodotoka se izredno poveča. Poleg rinjenih plavin, ki jih voda vleče po dnu, odplavlja in tudi nosi različne plavajoče predmete. Plavajoči predmeti (stebela večjih dreves) se na zoženih odsekih vodotoka (mostovi) zagozdijo in zajeziyo vodo. Z nadaljnjim povečanjem pretoka se zajezitev poruši in povzroči dodatni porušitveni poplavni val v strugi vodotoka. Voda se zaradi povečanega pretoka, razliva po okolišnih površinah in ogroža različne dejavnosti. Ko se pretok zmanjša in se voda umakne v strugo, zapušča na poplavljenih površinah naplavine, plavajoče predmete, ribe, onesnaženje...

Intenzivna izraba prostora zahteva urejen vodotok, ki je s poplavami ne bi ogrožal, kar je idealen in praktično nedosegljiv cilj. Zavedati se moramo, da absolutne zaščite pred vodno ujmo ni. Lahko se borimo za čim manjšo škodo in reševanje življenj. Tako je obramba pred poplavami neposredno vezana na ogrožene gospodarske dejavnosti oziroma potencialno škodo, ki bi jo poplave lahko povzročile. Cilj obrambe pred poplavami, bolje povedano "gospodarjenje s škodo, ki bi jo poplave povzročile", je zmanjšanje posledic poplav na družbeno sprejemljivo raven.

Pri načrtovanju obrambe pred poplavami so bili neupravičeno zapostavljeni alternativni negradbeni ukrepi, ki praviloma ne zahtevajo večjih gmotnih sredstev, le zahtevno in poglobljeno analizo celotnega pojava in sodobno informacijsko organizirano družbo. Pomemben dejavnik obrambe pred poplavami in eden od nosilcev alternativnih negradbenih ukrepov je civilna zaščita, ki organizirano deluje med ujmo in neposredno po njej. Uspešno delovanje službe je osredotočeno predvsem na reševanje človeških življenj in gmotnih dobrin. Za uspešno delovanje službe je treba pripraviti načrte delovanja, prilagojene dejanskim razmeram na posameznih območjih.

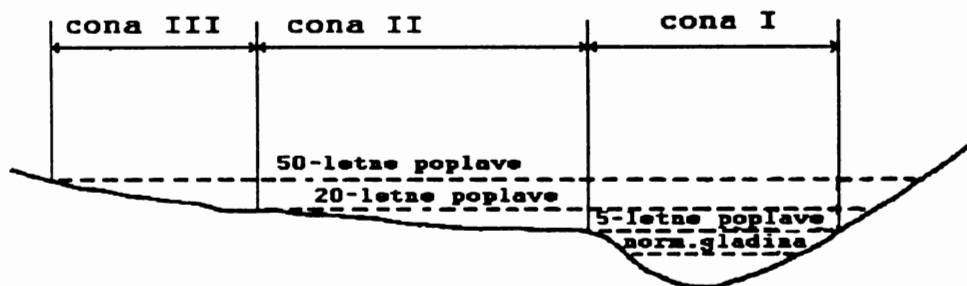
UKREPI ZA ZAŠČITO PRED POPLAVAMI

Ukrepe za zaščito pred poplavami, oziroma gospodarjenje s škodo, ki jo poplava povzroča, lahko razdelimo na (1, 2, 9):

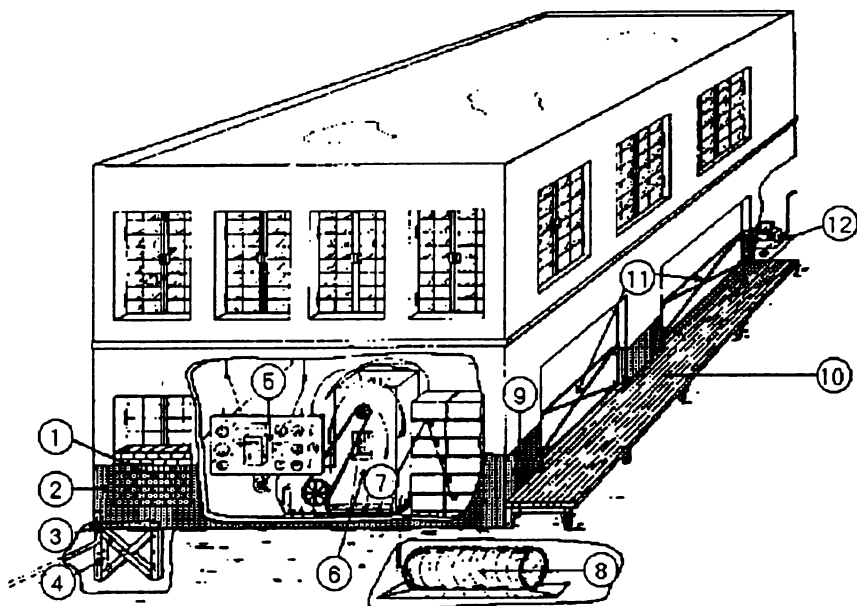
- Vodogradbene, ki zajemajo gradnjo objektov, s katerimi vplivamo na verjetnost pojava, pretočno krivuljo ali krivuljo nivo-škoda.
- Negradbene ukrepe (brez objektov), alternativne ukrepe, ki zmanjšujejo občutljivost območja na škodo pri poplavah. Ukrepi ne zajemajo izgradnje posebnih objektov, zahtevajo pa obilo inženirskega dela. Ti ukrepi so:
 - upravno-administrativni predpisi, s katerimi skušamo doseči urejanje področja, pri katerem bo škoda pri poplavah minimalna;
 - povečanje varnosti posameznih objektov oziroma zmanjšanje njihove občutljivosti pri poplavah;

delovanje organizirane službe za redno in izredno obrambo pred poplavami; ukrepi, s katerimi skušamo pri nastopu poplav čimbolj omiliti škodo in zmanjšati posledice pojava.

O vodnogospodarskih ukrepih obstaja obsežna literatura (1, 5, 6) in tokrat o njih ne bomo govorili.



Slika 1. Cone ogroženosti obrežnih površin po HEC (2).



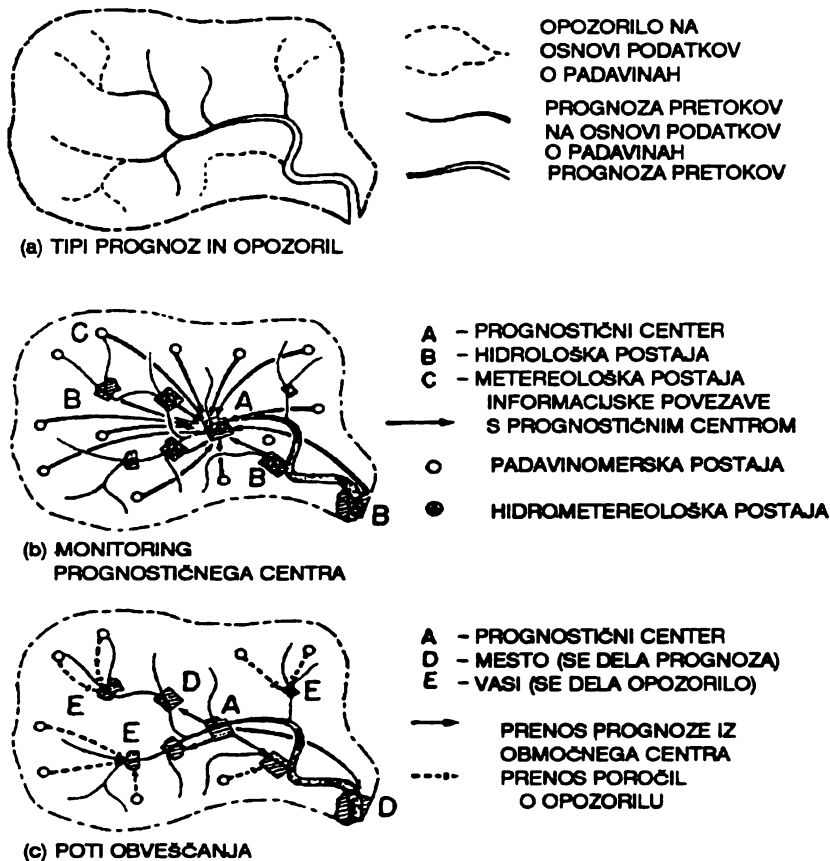
1. ZAZIDANA ODPRTINA
2. VODODRŽNI PREMAZI
3. VENTIL NA KANALIZACIJSKEM ODVODU
4. TALNE PODPORE
5. KOMANDNA TABLA, DVIGNJENA NAD GL. POPLAVE
6. OPREMA, ZAŠČITENA S POLIETILENSKO FOLIJO
7. POLIETILENSKA FOLIJA MED SLOJI KARTONA
8. ZASIDRAN PODZEMNI REZERVOAR
9. SANIRANE RAZPOKLINE
10. IZPRAZNJENA RAZTOVORNA RAMPA
11. JEKLENI POKROVI NA VRATIH
12. MULJINA ČRPALKA ZA DRENAŽNO VODO

Slika 2. Ukrepi za zaščito industrijskega obrata.

Alternativni ukrepi (brez gradnje objektov)

Pod alternativnimi ukrepi pojmujejo ukrepe, ki ne zahtevajo izgradnje objektov: akumulacij, regulacij struge, nasipov, suhih zadrževalnikov ipd. Osredotočeni so na organizirano obrambo družbe, v najširšem pomenu besede. Pri tem se izvajajo dolgoročni upravno-administrativni ukrepi, zavarovalna politika, redna in izredna obramba, izobraževanje, zaščitni ukrepi pri projektiranju novih in rekonstrukciji starih objektov, izvajanje manjših posegov ipd.

Upravno-administrativno-upravni ukrepi so osredotočeni na zmanjšanje bodoče potencialne škode pri poplavih s spremembo obstoječih oziroma z razvojem novih dejavnosti v poplavnem območju, ki pri poplavih ne bi utrpeli večje škode. Na območjih ob vodotoku opredelimo cone glede na stopnjo ogroženosti (slika 1). V prvi, najbolj ogroženi coni ob strugi vodotoka in v njej je prepovedana katerakoli dejavnost brez posebne privolitve pristojne službe, v drugi coni so dovoljene le posamezne dejavnosti, ki pri poplavi ne bi utrpeli škode ali slabšale režima voda, tretja cona je področje potencialne nevarnosti, s katero so uporabniki seznanjeni in jo upošte-

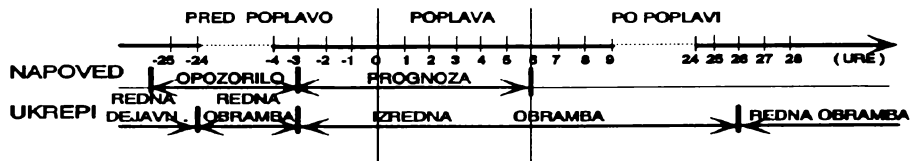


Slika 3. Tipi prognoz in monitoringa v povodju.

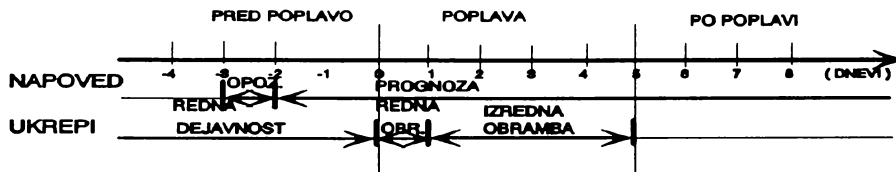
vajo pri različnih ukrepih (zavarovanje, davki, urejanje, omejena izgradnja, dislociranje občutljivih objektov, kot so arhivi, skladišča ipd.). Področje je rezervirano za zelene površine, parkirišča, skladiščenje razsutih tovorov (gramoz, premog...), pri katerih poplava ne bi povzročila večje škode. V družbah z razvitim tržnim gospodarstvom in zavarovalništvom dosega ugodne rezultate tudi z zviševanjem zavarovalnih premij na ogroženih območjih. Na obdelovalnih površinah je priporočljivo razvijati travnike in sadovnjake. Pri urejanju povirij se skuša s predpisi zavarovati degradacijo gozdov pred pretirano sečnjo in gradnjo gozdnih cest... Sprememba namembnosti ogroženih zemljišč je lahko širše družbeno sprejemljiva, ni pa popularen ukrep za prizadete prebivalce ogroženih območij. Učinkovit ukrep je tudi opozarjanje in prepričevanje prebivalcev na ogroženih območjih. Vsi prebivalci ogroženih področij morajo biti seznanjeni z navodili za ravnanje ob poplavah in z ukrepi obrambe. V tabeli 1 so podana navodila, povzeta po literaturi pod točkama 2. in 10. Pri vajah civilne zaščite pa se varna območja in način evakuacije določijo na terenu.

Povečano varnost posameznih objektov dosežemo z dvigom objekta (nasipanje, visoka podkletenost), z vododržnostjo zidov in vhodov oziroma odprt in stavbi, s spremembo namem-

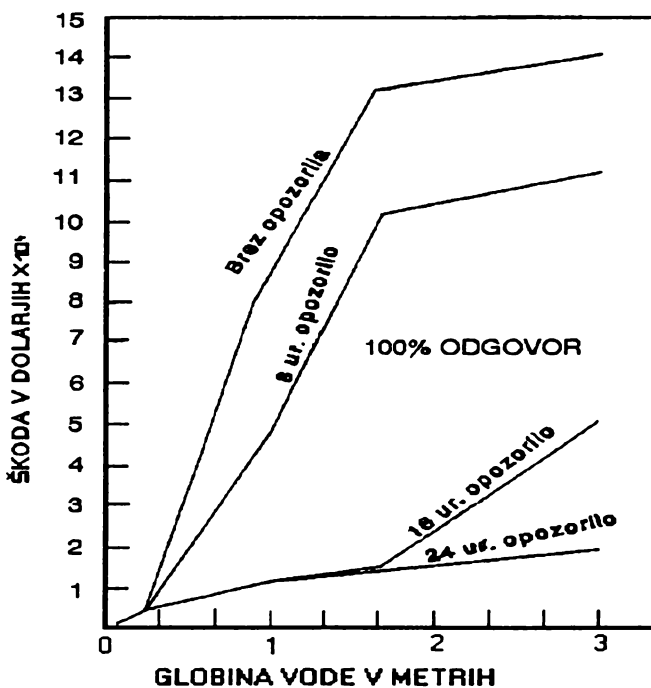
POPLAVE V POVIRJU



POPLAVE V SPODNJEM TOKU



Slika 4. Prognoza in oblike obrambe pred poplavo.



Slika 5. Vpliv prognoze na zmanjšanje škode (9).

Tabela 1. Relativni vpliv varnostnih ukrepov, ki jih določamo na osnovi prognoze poplav na škodo pri poplavah.

Vrsta izgube	Stopnja, do katere lahko zmanjšamo izgube			Vrsta varnostnih ukrepov
	Velika	Srednja	Majhna ali nič	
KMETIJSTVO				
Posevki				
nepožeti dozoreli posevki	-	*	-	reprogramiranje - zgodnja ali takojšnja žetev
padec donosa	-	-	*	
enoletni posevki	-	-	*	
neposejani posevki	-	-	*	
ponovna setev posevkov	-	-	*	reprogramiranje - kasnejša setev
skladiščeni posevki	*	-	-	selitev
sadjarstvo	-	-	*	
stavbni les	-	-	*	
živina in živinski proizvodi	*	-	-	selitev
pohištvo	*	-	-	selitev
osebni predmeti	*	-	-	selitev
kmečka poslopja	-	-	*	
kmetijska mehanizacija in oprema	*	-	-	selitev, zaščita
avtomobili, kamioni, prikolice, čolni	*	-	-	selitev
ograje, ceste in zunanja ureditev	-	-	*	
namakalni in osuševalni sistemi	-	-	*	
zemljišče	-	-	*	
nekmetijski prihodek	-	-	*	
evakuacija in ponovna naselitev	-	-	*	reprogramiranje
URBANA NASELJA				
stanovanjske zgradbe				
temelji	-	-	*	
nadgradnja	-	-	*	
fiksirani podatki	-	*	-	zaščita
dodatna oprema, okrasi	-	-	*	
pohištvo	*	-	-	selitev
osebni predmeti	*	-	-	selitev
garaže in druge zgradbe	-	-	*	
avtomobili, prikolice, kamioni	*	-	-	selitev
zemljišče in zunanji dodatki	-	-	*	
izguba dobička od najemnin	-	-	*	
evakuacija in ponovna naselitev	-	-	*	

Vrsta izgube	Stopnja, do katere lahko zmanjšamo izgube			Vrsta varnostnih ukrepov
	Velika	Srednja	Majhna ali nič	
PRODAJA IN KOMERCIALA zgradbe - gl. urbana naselja pohištvo oprema zaloge v skladiščih manjši objekti avtomobili, prikolice, kamioni stavbna zemljišča z dodatki motenje poslovanja proizvodnja dobrin in servisi proizvodna oprema evakuacija in ponovna naselitev	* * * - * - - - -	- - - - - * * - -	- - - * - - - - *	selitev selitev, zaščita selitev selitev reprogramiranje zaščita, selitev, reprogramiranje
TOVARNE zgradbe - gl. urbana naselja pisarniško pohištvo in dokumenti obratovalni stroji zaloge surovin in končnih izdelkov manjši objekti avtomobili, prikolice, tovornjaki stavbna zemljišča z dodatki moteno poslovanje proizvodnja dobrin proizvodna oprema stroški motene proizvodnje evakuacija in ponovna naselitev	* - * - * - - - - -	- * - - - - * * - -	- - - * - * - - * *	selitev selitev, zaščita selitev, zaščita selitev selitev
POSLOVNE STAVBE IN ZEMLJIŠČA zgradbe - gl. urbana naselja pohištvo oprema zaloge materiala poslovni dokumenti, knjige in drugi vrednostni papirji manjše zgradbe zemljišča avtomobili, prikolice, tovornjaki evakuacija in ponovna naselitev	* - * * - - - * -	- * - - - - - - -	- - - - * * *	selitev, zaščita selitev selitev
JAVNE SLUŽBE notranja oprema, stavbe in zemljišča zunanja nepremična oprema zunanja premična oprema oprema v kletnih prostorih javni prevoz, plovba	- - * - -	* * - * *	- - - - -	zaščita zaščita selitev

Vrsta izgube	Stopnja, do katere lahko zmanjšamo izgube			Vrsta varnostnih ukrepov
	Velika	Srednja	Majhna ali nič	
zasilna pomoč evakuacija in ponovna naselitev	* -	- -	- *	reprogramiranje reprogramiranje
ŽELEZNICE manjše zgradbe zunanja nepremična oprema dovozne ceste železniški vozni park, vagoni blago v tranzitu zasilna pomoč evakuacija in ponovna naselitev	- - - * * - -	- * - - - - * -	* - * - - - - *	zaščita selitev reprogramiranje, selitev reprogramiranje reprogramiranje
MESTNE IN DEŽELNE CESTE avtocesta stroški preusmeritve prometa stroški zaščite pred poplavo čiščenje	- - - -	- * * -	* - - *	reprogramiranje reprogramiranje
MOSTOVI oporniki in stebri mostne konstrukcije dostopi komunalna infrastruktura	- - - -	* * - -	- - * *	zaščita zaščita
HIDROTEHNIČNI OBJEKTI - PRE- GRADE, OBREŽNA ZAVAROVANJA, NASIPJ STROŠKI NUJNE POMOČI evakuacija in reševanje nujna preskrba upravljanje naselij poplavljenecv nega bolnih in poškodovanih zavarovanje obramba pred poplavami čiščenje	- - - - - - -	* * * * * * -	- - - - - - *	reprogramiranje reprogramiranje reprogramiranje reprogramiranje reprogramiranje reprogramiranje
ZDRAVNIŠKA POMOČ zdravljenje poškodovanih nujna zdravniška pomoč izguba življenj	- - -	* * *	- - -	reprogramiranje reprogramiranje selitev, reševanje, zdravniška pomoč

bnosti najbolj ogroženih prostorov v stavbi. Ukrepi so priporočljivi pri zaščiti posameznih objektov (slika 2) (4). Če jih upoštevamo že pri izgradnji novih objektov, so enostavni in poceni. Zato jih je priporočljivo vključiti med pogoje pri izdelavi lokacijske dokumentacije.

Povečanje varnosti obstoječih objektov zahteva posebno analizo, v zahtevnejših primerih pa tudi obsežno projektno dokumentacijo (ko npr. globina vode preseže, 3 m, hitrost pa 1 m/s). V takih primerih moramo izdelati statične izračune vpliva obremenitev dodatnih hidrostatičnih in

Tabela 2. Pravilna zasnova objektov kot preventivni ukrep zaščite pred poplavami.

Ukrep	Zaščiten del objekta	Vrsta ukrepa	Pravilna zasnova objekta	
			konstrukcijska	hidravlična
Kontrola pronicanja	K-V	T-M	pravilna gradnja	-
Ureditev kanalizacije	K-V	T-M	-	H-O
Stalna zapora za vodo	K-V	T	neprepustne stene	H-S
Zaščita odprtih	K-V	M-N	neprepustne stene	H-S-O
Notranja zaščita	K	T-M	-	S-O
Zaščitna pokrivala	K-V	T-M-N	-	H-O-Č
Požarna zaščita	K-V	T	-	-
Zaščitna orodja	V	N	-	O
Komunalne službe	V	T-M-N	-	S-O-V
Zaščita cestnih konstrukcij	K	T-N	brezhibni ustroj	H-O-V-D
Dviganje v višje etaže	K-V	T-M-N	brezhibna zgradba	S-O-V-Č
Začasna premeštitev	V	N	-	O-Č
Reprogramiranje	V	N	različne možnosti	O
Pravilno reševanje	V	-	-
Vodoneprepustni pokrovi	V	T-M	-	O
Pravilno sidranje	K-V	T-M	brezhibna gradnja	S-O-V-D
Podzidava	K	T	brezhibna gradnja	V
Zaščita lesenih delov konstrukcije	K	T	-	-
Premišljeno plavljenje	K-V	N	-	-
Konstrukcijska zasnova	K-V	T	projekt	H-S
Sprememba uporabe	V	T	možnost sprememb	-

K - konstrukcija
 T - trajen
 H - hidrostatski pritisk
 Č - čas trajanja konice poplavnega vala
 V - vsebina
 M - mogoč
 S - stopnja poplave
 V - hitrost toka
 N - nujen
 O - opozorilo
 D - trajanje poplave

hidrodinamičnih tlakov. Pri omenjenih tlakih so tudi tesnitve, ventili in vodotesnosti veliko bolj zahtevni, ščiti in pokrovi na zunanjih odprtinah pa zahtevajo posebno konstrukcijo.

Pri določanju ukrepov moramo upoštevati razpoložljivi čas za njihovo izvajanje. Čas med razglasitvijo nevarnosti in pojavom poplav mora biti z določeno rezervo krajši od časa za izvajanje ukrepov (zapiranje ventilov, montiranje vodotesnih ščitov na odprtinah, ipd).

Poleg same konstrukcije zahtevajo posebno pozornost tudi inštalacije. Vsi vitalni deli, predvsem pa komandni pulti, stikala in razvodne table, morajo biti montirani na varni višini nad gladino poplavne vode tako, da inštalacije lahko delujejo tudi v času poplave, pri poplavljenosti prostorov pa ne utrpijo večje škode.

Redna in izredna obramba pred poplavami zajemata vrsto ukrepov, odvisnih od nevarnosti, ki grozi ogroženemu območju. Redna obramba zajema delovanje za to usposobljenih organizacij (s 24-urnim dežurstvom) in priprave za izredno obrambo, ki lahko v končni fazi zajame vsesplošno mobilizacijo in evakuacijo ogroženega območja. Pri tem ima poseben pomen informativna služba in to ne samo posameznih pristojnih štabov, temveč celotnega prebivalstva na ogroženem območju zaradi pravočasne evakuacije. Zato je potrebna čimbolj zanesljiva prognoistična služba, ki omogoča podaljšanje časa za ukrepanje med opozorilom in nastopom poplav. Na sliki 3 je podano večje povodje s prikazom tipov prognoz, monitoringom in poti obveščanja pri poplavah.

V zgornjih delih povodja je za območja ob strugah hudournikov mogoče samo podati opozorilo o splošni nevarnosti na osnovi podatkov o izmerjenih padavinah (slika 11). V osrednjem delu je mogoče podati tudi prognozo o velikosti pretokov oziroma gladin poplave na osnovi merjenih padavin. V spodnjem delu toka lahko že izdelamo zanesljivo prognozo na osnovi podatkov o pretokih v zgornjem delu povodja. Podatki se zbirajo v prognoističnem centru v osrednjem delu povodja in služijo predvsem za izdelavo prognoističnih poročil. Opozorila o navarnosti ob hudourniških strugah se prenašajo direktno (mimo prognoističnega centra) ogroženim območjem. Pomen prognoze za zmanjšanje škode je razviden iz diagrama na sliki 5. V tabelah 1 in 2 so podane možnosti zmanjševanja škode zaradi poplav pri različnih dobrinah in dejavnostih.

Načrt obrambe mora vsebovati usklajen program in pristojnosti posameznih služb in organizacij v primeru redne in izredne obrambe. Poleg podrobno razdelane organizacije delovanja so tu podana podrobna navodila in procedure pri odločanju, predpisi in odločbe pristojnih teles ter ne nazadnje imenovane odgovorne osebe z naslovi in telefonskimi številkami.

Alternativni ukrepi zahtevajo majhna grotna vlaganja, toda visoko organiziranost, ki je je zmožna le "informativska" družba, v kateri je mogoče natančno ugotoviti delovanje posameznih ukrepov, kot je delovanje zavarovalne politike, davčne politike, civilne zaščite ipd.

Načrtovanje ukrepov za zaščito pred poplavami

Načrtovanje ukrepov za zaščito pred poplavami, oziroma gospodarjenje s škodo, zajema več faz:

- 1. faza:** Definiranje dejanskega stanja. Izdelava hidroloških in hidravličnih modelov povodja. Ugotavljanje meja ogroženih območij in evidenca ogroženih dobrin.
- 2. faza:** Razvoj kriterijev odločanja. Verifikacija in potrditev metodologij za izdelavo projektne in upravne dokumentacije (izbira merodajne verjetnostne razporeditve, določanje povratne dobe za zavarovanje posameznih panog).

-
- 3. faza:** Izdelava variantnih rešitev, ovrednotenih z multiobjektivno analizo, vključno s cost-benefit analizo. Pri tem se ponavadi išče optimum letnih stroškov.
- 4. faza:** Ocena alternativnih (neekonomskih) ukrepov posameznih rešitev in izbira oziroma odločanje o izvedbi najustreznejše variante.

1. Brilly, M., M. Rismal, 1988, Vodnogospodarska urejenost posameznih OVS. LMTe - FAGG, Ljubljana.
2. Brilly, M., 1991, Varnostni ukrepi pri obrambi pred poplavami. Ujma 5, Ljubljana.
3. Day, H. J. G. Bugliarello, P. H. P. Ho, V. T. Hougfton, 1969, Evaluation of Benefits of a Flood Warning System. WRR, Vol. 5.
4. Engineering Division U.S.S.C.S, 1975, Flood Profing. Technical Release, No. 57.
5. Hoyt, G. W., W. B. Langbein, 1955, Floods. Princeton university press.
6. Hydrologic Eengineering Center. Second International workshop in Hydrologic Engineering. Course manual, part 2, august 1974, Davis, California.
7. Lardieri, A. C., 1975, Flood Proofing Regulations for Building Codes. ASCE Journal of the Hydraulics Division, Sept.
8. Jansen, P., L van Bendegom, J. van den Berg, M. de Vries in A. Zanen, 1979, Principles of River Engineering. Pitman.
9. Smith, K., G. Tobin, 1979, Human adjustment to the flood hazard. Longman, London.
10. Todd, D., 1977, The water encyclopedia. Water information center. Port Washington, N.Y.

DOLGOROČNE USMERITVE PRI VAROVANJU PRED VODO

Naravne nesreče odvzamejo Sloveniji vsako leto povprečno 1,5 do 3 % družbenega proizvoda, večje nesreče (ujme) pa tudi več. Škodo ob vodni ujmi lahko človek z nepremišljeno rabo prostora povečuje, lahko pa posledice ujme tudi bistveno zmanjšuje, če že ne odpravlja.

V zvezi s pojavi vodnih ujm lahko ugotovimo:

- da so ponavljajoče se vodne ujme velika ovira za normalen razvoj prizadetih okolij;
- da posledice lahko preprečimo ali vsaj bistveno zmanjšamo;
- da so najosnovnejši preventivni ukrepi (če so seveda možni) tudi najcenejši;
- da so parcialne rešitve manj učinkovite in dražje od globalnih;
- da je varstvo pred nesrečami toliko učinkovitejše in cenejše, na kolikor bolj začetni stopnji razvoja nekega predela začnemo načrtovati in izvajati varstvo pred vodami in kolikor širše gledamo na problem (t. i. holistični in sinergistični pristop).

Zato je nujno odpraviti ločeno obravnavanje delov povodij (npr. ruralni in urbani del) ali pa posameznih posegov v prostor. Le tako je možno izkoristiti prednosti integralnega (celostnega) pristopa, posebej še, ker je za Slovenijo značilna tako geografska raznolikost kot raznolikost povodij, klimatskih in meteoroloških razmer.

Pri obravnavanju ogroženosti z vodami je treba upoštevati, da dogovorjena (določena, privzeta) poplavna varnost ni ozko strokovno določljiva kategorija, pač pa rezultat v širši družbeni kontekst postavljene celovite tehnično - ekonomsko - sociološke in tudi politične analize. Obstoječa praksa in tuje izkušnje so nam pri tem lahko le vodilo, ne pa tudi recept. Zato se moramo problema lotiti strateško: najprej je treba izkoriščati najcenejše in najbolj enostavno uresničljive ukrepe, dražje in zahtevnejše pa pustiti v presojo in realizacijo, ko bo čas za to bolj primeren ali pa ko drugih možnosti ne bo več na razpolago.

UREJANJE VODNEGA REŽIMA

Proces tehnološkega, demografskega in družbenega razvoja v svetu kaže, da poteka razvoj urejanja voda v štirih fazah:

- Prva faza.** Zaradi izobilja so zadostne količine vode brez omejitev dosegljive relativno enostavno in v bližini kraja porabe. Zaščita pred vodami je le lokalna in ni izpostavljena kot širši družbeni problem. Interesi posameznih gospodarskih dejavnosti si ne nasprotujejo, zato ni zahtev po usklajevanje interesov.
- Druga faza.** S porastom porabe in/oz. postopnim slabšanjem kakovosti vode se prične uvajati prve elemente načrtnega dela, tj. racionalizacija porabe vode z zakonsko regulativo in/ali z ukrepi ekonomske stimulacije za zmanjšanje specifične porabe vode, zaščito pred visokimi vodami ter za zaščito kakovosti vode. Na tej stopnji je že potrebno gospodarjenje z vodami organizirati kot samostojno dejavnost.
- Tretja faza.** Postopoma se uveljavlja časovno in prostorsko prerazporejanje voda (tudi na širšem območju). Vodo moramo prevajati iz enega povodja v drugo povodje že prej, preden izkoristimo povprečne pretoke (srednji Q) lastnih voda v povodju, kar zahteva oblikovanje bistveno drugačnih izhodišč za urejanje voda (vodnega režima).
- Četrta faza.** Posamezni sklopi se povezujejo v vse večje celote z enotnim, centralnim upravljanjem na območju velikih povodij, ali celo na nacionalnem oz. mednarodnem območju. Voda dobiva svojo ceno. Zaščita pred vodo dobiva vse večje razsežnosti, ker je večina rečnih dolin že poseljena. Ukrepe za zaščito voda je treba izvajati na celotnem povodju. Vode ne moremo več ščititi pred onesnaževanjem le s parcialnimi tehnološkimi ukrepi, zato sistemi varovanja vode postajajo vse bolj integrirani, z optimalno kombinacijo tehnoloških, vodnogospodarskih in normativno-upravnih ukrepov. Specifična poraba vode se mora zmanjšati, zato je nujna recirkulacija vode v tehnoloških postopkih oz. večkratna in večnamenska izraba.

Zlahka ugotovimo, da v Sloveniji danes v posameznih povodjih dosegamo kaj različne faze razvoja, kar zahteva obravnavanje razmer v posameznih povodjih s specifičnimi pristopi. Ključni parametri so raba, izraba in poraba vodnega potenciala. V splošnem ločimo tri oblike vodnega potenciala:

- količino,
- kakovost in
- lego vode v prostoru,

pri čemer uporaba posamezne oblike potenciala običajno vpliva tudi na preostale oblike. Na določeni fazi razvoja, ko so obnovitvene zmogljivosti naravnega vodnega režima presežene, mora človek s smotnimi posegi urediti in nato vzdrževati urejeni vodni režim.

Urejanje vodnega režima zahteva, da obravnavamo oz. skrbimo za razmere v najmanj štirih stanjih vodnega režima, in sicer za:

- razmere ob verjetno maksimalnih vodah,
- razmere ob visokih vodah z izbrano (določeno) povratno dobo,

- razmere pri pretokih za neposredne uporabnike (mlini, kmetijstvo, HE, preskrba z vodo ipd.),
- razmere ob nizkih pretokih (za ohranjanje biotopa).

Pri urejanju tako različnih razmer nujno pride do značilnih konfliktov med posameznimi uporabniki prostora. Zadovoljive rešitve zato zahtevajo v višjih stopnjah razvoja velike in daljnosežne posege v prostor. Le-ti morajo biti načrtovani pravočasno in skladno z dinamiko razvoja prostora: mest, primestnih površin, kmetijskih površin in gozdov, skratka celotnega zaledja. Vse to pa zahteva uvajanje enotne metodologije za obravnavanje celotnega povodja, z vsemi mikro posebnostmi, saj le na tak način lahko pravilno ocenimo posamezen poseg v prostor v luči celotne strukture.

Posebej je treba poudariti, da velik obseg nestabilnih in pogojno stabilnih zemljišč v Sloveniji zahteva posebno pozornost pri posegih v prostor, na katere vodno gospodarstvo sicer nima neposrednega vpliva (npr. gospodarjenje z gozdovi, kmetijskimi in gorskimi zemljišči, prekinitve, preusmerjanje in koncentracija naravnih npr. površinskih vodnih tokov ipd.). Številna plazišča, intenzivna erozija in transport plavin ter plavljenje obrežne in druge vegetacije, ki se pojavljajo ob visokih vodah (oz. padavinah), jaseno kažejo na neurejenosti (oz. nevzdrževanje) razmer v prostoru (oz. v povodjih).

RAZMERE V SLOVENIJI

Zaradi naravnih danosti se v Sloveniji srečujemo z izjemnimi razlikami med velikimi in malimi (sušnimi) pretoki voda v površinskih in podzemnih vodnih sistemih.

Obstoj biotopov, raba vode in druge oblike izkoriščanja voda so možni, če minimalni pretoki, ki so na voljo, zadoščajo potrebam. V naših klimatskih razmerah se konica največjih potreb pojavi ravno v obdobju z minimalnimi razpoložljivimi količinami voda v vodnih sistemih.

Srednje vrednosti razpoložljivih pretokov niso realno izhodišče za oceno objektivno razpoložljivih voda. Raziskave kažejo, da je v povodjih, kjer lahko zgradimo akumulacije z večletno izravnavo, možno računati le s 70 % sicer razpoložljivih količin. Na povodjih, kjer gradnja akumulacij ni možna, pa je možno računati le z manj kot 50 % sicer razpoložljivih količin.

Kot primer si oglejmo razmerja za maksimalne oz. minimalne pretoke na državni meji za štiri pomembnejše vodotoke:

Vodotok	Visoke vode m ³ /s	Sušni pretoki m ³ /s	Razmerje
Mura	1440	35,9	40 : 1
Drava	2708	55,0	49 : 1
Sava	3650	46,3	79 : 1
Soča	1900	11,6	164 : 1

Za Slovenijo je značilna velika reliefna in geološka razgibanost. Dobra tretjina ozemlja je iz plazovitih glinastih škrljavcev, glinenih usedlin in fliša, na območju Alp in Karavank pa sestavljajo tla menjajoče se vodoprepustne in vodonepropustne plasti. Krovna plast preperine in plodnih tal je ravnovesno labilna; voda, preperevanje, nepremišljeni posegi v okolje ipd. sproščajo erozijske procese, plazove in velike premike kamenin in zemljine.

Kar 8800 km² (tj. 2/5) površine Slovenije je izpostavljene delovanju erozijskih procesov (na vodnem območju Drave-Mure 2500 km², Save 4400 km² in na obalnem pasu 1900 km²). Delovanje erozijskih sil sprosti okrog 5000000 m³ hribinskega materiala na leto, od tega 870465 m³ na povodju Drave in Mure, 2816600 m³ na povodju Save in 441000 m³ na povodju Soče in obalnega morja.

Hidrografska mreža pomembnejših vodotokov v R Sloveniji meri 9781 km, od tega je 7469 km nižinskih vodotokov in 2312 km hudournikov. Celotna hidrografska mreža je ocenjena na 26603 km, od tega je 17894 km nižinskih vodotokov in 8709 km hudournikov. Le na manjšem delu teh vodotokov so bili že izvedeni regulacijski posegi. Urejenih vodotokov je 2441 km, kar pomeni, da je 25,5 % pomembnejših vodotokov že reguliranih ali drugače umetno urejevanih. Glede na skupno dolžino hidrografskega omrežja R Slovenije pa izračun pokaže, da so bili hidrotehnični posegi izvedeni le na 9 % vodotokov in hudournikov.

Zaradi teh posegov se je zmanjšala ogroženost poplavnih površin. Večjih poplavnih površin je v Sloveniji 71170 ha, od teh je vsaj 20 % takih, na katerih zaradi občasnih poplav ni večje škode. Preostale poplavne površine pa so že branjene, vendar z različno stopnjo varnosti (od 5 do 100 let povratne dobe).

V Sloveniji smo se šele v zadnjih 20 letih resneje lotili gradnje zadrževalnikov visokih voda in manjših akumulacij. Od prvotnih 11 zadrževalnikov in akumulacij se je njihovo število povečalo na 31, njihova prostornina pa je narasla od 12,3 milijonov m³ vode na 103,6 milijonov m³ vode. Pomen teh objektov je večji v pogledu varovanja površin pred visokimi vodami, njihov vpliv na povečanje minimalnih pretokov v rekah pa je zanemarljiv. Le deloma se akumulirana voda že uporablja v gospodarske namene (npr. kmetijstvo).

Protierozijska dejavnost in urejanje hudournikov je bila pretežno usmerjena v gradnjo protierozijskih pregrad na glavnih hudourniških strugah in v regulacije hudournikov na tistih odsekih, kjer so vode ogrožale urbanizirane površine in kmetijska zemljišča. Le v manjši meri smo gradili objekte za varovanje z erozijo ogroženih površin in za zadrževanje plavin v erozijskih povirjih.

Večji del denarja (prek 70 %), ki smo ga v preteklosti vlagali v gospodarjenje z vodami, je bil uporabljen za varovanje površin, ogroženih s poplavami. V tem pogledu so bili doseženi uspehi, saj so pred poplavami do določene povratne dobe varovane vse glavne urbanizirane površine in pomembnejši infrastrukturni objekti, skoraj v celoti pa so branjene pred poplavami tudi površine ob največjih vodotokih: Muri, Dravi in Savi.

Stanje na pomembnejših pritokih Drave, Save in Soče pa je še vedno kritično, predvsem zato, ker teh vprašanj ni mogoče reševati samo z enostranskimi ukrepi (regulacije, nasipi). Učinkovito bo ta vprašanja mogoče rešiti ob upoštevanju protierozijskih posegov, zadrževanju visokih voda in prostorsko-ekološko primerni dispoziciji prostora ob vodotokih in v povirjih.

Rezultati tehnično-ekonomske presoje kažejo, da bi bilo ob primeru nastopa 100-letnih voda v Sloveniji poplavljenih prek 57000 ha površin, od tega 2100 ha urbaniziranih površin. Ta obseg

je presenetljivo velik, kaže pa, da vse vode v Sloveniji le niso bile kanalizirane in da je stopnja ureditve majhna v primerjavi z ogroženimi gospodarskimi potenciali. V tem obsegu tudi še niso upoštevana ogrožena območja ob hudourniških strugah, ki so sicer po površini majhna, so pa zato tam erozijske sile in rušilna moč voda bistveno večje.

Okoli 1/3 površine R Slovenije sestavljajo labilna oz. pogojno stabilna zemljišča. Izrazito plazovitih območij je v R Sloveniji okrog 160 km². Registriranih je več kot 500 večjih in okrog 1500 manjših snežnih plazov, ki ogrožajo objekte in javne komunikacije na več kot 200 mestih (ocena v začasnem katastru snežnih plazov).

Za odtok voda, obrambo pred poplavami in deloma za ureditev pretočnih razmer je bilo zgrajenih več kot 2000 vodnogospodarskih objektov in ureditev v splošni rabi. Njihova vrednost je znašala (cene na dan 1. 1. 1984) okrog 25,5 milijarde dinarjev. Do tistega obdobja je znašal obseg takih del desetkrat več kot obseg del za hudourniške objekte!

Za obrambo pred hudournimi vodami in erozijo je bilo zgrajenih približno 5000 hudourniških in protierozijskih objektov (večjih in manjših). Vrednost izvedenih del je bila ocenjena (cene na dan 1. 1. 1984) na 2.5 milijarde dinarjev.

Opozoriti je treba, da so zgrajeni vodnogospodarski objekti že precej izrabljeni. Stopnja dotrajanosti se giblje do 25 % do 75 %, odvisno od značaja vodotoka in uspešnosti pri vzdrževanju objektov, ki pa je v prostoru Slovenije zelo različna.

Ogroženost pred škodljivim delovanjem voda je bistveno odvisna od lokalnih razmer, oz. od občutljivosti posameznega območja na ekstremne pojave, zato zahteva detaljno, lokalno obravnavo, za kar pa ni zadostnih podatkov. Doslej izvedeni ukrepi proti napredovanju erozijskih procesov oz. zmanjšanju transporta plavin iz povirij niso bili zadostni, hkrati pa ni bila nadzorovana primernost rabe pogojno stabilnih zemljišč. Zaradi dosedanje nenamenske oz. nepremišljene rabe vodnih zemljišč bo treba preveriti, katere predele na čezmerno ogroženih območjih se spoh splača ščititi (cost-benefit analiza).

Ugotavljamo tudi, da ni bilo ustrezne (načrtne) izrabe z vodo ogroženega zemljišča, katerega obseg je bil sicer določen glede na primerno (privzeto) povratno dobo visokih voda. Povsem je izpadlo tudi načrtovanje rabe prostora glede na verjetne maksimalne vode.

Pri urejanju hudournikov je imelo doslej prednost varovanje izpostavljenih urbanih ali kmetijskih zemljišč, manj pa ureditve za zadržanje materiala v povirju. Pri urejanju nižinskih vodotokov se je voda preveč utesnjevala. Utrditve brežin in dna, dimenzionirane za nizkih visokih voda, seveda ne morejo (in niso) zdržale obremenitev pri visokih pretokih, pasivni (sekundarni) ukrepi za primer višjih voda pa niso bili ne jasno predstavljeni ne izvajani. Ob tem je nepravilno urejevana in nevdrževana zarast brežin še zmanjševala in ogrožala potrebno prevodnost korit in premostitev.

Varovanje pred visokimi vodami z nasipi oz. s poglobljanjem nivelete daje uporabnikom prostora le neutemeljen občutek absolutne varnosti pred vodami. Zato so bile posledice ob nastopu voda, višjih od upoštevanih, pogosto nesorazmerno velike.

Varovanje vodnih površin, vodnih zemljišč in vodnega sveta, ki pomembno vpliva na vodni režim je najpomembnejša dolgoročna naloga vodnega gospodarstva. Zgodovinsko uveljavljen koncept varovanja prostora, ki sloni na ideji postopnega omejevanja vodnih površin in vodnih zemljišč na čimmanjši prostor, je doslej povzročil vodnim virom največjo škodo. Absolutnih

temeljnih vrednot okolja ni mogoče tehtati z relevantnimi ekonomskimi merili, ki se z leti spreminjajo. Voda je absolutna kategorija in vodno bogastvo je nenadomestljivo.

Danes smo v prehodnem obdobju: nekateri segmenti starega sistema gospodarjenja z vodami so bili ukinjeni, nekatere funkcije pa delno prenešene na državno upravo. Žal novi sistem še ni v celoti vzpostavljen, saj ga bo mogoče uveljaviti šele po sprejetju novega zakona o vodah.

Neutemeljeno je pričakovati, da bo že sama uvedba tržne logike odpravila obstoječe stanje in dovolj naglo vzpostavila učinkovito upravljanje in urejanje voda. Država bo morala v prihodnje posredovati s posegi, ki bodo omogočili pozitivno selekcijo tako upravnih organov kot izvajalcev strokovnih storitev ter obogatitev znanj s področja urejanja voda in gospodarjenja z vodami.

PREDLOG NOVE POLITIKE VARSTVA PRED VODAMI

Predlog, ki je v pripravi, nastaja zaradi naslednjih ugotovitev:

- Kljub aktivnim ukrepom, v glavnem gre za zagotovitev prevodnosti strug vodotokov na (ponavadi) 100-letno visoko vodo, se škoda zaradi poplav veča.
- Pasivni ukrepi v drugih deželah (npr. v Kanadi, ZDA, Avstriji) uvajajo obvezno določanje poplavnih con, določenih ob pomoči pretočnih hitrosti in pretočnih globin ali dogodkov različne verjetnosti nastopa.
- Računski pretok visoke vode se ponavadi ekstrapolira iz serije meritev na vodomernih postajah, ki tudi v razvitih državah le redko obsegajo obdobja daljša od 50 let. To pušča veliko negotovost o velikosti pretoka visoke vode, ki ima možnost, da se pojavi. Po teoriji verjetnosti namreč obstaja 83 % možnosti, da bo 100-letna visoka voda v obdobju 100 let presežena.
- Izkušnje kažejo, da ljudje približno v 7 letih pozabijo na poplavo oz. na ogroženost zemljišč z vodami.
- Z aktivnimi ukrepi pridobljena varnost za neko zemljišče se porabi, nato pa se tako zemljišče jemlje kot a priori "varno". To potegne za sabo gradnje na takih zemljiščih in s tem povečanje potencialne in dejanske škode po poplavah.

V Predlogu so zato predvidene naslednje usmeritve:

- Stopnja varovanja naj bo odvisna od pomembnosti ščitene objekta, pri čemer je možno le del škode na objektih izraziti v denarju. Objekte zato razdelimo po kategorijah, s katerimi tudi narašča stopnja varovanja.
- Naravne pojave je treba razlikovati glede na potencialno nevarnost, ki jo prinašajo (zmerna oz. ekstremna preplavitev, bočna erozija, blatni tok).
- Ob pretokih voda, ki so večji od izbrane računske visoke vode, je treba predvideti pasivne ukrepe (v glavnem načrtovane izrabe zemljišč), ki zmanjšujejo občutljivost uporabnika in s tem morebitno škodo pri poplavah.
- Proučiti je treba tudi vpliv pretokov voda, večjih od računske visoke vode, in to tudi (in predvsem) v primeru uporabe aktivnih ukrepov varovanja pred visoko vodo. Ker sta

preplavitve in z njo povezana določena škoda neizbežni, je treba nujno razlikovati tri različne računске pretoke visokih voda:

- QA: Meja, do katere naj se ne bi pojavila nobena škoda na varovanih območjih.
 - QC: Zgornja meja, do katere naj bi načrtovali ali aktivne ali pasivne ukrepe varstva pred visokimi vodami. Za zelo pomembne objekte naj ima takšen pretok minimalno (skoraj nično) verjetnost nastopa.
 - QB: Meja med zmerno in ekstremno preplavitvijo.
- Ključna usmeritev je, da načrtovani ukrepi za varstvo pred visokimi vodami ne smejo prenesti (premestiti) nevarnost preplavitve iz območja projektiranja (oz. branjenja) na druga (npr. nizvodna) območja.

DOLGOROČNI CILJI

Dolgoročni cilj racionalnega gospodarjenja z vodnimi količinami je izboljšanje neugodnih pretokov in odprava ekstremno visokih in ekstremno nizkih pretokov. Tehnični ukrepi, s katerimi je to možno doseči, so:

- gradnja umetnih zadrževalnikov in zbiralnikov voda;
- uvajanje razpršene retenzije na primernih lokacijah v povirjih voda;
- trajno varovanje vodnih virov pred neprimernimi posegi v prostor, ki bi zmanjševali razpoložljive vodne količine ali ogrozili kakovost voda;
- varovanje obstoječih vodnih površin in zemljišč ter rezerviranje prostora za nujne bodoče vodnogospodarske posege, ki bodo omogočali bogatenje izkoristljivih vodnih količin in izboljšave drugih komponent vodnega režima;
- pogozdovanje erodiranih in neproduktivnih površin ter izboljševanje sestojev varovalnih gozdov;
- selektivno odvajanje deževnih voda z urbaniziranih površin deloma v podtalnico, deloma v lokalne retenzijske prostore.

V Sloveniji imamo velike možnosti za uvajanje več naštetih ukrepov. Nimamo pa velikih možnosti za gradnjo čelnih in velikih zadrževalnikov in zbiralnikov voda. Znane potencialne lokacije so iz različnih razlogov sporne in ni pričakovati, da se bo odnos do le-teh v doglednem času spremenil ali sploh menjal. Zato je vprašanje zadrževalnikov ključna strateška dilema gospodarjenja z vodami v Sloveniji.

Obenem pa doslej niso bile v zadostni meri izrabljene možnosti za razpršeno retenzijo na primernih lokacijah v povirjih. Osnovni princip, da je potrebno vode zadrževati na kraju nastajanja, se ni uporabljal, zato se je vpliv visokih voda prenašal nizvodno.

Poudariti je treba, da največji učinek pri zadrževanju voda ne daje ohranjanje naravnih retenzij, temveč kontrolirano razbremenjevanje voda v predvidene retenzijske prostore, ki smejo zato imeti le omejeno uporabnost. Njihova vloga, pomen, varovanje (rezervacija prostora) in izkoriščanje doslej ni dobilo ustrezne veljave.

Varstvo pred škodljivim delovanjem voda bo v prihodnje treba izvajati s pasivnimi in aktivnimi metodami, ki temeljijo na uporabi ekološko primernih metod in naravi primernih sredstev:

- ❑ Podpira se zadrževanje voda ob načelu zadrževanja voda na mestu nastanka odtoka. Velik pomen dobiva preventiva s primernim urejanjem prostora (pogozdovanje, infiltracija meteoritnih voda z neonesnaženih urbanih površin, posebne ureditve za retenzijo vodnih količin) in težnjo po zadrževanju čim bližje krtaju nastanka (naravni zadrževalniki, retenzijski bazeni, akumulacije).
- ❑ Tehnično optimalno izvajanje varstva pred škodljivim delovanjem voda morajo podpirati tako zavarovalnice, ki uvajajo selektivno politiko premij za zavarovanje premoženja na ogroženih območjih, kot upravni organi preko ustrezne valorizacije (cene) prostora.
- ❑ Metode ugotavljanja stopnje varnosti, pogostosti pojavov visokih voda in višine poplavnih voda se izpopolnjujejo. Poleg hidravličnih izračunov višine poplavnih voda se uveljavlja tudi statistična analiza verjetnosti posameznih poplavnih pretokov in nivojev visokih voda ter na teh podatkih temelječe metode določanja škode v odvisnosti od višine voda.
- ❑ Pri reševanju problematike se poleg količinskih parametrov upoštevajo tudi parametri onesnaževanja poplavnih oz. ponikanih voda, oz. ogroženost kakovosti voda pri nastopu visokih voda.

Da bi lahko v prihodnosti razpolagali z vodo, moramo vanjo vlagati danes:

- ❑ v obliki dolgoročnega in stalnega spremljanja vseh relevantnih komponent vodnih režimov, da bi zagotovili potrebno (in zanesljivo) podatkovno bazo;
- ❑ v obliki dolgoročnega varovanja voda pred onesnaževanjem in z neprimernimi posegi v prostor, ki bi zmanjševali razpoložljive vodne količine ali ogrožali kakovost voda;
- ❑ z varovanjem obstoječih vodnih površin in zemljišč ter z rezerviranjem prostora za nujne velike (večnamenske) vodnogospodarske posege v prihodnosti, ki bodo omogočili bogatenje izkoristljivih vodnih količin, izboljšali načine varovanja pred škodljivim delovanjem voda, oz. izboljšave drugih komponent vodnega režima.

Pri tem je treba upoštevati naslednje:

- ❑ Večnamenski vodnogospodarski projekti imajo prednost pred ostalimi ureditvami za varstvo pred škodljivim delovanjem voda.
- ❑ Vsako vlaganje v objekte varstva pred škodljivim delovanjem voda mora biti obravnavano kot investicijsko vlaganje.
- ❑ Problem ogroženosti pred vodami moramo reševati z investicijskimi in neinvesticijskimi ukrepi. Investicijski ukrepi so aktivni (zniževanje konic: akumulacije, retenzije, urejanje povirij) in pasivni (nasipi, poglobitev korit ipd.). Neinvesticijski ukrepi so prostorsko načrtovanje, tehnični predpisi, prognoziranje in opozarjanje, ipd.
- ❑ Ustvarjene morajo biti ureditve in poznavanje posameznega povodja, danosti in problematike, dosedanje izkušnje, stopnje varovanja in kriteriji, na podlagi katerih je bila izbrana stopnja varovanja, ipd., zapisane in publicirane z namenom, da so dosegljive širšemu krogu različnih strok in širši javnosti.

-
- ❑ Sprejemljivo tveganje, ki je dinamična kategorija (časovno, finančno...) zaradi demografskega in materialnega razvoja, je treba nenehno preverjati in ugotavljati dejansko stopnjo ogroženosti z vodami.
 - ❑ Sistem varovanja pred vodami mora vsebovati tako ukrepe za primer pojava voda z izbrano povratno dobo kot ukrepe za nastop višjih voda. Pri tem se izbira povratne dobe, na katero urejamo režim visokih voda, načelno spreminja vzdolž vodotoka. Odvisna je predvsem od rabe prostora ob vodi in se določa konkretno za vsako območje.
 - ❑ Protierozijsko zaščito in ukrepe za stabilizacijo razmer v povirjih je treba urejati načrtno, še pred posegi v prostor (npr. gradnjo akumulacij, urbanizacije, prometnic...). V večini primerov s takimi posegi neponovljivo porabimo enkratno naravno danost!
 - ❑ Vzpostaviti je treba pravni in organizacijski sistem, ki bo na velikih povodjih podpiral izgradnjo celovitih vodnogospodarskih ureditev, neobhodnih pri zaščiti vode in pri zaščiti pred vodo oziroma pri izkoriščanju vodnega potenciala.
 - ❑ Varnost pred škodljivim delovanjem voda je treba povečevati z uporabo selektivnih ukrepov, ki imajo različno pomembnost. Ves sistem gradimo po nivojih, zato imajo ključni objekti oziroma ureditve višjo stopnjo varovanja.
 - ❑ Pri urejanju in še posebej pri vzdrževanju vodotokov ponovno preverjamo utemeljenost izbrane povratne dobe VV in morebitno možnost za renaturacijo in revitalizacijo vodotokov. Nove ureditve morajo biti načrtovane tako, da se ohranjajo, vzpostavljajo in bogatijo naravni biotopi voda in vodnih zemljišč, ureditve pa so stabilne in vitalne (sposobne preživetja po ujmi).

SKLEPI

Če bi izbral med besednima zvezama varovanje pred vodo oz. ogroženost z vodami, bi izbral slednjega. Le-ta namreč vsebuje dejstvo, da z vsemi ukrepi za varovanje pred vodo dosegamo le omejeno varnost (varovanje) - ne pa absolutne varnosti.

Vse premalo sta prisotni zavest in volja, da e treba padavine zadržati padavine predvsem v bližini nastajanja odtoka - v mreži vodotokov so možnosti hudo omejene. Poglavitna dilema - zadrževalniki in akumulacije : DA ali NE - pravzaprav ne obstaja! Odpravlja jo dejstvo, da so ti ukrepi potrebni tudi in predvsem zaradi niza drugih zahtev, predvsem pa zaradi bogatenja nizkih (sušnih) pretokov. Ostajajo pa seveda bistvena vprašanja: kdaj, kje, s kakšnimi predhodnimi ukrepi v povodju ipd.

ISBN 86-7759-064-1



9 788677 590642