



UNIVERZA V LJUBLJANI

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Mitja Brilly, Matjaž Mikoš, Mojca Šraj

VODNE UJME



Ljubljana, 1999



UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

MITJA BRILLY, MATJAŽ MIKOŠ, MOJCA ŠRAJ

VODNE UJME

VARSTVO PRED POPLAVAMI, EROZIJO IN PLAZOVI

Ljubljana 1999

Vodne ujme - varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi
Univerzitetni učbenik

Avtorji: prof.dr. Mitja Brilly, univ.dipl.inž.gradb.
doc.dr. Matjaž Mikoš, univ.dipl.inž.gradb.
asist. Mojca Šraj, univ.dipl.inž.gradb.

Recenzenta: izr.prof.dr. Matjaž Četina, univ.dipl.inž.gradb.
doc.dr. Metka Gorišek, univ.dipl.inž.gradb.

Lektor: STAMAT, Ljubljana - Lidija Jesenovec

Ureditev
ovitka: Robert Cankar

Izdala: Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova 2, Ljubljana

Založila: Komisija za tisk FG

1.izdaja

Tisk in vezava: Tiskarna Jože Moškrič, d.d., Ljubljana

Naklada: 700 izvodov

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

627.51(075.8)
556.166(075.8)

BRILLY, Mitja

Vodne ujme : varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi /
Mitja Brilly, Matjaž Mikoš, Mojca Šraj. - Ljubljana : Fakulteta
za gradbeništvo in geodezijo, 1999

ISBN 961-6167-27-8

1. Mikoš, Matjaž 2. Šraj, Mojca
97463296

ISBN 961-6167-27-8



9 789616 167277

Po mnenju Ministrstva za šolstvo in šport Republike Slovenije št. 415-24/99 z dne 21.1.1999 se učbenik šteje med proizvode, od katerih se plačuje 5 % davek od prometa proizvodov.

VSEBINA	STRAN
SEZNAM SLIK	IV
SEZNAM PREGLEDNIC.....	VI
PREDGOVOR	VIII
1. LASTNOSTI VODNIH UJM	1
1.1 VODNE UJME IN NARAVNE NESREČE.....	1
1.2 TEMELJNA NAČELA VARSTVA PRED VODNIMI UJMAMI.....	5
1.3 ZNAČILNOSTI POPLAV	8
1.3.1 Opis pojava	9
1.3.2 Vzroki poplav - podnebne spremembe ali podnebna spremenljivost	16
1.3.3 Izhodišča za določanje ogroženosti pri poplavah.....	18
1.3.4 Lastnosti poplav v Sloveniji	18
1.4 ZNAČILNOSTI EROZIJSKIH PROCESOV	22
1.4.1 Hribinski plazovi.....	23
1.4.2 Snežni plazovi	25
1.4.3 Hudourniška erozija, murasti in blatni tokovi	26
1.4.4 Rečna erozija	27
2. OPREDELITEV OBMOČIJ NEVARNOSTI, RANLJIVOSTI IN OGROŽENOSTI..	29
2.1 IZDELAVA KART NEVARNOSTI.....	30
2.1.1 Izkušnje iz poplave leta 1990 v Sloveniji	30
2.1.2 Nekatere tuje izkušnje	30
2.1.2.1 Nemčija	30
2.1.2.2 Avstrija.....	32
2.1.2.3 Švica.....	32
2.1.2.4 Francija.....	33
2.1.2.5 Španija.....	33
2.1.2.6 Združene države Amerike	36
2.1.3 Določanje poplavne nevarnosti	40
2.1.3.1 Določanje poplavnih območij v Sloveniji	40
2.1.3.2 Zemeljski in snežni plazovi.....	43
2.2 RANLJIVOST	44
2.2.1 Določanje materialne škode pri poplavah	45
2.2.2 Določanje praga ranljivosti	48
2.2.3 Urejanje poplavnih območij	52
2.3 OCENA OGROŽENOSTI	52
2.3.1 Kriteriji ocenjevanja ogroženosti.....	56
2.3.2 Ocene poplavne in erozijske ogroženosti v Sloveniji	60
2.4 SMERNICE ZA GOSPODARJENJE NA OGROŽENIH OBMOČJIH.....	64
2.4.1 Splošni pogoji gospodarjenja na ogroženih območjih.....	64
2.4.1.1 Dolgoročni cilji urejanja voda na ogroženih območjih	64
2.4.1.2 Ukrepi za doseganje dolgoročnih ciljev urejanja voda na ogroženih območjih	65
2.4.2 Dolžnosti lastnikov zemljišč pri gospodarjenju na ogroženih območjih.....	67
2.4.2.1 Na poplavnih območjih - splošno:	67
2.4.2.2 Na urbanih poplavnih območjih:.....	67

2.4.2.3 Na poplavnih območjih, kjer so ogroženi infrastrukturni objekti:.....	67
2.4.2.4 Na poplavnih območjih s kmetijskimi površinami:	68
2.4.2.5 Na poplavnih območjih, kjer obstaja nevarnost onesnaženja izvirov pitne vode:	68
2.4.2.6 Na poplavnih območjih v obliki naravnih zadrževalnikov, ribnikov, močvirij, mrtvih rečnih rokavov ali s tršjem pokritih površin:	68
2.4.2.7 Na poplavnih območjih, kjer je ogrožena naravna in kulturna dediščina:	68
2.4.2.8 Na hudourniških območjih:	68
2.4.2.9 Na pogojno stabilnih zemljiščih (plazljiva območja):	69
2.4.2.10 Na območjih počasnega plazenja snežne odeje (plazovita območja):	69
2.4.2.11 Na območju snežnih plazov (plazovita območja):.....	69
2.4.3 Omejitve pri gospodarjenju na ogroženih območjih.....	69
2.4.3.1 V strugah hudournikov:.....	69
2.4.3.2 Na poplavnih območjih:	70
2.4.3.3 Na hudourniških območjih:	70
2.4.3.4 Na erozijskih območjih:	70
2.4.3.5 Na pogojno stabilnih zemljiščih:	70
2.4.3.6 Na območjih s pogojno stabilno snežno odejo:	70
2.4.3.7 Na plazovitih območjih:	71
3. UKREPI ZA VARSTVO PRED VODNIMI UJMAMI.....	72
3.1 VODOGRADBENI UKREPI ZA VARSTVO PRED POPLAVAMI	74
3.1.1 Nasipi	74
3.1.2 Oddušni kanali	83
3.1.3 Zadrževalniki	84
3.1.4 Kanaliziranje vodotokov	88
3.1.5 Urejanje povirij.....	89
3.1.6 Urejanje urbanih površin.....	89
3.2 ALTERNATIVNI UKREPI.....	92
3.2.1 Ukrepi prostorskega planiranja.....	96
3.2.2 Nezgodno zavarovanje objektov	99
3.2.3 Sprememba dejavnosti	100
3.2.4 Graditev objektov, varnih pred poplavo	100
3.3 NAČRTOVANJE UKREPOV ZA ZAŠČITO PRED POPLAVAMI.....	108
3.3.1 Načela, standardi in postopki	109
3.3.2 Določanje škode in koristi pri posameznih rešitvah	111
3.3.3 Ocenjevanje projektov	117
3.3.4 Uporaba hidroloških modelov za simulacijo poplavnih valov.....	121
3.3.5 Uporaba geografskih informacijskih sistemov in interneta	122
3.4 UKREPI IN OBJEKTI ZA VARSTVO PRED SNEŽNIMI PLAZOVI	122
3.4.1 Varnostni ukrepi	123
3.4.2 Varstveni ukrepi in objekti	123
3.4.3 Delitev varstvenih objektov.....	124
4. UKREPI OB IN PO POJAVU VODNE UJME	125
4.1 ORGANIZACIJA IN DELOVANJE SLUŽB ZA VARSTVO PRED POPLAVAMI ...	127
4.2 VPLIV NAPOVEDI IN OBVEŠČANJE	129
4.3 ORGANIZACIJA VAROVANJA OBJEKTOV ZA VARSTVO PRED POPLAVAMI V SPLOŠNI RABI.....	134
4.4 ZACHASNI UKREPI OB POPLAVI	135
4.4.1 Vrečasti jez.....	135
4.4.2 Montažni paletni jez.....	137
4.4.3 Zavarovanje mostov.....	138

4.4.4 Sanacija erozijskih zaječ v brežinah vodotoka	140
4.4.5 Organizacija, spremljanje, sanacija in zaščita pred snežnimi in zemeljskimi plazovi.....	140
4.4.6 Delovanje in vedenje prizadetih prebivalcev	141
4.4.7 Informiranje ogroženih prebivalcev.....	141
4.4.8 Proces obnove in rekonstrukcije	143
PRILOGA I - PRIMERI IN IZKUŠNJE PRI POPLAVAH V SVETU.....	148
I.1 IZKUŠNJE PRI POPLAVAH V DRŽAVAH EVROPSKE SKUPNOSTI	148
I.1.1 Francija	148
I.1.2 Belgija	152
I.1.3 Nizozemska	153
I.1.4 Nemčija.....	154
I.1.5 Velika Britanija	156
I.1.6 Avstrija in Italija.....	159
I.1.7 Norveška	162
I.1.8 Švica	163
I.1.9 Nekdanja Sovjetska zveza	168
I.1.10 Združene države Amerike	168
I.1.11 Avstralija	173
I.2 RAZISKAVE ZA IZBOLJŠANJE VARSTVA PRED POPLAVAMI V DRŽAVAH EVROPSKE ZVEZE	174
I.3 IZKUŠNJE OB POPLAVAH V DEVETDESETIH LETIH V EVROPI.....	176
VIRI.....	178

SEZNAM SLIK

Slika 1.1 - Definicija ogroženosti.	6
Slika 1.2 - Meritve vodne gladine na vodomerni postaji Nazarje pri poplavi leta 1990.	10
Slika 1.3 - Soodvisnosti med škodo in verjetnostjo pojava.	11
Slika 1.4 - Pretočna krivulja poplavnega vala.	12
Slika 1.5 - Verjetnost pojava visokih voda Savinje pri Celju za različna obdobja opazovanj.	13
Slika 1.6 - Verjetnostna analiza visokih voda Savinje pri Celju za obdobje od leta 1891 do leta 1990 z mejami 95-odstotnega zaupanja.	14
Slika 1.7 - Višina padavin za različne povratne dobe in trajanje v Ljubljani.	15
Slika 1.8 - Pojav poplav na reki Tiberi po letu 1000.	17
Slika 1.9 - Primerjava sušnih in vlažnih obdobj večjih evropskih rek.	17
Slika 1.10 - Območja, ki so jih prizadele vodne ujme v obdobju od leta 1983 do leta 1990.	19
Slika 1.11 - Padavine, izmerjene v Kamniški Bistrici.	20
Slika 1.12 - Rezultati hidrološke analize poplav leta 1980 in leta 1990.	21
Slika 1.13 - Pomembnejši hribinski plazovi v Sloveniji (povzeto po Grimšičarju, 1983).	25
Slika 2.1 - Karta sotočja Drete in Savinje iz leta 1896 s pripombami in z opravljenimi številkami poročila rečne nadzorne službe.	29
Slika 2.2 - Karta nevarnosti, določena na podlagi francoskih izkušenj.	35
Slika 2.3 - Poplavne cone po španskem zakonu o vodah.	36
Slika 2.4 - Poplavna območja po CEDEX-u.	36
Slika 2.5 - Karta poplavnih območij (FEMA, 1988).	38
Slika 2.6 - Karta poplavnih območij (FEMA, 1988).	39
Slika 2.7 - Karta s poplavnimi območji, določenimi v skladu s preglednico 2.4.	41
Slika 2.8 - Prečni prerez vodotoka s poplavnimi območji.	42
Slika 2.9 - Soodvisnosti med gladino poplavne vode in škodo za različne gospodarske panoge.	47
Slika 2.10 - Karta ranljivosti, določena na podlagi francoskih izkušenj.	50
Slika 2.11 - Karta ogroženosti, določena na podlagi francoskih izkušenj.	54
Slika 3.1 - Različni pristopi pri lajšanju ogroženosti.	72
Slika 3.2 - Ravni odločanja.	72
Slika 3.3 - Nasip za varstvo pred poplavami.	75
Slika 3.4 - Položaj nasipov ob strugi vodotoka.	75
Slika 3.5 - Zvišanje nasipov nad projektirano vodno gladino (po Chowu, 1959).	76
Slika 3.6 - Primeri obnovljenih nasipov.	78
Slika 3.7 - Nasipi z različnim namenom.	79
Slika 3.8 - Vpliv nadzorovanega zadrževanja vode na poplavnih območjih.	80
Slika 3.9 - Proces površinske erozije povodja.	81
Slika 3.10 - Oblikovanje varnih in okolju prilagojenih nasipov.	82
Slika 3.11 - Vpliv nasipov na varstvo pred poplavami.	82
Slika 3.12 - Vpliv oddušnega kanala na varstvo pred poplavami.	83
Slika 3.13 - Vpliv zadrževalnika na poplavni val.	84
Slika 3.14 - Vpliv zadrževalnika.	85
Slika 3.15 - Vpliv več akumulacij na poplavo.	86
Slika 3.16 - Večnamenska akumulacija.	86
Slika 3.17 - Nadzor pretoka na pregradi.	87
Slika 3.18 - Vpliv regulacije vodotoka.	89
Slika 3.19 - Vpliv urbanizacije na odtok.	90
Slika 3.20 - Vpliv urbanizacije na poplavna območja.	90
Slika 3.21 - Vpliv urbanizacije na vodni režim.	91

Slika 3.22 - Vpliv preselitve objektov in dobrin.....	97
Slika 3.23 - Prečni prerez ceste, načrtovane kot oddušni kanal pri poplavi.....	98
Slika 3.24 - Priporočljiv in nepriporočljiv položaj objektov na poplavnem območju.	98
Slika 3.25 - Vpliv prihodnje nadzorovane uporabe poplavnega območja.	99
Slika 3.26 - Vpliv zavarovanja posameznih objektov pred poplavo.....	101
Slika 3.27 - Dvig objektov nad gladino poplavne vode.	102
Slika 3.28 - Predlog za nasipanje zemljišča v Holandiji (Saul, 1992).	103
Slika 3.29 - Ukrepi za zaščito industrijskega obrata.	104
Slika 3.30 - Zaščita kletnih instalacij.	105
Slika 3.31 - Zaščita odprtín v stavbi.	106
Slika 3.32 - Zaščita oken - različni štiti.....	107
Slika 3.33 - Zaščita opreme.	107
Slika 3.34 - Obremenitve konstrukcije med poplavo in ukrepi za zaščito.	107
Slika 3.35 - Zaščita objekta pred erozijo in naplavinami z ograjo.....	108
Slika 3.36 - Različice urejanja vodotoka.	109
Slika 3.37 - Soodvisnost med celotnimi stroški in škodo.	112
Slika 3.38 - Negotovost pretoka, gladine in škode.	114
Slika 3.39 - Shema nastanka krivulje gladina - škoda.....	115
Slika 3.40 - Primer primerjave koristi in stroškov.	117
Slika 3.41 - Različice zaščite urbanih površin pred poplavami.	120
Slika 4.1 - Napoved in oblike zaščite pred poplavo.	125
Slika 4.2 - Vrste napovedi in monitoringa na povodju.	129
Slika 4.3 - Vpliv napovedi poplave.	130
Slika 4.4 - Vpliv opozorila.	131
Slika 4.5 - Vpliv napovedi na zmanjšanje škode pri 100-odstotnih pripravih po sprejemu opozorila.	131
Slika 4.6 - Sodobna oprema za prenos podatkov.	132
Slika 4.7 - Izračun padavin z meteorološkim modelom ALADIN za 24 ur vnaprej.	133
Slika 4.8 - Napihnjeni montažni jez (vir: www.aquabarrier.com).	136
Slika 4.9 - Sistem montažnih vrečastih jezov.	136
Slika 4.10 - Ponazoritev delovanja vrečastih jezov.	137
Slika 4.11 - Shema paletnega jezu.	138
Slika 4.12 - Pritrditev vlečne vrvi pri zaščiti mostu.....	139
Slika 4.13 - Pritrditev drevesa za zaščito brežine.	140
Slika 4.14 - Pripravljenost na različne protiukrepe.....	146
Slika 4.15 - Pomembnost različnih protiukrepov po poplavi.....	146
Slika I.1 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Avstriji.	160
Slika I.2 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Italiji.....	161
Slika I.3 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Švici.	165
Slika I.4 - Ureditveni ukrepi na reki Mississipi od leta 1936 do 1977.	169
Slika I.5 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Kaliforniji.....	170

SEZNAM PREGLEDNIC

Preglednica 1.1 - Delitev vzrokov nevarnosti v posamezne skupine pojavov (povzročiteljev nevarnosti) in opis povezanih nevarnosti (prirejeno po Hewittu, 1997).	1
Preglednica 1.2 - Število velikih katastrof po svetu (z najmanj 100 smrtnimi žrtvami) od leta 1963 do 1992 - delitev glede na naravni pojav kot vzrok katastrofe (Hewitt, 1997).	3
Preglednica 1.3 - Število večjih katastrof po svetu (z najmanj enim odstotkom neposredno prizadetega prebivalstva posamezne države) od leta 1963 do 1992 - delitev glede na naravni pojav kot vzrok katastrofe (Hewitt, 1997).	4
Preglednica 1.4 - Število velikih katastrof po svetu z veliko ekonomsko škodo (najmanj en odstotek letnega družbenega bruto dohodka) od leta 1963 do 1992 - delitev glede na naravni pojav kot vzrok katastrofe (Hewitt, 1997).	4
Preglednica 1.5 - Pregled naravnih nesreč v svetu od leta 1947 do 1980 - delitev po celinah (Hewitt, 1997).	5
Preglednica 1.6 - Določanje stopnje nevarnosti po Kienholzu (1996) za:	7
a) nenadne procese: snežne plazove, podore in kamnite plazove	7
b) postopne procese: izbruhe hudournikov, preplavitve, zablatenje površin, erozijo brežin, spontano plazenje zemljišč.	7
Preglednica 1.7 - Določanje stopnje nevarnosti po Kienholzu (1996) za postopne procese : stalno plazenje zemljišč.	8
Preglednica 1.8 - Poplavne površine v Sloveniji.	22
Preglednica 1.9 - Erozijska območja s hudourniki.	22
Preglednica 1.10 - Regulacijski ukrepi na rekah.	27
Preglednica 2.1 - Deleži ocenjene škode po posameznih dejavnostih.	30
Preglednica 2.2 - Označevanje poplavnih območij v ZDA.	37
Preglednica 2.3 - Način določanja poplavnih območij.	40
Preglednica 2.4 - Analiza praga ranljivosti pri poplavah za povodje reke Trent.	48
Preglednica 2.5 - Kriteriji za določitev ranljivosti.	49
Preglednica 2.6 - Priporočene vrednosti povratne dobe.	49
Preglednica 2.7 - Naravni in kulturni pomen poplavnih območij.	51
Preglednica 2.8 - Klasifikacija con glede na možno škodo.	55
Preglednica 2.9 - Kriteriji ogroženosti oziroma zaščite.	56
Preglednica 2.10 - Intenziteta naravnih nevarnosti - odločujoči parametri in kriteriji za določanje stopnje nevarnosti (povzeto po Kienholzu, 1996).	58
Preglednica 2.11 - Pomen stopenj nevarnosti naseljenega prostora za varnost oseb in zgradb (povzeto po Kienholzu, 1996).	59
Preglednica 3.1 - Načrtovanje in odločanje pri izvajanju ukrepov varstva pred poplavami.	73
Preglednica 3.2 - Minimalna zvišanja nad gladino vode v svetu (Framji, 1983).	76
Preglednica 3.3 - Nemška priporočila za zvišanje nasipov in nasutih zemeljskih pregrad (po Maniak, 1993).	77
Preglednica 3.4 - Švicarska priporočila za zvišanja brežin in premostitev na raznih vrstah vodotokov (po Vischerju in Huberju, 1993).	77
Preglednica 3.5a - Mogoči varnostni ukrepi pri posameznih vrstah dejavnosti.	92
Preglednica 3.5b - Mogoči varnostni ukrepi pri posameznih vrstah dejavnosti.	93
Preglednica 3.5c - Mogoči varnostni ukrepi pri posameznih vrstah dejavnosti.	94
Preglednica 3.6 - Pravilna zasnova objektov kot preventivni ukrep zaščite pred poplavami.	95
Preglednica 3.7 - Pregled strategij in ukrepov v ZDA za zmanjševanje škode.	110
Preglednica 3.8 - Priporočene vrednosti povratne dobe za zaščito posameznih dejavnosti.	111
Preglednica 3.9 - Pregled virov negotovosti pri določanju materialne škode ogroženih prebivalcev.	116

Preglednica 3.10 - Faze projekta.	117
Preglednica 4.1a - Navodila ogroženim prebivalcem.	141
Preglednica 4.1b - Navodila ogroženim prebivalcem.	142
Preglednica 4.2a - Posamezne stopnje in dejavnosti pri obnovi.	143
Preglednica 4.2b - Posamezne stopnje in dejavnosti pri obnovi.	144
Preglednica I.1a - Primeri katastrofalnih poplav po svetu v zadnjih dveh desetletjih tega stoletja, s podatki o smrtnih žrtvah, posledicah in o materialni škodi v ameriških dolarjih, kjer je bila ugotovljena (Hewitt, 1997).	149
Preglednica I.1b - Primeri katastrofalnih poplav po svetu v zadnjih dveh desetletjih tega stoletja, s podatki o smrtnih žrtvah, posledicah in o materialni škodi v ameriških dolarjih, kjer je bila ugotovljena (Hewitt, 1997).	150
Preglednica I.2 - Navpično in vodoravno vezana priprava na katastrofo v Švici.	163
Preglednica I.3 - Analiza škode pri poplavi leta 1991 na reki Fitzroy.	173

PREDGOVOR

Floods are an act of God; flood damages result from act of man.

(Naravne nesreče so naraven pojav, žrtve in škoda pa so posledica naših dejanj).

House Document 465, ZDA, 1966

Človek se na zemlji srečuje z naravnimi nesrečami ves čas svojega obstoja, vendar nas kljub temu njihov nastop in posledice vedno znova presenečajo, ker povzročena škoda absolutno in relativno narašča. Naravne nesreče so zahtevale približno 3 milijone življenj v preteklih dveh desetletjih, poleg tega so prizadele 800 milijonov ljudi in povzročile za več kot 23 milijard dolarjev neposredne materialne škode (resolucija Generalne skupščine ZN, 1987). Zato so Združeni narodi razglasili obdobje od leta 1990 do leta 2000 za mednarodno desetletje zmanjšanja naravnih nesreč. Razvite poindustrijske družbe si v zadnjih letih prizadevajo proučiti pomanjkljivosti v sistemih varstva pred poplavami, erozijo in plazovi ter razviti nove rešitve, ki bi omogočile uporabo sodobnih tehnologij ter vključevanje in organizacijo celotne družbe pri varstvu pred vodnimi in drugimi ujami. Pri tem je zaradi svoje razširjenosti in posledic na prvem mestu varstvo pred poplavami.

V Sloveniji ima varstvo pred poplavami, erozijo in plazovi dolgoletno in bogato tradicijo. Vzrok za to so podnebne in zgodovinske razmere, o čemer pričajo tako vodni stolp v Celju (z višino gladine visoke vode iz leta 1627) kot prve uspešne celovite ureditve hudourniških območij in prve sistematične regulacije vodotokov, izvedene konec prejšnjega stoletja. Kljub temu v zadnjih letih pri uvajanju sodobnih tehnologij in organizacijskih rešitev po nepotrebnem zaostajamo. Katedra za splošno hidrotehniko (KSH) Fakultete za gradbeništvo in geodezijo (FGG) Univerze v Ljubljani je dejavno vključena v več raziskav Evropske zveze, kar nas je vodilo pri pripravi učbenika, v katerem poskušamo opredeliti temeljne pojme in predstaviti pregled sodobnih načinov varstva pred vodnimi ujami. Prikazanih je več primerov naravnih nesreč v svetu in ukrepi ob njih. V učbeniku je poudarek na preventivnem varstvu, ki temelji na zakonitostih naravnih pojavov, in se odraža predvsem v postopkih prostorskega načrtovanja ter pogojih gospodarjenja na ogroženih območjih. Podrobnejšo predstavitev gradbenih in drugih tehničnih ukrepov varstva pred vodnimi ujami obravnavajo strokovni predmeti s področja urejanja voda in erozije tal, o katerih predavajo člani Katedre za splošno hidrotehniko FGG. Prav tako v tem učbeniku ni obdelano poglavje o rušilnih valovih kot posledici porušitev pregrad.

Učbenik je tako predvsem namenjen študentom univerzitetnega študija gradbeništva na FGG pri predmetih Varstvo pred naravnimi nesrečami ter Urejanje povirij, študentom strokovnega študija gradbeništva na FGG pri predmetih Vodne zgradbe in Urejanje povirij, študentom krajinske arhitekture na BF pri predmetu Urejanje voda ter vsem drugim študentom in strokovnjakom, ki jih zanima področje varstva pred naravnimi nesrečami in posebej pred vodnimi ujami.

V Ljubljani, januar 1999

Avtorji

1. LASTNOSTI VODNIH UJM

1.1 VODNE UJME IN NARAVNE NESREČE

Človek je v svojem bivalnem, delovnem in sploh življenjskem okolju izpostavljen vrsti različnih nevarnosti (pogosto uporabljamo tudi izraze kot so tveganje, hazard in rizik). Posamezne nevarnosti je mogoče razvrstiti v skupine pojavov, ki so povzročitelji teh nevarnosti (preglednica 1.1). Tako smo lahko v splošnem podvrženi nevarnosti:

- naravnih nesreč
- tehnoloških nesreč
- družbenega nasilja
- medseboj povezanih nesreč
- kompleksnih nesreč (katastrof)

Kadar je le posameznik izpostavljen posamezni vrsti nevarnosti, še ne moremo govoriti o naravni ali drugi nesreči. Šele dejanska podvrženost večjega števila ljudi posameznim ali povezanim nevarnostim ter predvsem njihova intenziteta in prostorska ter časovna razširjenost, ko se nevarnosti sprevržejo v dejansko ogroženost ter prizadenejo večja območja in večje število ljudi, vodi k naravnim in drugim nesrečam. Naravne nesreče so posledica nevarnosti, ki nastopijo ob naravnih pojavih, tehnološke in druge nesreče pa so posledica nevarnosti zaradi človekove dejavnosti (preglednica 1.1). Posebno pozornost je treba posvetiti med seboj povezanim nesrečam in kompleksnim nesrečam (pogosto uporabimo kar izraz katastrofe), ko istočasno nastopijo razni pojavi ali ko zaradi naravne nesreče lahko pride še do tehnološke nesreče (npr. onesnaženje voda zaradi poplave).

Vodne ujme so obsežne naravne nesreče, ki jih povzroča voda v širšem pomenu besede. Tako lahko k vzrokom vodnih ujm uvrstimo tako meteorološke pojave (nevihte in neurja z močnim vetrom in dežjem, snežni viharji) in hidrološke pojave (vse vrste poplav, snežni plazovi) kot tudi geološke in geomorfološke pojave (podori in hribinski plazovi). Poudarek pri varstvu pred vodnimi ujmami v Sloveniji je, glede na razširjenost in intenziteto omenjenih pojavov ter s tem povezano ogroženostjo prostora in ljudi, na varstvu pred :

- poplavami (hudourniške poplave, rečne nižinske in kraške poplave ter povodnji) in snežnimi plazovi ter
- erozijo tal (vse oblike pogrezanja, posedanja in plazenja tal, delovanje hudournikov ter rečna bočna in globinska erozija).

Od navedenih vrst vodnih ujm so v svetovnem merilu najštevilčnejše naravne nesreče poplave, ki zahtevajo veliko število smrtnih žrtev, prizadenejo veliko število ljudi in povzročajo veliko gospodarsko škodo (preglednice 1.2 do 1.4). Zemeljski plazovi in snežni plazovi so bolj krajevno omejeni pojavi z manjšim številom smrtnih žrtev in z manjšo škodo.

Pregled števila naravnih nesreč v svetu kaže, da so razlike glede na število nesreč in povprečno število smrtnih žrtev na nesrečo velike (preglednica 1.5). V Evropi je število nesreč relativno visoko v primerjavi z drugimi celinami. Pri tem je število smrtnih žrtev na nesrečo relativno nizko, kar kaže na dobro preventivno varstvo pred naravnimi nesrečami v evropskem prostoru.

Preglednica 1.1 - Delitev vzrokov nevarnosti v posamezne skupine pojavov (povzročiteljev nevarnosti) in opis povezanih nevarnosti (prirejeno po Hewittu, 1997).

posamezni pojavi (povzročitelji nevarnosti)

povezane nevarnosti (dogodki)

NARAVNE NESREČE*Meteorološki pojavi*

temperatura, megla, dež
(višinski) vetrovi, strela, toča
sneženje
sodra

neurja/nevihte s točo, tornado
nevihte in neurja z močnim vetrom, vetrolom
tropski cikloni
snežni viharji, snegolom, požled
nevihte s sodro

Hidrološki pojavi

odtok (površinski, rečni)
snežna odeja
podzemna voda
zmrzovanje-tajanje
morski led, ledene gore

poplave:
hudourniške, rečne nižinske in kraške, obrežne
(jezerske), obalne (morske)
snežni plazovi
porušitveni valovi ob poružitvi pregrad
napredovanje ledenikov in visoko valovanje
v površinski led uklenjene vode

Geološki/Geomorfološki pojavi

seizmičnost, delovanje vulkanov
tsunami (potresni morski poplavni val)
zemljine/kamnine: živi peski in gline
masovna gibanja
radioaktivnost
geotermalna toplota

potresi, vulkanski izbruhi
skalni podori, kamninski in hribinski plazovi,
blatni in murasti tokovi
plazovi pod morsko gladino
posedanje, pogrezanje tal
tveganje izpostavljenosti radonu v življenjskem okolju

Biološki pojavi (nevarnost obolenj)

virusi (npr. HIV, ošpice,
razne tropske bolezni)
bakterije (npr. pljučnica)
praživali (npr. malarija, diareja)
alge
rastline (plevel)
insekti (mrčes)
živali (škodljivci)

izbruhi bolezni/epidemije:
črna kuga, rumena mrzlica, gripa
bolezni, ki se prenašajo s spolnimi odnosi
cvetenje toksičnih alg
okužbe z rastlinami
okužbe, ki jih prenašajo insekti
okužbe, ki jih prenašajo kobilice
okužbe, ki jih prenašajo podgane
zastrupitve s školjkami

TEHNOLOŠKE NESREČE*Rizični materiali*

radioaktivni materiali
strupene snovi (dioksin)
nevarni plini (ogljikov monoksid)
mutagene snovi, karcenogene snovi
rizični procesi
radioaktivnost
ogenj

onesnaženje: zgradb, tal, površinskih in
podzemnih vod
industrijsko onesnaženje
kmetijsko/poljedelsko onesnaženje

izpust nevarnih snovi:
v zrak (SO₂, radionukleidi)
v vodo (odpadna onesnažena ali hladilna voda)

porušitev objektov: trčenja, eksplozije

rizične naprave

prevozna sredstva

elektrarne

električni vodi

eksploziv

sredstva za kontrolo rojstev

“nesreče”:

pri prevozu

v industrijskih obratih, v rudarstvu

medicinske, operacijske

DRUŽBENO NASILJE

Orožje

strelno orožje, zažigalna sredstva

jedrsko orožje, kemično orožje

toksično orožje, plini, biološko orožje

bombardiranje (topniško)

zračni napadi

gverilska vojna

okoljska vojna

obleganje, terorizem

Krivci

oborožene sile, vlade

teroristične skupine

sprostitve nevarnih sil: razlitje nafte/požig,

raztros kemikalij

Načini

vojna, terorizem, prevrat, sabotaža, genocid

POVEZANE NESREČE

smog (megla + onesnažen zrak) (temperaturni obrat + svetloba + onesnaženje)

porušitev pregrade (“nesreča” + poplavni val)

vdor “požarnih neviht” (bombardiranje + obsežni požari + atmosferske nevihte)

KOMPLEKSNE NESREČE

lakota (suša + slaba letina + revščina)

begunska kriza (lakota + vojna)

toksične poplave (porušitev naravnih zajezev + toksični odpadki + poplava)

“umazani” jedrski poskusi in eksplozije (jedrska eksplozija in kontaminacija + atmosferska gibanja + spiranje z dežjem in jedrske padavine + izkoreninjenje)

Preglednica 1.2 - Število velikih katastrof po svetu (z najmanj 100 smrtnimi žrtvami) od leta 1963 do 1992 - delitev glede na naravni pojav kot vzrok katastrofe (Hewitt, 1997).

vrsta katastrofe	število katastrof
poplave	202
tropska neurja	153
epidemije	133
potresi	102
zemeljski plazovi	54
neurja, druga	46
suše	21
vročinski val	20
ogenj	15
ohladitve, mraz	14
vulkanski izbruhi	12
tsunami (potresni poplavni val)	9
pomanjkanje hrane/lakota	4
snežni plazovi	2

Preglednica 1.3 - Število večjih katastrof po svetu (z najmanj enim odstotkom neposredno prizadetega prebivalstva posamezne države) od leta 1963 do 1992 - delitev glede na naravni pojav kot vzrok katastrofe (Hewitt, 1997).

vrsta katastrofe	število katastrof
suše	167
poplave	162
tropska neurja	100
potresi	20
pomanjkanje hrane/lakota	18
neurja, druga	11
vulkanski izbruhi	9
epidemije	9
zemeljski plazovi	2
okužbe z mrčesom	2
tsunami (potresni poplavni val)	1
snežni plazovi	1
ohladitve, mraz	1

Preglednica 1.4 - Število velikih katastrof po svetu z veliko ekonomsko škodo (najmanj en odstotek letnega družbenega bruto dohodka) od leta 1963 do 1992 - delitev glede na naravni pojav kot vzrok katastrofe (Hewitt, 1997).

vrsta katastrofe	število katastrof
poplave	76
tropska neurja	73
suše	53
potresi	24
neurja, druga	6
požari	4
vulkanski izbruhi	2
zemeljski plazovi	1
tsunami (potresni poplavni val)	1
ohladitve, mraz	1

Preglednica 1.5 - Pregled naravnih nesreč v svetu od leta 1947 do 1980 - delitev po celinah (Hewitt, 1997).

celina	število smrtnih žrtev	število nesreč	povprečno število smrtnih žrtev na nesrečo
Severna Amerika	11 531	358	32
Srednja Amerika s Karibi	50 676	80	633
Južna Amerika	49 265	75	657
Evropa	26 694	119	224
Afrika	25 540	34	751
Azija	1 054 090	437	2 412
Oceanija	4 502	16	282
skupaj	1 222 298	1 119	1 092

1.2 TEMELJNA NAČELA VARSTVA PRED VODNIMI UJMAMI

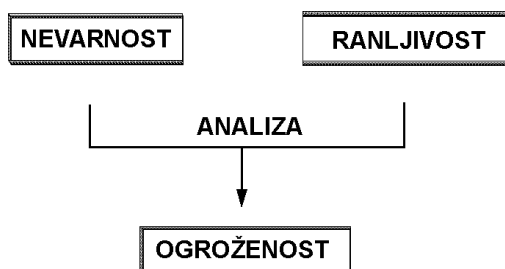
Sodoben pristop k varstvu pred naravnimi nesrečami, torej tudi pred vodnimi ujmi, je preventiven in se izraža v določanju ogroženosti prostora. To je razširjena in zakonsko sprejeta

oblika varstva pred naravnimi nesrečami v alpskem prostoru (npr. Scheuerlein in Hanausek, 1996; Rickli in Banzer, 1996), kot tudi v Sloveniji (Zakon o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami, Uradni list RS, št.64, 14.X.1994). Poleg **aktivnega varstva** v obliki gradbenih varstvenih ukrepov (del, objektov in naprav) poznajo tako rekoč vse alpske države tudi **pasivno ali preventivno varstvo** v obliki alternativnih ali negradbeniških ukrepov na podlagi načrtov nevarnih območij.

Pri iskanju rešitev, ki bi bile primerne za sodobno poindustrijsko družbo, je na podlagi dobrih in preglednih temeljev potreben interdisciplinarni pristop in sodelovanje različnih:

- strok,
- gospodarskih in negospodarskih dejavnosti,
- politično-administrativnih struktur po vodoravni povezavi (medministrsko, medobčinsko sodelovanje) in stopenjski povezavi (ministrstva, izpostave in občine).

V Evropi prevladuje način delitve prostora na območja z različno **stopnjo ogroženosti**. Temeljni problem pri taki delitvi v posamezne stopnje je, kako določiti meje med določenimi stopnjami ogroženosti. Kaj sploh je pojem naravne ogroženosti?



Slika 1.1 - Definicija ogroženosti.

Pojem **nevarnosti** (tveganja, rizika, hazarda; nemški izvirnik: Gefahren, angleški izvirnik: hazard, risk) vključuje predvsem naravne pogoje (meteorološke, hidrološke, geološke, itd...) za nastanek poplav, erozije in plazov z določeno verjetnostjo pojava. Pojem **ranljivosti** pa opredeljuje ceno (stroške) škode človekove dejavnosti, kjer osebna varnost oziroma človekovo življenje predstavlja neprecenljivo vrednost. Z integralno analizo obeh pojmov nato ugotavljamo dejansko **ogroženost** (Gendreau in Gilard, 1998).

Vodne ujme so naravni pojav in sestavni del narave, škoda, ki jo povzročajo, pa je antropogeno pogojena, tudi škoda v naravnem okolju. Naravni prostor, ki je podvržen naravnim nevarnostim, sam po sebi ni ogrožen, če ni hkrati tudi ranljiv zaradi prisotnosti človekove dejavnosti. Ogroženost je torej posledica dveh neodvisnih pojmov - nevarnosti ali tveganja, kar je posledica naravnih pojavov, in ranljivosti kot posledice človekove dejavnosti ali prisotnosti. Pri tem uvajamo pojem »prag ogroženosti«, pri katerem je tveganje zaradi nevarnosti še sprejemljivo. Posebno pozornost pri določanju ogroženosti je treba posvetiti iskanju človekovih vplivov na okolje, ki pospešujejo dinamiko naravnih procesov in s tem povečujejo naravne nevarnosti. Človekov vpliv v okolju je torej prepoznaven v obstoju in spreminjanju ranljivosti, pa tudi dinamike in verjetnosti nastopa naravnih nevarnosti.

Pri načrtovanju in izvedbi varstva pred vodnimi ujmami je treba upoštevati tudi načela upravljanja z vodnimi viri v Evropski zvezi, vključno z načeli varstva pred naravnimi nesrečami:

- načelo varnosti,
- preventivno delovanje,
- delovanje na pojav pri njegovem viru,
- povzročitelj krije stroške škode in
- upoštevanje zahtev po integralni zaščiti okolja.

Nevarnost ter ranljivost in iz tega izhajajoča ocena ogroženosti so različni pri različnih naravnih pojavih, ki nastanejo v vodnem prostoru. Poplave, obrežna rečna erozija, zemeljski plazovi, murasti tokovi, podori, posedanje tal in snežni plazovi so naravni pojavi z različnimi značilnostmi: dinamiko nastopa, obsegom, možnostjo antropogenega vpliva, pojavno obliko, vplivi na okolje, oblikami škode in drugo. Ranljivost je posledica človekove prisotnosti in dejavnosti v prostoru. Verjetnost, da pride do žrtev ali škode je odvisna od prisotnosti človeka, vrste njegove dejavnosti in značilnosti samega pojava, ki predstavlja nevarnost. Ogroženost je sinteza nevarnosti, ranljivosti in sprejemljivosti tveganj, kar pa je odvisno od kulturnih, moralnih in ekonomskih vrednot v posamezni družbi.

Poplavna in erozijska ogroženost prostora nastopi zaradi delovanja eksogenih naravnih sil v času običajno kratkotrajnih, a zelo intenzivnih ujm. Tako na primer za razliko od potresov, podorov in plazov, ki jih lahko uvrstimo med **nenadne naravne pojave** (preglednica 1.6a), poplave ne nastopijo trenutno in tako niso popolno presenečenje ter jih lahko obravnavamo kot **postopne naravne pojave** (preglednici 1.6b in 1.7). V primeru poplav je praviloma še dovolj časa za rešitev življenja, večja neposredna ogroženost pa je ob izbruhih hudournikov, ki lahko nastopijo v obliki blatnih ali murastih tokov. Žalosten primer posledic njihovega delovanja je tragedija leta 1996 v kampu Biescas v Španiji, ko je nenaden izbruh hudournika zahteval skoraj sto smrtnih žrtev med turisti. Pri poružitvi objektov, zgrajenih za zaščito pred poplavami, pa lahko tudi pride do trenutnega pojava in človeških žrtev.

Pri določanju nevarnosti zaradi delovanja naravnih sil je treba upoštevati tudi dinamiko delujočih sil in možnost prepletanja različnih pojavov. Pri nastopu vodnih ujm lahko pride do prepletanja štirih pojavov :

- preplavitve, zablatenja in zamurjenja površin,
- proženja zemeljskih plazov,
- blatnih in murastih tokov ter
- globinske in bočne erozije v hudournikih in rekah.

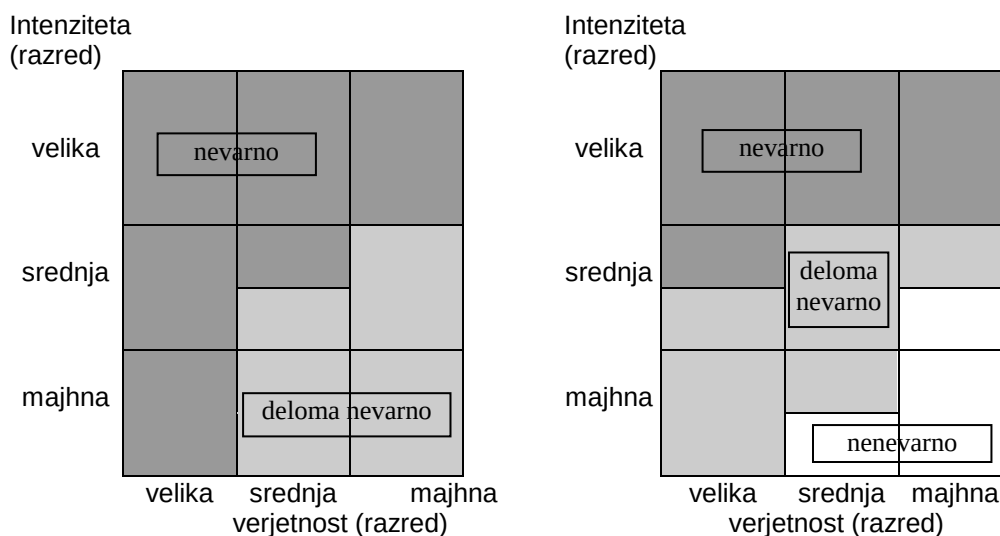
Zemeljski ali snežni plaz lahko zapre tok vodi in oblikuje zajeze vode. Potem lahko tudi pride do poružitve z naravnim pojavom oblikovane pregrade, čemur sledi dolvodni poružitveni val, ki povzroči dodatno opustošenje dolvodno ležečih površin.

Preglednica 1.6 - Določanje stopnje nevarnosti po Kienholzu (1996) za:

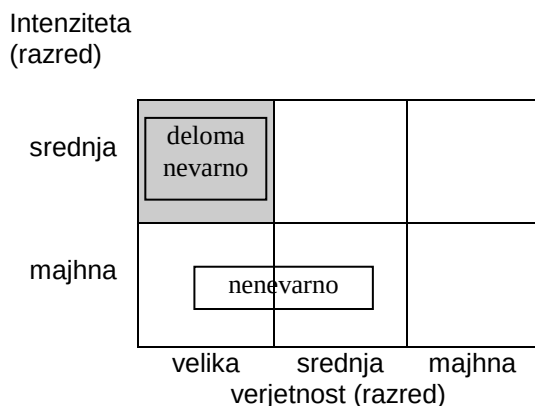
- a) nenadne procese: snežne plazove, podore in kamnite plazove
- b) postopne procese: izbruhe hudournikov, preplavitve, zablatenje površin, erozijo brežin, spontano plazenje zemljišč.

a) nenadni procesi

b) postopni procesi



Preglednica 1.7 - Določanje stopnje nevarnosti po Kienholzu (1996) za postopne procese : stalno plazenje zemljišč.



Za vsako vrsto pojava je treba izdelati karte nevarnosti, prilagojene posebnostim pri posameznem pojavu. Poleg karte je treba izdelati tudi poročila z viri podatkov, s pripombami in z vplivom možnih prepletanj pojavov. Karte se izdelujejo v različnih merilih glede na ogroženost, naravo pojava in predlagane ukrepe.

1.3 ZNAČILNOSTI POPLAV

Poplave so eden izmed naravnih pojavov, ki so z drugimi geološkimi procesi oblikovali in še preoblikujejo zemeljsko površje. Poplavna območja so sestavni del vodotokov, kot del vodnega prostora predstavljajo pomemben vodni ekosistem in pomembno vplivajo na vodni režim, predvsem pri zmanjševanju konic poplavnih valov in bogatenju podtalnice. Pri analizi oziroma

izvajanju različnih ukrepov varstva pred poplavami je zato treba upoštevati celovitost vodnega režima (problema ne smemo reševati parcialno) in celotno povodje obravnavati kot enoto.

Zaradi različnih vplivov vodnega režima, ki ne ustrezajo gospodarskim dejavnostim, so poplavne površine in močvirja ostala "nezasedena", kar povzroča velik pritisk uporabnikov na te površine (avtoceste ali smetišča - Barje, kmetijstvo - melioracije v Vipavski dolini ipd.). Ta območja zato potrebujejo posebno zakonsko zaščito. Poplavna območja vsebujejo pomembno naravno dediščino, saj ni tako bogatega ekosistema, kot ga imajo omenjena območja in močvirja. Obilo vode in naplavine, bogate s hranljivimi snovmi, so idealna podlaga za razvoj življenja. Ponujajo pa tudi možnosti za rekreacijo (vodni in obvodni športi, ljubiteljske raziskave ipd.) in imajo veliko število kulturnih in zgodovinskih spomenikov.

Intenzivna gospodarska raba prostora zahteva urejen vodotok, ki je ne bi ogrožal s poplavami, kar pa je tako rekoč nedosegljiv cilj. Zavedati se moramo, da popolne zaščite pred vodno ujmo ni. Lahko si le prizadevamo kar najbolj omejiti škodo in zavarovati ljudi. Tako je zaščita pred poplavami neposredno vezana na ogrožene gospodarske dejavnosti oziroma škodo, ki bi jo poplave lahko povzročile. Cilj zaščite pred poplavami ali bolje povedano "gospodarjenje s škodo, ki bi jo poplave povzročile", je zmanjšanje posledic poplav na družbeno sprejemljivo raven.

Ekstenzivni razvoj industrijskih družb je bil enostransko usmerjen predvsem v gospodarsko izkoriščanje poplavnih območij in to ne glede na ceno ali morebitne posledice. Tako so nastali veliki projekti v svetovnem merilu, npr. nizozemski polderji in ureditev doline reke Tennessee v ZDA. Pri nas so bile izvedene obsežne ureditve Pesniške in Vipavske doline. Veljalo je stališče, da ni poplave, pred katero se ne bi mogli zaščititi s hidrotehničnimi ukrepi, potrebna so samo sredstva. Varnost pred poplavami z desetletno oziroma stoletno vodo je bila pravica, ki jo mora prizadetim zagotoviti družba ali država ne glede na stroške.

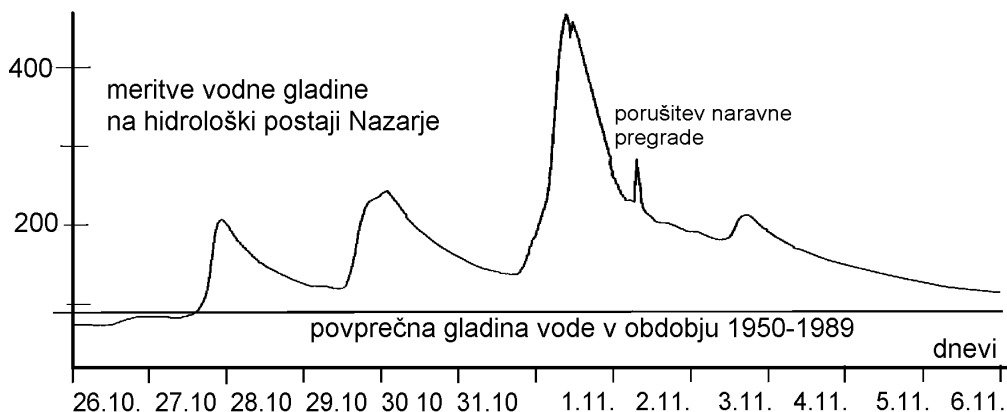
1.3.1 Opis pojava

Poplave so redek in izredno dinamičen pojav. Zbiranje in odtok povečanih količin padavin povzročata intenzivne procese erozije ne samo v strugi vodotoka, temveč tudi v celotnem povodju. Proces se prične s spiranjem površinske preperine, nadaljuje z zemeljskimi plazovi in konča v rečni strugi, kjer voda prestopi bregove in poplavi okolico. Kalnost vodotoka se izredno poveča zaradi intenzivnega premeščenja lebdečih snovi. Poleg rinjenih plavin, ki jih voda premešča po dnu struge, voda odplavlja in nosi različne plavajoče snovi in predmete, ki jih skupaj imenujemo plavje. Plavje (npr. debela večjih dreves) se na zoženih odsekih vodotoka (mostovi) zagozdi in zajezi vodo. Z nadaljnjim povečanjem pretoka se zajezev poruši in povzroči dodatni porušitveni poplavni val v strugi vodotoka. Voda se zaradi povečanega pretoka razliva po okolici in ogroža različne dejavnosti v tem prostoru. Ko se pretok zmanjša in se voda umakne v strugo, zapušča na poplavljenih površinah drobnozrnate naplavine (mulj), plavajoče predmete, ribe, onesnaženje in drugo navlako.

Do poplavljanja lahko pride zaradi zajezenega odtoka na kraških poljih, zaradi zajezev, povzročenih s snežnim ali zemeljskim plazom, zaradi delovanja hudournikov, zaradi naravnega posedanja tal (Barje) ali posedanja, povzročenega z gospodarsko dejavnostjo (rudarstvo), zaradi padavin in istovrstnega tavanja snega na zmrznjeni podlagi, dviga gladine podtalnice ipd. Poplave povzroča tudi zelo visoka morska plima, ko morje poplavi obalna območja. Zato lahko delimo poplave v slovenskem prostoru na hudourniške poplave, rečne nižinske in kraške poplave ter poplave morja. V drugih deželah pa so poplave posledica pojavov, s katerimi je

nam prizanešeno, npr. tropskih neurij, visokih morskih valov, blatnih tokov, ki spremljajo vulkanske izbruhe, poplave pa povzročijo tudi pregrade plavajočega ledu v strugi vodotoka.

Mehanizem oblikovanja površinskega odtoka in vpliv posameznih dejavnikov je predstavljen v skripti Osnove hidrologije (Brilly, 1991). V naravnih razmerah, kakršne poznamo v Sloveniji, je poleg obilice padavin izredno pomembna količina vlage v zemljini oziroma predhodna vlažnost. Čim večja je predhodna vlažnost zemljine, tem večja količina padle vode površinsko odteka. Za sam pojav je značilen potek gladine Savinje na vodomerni postaji Nazarje med poplavo leta 1990 (Kolbezen, 1991; NIVO, 1991, slika 1.2). Do katastrofalne poplave je prišlo po večdnevni padavinah, ki so povzročile več manjših nepomembnih poplavnih valov, so pa dodobra navlažile površinske sloje zemljine. Tako so večje količine dežja, ki so se začele 31. oktobra 1990, povzročile katastrofalno poplavo. Ob poplavi se je sprožilo veliko zemeljskih plazov. Pri Podvolovjeku na reki Lučnici, pritoku Savinje, je zemeljski plaz zaježil reko. Ko se je tako nastala akumulacija napolnila z vodo, je prišlo do prelivanja in porušitve s plazom nastale pregrade (slika 1.2,).



Slika 1.2 - Meritve vodne gladine na vodomerni postaji Nazarje pri poplavi leta 1990.

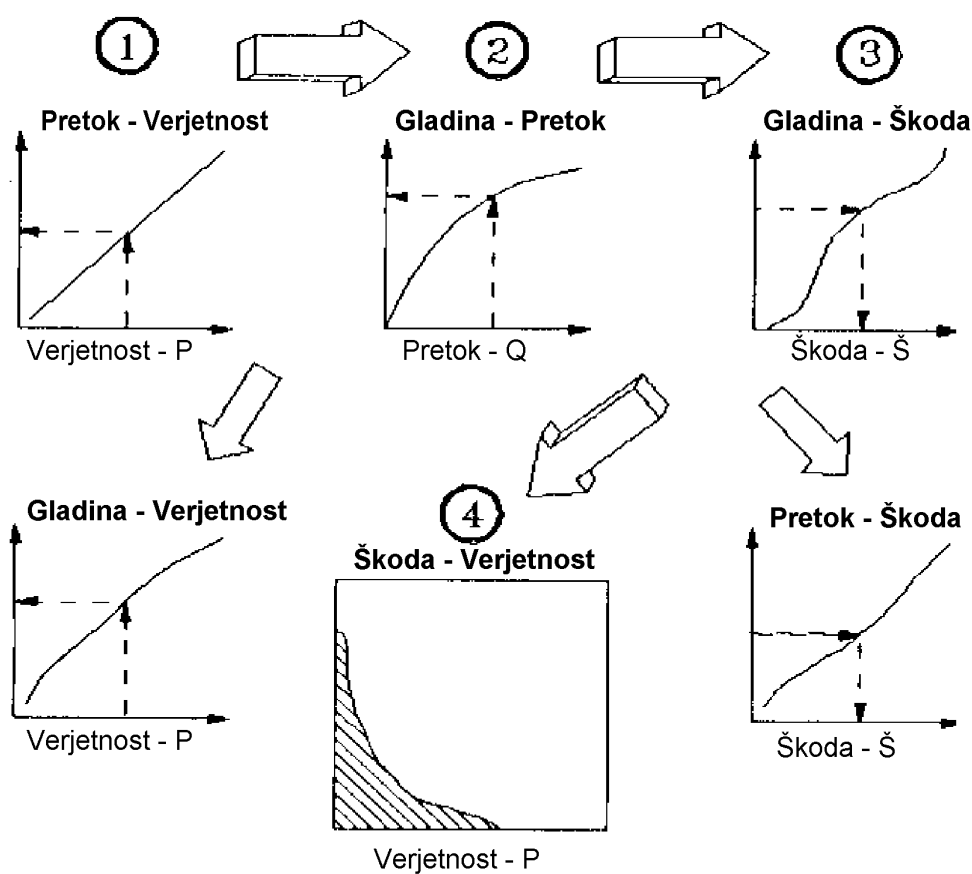
Za poplavne valove je značilno hitro naraščanje pretoka vode ob pojavu, nato sorazmerno kratkotrajen maksimalni pretok in bolj počasno upadanje.

Pojav poplav in oceno vplivov različnih ukrepov varstva pred poplavami lahko opredelimo (HEC 1989, slika 1.3) z:

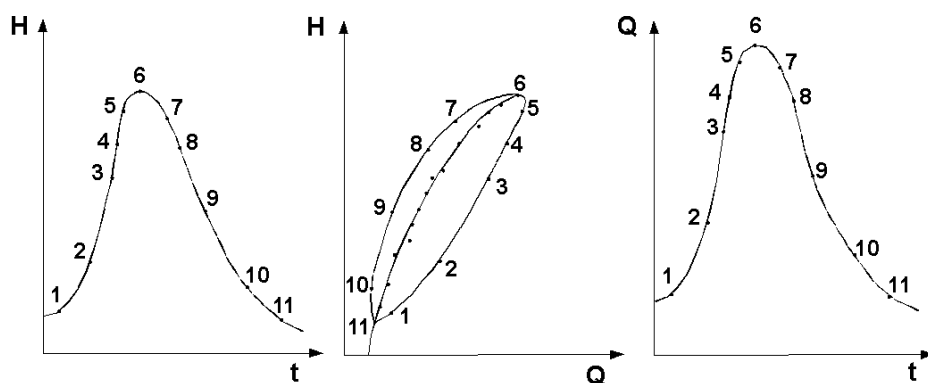
- nivogramom (diagram spremembe gladine vode s časom) ali hidrogramom (diagram spremembe pretoka vode s časom);
- verjetnostjo pojava (diagram 1),
- pretočno krivuljo (diagram 2),
- škodo v odvisnosti od gladine vode (diagram 3).

Pretočna krivulja kaže zvezo med gladino vode v vodotoku in pretokom ter nam omogoča preoblikovanje nivograma v hidrogram. Pretočna krivulja je zasnovana na izhodiščih, da je tok

vode v strugi enakomeren in se s časom ne spreminja. Odmiki od omenjenih izhodišč so vedno prisotni in najbolj izraziti pri poplavah. Dejansko ima pretočna krivulja pri poplavnih valovih značilno obliko pentlje (slika 1.4). Pri prihodu poplavnega vala, ko gladina narašča, so hitrosti vode v strugi večje kot pri upadanju gladine. Obliko pentlje lahko natančno opredelimo le z meritvami med poplavo. Pomanjkanje meritev kratkotrajnih poplavnih valov je največji problem pri opredeljevanju pretočne krivulje. Konstrukcija pretočne krivulje je zahtevno strokovno opravilo, ki zahteva tudi določene izkušnje. Problem je podrobneje prikazan v skripti Osnove hidrologije (Brilly, 1991).



Slika 1.3 - Soodvisnosti med škodo in verjetnostjo pojava.



Slika 1.4 - Pretočna krivulja poplavnega vala.

Verjetnost pojava poplav je določena s soodvisnostjo med pretokom vode in povratno dobo oziroma verjetnostjo. Možnost pojava ali verjetnost pojava je pomembna lastnost poplave. Narava in gospodarska dejavnost sta vsakokratnim pojavom prilagojeni in ju praviloma ne prizadene večja škoda. Čim večji je dogodek (uresničitev pojava), tem manjša je njegova možnost oziroma verjetnost. Verjetnost dogodka določimo na podlagi statistične analize merjenih podatkov, kar je tudi zahtevno strokovno opravilo, saj se lahko izračunane vrednosti v odvisnosti od izbranega vzorca podatkov in teoretične porazdelitve razlikujejo tudi za nekaj deset odstotkov (Brilly, 1991).

Zaradi enostavnosti in lažjega razumevanja v praksi, možnosti dogodka, ki je določena s pomočjo verjetnostnega računa, ne prikazujemo v odstotkih verjetnosti, temveč z njeno recipročno vrednostjo. Če dogodek vezemo na leto, je pri verjetnosti $P(x) = 0,99$ povratna doba tega dogodka enaka:

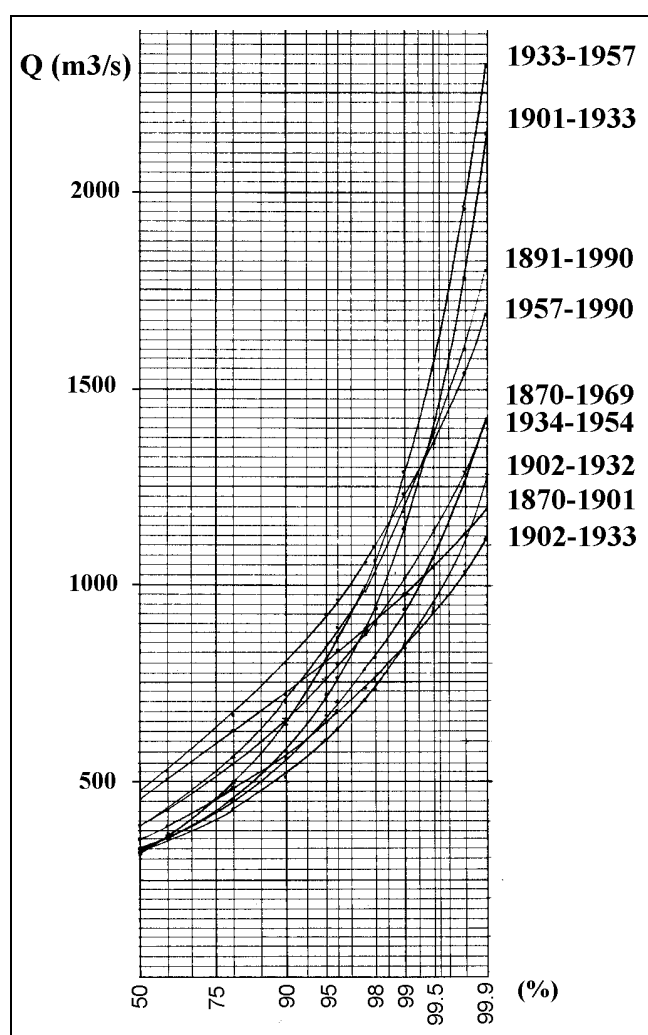
$$T(x) = \frac{1}{1 - P(x)} = \frac{1}{1 - 0,99} = \frac{1}{0,01} = 100 \text{ let}$$

Tako ne govorimo o dogodku z enim odstotkom verjetnosti, temveč o dogodku s stoletno povratno dobo, dogodek z desetimi odstotki verjetnosti ima desetletno povratno dobo, dogodek s petdesetimi odstotki verjetnosti ima dveletno povratno dobo ipd. Povratna doba ne pomeni, da bo do dogodka z desetletno povratno dobo prišlo vsakih deset let ali po desetih letih, temveč da bo v povprečju v dvesto letih prišlo do dvajsetih večjih dogodkov. Katastrofalne poplave si lahko sledijo v zelo kratkih obdobjih, nato pa jih več let ni. Teoretično stoletna voda pomeni le, da se enak ali večji dogodek lahko zgodi povprečno dvajsetkrat v dva tisoč letih. Povratna doba pomeni le dogovorjeno mejo varnosti, kajti do pojava s povratno dobo tisoč ali deset tisoč let lahko pride že jutri.

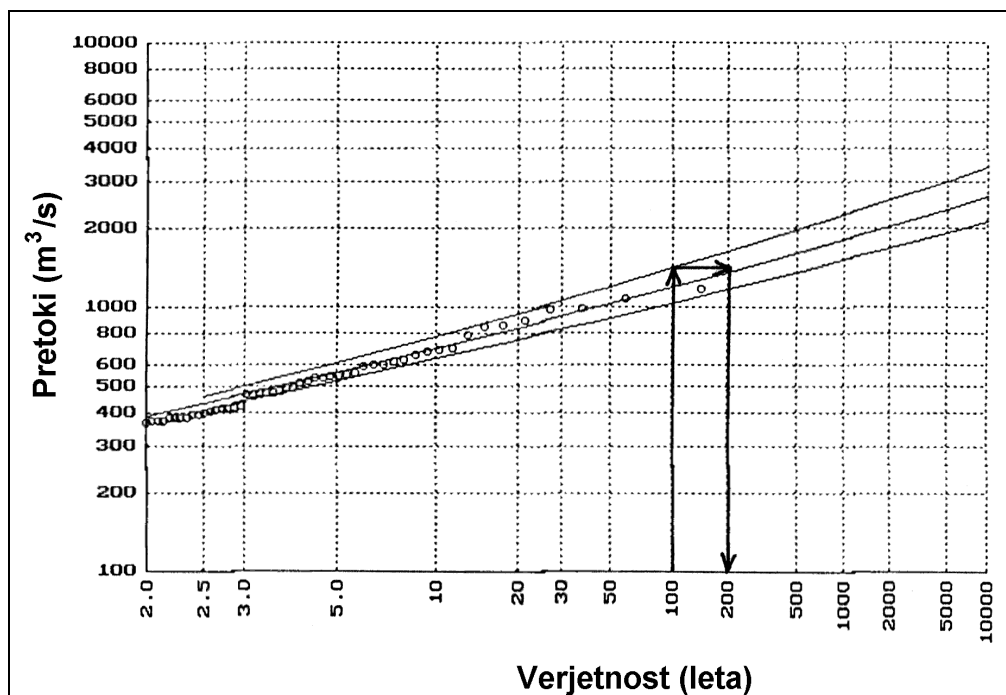
Soodvisnost med povratno dobo in pretokom v vodotoku v določenem prerezu je v veliki meri odvisna od izbire vzorca in izbrane teoretične verjetnostne razvrstitve (Brilly, 1991). Tudi večje število bolj vlažnih ali bolj sušnih let in točnost meritev vplivata na soodvisnost. Problem rešujemo s hidrološko analizo in s predpisanim obdobjem, za katerega vzamemo vzorec hidroloških pojavov. Izbira teoretične razvrstitve, s katero izvedemo analizo, tudi vpliva na soodvisnost. Razvoj je usmerjen k uvajanju verjetnostnih funkcij in postopkov, ki omogočajo večjo varnost območja. Tako je razvrstitev log-Pearson III iz praktične uporabe že izpodrinila

razvrstitev Pearson III. Danes se v praksi vse bolj uveljavlja razvrstitev log-Pearson III s 95-odstotnim intervalom zaupanja. Teoretična verjetnostna razvrstitev se določa s predpisom ali z ustreznim strokovnim priporočilom.

Na diagramu (slika 1.5) so podane verjetnostne razporeditve, določene na podlagi opazovanj na reki Savinji pri Celju. Pretoki s 100-letno povratno dobo se gibljejo od 840 m³/s do 1300 m³/s (Gerčer, 1996). Vpliv velikosti vzorca in raztros točk glede na teoretično razporeditev je še najbolj razviden na krivulji s 95-odstotno mejo zaupanja (slika 1.6). Za praktične primere, pri katerih zahtevamo večjo varnost ali zanesljivost, sprejmemo vrednost na zgornji meji zaupanja, ki je v omenjenem primeru enaka pojavi z 200-letno povratno dobo.

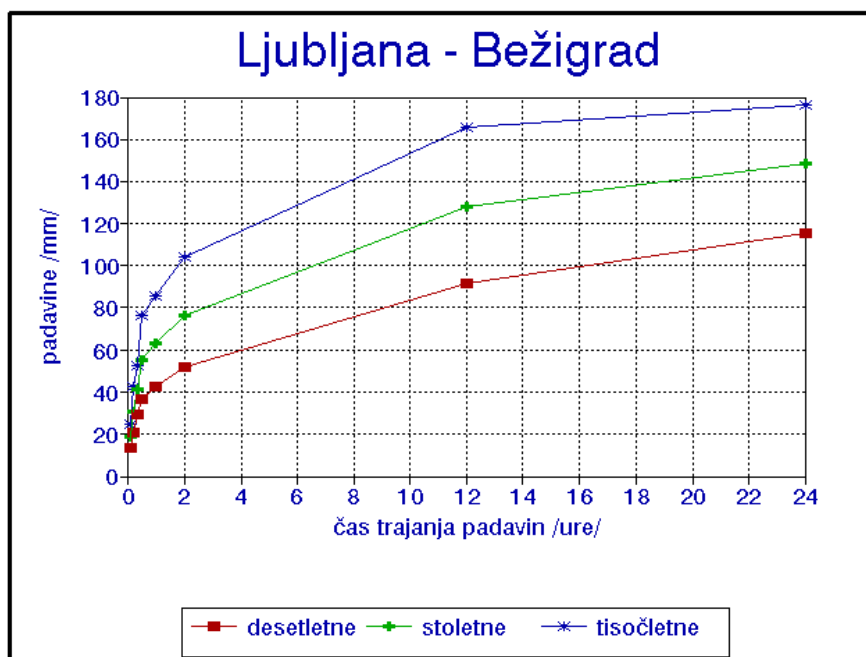
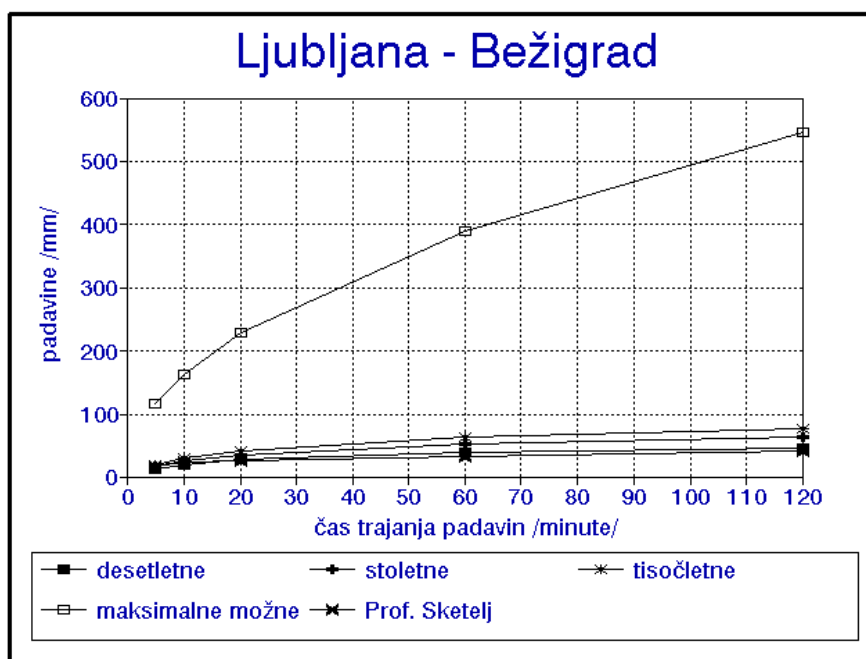


Slika 1.5 - Verjetnost pojava visokih voda Savinje pri Celju za različna obdobja opazovanj.



Slika 1.6 - Verjetnostna analiza visokih voda Savinje pri Celju za obdobje od leta 1891 do leta 1990 z mejami 95-odstotnega zaupanja.

V praksi se je uveljavil tudi pojem verjetno maksimalnega možnega pojava (MMP). Verjetnostna funkcija narašča s povratno dobo, pri tem se postavlja vprašanje zgornje meje, ki jo pojav lahko doseže. Uporabljajo se različne metode od ovojnice maksimalnih merjenih pojavov do meteoroloških modelov. Na sliki 1.7 so prikazane soodvisnosti med višino in trajanjem padavin za različne povratne dobe, vključno z maksimalnimi možnimi vrednostmi (Brilly, 1992) za padavinomersko postajo Ljubljana - Bežigrad.



Slika 1.7 - Višina padavin za različne povratne dobe in trajanje v Ljubljani.

1.3.2 Vzroki poplav - podnebne spremembe ali podnebna spremenljivost

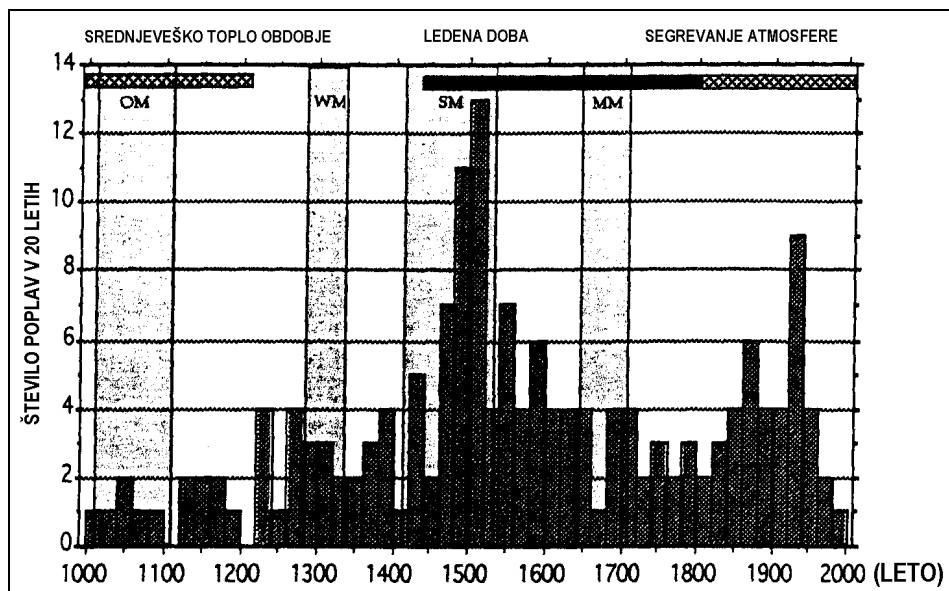
V javnosti je danes veliko govora o podnebnih spremembah in njihovih vplivih na naravne ujme. Trenutno poteka v svetu več raziskav globalnega pomena za ugotavljanje različnih vplivov industrializacije na globalne podnebne razmere. Določene spremembe so očitne, predvsem v sestavi atmosfere, kjer se količina ogljikovega dioksida nenehno večja in povečuje izolacijsko vlogo atmosfere. Posledice tega so zvišanje povprečnih temperatur na zemeljski obli, tajanje ledenih polarnih kap, zvišanje morske gladine, intenziviranje termodinamičnih procesov v atmosferi in podnebne spremembe. Napovedi so sicer jasne, toda geofizični procesi so zapleteni in naše znanje nezadostno, da bi lahko kvantificirali spremembe v hidrosferi, do katerih bo prišlo. Ena od ugotovitev posvetovanja Space and Time Scale Variability and Interdependencies in Various Hydrological Processes na sedežu UNESCO leta 1992 je bila, da teh procesov še ne moremo predvideti z zadovoljivo točnostjo, in tudi še ne vemo, kdaj bomo lahko razvili geofizične modele, ki bi to omogočali. Po več napovedih se predvidevata povišanje temperature od 0,1 do 0,5 °C in zvišanje morske gladine od 3 do 30 cm v desetih letih. Očitni so le bolj pogosti pojavi ujm na zemeljski obli (ki ne presegajo že zabeleženih pojavov) in dvig morske gladine, kar pa je mogoče zaznati že stoletja, npr. na obalah ZDA znaša dvig morske gladine v povprečju 2 mm na leto (FEMA, 1992). Vplivi na območju Alp so veliko bolj zapleteni in zato so napovedi vprašljive. Pričakujemo lahko različne možne spremembe, od katerih bi bilo najmanj ugodno zmanjšanje povprečnih količin padavin in povečanje števila ujm.

Pri naravnih katastrofah, ki so praviloma redki pojavi in presegajo generacijski spomin, se danes pogosto postavlja vprašanje, v kolikšni meri je za to odgovoren človek s svojim nebrzdanim tehnološkim razvojem. Analize kažejo, da je človek s tehničnimi ukrepi (regulacijami vodotokov, graditvijo akumulacij, drenažnimi sistemi in meteorno kanalizacijo) vplival na odtočne razmere pozitivno in negativno (LAWA, 1995), na pojav pa ni in ne more bistveno vplivati. Poplave so sestavni del naravnega režima voda, škoda, ki jo pri tem povzročajo, pa je posledica naše dejavnosti.

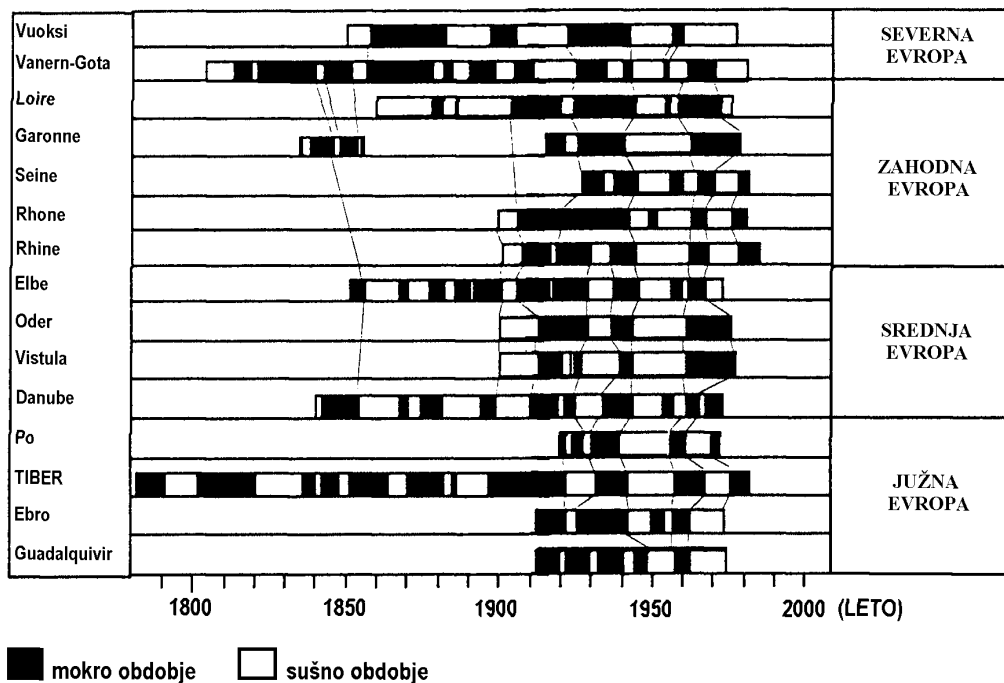
V preteklosti so bile ponekod poplave veliko hujše kot zadnje čase. Hidrološke meritve in opazovanja segajo samo sto do dvesto let nazaj. Starejše podatke najdemo v starih kronikah. Tako je zapisano, da je leta 1342 voda pri katedrali v Mainzu segala ljudem do pasu. V zadnjih 170 letih, odkar gladino reke Ren redno opazujejo, voda ni segla do praga katedrale (Engel, 1998). Leta 1784 je bila gladina v spodnjem toku Rena tudi do dva metra višja kot v letih 1993 in 1995 (LAWA, 1995). Dve največji katastrofalni poplavi na Norveškem sta bili leta 1345 in 1789 (Killingtveit, 1998).

Reka Tibera, ki teče skozi Rim, je vodotok z najbolje dokumentirano zgodovino poplav na svetu. Starejše podatke (iz obdobja pred našim štetjem) imamo samo še za reko Nil. Rim ima tudi najdaljši vzorec dnevnih vrednosti padavin od leta 1782 do danes (Delmonaco in Ost, 1988). Iz istega obdobja so tudi podatki o meritvah temperature zraka. Iz različnih zgodovinskih virov so zbrani podatki o poplavah v Rimu od leta 414 pred našim štetjem. Statistično so bili zanesljivi in primerni za obdelavo le podatki od leta 1000 našega štetja do danes (slika 1.8). Podatki o pojavu poplav so razvrščeni v dvajsetletna obdobja. Pri tem izrazito izstopa obdobje začetka male ledene dobe ob koncu 15. stoletja in v začetku 16., ko je bilo v 20 letih zabeleženih tudi do 13 poplav. V zadnjem času je bilo najhuje od leta 1920 do 1940, ko je bilo devet poplav. Nato so se razmere na Tiberi začele umirjati - tako kot na začetku tega tisočletja, ko je bila v 20 letih le ena ali dve poplavi. Dvestoletni vzorec podatkov padavin kaže, da so bile samo v kratkih obdobjih na začetku prejšnjega in v 40. letih tega stoletja

padavine manjše kot v zadnjem obdobju. V daljšem obdobju na začetku tega stoletja so bile letne količine padavin tudi za 40 odstotkov večje, kot so danes.



Slika 1.8 - Pojav poplav na reki Tiberi po letu 1000.



Slika 1.9 - Primerjava sušnih in vlažnih obdobjij večjih evropskih rek.

Zgodovinski podatki kažejo, da se poleg krajših obdobij (11-letno obdobje kot vpliv solarnega ciklusa) pojavljajo tudi daljša suha ali vlažna obdobja brez izrazite frekvence (slika 1.9). Katastrofalne vodne ujme v zadnjem času niso nikjer presegle katastrof iz sredine tega tisočletja, kljub negativnim antropogenim vplivom, o katerih nam poročajo zgodovinski viri. Zanimivo je tudi, da v zadnjem desetletju v Rimu niso zabeležili nobenih posebnih poplav.

1.3.3 Izhodišča za določanje ogroženosti pri poplavah

Z določanjem verjetnosti pretoka smo dobili temeljno vrednost in izhodišče za določanje poplavne nevarnosti. Ko smo določili pretok, moramo na podlagi hidravlične analize izračunati pretočno krivuljo in določiti obseg poplavnega območja, globino in hitrost vode. Razlika med vsakoletnim in redkim ekstremnim pojavom ni samo v pretokih voda in pretočni višini, temveč v intenziteti erozijskih in spremljajočih pojavov (plazovi, zaježitve, pretok in odlaganje plavin, porušitve objektov za zaščito, ekološke nesreče ipd.).

Poplavna ogroženost izhaja iz:

- visoke gladine vode, ki povzroča:

- žrtve zaradi utopitve,
- škodo zaradi preplavljanja dobrin;
- škodo zaradi vdora vlage v konstrukcijo objekta in dobrine;
- dodatno obremenitev konstrukcij s hidrostatičnim tlakom;
- neprehodnost prizadetega območja pri višjih gladinah;

- toka vode, ki povzroča:

- odplavljanje žrtev in dobrin;
- dodatno obremenitev konstrukcij s hidrodinamičnimi silami;
- neprehodnost poplavljenega območja;

- onesnaženje, ki se širi iz:

- preplavljenih virov onesnaženja,
- kanalizacije;

- erozije dna in brežin struge, ki povzroča:

- spodkopavanje, porušitev objektov in celo odnašanje objektov;
- odnašanje tal in spremembo morfologije struge;
- odnašanje dobrin;
- odnašanje obrežne vegetacije;

- naplavljanja plavin, ki povzročajo:

- mulj izdatno poveča škodo na poplavljenih dobrinah;
- grobejše plavine povečajo dinamične tlake in rušilno moč vode;
- onesnažene plavine onesnažujejo okolje;
- z nerodovitnimi plavinami zmanjšuje rodovitnost tal;
- spreminja morfologijo;

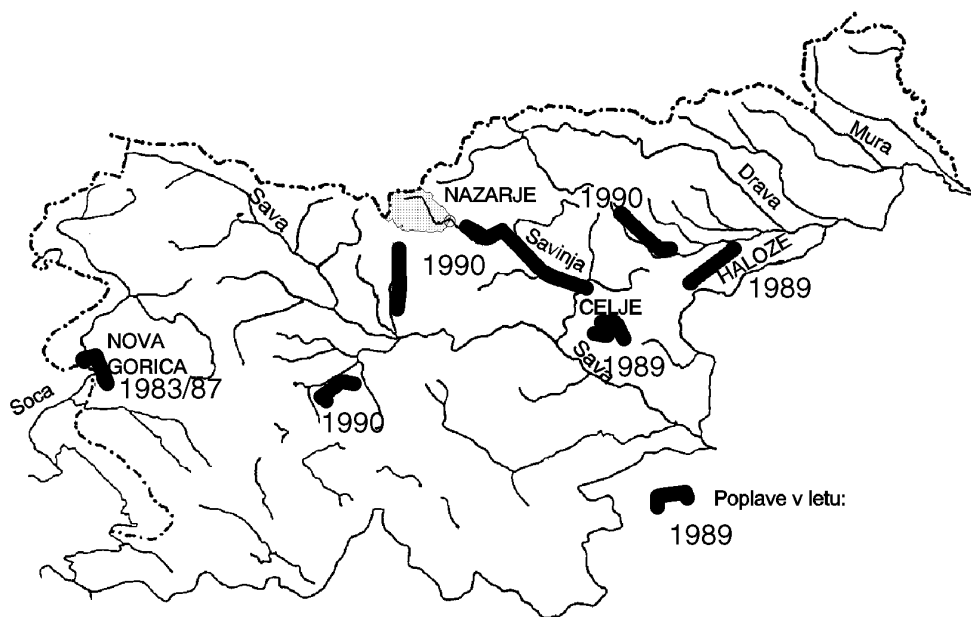
- trajanja pojava:

- večdnevno poplavljanje uničuje posevke;
- vdor vlage v konstrukcijo in instalacije je večji;
- stroški za zaščito in reševanje so odvisni od trajanja pojava.

1.3.4 Lastnosti poplav v Sloveniji

Poplave praviloma nastopijo v naših krajih zaradi intenzivnih padavin. V odvisnosti od vlažnosti zemljišča padavine povzročijo večji ali manjši odtok vode, ki se zbira v vodotokih in s povečanim pretokom povzroča dvig gladine vode v strugi. Ker se večinoma nahajamo v povirju vodotokov, se srečujemo s kratkotrajnimi večurnimi hudourniški poplavami, z izjemo območja Drave in Mure, kjer lahko trajajo poplave tudi več dni. Celoten pojav zbiranja in odtekanja voda spremljajo erozijski pojavi od površinskega spiranja zemljin v povirnih delih pri stekanju in zbiranju voda v strugah hudournikov in potokov do globinske in bočne erozije, to je spiranja in odnašanja zemeljskega in naplavinkega materiala z dna in brežin struge. Erodirani material voda plavi s seboj kot plavine in jih ob zmanjšanih porivnih silah odlaga, s čimer zaplavlja dno struge in dviguje gladino vode v njej. Opisani pojav je normalen proces v hidrološkem ciklusu in se v odvisnosti od podnebnih razmer stalno ponavlja. Pri normalnih vsakoletnih pojavih so procesi manj intenzivni. Občasno pa prihaja do izrednih razmer, predvsem zaradi:

- izredno velikih in dolgotrajnih padavin;
- velike predhodne vlažnosti tal ;
- padavin, ki so padle na snežno odejo, povzročile njeno tajanje in katastrofalen površinski odtok.



Slika 1.10 - Območja, ki so jih prizadele vodne ujme v obdobju od leta 1983 do leta 1990.

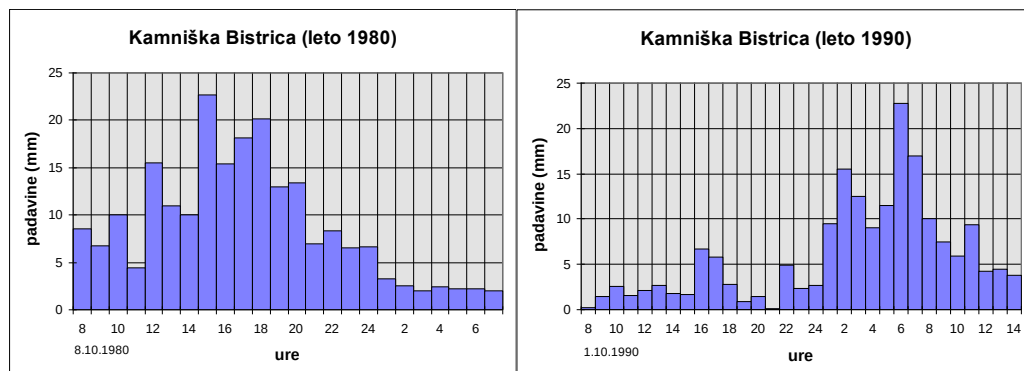
Poplave v Sloveniji so povezane z močnimi padavinami, ki jih nad naše kraje prinašajo vlažne frontalne zračne gmote. Cikloni potujejo iz Biskajskega zaliva po Padski nižini proti našim krajem. Do obilnih padavin pride, ko se tople in vlažne zračne mase začenjajo vzpenjati ob pobočju Dinarsko-Alpskega gorovja.

Območje največjih padavin zajema Dinarsko-Alpsko gorovje. Tako dosežejo padavine nad Bohinjem in v povirju Soče povprečno več kot 4000 mm letno. To je alpsko območje Slovenije z največ padavinami. Od Alp proti morju so letne količine padavin v veliki meri odvisne od

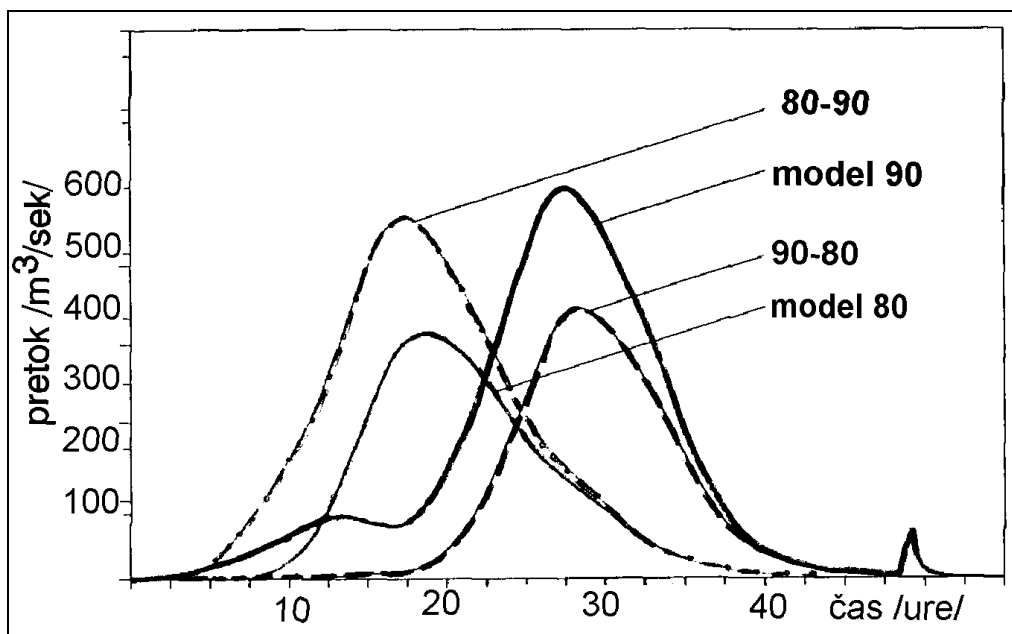
orografskih dejavnikov, tako da padavinske postaje glede na nadmorsko višino in položaj okoliških vzpetin (gora in hribov) kažejo različne rezultate že na manjši medsebojni razdalji. Obstajajo namreč velike razlike med padavinami v dolini in na okolišnih gorskih planotah (npr. Ajdovščina 109 m.n.m. 1618 mm in Predmeja 970 m.n.m. 2754 mm padavin letno). Ob obali je na leto komaj 900 mm padavin. Od zahoda in jugozahoda proti vzhodu in severu se padavine naglo, nato pa postopoma zmanjšujejo. Tako znašajo v Kranjski in Ljubljanski kotlini 1400 do 1600 mm, proti Karavankam in Kamniškim Alpam pa se spet povečujejo. Proti vzhodu se padavine zmanjšujejo in dosežejo na obrobju Panonske nižine le še 750 mm letno (Kobilje 741 mm). Obronki Karavank in Posavsko hribovje imajo še nekaj več padavin. Dnevne padavine so bile izmerjene: nad 300 mm na območju Alp, v Ljubljanski kotlini okoli 150 mm, v Prekmurju 130 mm in v Rogaški Slatini 100 mm (ZVSS, 1978).

Ciklonske padavine se najpogosteje pojavijo spomladi in jeseni, možne pa so v vseh letnih časih. Količine dnevnih in letnih padavin so v evropskem in tudi svetovnem merilu (če izvajamo tropska in monsunska območja) izredno visoke. Katastrofalni pojavi poplav so posledica predvsem obilnih padavin, ob hkratnem tajanju snežne odeje.

Glede na hidrometeorološke značilnosti je posebej zanimiva poplava novembra 1990 (Kolbezen, 1991; NIVO, 1991), opisana v poglavju 1.2.1 (slika 1.2). Po količinah in razporeditvi padavin je bil pojav leta 1990 podoben poplavam leta 1980 (Pristov, 1991). Analiza, izvedena s pomočjo hidrološkega modela (Lojen, 1992), je pokazala, da so začetne razmere (vlažnosti tal) in časovna razporeditev padavin (slika 1.11) pomembne za pojav katastrofalnih poplav. Tako so bili na vodomerni postaji Nazarje pri tako rekoč enakih količinah padavin v poplavih leta 1980 za 200 m³/s manjši pretoki kot leta 1990 (slika 1.12).



Slika 1.11 - Padavine, izmerjene v Kamniški Bistrici.



Slika 1.12 - Rezultati hidrološke analize poplav leta 1980 in leta 1990.

S hidrološkim modelom HEC so bili izračunani pretoki in umerjena poplavna valova Savinje pri izjemnih padavinah leta 1980 (model 80) in leta 1990 (model 90). Izračunana sta bila tudi hidrograma za različice: robni pogoji iz leta 1980 in padavine iz leta 1990 (80-90) ter robni pogoji iz leta 1990 in padavine iz leta 1980 (90-80).

Orogrfski vplivi na nastanek padavin so povzročili, da se je v Sloveniji oblikovalo območje intenzivnih hudourniških pojavov, ki poteka v pasu po dolini Soče do Idrijce, nato po dolini Bače v dolino Selščice, nadalje zajema Kamniško Bistrico, prečka povodje Savinje in se konča na pobočjih Pohorja in Kozjaka. To pa ne pomeni, da do katastrof ne more priti drugje na območju celotne Slovenije.

Zaradi položaja v povirjih voda z izrazitimi mikrotopografskimi značilnostimi so večja poplavna območja v Sloveniji redka. Težave povzroča predvsem hudourniška in rečna erozija. Večja poplavna območja so kraška polja (Cerkniško in Planinsko polje, Bloška planota), kjer je odtok voda omejen z zmogljivostjo požiralnikov ali ravnice ob vodotokih, predvsem na obrobju Panonske ravnine (Ljubljansko polje, Savinjska dolina, Krško-Brežiško polje, Dravsko-Ptujsko polje, Mursko-Ljutomersko polje ...). Poseben problem je Ljubljansko barje, kjer prihaja do intenzivnega posedanja tal, kar je posledica nekonsolidiranih tal in občutljivega vodnega režima (Brilly, 1985: Kolikor se je barje osušilo, toliko se je tudi posedlo).

Slovenija sodi med humidna območja s sorazmerno veliko količino padavin. Za ta območja je značilno, da je narava prilagojena povečanemu površinskemu odtoku (obraslost tal) in da se vsakoletni pojavi in pojavi z daljšo povratno dobo med seboj le malo razlikujejo. Tako je na primer razmerje med stoletno in petletno poplavo na Savi pri Šentjakobu 1.36, na Dravi pri Ormožu 1.4 in na Soči pri Solkanu 1.42.

Še najbolj točni podatki o poplavnih površinah so zbrani v publikacijah Vodno gospodarstvo v Sloveniji (1965) in Vodnogospodarske osnove (1978). V tem učbeniku je naveden le pregled po posameznih povodjih (preglednica 1.8). Podatki o velikosti poplavnih površin se med različnimi viri zelo razlikujejo. Iz omenjenih podatkov ni razvidna povratna doba dogodka in vplivi izvedenih ukrepov varstva pred poplavami. Tako na primer navajajo različni viri za Ljubljansko barje naslednje vrednosti poplavnih površin: 8000 ha (Mišič, 1977), 2353 ha vsakoletne in 8034 ha katastrofalne poplave (geografi), 5000 ha (ZVSS, 1981) in 3662 ha (Hidrotehnik-obrambni načrt).

Preglednica 1.8 - Poplavne površine v Sloveniji.

Poplavne površine v km ²			
Vodno območje	Viri podatkov		
	ZVS 1981	Mišič 1977	varstvo pred poplavami
Drave	140,4	251	-
Save	266,9	326	254
Soče	21,1	23	54

Po podatkih (Mišič, 1977) naj bi poplavljenе obdelovalne površine znašale 630 km² ali skoraj 3 odstotke celotnega slovenskega ozemlja. Toda glede na to, da je po dolgoročnem razvojnem načrtu Slovenije 6500 km² obdelovalnih površin, od katerih je 3000 km² njiv, in ker so poplavne površine potencialno izredno rodovitne, poplave ogrožajo 10 do 20 odstotkov njiv.

1.4 ZNAČILNOSTI EROZIJSKIH PROCESOV

Dobro tretjino Slovenije zavzemajo erodibilna območja, ki jih brazda okoli 6500 km hudournikov s številnimi erozijskimi žarišči globinske in bočne erozije ter z aktivnimi hribinskimi in snežnimi plazovi (Mišič, 1977).

Leta 1965 je bil izdelan pregled hudourniških območij za celotno Slovenijo. Tak pregled bi morali obnoviti in aktualizirati ter enako kot poplave verjetnostno opredeliti tudi hudourniške pojave.

Preglednica 1.9 - Erozijska območja s hudourniki.

Vodno območje	Erozijska območja		Dolžina hudournikov	
	v km ²	%	v km	%
Drava	2443	30,4	881	13,5
Sava	4397	54,3	5169	79,5
Soča	1223	15,3	450	7,0

Erozijske procese nižanja zemeljskega površja ali na kratko erozijo tal delimo običajno glede na aktivne sile, ki povzročajo odnašanje hribinskega materiala, to so veter, voda, led, sneg, in težnost. Tako poleg preperevanja hribin na mestu samem poznamo pojave vetrne, snežne, ledeniške, vodne, kraške, plazne in podorne erozije (Mikoš, 1995). V Sloveniji so z nastopom vodnih ujm povezani pojavi vodne, plazne, podorne in snežne erozije. Ledeniška erozija je

zapustila svoje sledove v obdobju ledenih dob in je danes zanemarljiva, kraška erozija napreduje relativno počasi, čeprav je v Sloveniji zaradi razširjenosti kraškega sveta tudi zelo prisotna. Vetrna erozija predvsem erodira gole površine slabo sprijetih tal, predvsem zemljin in zelo počasi tudi kamnin. Zaradi relativno dobre obraslosti tal v Sloveniji je vetrna erozija predvsem omejena na orne površine v času, ko niso zaščitene s kulturami ali snežno odejo.

1.4.1 Hribinski plazovi

Če upoštevamo delitev hribin na kamnine, zemljine in prst (plodna tla), lahko govorimo o eroziji tal kot o pojavih preperevanja, hribinskih plazov in erozije prsti. Hribinski (pogosto se uporablja tudi kar izraz zemeljski) plazovi tako predstavljajo skupen izraz za erozijske procese v kamninah in zemljinah, ki so posledica porušitve notranje stabilnosti hribine na zemeljskem površju. Tako lahko hribinske plazove v širšem smislu delimo na:

- zemljinske plazove, kamor sodijo globinski in površinski (plitvi) plazovi v enovitih in plastovitih zemljinah, usadi, splazitve, zdrsi in počasno polzenje tal ter
- kamninske plazove, kamor sodijo podori, kamniti plazovi in počasno spodmlevanje hribin v obliki melišč.

Vzroki polzenja, plazenja in usedanja tal so zelo raznovrstni. Hribinski plazovi se običajno sprožijo zaradi naslednjih vzrokov:

- potresa
- mehanske preobremenitve zgoraj
- mehanske razbremenitve oziroma spodkopavanja vznožja
- ali pogosto samo zaradi ali v povezavi s preveliko vlažnostjo zemljine.

Vzrok prevelike vlažnosti je lahko dolgotrajno deževje ali kratkotrajen intenziven naliv, ki prekomerno razmoči zemljišče, velikokrat pa tudi že zastajanje zalednih voda in preusmerjanje površinskih tekočih voda s stabilnih na pogojno stabilna in labilna zemljišča, ki se počasi razmakajo in nato splazijo. Tako lahko do plazenja pogojno stabilnega zemljišča pride tudi v relativno lepem vremenu, čeprav je proženje zemljinskih plazov večinoma povezano z obilnim deževjem, ki le poslabša obstoječe labilno ravnovesje na pobočju.

Kamniti plazovi in podori nastopijo nenadno zaradi porušitve notranje stabilnosti v kamnini. Podori so običajno večjih katastrofalnih razsežnosti, pogosto nastopijo ob močnejših potresih, kamninski plazovi pa predstavljajo prehod od podorov na eni strani do manjšega krušenja in spodmlevanja skalnatih pobočij na drugi strani. Vzrok je lahko spodjedanje vznožja, predvsem pa preperevanje in še posebej zmrzal, ki večja razpoke v kamnini, zmanjšuje njeno trdnost in povečuje njeno nagnjenost k proženju (gibanju pod vplivom težnosti).

Običajno pride do zemljinskega plazov na pobočjih, ki so pogojno stabilna in na katerih je velikokrat že mogoče opaziti posledice ali ostanke starih zemljinskih plazov (narivni robovi, valovito pobočje s kotanjami, v katerih zastaja površinska voda, ki zamaka notranjost). Viden zunanji znak počasnega plazenja zemljišča je tudi tako imenovana pijana (nagnjena) rast dreves, ki se morajo stalno prilagajati novim premikom zemljišča. Načeloma lahko sklepamo, da je pogojno stabilno vsako pobočje, ki je strmejšo od pripadajočega kota notranjega trenja zemljine, ki ga sestavlja. To je mogoče opaziti ob obilnejšem deževju, ko pride velikokrat do vrste manjših splazitev in plitvih zemljinskih plazov ali manjših usadov.

Ogroženost pri zemljinskih plazovih tako izhaja iz:

pomikanja tal, ki povzroča:
rušenje ali poškodbe objektov zaradi premikov temeljnih tal;
rušenje ali poškodbe objektov zaradi tlakov na stene objekta delujočih zemeljskih gmot;
odlaganja splazelih zemljinskih gmot v obliki narivnih robov, ki povzročijo:
prekinitev prometnih povezav;
spreminjajo morfologijo krajine;
plazenja zemljinskih gmot v hudournike in vodotoke, ki povzroča:
opustošenje dolvodno ležečih površin;
zajezitev vodnih gmot v vodotokih;
trajanja pojava
stroški za zaščito in reševanje so odvisni od trajanja pojava.

Ogroženost pri kamnitem plazu ali podoru tako izhaja iz:

premkov sproščenih hribinskih gmot, ki povzročajo:
rušenje ali poškodbe objektov zaradi tlakov na stene objekta delujočih hribinskih gmot;
erodiranje in splošno opustošenje naravnega okolja;
odlaganja hribinskih gmot v obliki podornin ali kamninskih zruškov, ki povzročijo:
prekinitev prometnih povezav;
spreminjajo morfologijo krajine;
zajezitev vodnih gmot v vodotokih.

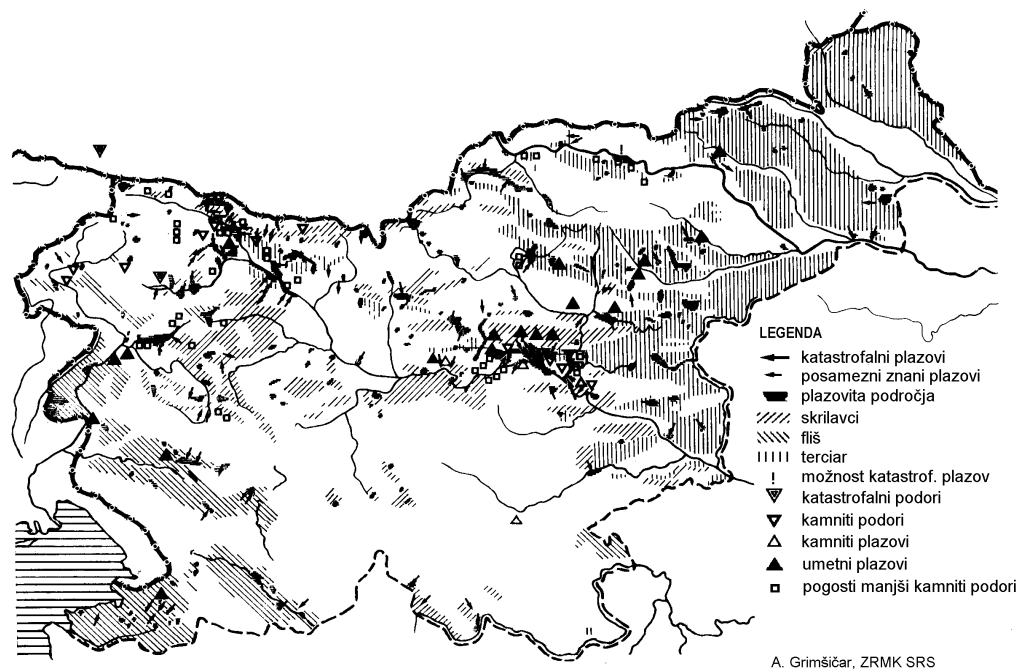
Kartiranje nevarnosti pri hribinskih plazovih, to je zemljinskih plazovih, kamnitih plazovih in podorih, v veliki meri, razen vrisovanja znanih in aktivnih hribinskih plazov, temelji na geološki karti, litološki karti in karti nagibov. Pregled o zemeljskih (hribinskih) plazovih v Sloveniji (slika 1.13, povzeto po Grimšičarju, 1983) prikazuje katastrofalne zemeljske plazove, velike zemeljske plazove, labilna pobočja, potencialne katastrofalne zemeljske plazove, katastrofalne podore, podore, kamninske plazove, pa tudi območja terciarnih odkladnin, fliša in sljudastih kamnin, kot pogojno stabilna območja. Razširjenost hribinskih plazov v Sloveniji in z njo povezana nevarnost presega poplavno nevarnost.

Zemljinske plazove je vsaj v določenem obsegu mogoče preprečiti z odstranjevanjem vzrokov za njihov nastanek, kjer je najpomembnejši element, ki ga lahko uravnavamo, prav voda. Tega za kamninske plazove in podore večjih razsežnosti skoraj ne moremo trditi. V primeru labilnih zemljišč ali aktivnih zemljinskih plazov, kjer ni bilo mogoče izvesti dokončne tehnične rešitve za njihovo ustalitev in sanacijo, pa je mogoče nevarnost in predvsem ranljivost zmanjšati tudi z učinkovitim monitoringom. To velja predvsem v primeru večjih katastrofalnih zemljinskih plazov, ki jih je tehnično skoraj nemogoče preprečiti ali ustaliti, lahko pa s pravočasnim alarmiranjem preprečimo katastrofo večjih razsežnosti.

To velja tudi za podore, za katere so ugotovili, da so aktivni, kar pomeni, da je mogoče meriti njihove pomike, npr. s pomočjo natančnih inklinometrov. V določenih primerih lahko odstranimo nevarnost z odstrelom skalnatih gmot (umetnim proženjem), pri čemer je treba v času odstrela zmanjšati ranljivost na najmanjšo možno mero.

Pri manjših splazitvah je običajno nemogoče točno napovedati, kdaj se bodo pojavile, razmere so podobne kot pri snežnih plazovih, kjer je mogoče napovedati stopnjo trenutne nevarnosti (napoved HMZ o nevarnosti pred snežnimi plazovi), ne pa posameznih točno opredeljenih mest, ki so posebej nevarna. V primeru zemljinskih plazov je torej mogoča le groba ocena, da v

primeru posebej intenzivnih padavin (nad določeno intenziteto, ki je odvisna od lastnosti zemljin) lahko na določenem območju pride do plazenja zemljišč in s tem do usadov, splazitev in manjših zemljinskih plazov. Monitoring lahko uporabimo predvsem na območjih znanih in aktivnih zemljinskih plazov, ki lahko napredujejo zelo počasi, npr. nekaj cm na leto, a hitro zdrsnejo ob obilnejših padavinah. Še naprej ostaja najboljša rešitev preventiva, to je ustrezno gospodarjenje v prostoru, ki deluje varstveno in ne pospešuje plazenja zemljišč.



Slika 1.13 - Pomembnejši hribinski plazovi v Sloveniji (povzeto po Grimšičarju, 1983).

1.4.2 Snežni plazovi

Snežni plazovi so posledica porušitve notranje stabilnosti snežne odeje na pobočjih. Običajno se sprožijo zaradi naslednjih vzrokov: mehanske preobremenitve snežne odeje (človek, žival, novozapadli sneg, druga mehanska obremenitev, npr. zvok) ob zmanjšanju trenjskih sil s podlago ali ob zmanjšanju natezne trdnosti v sami snežni odeji. Pojav je težko napovedati, ker na njega deluje cela vrsta dejavnikov. Zelo dobro je treba poznati ne samo lastnosti snežne odeje, temveč tudi preobrazbo novozapadlega snega v star prični sneg in s tem povezane spremembe v snežni odeji. Snežna odeja lahko ob ugodnih vremenskih pogojih in v svoji nezadostni mehanski povezanosti zdrsne in preide v gibanje - snežni plaz.

Snežni plazovi v Sloveniji niso omejeni le na njen gorati del, temveč se lahko pojavijo tudi npr. v Zasavju ali v Halozah. Glavna pogoja za nastanek snežnega plazov sta zadostna višina snežne odeje in vsaj minimalni nagib za sprožitev in gibanje snežnih gnot. Nastanek snežnih plazov pa pospešuje relativno gladka podlaga. Ta ne sme biti niti prestrma, ker se običajno novozapadli sneg hitro obleti in snežnih plazov ne pričakujemo, niti prepoložna, ker se snežni plazovi ne morejo sprožiti. Snežni plazovi nastajajo predvsem na gladkih travnatih pobočjih in

na gladkih ali golih pobočjih srednjih strmin. Nevarnost pri snežnem plazu povzročajo velike mehanske sile, ki nastanejo ob njegovem gibanju. Doseg plazu je običajno težko predvideti le na temelju mesta sprožitve. Tako lahko dolinski plazovi dosežejo dna dolin, predvsem v alpskem svetu, torej je poleg mesta nastanka plazu pomembna tudi plaznica oziroma teren, po katerem se giblje plaz do mesta ustavitve, kjer nastanejo snežni narivi (Pintar, Mikoš, 1984).

Ogroženost pri snežnem plazu tako izhaja iz:

gibanja snežnih gmot, ki povzroča:

rušenje ali poškodbe objektov zaradi tlakov na stene objekta delujočih snežnih gmot;

mehanske poškodbe oseb;

žrtve zaradi utopitve, zadušitve ali težkih mehanskih poškodb v snežni odeji,

odnašanje vegetacijskega pokrova in erodiranje tal;

odlaganja splazelih zemeljskih gmot v obliki snežnih narivov, ki povzročijo:

prekinitev prometnih povezav;

škodo zaradi preplavljanja dobrin s snežnimi gmotami;

škodo zaradi devastacije površin z zemljinami in drugimi primesmi snežnih gmot;

plazenja snežnih gmot v hudournike in vodotoke, ki povzroča:

zaježitev vodnih gmot v vodotokih in dolvodno devastacijo površin;

Kartiranje nevarnosti pri snežnih plazovih v veliki meri, razen vrisovanja znanih in aktivnih snežnih plazov, temelji na analizi sedanjih naravnih danosti, predvsem karti pokrovnosti tal in karti nagibov površin, kakor tudi na upoštevanju preteklih dogodkov. Pregled o snežnih plazovih v Sloveniji (PUH, 1996) prikazuje katastrofalne snežne plazove in pogoste enoletne plazove. Znana so zudi območja pogojno stabilne snežne odeje in območja počasnega plazenja snežne odeje, ki predvsem vpliva na vegetacijo in ne predstavlja neposredne nevarnosti za ljudi. Razširjenost snežnih plazov v Sloveniji in z njo povezana ogroženost je manjša od poplavne ogroženosti ali ogroženosti z zemeljskimi plazovi.

Snežne plazove je vsaj v določenem obsegu mogoče preprečiti z odstranjevanjem vzrokov za njihov nastanek. Pri tem je najpomembnejši element, ki ga lahko uravnavamo, snežna odeja. Na eni strani gre za ustvarjanje opore snežni odeji (gozd, posamezna drevesa ali mehanska opora s pomočjo objektov), na drugi strani pa za povečevanje hrapavosti površin (terasiranje, podrast namesto trave). V primeru snežnega plazu pa gre za omejevanje dosega, spreminjanje smeri in zmanjševanje hitrosti in dinamičnega delovanja že splazelih snežnih gmot. V primeru obsežnih in pogostih snežnih plazov, kjer ni bilo mogoče izvesti dokončne tehnične rešitve za njihovo ustalitev, pa je mogoče nevarnost in predvsem ranljivost zmanjšati s stalnim proženjem, npr. v primeru visokogorskih smučišč (Kanin).

1.4.3 Hudourniška erozija, murasti in blatni tokovi

Hudourniška območja v Sloveniji so pomemben del površnega dela slovenskih vodotokov, saj je Slovenija gorata in hribovita država. Hudourniška erozija je zaradi svoje večje moči toka bolj intenzivna od rečne erozije, predvsem zaradi velikega vpliva težnosti, kljub manjšim pretokom voda kot v rekah. Globinska in bočna erozija v hudourniških strugah je povezana s stabilnostjo pobočij, ki jih hudournik neredko spodkopava, ali ki same plazijo v hudournik in ga napajajo z zemeljskim materialom. Izbruhi hudournikov (vodne ujme na hudourniških območjih) so povezani s kratkotrajnimi, vendar zelo intenzivnimi padavinami. Za relativno

majhne prispevne površine je značilen kratek kritični čas stekanja površinskih voda. Intenziteta padavin v krajših nalivih pa je bistveno večja, kar povzroča intenzivne erozijske procese v hudournikih in njihovem erozijskem zaledju. Nastop njihovega delovanja je običajno hiter in tudi trajanje je običajno omejeno, saj traja od nekaj ur do nekaj deset ur.

Ogroženost pri hudourniški poplavi in nastopu blatnih ali murastih tokov tako izhaja iz:

- nenadnega nastopa visoke gladine vode, ki povzroča:
 - žrtve zaradi utopitve ali mehanskih poškodb,
 - rušenje ali poškodbe objektov zaradi obremenitev konstrukcij z dinamičnimi silami hudourniškega, blatnega ali murastega toka;
 - škodo zaradi preplavljanja in odplavljanja dobrin;
- erozije dna in brežin struge, ki povzroča:
 - spodkopavanje, porušitev objektov in celo odnašanje objektov;
 - odnašanje tal in spremembo morfologije struge;
 - odnašanje dobrin;
 - odnašanje obrežne vegetacije;
- naplavljanja plavin, ki povzročajo:
 - mulj izdatno poveča škodo na poplavljenih dobrinah;
 - grobejše plavine povečajo dinamične tlake in rušilno moč hudourniške vode;
 - z nerodovitnimi plavinami zmanjšuje rodovitnost tal;
 - spreminja morfologijo.

Kartiranje nevarnosti zaradi hudourniške erozije ali nastopa blatnih ter murastih tokov prav tako temelji na poznavanju preteklih dogodkov ter na analizi sedanjih naravnih danosti na hudourniških območjih, ki določajo nevarnost. Obseg delovanja hudournika ob njegovem izbruhu je velikokrat pogojen z geološko sestavo zaledja, z njegovo stabilnostjo oziroma z labilnostjo in zato pogosto nepredvidljiv. Težko je tudi razlikovati med pojavi povratnih dob do približno 100 let, ki so za človeka še nekako dojemljivi, ter ekstremnimi sporadičnimi pojavi, ki spadajo v poglavje intenzivnega spreminjanja zemeljskega površja.

Tudi v primeru blatnih in murastih tokov se je v svetu razvil relativno učinkovit način monitoringa in predvsem alarmni sistem z uporabo ultrazvočnih merilcev razdalje, ki ugotavljajo, kdaj pride do pojava in omogočajo pravočasno opozorilo in evakuacijo ljudi.

1.4.4 Rečna erozija

Hudourniška narava vodotokov v Sloveniji omogoča izrazite pojave rečne erozije, ki dinamično spreminja obliko rečne struge. Z vodogradbenimi ukrepi (razne vodne zgradbe) na vodotokih so v preteklosti utrdili njihove struge. Tako je danes v posameznih povodjih zgrajena vrsta objektov (preglednica 1.10). Podrobneje je problematika rečne erozije obravnavana v sklopu urejanja vodotokov in rečne hidravlike (Mikoš, 1999).

Poplavne vode v strugi povzročajo škodo na omenjenih objektih. Tako je vodarska škoda pri poplavih predvsem škoda na objektih v sami strugi reke. V prihodnje bi pri načrtovanju teh del morali upoštevati ekonomske učinke vzdrževanja.

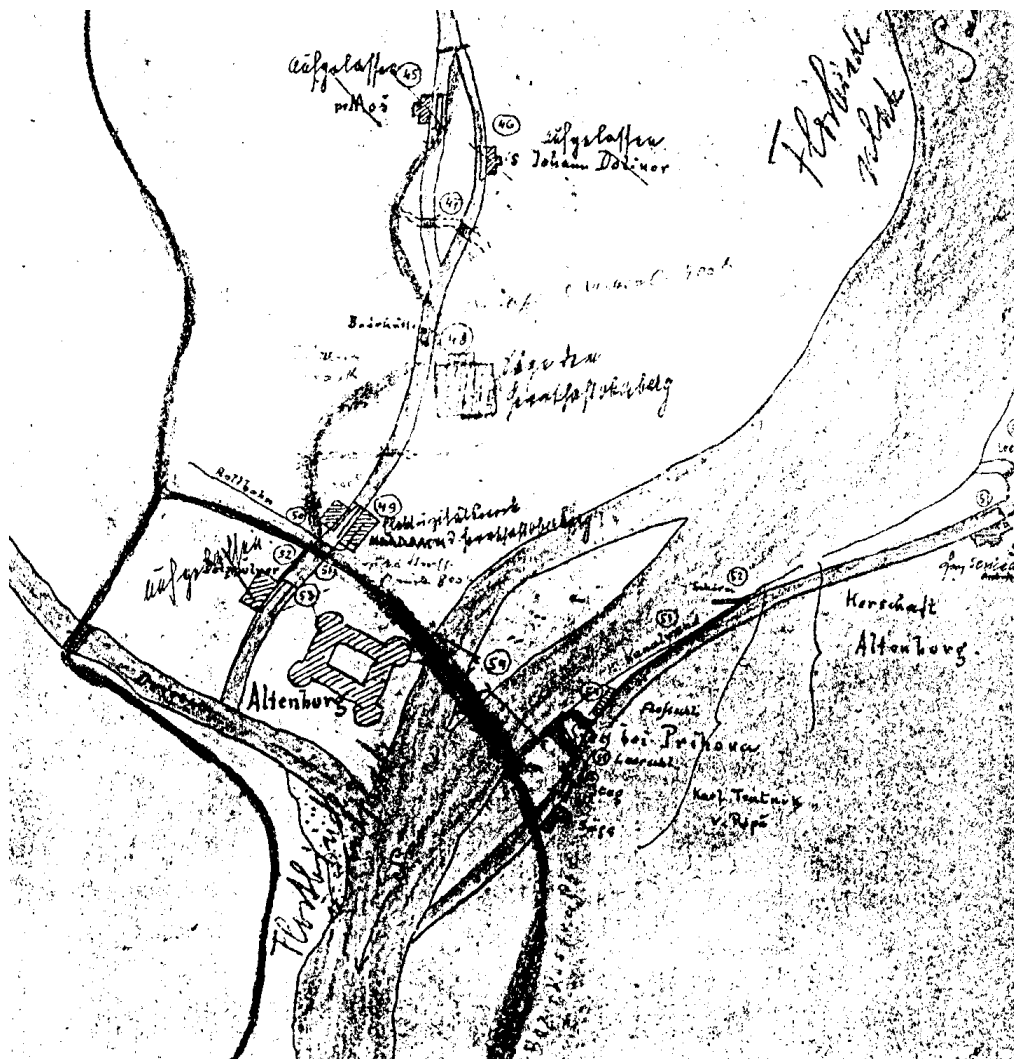
Preglednica 1.10 - Regulacijski ukrepi na rekah.

Povodje	Regulacije	Ostale zgradbe	Jezovne zgradbe
	km	km	kom
Drava	452	59	62
Sava	391	106	432
Soča in obalno morje	78	81	148

Objekti v posebni rabi (mostovi, zavarovanja cestnih in železniških nasipov, kanalizacijski vtoki, male elektrarne), zgrajeni v sami strugi ali na poplavnem območju vplivajo na vodni režim. Vplivi so lahko pogosto opazni šele pri poplavi. Ob poplavih leta 1990 je most gorvodno od Ljubna na Ljubnici povzročil erozijo in porušitev stanovanjskega objekta, cestni most na Savinji pa je koncentrirano usmeril poplavni tok v desni breg reke in povzročil močno erozijo. Podobnih primerov je še več. Za načrtovalce omenjenih objektov sta vodni režim in vplivi nanj drugotnega pomena. Strokovni nadzor je v postopek vključen prepozno, ko je projekt že v sklepni fazi, in bi bila rešitev, prilagojena vodnemu režimu, predraga.

2. OPREDELITEV OBMOČIJ NEVARNOSTI, RANLJIVOSTI IN OGROŽENOSTI

Temelj za določanje ogroženosti zaradi prostorsko opredeljenih naravnih pojavov so karte nevarnosti, na katerih so ti pojavi prikazani. Pri sodobnem kartiranju pojavov pa ni dovolj le prikazovanje obsega pojava, temveč poskušamo bolj podrobno opredeliti nevarnost pojava. Temelj za analizo so izkušnje pri pojavih, ki so se zgodili v preteklosti (slika 2.1).



Slika 2.1 - Karta sotočja Drete in Savinje iz leta 1896 s pripombami in z opravljenimi številkami poročila rečne nadzorne službe.

Po poplavi leta 1990 so bile izdelane le karte s poplavnimi površinami. Vendarle pa na podlagi podatkov v poročilu (Adamič, 1991) lahko sklepamo o odnosih in o spremembah o vrsti škode pri poplavih (preglednica 2.1). Tako lahko trdimo, da je skoraj polovico škode

povzročila erozija (v celoti škodo v vodnem gospodarstvu in večji del škode na prometnicah, v kmetijstvu in v gozdarstvu). Zanimivo je, da je dvajsetina te škode nastala v celjski bolnišnici (Arzenšek, 1991) in da je izpad dohodka v tem objektu presegel 4 milijone mark. Opisi poplav in škode so podrobno predstavljeni v številnih analizah, objavljenih v publikaciji UJMA.

Preglednica 2.1 - Deleži ocenjene škode po posameznih dejavnostih.

dejavnost	delež ocenjene škode leta 1990
gospodarske dejavnosti	24.5 %
promet in zveze	18.9 %
kmetijstvo in gozdarstvo	18.6 %
vodno gospodarstvo	13.8 %
stanovanjsko in komunalno gospodarstvo	11.9 %
elektrogospodarstvo	1.6 %
druge dejavnosti	10.7 %

2.1 IZDELAVA KART NEVARNOSTI

2.1.1 Izkušnje iz poplave leta 1990 v Sloveniji

Kljub pogostim poplavam ni urejeno sistematično zbiranje in hranjenje dokumentacije, ki se nanaša na pojav in nastalo škodo. Eden od redkih ohranjenih primerov dobre stare dokumentacije je elaborat o poplavah in sanacijah poškodb na Savinji iz leta 1896 (slika 2.1). Današnja poročila na žalost ne dosegajo takšne preglednosti in pestrosti vsebine.

Vsekakor ostaja aktualno sporočilo, zapisano v Vodnogospodarskih osnovah leta 1978: "Ob zaključku je potrebno ponovno poudariti, da bi morali škodo popisovati po nekem določenem sistemu, kontinuirano, in po nekem določenem obdobju podatke obdelati po sprejeti enotni metodologiji." Trenutno omenjene metodologije še nimamo in imajo podatki o registrirani dejanski škodi le orientacijsko vrednost. Razpoložljivi podatki o škodi pri poplavah pri nas niso dovolj točni, urejeni in pregledni za bolj poglobljeno analizo. Za praktično uporabo imamo na voljo le tuje izkušnje, priročnike in tabele.

Raba prostora je naraščala v prejšnjih desetletjih tudi v Sloveniji, kar je še posebej pomembno v alpskem svetu, kjer je večina dejavnosti v tem prostoru osredotočena v dolinskem svetu, ki obsega le do največ deset odstotkov celotne površine. Posledica povečane rabe prostora je večja ranljivost prostora pred naravnimi nesrečami, saj se je zaradi človekovega poseganja v naravo okrepilo napredovanje nekaterih naravnih pojavov in hkrati tudi povečal škodni potencial v tem prostoru.

2.1.2 Nekatere tuje izkušnje

Zaradi pomanjkljivih domačih izkušenj smo izdelali pregled izkušenj v posameznih državah.

2.1.2.1 Nemčija

Navodila za sodobno zaščito pred poplavami (LAWA, 1995) obravnava tudi izhodišča prostorskega planiranja in urejanja ogroženih območij.

Na podlagi načel preventivnega ukrepanja in delovanja na vir pojava je v navodilih poudarjena zahteva po izboljšanju odtočnih razmer, kjer koli je to mogoče. Urejanje in raba prostora morata biti usmerjeni v to, da se čim več padavin zadrži na območju, kjer so padle ali pa se jih ponika v zemljino. Urejanje površinske odvodnje in meteorne kanalizacije urbaniziranih površin in cestišč mora biti usmerjeno v zadrževanje in ponikovanje vode. Pri obstoječih objektih pa se zahteva rekonstrukcija in opuščanje neposrednih izpustov vode v odvodnike. Padavinsko vodo je treba v čim večji meri usmeriti v tla. Podeželske ceste ne smejo biti zbiralniki vode med nevihto.

Zemljina in vegetacija zahtevata varstvo. Gnojila ne vplivajo samo na pridelek, temveč tudi na strukturo zemljine. Apno in organska gnojila izboljšujejo strukturo tal in ugodno vplivajo na razvoj življenja v tleh. Povečana količina humusa v tleh tudi povečuje sposobnost tal, da zadrži večje količine vode. Prevelike količine gnojil in njihova uporaba v napačnem času imata negativne posledice na strukturo tal. Izboljšanje omenjene naravne retenzije tal ne sme biti izolirana akcija, temveč sestavni del celovitega gospodarjenja z zemljišči in z vodami za vzdrževanje in izboljšanje okolja. Površinski sloj zemljine, ki v največji meri akumulira in zadržuje padavine, mora biti posebej varovan skupaj z biosfero (gozdne površine in travniki).

Območja, varovana z nasipi, je treba vrniti naravnemu režimu voda, kjer koli je to mogoče. Travniki, močvirja in gozdovi na poplavnih območjih zatevajo popolno varstvo in razvoj. Zarast bo upočasnila tok vode, povečala poplavljenost inundacijskih površin in ugodno vplivala na okolje. Ogromna sredstva so vložena v izboljšanje kakovosti vode v sterilnih čistilnih napravah, toda popoln uspeh bo dosežen z renaturacijo voda in z razvojem življenja v njej.

Tehnični (vodogradbeni) ukrepi niso poceni in stroški morajo biti v skladu z zelenimi cilji. Višje kot so zahteve ali povratna doba dogodka, težje je upravičiti izvajanje tehničnih ukrepov. Pri tem je treba upoštevati tudi spremenjene razmere za prebivalce gorvodno in dolvodno od območja, ki ga poskušamo varovati. Urbanizirane površine naj bi varovali pred dogodki s stoletno povratno dobo. Pri dogodkih z daljšo povratno dobo je ogroženost še nadalje prisotna v polni meri. Poljedelske površine ne potrebujejo nobenega posebnega varstva, če se izkoriščajo v skladu z naravnimi pogoji. Objekti za varstvo pred poplavami so sestavni del javne infrastrukture, ki zahteva ustrezno vzdrževanje.

S tehničnimi ukrepi ne moremo doseči zelene varnosti in odstraniti poplav. Zato je treba preprečiti graditev na ogroženih površinah. Objekti, zgrajeni na ogroženih površinah, morajo biti grajeni na podlagi zahtev protipoplavne zaščite, tako da jih poplava ne poškoduje. Cisterne naftnih derivatov morajo biti ustrezno varovane pred odplavljanjem in hidrostatičnim tlakom. Varovalke in razvodne table električne instalacije morajo biti postavljene na dovolj varni višini za primer poplav. Pritličja in kletni prostori morajo biti zgrajeni in opremljeni tako, da je škoda čim manjša.

Opozorila in napovedi nevarnosti poplav morajo biti usmerjena v predvideno obnašanje ljudi na ogroženih območjih, tako da ne bi prišlo do žrtev in večje gmotne škode.

Meje poplavnega območja so določene z najvišjo znano gladino poplave v zadnjih pedesetih ali stotih letih. Pri varstvu pred poplavami ima prednost prostorsko planiranje poplavnih območij.

Varstvo pred poplavami zahteva še dodatne podatke o možnosti in trajanju evakuacije, o hitrosti naraščanja vode, o času napovedi dogodka in podobno. Čas med opozorilom in dogodkom mora biti izrabljen za zmanjšanje škode. Za opozorilo in izvajanje samozaščitnih ukrepov so zadolžene oblasti lokalne samouprave.

Strateške preventivne naloge, usmerjene v urejanje razmer na poplavnem območju, so:

- uporaba obstoječe zakonodaje za omejevanje izkoriščanja površin, ki jih poplave ogrožajo,
- določanje poplavnih površin in njihovo vzdrževanje,
- pospeševanje sonaravnega urejanja vodnega režima,
- revizija prostorskih načrtov in rabe zemljišč glede na ogroženost zaradi poplav,
- omogočanje infiltracije vode v zemljo na urbaniziranih območjih,
- ugotavljanje ogroženosti zaradi poplav, še posebej na varovanih površinah,
- priprava priporočil za protipoplavno graditev,
- zmanjšanje osuševanja in kanaliziranja površin, padavine naj ponikajo na območju, kjer so padle,
- zadrževanje voda z ustreznimi kmetijskimi in gozdarskimi ukrepi.

2.1.2.2 Avstrija

Avstrija je zaradi skokovitega naraščanja rabe prostora v šestdesetih letih tega stoletja, ko niso upoštevali ogroženih območij, s posebnim zakonom o gozdovih v l. 1975 in iz njega izhajajočo odredbo iz l. 1976 zakonsko določila izdelavo **načrtov območij nevarnosti** (izvirnik: Gefahrenzonenplan) na hudourniških območjih, na plazljivih zemljiščih in na s snežnimi plazovi ogroženih plazovitih območjih. Do konca leta 1994 so v Avstriji izdelali 865 takih načrtov (Aulitzky, 1996) in z njimi zajeli večino območij, ki jih ogroža 10.000 hudournikov in 5.000 plazov. Izdelati morajo še nekaj načrtov za neobdelana območja nevarnosti in tudi revidirati nekatere že izdelane načrte nevarnosti. Vzrok za to so spremembe naravnih pogojev, ki so se pojavile po njihovi izvedbi, predvsem v odmiranju gozdov.

Zato se je v Avstriji pojavila zahteva po enotnem pristopu pri izdelavi načrtov območij nevarnosti. Pri tem gre predvsem za vprašanje ustrezne metodike raziskovanja in za enotne smernice pristopa k izdelavi načrta nevarnosti nekega območja. Pomen izdelave načrtov nevarnosti območij lahko razložimo z zanimivo mislijo Herberta Aulitzkyega, dolgoletnega profesorja na dunajski univerzi BOKU, da lahko "izdelovanje načrtov nevarnih območij razumemo kot usmerjeno delovanje za varnejšo prihodnost ljudi, ki dosedanjih katastrof sploh niso doživeli in jih naj tudi v prihodnosti ne bi" (Aulitzky, 1996).

V Avstriji imajo določene meje poplavnih območij, kjer se pojavlja nevarnost poplav s stoletno povratno dobo.

2.1.2.3 Švica

Dejstvo, ki je značilno za alpsko območje, namreč, da se je povečala raba prostora in hkrati tudi gostota prebivalstva, je tudi del švicarske stvarnosti. Po velikih poplavah leta 1987 so prišli do spoznanja, da lahko razsežnosti katastrofe presegajo naše predstave. Temeljno spoznanje je bilo, da vode potrebujejo več prostora. Tako je švicarsko najvišje zakonodajno telo leta 1989

naročilo Zveznemu zavodu za vode in Zveznemu zavodu za prostorsko načrtovanje, naj pripravi posebna priporočila, kako upoštevati nevarnosti vodnih ujm pri prostorskem načrtovanju. Tovrstna priporočila so v Švici tik pred izdajo (Petraschek, 1996).

Po švicarski zakonodaji skrbi za prostorsko načrtovanje 23 kantonov in 7000 občin. V takem sistemu je pomembno, da se naravne nevarnosti upoštevajo pri načrtovanju prostora, kar lahko uspe le, če so pristojni za načrtovanje prepričani v nujnost take obravnave. Zato so Švicarji pristopili k izdelavi objektivnih prikazov ogroženosti prostora v obliki kart nevarnosti. Te morajo biti prikazane tako, da lahko odgovorna oseba iz njih razbere potrebne varstvene ukrepe (prepovedi, zahteve ali individualne ukrepe za lastno varnost).

Zakonodajna rešitev v Zveznem zakonu o prostorskem načrtovanju iz leta 1979 določa, da kantoni določijo, katera območja so posebno ogrožena z naravnimi nevarnostmi. Zvezni zakon o vodah iz leta 1991 pa določa, da kantoni zagotavljajo varstvo pred visokimi vodami predvsem z rednim vzdrževanjem in ukrepi prostorskega načrtovanja. Le kadar to ne zadošča, lahko uporabijo gradbene ali druge varstvene ukrepe. V ta namen je treba izdelati ustrezne podlage, predvsem **karte nevarnosti** (izvirnik: Gefahrenkarte) in **kataster nevarnosti** (izvirnik: Gefahrenkataster). Taka zahteva je zapisana tudi v Zveznem zakonu o gozdovih. Področje nevarnosti pred snežnimi plazovi je ustrezno urejeno s kartami nevarnosti, medtem ko še nimajo takih prikazov nevarnosti pred vodnimi ujmami.

2.1.2.4 Francija

Francoski predlog izdelave ocene poplavne ogroženosti predvideva izdelavo posebne karte nevarnosti s pojavi, ki imajo povratno dobo 1, 2, 5, 10, 100 in več let (Gendreau in Pretorian, 1998, slika 2.2).

2.1.2.5 Španija

Španski zakon o vodah (slika 2.3) predvideva za prvo cono območje vodotoka, določeno na podlagi povprečnega maksimalnega pretoka desetih let, druga cona je petmetrski pas obrežnega zemljišča, s katerim upravlja uprava za vode, tretja cona je cona nadzora in obsega dodatnih sto metrov obrežnih zemljišč, v katerih so posegi pod posebnim nadzorom vodne uprave (omenjeni pas se lahko zmanjša zaradi zahtev krajevne ali regionalne oblasti ob odobritvi vodne uprave), četrta cona pa je območje, ki ga ogrožajo poplave s povratno dobo 500 let (CEDEX, 1998).

Deželna vlada Valensije je določila dodatna merila pri določanju poplavnih območij. Poplavna območja se delijo na tri dele:

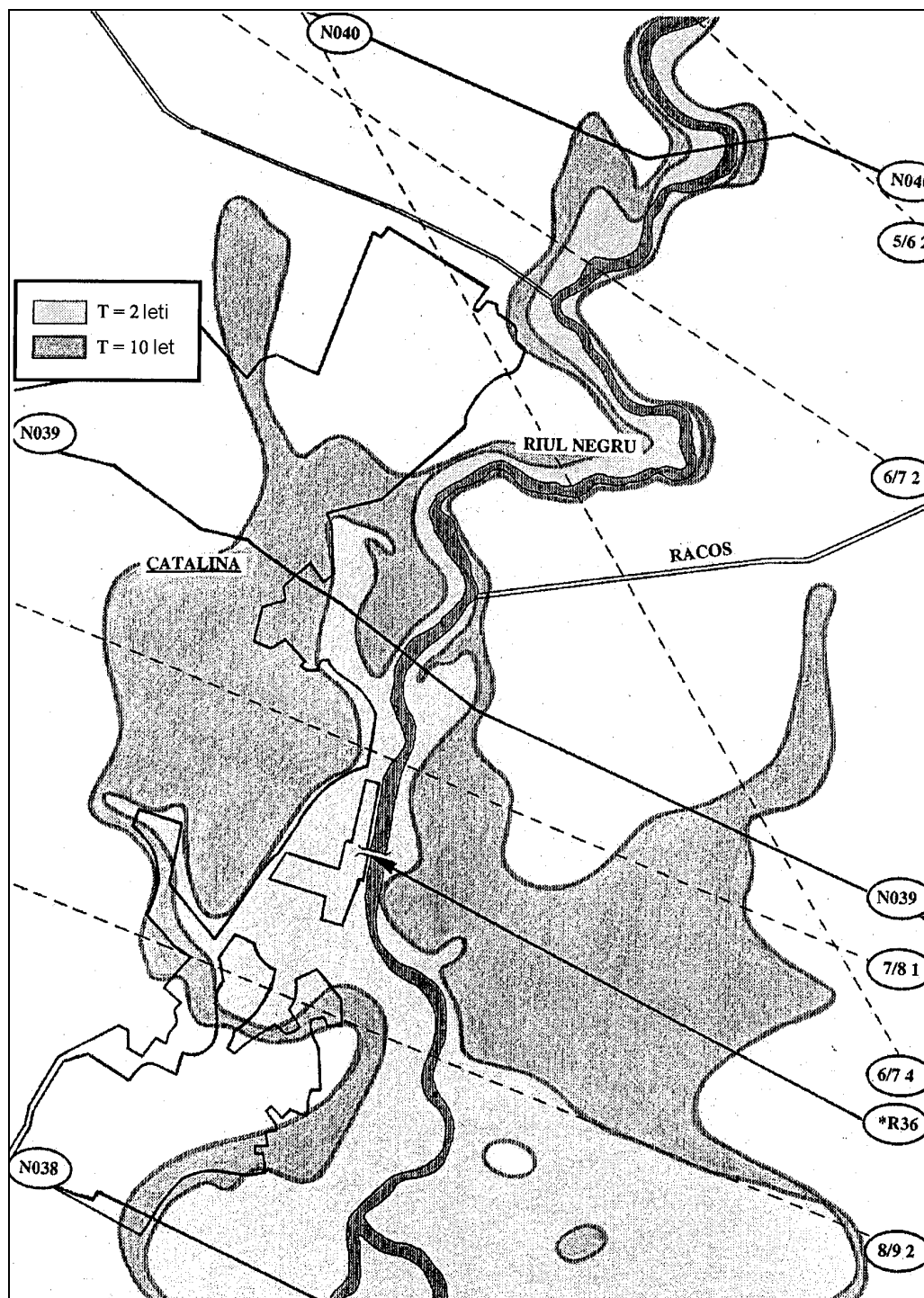
- območje velike nevarnosti - globina vode, večja od 0,4 metra pri povratni dobi poplave 25 let ali globina vode, večja od 0,8 metra in povratna doba pojava 100 let,
- območje manjše nevarnosti - območje, kjer je povratna doba pojava večja od 25 let in globina vode pri pojavu s 100-letno povratno dobo manjša od 0,4 metra in
- območje z zmerno nevarnostjo, ki je med zgoraj omenjenimi območji.

Novi predlog v Španiji (slika 2.4) je delitev celotnega nevarnega območja, ogroženega s poplavo s 500-letno povratno dobo, na poplavni tok in nevarno območje. Pri tem naj bi upoštevali tudi hitrost toka vode. Nevarno območje je območje, na katerem je pri 500-letni poplavi globina vode večja od 1 metra in hitrost večja od 1 m/s ali zmnožek pretočne hitrosti "v" in pretočne globine "h" večji od 0,5 m²/s.

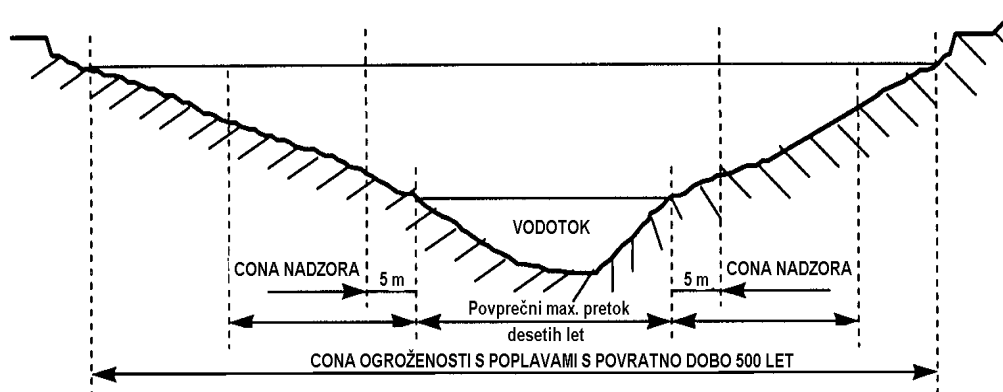
Vloga območja poplavnega toka je zmanjšanje škode pri poplavah na minimum. Odtok vode pri poplavi ni oviran ali zajezen in za zaščito območja niso potrebni tehnični ukrepi, ker je območje prepuščeno toku poplavne vode. Na območju je mogoča omejena kmetijska dejavnost, gozdarstvo in oblikovanje naravovarstvenih površin, različne oblike rekreacije, vrtičkarstvo, parkirišča, začasna skladišča in podobno.

Na ogroženih površinah ukrepi niso usmerjeni v urejanje vodnega režima, temveč v zmanjšanje potencialne škode:

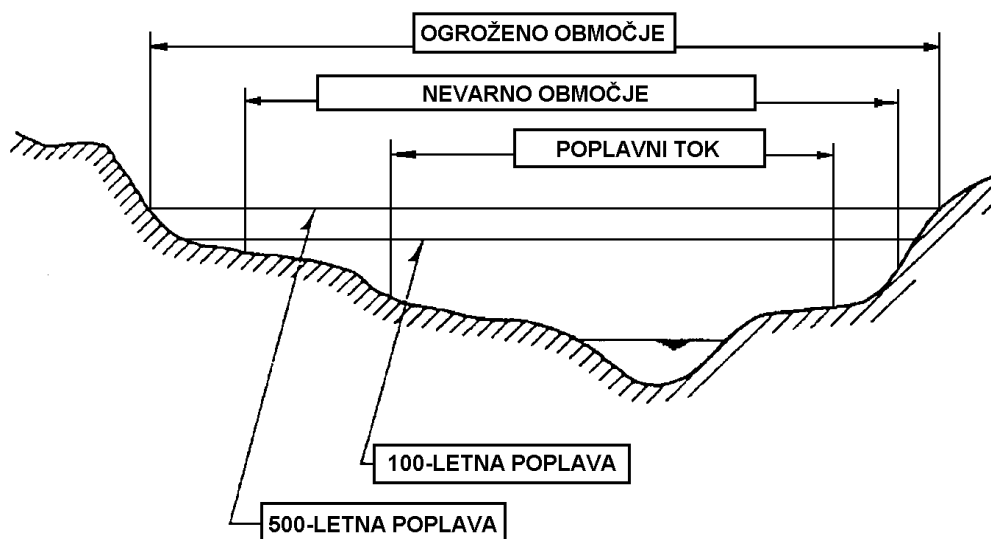
- pritličje stavb na ogroženem območju mora biti dvignjeno nad gladino stoletne vode in
- gospodarski objekti morajo biti pol metra nad gladino stoletne poplave.



Slika 2.2 - Karta nevarnosti, določena na podlagi francoskih izkušenj.



Slika 2.3 - Poplavne cone po španskem zakonu o vodah.



Slika 2.4 - Poplavna območja po CEDEX-u.

2.1.2.6 Združene države Amerike

Karta s podatki o poplavnih območjih je temelj za načrtovanje ukrepov za varstvo pred poplavami. Postopki za določanje ogroženosti posameznih območij so še najbolj izdelani v ZDA, kjer imajo več kot desetletno tradicijo določanja ogroženosti in organizirane zaščite na podlagi alternativnih ukrepov (preglednica 2.2; FEMA, 1990).

Preglednica 2.2 - Označevanje poplavnih območij v ZDA.

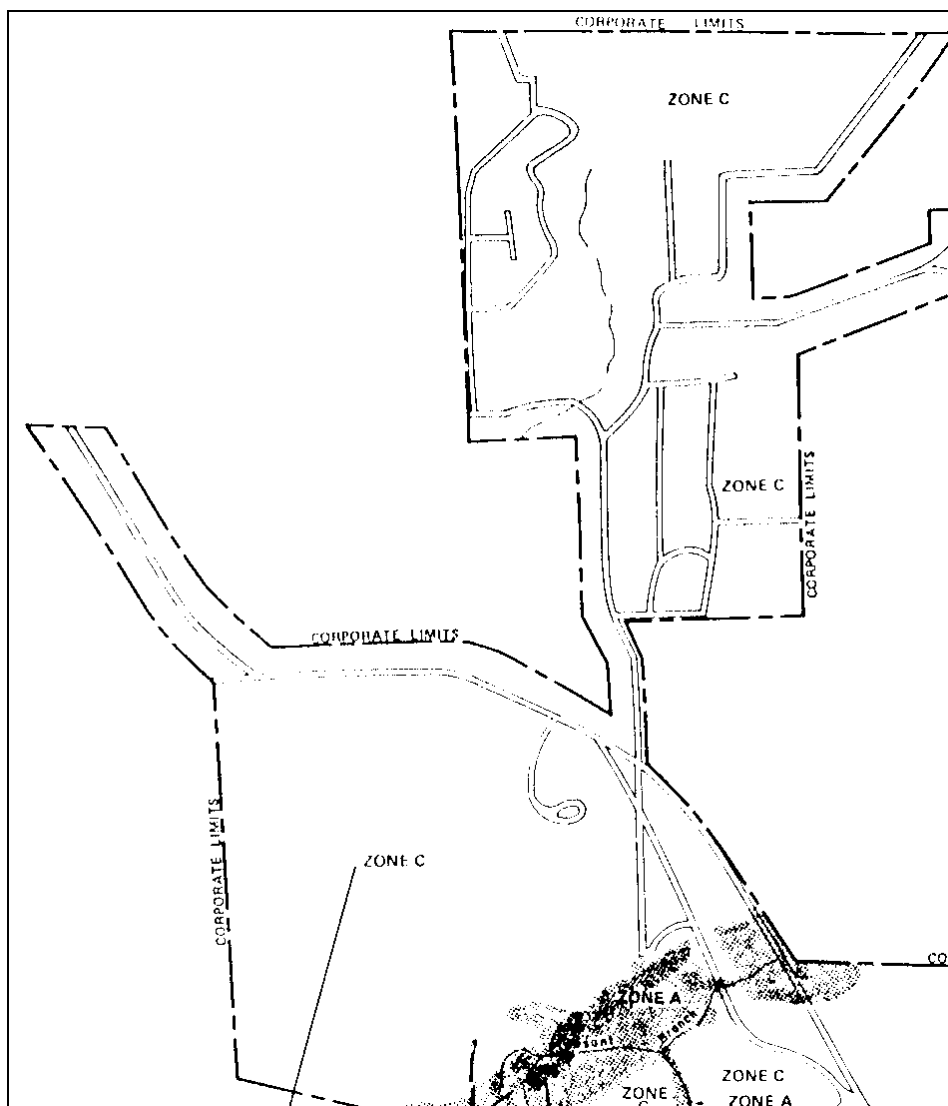
Simbol na karti	Obrazložitev
A	Poplavno območje, kjer globina vode ni točno določena.
A1-30, AE	Poplavno območje, kjer je globina vode določena.
AO	Poplavno območje, kjer je globina vode majhna (30-90 cm) in ni točno določenega toka vode.
A99	Poplavno območje, kjer so že zgrajeni zaščitni hidrotehnični ukrepi (nasipi, akumulacije ipd.).
AH	Poplavno območje, kjer je globina vode majhna (30-90 cm) in točno določena (tok vode ni točno določen).
V	Območje, ogroženo z izredno visoko plimo brez opredeljene gladine vode
V1-30, VE, VO	Območje, ogroženo z izredno visoko plimoz opredeljeno gladino vode
B, X	Območje z zmerno nevarnostjo poplav.
C, X	Območje z minimalno nevarnostjo poplav.
D	Območje s še nedoločeno, a možno nevarnostjo poplav.
M	Območje z izredno nevarnostjo hudourniških poplav in plazov.
N	Območje z zmerno nevarnostjo hudourniških poplav in plazov.
P	Območje s še nedoločeno, a možno nevarnostjo hudourniških poplav in plazov.
E	Območje z izredno nevarnostjo erozije, ki jo povzročajo poplave.

Gospodarjenje na omenjenih območjih je omejeno z zakonskimi predpisi in z razvojnimi programi, ki jih uradno izdaja Zvezna agencija za zaščito pred nesrečami (FEMA), izdelujejo pa za to pooblaščen projektantske organizacije. V začetku je bila izdelava zaupana Hidrološkemu centru ameriške vojske (HEC).

Na slikah 2.5 in 2.6 sta prikazana primera kart s poplavnimi območji. Pri tem so ogrožena območja z določeno nevarnostjo označena s temnomodro barvo, območja z zmerno nevarnostjo so označena svetlomodro, ogrožena območja, kjer nevarnost ni točno opredeljena (potencialno poplavljen območja), pa so označena le s črto (slika 2.5). Opozoriti moramo, da se določitev poplavnih območij izvaja v sklopu obsežne zakonodaje in političnega sistema ZDA. Kot taka so poplavna območja sestavni del sistema nezgodnega zavarovanja, katerega nosilec so zvezne oblasti, pogoj za možnost zavarovanja pa je organiziran pristop krajevnih oblasti k programu varstva pred poplavami.

Posebno pozornost moramo na poplavnem območju nameniti območju toka poplavne vode. Na poplavnem območju moramo določiti površine poplavnega toka vodotoka (slika 2.6) in jih tako ločiti od površin, kjer se voda le zadržuje in poplavlja površine. To so predvsem površine same struge in njene neposredne okolice ali suhe oddušne struge, skozi katero voda teče le ob poplavi s hitrostjo tudi nekaj metrov na sekundo. Omenjeni del prečnega prereza potrebuje vodotok za pretok poplavnih voda, zato ga moramo posebej zavarovati. To je tudi območje posebne nevarnosti pri poplavih, ker je pod vplivom večje hitrosti toka vode in s tem erozijskih sil ter valovanja zaradi izredne turbulence toka. Posegi na tem območju vplivajo na režim toka, zato morajo biti posebej pretehtani, saj objekti delujejo kot regulacijske zgradbe, ki preusmerjajo tok vode, povzročajo dodatno erozijo, ovirajo tok, povzročajo dodatni dvig

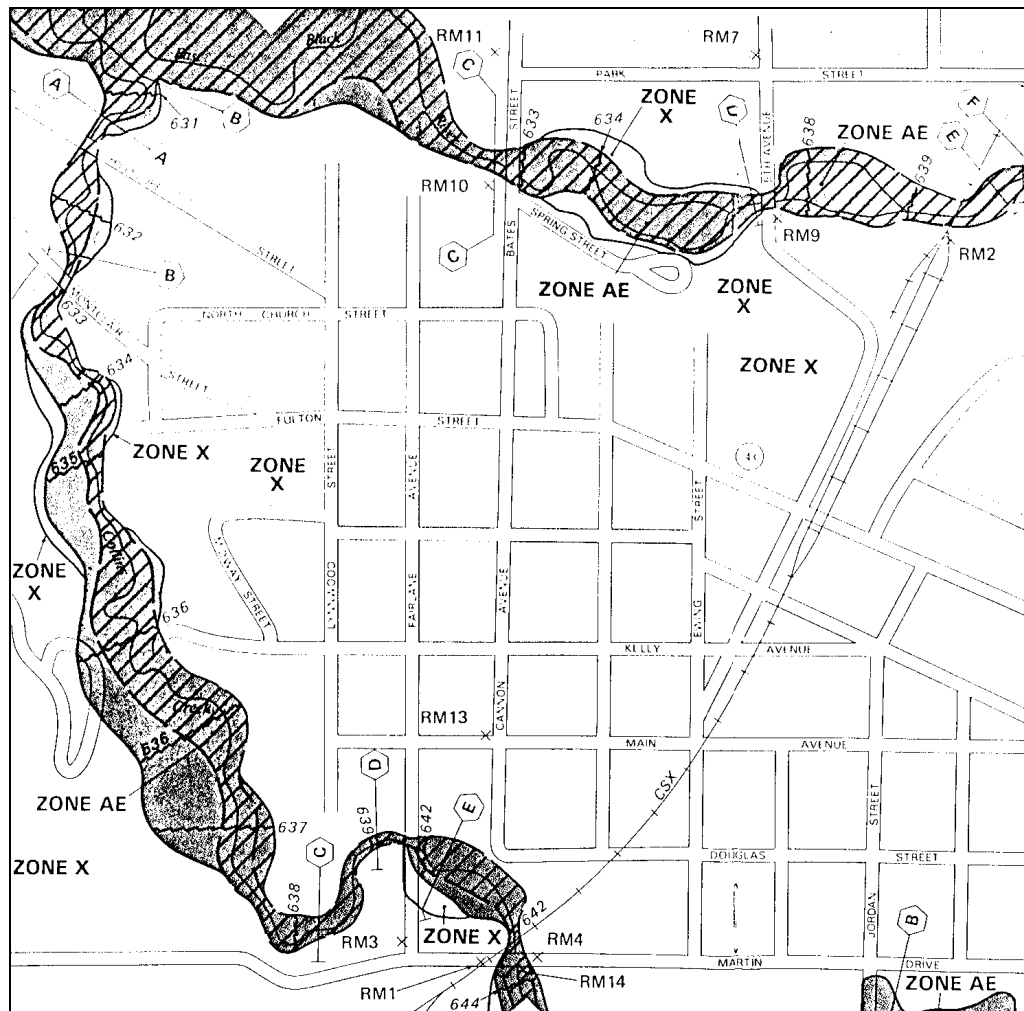
gladine ipd. Na tem območju bi morali prepovedati graditev objektov brez prejšnje posebne strokovne analize in dovoljenja uprave. Dovoljene so predvsem dejavnosti, ki ne ovirajo toka vode: kmetijstvo ali rekreacija ter redka drevesa ipd. Območje zahteva tudi posebno pozornost pri varstvu pred poplavami.



Slika 2.5 - Karta poplavnih območij (FEMA, 1988).

Na ostalem delu poplavnega območja, kamor se zaradi topografskih lastnosti voda samo izliva in poplavlja, ta bolj ali manj miruje. To so območja, ki so v stiku s strugo, in površine, kjer se voda zbira z okoliških površin in zadržuje zaradi nezadostnega odtoka (površine, zaščitene z nasipi, kraška polja, urbane površine). Erozijske tako rekoč ni, reka bolj naplavlja material, ki ga nosi ali vleče s seboj. Na takih površinah je prepovedano skladiščiti strupene snovi, naftne derivate ali graditi objekte posebnega pomena (npr. bolnišnica). Objekte je mogoče graditi le ob upoštevanju posebnih zaščitnih ukrepov (zvišanje pritličja objekta ipd.), z nasipanjem

terena, z graditvijo nasipa ipd.. Treba je predvsem zagotoviti odtok vode z območja, ko je voda v strugi vodotoka že upadla.



Slika 2.6 - Karta poplavnih območij (FEMA, 1988).

Posebno poglavje pri določanju poplavne ogroženosti so urbanizirane površine, poplavljene z lastnimi vodami, ker se meteorna kanalizacija pri nas projektira za pojave z dveletno povratno dobo. Tako se pri pojavih z daljšo povratno dobo voda zbira znotraj naselij (predvsem v podvozih - Brilly, 1991) ali teče po cestah kot po strugah vodotokov. Poplave urbaniziranih površin imajo tudi določene značilnosti zaradi izrednih vplivov urbanizacije na odtok površinskih voda. Z različnimi ukrepi se lahko ta vpliv ublaži (Kompere, 1991), ne moremo pa ga izničiti.

2.1.3 Določanje poplavne nevarnosti

2.1.3.1 Določanje poplavnih območij v Sloveniji

Za določanje poplavnih območij kot kart nevarnosti s prikazom različnih stopenj nevarnosti je bila na FGG izdelana klasifikacija na podlagi izkušenj v svetu in specifičnosti naravnih razmer in razpoložljivih podatkov v Sloveniji. Specifikacija poplavnih območij je prikazana v preglednici 2.4 in slikah 2.7 in 2.8. Oznake območij so sestavljene iz osnovnih znakov Q, P10, P100, PMM, H, E10, E100, EMM, V in dodatnih znakov O, I in X.

Območje Q zajema predvsem strugo vodotoka in del poplavljenega območja ob strugi, ki ga zavzame tok vode ob poplavi. Postavljanje objektov, ki bi vplivali na tok vode, je na tem območju mogoče le s posebnim dovoljenjem pristojnih služb. Območje zahteva tudi posebno pozornost pri zaščiti pred poplavami, saj je zaradi toka vode vsako gibanje (kljub vsem zavarovanjem) izredno nevarno, evakuacija pa lahko tudi onemogočena ali izredno nevarna za reševalce. Prebivalce bi morali s tega območja evakuirati še pred začetkom poplavnega vala ali vsaj pripraviti dodatno zaščitno opremo (jeklene vrvi, žičnice ipd.), na cestiščih pa postaviti zapore takoj, ko voda poplavi cestišče.

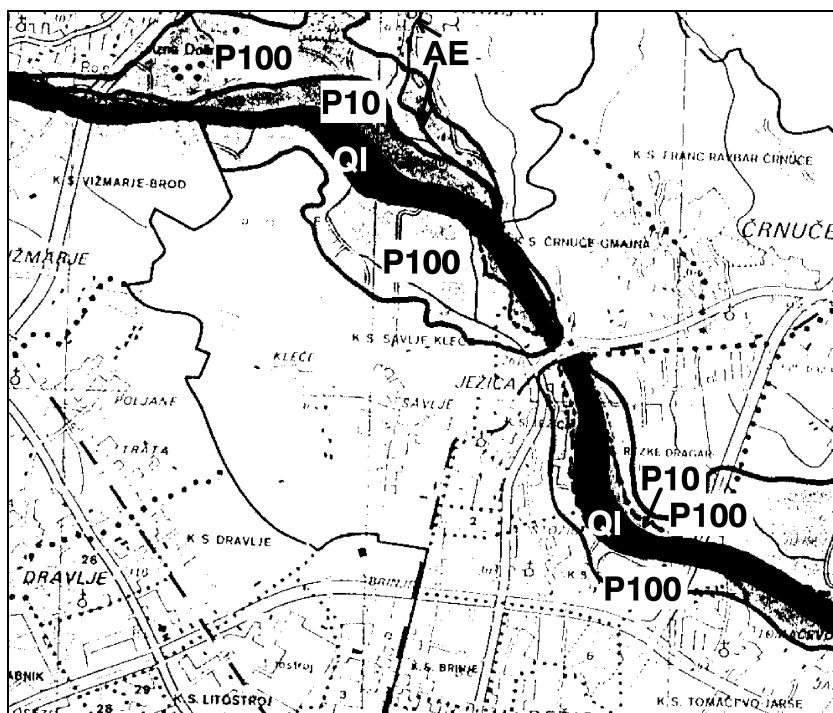
Dodatni simbol I se nanaša na večjo globino vode in skoraj obvezen pojav erozije. Simbol X pomeni, da je območje določeno le na podlagi strokovne ocene in ne na podlagi posebne projektne dokumentacije. Simbol X omogoča razmeroma hitro izdelavo kart na območjih, ki niso ranljiva, in tudi ni potrebe po natančnejši opredelitvi pojava. Pri tem je temeljna zahteva, da se ob posegu na območju najprej bolj točno določi njegova poplavnost.

P10, P100, PMM so poplavna območja, kjer voda bolj ali manj miruje. Pri nas so to predvsem kraška polja, Barje in večje poplavne površine, po katerih se voda le razlije. Na območjih, ki so samo poplavna, je varovanje odvisno od globine vode. Simbol I na teh območjih pomeni le, da ta niso prehodna brez plovil. Evakuacija ali gibanje s čolni na območju ni nevarno. Tudi gibanje po cestah je mogoče, dokler globina vode to omogoča.

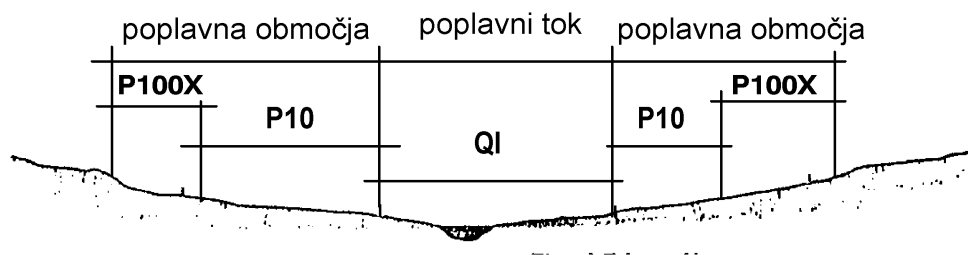
Pri hudournikih uporabljamo za strugo simbol H in druge dodatne simbole kot pri poplavnih območjih. Simbol O postavimo na začetek pred vse ostale simbole, saj so to območja z izjemno nevarnostjo za človeška življenja in zahtevajo posebno pozornost. Na urbaniziranih površinah uporabljamo enake simbole kot pri poplavnih površinah in hudourniških območjih. Na sliki 2.7 je prikazan primer določanja poplavnih območij za odsek Save pri vtoku Gameljščice.

Preglednica 2.3 - Način določanja poplavnih območij.

Simbol na karti	Obrazložitev
Q	Območje poplavnega toka s hitrostjo vode, večjo od 0,5 m/sek in možnostjo pojava erozije.
P10	Poplavno območje pri pojavu z desetletno povratno dobo.
P100	Poplavno območje pri pojavu s stoletno povratno dobo.
PMM	Poplavno območje pri maksimalnem možnem pojavu.
H	Območje hudourniške struge in intenzivne erozije.
E10	Območje z izredno nevarnostjo hudourniške erozije, plazov in odlaganja naplavin (desetletni pojavi).
E100	Območje z zmerno nevarnostjo hudourniške erozije, plazov in odlaganja naplavin (stoletni pojavi).
EMM	Območje z možno nevarnostjo hudourniške erozije, plazov in odlaganja naplavin pri maksimalnem možnem pojavu.
V	Območje z nevarnostjo plime.
O	Potencialno nevarno območje zaradi porušitve objekta (pregrade, nasipa ipd.) ali zamašitve prepusta, mosta ipd.
I	Območje z izredno nevarnostjo erozije, ki jo povzročajo poplave (globine vode, večje od 1 metra).
X	Območje s še ne dovolj določeno, a možno nevarnostjo.



Slika 2.7 - Karta s poplavnimi območji, določenimi v skladu s preglednico 2.4.



Slika 2.8 - Prečni prerez vodotoka s poplavnimi območji

Na območjih, kjer ni ranljivosti, lahko nevarnost določimo na podlagi ocene (X). Območja, kjer je zaradi ranljivosti prisotna velika ogroženost, zatevajo pri določanju con bolj natančne izračune, meritve in analize, ki vsebujejo:

- Poplavna območja (merilo 1:5.000), ogrožena pri 10Q, 100Q, Q_{VMP} pretokih.

Območja se določajo na podlagi izračunov s pomočjo hidroloških in hidravličnih modelov, registriranih podatkov o poplavljenosti površin pri posameznih zgodovinskih poplavih. Poleg gladin se na karte 1:5.000 vnašajo tudi podatki o globini vode (0.5, 1.0, 2.0... m) in hitrosti vode (0.5, in 1.0 m/sec).

- Območja ob strugi vodotoka (v merilu 1:5.000), ogrožena z rečno erozijo, z naplavljanjem plavin in z zemeljskimi plazovi pri pretokih 10Q, 100Q, Q_{VMP} .

Območja se določajo na podlagi analize prodonosnosti ter izračunov s pomočjo hidroloških in hidravličnih modelov, registriranih podatkov o eroziji, geoloških in morfoloških podatkov ter podatkov o zaščitnih objektih (kataster objektov in naprav). Na kartah so vrisana tudi večja erozijska žarišča in podatki o nujnem odvzemu voda zaradi občasnega naplavljanja oziroma so vrisani odseki vodotoka, kjer obstaja nevarnost pretiranega naplavljanja voda ob poplavih.

- Določijo se tudi potencialno poplavljen območja, kjer lahko pride do poplave zaradi nepričakovanih okoliščin, ki običajno spremljajo poplave:
 - zamašitev cestnih prepustov in mostov,
 - porušitve nasipa,
 - izredne zaplavitve struge s prodrom ipd..
- Pregled vseh objektov, pomembnih za varstvo pred poplavami in zaščito brežin (na karti 1:5.000) v strugi in ob njej, ki niso zgrajeni za varstvo pred poplavami oziroma to ni njihov temeljni namen. Glede na potrebne ogledne in pozornost pri poplavih jih delimo v tri kategorije:
 - Objekti, ki zahtevajo posebno pozornost pri poplavih, ker njihove poškodbe lahko povzročijo škodo večjih razsežnosti ali ogrozijo večje območje. Pri tem se upošteva tudi dotrajanost objektov. To so predvsem objekti, zgrajeni za varstvo pred poplavami (nasipi, zadrževalniki, kanali, hidroenergetski objekti ipd.).
 - Objekti, ki ne zahtevajo posebne pozornosti, jih je pa treba nadzirati pri poplavih katastrofalnih razsežnosti (več kot stoletna povratna doba), ker niso dovolj dimenzionirani za take pojave (obrežne zaščite pri cestah, pragovi, mostovi ipd.).

- Objekti, ki ob poplavah ne potrebujejo nobenega nadzora, vendar pa problemi in težave niso izključeni.
- Pregled se izdelava na podlagi katastra objektov in naprav v splošni in posebni rabi. Kategorizacija vsebuje subjektivno strokovno oceno in jo izvaja rečni nadzornik ali druga pooblaščen oseba ali komisija. Kategorija se lahko spremeni na podlagi letnih pregledov, zaradi poškodb po poplavah, po rekonstrukciji objekta ali obvezno vsakih pet let. Za posebno občutljive objekte, kjer lahko pričakujemo katastrofo večjih razsežnosti (pregrade za potrebe izrabe vodnih sil), je treba izdelati in uskladiti pristojnosti in napotke za delovanje ob poplavah in pri poškodbah.

Pregled objektov v splošni rabi, zgrajenih za varstvo pred poplavami, ki so v neposrednem upravljanju Uprave za varstvo narave ali njenih izpostav (nasipi, zadrževalniki ipd.). Za vsakega od omenjenih objektov je treba izdelati podrobna navodila za ukrepanje ob poplavah. Za vsak objekt morajo biti izdelana navodila in določene pristojnosti (npr. v primeru zahteve po porušitvi) za ukrepanje oziroma delovanje pri različnih stopnjah nevarnosti pred poplavami.

Podan je seznam potrebne opreme in sredstev in mesto skladiščenja. Občutljiva mehanska oprema (zapornice) mora biti opremljena z jasnimi navodili na objektu.

Pregled se izdelava na podlagi katastra objektov v splošni in posebni rabi, obstoječih planov in projektne dokumentacije po izvedbi objekta.

2.1.3.2 Zemeljski in snežni plazovi

V tem poglavju obravnavamo predvsem plazove, ki lahko bistveno spremenijo režim voda in zahtevajo posebno pozornost ne samo ob poplavah. Položaj potencialnih plazišč je podan na kartah v merilu 1:5.000 in je označen v skladu z metodologijo katastra objektov (VGI).

Zemeljske plazove označimo s tremi kategorijami:

I. Potencialni večji plazovi, ki lahko pri sprožanju ustvarijo pregrado v vodotoku. Posledica je lahko porušitev omenjene pregrade ali popolna preusmeritev toka vode. Že sproženi nesaniirani plazovi, ki delno lahko zaprejo strugo vodotoka in vnesejo večje količine snežnih odkladnin.

II. Potencialni plazovi, ki lahko pri sprožanju delno zaprejo strugo in vnesejo večje količine sedimentov v vodotok. Že sproženi nesaniirani plazovi, ki ogrožajo samo brežino, ne pa vodnega režima v celoti.

III. Manjši plazovi, ki lahko ogrozijo le neposredno stabilnost brežine in ne morejo bistveno vplivati na režim voda.

Snežne plazove ravno tako označimo s tremi kategorijami:

I. Potencialni večji plazovi, ki lahko pri sprožanju pregradijo in zaježijo vodotok. Posledica je lahko porušitev omenjene pregrade ali popolna preusmeritev toka vode.

II. Potencialni plazovi, ki lahko pri sprožanju delno pregradijo strugo vodotoka in povzročijo lokalne spremembe v vodnem režimu.

III. Potencialni plazovi, ki ne ogrožajo režima voda, lahko pa vplivajo na delovanje varstva pred poplavami zaradi neprehodnosti dostopnih poti ipd.

2.2 RANLJIVOST

Ranljivost je odvisna od človekove prisotnosti in dejavnosti na nevarnem območju ter od lastnosti nevarnosti, ki ga ogroža. V preteklosti se je ranljivost posredno vključevala v določanje praga tveganja pri ugotavljanju ogroženosti. Tako naj bi pri poplavah ranljivost kmetijskih zemljišč dovoljevala poplavljanje pri pojavu z desetletno povratno dobo, pri urbaniziranih površinah s stoletno povratno dobo, medtem ko pri jedrski elektrarni z desetstisočletno povratno dobo. Z različnimi modeli je pri poplavah mogoče določiti ranljivost z razmerjem med globino poplavne vode in škodo. Pri drugih pojavih to zaradi dinamike pojavov v tako enostavni obliki ni mogoče. Pri snežnih in zemeljskih plazovih gre predvsem za sproščeno energijo in dinamične sile, ki delujejo na prizadeti objekt, ki je lahko porušen. Pri teh pojavih ne gre le za določitev dosega njihovega delovanja, temveč predvsem za določitev dinamičnih sil njihovega delovanja.

Omenjeni pristop določanja nevarnosti je mogoče izvajati pri zaščiti s pomočjo hidrotehničnih in drugih ukrepov, ki so temelj za dimenzioniranje objektov. Pri izvajanju zaščite z alternativnimi ukrepi in pri celovitem obravnavanju različnih rešitev pa to ne zadostuje. V preglednicah 2.4 in 2.5 sta podana sodobnejša pristopa za določanje ranljivosti pri poplavah.

V prihodnje bo treba ranljivost določiti za vsak objekt in dejavnost ter vrsto pojava posebej, vključno z upoštevanjem posredne škode. Poplavljanje zgodovinskega arhiva, uničenje banke podatkov ali prometnice lahko povzroči nenadomestljivo škodo ali prizadene prebivalce na veliko širšem območju, kot je neposredno s poplavo ogroženo območje. Pri tem je treba obravnavati tudi vsak objekt posebej, njegovo vsebino (premičnine) in dejavnost.

Glede na vrsto nevarnosti je mogoče zmanjšati ranljivost, ne da bi se umaknili z nevarnega območja - predvsem pri poplavah. Pri drugih nevarnostih, predvsem zemeljskih plazovih in nenadnih pojavih pa druge možnosti ni, ali pa je povezana z dragimi gradbenotehničnimi rešitvami, ki zagotavljajo varnost življenja v primeru nevarnosti. V tem je bistvena razlika med poplavno in erozijsko ogroženostjo prostora. V Nemčiji danes prevladuje stališče, da kmetijske površine niso ranljive ob ustreznem izrabljanju. Prisotne so tudi zahteve po vključevanju vpliva posredne škode v določanje ranljivosti, kar pa spremeni enostavno analizo v zahtevno študijo. Prekinitev prometnice (na primer zaradi zemeljskega ali snežnega plaz), edine povezave doline z okolico, razširi ranljivost na celotno dolino (primer doline Trente in skalnega podora).

Pri določanju ranljivosti so zelo dragoceni podatki in izkušnje o naravnih nesrečah. Na kartah ranljivosti je treba prikazati ločeno ranljivost zaradi človeških žrtev, neposredne gmotne škode, posredne škode in škode zaradi vpliva na naravo oziroma okolje.

Ranljivost je odvisna od moralnih, kulturnih, političnih, ekonomskih in razvojnih lastnosti posamezne družbe. V antičnih časih je imelo varovanje obdelovalnih površin, kot temelja za preživetje, prednost, danes pa smernice LAWA predvidevajo, da ranljivosti zaradi poplav na obdelovalnih površinah ni. Istočasno pa govorimo tudi že o ranljivosti narave pri naravnih nesrečah.

Ranljivost je hkrati tudi socialno vprašanje. Inženirstvo, ki se je ukvarjalo z določanjem ogroženosti, jo je upoštevalo, in sicer s splošnim mednarodno strokovno sprejetim kriterijem maksimalne sprejemljive nevarnosti ali minimalne potrebne zaščite oziroma praga ranljivosti. Sprejet je bil dogovor o zaščiti urbaniziranih površin pred dogodki s stoletno povratno dobo in obdelovalnih površin pred dogodki s pet do desetletno povratno dobo. V sedemdesetih letih so se že pojavile razprave o spremembi namembnosti urbanih površin in o odstranjevanju ranljivih dejavnosti z nevarnih območij, kot cenejša in varnejša rešitev v primerjavi z graditvijo nasipov oziroma z drugimi hidrotehničnimi rešitvami. Primeri poplav v preteklosti (Köln, Firenze), kjer je kulturna dediščina v starih mestnih jedrih ogrožena z dogodki s petdeset do sedemdesetletno povratno dobo in industrijski obrati z nevarnimi onesnaževalnimi sredstvi, pa zahtevajo bolj poglobljen pristop pri ugotavljanju ranljivosti.

Na podlagi evropskih izkušenj in raziskav pri projektu Floodaware je predvidena delitev ranljivosti v tri razrede:

1. nenadomestljiva škoda
 - a) smrtne žrtve v stalnih bivališčih (strnjena naselja);
 - b) smrtne žrtve zaradi začasnega zadrževanje ljudi (kampi, prometnice, delovna mesta);
 - c) nenadomestljiva škoda (trajno uničena kulturna dediščina ipd.);
 - d) nevarnost katastrofalnih ekoloških nesreč (s smrtnimi žrtvami in s trajnim onesnaženjem) kot posledica naravne nesreče;
2. velika materialna škoda
 - a) porušitve in trajno uničenje objektov;
 - b) onesnaženja, ki jih je mogoče sanirati;
 - c) splošna posredna škoda (objekti infrastrukture: vodovod, kanalizacija, prometnice, komunikacije, plinovodi, daljnovodi meddržavnega in regionalnega pomena);
 - d) objekti zdravstvene zaščite ipd.
3. manjša materialna škoda
 - a) poškodovani posamezni objekti in infrastruktura;
 - b) poškodovane ali uničene poljščine;
 - c) naravna dediščina;
 - d) gozd.

Ranljivost je temelj za izvajanje alternativnih ukrepov, primernih za sodobno informacijsko družbo. V prvi kategoriji ranljivosti so ljudje ves čas prisotni in obstaja tveganje množičnih žrtev in velike gmotne škode, v drugi kategoriji so ljudje občasno prisotni in obstaja tveganje posameznih žrtev in materialne škode, v tretji kategoriji pa so območja, kjer so žrtve mogoče, materialna škoda pa majhna in neizogibna. Težave so z določanjem ranljivosti pri varovanju naravne dediščine pri naravnih nesrečah.

2.2.1 Določanje materialne škode pri poplavah

Škodo, ki jo povzroča poplava, lahko opredelimo (N. S. Grigg, 1976) kot:

- neposredno škodo, to je škodo, ki je nastala na premičnih in nepremičnih dobrinah (objekti in njihova vsebina, prevozna sredstva, infrastruktura ipd.), del neposredne škode so tudi izgubljena človeška življenja, ki jih iz moralnih razlogov ekonomsko praviloma ne vrednotimo;
- posredno škodo, ki je nastala zaradi motenj v poslovanju na prizadetem območju oziroma zaradi izpada dohodka v gospodarstvu in v storitvenih dejavnostih (škoda je posledica

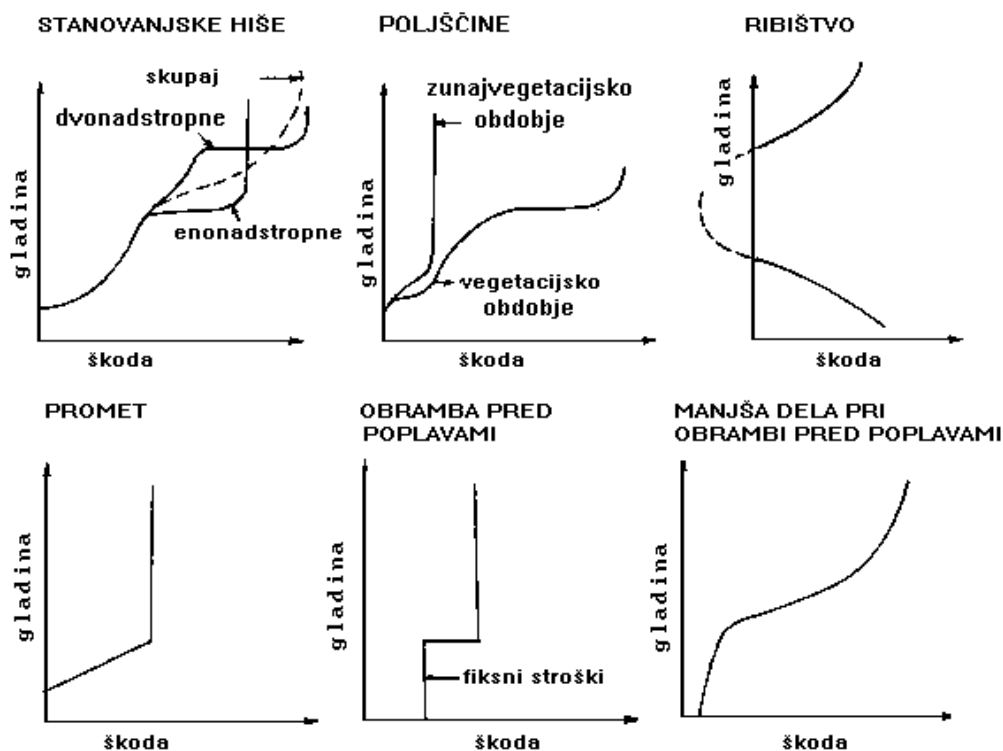
- poškodovanih objektov, motenega prometa, zdravstvene zaščite in jo je težko ekonomsko ovrednotiti);
- sekundarno škodo, to je posredna škoda, nastala zunaj območja, ki so ga prizadele poplave;
 - nematerialno škodo v okolju pri socialni blaginji, estetskih lastnostih ipd. in
 - škodo zaradi negotovosti (območje je prizadeto v razvoju zaradi negotovosti in strahu pred morebitno še večjo ujmo).

Medtem ko neposredno škodo lahko izmerimo, ostale oblike lahko le ocenimo in upoštevamo pri različnih odločitvah. Že določanje neke morebitne neposredne škode je obremenjeno s subjektivnim vplivom ocenjevalca, pri drugih oblikah škode pa je ta problem tako rekoč nerešljiv.

V svetu se je uveljavilo pravilo, da se škoda, ki jo povzroči poplava, oceni glede na gladino vode v strugi. Tako lahko določimo tudi soodvisnost med škodo in povratno dobo s pomočjo pretočne krivulje (slika 1.3). Za ocenjevanje morebitne škode je v ZDA izdelanih več metodologij z empiričnimi soodvisnostmi različnih državnih agencij (N. S. Grigg, 1976). Pri tem se določa škoda, ki jo razlivanje vode iz struge povzroča na okoliških območjih. Škode, ki jo povzroča erozija vode v strugi in na strmih pobočjih, z omenjenim diagramom ne moremo prikazati, prav tako ni upoštevan vpliv trajanja poplave na višino škode.

Na diagramih (slika 2.9) je prikazanih več soodvisnosti med gladino poplavne vode in škodo za različne gospodarske panoge. Na prvem diagramu je prikazana škoda na stanovanjskih objektih. Pri ocenjevanju škode na posameznih objektih je jasno izraženo povečanje škode pri poplavitvi vsakega nadstropja. Naraščanje se ustavi, ko je tudi streha pod vodo. Škoda se praviloma ocenjuje na manjših strnjenih celotah ali na odsekih vodotoka. Pri tem moramo upoštevati padec gladine vode in točno določiti referenčni položaj, za katerega določamo diagram. Škoda na stanovanjskih objektih je odvisna od mnogih dejavnikov in se zelo spreminja. Poleg gladine je pomembno tudi trajanje poplave.

Najzahtevnejše je določanje škode v poljedelstvu, ker je škoda odvisna ne samo od gladine poplavne vode in vrste poljščin, temveč tudi od trajanja poplavljenja in letnega obdobja pojava poplav. Pri poplavljenju so najboljčutljivejše mlade rastline, zato je lahko pridelek, ki je na začetku vegetacijske dobe, tudi v celoti uničen, ni pa izgubljen, saj v tem primeru lahko škodo omilimo s sejanjem drugih poljščin. V ostalem obdobju je škoda odvisna od vrste dejavnikov in jo izražamo v odstotkih zmanjšanja pridelka.



Slika 2.9 - Soodvisnosti med gladino poplavne vode in škodo za različne gospodarske panoge.

Ribištvo pri nižjih pretokih ne trpi škode, saj ima celo dobiček. Stanje se nekoliko spremeni pri višjih pretokih, ker lahko del rib ostane zajet na poplavljenih površinah območij.

Promet je panoga, občutljiva predvsem na posredno škodo, ki pa jo je mogoče razmeroma dobro oceniti. S preplavitvijo prometnic se promet upočasni in z nadaljnjim naraščanjem gladine vode tudi prekine, od takrat pa se škoda ne povečuje več z naraščanjem vodne gladine.

Stroški zaščite pred poplavami (oziroma škoda) so odvisni od vsebine in organizacije zaščite. Na diagramu so prikazani stroški v času poplave, kjer je opazno skokovito povečanje stroškov pri razglasitvi višje stopnje zaščite. Stroški izvajanja hidrotehničnih in alternativnih ukrepov so temelj za odločanje pri izbiri ukrepov - čim več sredstev vložimo v zaščito, tem manjša je škoda in obratno.

Pri oceni škode moramo upoštevati hitrost naraščanja vode. Če narašča počasi (več dni - na velikih vodotokih), lahko s pravočasno evakuacijo in z drugimi ukrepi redne in izredne zaščite pred poplavami bistveno zmanjšamo škodo.

Škodo, povzročeno v vodarstvu, lahko razdelimo na stroške službe varstva pred poplavami in škodo, ki jo povzroča erozija vode v strugi reke na vodarskih objektih. Višina škode je odvisna predvsem od tega, kako so objekti prilagojeni naravi vodotoka oziroma njegovi "kanaliziranosti".

Škoda, ki jo povzročajo naplavine na poplavljenih območjih, je odvisna od sestave naplavin in od rabe območij. V zadnjih letih se pojavlja tudi problem onesnaženosti naplavin. Ker neonesnažene naplavine pri poplavih povečujejo rodnost tal, se pred leti škoda na poljščinah ni upoštevala, ker je izboljšanje poplavljenih tal s povečano rodovitnostjo v naslednjih letih povrnilo nastalo škodo. Intenzivno kmetijstvo in onesnaženost naplavin, ki lahko celo onemogočijo nadaljnjo obdelavo tal, sta omenjene razmere spremenila.

Sodobne poindustrijske družbe so vse manj občutljive na neposredno škodo in vse bolj na druge oblike (sekundarna in posredna), ki pa jih je tako rekoč nemogoče objektivno določiti. Rešitve naj bi bile v različnih oblikah demokratičnega odločanja, vse pomembnejše pa postaja tudi mnenje javnosti.

Kljub veliki gmotni škodi, ki jo povzročajo poplave, zaščita pred poplavami po mnenju neposredno ogroženih prebivalcev nima prednostnega položaja pri reševanju njihovih težav. Ker gre za redek pojav z majhnim številom žrtev v naših razmerah, na to nevarnost hitro pozabijo celo neposredno prizadeti. Pri tem je zanimiv psihološki vpliv hidrotehničnih objektov, saj se prebivalci, zaščiteni z nasipi ali zadrževalniki, bolj zavedajo nevarnosti kot prebivalci, ki živijo v nezaščitenih in tudi na bolj ogroženih območjih (FEMA, 1992).

Čeprav so različne oblike posredne in sekundarne škode vse večje in vse bolj pomembne, se jih ne upošteva pri ugotavljanju ranljivosti zaradi težav pri njihovem določanju.

2.2.2 Določanje praga ranljivosti

Prag ranljivosti je družbeno sprejemljivo tveganje pri izpostavljenosti naravnim nesrečam. Za urbanizirane površine je kot prag ranljivosti privzeta stoletna povratna doba in se tako zaščitimo pred poplavami s krajšo povratno dobo, sprejemamo pa tveganje, da nas ogrožajo večji dogodki z daljšo povratno dobo. Ranljivost tako obravnavamo črno - belo. Območje je ali ni ranljivo. Raziskave in izkušnje pri poplavih v zadnjih letih zahtevajo izdelavo bolj poglobljenih analiz praga ranljivosti

Zanimiva je analiza praga ranljivosti pri poplavih, ki so jo izdelali v vodni upravi povodja reke Trent (preglednica 2.4; Green, 1987). Ranljivost v Franciji pa določajo na podlagi kriterijev, podanih v preglednici 2.5 in prikazanih na posebni karti (Gendreau in Pretorian, 1998 slika 2.10).

V Sloveniji je prag ranljivosti za urbanizirane površine stoletna povratna doba, za kmetijske površine desetletna povratna doba, pri jedrski elektrarni Krško pa je na podlagi mednarodnih standardov določen prag s tisočletno povratno dobo.

Preglednica 2.4 - Analiza praga ranljivosti pri poplavih za povodje reke Trent.

Ranljivost	Povratna doba
------------	---------------

Voda preliva rob brežine. Poplavljeni so samo vrtovi	2
Prebivalci se morajo voziti po poplavljenih cestiščih. Dostava je motena. Pešci imajo mokre noge. Nekateri nevarnosti in težave.	5
Odhod na delo je onemogočen, vrt je poplavljen, umazanija iz kanalizacije se razliva in onesnažuje poplavne vode. Resne težave.	10
Voda vstopa v stranska poslopja hiš in kleti. Resne težave in manjša gmotna škoda.	20
Voda preplavlja hišo tik nad podom. Znatna gmotna škoda in skrbi.	50
Voda sega do oken in motor avtomobila je pod vodo. Pomembna gmotna škoda in motnje.	75
Voda sega do stropa. Življenja so ogrožena.	100

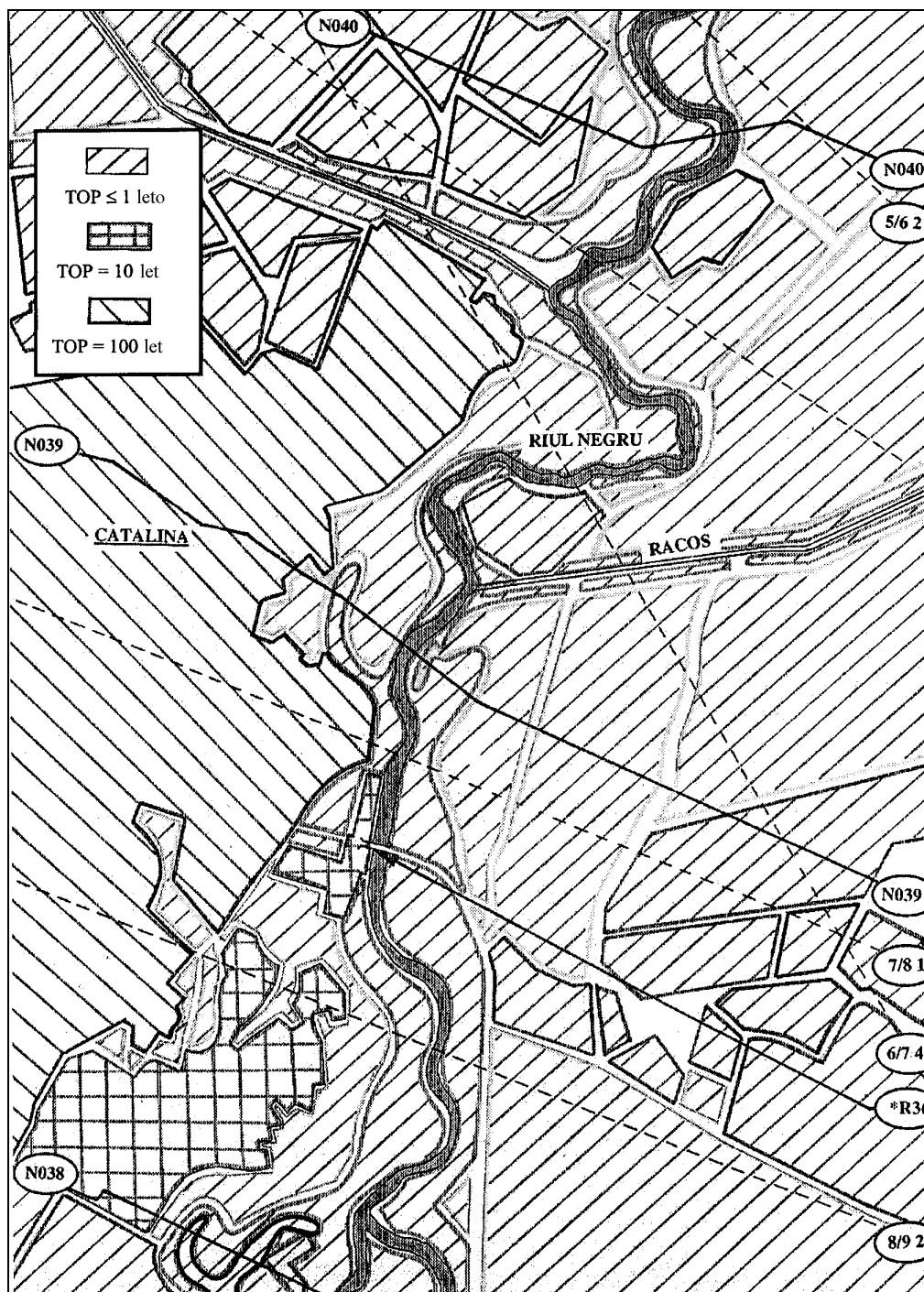
Preglednica 2.5 - Kriteriji za določitev ranljivosti.

raba zemljišča	povratna doba poplave	trajanje poplave	globina vode pri poplavi
urbanizirane površine	100	trenutna	0 cm
redko naseljene površine	10	trenutna	0 cm
polja	5	1 dan	0 cm
gozd	5	2 dni	20 cm
travnik	2	2 dni	20 cm
ledina	1	1 dan	20 cm
močvirja	1	5 dni	40 cm

V preglednici 2.6 (Kinori, 1984) so prikazane priporočene vrednosti povratne dobe za zaščito posameznih dejavnosti.

Preglednica 2.6 - Priporočene vrednosti povratne dobe.

Opis dejavnosti	Priporočena povratna doba v letih
ekstenzivno kmetijstvo (žita)	6-7
intenzivno kmetijstvo	15-20
slabo ali srednjegosto naseljena območja	100-200
gosto naseljena območja in industrijske cone	200-1000
pomembna mestna središča	> 1000



Slika 2.10 - Karta ranljivosti, določena na podlagi francoskih izkušenj.

Preglednica 2.7 - Naravni in kulturni pomen poplavnih območij.

Vodnogospodarski pomen	
Naravni nadzor poplav in erozije: - zmanjšanje hitrosti vode pri poplavah, - zmanjšanje maksimalnih pretokov, - zmanjšanje vpliva vetra in valov, - stabilizacija zemljine. Vpliv na vodno bilanco podtalnice: - povečano bogatenje podtalnice zaradi infiltracije, - zmanjševanje pogostosti in trajanja nizkih pretokov (zvišanje bazičnega odtoka).	Vpliv na kakovost voda: - zmanjšanje kalnosti, - zadrževanje hranljivih snovi in umazanije, - predelava organskih in kemijskih odpadkov, - zmernejše temperature vode.
Pomen za žive organizme	
Vpliv na rastlinski svet: - vzdrževanje visoke biološke produkcije vegetacije v močvirjih in na poplavnih območjih, - visokoproduktivni gozdovi, - naravni pridelek, - naravna genetska pestrost.	Vpliv na ribe in naravo : - vzdrževanje zemljišč za živinorejo in pašo, - oblikovanje in povečevanje naravnega življenjskega prostora vodnih ptic, - zaščita naravnega življenjskega prostora za redke in ogrožene vrste.
Pomen za kulturo	
Pomen za gojenje naravnih in kmetijskih pridelkov: - oblikovanje in povečanje kmetijskih površin, - zagotavljanje površin za ribogojstvo in gojenje školjk, - zaščita gozdnih in poljskih površin, - zagotavljanje naravnih virov za krzno.	Zagotavljanje možnosti za rekreacijo: - območja za aktivno rekreacijo ter lov in ribolov, - območja za pasivne dejavnosti, - območja dejavnosti na prostem, - estetske vrednosti.
Omogočanje znanstvenih raziskav in izobraževanja na prostem: - zagotavljanje možnosti za ekološke raziskave, - zaščita arheoloških in zgodovinskih lokacij.	

V svetu se zahteva vse večja varnost. Povratna doba pojava, pred katerim se varujemo in za katerega projektiramo objekte, se povečuje. Tako je za posamezne občutljivejše objekte (bolnišnice, skladišča nevarnih snovi ipd.) zahtevana povratna doba petsto let oziroma tudi deset tisoč let (nuklearka). V praksi se je uveljavil tudi pojem nevarnosti pri največjih mogočih poplavah, ki pa jih je tako rekoč nemogoče določiti na hribovitem terenu, značilnem za Slovenijo.

2.2.3 Urejanje poplavnih območij

Naravna poplavna območja, v katerih ni prisoten človek s svojo dejavnostjo, so vse bolj dragocen del narave. Pomembnost poplavnih območij za naravo in življenje je razvidna iz preglednice 2.7 (FEMA, 1992).

Ranljivosti zaradi poplav ni na naravnih poplavnih območjih. Tako je revitalizacija nekdanjih poplavnih območij idealen ukrep za zmanjševanje ranljivosti območja. V sodobnih razvitih družbah z razvitim občutkom za okolje (ZDA, EU) so začeli izvajati projekte za revitalizacijo in opuščanje kmetovanja in drugih antropogenih rab prostora na poplavnih območjih (LAWA, 1995; FEMA 1992).

2.3 OCENA OGROŽENOSTI

Ogroženost določamo na podlagi skupne analize nevarnosti in ranljivosti. V primeru, če nevarno območje ni tudi ranljivo, tako območje ne more biti določeno kot ogroženo. Z enostavnim prekrivanjem kartografskih prikazov območij nevarnosti in območij ranljivosti je tako mogoče preprosto določiti neogrožena območja. Težko pa je opredeliti enotne stopnje ogroženosti znotraj ogroženih območij, kjer se ne moremo izogniti subjektivnemu vplivu pri odločanju.

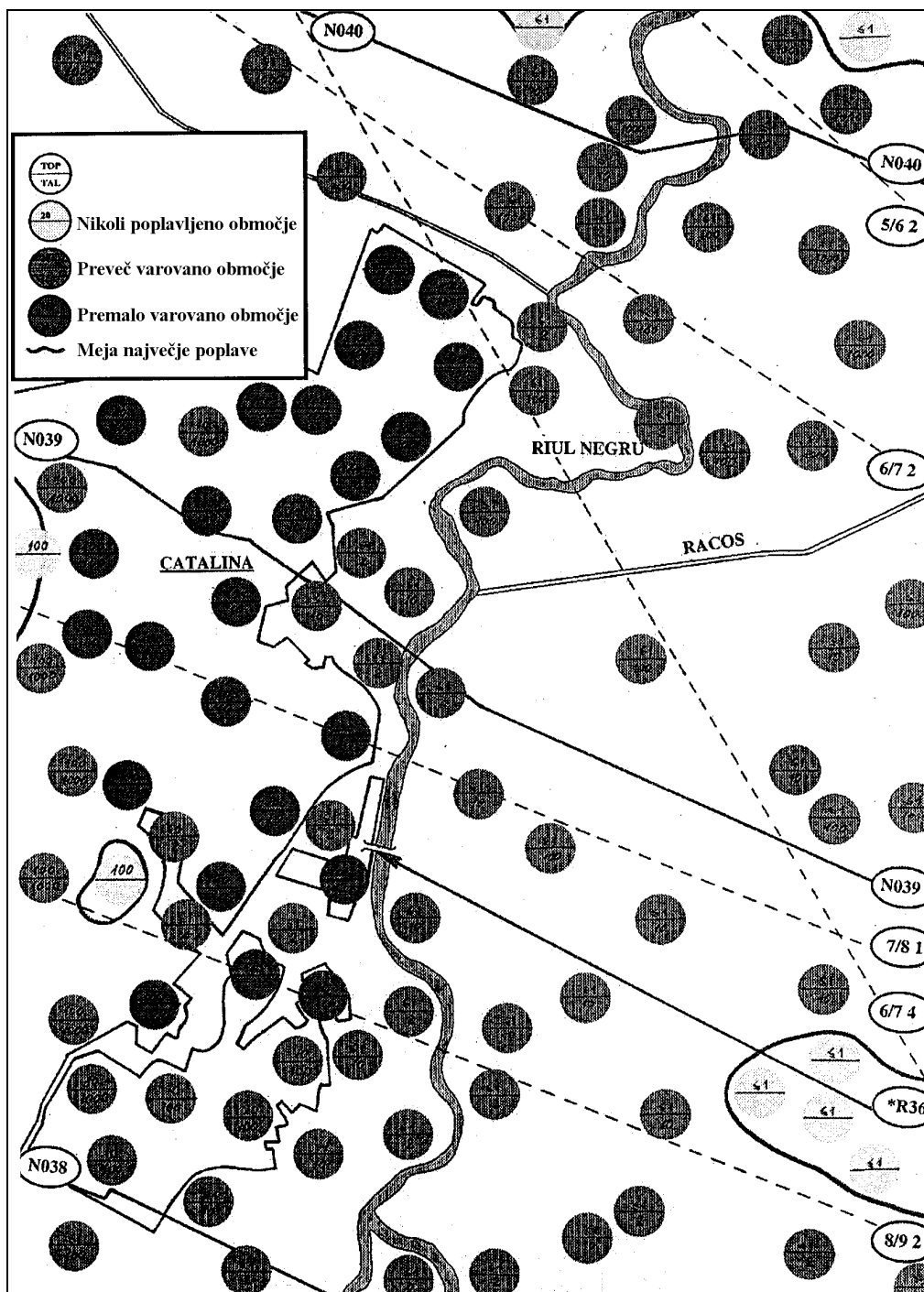
Posebno pozornost je treba nameniti tistim delom prostora, v katerih se lahko vsaj občasno zadržuje veliko ljudi (razni prireditveni prostori, smučišča, kampi, parkirišča). Primerjava smrtnih žrtev in materialne škode v Švici v obdobju 1972-1992 zaradi poplav (33 žrtev in ogromna gmotna škoda) in snežnih plazov (10-krat toliko žrtev in 10-krat manjša gmotna škoda), kaže na relativno majhno ogroženost človeških življenj pri poplavah, ki povzročajo neprimerno večjo materialno škodo kot snežni plazovi (Egli, 1996). Vzrok je v tem, da poplave prizadenejo velike površine, ki jih je težko točno omejiti. Tako lahko npr. zamašitev mostne odprtine s plavjem in drugo navlako povzroči preplavitev bližnjih površin, ki smo jih označili kot poplavno varne. Zamašitev mostnih odprtin je mnogokrat posledica napačnega hidravličnega dimenzioniranja (Brilly in Mikoš, 1996) in lahko poleg preplavitve povzroči tudi lokalno erozijo in uničenje premostitve ali bližnjih objektov (Mikoš, 1996). Napake se v naravi v glavnem le seštevajo in redko izničujejo. Izločitev tako dobljenih ogroženih površin, ki so ob poplavah običajno bistveno večje od tistih pri podorih ali plazovih, povzroča večji odpor pri uporabnikih prostora.

Uresničitev zahtev ali omejitev na območjih ogroženosti s pomočjo ukrepov prostorskega načrtovanja pomeni v bistvu omejevanje lastniške pravice. To tako rekoč pomeni, da je pri uresničevanju potrebna podpora prizadetih lastnikov ali uporabnikov v prostoru. Pristop je precej podoben problemu obrežnih pasov ob vodotokih na Bavarskem, kjer iz posebnega sklada kupujejo obrežna poplavna zemljišča, ki prehajajo iz zasebnega lastništva v državno lastništvo, predvsem z namenom vodam dati več prostora za potrebe sonaravnega urejanja. Pri tem namesto načela podržavljenja ali nasilnega odkupa uporabljajo načelo prepričevanja in iskanja podpore pri obrežnih lastnikih. Pri neposredni življenjski nevarnosti je ogroženost prostora in ljudi jasno razvidna, pri stvarni škodi pa se začne tehtanje, ali niso izgube zaradi omejitev večje kot občasna škoda zaradi poplav, čeprav je ta lahko v posameznih primerih tudi zelo visoka.

V Švici so v preteklem stoletju lastniki poplavnih zemljišč nosili finančno breme in koristi varstva pred poplavami in morebitno poplavno škodo. Kasneje je postalo varstvo pred poplavami javna zadeva. Hkrati je možnost zavarovanja za primer elementarnih nesreč, ki je pokrilo poplavno škodo v posameznih primerih, še dodatno zmanjšalo neposredno skrb in zavest prebivalstva o potrebi po ustreznih ukrepih za zmanjševanje poplavne škode. Pomemben je tudi pomen ranljivosti oziroma škodnega potenciala. Ukrepi prostorskega načrtovanja namreč pomenijo omejitev rabe prostora na ogroženih območjih in s tem zmanjšujejo škodni potencial v poplavnem prostoru. Vodarski objekti pa nasprotno zmanjšujejo nevarnost preplavitve, ne pa škodnega potenciala. Ogroženost prostora je ob njihovi porušitvi vsaj tako velika, če ne večja, kakor če zaščitnih objektov ne bi nikoli zgradili. Za dejansko uveljavitev ukrepov prostorskega načrtovanja je treba veliko potrpljenja in prepričevanja, samo zakonska regulativa ne zadošča. Pri tem velja poudariti vodilno vlogo vodarskih strokovnjakov, tudi pri prostorskem načrtovanju vodnega in obvodnega prostora. Krajinski izgled tega prostora ali pa njegova turistična izraba mora biti sestavni del celovitega urejanja in gospodarjenja s tem prostorom, ki temelji na dinamiki voda (VGI, 1994; 1995a). Pomemben korak je prikaz nevarnosti v obliki kart.

Uspešno varstvo pred naravnimi nesrečami zahteva dobro poznavanje posameznih naravnih nevarnosti. Prikazujemo jih v kartah nevarnosti, ki so namenske karte. Prikazujejo, katera območja so potencialno ogrožena, in sicer v kolikšni meri (intenziteta, pogostost) in zaradi katerih naravnih sil. **Stopnja ogroženosti** je določena z matriko vrednosti dveh parametrov naravnih pojavov: intenzitete in verjetnosti nastopa pojava (glej preglednice 1.6a, 1.6b in 1.7). Pri tem je stopnja ogroženosti določena na temelju ranljivosti in iz nje izhajajočih stopenj nevarnosti. Na podlagi kart nevarnosti in pripadajočih stopenj ogroženosti se lahko določi primernost nekega območja za razne rabe prostora (npr. območje, namenjeno graditvi). Pri tem je natančnost obdelave odvisna od izbranega cilja (npr. občinski prostorski razvojni načrt). V Švici predstavlja karta nevarnosti strokovno podlago in nima pravnega značaja. Pogosto se karta nevarnosti spremeni v načrt ogroženih območij z vrisanimi območji posameznih stopenj ogroženosti. Za tako določena območja ogroženosti obstajajo pravni predpisi (npr. v primeru snežnih plazov je za območje velike ogroženosti določena prepoved graditve objektov za stalno zadrževanje ljudi in živali). Zato morajo karte nevarnosti vsebovati vse pomembne parametre ali druge informacije o naravnem pojavu, ki naj omogočijo spremembo teh kart v konkretne predpise za rabo prostora na posameznih ogroženih območjih.

Pri nenadnih procesih (npr. snežnih plazovih ali kamnitih plazovih) je, razen v ozkih prehodnih pasovih, smrtna nevarnost prisotna oziroma popolnoma odsotna. Položaj je precej črno-bel, če je območje nevarnosti določeno dovolj natančno. S stališča ukrepov prostorskega načrtovanja to pomeni prepoved graditve objektov za stalno zadrževanje ljudi in živali na nevarnih območjih. Če pa se določeni objekt kljub temu zgradi, je jasno, da so ukrepi za zaščito objekta njegov nujni sestavni del. Pri poplavah so razmere drugačne. V Švici je med 33 smrtnimi žrtvami zaradi poplav v letih 1972-1992 umrlo 82 odstotkov teh oseb zunaj zgradb.



Slika 2.11 - Karta ogroženosti, določena na podlagi francoskih izkušenj.

Zgradbe predstavljajo pomemben element varstva pred poplavami. Zato lahko prepoved jemljemo kot primeren ukrep varstva pred škodljivim delovanjem voda le v primeru njihovega zelo intenzivnega delovanja. Materialna škoda na objektih na poplavnih območjih se lahko pri tem ustrezno zniža s pomočjo raznovrstnih ukrepov, ki jih lahko imenujemo **protipoplavna graditev**. Ta je predvsem stvar vsakega posameznika. Primer poplav reke Ren v Kölnu potrjuje upravičenost izvajanja protipoplavnih ukrepov, saj je bila poplavna škoda leta 1995 nižja kot leta 1993, kljub višji maksimalni gladini visoke vode.

V Franciji so leta 1967 v departmaju Isere najprej začeli z izdelavo uradnih kart naravne nevarnosti. Pri tem so upoštevali poseben zakonski člen, ki pravi : “Če je na območjih, ki so izpostavljena naravnim nevarnostim, kot so poplave, erozija in plazovi, dovoljena gradnja, se lahko podredi posebnim pogojem. Ta območja so določena z odlokom prefekta, potem ko je opravljena javna razgrnitev in jih je s sklepom sprejel občinski svet”. Zakonska določitev nevarnega območja so izvajali na topografskih kartah v merilu 1:10.000. Na njej so določili območja, kjer je veljala prepoved graditve in območja, kjer je bila graditev dovoljena pod posebnimi pogoji. Tako karto so imenovali “**občinska karta naravnih nevarnosti**”.

V Franciji danes tako prikazujejo območja nevarnosti v prostoru na kartah v merilu 1:5.000 ali 1:10.000. Pri tem upoštevajo odločbo z dne 15.marca 1993 in uporabljajo naslednjo delitev območij na (Besson, 1996) :

- zelo izpostavljene in nevarne predele (graditev prepovedana);
- delno nevarne predele (graditev dovoljena pod omejitvami ali določenimi pogoji) in
- druga območja, predvidoma brez nevarnosti ali z zanemarljivo nevarnostjo.

V skladu z zakonom morajo biti karte nevarnosti opremljene s prepovedmi in zahtevami za graditev in urejanje prostora. Opremljene morajo biti z mejami parcel, tako da jih je mogoče prenesti iz topografskih kart v parcelne karte. Praviloma so torej območja, izpostavljena naravnim nesrečam, razvrščena v nezazidljiva območja, vendar to ne onemogoča sedanjega urejanja prostora. Toliko bolj, ker so območja sedanje nevarnosti lahko uvrščena - glede na ekonomsko upravičenost - med nezazidljiva ali zazidljiva pod določenimi pogoji, kjer morajo vsi graditelji upoštevati te pogoje in graditi skladno z zahtevami. Takšna območja navadno ne potrebujejo obdelave po zemljiških parcelah, ker potrebujejo model kolektivnega varstva (naj bo javni ali zasebni), ne pa individualnega varstva.

S prekrivanjem karte nevarnosti (slika 2.2) in karte ranljivosti (slika 2.10) dobimo tretjo karto, to je karto ogroženosti (Gendreau in Pretorian, 1998 slika 2.11).

Temelj organizacije in delovanja pri načrtovanju varstva pred poplavami v Angliji je ugotavljanje ogroženosti posameznih območij, ki jo ugotavlja NEA. Pri tem je upoštevana tudi potencialna škoda in ne samo povratna doba pojava. Podlaga za ocenjevanje škode je enota hišni ekvivalent (HE). HE določa povprečno škodo na povprečni hiši pri poplavah. Druga škoda se lahko na podlagi posebne metodologije preračuna na enoto HE. Za posamezne površine, poplavljenе z določeno povratno dobo, se nato izračuna HE in določi količina HE na dolžino brežine vodotoka ali morske obale, ki jo varujemo pred poplavami. Če omenjeno vrednost delimo s povratno dobo, dobimo vrednosti HE/km/leto. To je enotni kriterij urejanja oziroma standardov ugotavljanja urejenosti posameznih povodij ali območij. Iz preglednice 2.8 je razvidna klasifikacija con glede na možno škodo, ki je izražena opisno in v HE/km, iz preglednice 2.9 pa so razvidni sprejeti kriteriji ogroženosti oziroma zaščite.

Preglednica 2.8 - Klasifikacija con glede na možno škodo.

vrsta cone	HE/km	tipični opis območja
A	50 ali več	Stanovanjske in nestanovanjske nepremičnine so gosto razporejene na območju.
B	25,0 do 49,99	Brežina vsebuje stanovanjske in nestanovanjske objekte vzdolž celotnega območja, le z manjšo gostoto kot pri predhodni coni. Lahko je prisotno tudi intenzivno poljedelstvo.
C	5,0 do 24,99	Izolirana vaška naselja z rizikom za omejeno število objektov. Poljedelstvo je bolj izrazito kot v predhodnih conah.
D	1,25 do 4,99	Izolirani rizični objekti. Poljedelstvo je poglavitna dejavnost v prostoru.
E	0,01 do 1,24	Majhno število ogroženih objektov. Prisotno je ekstenzivno travniško poljedelstvo.
X	0	Ni na voljo dovolj podatkov; Ni na voljo podatkov o poplavah; Analizirani vodotok je v celoti pod vplivom glavnega vodotoka (stranski vtok s črpališčem).

Preglednica 2.9 - Kriteriji ogroženosti oziroma zaščite.

vrsta cone	začasni cilj urejenosti glede na povratno dobo v letih	začasni cilj urejenosti glede na ogroženost, izraženo v HE/km/leto	
		min.	max.
A	50 - 100	0,5	1,0
B	25 - 100	0,5	1,0
C	5 - 50	0,5	1,0
D	1,25 - 10	0,5	1,0
E	< 2,5	0,5	1,0

Trenutno poteka v Veliki Britaniji akcija za izdelavo "Vodnogospodarskih osnov", ki naj bi poenotile pregled ogroženosti, izdelane na podlagi omenjene metodologije. Varstvo pred poplavami je bilo namreč nekoč zaupano upravam za posamezna povodja, brez enotnih standardov za celotno državo. Omenjena metodologija omogoča poenotenje politike varstva pred poplavami na celotnem območju uprave. Za potrebe varstva je bilo v letu 1992/93 iz sredstev uprave, ki so znašala 439 milijonov funtov, izločenih 243 milijonov ali 50 odstotkov. Od tega je bilo 129 milijonov porabljenih za naložbe in 105 milijonov za vzdrževanje.

2.3.1 Kriteriji ocenjevanja ogroženosti

Švicarski predlog odločujočih parametrov in izbranih kriterijev za določanje stopnje nevarnosti zaradi naravnih pojavov je podan v preglednici 2.10 in 2.11. Posebej pomembno pri takem pregledu je zagotoviti ustreznost izbranih parametrov, ki naj odražajo fizikalno bistvo posameznega naravnega pojava, in hkrati kriterije izbrati tako, da so prepoznavni in hkrati enostavno določljivi. Parametri v preglednici 2.10 so razdeljeni glede na vrsto erozijskih pojavov in za vsak parameter je podan interval njegove vrednosti za vsako stopnjo nevarnosti.

Pomen posamezne stopnje nevarnosti za varnost oseb in zgradb je prikazan v preglednici 2.11, kjer je prikazan tudi pomen različnih stopenj ogroženosti.

Takšen pristop k oceni ogroženosti in delitvi prostora na posamezne stopnje nevarnosti bistveno povečuje potrebo po:

- modernem in učinkovitem monitoringu, ki bo omogočal tudi napovedovanje pojavov,
- analizi vzrokov in posledic preteklih naravnih ujm,
- vzpostavitvi vsaj nekaj eksperimentalnih povodij za raziskovanje dinamike naravnih procesov v posebnih pogojih, ki prevladujejo v Sloveniji,
- uporabi temeljnega znanja in poznavanja terenskih razmer pri modeliranju odločujočih naravnih procesov in napovedovanju ogroženosti prostora,
- pospešeni izdelavi katastrof naravnih nevarnosti in njihovi nadgradnji v karte nevarnosti in načrte ogroženih območij kot osnove urejanja prostora.

Ocena ogroženosti je podrejena ukrepom, s katerimi jo poskušamo zmanjšati ali odstraniti. Pri oceni ogroženosti za potrebe delovanja enot civilne zaščite pri posameznem pojavu je predvsem pomembna ogroženost človeških življenj in možnost njihovega pravočasnega reševanja. Pri ukrepih prostorskega planiranja pa je poudarek na zmanjševanju ranljivosti, tako da se posamezna dejavnost umakne z ogroženega prostora in s stališča civilne zaščite tak prostor ni ogrožen. S stališča načrtovanja vodarskih ureditev je ogroženost temelj za "gospodarjenje s škodo".

Ocena ogroženosti vpliva tudi na potrebno točnost pri določanju nevarnosti in ranljivosti. Za pregledno karto ocene ogroženosti v državi je merilo kart 1:25.000 dovolj. Za analizo posebno ogroženih strnjenih naselij, prometnic, kmetijstva ipd. je treba izdelati osnovne karte nevarnosti in ranljivosti v merilu 1:5.000, posamezni objekti ali posebno občutljive točke pa zahtevajo izdelavo osnov tudi v merilu 1:500.

Ogroženost določimo oziroma ocenimo na podlagi analize nevarnosti in ranljivosti. Pri tem moramo dobro poznati tako lastnosti nevarnosti, kakor tudi ranljivost in možne ali izvedene ukrepe oziroma sprejemljiv prag ranljivosti ter zanesljivost tako ukrepov kakor tudi nastopa nevarnosti. Poenostavljeno določanje praga ranljivosti in s tem ogroženosti le s povratno dobo pri poplavah za posamezne rabe prostora ne zadovoljuje več sodobnih potreb pri določanju ogroženosti. Ugotovljena stopnja ogroženosti je namreč temelj za ukrepanje. Oceno ogroženosti izdelujemo za ogrožene prebivalce, za katere pa sta strokovna predstavitev in izrazoslovje pogosto nerazumljiva ali celo zavajajoča. Izkušnje kažejo, da je pri določanju ogroženih območij namesto poplav s stoletno povratno dobo bolje uporabiti termin "poplave" ali "osnovne poplave". Vsekakor je treba v prihodnje vložiti veliko več dela v izobraževanje in obveščanje prebivalcev o lastnostih poplav.

Preglednica 2.10 - Intenziteta naravnih nevarnosti - odločujoči parametri in kriteriji za določanje stopnje nevarnosti (povzeto po Kienholzu, 1996).

vrsta erozije in nevarnost		parameter možnega delovanja	velika intenziteta	srednja intenziteta	nizka intenziteta
snežna erozija - snežni plazovi		pritisk snežnega plazu "P"	$P > 30 \text{ kN/m}^2$	$30 > P > 3 \text{ kN/m}^2$	$P < 3 \text{ kN/m}^2$
podorna erozija	padajoče kamenje	kinetična energija "E"	$E > 100 - 300 \text{ kJ}$	območje dosega $100 \text{ kJ} > E > 10 \text{ kJ}$	območje odlaganja $E < 10 \text{ kJ}$
	kamniti plaz	translacija + rotacija	$E > 100 - 300 \text{ kJ}$	$E < 100 \text{ kJ}$	-
	podor	enako kot prej ter tudi masa in prostornina	$E > 100 - 300 \text{ kJ}$ vedno izpolnjeno	-	-
vodna erozija - poplave blatni tokovi	poplavljanje (zablatenje in zaproditev površin ter lokalna erozija)	višina preplavitve (vode in plavin) "h" in hitrost toka "v"	$h > \approx 2 \text{ m}$ ali $v \cdot h > \approx 2 \text{ m}^2/\text{s}$	$\approx 2 \text{ m} > h > \approx 0.5 \text{ m}$ ali $\approx 2 \text{ m}^2/\text{s} > v \cdot h > \approx 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$	proces je možen $h < \approx 0.5 \text{ m}$ ali $v \cdot h < \approx 0.5 \text{ m}^2/\text{s}$
murasti tokovi (tudi na pobočjih)	bočna erozija (erozija brežin in pobočij ob vodotoku)	srednja višina pričakovanega erodiranja brežine "d" pri enem nastopu pojava, merjena pravokotno na brežino	$d > 2 \text{ m}$	$2 \text{ m} > d > \approx 0.5 \text{ m}$	proces je možen $d < \approx 0.5 \text{ m}$
	zamurjenje	hitrost toka "v" in višina toka "h"	$h > 1 \text{ m}$ in $v > 1 \text{ m/s}$	$h < 1 \text{ m}$ ali $v < 1 \text{ m/s}$	-
plazna erozija - zemeljski plazovi (smiselno velja tudi za sesedanje tal in školjkaste usade)		srednja hitrost pri stalnem plazenju "v" oziroma prostornina plazovine "V" pri nenadnem zdrsu ali hipni splazitvi	spontano nenadno : $V > \approx 1000 \text{ m}^3$	stalno plazenje : $v \cong \text{dm/leto}$ spontano nenadno plazenje : $\approx 1000 \text{ m}^3 > V > \approx 100 \text{ m}^3$	stalno plazenje : $v \cong \text{cm/leto}$ $V < \approx 100 \text{ m}^3$

Preglednica 2.11 - Pomen stopenj nevarnosti naseljenega prostora za varnost oseb in zgradb (povzeto po Kienholzu, 1996).

stopnja nevarnosti	kriteriji - ogroženost oseb	kriteriji - delovanje na zgradbe	splošni pomen za naseljena območja
velika nevarnost	Osebe so ogrožene ne le <u>zunaj</u> , temveč tudi <u>znotraj</u> zgradb.	Pričakovati je uničenje objektov oziroma zgradba nudi premajhno zaščito.	<u>območja prepovedi</u> (izv. Verbotsggebiet)
	<u>ali</u> Dogodki so sicer manj intenzivni (obsežni), vendar nastopijo z večjo verjetnostjo oz. pogostostjo. V tem primeru so osebe v glavnem ogrožene zunaj objektov.		
srednja nevarnost	Osebe so ogrožene predvsem zunaj objektov; znotraj objektov so osebe komaj ogrožene.	Pričakovati je poškodbe zgradb. Trenutnih uničenj zgradb na tem območju ni pričakovati, če smo pri njihovi graditvi upoštevali določene pogoje glede načina graditve.	<u>območja zahtev in pogojev</u> (izv. Gebotsgebiet) težke škode preprečujemo s pomočjo preventivnih ukrepov
	<u>in</u> “Brutalni” procesi: srednja do majhna verjetnost nastopa oziroma pogostost dogodka. “Postopni” procesi: slaba ali srednja intenziteta, tudi pri visoki verjetnosti nastopa ali pogostosti dogodka.		
majhna nevarnost	Osebe so tudi zunaj zgradb komaj ogrožene.	Pričakovati je manjšo škodo na zgradbah oziroma uničenja zgradb na tem območju ob upoštevanju običajnega načina graditve niso verjetna.	<u>območja opozoril</u> (izv. Hinweisgebiet)
	<u>in</u> Dogodki ne nastopijo z veliko verjetnostjo oziroma pogostostjo.		

Podrobna analiza ogroženosti je zapletena funkcija. V članku (Moore, 1998) je podana funkcija ogroženosti gospodinjstva, kjer so upoštevani:

Socialno/ ekonomske spremenljivke	Spremenljivke lastnine in infrastrukture	Karakteristike poplave	Opozorilne spremenljivke	Spremenljivke pomoči
---	--	---------------------------	-----------------------------	-------------------------

$$\text{ogroženost gospodinjstva} = f \left[\left[\frac{A}{H, S, I, C, F} \right], \left[\frac{S_c, S_b, I_t}{S_t, R_o} \right], \left[\frac{D_e, D_t, S_d, S_z, W, V, P_i, R}{W_o, W_t, W_a} \right], \left[\frac{T}{R_a, R_q} \right] \right]$$

A	starost članov gospodinjstva
H	zdravstveno stanje in mobilnost članov gospodinjstva
S	prihranki gospodinjstva
I	prihodki gospodinjstva
C	medsebojna povezanost (solidarnost) lokalne skupnosti
F	znanje o poplavi
S _c	dovzetnost premočnin na škodo
S _b	dovzetnost konstrukcije hiše na škodo
I	potreben čas za obnovo infrastrukture (kanalizacija, oskrba ..)
S _t	število nadstropij
R _o	odpornost konstrukcije
D _e	globina vode pri poplavi
D _t	trajanje poplave
S _d	koncentracija plavin
S _z	zrnavostna sestava plavin
W	vpliv valov in vetra
V	hitrost vode
P _i	onesnaženje vode pri poplavi
R	dvig gladine vode pri poplavi
W _o	opozorilo pred nevarnostjo
W _t	predviden čas med opozorilom in nastopom nevarnosti
W _a	vsebina opozorila
T	potreben čas za prihod pomoči pri poplavi
R _a	količina pomoči
R _q	kakovost pomoči

Ob upoštevanju vseh omenjenih dejavnikov dobimo realno oceno ogroženosti, pri čemer vsaka oblika naravne nesreče zahteva posebno analizo ogroženosti in ustrezne rešitve. Tako kljub veliki nevarnosti in ranljivosti v strnjenih naseljih lahko ugotovimo, da življenja niso ogrožena, če imamo dovolj časa za njihovo evakuacijo - čas med opozorilom in pojavom je en dan (Marcuello, 1998). Kljub temu, da je pritličje stavbe poplavljen, v večnadstropni hiši življenja niso v nevarnosti, če sam objekt ni ogrožen zaradi delovanja erozije. Nasprotno pa na zavarovanih območjih obstaja življenjska nevarnost zaradi porušitve objektov (nasipov, pregrad, zadrževalnikov ipd.), ki smo jih zgradili za protipoplavno zaščito.

2.3.2 Ocene poplavne in erozijske ogroženosti v Sloveniji

Države alpskega območja imajo pri varstvu pred naravnimi nesrečami razvejano zakonodajo, podprto s številnimi strokovnimi predpisi in podlagami, ki so nastajale in se razvijale več deset let. Dejstvo je tudi, da je problematika v alpskem prostoru zelo sorodna in tako lahko pri

reševanju težav v Sloveniji velikokrat uporabimo pozitivne in tudi negativne izkušnje alpskih sosedov. V naših razmerah bo treba prevzeti del tujih strokovnih predpisov in pristopiti k izdelavi kartnih osnov v merilu 1:5.000 kot temelju za urejanje voda in načrtovanja varstva pred škodljivim delovanjem voda, kamor spada varstvo pred vodnimi ujmi. Obstoječe karte vodnogospodarskih osnov (VGO, 1978 in VGO, 1991) imajo namreč preveč majhno merilo za določanje nevarnosti in ranljivosti ter izdelavo analize, ki bi omogočila opredelitev ogroženosti, načrtovanja in izvajanja ukrepov varstva pred vodnimi ujmi.

V Sloveniji moramo ugotavljanje ogroženosti prostora izvajati na podlagi enotne metodologije ocenjevanja ogroženosti, saj takih ocen ne izdelujejo vedno isti organi. Po sedaj veljavni zakonodaji o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami je izdelava ocen ogroženosti v Sloveniji v pristojnosti države in občin. Glede na prikazano celovitost problematike ogroženosti prostora, bo treba čim prej izdelati smernice ali navodila za izdelavo ocen ogroženosti in pospešeno podpreti raziskovalno razvojno področje, ki bo ponudilo temelj za izdelavo takih ocen ogroženosti. Hkrati je treba sedanje zakonske rešitve v Zakonu o varstvu pred naravnimi in drugimi nesrečami (Uradni list RS, št.64, 14.X.1994) nadgraditi in povezati z rešitvami v naslednjih zakonih: o vodah, urejanju prostora, graditvi objektov, sanaciji škode, geodetskih evidencah, zemljiškem katastru in morebiti še kakšnem. V Sloveniji so bile izdelane prve ocene nevarnosti zaradi poplav (VGI, 1995b), snežnih plazov (PUH, 1994) in zemeljskih plazov (Petkovšek in Marolt, 1994). Tovrstne ocene lahko uvrstimo v kategorijo katastrof nevarnosti oziroma kart nevarnosti, ki jim bo treba dodati karte ranljivosti in jih združiti v oceno ogroženosti z načrti ogroženih območij v ustreznih merilih. Le tako bo lahko preventivna vloga ocen ogroženosti polno zaživela. Posebno pomemben del izdelave ocen ogroženosti je delitev prostora glede na različne stopnje nevarnosti, kot so določene glede na ugotovljeno ranljivost. Pri tem je treba določiti odločilne parametre in kriterije naravnih procesov, ki povzročajo določeno stopnjo nevarnosti.

Pri določanju ocene ogroženosti in pri izbiri stopnje nevarnosti je pomemben vpliv naravnih ujm na ljudi in njihovo imetje, predvsem na razne vrste zgradb. Švicarske izkušnje pri določanju pomena stopenj nevarnosti v naseljenem prostoru na varnost ljudi in zgradb so podane v preglednici 2.11. Glede na stopnjo nevarnosti predlagajo delitev prostora na :

- območja prepovedi,
- območja zahtev in prepovedi ter
- območja opozoril.

Pri graditvi objektov to pomeni, da ponekod graditev sploh ni dovoljena, drugje pa je dovoljena pod posebnimi (gradbenimi) pogoji. Tudi protipoplavna graditev spada med posebne gradbene pogoje.

Ocena ogroženosti, ki je bila izdelana na Ministrstvu za obrambo (MORS) v merilu 1:25.000, je zbir prej omenjenih ločeno izdelanih kart nevarnosti zaradi nekaterih naravnih nesreč, ki so bile prenešene na skupni digitalizirani imenovalec. Tako pripravljena ocena ogroženosti predstavlja le začasno in približno oceno, ki lahko služi predvsem MORS za pripravo državnih načrtov za zaščito, reševanje in pomoč ali za preventivne namene na ravni prostorskega načrtovanja na državni ravni. Plazovi so v tej oceni ogroženosti na primer prikazani s centroidom, kar lahko uporabnika le opozori na nevarnost, ne pa tudi na stopnjo ogroženosti in s tem na izvedbo konkretnih preventivnih zaščitnih gradbenih in drugih tehničnih ukrepov.

Ocena ogroženosti zaradi vodnih ujm ne more biti le črno-bela karta brez obrazložitve. Za njeno izdelavo je potrebna strokovna analiza, ki jo lahko izdelajo samo strokovnjaki z ustreznim znanjem o naravnem pojavu (hidrologija, hidravlika, erozijski tal, geotehnika,

reologija ipd.), ranljivosti (gradbeništvo, psihologija, civilna zaščita) in možnih ukrepih oziroma njihovih posledicah (hidrotehnika, geotehnika, gozdarstvo in drugi).

Naravni pojavi, ki vodijo k ogroženosti prostora zaradi vodnih ujm so:

- visoke vode in rečne nižinske in kraške poplave s pojavi bočne in globinske rečne erozije
- izbruhi hudournikov, murasti in blatni tokovi
- kamniti plazovi
- skalni in kamninski podori
- zemljinski plazovi (usadi, splazitve, plazovi)
- snežni plazovi.

Odrpito je vprašanje povezave erozijske in poplavalne ogroženosti prostora z njeno potresno ogroženostjo, saj so prav potresi pogost vzrok intenzivnih erozijskih pojavov velike rušilne moči in dosega (predvsem skalnih podorov).

Postopek določevanja ogroženosti prostora se izvaja torej v treh stopnjah (zajemanje, prikazovanje in ocena):

1. Prepoznavanje in dokumentiranje ogroženosti, kar izvedemo na eni strani v katastru in karti ranljivosti, na drugi strani pa v katastru nevarnosti in kartah nevarnosti (procesov).
2. Ocena ogroženosti, ki jo grafično prikažemo v kartah ogroženosti, in ki temelji na sintezi ranljivosti in nevarnosti, upoštevajoč dogovorjene kriterije za določanje stopenj ogroženosti glede na prisotno ranljivost, in ki postane sestavni del načrtov povodij.
3. Upravljanje z ogroženim prostorom, kar izvajamo s pomočjo ukrepov.

Če naj iz ocene ogroženosti izhajajo ustrezni prostorski ukrepi, ki pomenijo za upravne organe in lastnike zemljišč na ogroženih območjih obvezne posledice, je treba prikazati tako oceno ogroženosti čim bolj jasno in prepoznavno. Zato naj pisni in grafični del ocene ogroženosti postane obvezni sestavni del vsakega načrta povodja kot dela vodnogospodarskih osnov oziroma prostorskih planskih aktov. Če v nekem povodju ni določenih nevarnosti, naj se to dejstvo obvezno ugotovi v postopku izdelave načrta povodja.

Karte naravnih pojavov, ki določajo nevarnost v prostoru, se izdelujejo s pomočjo terenskega kartiranja, ali v povezavi z zračnimi posnetki, na podlagi objektivnih in prepoznavnih vidnih kriterijev. Vendar je za ocenjevanje nevarnosti v prostoru samo površinska geomorfološka analiza površja običajno premalo natančna. Pojave je treba prepoznavati v prostoru, zato je treba uporabljati tudi geološke, inženirsko-geološke in hidrogeološke karte in spoznanja. Tudi sicer je treba posamezne pojave obravnavati povezano (npr. povezanost labilnih pobočij s hudourniško erozijo).

Najprej bo treba sprejeti usklajeno legendo za prikazovanje pojavov v kartah pojavov. Posamezne pojave je verjetno bolj smiselno prikazovati vsakega na svoji karti. Možno je njihovo naknadno prekrivanje ali združevanje s skeniranimi temeljnimi topografskimi načrti TTN-5. Odločiti se bo treba za dinamiko izdelave kart procesov. Ali začeti iz že izdelanih kart, ki jih je treba najprej vsebinsko poenotiti, in nato nadaljevati tam, kjer je ogroženost večja, ali pa jih začeti sistematično izdelovati?

Merila za izdelavo kart, manjša od 1:25.000, lahko služijo le preglednim prikazom. Za slovenske razmere merilo 1:100.000 ni dovolj natančno in ne omogoča zadovoljive prostorske ločljivosti. Merilo 1:25.000 je primerno za izdelavo preglednih kart z zbirnim prikazom procesov (npr. plazljivih območij), ki služijo usmerjanju prostorskega načrtovanja, konkretno kot strokovna podlaga za srednjeročne načrte.

Izdelava kart ogroženosti je lahko le postopna, kjer je treba dati prednost tistim območjem, kjer je že danes ugotovljena njihova ogroženost ali kjer je ranljivost območja velika - današnja ali pa potencialna, to je predvidena. Če se na podlagi že izdelanih preglednih kart v merilu 1:25.000 ugotovi ogroženost, je treba v prihodnje izdelati podrobnejše karte nevarnosti v merilih 1:5.000 in 1:10.000. Če te ne zadostujejo, je treba opraviti geodetske posnetke terena in jih prikazati v merilu 1:1.000 ali 1:500, ker lahko šele tako natančni posnetek terena omogoči podrobnejši prikaz nevarnosti in s tem delitev širšega območja nevarnosti v posamezne stopnje ogroženosti, kot osnova za načrtovanje ustreznih gradbenih in drugih ukrepov varstva pred vodnimi ujmami.

Kataster s karto ranljivosti je pregled današnje rabe prostora in vsebuje podatke o ugotovljenem območju delovanja in morebitni povzročeni škodi. Tak kataster predstavlja pomembno pomoč pri določanju območij delovanja posameznih pojavov, kakor tudi pri oceni njihove pogostosti in intenzitete. Pri tem se je treba zavedati, da je zaznavanje in prenašanje v izročilu o doživetih naravnih ujmah zelo subjektivne narave. Pri tem vpliva na tako zaznavo vrsta pojava (nenaden ali postopen), kakor tudi njegova prostorska razširjenost (lokalen, regionalen, vseobsegajoč). Podlaga za izdelavo katastra in karte ranljivosti so obstoječi podatki o naravnih nesrečah in prostorski planski akti o obstoječi in prihodnji rabi prostora. V oceno je obvezno vključena tudi raba in vsebina objektov v državni lasti. V primeru prve in druge stopnje ranljivosti je treba izdelati karte ranljivosti v merilu 1:10.000 ali v večjem merilu.

Karte ogroženosti prikazujejo prostorske enote, to je posamezne dele območja ogroženosti z različno stopnjo ogroženosti, kjer lahko obstaja ogroženost zaradi enega ali več obravnavanih pojavov. Pri tem velja enostavno pravilo, da je posamezna stopnja ogroženosti toliko večja, kolikor večja je intenziteta posameznega dogodka in kolikor pogostejše nastopi. Temelj za določanje obsega posamezne stopnje ogroženosti je intenziteta dogodka in njegova verjetnost nastopa. Pri tem intenziteto dogodka določa način, kako deluje v prostoru (npr. pritisk na objekte). Karte ogroženosti se izdelujejo z uporabo treh stopenj ogroženosti, in sicer: velike, srednje in majhne.

Karte ogroženosti kot sestavni del predvidenih načrtov urejanja povodij pomenijo temelj za načrtovanje in usklajevanje posegov v prostor. Prepoznavanje in prikazovanje ogroženosti ima svoj smisel le, če zagotovimo neposredno uporabo pri načrtovanju posegov v prostor. Iz prostorsko opredeljenih stopenj ogroženosti sledijo zahteve, kot je to značilno za območja poselitve (švicarske smernive varstva pred snežnimi plazovi - izv. Richtlinien zur Lawinengefahr):

1. Na območjih velike ogroženosti so ljudje ogroženi tudi v zaprtih prostorih objektov. Glede na prostorsko načrtovanje se na takih območjih ne sme dovoliti graditev novih objektov. Za obstoječe objekte je treba predvideti in izvesti glede na delujoči pojav najprimernejše gradbene ukrepe za zavarovanje oziroma zaščito objekta. Raba prostora je na zelo ogroženih območjih lahko le ekstenzivna. Za naravni pojav, ki ogroža območje, je predviden monitoring in poseben opozorilni in obveščevalni sistem, za katerega skrbi civilna zaščita. Za območje so izdelani tudi podrobni načrti za zaščito in reševanje.

2. Na območjih srednje ogroženosti so ljudje ogroženi predvsem na prostem. Graditev je na takih območjih lahko dovoljena le izjemoma, če obstajajo možnosti za graditev na manj ogroženih območjih. Morebitna graditev je pogojena z gradbeno-tehničnimi pogoji, ki jih je treba upoštevati pri graditvi. Pri drugačni rabi prostora je mogoče z omejitvenimi pogoji rabe (npr. predpisi o gojenju določene kulture na kmetijskih zemljiščih) doseči, da ostane škodni potencial v omejenem obsegu. Za naravni pojav, ki ogroža območje, je predviden monitoring in

poseben opozorilni in obveščevalni sistem, za katerega skrbijo uporabniki zemljišč (lastniki kampov, rekreacijskih površin, parkirišč ipd..).

3. Na območjih majhne ogroženosti so ljudje komaj ogroženi. Ta stopnja ogroženosti naj bi opozorila, da na tem območju obstaja majhna intenziteta ogroženosti zaradi nekega dogodka oziroma zelo majhna verjetnost njegovega nastopa. Na takih območjih je graditev mogoča, vendar z gradbenimi priporočili (npr. preprečevanje velikih ali globokih usekov na pogojno stabilnih zemljiščih). Na takih območjih praviloma omejitve rabe prostora ne obstajajo.

2.4 SMERNICE ZA GOSPODARJENJE NA OGROŽENIH OBMOČJIH

Gospodarjenje na ogroženih območjih temelji na spoštovanju splošnih pogojev gospodarjenja, ki čim bolj zmanjšujejo ranljivost na nevarnih območjih. Pri tem prihaja do sporov med posamezniki, ki želijo na nevarnih območjih gospodarski razvoj, in državo, ki želi zmanjšati ogroženost s preusmerjanjem razvoja zunaj nevarnih območij. V bližini mestnih središč imajo kljub nevarnosti poplavna območja visoko potencialno ekonomsko vrednost in je politični pritisk za njihovo urbanizacijo zelo močan ne glede na ogroženost. Pri tem se kot izhodišča upoštevajo načela:

- načelo preventivnega ukrepanja
- povzročitelj je odgovoren (soodgovoren) za nastalo škodo in
- uporaba najboljših tehnologij pri urejanju (integrirano planiranje povodja, graditev objektov, varnih pred nesrečo, zaščitni in sanacijski ukrepi ipd..) ob upoštevanju zahtev varstva narave.

2.4.1 Splošni pogoji gospodarjenja na ogroženih območjih

Splošni pogoji gospodarjenja na ogroženih območjih sledijo dolgoročnim ciljem urejanja voda na ogroženih območjih in omogočajo izvedbo potrebnih ukrepov za njihovo doseganje.

2.4.1.1 Dolgoročni cilji urejanja voda na ogroženih območjih

Cilji vodarstva na področju urejanja voda so:

- z regionalnim planiranjem povezati različne specifične interese (kmetijsko, gozdno in lovsko gospodarstvo ter turizem - oddih, zabava, izraba prostega časa) v gorskem svetu in jih uskladiti z naravnimi danostmi;
- vzpostavitev ekološkega ravnovesja v občutljivem gorskem prostoru, saj je to temeljni pogoj za zagotovitev dolgoročne uspešnosti urejanja povirij voda in urejenosti celotnega vodnega režima v gorskem svetu;
- ukrepi varstva okolja naj zmanjšujejo nevarnosti za ekološko stabilnost gorskega sveta, ki jo nosi propadanje gorskega gozda zaradi naraščajočega odmiranja drevja;
- obremenitve gorske pokrajine je treba zadrževati pod mejo, ki jo določata vodni režim in vegetacija, če je ta meja presežena, je treba poseči po sanacijskih ukrepih;
- sprotno prilagajanje žgoči problematiki, tako bo nujno treba najti odgovore na trenutno bistvena vprašanja varstva pred škodljivim delovanjem voda v gorskem svetu:
 - možne posledice človeških posegov v vodni režim (gozdarstvo, cestogradnje, graditve gozdnih cest in poti, smučarske proge ...);
 - učinkovitost in usklajenost z okoljem raznih objektov, vodnih elektrarn ...;
 - možne posledice novejših škod na gozdnih sestojih.

Prednostna (imperativna) naloga urejanja povirij voda v Sloveniji je vzdrževanje krhkega naravnega - dinamičnega ravnovesja v gorskem svetu ob:

- ohranjanju pestrosti rastlinskega in živalskega sveta,
- krepitevi samoobnovitvenih moči narave,
- plemenitenju in bogatenju naravnih virov (voda, les, zrak),
- zagotavljanju možnosti za človekov obstoj v gorskem svetu,
- okolju primernem in aktivnem gospodarjenju v gorskem svetu,
- omejevanju in preprečevanju za gorsko pokrajino prevelikih obremenitev prostora (turizem, promet, industrija ...),
- prednostnem varovanju človeškega življenja in imetja,
- uvajanju ekonomskih kriterijev vrednotenja ureditvenih ukrepov in del, kjer je to mogoče in smiselno (ti. cost-benefit analiza),
- dajanju prednosti inženirsko-biološkim metodam pred tehničnimi posegi,
- uporabi naravnih materialov, ustrezni lokaciji in namenu ureditvenega ukrepa.

Ustrezno zahtevam današnjega časa, predvsem razvitejši ekološki zavesti, se težišče vodarske (strokovne in finančne) dejavnosti odmika od:

- energetike (velikih hidroenergetskih objektov),
- klasičnih (togih) ravninskih regulacij in
- dolinskih melioracij

v pomembna področja urejanja vodnega režima v prostoru :

- revitalizacijo togo reguliranih in biološko razvrednotenih vodtokov,
- urejanje povirij voda in hribovske melioracije na splošno, ki naj služijo zaščiti naselitvenih območij in kulturne pokrajine pred erozijo, neurnimi vodami in plazovi (omejevanje erozije v povirjih hudournikov, zaščita in utrjevanje labilnih in plazenju izpostavljenih površin, razprševanje neurnih površinskih voda, zaščita in ohranitev gozdnih površin ...),
- zaščito in kakovost voda,
- male hidroenergetske objekte, načrtovane ob popolnem upoštevanju prostorskih in okoljskih pogojev.

2.4.1.2 Ukrepi za doseganje dolgoročnih ciljev urejanja voda na ogroženih območjih

Ukrepe na področju urejanja povirij lahko povzamemo v:

- temeljni ukrep v gorskem prostoru je ti. integralno melioriranje, kamor razen:
 - urejanja povirij voda

sodi med drugim tudi:

- urejanje visokogorskih planin,
 - ločevanje gozdov in pašnikov,
 - obnavljanje gorskega gozda,
 - reguliranje sestoja divjadi;
- zaradi ozkih medsebojnih vplivov med navedenimi področji lahko nastopi v gorskem svetu bistveno izboljšanje razmer le ob medsebojni usklajenosti vseh sanacijskih prizadevanj, kar hkrati ureja in izboljšuje tudi možnosti gospodarjenja v povirjih voda;
- vsi ukrepi urejanja povirij voda morajo biti zaradi njihovega neposrednega vpliva na naravni režim, usklajeni in prilagojeni naravnemu režimu, saj lahko le to zagotovi dolgoročno saniranje razmer in uspešno preprečevanje škode v povirjih voda;
- vsak ukrep urejanja povirij voda pomeni hkrati tudi poseg v naravni režim in krajinsko podobo, ki je sprejemljiv, če služi zaščiti naselitvenih območij in kulturne pokrajine pred erozijo, neurnimi vodami in plazovi;

- pri urejanju povirij voda naj se prednostno uporabljajo inženirsko-biološke metode; seveda ostajajo na samih hudourniških strugah neizogibni tehnični objekti za varovanje pred globinsko in bočno erozijo;
- poseben poudarek naj bo na ohranitvi in zaščitni vlogi stabilne vegetacijske odeje - v gorskem svetu predvsem v obliki z rastlinskimi vrstami bogatega mešanega gozda;
- gospodarjenje in gojenje gorskega gozda ter vzdrževanje visokogorskih planin zahteva urejanje dovoznih poti oziroma cest, ki so prevozne za moderna kmetijska in gozdarska vozila; širina in utrditev vozišča naj se iz gospodarskih in ekoloških vzrokov omeji na minimum;
- z okolju prilagojeno rabo in negovalnim gospodarjenjem povirij voda s pomočjo visokogorskega kmetijstva in gozdarstva lahko najučinkoviteje delujemo proti delovanju erozije, neurnih voda in plazov;
- ena prednostnih nalog urejanja povirij voda je saniranje erozijskih žarišč, tako naj hudourniški objekti (zgradbe) izločajo akutne izvore plavin:
 - v zgornjem toku z zadrževalniki plavin, stabilizacijo, ozelenitvijo in s pogozdovanjem erozijskih žarišč;
 - v srednjem toku z neškodljivim zadrževanjem grobih plavin in stabilizacijo pobočij;
 - v spodnjem toku z urejanjem predvsem naseljenih hudourniških vršajev;
- pomembno mesto naj zavzame izdelava kart ogroženih območij, temelj tega pa naj bodo katastri naravnih danosti (nagibov površin, pokrovnosti tal, hribinske sestave tal, hidrografski prikaz ...), katastri naravnih pojavov (kataster snežnih plazov, kataster zemeljskih plazov ...), karte ranljivosti in stalne meritve najpomembnejših parametrov (padavin, pretokov voda in plavin), ki bodo omogočali napovedovanje pojavov in s tem zmanjševanje ranljivosti;

Za dosego dolgoročnih ciljev je treba urejanje povirij voda v Sloveniji zasnovati na podlagi strokovno izdelanih in v parlamentu potrjenih srednjeročnih in dolgoročnih programov, pri čemer naj se ureditvene metode in ukrepi delijo na:

- celostno urejanje povirij voda v sklopu celovitega urejanja povodij, brez ločevanja na hudourniški in vodarski del povodja, predvsem celostno saniranje hudourniških območij kot prednostna naloga v povirjih;
- izvajanje novih ureditev - v manjšem obsegu kot pri sanaciji celih hudourniških območij, predvsem posledica dinamičnih naravnih pojavov;
- skrbno redno vzdrževanje in razširjanje že ustvarjenih razmer v povirjih voda, s stalnim prilagajanjem na nove, spremenjene razmere;
- pasivne ukrepe varstva pred neurnimi vodami (plazovi, hudourniki in erozijo) na podlagi določanja nevarnih oziroma ogroženih območij.

Pomemben element načrtovanja in programiranja je tudi zaporedje izvajanja ureditvenih ukrepov in del:

- prednost ima varnost ljudi (človeških življenj ter splošne in osebne lastnine);
- problematika se rešuje z odpravo (ne zanemarjanjem) vzrokov in s preprečevanjem (ne odstranjevanjem) posledic na temelju naravnih danosti in nevarnosti ustreznega načrtovanja rabe prostora in gospodarjenja s prostorom;
- upoštevati je treba dinamiko naravnih pojavov v času in prostoru;
- prednost imajo ogrožena (erozijsko intenzivna) območja;
- v okviru celovitega urejanja povirij se najprej izvaja tiste ukrepe ali dela iz ureditvenega načrta, ki so temelj za izvedbo in delovanje celotne ureditve (npr. oporni zid za stabilizacijo pobočja).

Pri tem se pojavi nujnost stalnega spremljanja naravnih danosti in dinamičnih pojavov v naravnem okolju ter njihovega vrednotenja in prikazovanja:

- izdelava ustrezne metodologije za izdelavo kart nevarnosti in kart ranljivosti in njihovo stalno prilagajanje novonastalim razmeram, kar vodi v oceno ogroženosti oziroma karte ogroženosti
- dovolj gosta mreža merskih postaj in stalne terenske meritve bistvenih hidroloških in hidravličnih parametrov (padavine, odtok in pretok voda, morfologija strug ...) za prepoznavanje nevarnosti in možnost njihovega matematičnega modeliranja in hkrati tudi napovedovanja in s tem zmanjšanja ranljivosti in s tem posledično tudi ogroženosti
- terenski raziskovalni laboratoriji (hidrologija povirij, sproščanje in dinamika premeščanja plavin, gozdna in snežna hidrologija, stabilnost zemljin ...)
- matematično in fizično modeliranje dinamičnih pojavov v okviru osrednje vodarske raziskovalne ustanove

2.4.2 Dolžnosti lastnikov zemljišč pri gospodarjenju na ogroženih območjih

Sledi opis dolžnosti lastnikov zemljišč na ogroženih območjih ali uporabnikov voda na teh zemljiščih.

2.4.2.1 Na poplavnih območjih - splošno:

- gospodariti je treba tako, da se ne poslabšajo odtočne razmere;
- vzdrževati in obnavljati je treba vse objekte, ki varujejo pred visoko vodo;
- zemeljske visokovodne nasipe je treba zavarovati pred odnašanjem in spodkopavanjem;
- strugo vodotoka, ki poplavlja, je treba čistiti zarasti in nanosov, da se dodatno ne zmanjšuje pretočnost;
- redno je treba čistiti in vzdrževati odtočne jarke;
- zaradi poplavnih voda ogolela območja je treba zavarovati, po možnosti z rastlinsko odejo.

2.4.2.2 Na urbanih poplavnih območjih:

- glede na oceno ogroženosti in škode je treba zavarovati območje na ustrezno pogostost (verjetnost) preplavljanja;
- zmanjšati je treba obseg in trajanje poplav;
- redno morajo biti vzdrževani vsi protipoplavni objekti (odtočni kanali, razbremenilniki, obrežni zidovi, visokovodni nasipi itd.);
- nasipavanje (dvig terena) poplavnega območja je mogoče po predhodnem odvodu talne vode;
- v primeru nevarnosti nastopa poplav je treba delovati v skladu z načrtom obrambe pred poplavami;
- zagotoviti je treba varnost ljudi in prometa.

2.4.2.3 Na poplavnih območjih, kjer so ogroženi infrastrukturni objekti:

- glede na pomembnost infrastrukturnega objekta je treba ogroženost zaradi poplav ustrezno zmanjšati ali odpraviti;
- vsak nov infrastrukturni objekt mora biti načrtovan tako, da ne poslabša poplavnih razmer ali da jih ne ustvari;

- premostitveni objekti morajo zagotoviti normalen pretok vode in plavin, upoštevana mora biti tudi nevarnost zamašitve zaradi plavja.

2.4.2.4 Na poplavnih območjih s kmetijskimi površinami:

- glede na pogostost in trajanje poplav je treba izbrati ustrezno izrabo zemljišča;
- redno je treba vzdrževati in čistiti odtočne jarke in mulde;
- glavni zbiralniki in odvodniki morajo biti očiščeni zarasti in zemeljskih nanosov;
- brežine odvodnikov morajo biti utrjene z zarastjo (travo), da se prepreči erodiranje brežin.

2.4.2.5 Na poplavnih območjih, kjer obstaja nevarnost onesnaženja izvirov pitne vode:

- glede na kakovost (stopnjo onesnaženosti) preplavne vode je treba ozemlje s podtalnico, ki je vir pitne vode, primerno zavarovati s skrajšanjem trajanja preplavitve ali s popolno odpravo;
- vsa skladišča nevarnih snovi morajo biti popolnoma varna pred poplavami.

2.4.2.6 Na poplavnih območjih v obliki naravnih zadrževalnikov, ribnikov, močvirij, mrtvih rečnih rokavov ali s trsjem pokritih površin:

- omogočen mora biti pretok vode na zemljišče, namenjeno naravnemu zadrževanju, zato je prepovedano preusmerjanje vode;
- odtok vode s takih območij mora biti usklajen s pričakovanim učinkom zadrževanja;
- poplave, ki bogatijo močvirja, morajo imeti ustrezno urejen dostop;
- v primeru eutrofikacije mora biti močvirje ustrezno vzdrževano.

2.4.2.7 Na poplavnih območjih, kjer je ogrožena naravna in kulturna dediščina:

- mora biti zagotovljen popoln nadzor nad nevarnim delovanjem poplav, ki ogrožajo naravno in kulturno dediščino, enako kot je to uveljavljeno pri ohranjanju posameznih ekosistemov.

2.4.2.8 Na hudourniških območjih:

- gospodariti je treba tako, da se ne poslabšujejo ravnovesne in odtočne razmere ali zmanjšuje plast rodovitne prsti;
- umetno zbrane vode je treba odvajati nadzorovano, in sicer v že ustaljene odvodne jarke, na vodoprepustnih in stabilnih tleh jih je treba razpršiti, da vnovič poniknejo v podtalje;
- zagotoviti je treba stabilnost objektov in njihovo varnost pred škodljivim delovanjem vseh vrst erozije;
- zagotoviti stabilnost spodkopanih in nasutih brežin;
- obronke vsečnih brežin in pobočij je treba razbremeniti drevja v dolžini njihovih korenin in jih zaobliti;
- ogolele in druge eroziji izpostavljene površine je treba zavarovati, po možnosti z rastlinsko odejo, da vode ne začnejo z njih spirati in odplavljati zemljin;
- zavarovati zemljate nasipe pred spodkopavanjem in odnašanjem;
- pri premostitvah in podobnih ukrepih v hudourniških strugah je treba zagotoviti normalni pretok voda in plavin ob upoštevanju nevarnosti zamašitve zaradi plavja.

2.4.2.9 Na pogojno stabilnih zemljiščih (plazljiva območja):

- pred posegom je treba preveriti pogoje stabilnosti zemljišča;
- pred zasipavanjem razmočenih zemljišč je treba talne vode odvesti;
- pobočne kotanje naj se drenirajo in izravnajo, tako da voda tam ne more več zastajati in razmakati zemljišča.

2.4.2.10 Na območjih počasnega plazenja snežne odeje (plazovita območja):

- objekte je treba zaščititi z varovalnimi zgradbami ali pa jih dimenzionirati na pritiske plazečega snega;
- treba je pospeševati gojenje sestojev, ki omejujejo plazenje snežne odeje.

2.4.2.11 Na območju snežnih plazov (plazovita območja):

- z varstvenimi objekti je treba zagotoviti varnost objektov, ki jih plazovi lahko poškodujejo;
- s trajnimi varstvenimi objekti ali z občasnimi varnostnimi ukrepi, kot so zapora površin v času plazenja, namerna prožitev plazov in podobno, je treba zagotoviti varnost ljudi in prometa.

2.4.3 Omejitve pri gospodarjenju na ogroženih območjih

Splošnim pogojem gospodarjenja na posameznih tipih zemljišč na ogroženih območjih sledijo posamezne omejitve, ki jih morajo upoštevati lastniki teh zemljišč oziroma uporabniki voda na teh zemljiščih. Sledi seznam omejitev in posegov, ki niso dovoljeni brez nadomestnih varstvenih ukrepov ali brez izdelane ustrezne dokumentacije.

2.4.3.1 V strugah hudournikov:

- omejevanje normalnega pretoka voda in plavin, pospeševanje erozijske aktivnosti voda v strugi in poslabšanje pretočnih razmer;
- odlaganje in skladiščenje lesa in drugih materialov;
- zasipavanje struge z odkopnim in odpadnim materialom vseh vrst, ki bi ga vode lahko odplavile;
- odzemanje vode, ki bi lahko pretok vode zmanjšalo pod biološki minimum ali ogrozilo krajevne potrebe po vodi;
- odzemanje naplavnega materiala iz brežin;
- odzemanje naplavin, in sicer :
 - tam, kjer je njihov dotok manjši od premestitvene sposobnosti vodotoka in bi s tem izzvali preveliko poglobljanje struge;
 - iz zaplavnih vršajev vodnih akumulacij, prodnih žepov in zaplavlkov, če bi s tem izzvali preveliko poglobljanje v gorvodni smeri;
 - iz obrežij in izza kril pregrad zadrževalnikov plavin, kjer bi to sprožilo procese globinske erozije in s tem ogrozilo stabilnost objektov;
- ob odvzemu naplavin puščati bolj groba zrna na mestih odvzema, kjer bi lahko oblikovale ovire v vodnem toku in preusmerjale vodne tokove;
- odzemanje zrn plavin, ki tvorijo ustaljevalne pragove in posteljico dna struge ter preprečujejo erodiranje dna;

- preusmerjanje vodnih tokov v erodibilne brežine;
- graditev objektov na ogroženih brežinah in v 4-metrskem obrežnem pasu od gladine pričakovanih visokih voda;
- graditev objektov v rezervatih za vode in plavine;
- drugi posegi, ki bi ovirali normalen pretok voda in plavin ter pospeševali erozijsko dejavnost voda.

2.4.3.2 Na poplavnih območjih:

- načeloma je na poplavnih območjih prepovedana kakršna koli graditev brez predhodnih zavarovalnih del;
- prepovedano je zasipavanje struge z materialom, ki bi ga vode lahko odplavile ali z materialom, ki bi zmanjšal pretočno sposobnost vodotoka;
- nedopustno je preusmerjanje vodnega toka brez predhodnega soglasja;
- graditev objektov v rezervatih za vodo in plavine ni dovoljena, prav tako ne graditev objektov, ki bi povzročali dvig gladine podtalnice.

2.4.3.3 Na hudourniških območjih:

- ogolitev površin,
- krčenje gozdnih sestojev, ki preprečujejo plazenje zemljišč in snežne odeje, uravnavajo odtočne razmere in varujejo nižje ležeče površine pred škodljivimi vplivi erozijskih zaledij,
- zasipavanje plodnih tal,
- nekontrolirano odvajanje zbranih voda po erodibilnih ali plazljivih površinah,
- zasipavanje izvirov voda,
- omejevanje gibanja površinskih in podzemnih voda,
- vlačenje lesa po zemeljskih drčah in neutrjenih poteh.

2.4.3.4 Na erozijskih območjih:

- nekontrolirano odvajati zbrane vode,
- odvezovati kamenje in skalovje, ki tvori ogrodje erodibilnih zemljin,
- miniranje skal, ruvanje panjev in druga zemeljska dela, ki poslabšujejo površinsko odpornost tal.

2.4.3.5 Na pogojno stabilnih zemljiščih:

- preusmerjanje voda z okoliških stabilnih na pogojno stabilna zemljišča,
- zadrževanje voda, predvsem terasiranje in drugi načini obdelave, ki bi pospešili zamakanje zemljišča,
- posegi, kot so oporni in podporni objekti, ki bi dvignili gladino podtalnice,
- prerazporejanje zemeljskih mas in druge dodatne obremenitve,
- iztrebljanje tistih grmovnih in drevesnih vrst, ki omejujejo plazenje zemljišč.

2.4.3.6 Na območjih s pogojno stabilno snežno odejo:

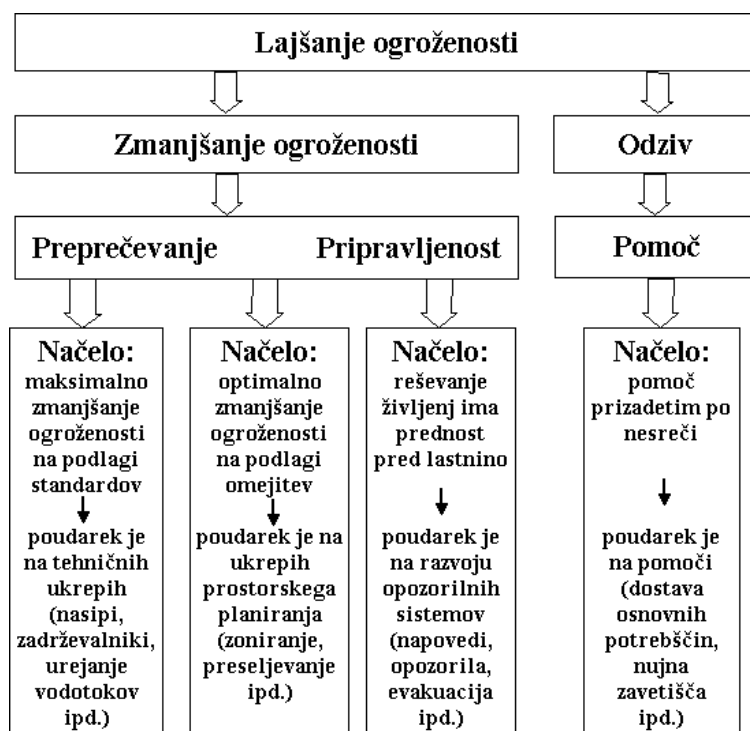
- krčenje rastja, razen v utemeljenih primerih, kjer širina preseke, merjena po padnici terena, ne sme povzročiti, da bi počasno plazenje snežne odeje prešlo v snežni plaz (omejitev je dopusten razmak med podpornimi objekti za ustalitev snežne odeje),
- redčenje gozdnih sestojev in izravnavanje površin, kar bi pospešilo plazenje snežne odeje,
- gojenje enodobnih monokultur.

2.4.3.7 Na plazovitih območjih:

- graditi objekte, ki bi jih snežni plazovi lahko porušili ali drugače poškodovali,
- graditi objekte, ki bi jih snežni plazovi sicer smeli preplaviti, vendar na njih z občasnimi varnostnimi ukrepi ni mogoče zagotoviti varnosti ljudi in prometa,
- preusmerjati snežne plazove iz ustaljenih plaznic na porasle, labilne in drugače ogrožene površine.

3. UKREPI ZA VARSTVO PRED VODNIMI UJMAMI

Varstvo pred naravnimi nesrečami je gospodarjenje s škodo. Osnovni cilj odločanja pri načrtovanju ukrepov za varstvo pred naravnimi nesrečami je lajšanje ogroženosti oziroma zmanjšanje škode, ki jo nesreča lahko povzroči. Tveganje olajšamo z zmanjšanjem ogroženosti in različnimi oblikami pomoči pri odpravljanju posledic (slika 3.1; Plate, 1998).



Slika 3.1 - Različni pristopi pri lajšanju ogroženosti.



Slika 3.2 - Ravni odločanja.

Proces odločanja zahteva sodelovanje na različnih ravneh odločanja v odvisnosti od velikosti in vrste problema. Na sliki 3.2 (Lullwity, 1998) so prikazane ravni odločanja pri varstvu pred naravnimi nesrečami. V tem poglavju bomo govorili predvsem o ukrepih za preprečevanje škode. O ukrepih za zaščito in reševanje ob naravnih nesrečah in o obnovi po naravnih nesrečah bo govora v drugem poglavju.

Preglednica 3.1 - Načrtovanje in odločanje pri izvajanju ukrepov varstva pred poplavami.

KRITERIJ	VARSTVO			RAVEN ODLOČANJA			
	načrt.	potreba	obnova	državno	region.	občina	osebno
Zmanjšanje osebne ekonomske škode	◇		◇				◇
Zmanjšanje družinskega finančnega bremena		◇	◇	◇	◇	◇	
Zmanjšanje potrebe po evakuaciji		◇			◇	◇	◇
Zmanjšanje trajanja evakuacije		◇			◇	◇	◇
Zmanjšanje časa izostanka z dela		◇	◇				◇
Zmanjšanje zdravstvenih težav		◇	◇	◇	◇		
Zmanjšanje ravni stresa		◇	◇				◇
Zmanjšanje razdvojenosti v življenju		◇	◇			◇	◇
Zmanjšanje zaskrbljenosti		◇	◇		◇	◇	◇
Zmanjšanje pojava samomorov			◇		◇		◇
Povečanje občutka varnosti	◇	◇	◇	◇	◇	◇	
Povečanje vključevanja vlade	◇	◇	◇	◇	◇	◇	
Povečanje vodilne vloge vlade	◇	◇	◇	◇	◇	◇	
Povečanje koordinacije občil		◇		◇	◇		
Skrajšanje časa informiranja		◇		◇	◇	◇	
Povečanje točnosti informacije		◇	◇	◇	◇	◇	
Povečanje razumevanja nevarnosti	◇	◇			◇	◇	◇
Povečanje prenosa znanja	◇	◇	◇		◇	◇	◇
Povečanje osebnega vključevanja	◇	◇	◇				◇
Zmanjševanje razlik zaščite	◇	◇	◇	◇	◇		
Enakomerna porazdelitev posledic	◇	◇		◇	◇		
Enakomerna porazdelitev pravice -na območju		◇	◇	◇	◇		

Ukrepe za preprečevanje škode glede na vrsto posega delimo na:

- **vodogradbene:** graditev hidrotehničnih objektov, regulacijski posegi ipd. in
- **alternativne:** upravno-zakonski ukrepi, prostorsko načrtovanje, prilagojeno poplavam, prepoved ali omejevanje posameznih dejavnosti (omejena graditev gozdnih cest), državna podpora želenim dejavnostim (pogozdovanje, protipoplavna graditev), nezgodno zavarovanje, usklajena intenzivna raba prostora (varovanje poplavnih območij kot del naravne dediščine).

Glede na način delovanja pa na:

- **aktivne:** vplivamo na obliko in naravo pojava, zmanjšujemo predvsem velikost in trajanje poplavnega vala (akumulacije, pogozdovanje ipd);
- **pasivne:** varujemo pred posledicami (nasipi, evakuacija ipd.).

Načrtovanje in odločanje pri izvajanju ukrepov varstva pred poplavami je zahteven proces, sestavljen iz več področij delovanja (preglednica 3.1), na katere vplivamo z odločitvami na različnih ravneh upravljanja pred, med in po poplavi (Simonović, 1997).

3.1 VODOGRADBENI UKREPI ZA VARSTVO PRED POPLAVAMI

Vodogradbeni ukrepi zajemajo graditev hidrotehničnih objektov, s katerimi vplivamo na verjetnost pojava, pretočno krivuljo ali krivuljo gladina-škoda. So eni od najstarejših ukrepov za varstvo pred poplavami in dolga stoletja celo edini. V industrijskih družbah je veljalo zmotno mnenje, da ni tako velike poplave, ki je z vodogradbenimi ukrepi ne bi mogli ukrotiti. Pri nas so bili tudi poglavitni ukrepi, saj je družba zagotavljala varnost pred poplavami ne glede na stroške ali druge stranske vplive. Občutek varnosti na nekdanjih poplavnih območjih pa pospešuje njihov gospodarski razvoj, s tem pa povečuje ranljivost in škodo pri poplavi.

Z vodogradbenimi ukrepi običajno enostransko posegamo v celovit vodni režim in zaradi nepoznavanja zakonitosti sprožamo ali spreminjamo procese z nezaželenimi posledicami. Ko po daljšem času ugotovimo, da so posledice prehude, ne moremo več povrniti prvotno stanje ker ne smemo zmanjšati varnosti zaščitenega območja. Nezaželene posledice zahtevajo nove ukrepe, novi ukrepi povzročajo še hujše nove posledice, in ujeti smo v začaranem krogu. Opozoriti moramo, da so poplave, erozija in plazovi naravni pojavi, ki se lahko delno spremenijo in katerih posledice lahko blažimo, ne moremo pa jih nikoli popolnoma preprečiti. Kar lahko storimo pa je preprečevanje vse prepogostih človeških vzrokov za nastanek teh procesov in njihovo pospeševanje.

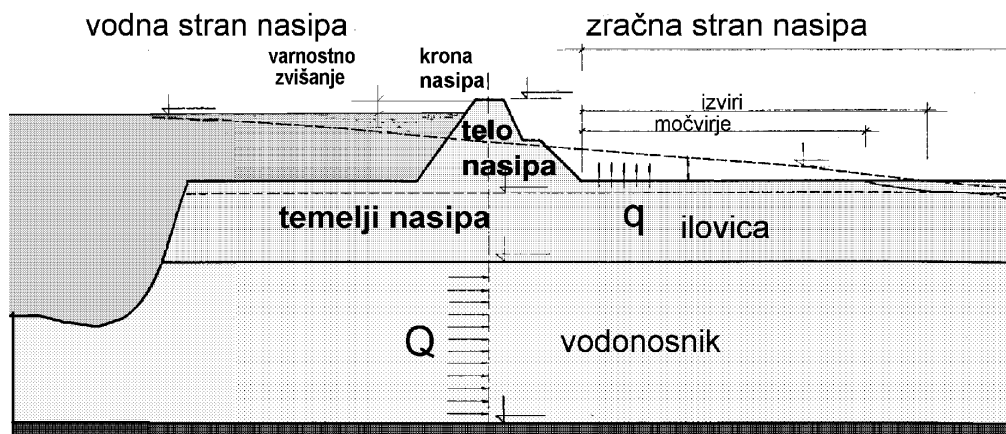
Poleg nasipov obstaja še vrsta drugih vodogradbenih posegov za varstvo pred poplavami (Hoyt, 1955; Framji, 1983). Pri tem moramo opozoriti, da je v literaturi na voljo veliko podatkov o graditvi objektov, sorazmerno malo pa objektivnih analiz, z meritvami in opazovanji o njihovih vplivih, o posledicah vplivov in ne nazadnje o učinkovitosti. To je tudi razumljivo, saj večina objektov še ni bila izpostavljena pojavom, na katere je dimenzionirana.

Opozoriti moramo še na nevarnost porušitve objekta s katastrofalnimi posledicami. Poplave praviloma niso toliko nevarne za človeška življenja, saj voda razmeroma počasi narašča in imajo ljudje dovolj časa, da se umaknejo na varno. Če pa se objekt poruši, porušitveni poplaveni val odplavlja vse pred seboj in ljudje nimajo časa za umik. Predvsem so tu nevarni objekti, ki so namenjeni samo varstvu pred poplavami, saj jih glede na naravo pojava ne moremo preizkusiti ali izvesti poizkusnega obratovanja. Nepreizkušen objekt mora delovati, in to brezhibno, čeprav je od graditve minilo že več deset let.

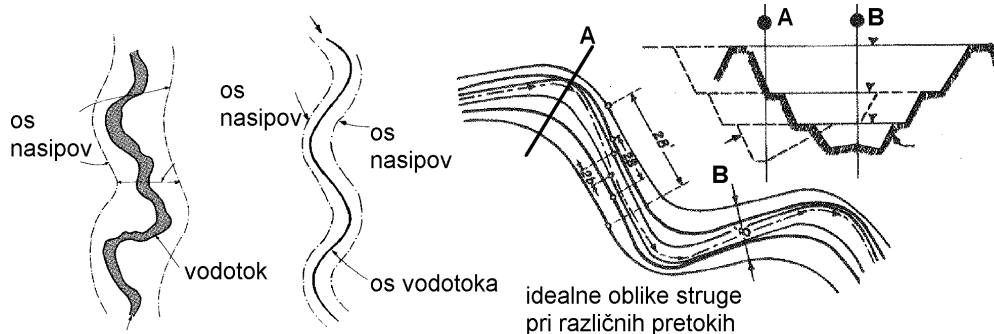
3.1.1 Nasipi

Nasipi so najstarejši objekti za zaščito pred poplavami in temeljni objekti pasivnega načina varstva, s katerimi odstranimo nevarnost na zaščitenem območju. Nasipi preprečujejo razlitje vode po poplavnih območjih. Praviloma so zgrajeni iz zemlje (slika 3.3) in sestavljeni iz krone (vrhnjega dela), telesa nasipa, ki ima zračno in vodno stran, ter podlage nasipa, na kateri temelji. Kot objekt se nasip loči od zemeljske pregrade, čeprav sta si podobna. Vodna stran nasipa je le občasno kratek čas pod vodo (ob poplavi), več deset kilometrov dolgi nasipi bi bili predragi, če bi jih gradili z enakimi standardi kot gradimo pregrade. Zaradi čim manjših stroškov gradimo telo nasipa iz materiala, ki ga dobimo v neposredni bližini in je lahko bolj

prepusten ali slabše kakovosti kot pa pri nasuti pregradi, tako da je varnost nasipov manjša. Na krajših odsekih, kjer primanjkuje prostora, namesto zemeljskega nasipa gradimo masivni zid.



Slika 3.3 - Nasip za varstvo pred poplavami.



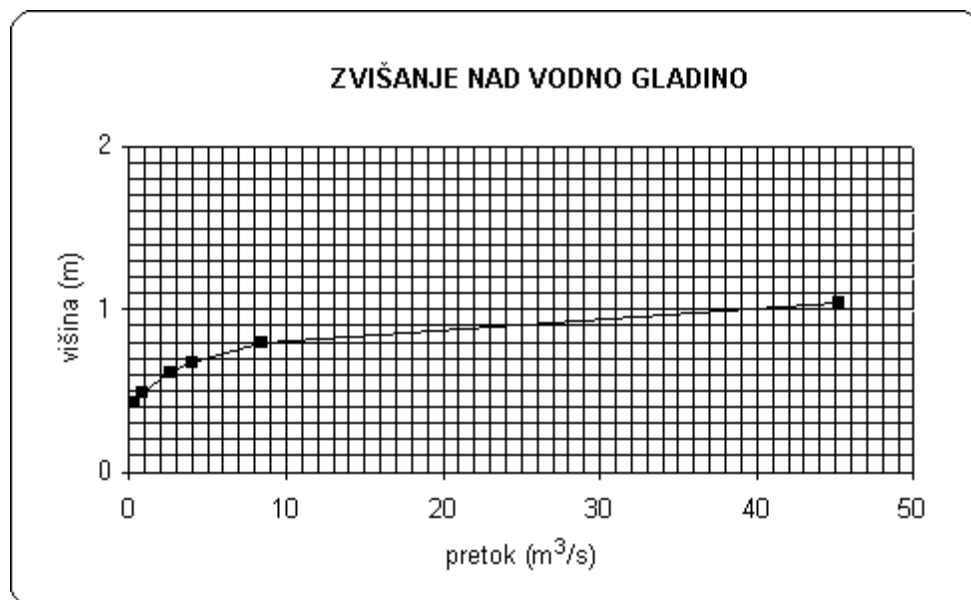
Slika 3.4 - Položaj nasipov ob strugi vodotoka.

Tok poplavnih voda se razlikuje od toka pri srednjih in nizkih pretokih, ker sta širina in radij struge veliko večja, zato nasipov ne gradimo vzporedno s strugo (ZN, 1953, slika 3.4), temveč jih načrtujemo z večjimi radiji, primernimi večjemu pretoku in večji širini toka poplavne vode.

Vrhni del nasipa (krona nasipa) mora biti za določeno varnostno višino nad projektno gladino poplavne vode, za katero dimenzioniramo nasip. Zvišanje mora biti dovolj veliko, da voda pri poplavi ne prelije nasipa in ga z erozijo ne uniči. Varnostno zvišanje je potrebno zaradi vpliva valovanja vode, točnosti izračunov in tudi zaradi posedanja telesa in podlage nasipa. V večini držav je določeno s standardi ali z internimi predpisi pooblaščenih ustanov. Praviloma je to en meter, na večjih plovnih vodotokih (Donava) pa tudi dva metra. Poleg tega so predvidena dodatna zvišanja na občutljivih točkah, kjer lahko pričakujemo večje valovanje, posedanje ali zajezitev vodotoka (mostovi).

Starejši viri v ZDA priporočajo zvišanje konstrukcije za 90 do 120 centimetrov. Razlogi za zvišanje so točnost hidravličnega izračuna projektiranih gladin vode v vodotoku in vpliv

valovanja (Pickels, 1941). Zahtevano zvišanje nasipov je znašalo od 90 cm za manjše nasipe do 150 cm za večje nasipe (Merriman in Wiggin, 1954). Tehnični normativi za projektiranje kanalov, ki jih je izdal leta 1952 Bureau of Reclamation (Chow, 1959), upoštevajo tudi pretoke v strugi, tako da zvišanje objekta nad projektirano gladino znaša od 30 do 120 centimetrov (slika 3.5).



Slika 3.5 - Zvišanje nasipov nad projektirano vodno gladino (po Chowu, 1959).

Sodobnejša literatura zahteva podobne ali nekoliko višje vrednosti. Tako je predvideno zvišanje nasipov za 60 centimetrov pri nasipih za zaščito kmetijskih površin in 90 centimetrov pri nasipih za zaščito urbaniziranih površin (Petersen, 1986). Višje vrednosti se priporočajo v neposredni bližini mostov in drugih konstrukcij, ki povzročajo upore in zaježitve toka vode.

Pregled podatkov iz izkušenj po svetu kaže (Framji, 1983), da se zvišanja nasipov nad projektirano gladino gibljejo od 0.5 do 2.0 metra (preglednica 3.2).

V Kanadi (Neill, 1972) je zvišanje pri mostovih prepuščeno posebni presoji in upoštevanju posebnih klimatskih razmer. Za vsak primer je treba izdelati posebno analizo. Zvišanje mora biti višje vsaj za energetska višino ($v^2/2g$) ter dovolj veliko za prepuščanje plavajočih predmetov, to je ledu in dreves, ob upoštevanju možnega valovanja.

V Nemčiji opozarjajo, da je treba, za zagotavljanje dolgotrajne varnosti in izbiro ustreznega zvišanja nasipov in nasutih zemeljskih pregrad, upoštevati natančnost njihove izvedbe, njihovo posedanje ali posedanje zemljine v njihovem temelju ter vplive morebitne prometne obremenitve. Tako Maniak (1993) podaja vrednosti zvišanja pri graditvi nasipov in nasutih pregrad, ki so zapisane v nemških smernicah (preglednica 3.3).

Preglednica 3.2 - Minimalna zvišanja nad gladino vode v svetu (Framji, 1983).

DRŽAVA	REKA	ZVIŠANJE (m)	VIŠINA NASIPA (m)
--------	------	--------------	-------------------

ZDA	Mississippi	0.9	
	Huntington	1.0	
	Iron-ton	0.9	
Italija	Po	0.8 - 1.0	
Pakistan	Ind	1.2 - 1.8	4.0 - 7.0
Indija	Ganges	1.0 - 1.5	6.0
Vietnam	Bed River	1.0	7.0
Burma	Irrawady	1.2	4.0 - 9.0
Tajvan	Pei-Hang	1.5	6.0
Kitajska	Hwang-Ho	1.6 - 2.0	
	Yang-Tse	1.0	7.0
Filipini	Agno & Panpanga	1.0	7.0
Japonska	Tone	2.0	8.0
Madžarska	Donava	0.5 - 1.0	3.0 - 5.0
	Tisa	1.0 - 1.6	
Nemčija	Ren		5.0 - 7.0

Preglednica 3.3 - Nemška priporočila za zvišanje nasipov in nasutih zemeljskih pregrad (po Maniaku, 1993).

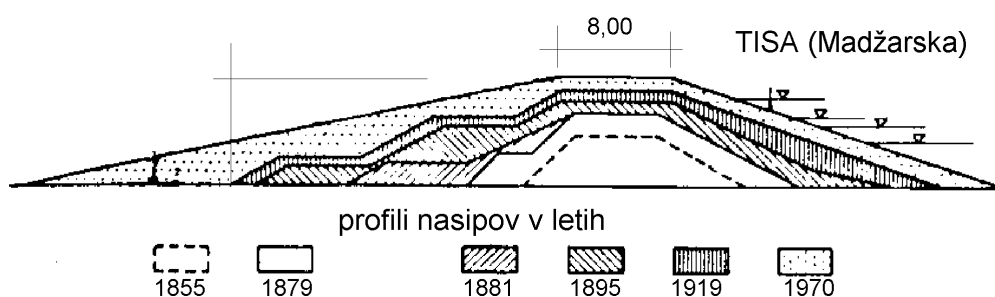
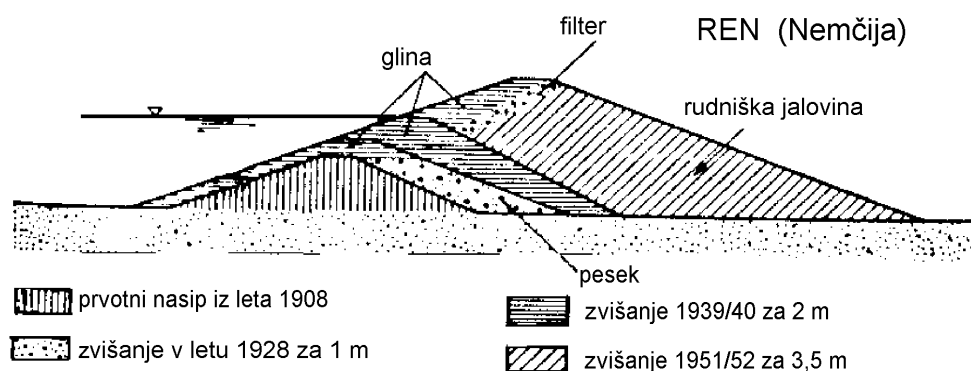
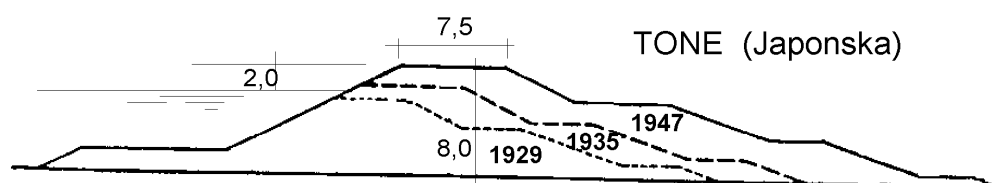
OBJEKT	NADVIŠANJE (m)
dolinske pregrade (vsaj 5 m višine nad strugo vodotoka in vsaj 100.000 m ³ prostornine do krone pregrade) - upoštevajoč 200-letne visoke vode	≥ 2.0
manjši in srednje veliki visokovodni zadrževalniki voda - upoštevajoč 100-letne visoke vode - upoštevajoč 1000-letne visoke vode delež zaradi vpliva vetra - velikost zadrževalnika < 0.1 hm ³ - velikost zadrževalnika 0.5 - 2.0 hm ³	1 - 2 0.6 - 1.5 0.5 - 0.7 1.0 - 1.5

Švicarske izkušnje zahtevajo relativno velika zvišanja nad izračunane gladine visokih voda, kar pa ob upoštevanju hudourniškega značaja njihovih vodotokov ni presentljivo (preglednica 3.4). V Sloveniji bi se morali v gorskem in hribovitem svetu približati tem vrednostim.

Preglednica 3.4 - Švicarska priporočila za zvišanja brežin in premostitev na raznih vrstah vodotokov (po Vischerju in Huberju, 1993).

VRSTA VODOTOKA	NADVIŠANJE (m)
----------------	----------------

	brežine	pod premostitvami
manjši vodotoki	0.5 - 0.8	0.7 - 1.0
reke	0.8 - 1.3	1.0 - 1.5
hudourniki	2.5	-

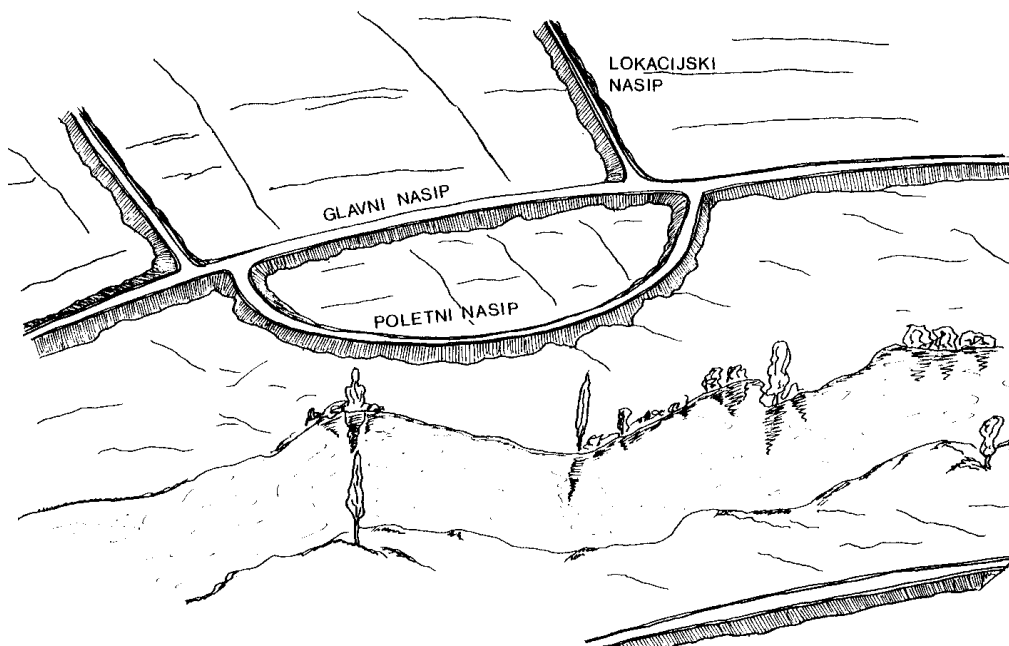


Slika 3.6 - Primeri obnovljenih nasipov.

Širina krone nasipa je odvisna od pomembnosti nasipa in potreb službe za varstvo pred poplavami ali drugih dejavnosti in mora biti dovolj široka, da ob poplavi omogoči prevoz, nemoteno vzdrževanje telesa nasipa ter po potrebi tudi dodatno zvišanje oziroma normalni cestni ali železniški promet, če je nasip predviden tudi za to dejavnost.

Poleg sil hidrostatičnega pritiska, ki delujejo z vodne strani in vzgonskih tlakov v temeljih nasipa, je nasip še pod vplivom filtracije, ki povzroča različne oblike notranje erozije ter zunanje erozije zaradi valovanja ali toka vode. Pri tem je najnevarnejša filtracija vode, ki polagoma izpira material iz telesa nasipa in lahko povzroči posedanje nasipa ali zdrs pobočij. Končna posledica je prelivanje in popolno uničenje dela nasipa. Pri obravnavanju filtracije in notranje erozije nasipa (sufozija, erozija, lom tal ipd.) se moramo zavedati, da sta nasip in njegova prepustna podlaga vključno z obrežnim vodonosnikom celovit porozni prostor in ga moramo kot takega tudi obravnavati (Brilly, 1976).

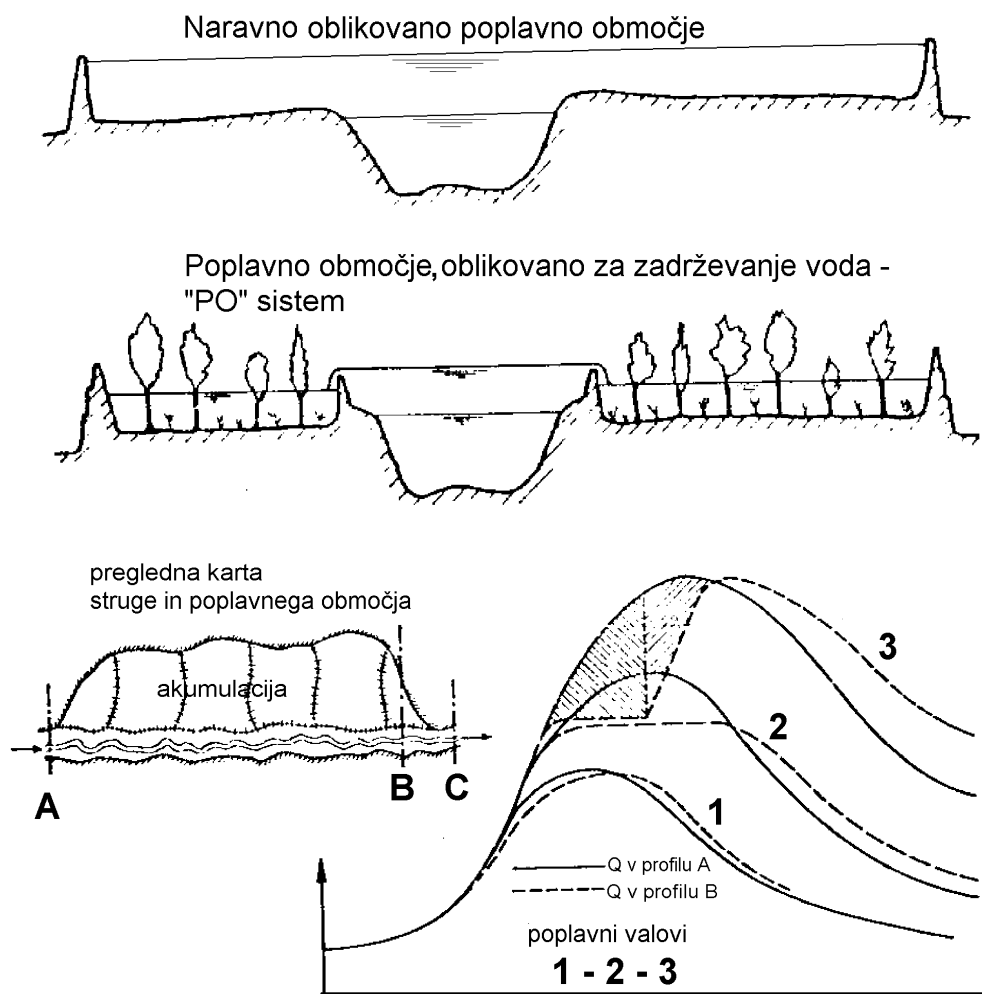
Nasipi so objekti, katerih funkcionalna vloga ne zastareva, temveč se z razvojem zaščitenega območja vse bolj krepi. Ogrožena območja, zaščitena z nasipi, se nadalje razvijajo, tako da se njihova ranljivost in ogroženost povečuje. Zato nasipe praviloma vsake toliko časa obnovimo in zvišamo. Telo nasipa je heterogene sestave materiala, vgrajenega v različnih obdobjih. (slika 3.6; Framji, 1983). Pri obnovi nasipov se ponavadi obstoječe telo nasipa zviša in prekrije z novim materialom. Staro in s časom oslabilo telo nasipa pa ostaja kot slaba točka v večjem in višjem nasipu. Pri graditvi nasipa z različnimi materiali velja temeljno pravilo, da neprepustne materiale vgrajujemo na vodni strani nasipa, bolj prepustne pa na zračni strani. S tem dosežemo ugodnejše filtracijske razmere v telesu in na zračni strani nasipa.



Slika 3.7 - Nasipi z različnim namenom.

Sčasoma se na velikih poplavnih območjih oblikujejo sistemi nasipov in kanalov s črpališči vode in s pregradami, kot so nizozemski polderji, Padska nižina in območje ob Rumeni reki na Kitajskem. V sistemu imajo posamezni nasipi različen namen (Vladisavljević, 1969, slika 3.7). Poleg glavnih nasipov, ki varujejo območje pred desetletnimi ali stoletnimi poplavami, so še poletni nasipi, sekundarni in razdelilni. Poletni nasipi imajo vlogo varovanja obdelovalnih

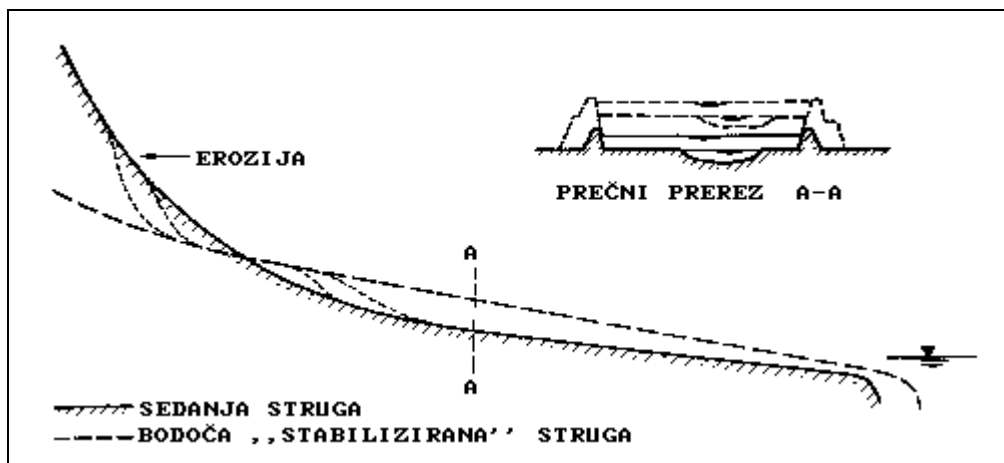
površin ob reki pred poplavami z večmesečno povratno dobo. Vsakoletne visoke vode, praviloma v jesenskem zunajvegetacijskem obdobju, jih ponavadi preplavijo. Sekundarni nasipi oblikujejo drugo obrambno črto za primer, če bi bil glavni nasip prelit. Ponavadi je to železniški ali cestni nasip v zaledju poplavnega območja. Razdelilni nasipi delijo varovano poplavno območje na manjše dele tako, da je kljub porušitvi nasipa poplavljen le del ogroženega območja. Zahtevnejši varstveni sistemi imajo možnosti nadzorovanega plavljenja in delujejo kot zadrževalniki za varovanje dolvodnih delov povodja (Jansen, 1979, slika 3.8).



Slika 3.8 - Vpliv nadzorovanega zadrževanja vode na poplavnih območjih.

Nasipi so zelo dolgi objekti, varnost območja pa je enaka varnosti najšibkejše točke nasipa. Zato nasipi zahtevajo neprekinjen nadzor in vzdrževanje. Posebno pozornost zahtevajo šibke točke v telesu nasipa, ki nastanejo pri križanju z infrastrukturnimi objekti (cegovodi, ceste, vodotoki) ali z opuščenimi rečnimi rokavi oziroma poškodbe v telesih nasipov, ki jih lahko povzročijo korenine dreves ali živali, ki v telesu nasipa ustvarijo svoja prebivališča. Zato moramo, poleg nasipa, skrbno nadzirati širši pas pred in za nasipi, od koder so odstranjena vsa

drevesa. Temeljna naloga varstva pri pojavu poplave je tudi sanacija šibkih točk in poškodb na nasipih, zvišanje nasipov ipd.

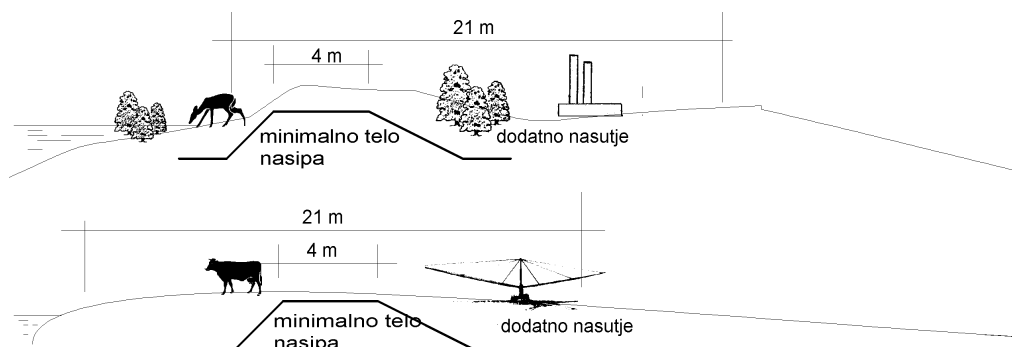


Slika 3.9 - Proces površinske erozije povodja.

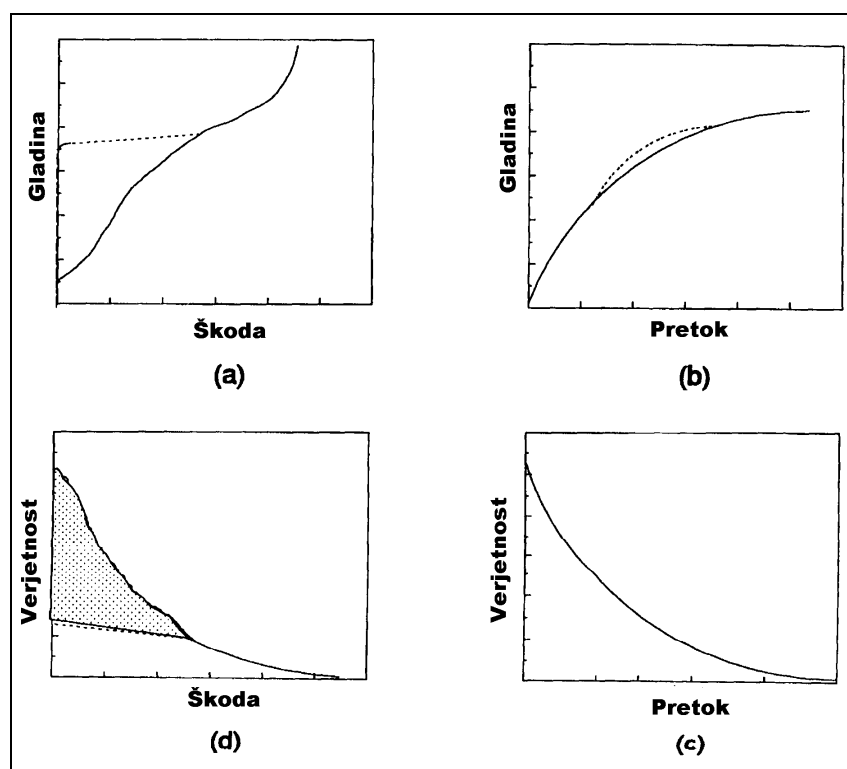
Posebno zahtevno je vzdrževanje nasipov ob vodotokih, pri katerih se pojavlja večje posedanje sedimentov in dvig dna (slika 3.9), kot je to Rumena reka na Kitajskem (Jansen, 1979). Reka teče v širini dvajsetih kilometrov med desetmetrskimi nasipi, dolgimi več kot tisoč kilometrov. Zaradi izredne kalnosti se dno vodotoka letno dvigne za dvajset centimetrov, tako da nasipe nenehno dvigujejo, saj so ogroženi najbolj rodovitni predeli, naseljeni z milijoni prebivalcev.

Graditev nasipov v Sloveniji ni tako zahtevna, ker poplave ne trajajo dolgo. Čas trajanja poplave je prekratek, da bi voda lahko prevlajala nasipe. Tudi ni časa za organizacijo in delovanje zaščite nasipov med poplavo. Izjema so le nasipi ob Dravi in Muri, kjer poplave lahko trajajo tudi več dni. Zato lahko za graditev nasipov uporabimo tudi prepustnejše materiale, ki pa morajo biti zgrajeni z dovolj varnim zvišanjem ter skrbno vzdrževani, saj je ob pojavu poplave na voljo premalo časa za kakršno koli ukrepanje.

Intenzivnejše raba površin ogroženih območij in razvoj tehnologije za izvajanje zemeljskih del omogočajo izvajanje varovanja z zvišanjem terena, namesto z nasipi. Telo nasipa je toliko povečano, da stabilnost nasipa v nobenem primeru ni vprašljiva (slika 3.10). Varnostni ukrepi in vzdrževanje niso več potrebni kot pri nasipih, ki so načrtovani z izvajanjem minimuma zemeljskih del pri graditvi. Nasip in njegova okolica sta uporabna za različne namene (poljedelstvo, urbanizacijo, rekreacijo ipd.) in veliko bolj prijazno oblikovana.



Slika 3.10 - Oblikovanje varnih in okolju prilagojenih nasipov.



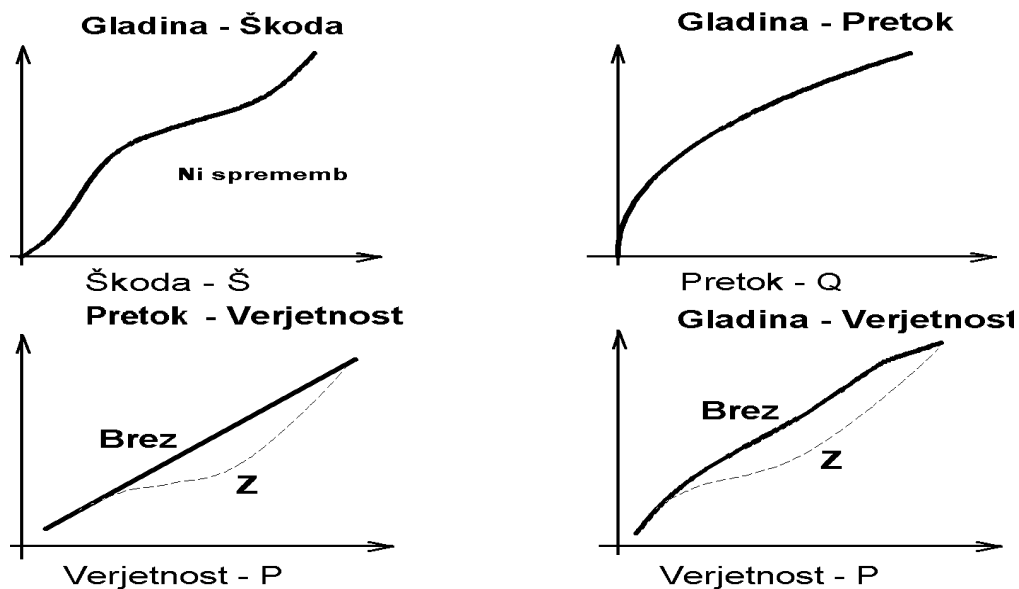
Slika 3.11 - Vpliv nasipov na varstvo pred poplavami.

Nasipi vplivajo na zmanjšanje nevarnosti na varovanih območjih in spreminjajo samo razmerje med gladino vode in škodo (Moser, 1994, slika 3.11). Funkcija škode je prekinjena do kote krone nasipa. Zaradi zožene poplavne struge se v manjši meri spremeni tudi pretočna krivulja. Poplavno območje deluje na poplavni val kot nenadzorovan suh zadrževalnik. Z graditvijo nasipov se zmanjša zadrževanje poplavnega vala v povodju in poveča njegova hitrost potovanja po strugi, kar neugodno vpliva na spremembo verjetnostne krivulje dolvodno od zaščitene območja. Gospodarski razvoj zavarovanega območja po graditvi nasipov dolgoročno vpliva na

spremembo odvisnosti gladina vode-škoda, ker povečuje ranljivost varovanega območja. Porušitve nasipov pri katastrofalnih poplavah so v preteklosti povzročile ogromno škodo in izgubo človeških življenj, ker pri porušitvi nasipov voda nenadoma poplavlja do tedaj varna območja. Ogroženost poplavnega območja je v primeru porušitve nasipa večja kot pa, če nasipa ne bi bilo. Naravno naraščanje vode pri poplavnem valu je počasno in omogoča ljudem, da se pravočasno umaknejo.

3.1.2 Oddušni kanali

Oddušni kanali odvajajo vodo po suhi ali mokri strugi mimo ogroženega območja in zmanjšujejo nevarnost oziroma vplivajo na spremembo verjetnosti poplav. Ukrep so na Kitajskem uporabljali še pred našim štejetjem. V prejšnjih stoletjih so ga pogosto uporabljali pri zaščiti strnjjenih mestnih površin. V Ljubljani je bil tako izkopen Grubarjev kanal.



Slika 3.12 - Vpliv oddušnega kanala na varstvo pred poplavami.

Preusmerjanje toka vode ima takojšen in velik vpliv na soodvisnost med povratno dobo in pretokom na območju, kjer je struga razbremenjena (HEC 1989, slika 3.12). Ranljivost območja in pretočna krivulja nista spremenjena. Ogroženost območja je manjša zaradi manjše nevarnosti. Razvoj se lahko nadaljuje na bolj varnih območjih brez izrazitih posegov, kot so na primer nasipi ali regulacija struge vodotoka v mestu. Prostor je dodatno obogaten z vodo.

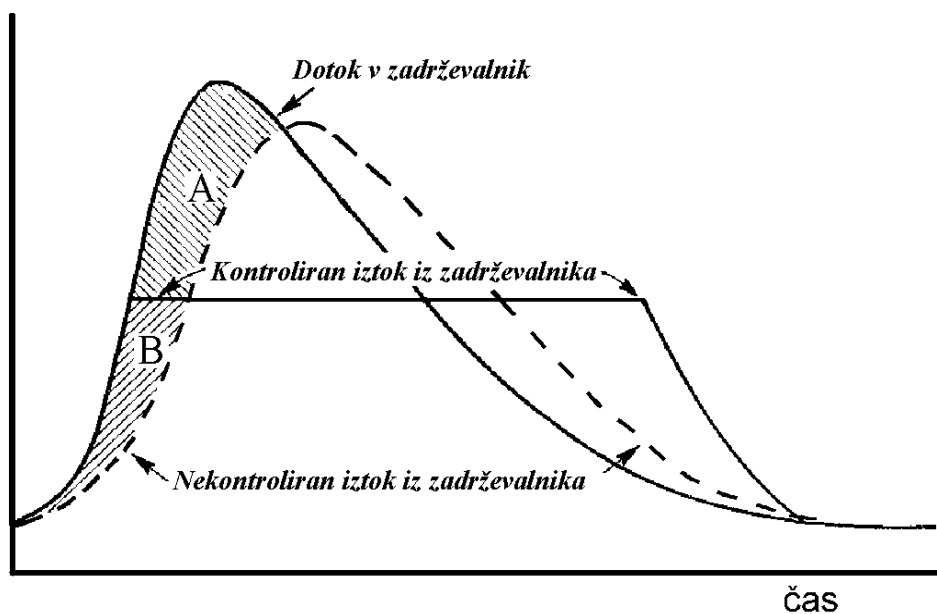
V daljšem obdobju lahko povzroči nezaželene spremembe v obliki struge dolvodno od bifurkacije. Manjši pretoki in bolj počasen tok povzročata posedanje sedimentov, zaraščanje in zamočvirjenje struge. Območje, ki ga zavzema nova struga, je izgubljeno za druge rabe (mokra struga) ali pa je možnost njegove uporabe omejena (suha struga). Oddušni kanal omejuje površinske povezave območja in usmerja njegov razvoj.

3.1.3 Zadrževalniki

Arheološki podatki pričajo o objektih za zadrževanje vode, zgrajenih že pred 6000 leti. Gradili so jih tudi v antičnih časih. Tako so znani veliki zadrževalniki na Šrilanki, ki delujejo še danes. V Evropi so jih začeli množično graditi v osemnajstem stoletju.

Zadrževalniki vode so objekti, s katerimi lahko ob poplavi zadržimo večje količine vode in na ta način zmanjšamo pretok v strugi vodotoka ter tako ob isti verjetnosti pojava vplivamo na njegov manjši obseg. Zadrževalniki voda so lahko suhi, ti se napolnijo z vodo samo ob poplavi, ali mokri in služijo kot večnamenske akumulacije, v katerih je del prostornine namenjen za zadrževanje poplav (slika 3.16).

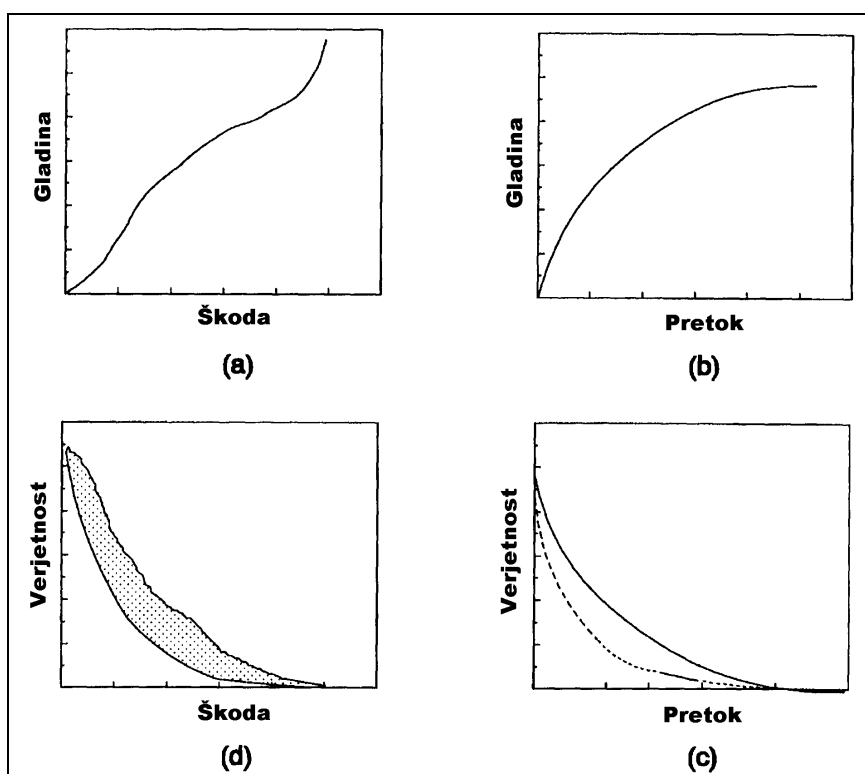
Retenzije so poplavna območja, v katera se voda razlije in v njih zadrži, dokler ne odteče v strugo v času upadanja poplavnih voda. Že sama struga reke, ki se v poplavi zapolni z vodo, deluje kot retenzija in plošči poplavni val, ki potuje vzdolž vodotoka. Na naravno oblikovanem poplavnem območju se voda razliva nenadzorovano, takoj ko vode prestopijo brežino. Zmanjšanje pretoka in znižanje gladine je relativno majhno (slika 3.13). Retenzijo lahko ogradimo z nasipi, v katere so vključeni objekti s hidromehansko opremo (zapornice, preliv, izpusti ipd.), ki omogoča kontrolirano dovajanje vode na poplavno območje. Retenzijski prostor se začne kontrolirano polniti pri višjih pretokih tako, da sta vpliv in izkoristek akumulacijskega prostora veliko večja (slika 3.13).



Slika 3.13 - Vpliv zadrževalnika na poplavni val.

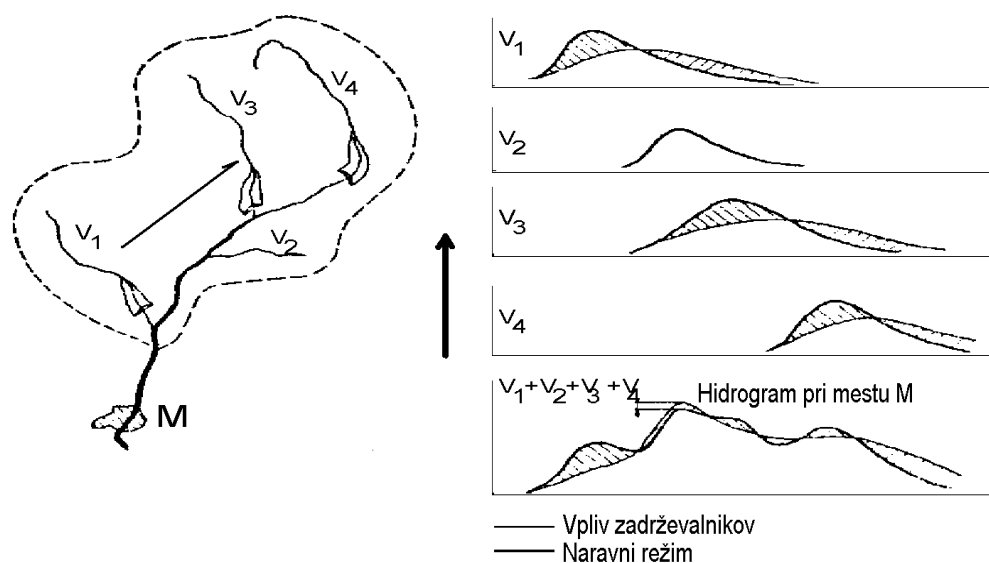
Vpliv retenzij je podoben vplivu suhih zadrževalnikov. Razlike so le v morfologiji in v obliki vodnega telesa. Večnamenske akumulacije imajo praviloma večjo globino vode in voda teče skozi, medtem ko voda doteka v retenzije bočno.

Suhi ali mokri zadrževalniki in retenzije vplivajo na zmanjševanje maksimalnih pretokov poplavnega vala in tako ob isti intenziteti spreminjajo verjetnost pojava dolvodno od zadrževalnika (slika 3.14). Pri enaki povratni dobi so dolvodno od zadrževalnika manjši pretoki kot pred njegovo izgradnjo. Vpliv je odvisen od velikosti zadrževalnika in od njegovega delovanja. Pri manjših poplavih poplavnega vala ne zadržujemo (slika 3.8, primer 1), pri večjem poplavnem valu lahko izrabimo zadrževalnik v celoti (slika 3.8, primer 2), v primeru izredno velikega poplavnega vala z dolgo povratno dobo, za katero zadrževalnik ni predviden, pa lahko dosežemo minimalne učinke (slika 3.8, primer 3). Pri velikih pojavih, ko velikost akumulacije znaša manj kot 10 odstotkov prostornine poplavnega vala, se vpliv zadrževalnika zmanjša in pri še večjih katastrofah se tako rekoč izniči. Manjši kot je poplavni val, bolje ga lahko nadzorujemo.

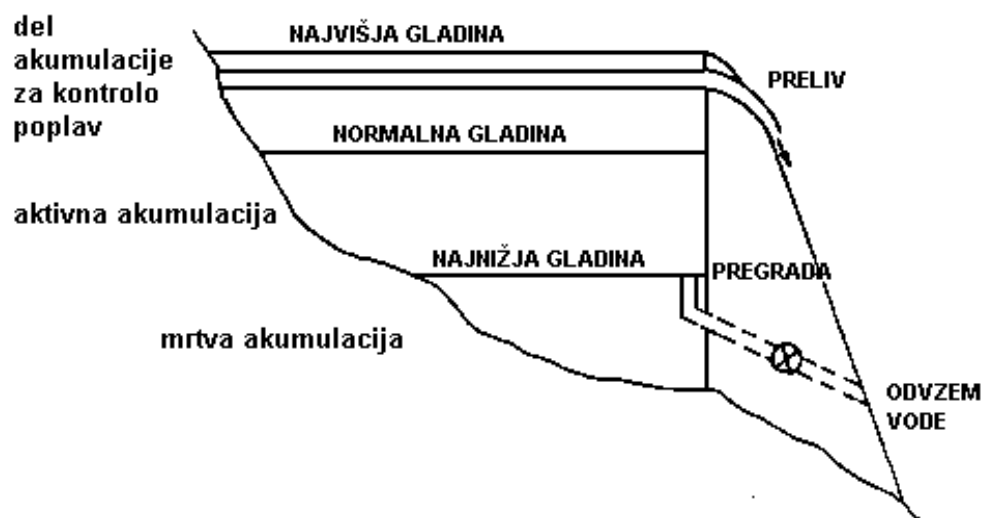


Slika 3.14 - Vpliv zadrževalnika.

Pri izvajanju protipoplavnih ukrepov moramo obravnavati celotno povodje, ker lahko v posameznih primerih dosežemo tudi nasprotno učinke (Jansen 1979, slika 3.15). Povodje pri zbiranju vode in oblikovanju poplavnega vala deluje kot celovit sistem med seboj povezanih neodvisnih komponent. V povodju na sliki 3.15 so predvideni trije zadrževalniki, ki vsak zase zmanjšujejo konice poplavnih valov na pritokih. Poplavni val, ki ogroža mesto M, je rezultat odtoka, zbranega s posameznih delov povodja. V prikazanem primeru je zaradi vpliva akumulacije V1 končni rezultat za mesto M negativen, ker se je skupni maksimalni pretok celo povečal. Z zadrževalnikom V1 smo namreč zmanjšali pretok, preden se je pokazal vpliv dotoka vode z gornjodolnih območij. Zmanjšali smo pretoke pri naraščanju poplavnega vala in s tem povečali maksimalni pretok.

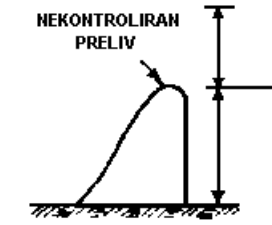
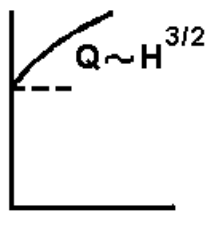
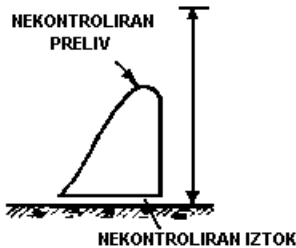
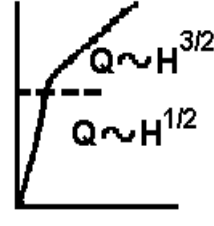
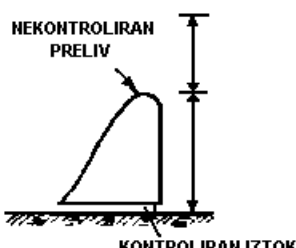
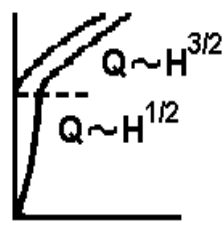
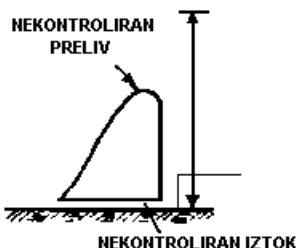
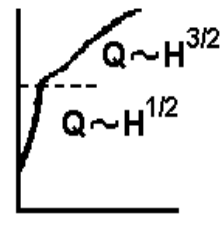
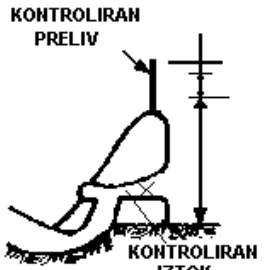
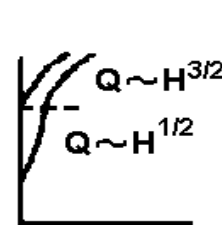


Slika 3.15 - Vpliv več akumulacij na poplavo.



Slika 3.16 - Večnamenska akumulacija.

Zadrževalnik pomeni večji vodnogospodarski potencial nekega območja in možnost večnamenske rabe voda (slika 3.16; Brilly, 1994). Sistemi zadrževalnikov za nadzor poplav omogočajo večjo učinkovitost s sinhroniziranim delovanjem. Učinkovitost zadrževalnikov povečamo z nadzorovanim izpuščanjem vode s pomočjo zapornic (Chow, 1964, slika 3.17).

TIP PREGRADE	PRETOČNE KRIVULJE
 NEKONTROLIRAN PRELIV	 $Q \sim H^{3/2}$
 NEKONTROLIRAN PRELIV NEKONTROLIRAN IZTOK	 $Q \sim H^{3/2}$ $Q \sim H^{1/2}$
 NEKONTROLIRAN PRELIV KONTROLIRAN IZTOK	 $Q \sim H^{3/2}$ $Q \sim H^{1/2}$
 NEKONTROLIRAN PRELIV NEKONTROLIRAN IZTOK	 $Q \sim H^{3/2}$ $Q \sim H^{1/2}$
 KONTROLIRAN PRELIV KONTROLIRAN IZTOK	 $Q \sim H^{3/2}$ $Q \sim H^{1/2}$

Slika 3.17 - Nadzor pretoka na pregradi.

Sprememba režima vodotoka zaradi graditve zadrževalnika lahko povzroči dolgoročne spremembe v strugi (naplavljanje ali poglobljanje struge). Obstaja tudi nevarnost, da se zadrževalnik poruši.

Za zmanjševanje poplavne ogroženosti dolinskega sveta lahko veliko naredimo že s celovitim in ustreznim urejanjem povirij. Urejanje povirij obsega med drugim vrsto ukrepov za zmanjševanje površinskega odtoka in zadrževanje vode v naravnih podpovršinskih akumulacijah povirja še pred oblikovanjem površinskega odtoka vode. Pri tem gre za razporejanje odtokov voda v prostoru in času. Na eni strani to lahko dosežemo tudi z razprševanjem in ponikanjem koncentriranih površinskih voda na stabilnih in prepustnih tleh, s čimer preprečujemo prevelik in predvsem prehitel površinski odtok voda in z njim povezano površinsko spiranje zemljin. Vendar lahko na drugi strani z vrsto ukrepov neposredno preprečujemo tako zbiranje toka voda in izkoristimo zadrževalno sposobnost naravnih tal, predvsem gozdnih. Gre predvsem za smotrno gospodarjenje z gozdno in drugo vegetacijo, ki prestreza padavine, povečuje infiltracijo v strukturirana rahla tla ter preprečuje hiter površinski odtok in spiranje zemljin. Vegetacijska odeja hkrati deluje kot protierozijski ukrep, ki ščiti pred površinsko erozijo tal, pa tudi z vezanjem tal s pomočjo koreninskega sistema pred plazenjem tal. Tovrstni ukrepi v povirjih vplivajo na verjetnostno krivuljo odtokov voda in izboljšujejo odtočne razmere oziroma izravnavajo odtoke v celotnem povodju. Vpliv ukrepov v povirju je podoben vplivu zadrževalnikov z nenadzorovanim iztokom.

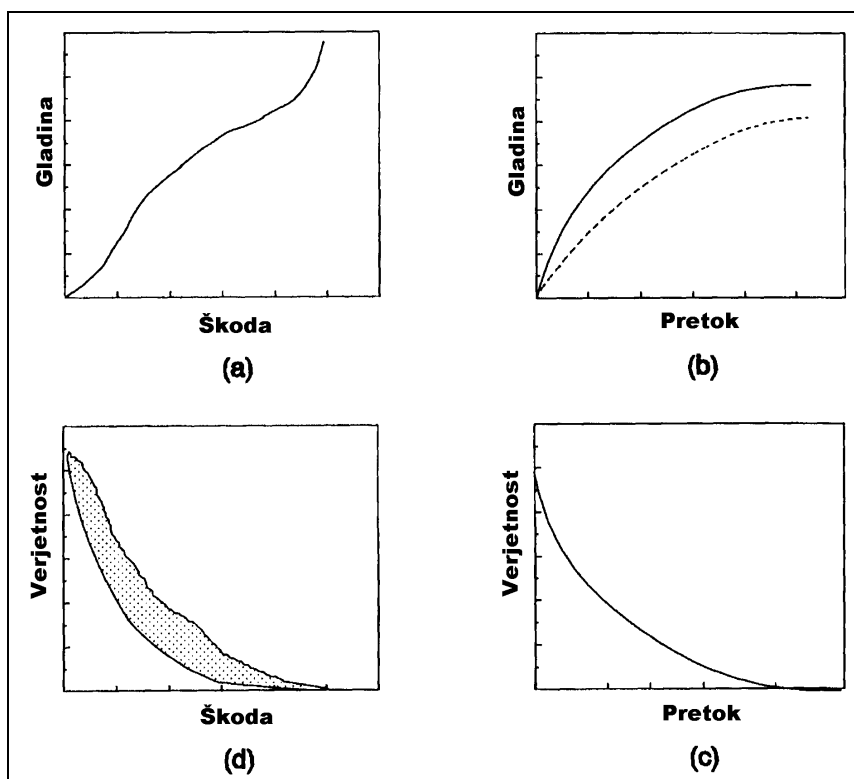
Izločanje retenzij in osuševanje zemljišč, vključno z meteorno kanalizacijo urbanih površin, povzroča nasprotno vplive, kot jih ima graditev zadrževalnikov. V smernicah LAWa je kot strategija predvidena vrsta ukrepov za zmanjšanje omenjenih vplivov. Opozoriti moramo, da moramo pri presoji vplivov obravnavati povodje kot kompleksno celoto. Tako kot dosežemo z zadrževanjem voda na dolvodnih pritokih povodja negativne učinke na maksimalne pretoke, lahko z osuševanjem in pospešenim odvajanjem vode z istih povodjih dosežemo zmanjšanje poplavnega vala.

3.1.4 Kanaliziranje vodotokov

Urejanje vodotokov, regulacija vodotokov ali kanaliziranje vodotokov obsegajo vrsto ukrepov, s katerimi zmanjšujemo erozijo in povečujemo pretočno prevodnost struge. V preteklosti je bil temeljni cilj urejanja utesniti delovanje vode na čim manjši prostor, površine, na katerih je bilo občasno poplavljanje, naplavljanje materiala ali erozija, pa prepustiti kaki drugi gospodarski dejavnosti.

Pretok v strugi lahko povečamo s čiščenjem in z rednim vzdrževanjem struge. Še večje vplive dosežemo z razširitvijo struge ali s kanaliziranjem in z oblaganjem brežin z gladkimi betonskimi oblogami (Ljubljana). Ukrep ima lahko vrsto negativnih učinkov na okolje, predvsem pri nenaravnih (betonskih) oblogah struge.

Povečanje pretočne sposobnosti struge neposredno vpliva na pretočno krivuljo. Hidrološke spremembe so podobne kot pri graditvi nasipov (Moser, 1994, slika 3.18). Dolgoročno lahko ukrep povzroči nezaželene spremembe v morfologiji struge. V kanaliziranem delu se struga pogloblja zaradi povečane hitrosti vode, dolvodno pa naplavlja. Splošno je ukrep lokalnega pomena. Če pa je zajet v celoten sistem povodja, lahko poveča učinkovitost drugih ukrepov, kot so npr. zadrževalniki in nasipi. Praviloma negativno vpliva na poplavne razmere dolvodno od ureditve. Ukrep ima negativne vplive na ekološke razmere v strugi in njeni neposredni bližini.



Slika 3.18 - Vpliv regulacije vodotoka.

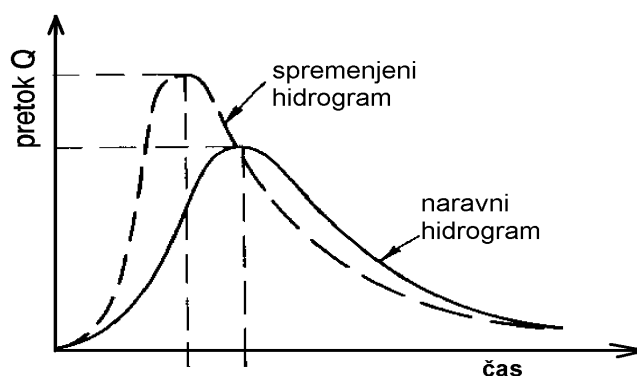
Kanaliziran vodotok vsebuje tudi vrsto objektov (pregrade, sistemi nasipov, bifurkacije, zadrževalniki), s katerimi poskušamo vodni režim nadzorovati in ga uravnavati glede na različne gospodarske potrebe. Popoln nadzor režima kljub izrednim naporom ni mogoč in kanaliziranje sproža vrsto nezaželenih procesov, predvsem pri pretoku sedimentov in kakovosti voda, tako da se vse bolj uveljavljajo zahteve po renaturalizaciji tako urejenih vodotokov. Urejanje urbaniziranih vodotokov zahteva intenzivno spremljanje režima in vzdrževanje.

3.1.5 Urejanje povirij

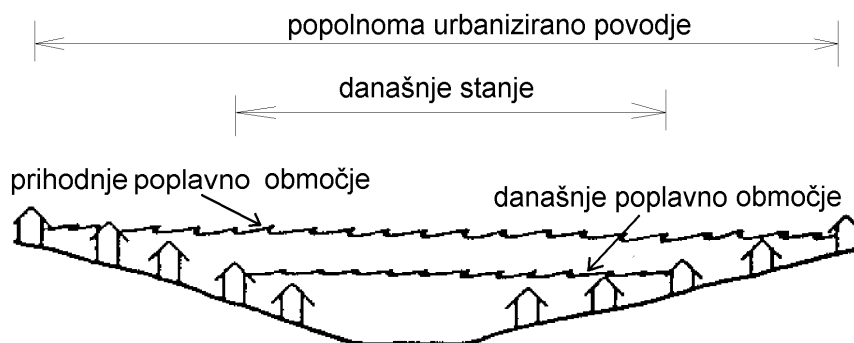
Urejanje povirij obsega vrsto ukrepov za zmanjševanje površinskega odtoka in zadrževanje vode v podpovršinskih akumulacijah povirja še pred oblikovanjem površinskega odtoka vode. Tu so predvsem različni hudourniški protierozijski ukrepi: pogoždovanje, terasiranje, oranje prečno na padec terena. Ukrepi vplivajo na verjetnostno krivuljo in splošno izboljšujejo odtočne razmere oziroma izravnavajo odtok v povodju. Vpliv ukrepov je podoben vplivu zadrževalnikov z nenadzorovanim iztokom.

3.1.6 Urejanje urbanih površin

Intenzivna gospodarska raba prostora spreminja vodni režim, tako da povečuje maksimalne pretoke (slika 3.19) in ogroženost poplavnih območij (Grigg, 1976, slika 3.20). Težave rešujemo z zadrževanjem in ponikovanjem voda na urbanih površinah z uporabo poroznih materialov na parkiriščih in cestiščih ali objektih za ponikovanje predhodno očiščenega padavinskega odtoka. Zaradi gospodarskega razvoja poplavnih območij se tudi škoda zelo hitro povečuje. Urbane površine so najbolj ranljive in tudi občutljive na korenite posege, s katerimi naj bi dosegli visoke standarde varnosti v zgodovinskih mestnih jedrih pri pojavih s stoletno povratno dobo. Posledice pojava lahko le blažimo z uporabo različnih alternativnih ukrepov.



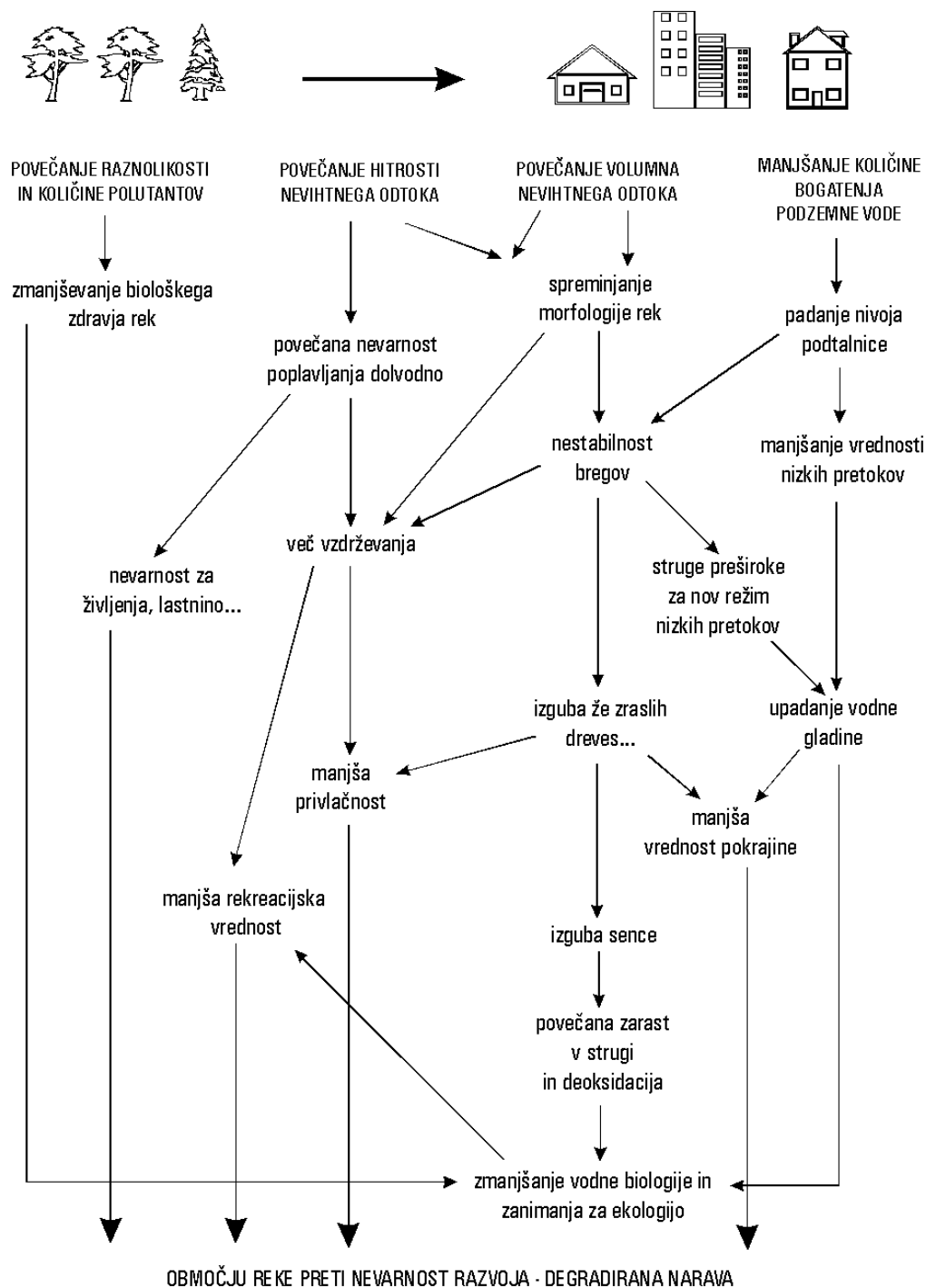
Slika 3.19 - Vpliv urbanizacije na odtok.



Slika 3.20 - Vpliv urbanizacije na poplavna območja.

Posebno poglavje so urbanizirane površine, poplavljen z lastnimi vodami, ker se padavinska kanalizacija pri nas projektira za pojave z dveletno povratno dobo. Tako se pri pojavih z daljšo povratno dobo voda zbira znotraj naselij (predvsem v podvozih, Brilly, 1991) ali teče po cestah kot po strugah vodotokov. Poplave urbaniziranih površin imajo tudi določene značilnosti zaradi izrednih vplivov urbanizacije na odtok površinskih voda. Z različnimi ukrepi se lahko ta vpliv ublaži (Kompere, 1991), ne moremo pa ga izničiti.

Vpliv urbanizacije je zapleten in zahteva celovito obravnavo (slika 3.21, Gardiner, 1991).



Slika 3.21 - Vpliv urbanizacije na vodni režim.

Mestne ulice pri pojavih z daljšo povratno dobo prevzamejo vlogo struge vodotoka in jih moramo temu ustrezno tudi načrtovati (slika 3.24), tako da vodni tok na cestišču ne ogroža

stanovanjskih objektov (Marco, 1994). Cesto je treba z ustreznim padcem speljati zunaj urbanih površin. Tudi položaj objektov določimo na podlagi hidravličnih vplivov (slika 3.23).

3.2 ALTERNATIVNI UKREPI

Alternativni ukrepi so ukrepi, ki ne zahtevajo graditve hidrotehničnih objektov: akumulacij, regulacij struge, nasipov, suhih zadrževalnikov ipd. Ukrepi so osredotočeni na organizirano varstvo družbe, v najširšem pomenu besede. V ZDA se za to vrsto ukrepov uveljavlja termin negradbeni ukrepi in zajemajo več različnih ukrepov, s katerimi se organizirana družba varuje pred poplavami. Ukrepi zahtevajo veliko multidisciplinarnega strokovnega dela.

Ti ukrepi so:

- upravno-administrativni predpisi, s katerimi poskušamo doseči urejanje območja, na katerem bo škoda pri poplavah minimalna;
- zavarovanje objektov pri zavarovalnicah;
- ekonomska solidarna podpora širše družbene skupnosti;
- preseljevanje ali sprememba namembnosti ogroženih območij;
- zaščitni ukrepi pri projektiranju novih in rekonstrukciji starih objektov;
- obveščanje ogroženih prebivalcev in izgradnja opozorilnih sistemov;
- delovanje organizirane službe za redno in izredno zaščito pred poplavami. ukrepi, s katerimi poskušamo pri poplavah čim bolj omiliti škodo in zmanjšati posledice pojava.

Omenjeni ukrepi in njihovo delovanje so odvisni predvsem od lastnosti družbe, njene kulture v najširšem pomenu besede, saj se ukrepi načrtujejo in izvajajo s pomočjo administrativnega, pravnega, ekonomskega in političnega sistema družbe. Pri tem imajo poseben pomen običaji kot rezultat dolgotrajnega sožitja naravnih pogojev in kulturnih lastnosti posamezne družbe.

V pripravo in izvajanje ukrepov morajo biti vključeni vsi deli družbe na vseh ravneh in ne samo vodarstvo in civilna zaščita. Glede na naše naravne razmere je predvsem pomembno vključevanje občin in prebivalcev na ogroženih območjih. Alternativni ukrepi zahtevajo majhna denarna vlaganja, hkrati pa visoko organiziranost, ki jo je zmožna le "informacijska" družba, v kateri je mogoče ugotoviti delovanje posameznih ukrepov, kot je delovanje zavarovalne politike, davčne politike, civilne zaščite ipd.

Ukrepi temeljijo na analizi ogroženosti in na celovitem urejanju vodnega režima. Z njimi vplivamo na razvoj dejavnosti in obnašanje ljudi na ogroženih in na vplivnih območjih. Vključeni so tudi gradbeni in negradbeni ukrepi za zmanjšanje ranljivosti posameznih objektov.

V preglednicah 3.5 in 3.6 so prikazana priporočila, izdelana v ZDA (Todd, 1974), za zmanjševanje ranljivosti zaradi poplav pri različnih dobrinah in dejavnostih.

Preglednica 3.5a - Mogoči varnostni ukrepi pri posameznih vrstah dejavnosti.

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	-	-	*	
vnovična 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, tovornjaki, prikolice, čolni	*	-	-	selitev
ograje, ceste in zunanja ureditev	-	-	*	
namakalni in osuševalni sistemi	-	-	*	
zemljišče	-	-	*	
nekmetijski prihodek	-	-	*	
evakuacija in vnovična naselitev	-	-	*	reprogramiranje
URBANA NASELJA				
stanovanjske zgradbe				
temelji	-	-	*	
nadgradnja	-	-	*	
fiksirani dodatki	-	*	-	zaščita
dodatna oprema, okras	-	-	*	
pohištvo	*	-	-	selitev
osebni predmeti	*	-	-	selitev
garaže in druge zgradbe	-	-	*	
avtomobili, prikolice, tovornjaki	*	-	-	selitev
zemljišče in zunanji dodatki	-	-	*	
izguba dobička od najemnin	-	-	*	
evakuacija in vnovična naselitev	-	-	*	

Preglednica 3.5b - Mogoči varnostni ukrepi pri posameznih vrstah dejavnosti.

Vrsta izgube	Stopnja, do katere lahko zmanjšamo izgube			Vrsta varnostnih ukrepov
	velika	srednja	majhna	

			ali nič	
PRODAJA IN KOMERCIALA				
zgradbe - glej urbana naselja				
pohištvo	*	-	-	selitev
oprema	*	-	-	selitev, zaščita
zaloge v skladiščih	*	-	-	selitev
manjši objekti	-	-	*	
avtomobili, prikolice, tovornjaki	*	-	-	selitev
stavbna zemljišča z dodatki				
motenje poslovanja				
proizvodnja dobrin in servisi	-	*	-	reprogramiranje
proizvodna oprema	-	*	-	zaščita, selitev, reprogramiranje
stroški izpada in zamude	-	-	*	
evakuacija in vnovična naselitev	-	-	*	
TOVARNE				
zgradbe - glej urbana naselja				
pisarniško pohištvo in dokumenti	*	-	-	selitev
obratovalni stroji	-	*	-	selitev, zaščita
zaloge surovin in končnih izdelkov	*	-	-	selitev, zaščita
manjši objekti	-	-	*	
avtomobili, prikolice, tovornjaki	*	-	-	selitev
stavbna zemljišča z dodatki	-	-	*	
moteno poslovanje				
proizvodnja dobrin	-	*	-	
proizvodna oprema	-	*	-	
stroški motene proizvodnje	-	-	*	
evakuacija in vnovična naselitev	-	-	*	
POSLOVNE STAVBE IN ZEMLJIŠČA				
zgradbe - glej urbana naselja				
pohištvo	*	-	-	selitev
oprema	-	*	-	selitev, zaščita
zaloge materiala	*	-	-	selitev
poslovni dokumenti, knjige in drugi vrednostni papirji	*	-	-	selitev
manjše zgradbe	-	-	*	
zemljišča	-	-	*	
avtomobili, prikolice, tovornjaki	*	-	-	selitev
evakuacija in vnovična naselitev	-	-	*	

Preglednica 3.5c - Mogoči varnostni ukrepi pri posameznih vrstah dejavnosti.

Vrsta izgube	Stopnja, do katere lahko zmanjšamo izgube			Vrsta varnostnih ukrepov
	velika	srednja	majhna ali nič	

JAVNE SLUŽBE				
notranja oprema, stavbe in zemljišča	-	*	-	zaščita
zunanja nepremična oprema	-	*	-	zaščita
zunanja premična oprema	*	-	-	selitev
oprema v kletnih prostorih	-	*	-	
javni prevoz, plovba	-	*	-	
zasilna pomoč	*	-	-	reprogramiranje
evakuacija in vnovična naselitev	-	-	*	reprogramiranje
ŽELEZNICE				
manjše zgradbe	-	-	*	
zunanja nepremična oprema	-	*	-	zaščita
dovozne ceste	-	-	*	
železniški vozni park, vagoni	*	-	-	selitev
blago v tranzitu	*	-	-	reprogramiranje, selitev
zasilna pomoč	-	*	-	reprogramiranje
evakuacija in vnovična naselitev	-	-	*	reprogramiranje
MESTNE IN DEŽELNE CESTE				
avtocesta	-	-	*	
stroški preusmeritve prometa	-	*	-	reprogramiranje
stroški zaščite pred poplavo	-	*	-	reprogramiranje
čiščenje	-	-	*	
MOSTOVI				
oporniki in stebri	-	*	-	zaščita
mostne konstrukcije	-	*	-	zaščita
dostopi	-	-	*	
komunalna infrastruktura	-	-	*	
hidrotehnični objekti - pregrade, obrežna zavarovanja, nasipi	-	-	*	
STROŠKI NUJNE POMOČI				
evakuacija in reševanje	-	*	-	reprogramiranje
nujna preskrba	-	*	-	reprogramiranje
upravljanje naselij poplavljenecv	-	*	-	reprogramiranje
nega bolnih in poškodovanih	-	*	-	reprogramiranje
zavarovanje	-	*	-	reprogramiranje
zaščita pred poplavami	-	*	-	reprogramiranje
čiščenje	-	-	*	
ZDRAVNIŠKA POMOČ				
zdravljenje poškodovanih	-	*	-	reprogramiranje
nujna zdravniška pomoč	-	*	-	reprogramiranje
izgube življenj	-	*	-	selitev, reševanje, zdravniška pomoč

Preglednica 3.6 - 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 odprtín	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-W
Zaščita cestnih konstrukcij	K	T-N	brezhibni ustroj	H-O-W-D
Dviganje v višje etaže	K-V	T-M-N	brezhibna zgradba	S-O-W-Č
Začasna premestitev	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-W-D
Podzidava	K	T	brezhibna gradnja	W
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	-

LEGENDA:

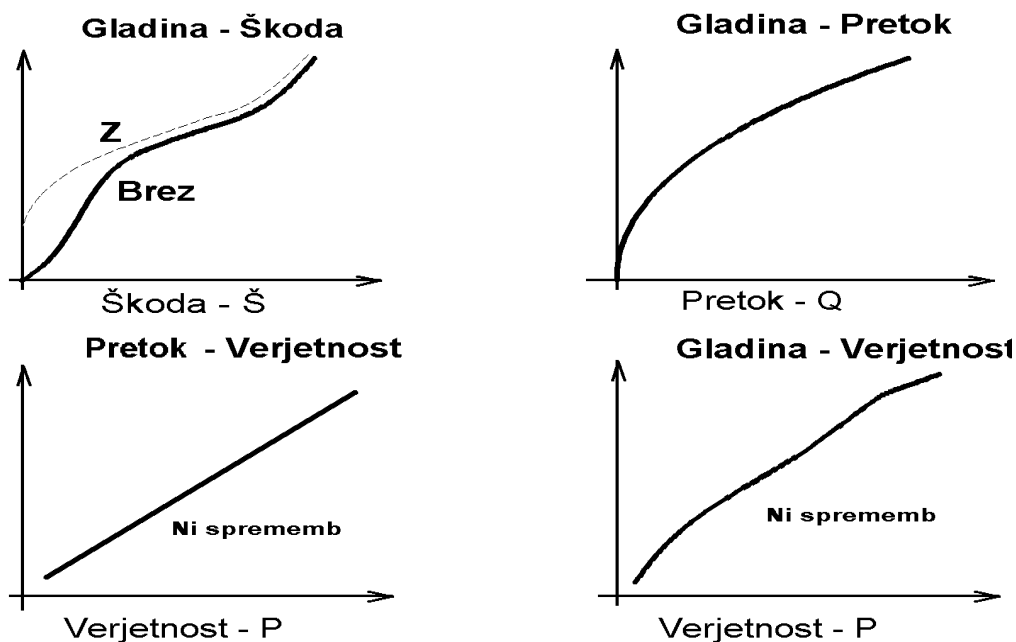
K - konstrukcija	T - trajen	H - hidrostatični pritisk	D - trajanje poplave
V - vsebina	M - mogoč	S - stopnja poplave	W - hitrost toka vode
	N - nujen	O - opozorilo	Č - čas trajanja konice poplavnega vala

3.2.1 Ukrepi prostorskega planiranja

Ukrep vsebuje izdelavo temeljev prostorskih načrtov, ustreznih postopkov in standardov, s katerimi se uravnava dejavnost na celotnem povodju. Osnove prostorskih načrtov morajo vsebovati podatke o nevarnosti, ranljivosti in ogroženosti posameznih območij (poglavje 3). Omenjeni podatki so podlaga za vse druge načrte in ukrepe. Izdelavi osnov sledijo različni predpisi, ki omejujejo in usmerjajo razvoj posameznih dejavnosti: prepoved graditve na določenih območjih v neposredni bližini brežin, prepoved graditve gozdnih cest ali njihovo omejevanje, omejevanje prevelikega izrabljanja gozdov, prepoved zmanjševanja ali preoblikovanja lastniških parcel na bolj nagnjenih zemljiščih in podobno. Ukrep temelji na načelu, da je bolje skrbeti kot pa obžalovati ali pa, da je po toči prepozno zvoniti. Tako so ukrepi na poplavljenih območjih usmerjeni v zmanjševanje ranljivosti, na prispevnih površinah pa v zmanjševanje odtoka oziroma zadrževanje vode na območju.

Sprememba namembnosti zemljišč in preseljevanje objektov z nevarnih območij vpliva na zmanjšanje ranljivosti, zato je vpliv ukrepa opazen na diagramu gladina-škoda (slika 3.22) in je

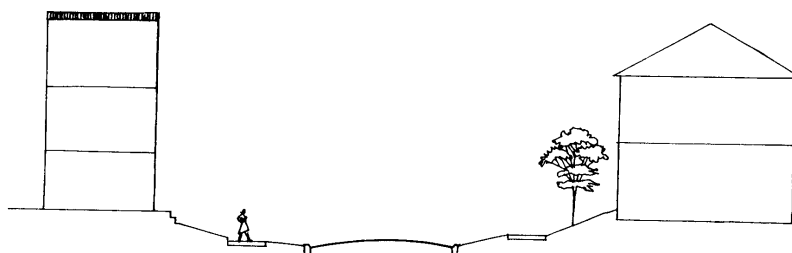
odvisen od vrednosti preseljenih dobrin ter lokacije, kamor so preseljene (HEC 1989). Na diagramu so prikazane soodvisnosti za primera s preselitvijo in brez nje.



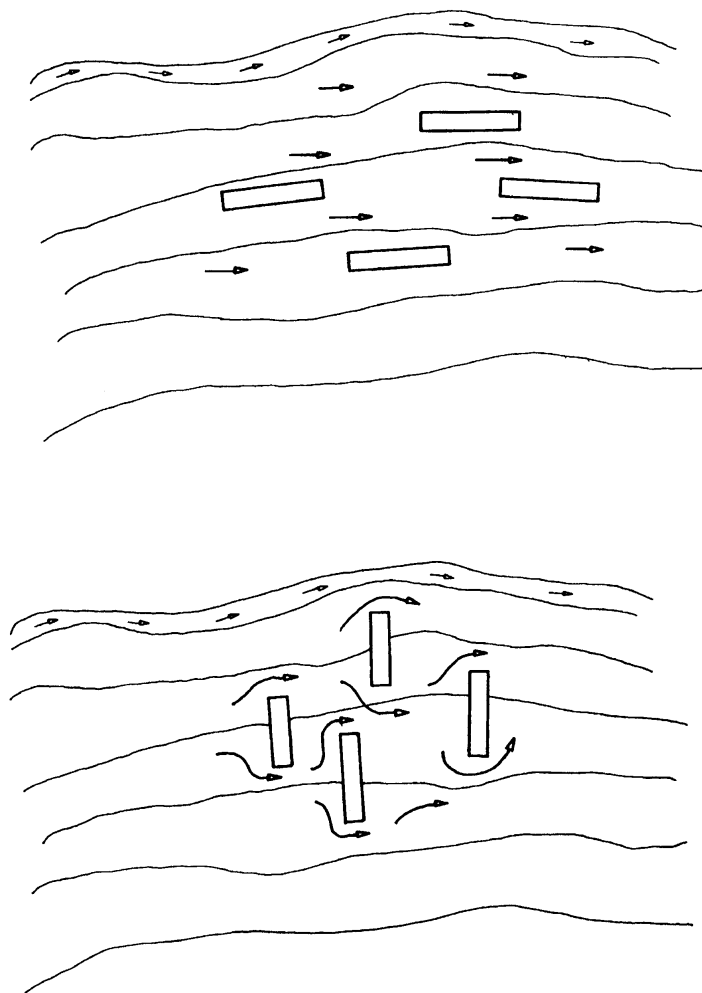
Slika 3.22 - Vpliv preselitve objektov in dobrin.

Naselja se lahko preselijo v celoti, druga možnost je sprememba gospodarske dejavnosti. Ukrep je primeren takoj po poplavi, ko so objekti tako uničeni, da se obnova ne izplača. Ukrep ni priljubljen in prizadeti prebivalci ali podjetniki se težko odločajo zanj.

Na sliki 3.23 je prikazan prečni prerez ceste, načrtovane kot oddušni kanal pri poplavi. Ukrepi ne vsebujejo samo prepovedi, temveč tudi ustrezno prilagajanje pojavu nevarnosti. Na sliki 3.24 je prikazan priporočljiv in nepriporočljiv položaj objektov na poplavnem območju (Marco, 1994). V prvem primeru voda obteka objekte z minimalnim uporom in vplivom na tokovnice. V drugem primeru objekti povzročajo močno turbulenco v toku vode, erozijo, zadrževanje plavin in naplavin ter večje hidrostatične in hidrodinamične obremenitve na objektih.



Slika 3.23 - Prečni prerez ceste, načrtovane kot oddušni kanal pri poplavi.

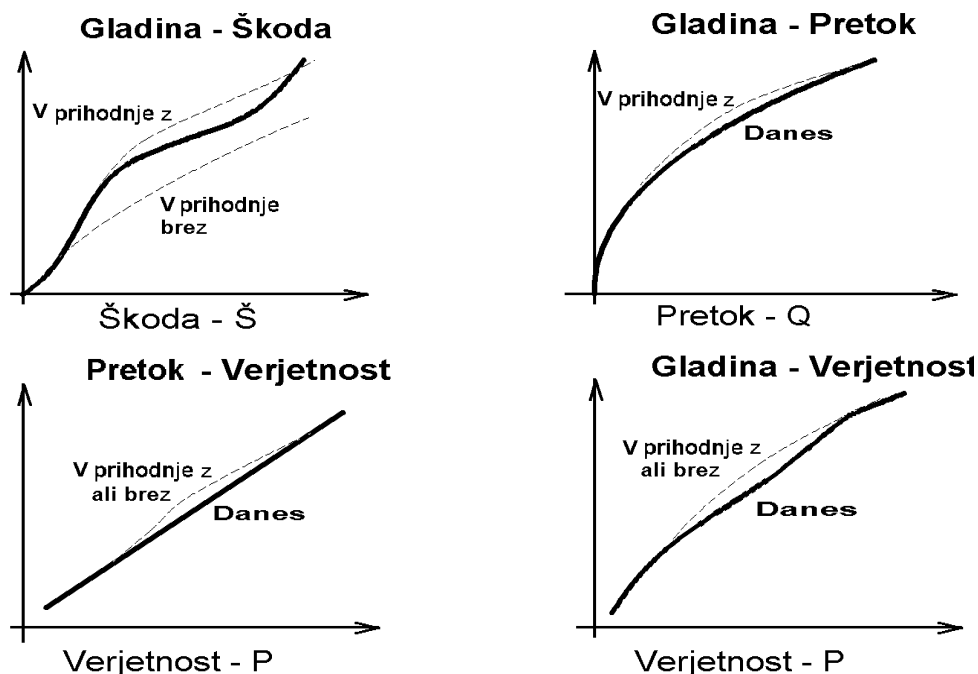


Slika 3.24 - Priporočljiv in nepriporočljiv položaj objektov na poplavnem območju.

Na prispevnih urbanih površinah zahtevamo graditev ločenih odvodnih sistemov za kanalizacijo in padavinsko vodo. Ukrep ima dvojni namen: poleg zmanjšanja onesnaženja površinskih vodotokov pri prelivanju odvodnikov zaradi prevelikega padavinskega odtoka in zmanjšanja obremenitve čistilne naprave s pretokom relativno čiste padavinske vode, tudi zadrževanje in ponikanje zbrane padavinske vode ter manjšo škodo pri poplavah zaradi onesnažene poplavne vode.

Vpliv nadzorovanega razvoja območja je opazen na vseh diagramih (HEC, 1989, slika 3.25). Na diagramu gladina-škoda sta prikazani različici sprememb (ko je nadzorovan in ko ni). Na

drugih diagramih je opazno manjše poslabšanje razmer, kot posledica splošnega razvoja povodja.



Slika 3.25 - Vpliv prihodnje nadzorovane uporabe poplavnega območja.

3.2.2 Nezgodno zavarovanje objektov

Poplave zajamejo velika območja, tako da je temeljni problem izredno visok znesek škode, ki jo poplave povzročajo, in nikjer na svetu zavarovalnice ne bi mogle izplačati škode brez pomoči države, niti v ZDA ne (FEMA, 1992). Škodo, delno ali v celoti, krije država, zavarovalnice pa so le servisi, ki priskrbijo oceno škode in distribucijo sredstev oziroma zbiranje in povračilo dela sredstev prek zavarovalnih premij. Na določenih območjih je lahko tako zavarovanje celo obvezno (na primer pri prevzemanju posojila za rekonstrukcijo, zavarovanje turistov v kampih na ogroženih površinah ipd.). Pomembni so tudi sekundarni, bolj psihološki vplivi, ko se lastniki vsaj enkrat letno pri plačilu premije spomnijo, da živijo na ogroženem območju. Uspešna je podpora drugim ukrepom, kot npr. zmanjšanje premije zaradi protipoplavnih posegov na objektu. Praviloma naj bi bolj ogroženi lastniki plačevali višje premije.

Način zavarovanja je v različnih državah različen. Pri tem se prepletajo različne oblike nadomestila za škodo (Jevdjević, 1994):

Vladno zavarovanje. Redke so vlade, ki na nek način ne pomagajo žrtvam poplave. To je splošno javno zavarovanje, pri katerem sodelujejo vsi davkoplačevalci, ki prispevajo k državnemu proračunu. Sredstva za pomoč žrtvam naravnih nesreč so lahko tudi posebna postavka v proračunu.

Javno zavarovanje pred naravnimi nesrečami. V posameznih državah vlada organizira poseben program za nezgodno zavarovanje pri poplavah. Vsi prebivalci in lastniki nepremičnin na ogroženem območju sodelujejo v obveznem zavarovanju pred poplavami. Zavarovalne premije se oblikujejo v odvisnosti od nevarnosti (tveganja pri poplavah) in ranljivosti (višine potencialne škode). Prednost javnega protipoplavnega zavarovanja je, da tveganje prevzemajo vsi ogroženi v državi. Zasebne zavarovalnice pa same brez obveznega zavarovanja ne morejo pokriti škode pri izrednih, obsežnih poplavah.

Mešano javno in zasebno zavarovanje. Pri zavarovanju prevzema del tveganja poleg zasebnih zavarovalnic tudi država. Oblike in razmerja so v posameznih državah različni.

Zasebno zavarovanje z javnim poroštvo. Vlada prevzema poroštvo za sodelovanje pri zavarovanju v primeru izredno velike škode, ki jo zavarovalnice ne bi mogle pokriti in bi morale v stečaj.

Zasebno zavarovanje. Zasebne zavarovalnice praviloma zavarujejo in pokrijejo škodo ogroženim na manjših urbanih povodjih, kjer ni predvidena velika škoda zaradi poplav velikih vodotokov. Omenjeno zavarovanje je praviloma omejeno na manjše poplave pritličij in kleti ter je omejeno glede tveganja (povratne dobe pojava) in maksimalne višine škode.

3.2.3 Sprememba dejavnosti

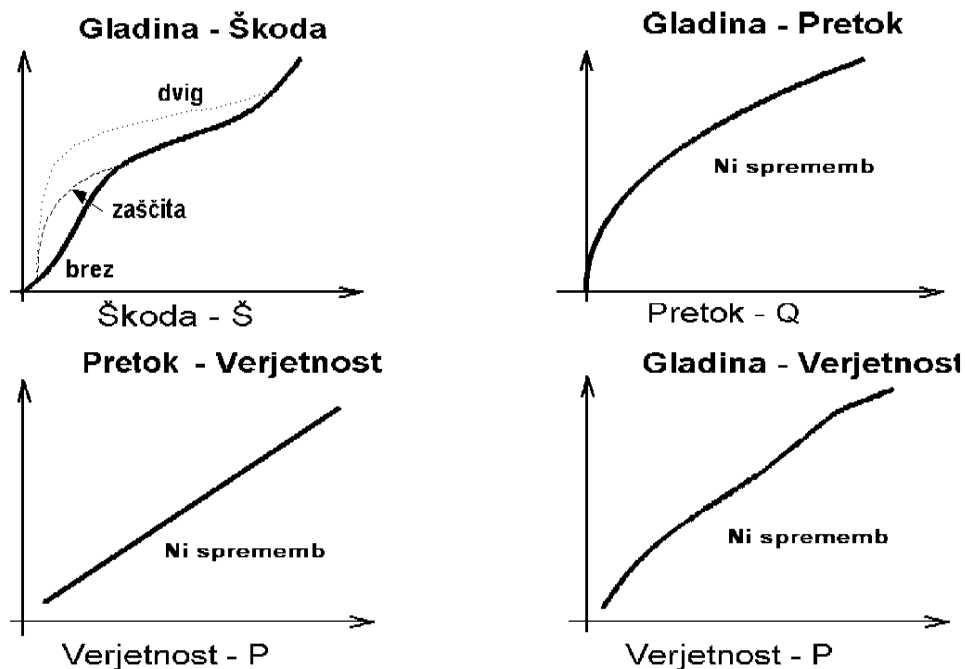
Najbolj pogosto spreminjamo dejavnosti v poljedelstvu, saj so sadovnjaki ali travniki neprimerno manj občutljivi za poplave kot različne vrste poljščin. Tudi v strnjenih naseljih so dejavnosti, ki lahko brez večje škode prenesajo poplave (promet, rekreacija, zelene površine, skladišča razsutega tovara ipd). Možnosti uporabe ukrepa pri različnih dejavnostih so podane v preglednicah 3.5. Uporabljamo ga predvsem kot preventivni administrativni ukrep in ima pomemben vpliv na manjših območjih. Sprememba namembnosti ogroženih zemljišč je lahko širše družbeno sprejemljiva, ni pa priljubljen ukrep za prebivalce ogroženih območij. Rešitev je lahko tudi delni odkup objekta.

Ukrep je danes povezan z odkupom ogroženih območij s strani države ali občine (lokalne skupnosti). Tako odkupljene površine se prepuščajo različnim oblikam javne rabe, vključno z ekološko revitalizacijo in obnovo vodotokov oziroma s spremembo poplavnih območij v območja zavarovane narave.

3.2.4 Graditev objektov, varnih pred poplavo

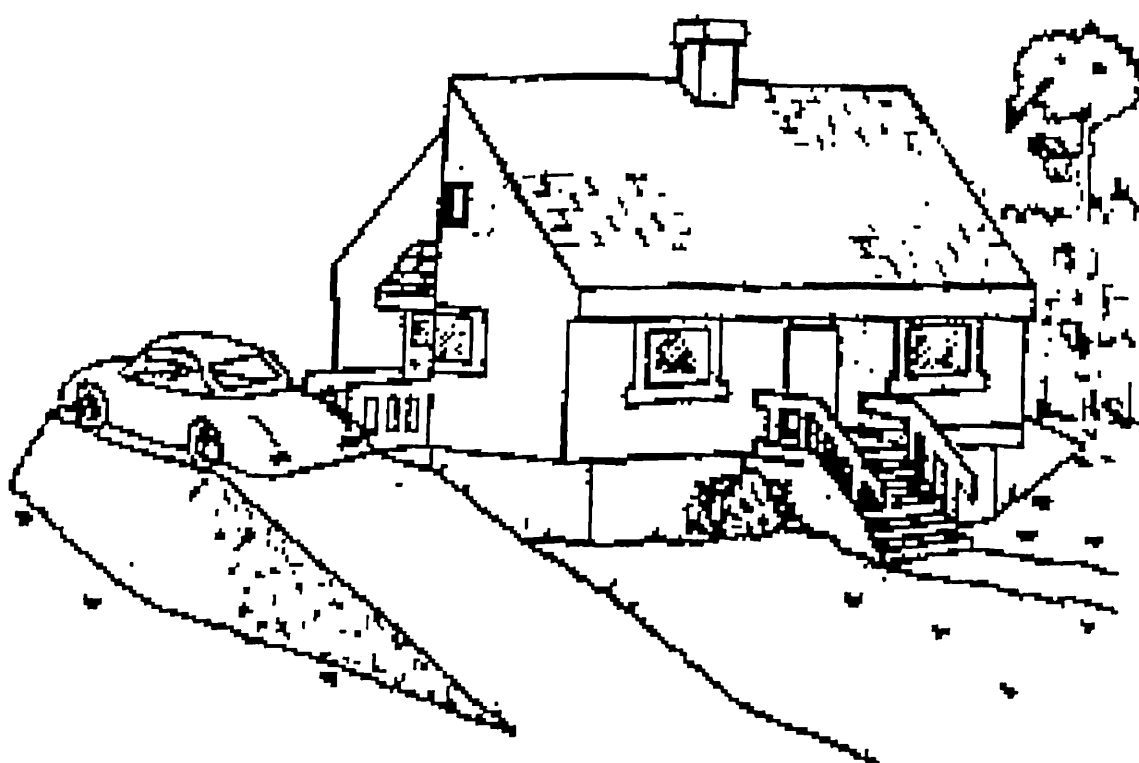
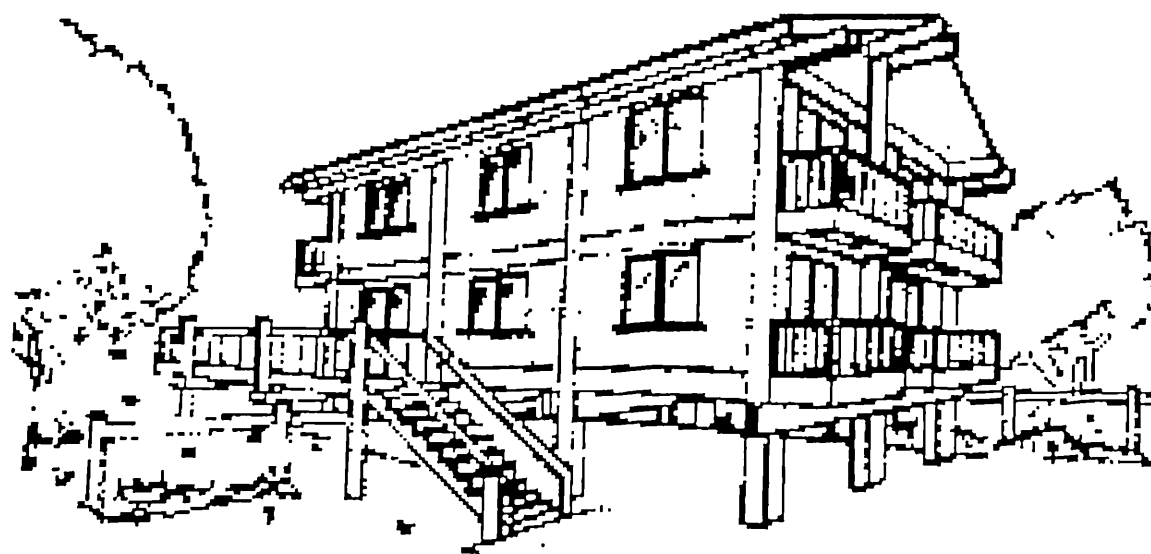
Graditev objektov, varnih pred poplavo, vključuje več postopkov, s katerimi preprečimo dotok vode v objekt ali kar najbolj zmanjšamo posledice prodora vode. Ukrepe lahko uporabimo pri graditvi novih ali pri rekonstrukciji starih objektov. Posegi so lahko stalni ali začasni. Stalni so sestavni del konstrukcije objekta (dvig, visoko pritličje) in ne zahtevajo dodatnih ukrepov pri poplavi. Začasne ukrepe uporabimo le ob poplavi, pripravimo pa jih že prej. Tretja vrsta so načrtovani posegi v primeru nevarnosti, ki jih načrtujemo za primer pojava poplav, izvajamo pa jih po potrebi, ko pride do nevarnosti in zahtevajo organizirano in intenzivno delovanje.

Uporabo posegov lahko pospešimo z ustrežno podporo zavarovalnic ali z ugodnimi namenski posojili (HEC, 1989, slika 3.26).



Slika 3.26 - Vpliv zavarovanja posameznih objektov pred poplavo.

Varnost posameznih objektov ali celotnih naselij dosežemo z dvigom objekta (nasipanje, visoka podkletenost, sliki 3.27 in 3.28). Ukrep so uspešno uporabljali že mostiščarji na Barju. Podoben vpliv ima lahko tudi sprememba namembnosti najbolj ogroženih prostorov v stavbi. Za izvajanje ukrepa potrebujemo predvsem dovolj točne podatke o gladini vode pri poplavih oziroma o lastnostih pojava na območju, kjer želimo graditi. V Pennsylvaniji (ZDA) velja predpis, po katerem morajo biti pol metra nad gladino vode, pri poplavi s stoletno povratno dobo, vsi novi vrtci, bolnišnice, domovi za ostarele, kampi in skladišča z nevarnimi snovmi.

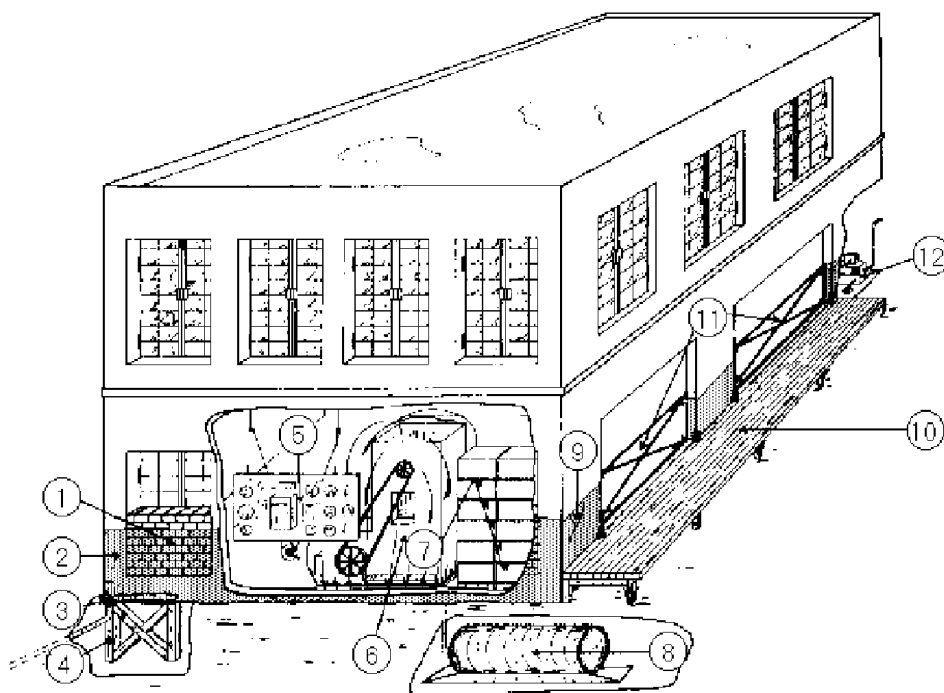


Slika 3.27 - Dvig objektov nad gladino poplavne vode.



Slika 3.28 - Predlog za nasipanje zemljišča v Holandiji (Saul, 1992).

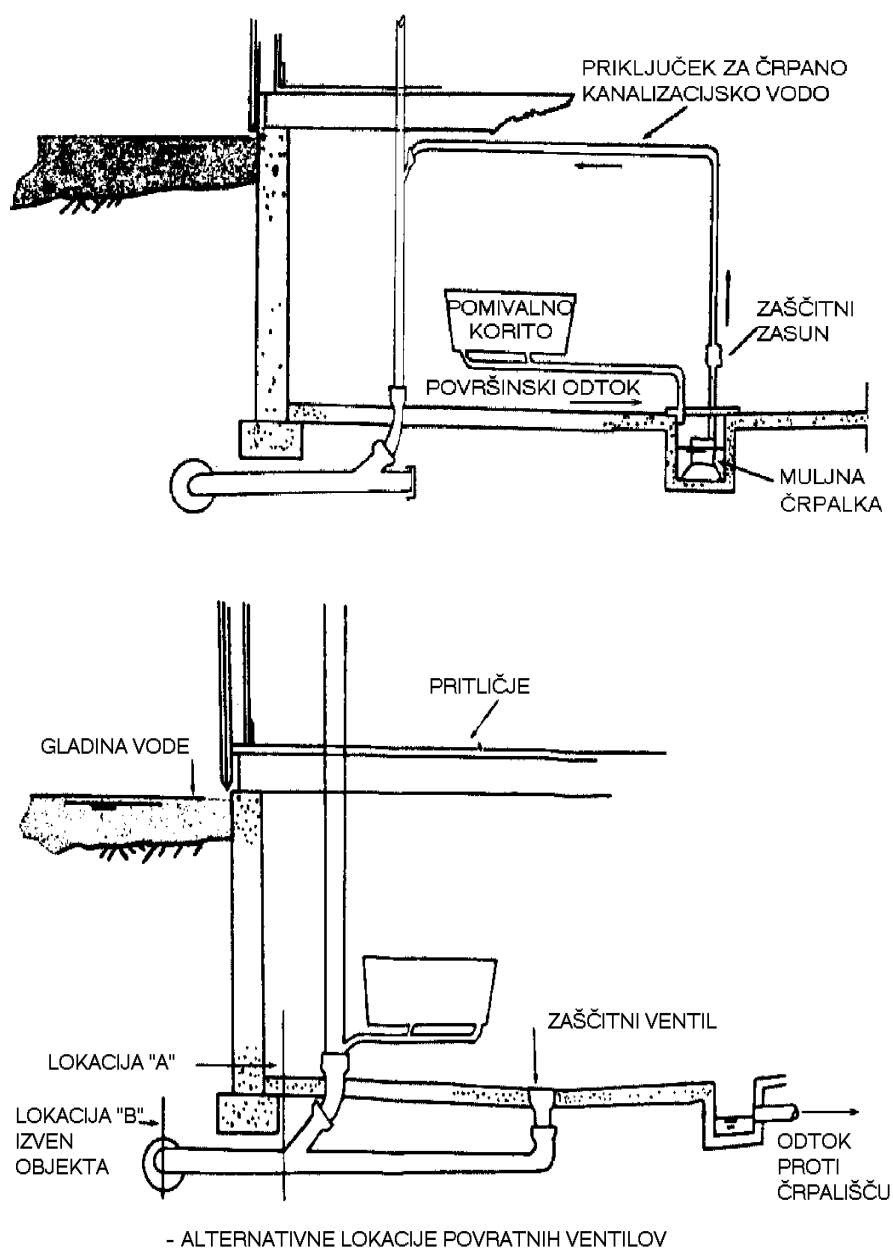
Vodotesnost objektov dosežemo s posebno zaščito zidov in vhodov oziroma odprtin v stavbi. Ukrepi so priporočljivi pri zaščiti posameznih objektov (slike 3.29 do 3.33, US Department of Agriculture, 1975). Če jih upoštevamo pri graditvi novih objektov, so preprosti in poceni. Zato jih je priporočljivo vključiti med pogoje za izdelavo lokacijske dokumentacije. Vodotesnost objekta lahko dosežemo po potrebi tudi z improviziranjem. Pri tem moramo upoštevati konstrukcijske lastnosti objekta. Omenjena zaščita namreč pomeni dodatno izredno veliko statično obremenitev objekta. Tako lahko dodatna obremenitev (če objekt ni primerno dimenzioniran) povzroči delne poškodbe konstrukcije ali porušitev celotnega objekta (slika 3.34).



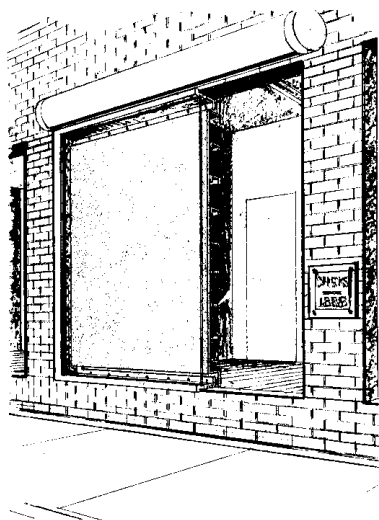
- legenda: 1. zazidana odprtina, 2. vododržni premazi, 3. ventil na kanalizacijskem odvodu, 4. talne podpore, 5. komandna plošča, dvignjena nad gladino poplave, 6. oprema, zaščitena s polietilensko folijo, 7. polietilenska folija med sloji kartona, 8. zasidran podzemni rezervoar, 9. sanirane razpoke, 10. izpraznjena raztovorna rampa, 11. jekleni pokrovi na vratih, 12. muljna črpalka za drenažno vodo

Slika 3.29 - Ukrepi za zaščito industrijskega obrata.

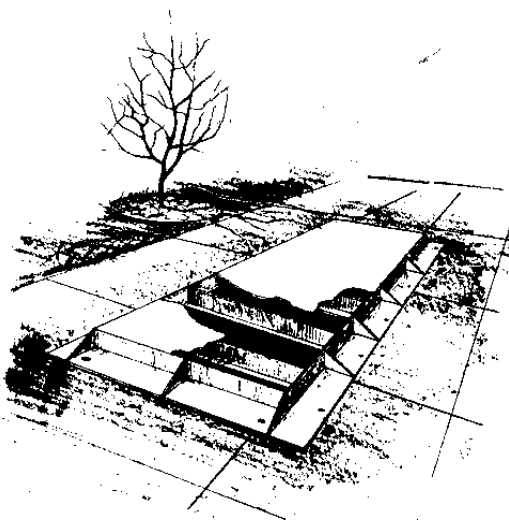
Povečanje varnosti objektov zahteva posebno analizo, v zahtevnejših primerih pa tudi obsežno projektno dokumentacijo (ko na primer globina vode preseže tri metre, hitrost pa 1 meter na sekundo). V takih primerih moramo izdelati statične izračune vpliva obremenitev dodatnih hidrostatičnih in hidrodinamičnih tlakov. Pri omenjenih tlakih so tudi tesnitve, ventili in vodotesnosti veliko bolj zahtevni, ščiti in pokrovi na zunanjih odprtinah pa zahtevajo posebno konstrukcijo.



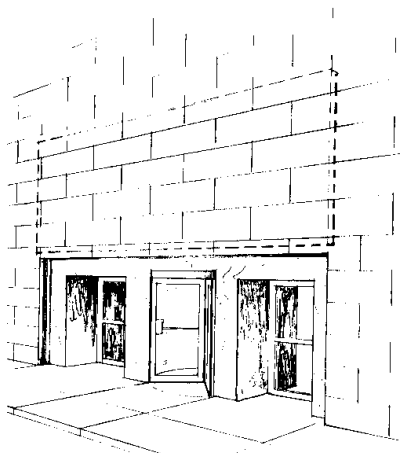
Slika 3.30 - Zaščita kletnih instalacij.



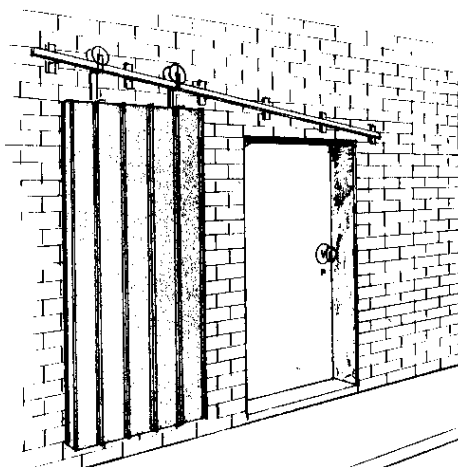
a) Prerez zaščite izloženega okna



b) Pokrov na odprtini za prezračevanje kletnih prostorov

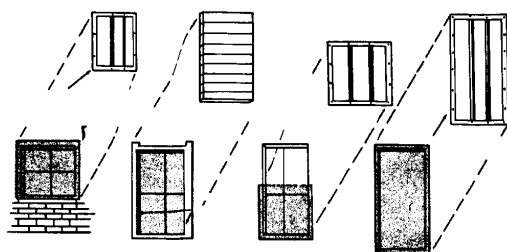


c) Ščit za vrata skrit v zidu nad vhodom

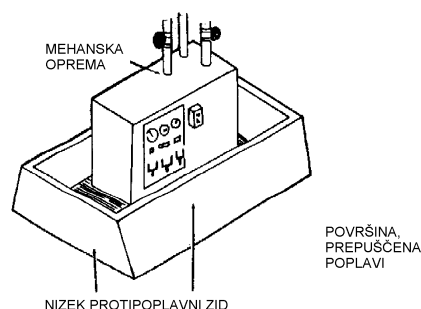


d) Pomična zaščitna vrata omogočajo dodatno varnost pred vlomilci

Slika 3.31 - Zaščita odprtin v stavbi.

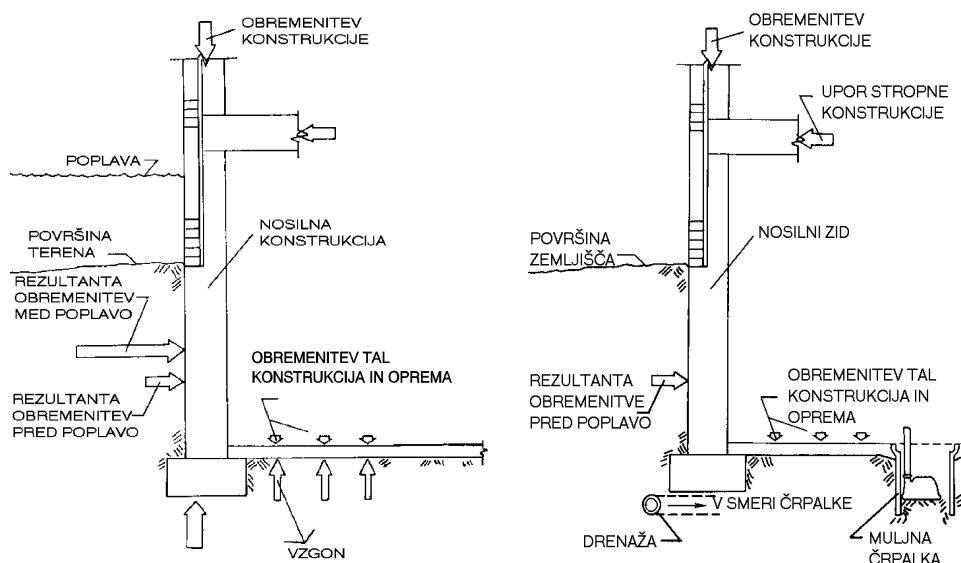


Slika 3.32 - Zaščita oken - različni štiti.



Slika 3.33 - Zaščita opreme.

Postavljanje zapor proti vdoru vode v stavbo je učinkovit ukrep pri kratkotrajnih hudourniških poplavah. Pri dolgotrajnih poplavah, ko voda dolgo in počasi narašča, je ukrep zaradi vdora talne vode manj učinkovit, kljub temu pa vpliva na zmanjšanje škode, ker filtrira vodo in preprečuje vdor blata v objekt.

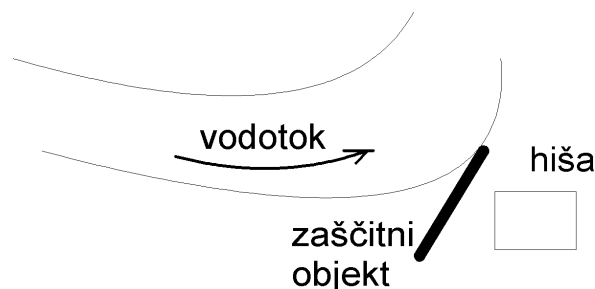


Slika 3.34 - Obremenitve konstrukcije med poplavo in ukrepi za zaščito.

Umikanje premočnin z nevarnega območja oziroma prenos v višje nadstropje je vezan na fizične sposobnosti ogroženih oseb.

Pri načrtovanju začasnih ukrepov moramo upoštevati razpoložljivi čas za njihovo izvajanje. Čas med razglasitvijo nevarnosti in pojavom poplav mora biti krajši od izvajanja ukrepov (zapiranje ventilov, montiranje vodotesnih ščitov na odprtinah ipd).

Če je zemljišče pod močnim vplivom erozije, je ukrep lahko celo nevaren, ker se lahko objekt poruši, preden je evakuacija prebivalcev še mogoča, ali pa objekt s svojim vplivom na tok vode povzroči dodatno erozijo. Protierozijska zaščita posameznega objekta zahteva veliko izkušenosti. Ker moramo erozijo zadržati čim dlje od objekta in tok vode preusmeriti (slika 3.35), so za to najbolj primerne rešetkaste ograje z globokimi masivnimi temelji. Zato je priporočljivo čim globlje temeljenje objektov, po možnosti na pilotih. Manjši leseni objekti morajo biti sidrani v temelje, da jih voda ne bi odplavila.



Slika 3.35 - Zaščita objekta pred erozijo in naplavinami z ograjo.

Pritličje in klet morata biti vododržno grajena. Naravno svetlobo v te prostore spuščamo skozi stene iz steklenih zidakov. Materiali, ki bodo v stiku s poplavno vodo, ne smejo biti higroskopni. Zidovi naj bodo izdelani iz betona z vodoodpornim ometom ali oblogami iz keramičnih ploščic. Uporaba mavca in lesa ni priporočljiva.

Poleg konstrukcije zahtevajo posebno pozornost instalacije. Vsi vitalni deli, predvsem pa komandne plošče, stikala in razvodne table, morajo biti nameščeni dovolj visoko nad gladino poplavne vode, tako da instalacije lahko delujejo tudi med poplavo, pri poplavljenosti prostorov pa niso poškodovane. Priporočljivo je, da se instalacije v ogroženem delu stavbe izvedejo ločeno oddrugih, tako da se v primeru poplave lahko preprosto odklopijo in ne motijo delovanja v varnem delu objekta. Posamezni objekti morajo biti opremljeni z nadomestnimi viri energije, ki so postavljeni na mestih zunaj nevarnosti. Na strehah večjih objektov lahko postavimo manjše rezervoarje za nemoteno oskrbo z vodo.

3.3 NAČRTOVANJE UKREPOV ZA ZAŠČITO PRED POPLAVAMI

V sodobni informacijski družbi je načrtovanje oziroma izbira rešitev zapleten in celovit proces odločanja, ki zahteva strokovne osnove, pravno podprt postopek in politično podporo. Vsak problem lahko rešimo s poljubnim številom različic, prilagojenih naravnim razmeram.

Z oblikovanjem retenzijskih prostorov v povodju lahko na primer povečamo ogroženost gorvodno in zmanjšamo dolvodno (Gendreau in Gilard, 1998, slika 3.36) ali obratno.

Primer negativnih vplivov območne ureditve vodotoka je podan na sliki 3.36. Vodotok ogroža s poplavami manjše urbano območje in kmetijske površine. Z lokalno ureditvijo, pri kateri so vodotok lokalno regulirali in zgradili nasipe ter s tem zaščitili ogrožene površine, so povzročili poplave dolvodnih urbanih površin, ki pred posegom niso bile ogrožene. Pravilna rešitev

zajema regulacijo vodotoka in zaščito ogroženih urbanih površin, kmetijske površine so prepuščene poplavi, tako da vpliv ureditve ne ogroža dolvodnih urbanih območij.



Slika 3.36 - Različice urejanja vodotoka.

3.3.1 Načela, standardi in postopki

Sodobno načrtovanje varstva pred poplavami je kompleksen proces odločanja, ki mora vključevati vse dejavnike in temeljiti na:

- načelih (okvir, v katerem uradna politika skrbi za urejanje vodnega režima (zakonodaja in običaji);
- standardih (opredeljujejo enakopravnost in usklajenost osnov za primerjanje, meritve ter presojo načrtov in ukrepov);
- postopkih (podrobno obdelani postopki za izvajanje načrtovanja na različnih ravneh, vključujoč tudi ocenjevanje koristi in škode oziroma stroškov pri primerjanju posameznih načrtov). Postopki so sestavni del upravnega postopka za dejavnosti na ogroženih območjih in omogočajo spremljanje in usmerjanje razvoja območij s soglasji, z dovoljenji ali s priporočili.

O načelih (glej poglavje 1) ponovimo le temeljno strokovno stališče do celovitega reševanja problema, ki upošteva vodni režim kot celoto ter vključuje tudi njeno kakovost in ocenjevanje posledic na celotnem povodju. Pri tem se moramo zavedati, da je poplava naravni pojav in da popolne varnosti pred poplavami ni, zato moramo poznati naravo pojava oziroma njegove lastnosti, še preden se lotimo reševanja problema.

Sodobnejši pristop pri iskanju rešitev v večji meri upošteva alternativne rešitve in ne samo graditev hidrotehničnih objektov kot v preteklosti. Uporaba alternativnih rešitev je najbolj razvita v ZDA, kjer so že v poznih šestdesetih letih začeli intenzivno uvajati omenjene ukrepe in spreminjati zakonodajo na tem področju (FEMA, 1992). Tudi v državah Evropske skupnosti so se v preteklih letih začele intenzivne raziskave (Saul, 1992).

V preglednici 3.7 je pregled strategij in ukrepov, ki jih uporabljajo v ZDA pri zmanjševanju škode. Opozoriti moramo na celotno strukturo podzakonskih aktov in usklajenih programov, ki je nastajala v zadnjih dvajsetih letih kot temelj za izvajanje alternativnih ukrepov (FEMA, 1990; 1992). Pri načrtovanju različnih različic ukrepov moramo upoštevati tudi različico pri kateri ne izvajamo nobenih ukrepov ter se poskušamo prilagoditi in sprijazniti z vsemi posledicami naravnega pojava. Koreniti posegi v vodni režim namreč praviloma pomenijo tudi velike ekološka posledice, ki jih sodobna družba ni pripravljena sprejeti.

Preglednica 3.7 - Pregled strategij in ukrepov v ZDA za zmanjševanje škode.

Strategija A:	Zmanjšanje dovzetnosti za škodo zaradi poplav in motenj 1. regulativa za urejanje poplavnih območij: a) zvezna regulativa za poplavna območja, b) lokalna regulativa za poplavna območja, 1. določanje poplavnih območij, 2. regulativa za posamezne dele območij, 3. gradbena regulativa, 4. stanovanjska regulativa, 5. sanitarna regulativa, 6. ostala regulativa; 2. razvojna politika in obnova: a) načrtovanje in lociranje servisov in javnih služb, b) pravice do uporabe zemljišča, odkup in uporaba brez zazidave, c) obnova in rekonstrukcija, č) stalna preselitev; 3. pripravljenost na poplave, 4. pomoč pri poplavi, 5. urejanje objektov, da so varni pred vodo, 6. napovedi, opozorilni sistem in načrt delovanja ob poplavi.
Strategija B:	Sprememba lastnosti poplav: 1. pregrade in zadrževalniki, 2. nasipi, 3. urejanje struge, 4. oddušni kanali, 5. urejanje povirij, 6. lokalni zaščitni ukrepi.
Strategija C:	Sprememba vpliva poplave na posameznike in lokalno skupnost: 1. informiranje in izobraževanje, 2. nezgodno zavarovanje, 3. davčne olajšave, 4. ukrepi v primeru poplave, 5. odprava posledic.

Standardi so podzakonski akti, s katerimi dosegamo poenoteno zaščito in delovanje: zaščito posameznih dejavnosti pred pojavi z določeno povratno dobo (preglednica 3.8), zvišanje nasipov, norme pri vgrajevanju materialov ali projektiranju objektov in podobno.

V tem poglavju bomo obravnavali predvsem tehnične standarde za projektiranje in rekonstrukcijo hidrotehničnih objektov in izdelavo temeljne dokumentacije za določanje poplavnih območij. Temeljni standard je povratna doba pojava, pred katerim se poskušamo zaščititi. Ta določa mejo varovanega območja. Pri nas je veljalo nepisano pravilo o zaščiti urbanih območij pred poplavo enkrat v sto letih in kmetijskih površin pred poplavo z desetletno povratno dobo. Za objekte (pregrade in zadrževalniki) se uporabljajo priporočila ICOLD.

Za nasipe se je uveljavil standard, da morajo segati en meter nad gladino poplave, za katero so projektirani. Pri območnih nasipih za zaščito ekstenzivnih kmetijskih površin je lahko ta vrednost tudi manjša. Na odsekih, kjer lahko pričakujemo zaježitve ali večja valovanja, je treba nasipe še dodatno zvišati. Tako v ZDA velja predpis o dodatnem zvišanju nasipov za trideset centimetrov gorvodno od mostov, na odsekih, kjer je na vodni strani kakršen koli objekt, ki ovira tok vode, in na gorvodnih odsekih daljših nasipov.

Preglednica 3.8 - Priporočene vrednosti povratne dobe za zaščito posameznih dejavnosti.

Opis dejavnosti	Priporočena povratna doba v letih
Ekstenzivno kmetijstvo (žita)	6-7
Intenzivno kmetijstvo	15-20
Slabo ali srednjegosto naseljena območja	100-200
Gosto naseljena območja in industrijske cone	200-1000
Pomembna mestna središča	> 1000

3.3.2 Določanje škode in koristi pri posameznih rešitvah

Povratno dobo lahko določimo tudi na podlagi ekonomske upravičenosti projekta. Kot primer je prikazan postopek iskanja rešitve na podlagi stroškov in škode (Sokolov, 1976). Pri tem vrednost projekta prikažemo v obliki:

$$V_p = K_o + aQ_p \quad \text{in} \quad Q_p = A Q_{sr} P^{-n}$$

kjer je:

K_o - konstantni stroški projekta, ki so neodvisni od pretoka vode,

Q_p - pretok s povratno dobo p , za katerega načrtujemo objekt

A - koeficient

n - koeficient

P - povratna doba pretoka

a - koeficient sorazmerja med stroški projekta in načrtovanim pretokom,

Q_{sr} - povprečni letni maksimalni pretok.

Analizo izvedemo na podlagi letnih stroškov. Če je T ekonomska doba objekta, je njegov povprečni letni investicijski strošek:

$$U_1 = \frac{V_p}{T} = \frac{K_o + aQ_p}{T}$$

Stroški vzdrževanja so sorazmerni investicijski vrednosti objekta:

$$U_2 = rV_p = r(K_o + \alpha Q_p)$$

r - koeficient sorazmerja med stroški vzdrževanja in vrednostjo objekta

Škoda v primeru graditve objekta, vključno s poškodbami samega objekta:

$$U_3 = P Y_o + \eta V_p = P Y_o + \eta(K_o + \alpha Q_p)$$

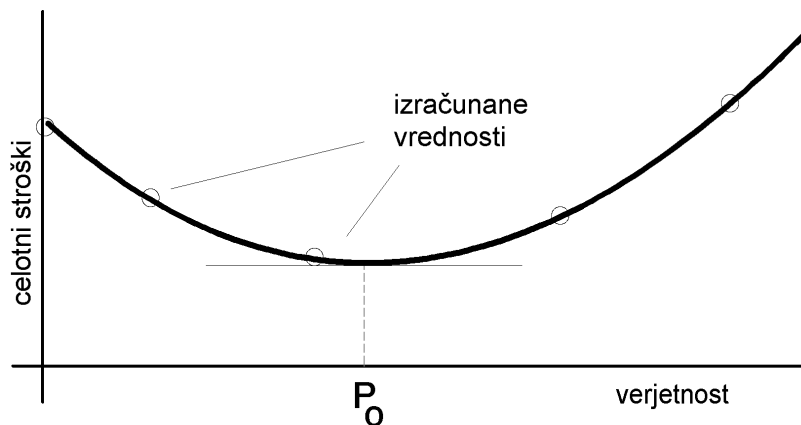
kjer je:

- P - povratna doba pretoka Q_p
- Y_o - letna škoda po graditvi objekta brez poškodb na samem objektu,
- η - koeficient sorazmerja med vrednostjo graditve objekta in stroški
rekonstrukcije zaradi poškodb po poplavi.

Rešitev je minimum funkcije (slika 3.37):

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

v odvisnosti od povratne dobe. Povratno dobo, pri kateri doseže funkcija minimum, izberemo kot optimalno za zaščito. Pri omenjenih analizah moramo upoštevati točnost in spremembe v ekonomskih parametrih. Rezultati ekonomske analize so le eden od temeljev pri odločanju. Analiza namreč ne upošteva ogroženosti življenj, občutka varnosti in vpliva na zdravje. Pri odločanju moramo upoštevati tudi možnost prilagajanja rešitev spremembam robnih pogojev.



Slika 3.37 - Soodvisnost med celotnimi stroški in škodo.

Bolj zahtevni so postopki ekonomske presoje, ki jih je razvil HEC v ZDA. Temelj analize je že podana na sliki 1.3, kjer so v sistem vključene hidrološka, hidravlična in ekonomska analiza, ki

kot rezultat dajo soodvisnost med verjetnostjo pojava in škodo za različne predlagane rešitve. Rešitve so praviloma različne kombinacije hidrotehnilnih objektov in alternativnih ukrepov.

Pri ekonomski presoji varstva pred poplavami moramo upoševati ne samo stroške in koristi prizadetega prebivalstva, temveč tudi celotnega gospodarstva države oziroma davkoplačevalcev, ki prispevajo za proračunska sredstva. Pri analizi so negotovi predvsem rezultati določanja koristi.

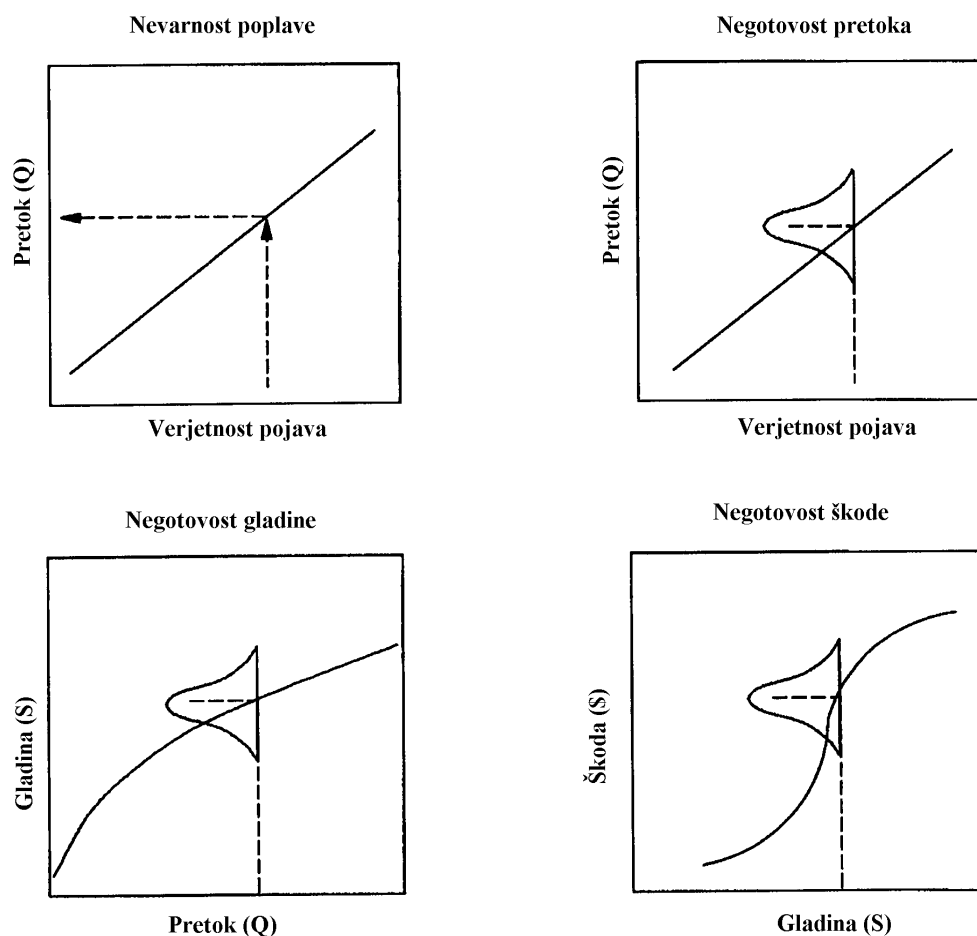
Upoštevanje verjetnosti pri načrtovanju ne poda končnega odgovora, katera rešitev je najboljša. Dobimo le več informacij kot z običajnimi postopki.

Škodo pri poplavah lahko razdelimo v tri kategorije (Moser, 1994):

- neposredna ekonomska škoda, ki se nanaša na materialne izgube na nepremičninah in premičninah, stroški zaščite, čiščenja, izgube dobička zaradi prenehanja poslovanja, stroški zaradi težav v prometu ipd. Dodatne stroške lahko povzroči tudi povišanje cen določenih dobrin po poplavi zaradi zmanjšanih zalog in povečanega povpraševanja.
- posredna ekonomska škoda, ki je povzročena z motnjami v poslovanju na širšem območju, tako škodo utrpijo tudi podjetja, ki jih poplava ni neposredno prizadela. Tu moramo upoštevati vse stroške, do katerih prihaja, dokler se celotno območje ne vrne v stanje normalnega poslovanja pred poplavo.
- nedoločljiva škoda, ki jo je težko ekonomsko opredeliti, kot so težave z zdravjem, psihološke travme žrtev ipd.

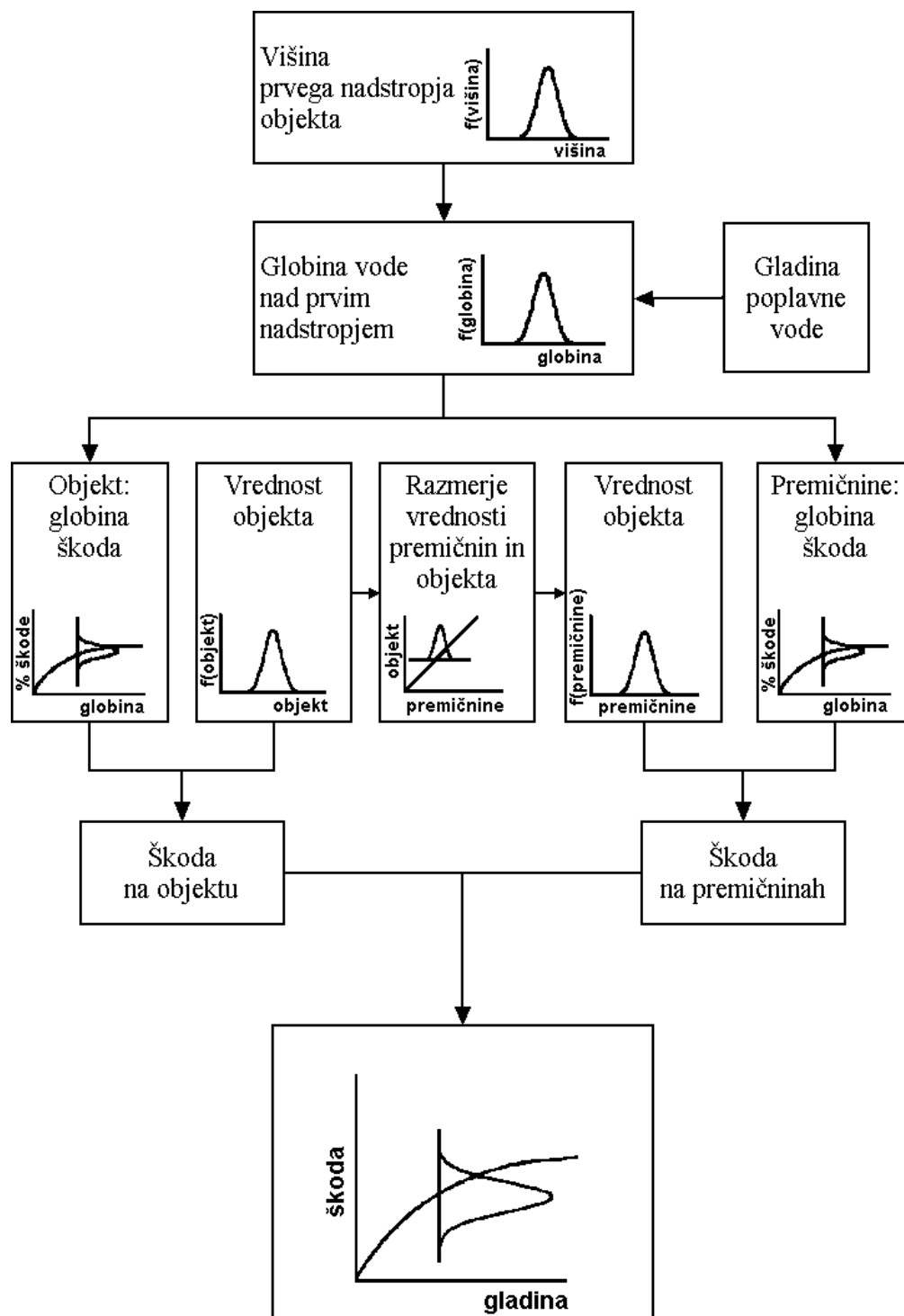
Pri določanju škode se srečamo z negotovostjo pri določanju soodvisnosti (sliki 3.38 in 3.39). Negotovost povzročajo različni viri in pomanjkanje podatkov. V preglednici 3.9 je podan pregled virov negotovosti pri določanju materialne škode ogroženih prebivalcev.

Oceno škode na območju lahko določimo na podlagi seštevanja škode, določene na vsakem objektu za posamezno poplavo, na podlagi ocene vrednosti zemljišča, ali na podlagi izjav lastnikov.



Slika 3.38 - Negotovost pretoka, gladine in škode.

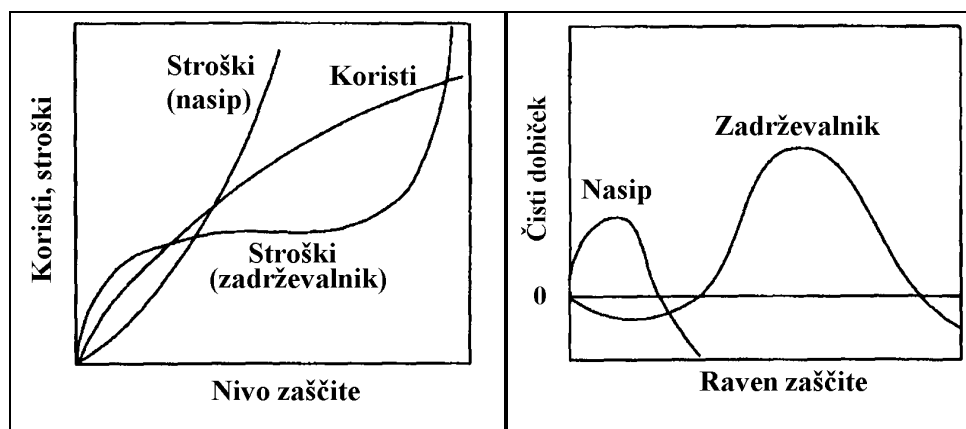
Finančna optimizacija je odvisna od cene kapitala, ki jo vlagamo kot strošek v varstvo. Strošek se pri tem pojavlja v naložbi, medtem ko je zmanjšana škoda kot dobiček nekaj, kar pričakujemo v prihodnosti. Stroške lahko določimo z veliko večjo stopnjo zaupanja kot dobiček oziroma zmanjšanje potencialne škode. Odločanje pri izbiri različic lahko izvedemo tudi samo na podlagi stroškov, če so pričakovani rezultati med seboj primerljivi (slika 3.40).



Slika 3.39 - Shema nastanka krivulje gladina - škoda.

Preglednica 3.9 - Pregled virov negotovosti pri določanju materialne škode ogroženih prebivalcev.

Vrsta škode	vrsta podatkov	viri napak in negotovosti
stanovanjski objekt	številni objekti različne konstrukcije in načina graditve	razvrščanje objektov in preštevanje objektov;
	nadmorska višina pritličja v vsakem objektu	geodetsko snemanje; topografske karte; interpolacija izohips;
	zmanjšana nadomestna vrednost objekta	ocena realne vrednosti; ocena nadomestnih stroškov; ocena zmanjšanja; ocena tržne vrednosti;
	škoda na objektih	ugotavljanje škode na objektih po poplavi; krivulja globina-škoda: hitrost vode trajanje poplave prodonosnost gradbeni material notranja konstrukcija stanje konstrukcije opozorilo
premičnine v stavbi	Zmanjšana nadomestna vrednost premičnin	ugotavljanje premičnin; odnos deleža premičnin glede na vrednost objekta;
	nadmorska višina pritličja v vsakem objektu	geodetsko snemanje; topografske karte; interpolacija izohips;
	škoda na premičninah	ugotavljanje škode na objektih po poplavi krivulja globina-škoda: hitrost vode trajanje poplave prodonosnost notranja konstrukcija stanje konstrukcije opozorilo



Slika 3.40 - Primer primerjave koristi in stroškov.

3.3.3 Ocenjevanje projektov

Cilj postopka je iskanje optimalnih rešitev oziroma oblikovanje najboljših rešitev na podlagi izdelave ustrezne dokumentacije in vključevanja prizadetih v proces. Celotni postopek mora biti zakonsko urejen (upravni postopek), tako da sta vloga in odgovornost posameznih subjektov dovolj jasni in določeni. Predvsem pa moramo izločiti možnosti blokade v procesu odločanja, ker tudi v primeru, če se ne odločimo (glede na naravo problemov), lahko povzročimo enake ali še hujše posledice, kot če bi izbrali najslabšo možnost.

Postopki pri izvajanju hidrotehničnih projektov so dobro znani (ZN, 1974). Razvoj v zadnjem času daje poudarek predvsem začetnim fazam projekta. Pri tem ločimo več faz (preglednica 3.10; Gardiner, 1990).

Prva faza je najbolj zahtevna in pomembna, saj imajo napačne odločitve pri temeljnih usmeritvah na začetku projekta lahko izredno velike negativne posledice. V razvitejših družbah omenjena faza zahteva vsaj 30 odstotkov časa in tudi sredstev glede na izvedbo celotnega projekta. V postopku je treba izdelati več tehnično in družbeno sprejemljivih rešitev in določiti njihove pozitivne in negativne posledice ter vplive na podlagi strokovnega mnenja svetovalcev. Pri tem moramo vedno upoštevati kot možnost tudi rešitev brez kakršnega koli posega. Dokumentacija, pripravljena za odločanje, po eni strani omogoča vključevanje vseh prizadetih v proces odločanja, po drugi strani pa tudi kakovostno odločanje. Pri tem moramo opozoriti na obvezno upoštevanje alternativnih rešitev in njihovih stroškov pri celotnem ocenjevanju projekta.

Na tej stopnji projekta prihaja do največjih sprememb pri izbiri meril. Sproščanje poplavnih območij za gospodarski razvoj izgublja prednostni položaj predvsem zaradi intenzivnega razvoja kmetijstva. V ospredje stopajo pozitivni vplivi poplavnih površin, rekreacija in okolje. Proces odločanja se organizira in vodi kot poseben projekt z lastnim programom in dokumentacijo. Izbrana različica mora biti tehnično izvedljiva, sprejemljiva za okolje in ekonomsko upravičena.

Preglednica 3.10 - Faze projekta.

Stopnja	Procesi	Dokumentacija
Predprojektna dejavnost	• ugotavljanje potreb • določanje zahtev • opredelitev ciljev • izbira tehnično sprejemljivih različic • priprava dokumentacije za vključevanje ostalih dejavnikov, vključujoč javno mnenje, • izbira različic • zagotavljanje finančnih virov	• predlogi in zahteve prizadetih • raziskave, meritve in opazovanja • sklepi upravnih služb • določanje meril • odločitve pristojnih organov, organizacij ipd.
Graditev projekta	• izdelava izvedbenih načrtov • graditev objekta • izdelava projekta izvedenih del	• projektna dokumentacija • poročila o izvedbi posameznih faz
Poprojektna dejavnost	• spremljanje vpliva objekta • ocenjevanje učinkovitosti • vzdrževanje • predlog za rekonstrukcijo	• raziskave, meritve in opazovanja • poročila inšpekcijskih služb

Za tehnično izvedljivost jamči projektantska organizacija, ugotavlja pa jo komisija pooblaščenih strokovnjakov na podlagi tehničnih predpisov in standardov. Sprejemljivost za okolje se ugotavlja na podlagi strokovnih mnenj pooblaščenih ustanov in je pogosto predmet multidisciplinarne analize.

Izvedba projekta danes praviloma ni več vprašljiva. Opozoriti moramo predvsem na zahtevo po izdelavi projekta izvedenih del, saj med izvedbo prihaja do odstopanj, tako da projekt izvedenih del ne omogoča pravilnega vzdrževanja in spremljanja delovanja objekta.

Zelo pomembno je, da spremljamo, kako zaježitveni objekt vpliva na vodni režim in kako deluje glede na zastavljene cilje. Pri tem ne spremljamo samo stanja objekta, z njegovo rekonstrukcijo in popravila oziroma varnost obratovanja, temveč tudi vpliv na režim voda in okolje v celoti.

Pri tem se moramo zavedati, da vsak primer lahko rešujemo na več načinov (Smith, 1979, slika 3.41). Tako npr. mesto, ki ga ogrožajo pogoste poplave, lahko zavarujemo na naslednje načine:

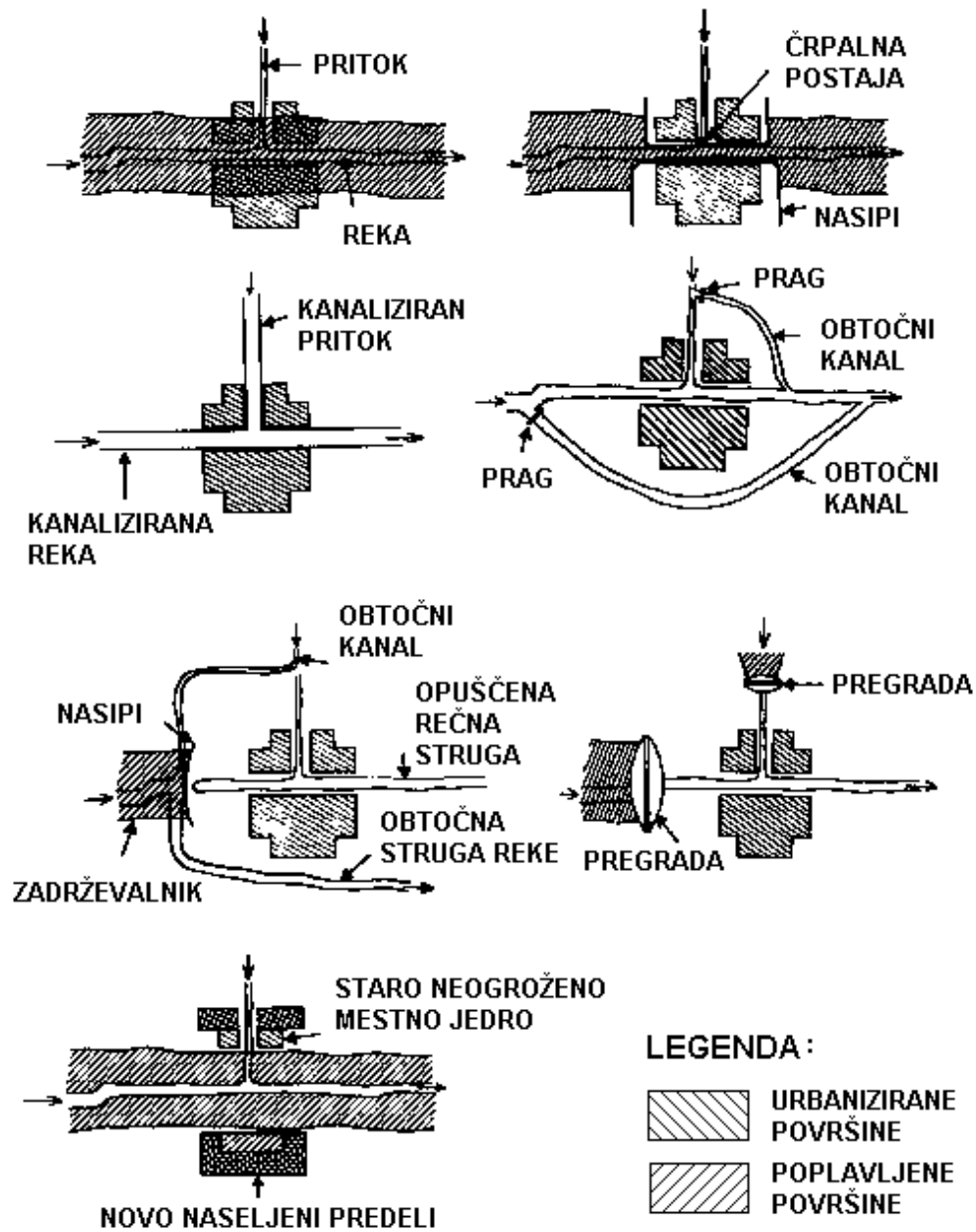
a) Gradimo nasipe, s katerimi varujemo mestno jedro. Potok, ki teče skozi mesto in se zliva v reko, v primeru poplave prečrpavamo čez nasip.

- *Prednosti:* Ukrep je razmeroma poceni in ga lahko izvedemo hitro z nezahtevnimi hidrotehničnimi ukrepi. Na videz ukrep ne povzroča večjih posledic.
- *Pomanjkljivosti:* Gorvodno od mesta lahko prihaja do zastajanja voda v zožitvi, dolvodno pa do poglobljanja. Mesto je ogroženo s poplavami potoka in možno porušitvijo nasipov. Razvoj mesta je omejen z nasipi, sama infrastruktura središča mesta pa je razbita in mesto ločeno od rečnih brežin.

b) Vodotoke na celotnem odseku kanaliziramo: struge razširimo in jih zaščitimo z odpornimi gladkimi oblogami.

- *Prednosti:* Poplavne površine so sproščene za druge namene v največji možni meri. Mesto se lahko nemoteno razvija ob kanaliziranih strugah.
 - *Pomanjkljivosti:* Razmeroma drag ukrep. Povečuje se hitrost vode in ogroženost dolvodnih območij. Življenje v vodoku in njegovih brežinah je osiromašeno in tudi samočistilne sposobnosti vodotoka so zmanjšane. Rekreatijski in oblikovni potenciali vodotoka so zmanjšani.
- c) Zgradimo obtočne kanale z mokro ali suho strugo.
- *Prednosti:* vodni režim skozi mesto je v celoti nadzorovan. Mesto ni ogroženo niti pri najhujših katastrofah. Prostor je še dodatno obogaten z vodo in dejavnostmi ob njej. Mesto se lahko nemoteno razvija ob izkoriščanju rekreacijskih in oblikovnih možnosti vodotokov.
 - *Pomanjkljivosti:* Vodotoku so prepuščena dodatna območja. V večji meri so ogrožena območja ob razbremenilnih kanalih, ki se lahko sčasoma tudi urbanizirajo (Ljubljana).
- č) Zgradimo zadrževalnik in speljemo vodotoke zunaj mestnih območij.
- *Prednosti:* Središče mesta se lahko oblikuje brez omejitev, ki jih zahteva vodotok. Zgrajen je zadrževalnik, ki ga lahko uporabimo tudi za druge namene (rekreacija, vodooskrba ipd.).
 - *Pomanjkljivosti:* Mesto je izgubilo tekočo vodo. Zaradi graditve zadrževalnika so zasedena dodatna zemljišča, nekaterim delom mesta pa grozi porušitev pregrade.
- d) Zgradimo pregrade na obeh vodotokih.
- *Prednosti:* Pretok skozi mesto je popolnoma nadzorovan in obogaten pri minimalnih pretokih. Vodo v akumulacijah lahko izrabimo za različne potrebe.
 - *Pomanjkljivosti:* Razmeroma drag ukrep. Zaradi zadrževalnika so zasedene dodatne površine in dele mesta ogroža morebitna porušitev pregrade. Vodni režim se je močno spremenil. Akumulacija se polagoma zasipava, dolvodno pa prihaja do poglobljanja. Potrebni so še dodatni regulacijski ukrepi.
- e) Alternativni ukrep - mesto preselimo.
- *Prednosti:* Urbanizirana območja so varna, vodni režim pa nespremenjen.
 - *Pomanjkljivosti:* Razmeroma drag ukrep. Mestno jedro je razbito.

Končna odločitev je odvisna od celostne presoje različnih vplivov v prostoru in v družbi. V končni fazi ukrep povzroča posledice, ki vplivajo na življenje in razvoj mesta prihodnjih generacij, zato v nekaterih državah o tem odločajo prebivalci prizadetih območij z referendumom.



Slika 3.41 - Različice zaščite urbanih površin pred poplavami.

3.3.4 Uporaba hidroloških modelov za simulacijo poplavnih valov

Poplave so kompleksen hidrološki pojav prostorsko opredeljenih in težko določljivih spremenljivk. Zato so pri napovedi razmeroma velika odstopanja med rezultati simulacije in meritvami v naravi. Razvoj hidroloških modelov za napoved poplav je usmerjen v ugotavljanje zakonitosti oblikovanja odtoka vode na posameznih povodjih in v razvoj metod meritev prostorsko opredeljenih spremenljivk.

Empirični modeli, zasnovani na preprosti regresiji in koeficientu odtoka oziroma na indeksu predhodnih padavin, so bili znani že pred pojavom sodobnih računalnikov. S pojavom računalnikov se je začel razvoj modelov s prostorsko razporejenimi parametri, kot so HEC 1 in model Stanford, ter nadaljeval z modeloma TOP in SHE. Sodoben razvoj je usmerjen v rabo geografskih informacijskih sistemov in rezultatov prostorsko opredeljenih meritev, zasnovanih na metodah daljinskega zaznavanja in meteoroloških modelov.

Hidrološke modele uporabljamo za napoved pojava poplav in ugotavljanje nevarnosti pred njihovim nastopom ter za analizo vplivov različnih ukrepov za varstvo pred poplavami. Za napoved poplav uporabljamo empirične modele (zasnovane na linearni ali nelinearni regresiji) in konceptijske modele, zasnovane na fizikalnih zakonitostih odtoka vode. Za ugotavljanje vplivov pa so primerni samo konceptijski modeli s prostorsko razporejenimi parametri. Modeliranje hidroloških pojavov je podrobno obravnavano pri predmetu Hidrologija II.

V zadnjih desetletjih je bilo izdelanih veliko modelov za simulacijo odtoka padavin z zelo dobrimi rezultati, po mnenju avtorjev. Zakaj se potem razvijajo novi modeli in zakaj je enotni hidrogram najbolj pogosto uporabljen postopek, čeprav se je pojavil že pred šestdesetimi leti? Svetovna meteorološka organizacija (WMO, 1975) je leta 1975 izvedla raziskovalni projekt, da bi ugotovila dejansko uporabnost rezultatov različnih modelov. Posameznim avtorjem modelov je WMO poslala podatke o eksperimentalnih povodjih z ustreznimi meteorološkimi in hidrološkimi podatki za umerjanje modelov in vhodne podatke za testne primere. Rezultati meritev odtoka pri testnih primerih avtorjem modelov niso bili znani. Skupina ekspertov WMO je nato opravila analizo rezultatov izračunov in meritev testnih primerov.

Rezultati so pokazali da:

1. Tudi z zelo preprostimi modeli lahko zadovoljivo simuliramo spremembe odtoka vode s prispevne površine. Vedno lahko najdemo za posamezni model in posamezno povodje pojav poplav, ki ga bo model zadovoljivo simuliral.
2. Ne glede na to, kateri model uporabimo pri simulaciji, vedno lahko najdemo pojav poplav z velikim odstopanjem med meritvami in izračunom.
3. Ne moremo dokazati, da konceptijski modeli bolje simulirajo procese odtoka kot preprosti empirični modeli. Vsekakor pa nam konceptijski modeli omogočajo simulacijo vpliva različnih posegov v okolju na oblikovanje poplavnega vala.
4. Za potrebe napovedi ali določene potrebe upravljanja z objekti na povodju lahko uporabimo za simulacijo odtoka preproste empirične modele z dvema ali s tremi parametri.

3.3.5 Uporaba geografskih informacijskih sistemov in interneta

Naravne nesreče so sestavni del prostora, tako da so informacije in podatki o nevarnosti, ranljivosti in ogroženosti prostorsko opredeljene in jih brez ustreznih kart ne moremo obravnavati. Geografski informativni sistem je zato temelj za uporabo računalnikov pri obdelavi podatkov in analizi informacij o naravnih nesrečah.

Uporaba geografskih informacijskih sistemov (GIS) je dragocena pri izdelavi kart in določanju meja posameznih območij. GIS omogoča usklajevanje informacij iz različnih virov (kart v različnem merilu, letalskih posnetkov ipd.), izvajanje prostorsko opredeljenih operacij, pripravo podatkov za hidrološke in hidravlične modele in analizo rezultatov modelnih analiz (FEMA, 1992).

Za uspešno uporabo GIS-a so potrebne predvsem kakovostne topografske osnove v čim večjem merilu. Opozoriti moramo, da je pri določanju poplavnih območij, ne glede na točnost topografskih osnov, nujen tudi strokovni ogled na terenu.

Vrsta uspešnih raziskav in analiz (Brilly, 1992; Brilly, 1993; Vidmar, 1992) je pokazala možnosti uporabe GIS-a pri analizah vodnega režima. Trenutno je treba izdelati vzorčne primere in sprejeti predlagane standarde za določanje poplavnih območij.

Razvoj interneta in spletnih strani omogoča pregledno obveščanje in informiranje o naravnih nesrečah. S pomočjo orodij GIS na WWW straneh je lahko tudi najbolj zahteven kartni material javno dostopen. Prostorski načrti z nevarnimi in ranljivimi območji so lahko ves čas javno razgrnjeni in dostopni vsem.

Trenutno je v Sloveniji temeljni problem uveljavitev standardov za združevanje podatkov iz različnih virov. Nevarnost naravnih nesreč namreč ogroža vse dejavnosti v prostoru, GIS pa zahteva enotno računalniško osnovo pri združevanju podatkov. Glede na to, da posamezne organizacije in ministrstva sami zbirajo podatke za svoje potrebe, zahteva združevanje podatkov veliko dodatnega dela. Poleg tega potrebujemo še enotno terminologijo in terminološki slovar.

3.4 UKREPI IN OBJEKTI ZA VARSTVO PRED SNEŽNIMI PLAZOVI

Dejavnosti, s katerimi zagotavljamo varnost ljudi, premoženja in okolja pred škodljivim delovanjem počasnega plazenja snežne odeje in snežnih plazov, delimo v :

a) varnostne ukrepe

- preventivne - sem spada vzgoja, usposobljenost, seznanjenost in opremljenost ljudi (posameznikov in organizacij)
- vzdrževalne - sem spada delovanje varnostne službe lastnikov (upravljavcev) objektov in naprav, ki so na območju počasnega plazenja snega oziroma snežnih plazov, razglas zapor območja v času sproščanja snežnih plazov, pa tudi namerno proženje snežnih plazov in drugi ukrepi
- posledične - sem spada predvsem reševanje ljudi in dobrin ob in po nastopu naravne nesreče

b) varstvene ukrepe

Med varstvene ukrepe spada znanje ljudi, njihova seznanjenost z delovanjem naravne nesreče. Pri tem je pomembno redno vzdrževanje objektov in naprav za varstvo pred počasnim plazenjem snega in snežnimi plazovi. Pomemben element pri tem je smotrno načrtovanje razvoja in spremljajoča ustrezna raba prostora, ki zmanjšuje škodni potencial in upošteva naravne pogoje. Sestavni del je tudi ustrezno gospodarjenje na ogroženih površinah (glej pogl. 2.7).

c) varstvene objekte

Ti so namenjeni preprečevanju sproščanja in uravnavanju gibanja snežnih plazov in počasnega plazenja snežne odeje. Vsebinsko spadajo na področje tehniškega varstva pred snežnimi plazovi.

3.4.1 Varnostni ukrepi

Izvajanje varnostnih ukrepov spada v pristojnost občinskih in državnih štabov civilne zaščite ter policijskih postaj ob sodelovanju Hidrometeorološkega zavoda RS in Gorske reševalne službe. Varnostni ukrepi so tudi dolžnost varnostnih služb lastnikov (upravljavcev) objektov in naprav na ogroženih območjih.

pogoj za uspešno izvajanje varnostnih ukrepov je:

- izobraževanje, kjer se udeleženci seznanijo z nevarnostmi in z načinom obnašanja v zasneženem okolju (gorski in hribovski svet)
- usposobljenost in opremljenost, ki omogočata varno gibanje in bivanje v zasneženem okolju, vključno z vsemi pripomočki za odkrivanje in reševanje zasutih
- obveščenost, predvsem seznanjanje, kje obstajajo plazovita območja in pri kakšnih vremenskih razmerah moramo računati z možnostjo sproščanja snežnih plazov. Pri tem je treba upoštevati napovedi nevarnosti pred snežnimi plazovi, ki jih objavlja Hidrometeorološki zavod v zimskem času
- organiziranost, predvsem varnostnih služb lastnikov (upravljavcev) objektov in naprav na ogroženih območjih (npr. smučišč ali prometnic), ki so pristojne za:
 - vzdrževanje varnosti
 - pravočasno zaporo ogroženih površin v obdobju možnega sproščanja snežnih plazov
 - namerno proženje snežnih plazov pred vstopom na ogroženo območje
 - pripravljenost za hitro ukrepanje v primeru nesreče.

Namerno proženje snežnih plazov je tudi varstvena dejavnost, ker z večkratno namerno sprostitvijo tanjše snežne odeje zmanjšamo doseg in rušilno moč snežnega plazov.

3.4.2 Varstveni ukrepi in objekti

Izvajanje varstvenih ukrepov in varstvenih objektov spada upravno in izvedbeno v Ministrstvo za okolje in prostor in v lokalne skupnosti. Strokovno pa spada v vodarstvo oziroma v področje urejanja povirij voda. Za sneg in snežne plazove velja podobno kot za vse hidrološke pojave v naravnem prostoru, da moramo ravnati z naravnimi sistemi tako, da ne pospešujemo škodljivega sproščanja snežnih plazov in se po možnosti pri prostorskem načrtovanju izogibamo ogroženim območjem. Kjer se kljub temu moramo soočiti s snežnimi plazovi, jih moramo znati s tehničnimi sredstvi (objekti) obvladati ter zavarovati ogrožene objekte in ljudi.

Za smotrno izvajanje varstvenih ukrepov in objektov je pogoj poznavanje:

- lastnosti snežnih plazov
- plazovitih območij (ogroženih območij)
- verjetnosti sproščanja snežnih plazov.

V ta namen izdelujemo preglede ogroženih območij zaradi počasnega plazenja snežne odeje in delovanja snežnih plazov. Za njihovo izdelavo so potrebni kartografski pregledi snežnosti območij, nagibov površin, hrapavosti površin in obraslosti površin. Posebno mesto ima kataster snežnih plazov kot kataster nevarnosti, ki pomaga določiti ogroženost posameznega območja. Izdelujemo ga v merilu 1:10.000 na temeljnih topografskih načrtih. Podlaga za kataster so opazovani sproščeni snežni plazovi. Ti se vpisujejo v posebno poročilo o snežnem plazu, ki omogoča kasnejši prenos tako zbranih podatkov v topografske prikaze. Kataster snežnih plazov vsebuje:

- kartografski prikaz v merilu 1:10.000
- tabelarni pregled
- opisni del s prilogami (fotografije, poročilo o plazu ipd.).

Kataster nevarnosti plazovitih območij je podlaga za :

- določitev ogroženih območij ob upoštevanju ranljivosti
- razglasitev varstvenih in varovalnih gozdov
- opredelitev splošnih pogojev gospodarjenja (glej pogl. 2.4.1)
- načrtovanje razvoja
- načrtovanje namernega proženja snežnih plazov.

3.4.3 Delitev varstvenih objektov

Varstveni objekti pred škodljivim delovanjem snega in snežnih plazov so vse vrste fizičnih zavarovanj, s katerimi preprečujemo plazenje snežne odeje in sproščanje snežnih plazov, uravnavamo gibanje snežnih plazov ter varujemo objekte in njihove uporabnike pred škodljivim delovanjem snežnih plazov. Varstvene objekte delimo glede na območje, na katerem želimo obvladati snežni plaz, in sicer na objekte na območju:

- splazitve snežne odeje
- gibanja snežne plazovine
- odlaganja snežne plazovine.

S posegi na območju splazitve snežne odeje rešujemo pojav pri njegovem nastanku, in sicer radikalno. Večkrat objekte na tem območju kasneje dopolnjujemo z obnovo ali s pogozditvijo zaščitnega gozda, ki se kasneje sam obnavlja in pomlaja ter deloma ali popolnoma prevzema vlogo varstvenih objektov. Posegi na območju gibanja in odlaganja snežne plazovine so največkrat ožjega značaja in z njimi vplivamo na snežni plaz le toliko, da ga npr. preusmerimo in zavarujemo ogroženi objekt.

4. UKREPI OB IN PO POJAVU VODNE UJME

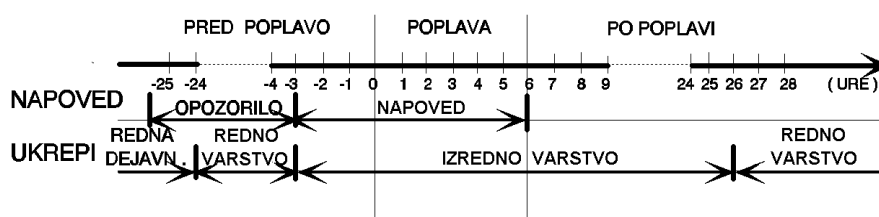
O organizaciji in težavah organizacije pri varstvu pred poplavami v primeru neposredne nevarnosti smo govorili že v predhodnih poglavjih. Pomemben je predvsem čas, saj ga za vrsto ukrepov (graditev in utrjevanje nasipov med poplavo) preprosto ni dovolj. Vse je odvisno od priprav pred poplavo in pripravljenosti neposredno ogroženega prebivalstva, da se vključi v zaščito. Zato bomo opozorili na nekatere pomanjkljivosti in podrobneje prikazali uporabo ukrepov, s katerimi lahko sami zmanjšamo posledice ujme. Ukrepi, o katerih smo govorili, se nanašajo na varstvo pred nevarnostjo, do katere lahko pride z določeno verjetnostjo in so predmet strokovnih razprav, analiz, napovedi in ugibanj. Ukrepi ob in po poplavi se nanašajo na dejanski dogodek z žrtvami in s posledicami.

V trenutku, ko grozi ali se zgodi naravna nesreča, je treba najprej reševati in zaščititi življenja in imetje prizadetih, kar je temeljna naloga civilne zaščite. Ukrepi redne in izredne zaščite pred poplavami so odvisni od nevarnosti, ki grozi ogroženemu območju. Redna zaščita vključuje delovanje za to usposobljenih organizacij (s 24-urnim dežurstvom) in priprave na izredno zaščito, ki lahko v končni stopnji obsega vsesplošno mobilizacijo in evakuacijo ogroženega območja.

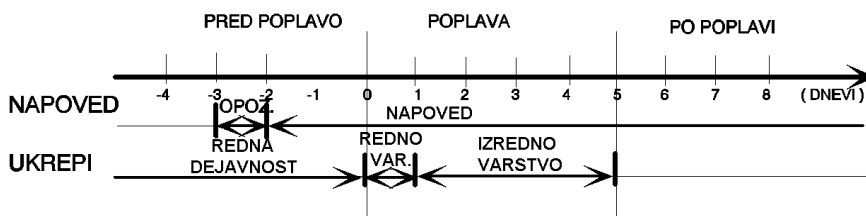
Načrt zaščite mora vsebovati usklajen program in pristojnosti posameznih služb in organizacij v primeru redne in izredne zaščite. Poleg podrobno proučene organizacije delovanja načrt vsebuje podrobna navodila in postopke pri odločanju, predpise in odločbe pristojnih organov ter ne nazadnje odgovorne osebe z naslovi in s telefonskimi številkami.

Pri tem ima poseben pomen služba za obveščanje, ne le posameznih pristojnih štabov, temveč celotnega prebivalstva na ogroženem območju zaradi pravočasnega umika na varna območja. Zato je potrebna čim zanesljivejša napoved pojava, ki omogoča pravočasno ukrepanje (slika 4.1).

POPLAVE V POVIRJU



POPLAVE V SPODNJEM TOKU



Slika 4.1 - Napoved in oblike zaščite pred poplavo.

Ukrepanje ob nastopu blatnih in murastih tokov ter plazenja tal lahko razdelimo na tri časovna obdobja:

a) ukrepi in postopki pred nastopom nevarnosti

Preveriti je treba stabilnost zemljišča in druge informacije o ogroženosti prostora, ki so na voljo pri občinskem uradu za urejanje prostora. Prav tako lahko prosimo za mnenje specialista geotehnika, ki nam lahko predlaga preventivne ukrepe za zmanjšanje tveganja. Tudi sami lahko zmanjšamo tveganje, in sicer:

- ozelenimo pobočja in gradimo podporne objekte (zidove),
- na območju, ogroženim z blatnim ali murastim tokom, ustvarimo strugo za pretok mimo objektov ali pa zgradimo usmerjevalne objekte (zidove), ki preusmerijo tok mimo objektov,
- ne pozabimo pri tem, da lahko odgovarjamo za škodo, ki smo jo povzročili s preusmerjanjem tokov na imetje drugih.

Veliko lahko pomaga tudi prepoznavanje znakov nestabilnosti in plazenja zemljišča:

- vrata ali okna se nenadoma ne morejo odpreti ali se zatikajo,
- na steni ali stropu (ometu, ploščicah, zidakih) ter na temeljih se pokažejo nove razpoke,
- konstrukcijski elementi (zunanjih zidov, stopnišč ali zidov) odstopajo iz zgradbe,
- v tleh ali na tlakovanih površinah (ceste, pločniki, dovozne poti) se pojavijo počasi razvijajoče in razpirajoče se razpoke,
- podzemni preskrbovalni vodi in napeljava (elektrika, plin, vodovod, telefon) se pretrgajo,
- tla v podnožju pobočja se izbočijo,
- podtalnica privre na dan na novih mestih,
- ograje, podporni objekti, oporni stebri napeljav in drevesa se nagibajo ali premikajo,
- slišimo slabotno ali nejasno bobnenje ali grmenje, ki narašča, ko se plaz bliža. Tla pod nogami se lahko začnejo premikati v določeni smeri.

Treba je pripraviti tudi načrt umika. Pri tem je priporočljivo predvideti vsaj dve smeri umika pred nevarnostjo, saj se lahko zgodi, da v izbrani smeri umik pred bližajočo se nevarnostjo ni več mogoč, ker je odrezana ali prekinjena. Potrebno je tudi predvideti načrt sporazumevanja z bližnjimi v primeru nevarnosti. Če so družinski člani ločeni v času nevarnosti, morajo predvideti, kako in kje se bodo spet zbrali skupaj. Zato so primerna bivališča družinskih prijateljev ali znancev. Občasno je treba preveriti, ali vsi družinski člani poznajo mesto zbiranja oziroma naslov in telefonsko številko znancev. Če se je mogoče zavarovati za primere tovrstnih naravnih nesreč, je treba skleniti tako zavarovanje.

b) ukrepi in postopki v času nastopa nevarnosti

Če smo v zgradbi:

- ostanimo v njej, saj nam ponuja relativno varnost,
- poiščimo zavetje pod mizo ali pod kakem drugim delom masivnega pohištva.

Če smo na prostem:

- poskušajmo se umakniti iz plaznice ali struge blatnega ali murastega toka,
- tecimo do najbližje vzpetine stran od plaznice ali struge,
- če se bliža mešanica skalovja, kamnov ali drugega murastega nanosa, tecimo do najbližjega zavetja, kot je na primer skupina dreves ali zidani objekt,
- če ne morete ubežati, se zvijte v kepo in zaščitite glavo.

c) ukrepi in postopki po nastopu nevarnosti

Ostati moramo oddaljeni od odložene plazovine zemeljskega plazju, saj obstaja nevarnost sekundarnega plazenja tal. Preverimo, če so v bližini poškodovane ali v plazovini ujete (zagozdene) osebe in jim pomagajmo. Nudimo prvo pomoč, če smo za to usposobljeni. Pomagajmo predvsem slabotnim osebam (starejše osebe in invalidi) in nebogljenim (otroci). Poslušajte javna občila (baterijski radio, televizija) o trenutnih razmerah. Moramo tudi vedeti, da je pogosto proženje zemeljskih plazov ali delovanje murastih in blatnih tokov povezano z istočasnim poplavljanjem in moramo biti pripravljeni tudi na to. Preveriti moramo preskrbovalne vode in napeljave in o poškodbah obvestiti ustrezne organizacije. Pregledati moramo tudi temelje objekta, dimnike in okoliški teren. Ogojene površine zatravimo ali drugače ozelenimo čim prej po nesreči, da ne bi sprožili njihovega erodiranja.

4.1 ORGANIZACIJA IN DELOVANJE SLUŽB ZA VARSTVO PRED POPLAVAMI

Pri delovanju poznajo službe za zaščito dve oziroma tri stopnje: obdobje priprav, redno in izredno. Pri tem sta redna in izredna stopnja delovanja razglašeni na osnovi pretokov, doseženih na določenih vodomernih postajah oziroma na podlagi višine gladine vode, izmerjene na vodomeru. Omenjeni postopek in organizacija sta primerna za varstvo v spodnjem toku vodotokov, kjer voda počasi narašča in poplava lahko traja tudi po več dni ali celo tednov (slika 4.1).

Pri delovanju služb za varstvo ločimo štiri stopnje pripravljenosti, ki se lahko razglasijo na podlagi realnih dolgoročnih in kratkoročnih vremenskih napovedi ali hidroloških meritev in napovedi na večjih vodotokih:

- I. stopnja - obdobje brez nevarnosti poplav. To je tisto obdobje v letu, ko zaradi klimatskih razmer ni pričakovati poplav z daljšo povratno dobo, ki bi zahtevale posebne ukrepe. V tem obdobju se lahko opravijo daljši letni dopusti in zahtevnejša dela na objektih za varstvo pred poplavami, ki bistveno vplivajo na delovanje objekta med poplavo.
- II. stopnja - obdobje redne dejavnosti. Organizacija mora biti pripravljena, da po potrebi prevzame funkcije višjih stopenj varstva. Dela se opravljajo brez posebnih zahtev po nadurnem delu ali dežurni službi. Vse letne priprave za varstvo so že izvršene.
- III. stopnja - opozorilo ali redno varstvo oziroma zaščita. To je stopnja za organizacijo in pripravo na izredno varstvo. Vse redne službe se preusmerijo na potrebe obrambe in organizira 24-urno dežurstvo ter obveščanje o poplavi. Vse priprave in postopki v primeru izrednega varstva se dodatno preverjajo. Po potrebi se lahko opravi delna mobilizacija rezervnega kadra. Delo je organizirano na podlagi predhodno izdelanih programov ter ocene obsega in stopnje nevarnosti. Preveri se kadrovska zasedba in organizira delo za primer izredne nevarnosti. Preveri se seznam dodatno angažiranih oseb. Člani ekip so praviloma osebe, ki niso redno zaposlene v javnih službah, so pa pogodbeno vezane in obvezane, da sodelujejo v primeru razglasitve rednega ali izrednega varstva.
- IV. stopnja - izredno varstvo. To je najvišja stopnja delovanja, pri kateri se po potrebi mobilizirajo člani terenskih ekip in delo vseh zaposlenih preusmeri na potrebe varstva pred poplavami in civilne zaščite.

Obveza služb na terenu je, da pripravijo in prekontrolirajo delovanje terenskih ekip za opazovanje in spremljanje pojava. Enkrat letno, praviloma v zimskem času, se obnovijo pogodbe s posamezniki in opravi kontrola opreme.

Ekipe so podrejene nadzornim službam na terenu. Njihova naloga je redno obveščanje o dogajanju na terenu, označevanje gladin, ki jih je poplava dosegla na terenu, določanje smeri toka vode na poplavnih območjih, kartiranje in fotografiranje posameznih poškodb objektov in erozijskih žarišč. Po potrebi lahko pri ukrepanju svetujejo službi civilne zaščite ali gasilcem. Vodja ekipe je pristojen, da izdela končno poročilo o delu ekipe s podatki opazovanj, s kartami in s fotografijami en teden po prenehanju neposredne nevarnosti.

Obveze in pravila obveščanja služb za varstvo pri redni dejavnosti:

1. Izdelava rednih letnih popročil o stanju objektov za varstvo pred poplavami. Poročila se izdelujejo na podlagi poročil rečne nadzorne službe in izvedenih del med letom.
2. Spremljanje in nadzor nad plazovi, erozijo in naplavljanjem sedimentov v strugi vodotoka.
3. Spremembe navodil za delo pri varstvu pred poplavami. Spremembe se izdelujejo na podlagi letnih poročil.
4. Organizacija rednih letnih seminarjev za člane terenskih opazovalnih ekip. Člani se seznanjajo s spremembami v navodilih, opravi se kontrola opreme posameznih ekip, opravijo se spremembe v imenovanju posameznikov ter sklenejo pogodbe.
5. Oprema posameznih ekip:
 - prenosni UKV telefon,
 - karte v merilu 1:5.000 s podatki katastra objektov in plazovi,
 - navodila za delovanje pri varstvu,
 - seznam odgovornih oseb pri varstvu, s telefonskimi številkami,
 - trakovi za rokave s posebnimi oznakami,
 - zadnja vremenska napoved s hidrološkimi podatki,
 - terenski notes in fotoaparati s filmi,
 - barva v spreju,
 - merski trak.
6. Izdelava strokovnih podlog za potrebe varstva pred poplavami in njihovo občasno revizijo.
7. Nadzor nad postavitvijo posameznih krajevnih opozorilnih sistemov. Nudjenje strokovne pomoči pri odvodnji urbaniziranih površin.
8. Redna letna kontrola različnih opozorilnih sistemov v primeru porušitve pregrade, sprožanja plazov, izrednih padavin, registriranih na posebej opremljenem dežemeru ali določene gladine na vodomeru.

Obveze in pravila obveščanja služb v primeru opozorila:

1. Organizacija dežurne službe in vzpostavitev neposredne zveze med središči obveščanja in odgovornimi službami.
2. Mobilizacija ekip, kontrola njihove opreme in po potrebi obhod ogroženih območij.
3. Izdelava poročila o morebitni škodi.

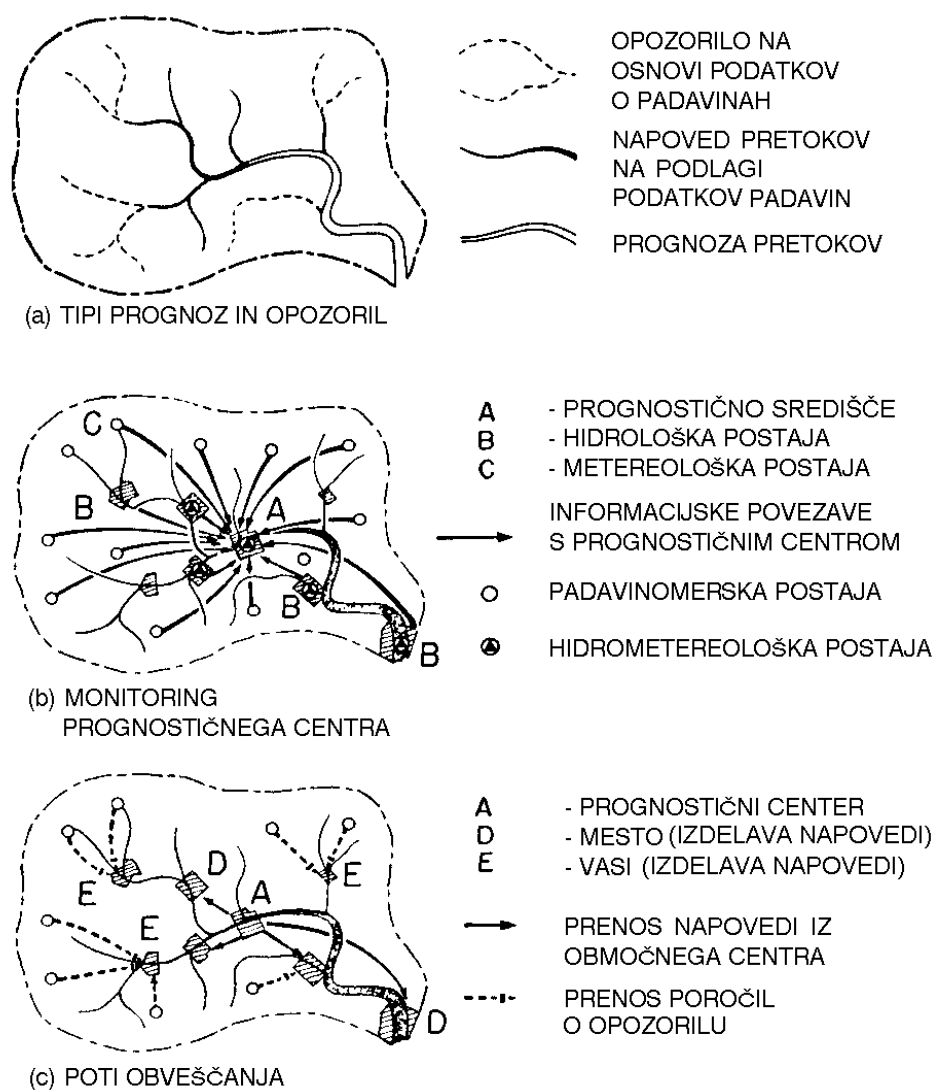
Obveze in pravila obveščanja služb v primeru izredne nevarnosti:

1. Pošiljanje ekip na teren in po potrebi, dežurstvo na občutljivejših točkah na terenu;
2. Sprotno obveščanje osrednjih republiških služb, sorodnih služb civilne zaščite, HMZ in javnih občil o poteku dogodkov na terenu;
3. Izdelava preliminarne poročila z grobimi ocenami škode 24 ur po prenehanju izredne nevarnosti. Stanje izredne nevarnosti na terenu preneha šele po predaji dokončnega poročila. Poročilo mora vsebovati tudi predlog z vrstnim redom ukrepov za sanacijo škode;

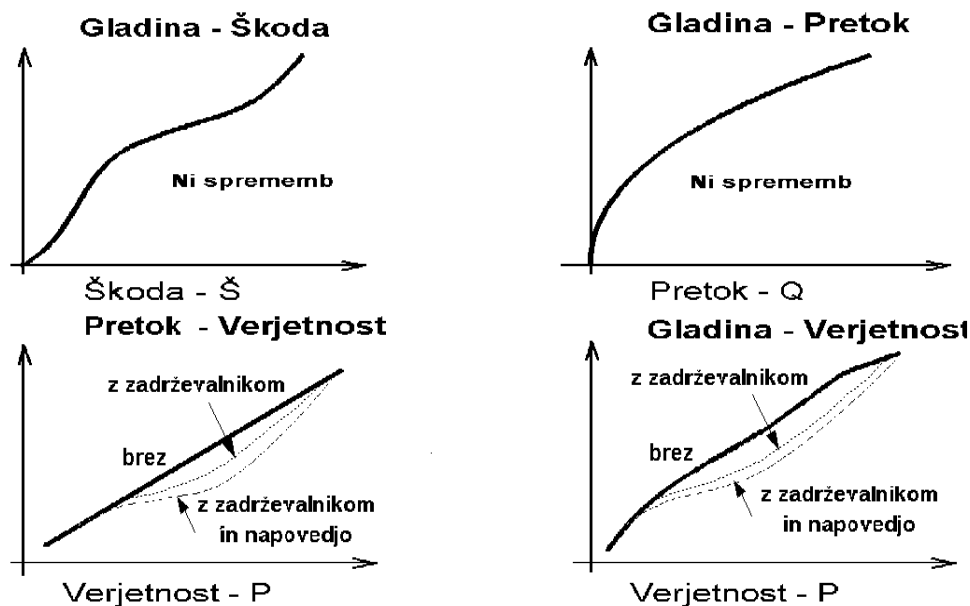
4. Izdelava končnega podrobnega poročila s podrobnim opisom škode na vodarskih objektih z ustreznimi kartami ter s spremembami v katastru objektov en teden po prenehanju izredne nevarnosti.

4.2 VPLIV NAPOVEDI IN OBVEŠČANJE

Pravočasno in zanesljivo obveščanje je temelj uspešnega varstva pred poplavami. Potrebe po obveščanju in vrste napovedi glede na naravo pojava so prikazane na sliki.4.2 (Hoyt, 1955).



Slika 4.2 - Vrste napovedi in monitoringa na povodju.



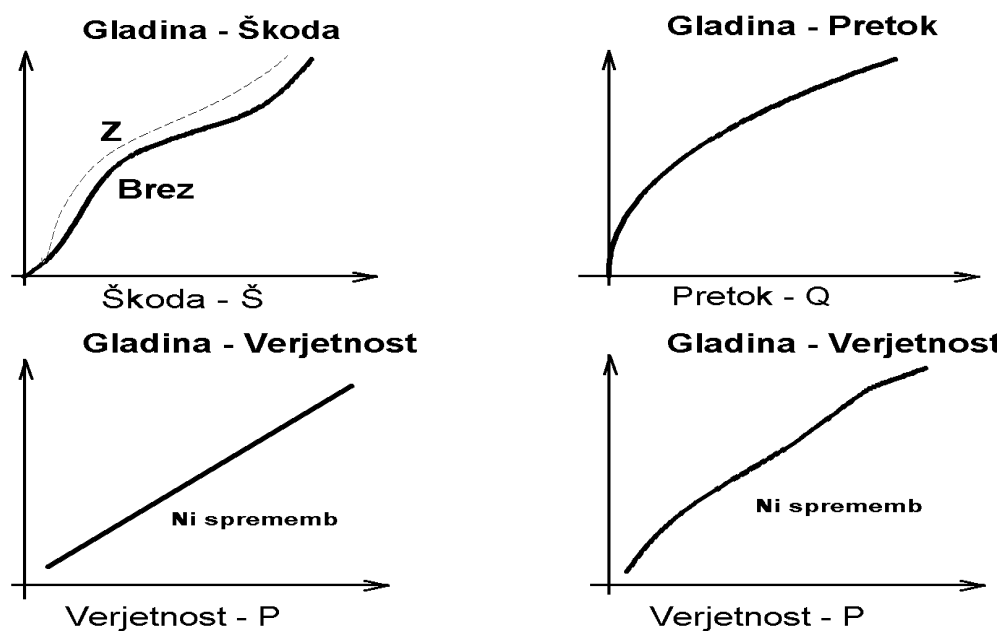
Slika 4.3 - Vpliv napovedi poplave.

V zgornjih delih povodja je za območja ob strugah hudournikov mogoče dati samo opozorilo o splošni nevarnosti na podlagi podatkov o izmerjenih padavinah. V osrednjem delu je mogoče izdelati tudi napoved o velikosti pretokov oziroma gladin poplave. Na podlagi merjenih padavin v spodnjem delu toka pa že lahko izdelamo zanesljivo napoved na podlagi podatkov o pretokih v zgornjem delu povodja. Podatki se zbirajo v središču v osrednjem delu povodja in so namenjeni predvsem izdelavi poročil o napovedi in poteku pojava. Opozorila o nevarnosti ob hudourniških strugah se prenašajo neposredno ogroženim območjem.

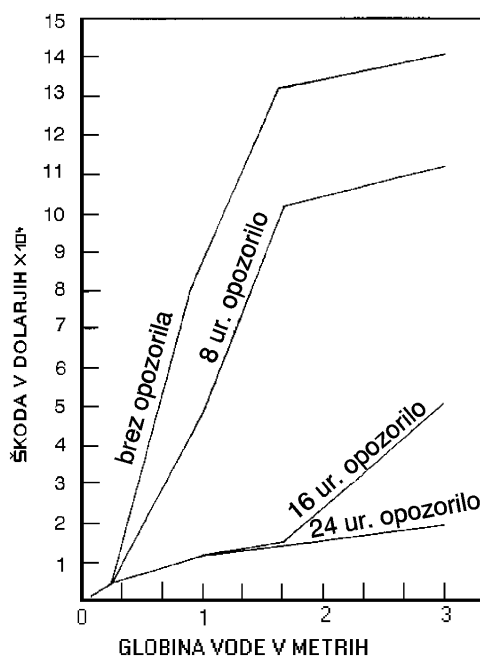
Varstvo pred poplavami v povirju voda (hudourniške poplave, poplave lastnih voda na urbaniziranih območjih) je osredotočeno predvsem na priprave pred poplavo in čim hitrejšo odstranjevanje posledic po poplavi. Poplava traja običajno le nekaj ur. V tem času je varstvo osredotočeno na opazovanje in spremljanje pojava ter na obveščanje neposredno ogroženih in (njihovo) evakuacijo. Mogoči so le manjši posegi in optimalno upravljanje z objekti.

Pri varstvu pred poplavami v spodnjem toku reke je trajanje poplave daljše (nekaj dni). Obveščanje in napoved izvajamo na podlagi znanih vrednosti pretokov vode v povirju vodotoka (slika 4.1). Varstvo ima dovolj časa, da organizira in pripravi za te namene mobilizirane enote, ki sproti delujejo na objektih za varstvo pred poplavami. V tem primeru je predvsem pomembna stopnja izrednega varstva in delovanje operative, ki je v kratkem času sposobna bistveno povečati varnost varstvenih objektov.

Sam način delovanja in načrti za varstvo se izdelujejo glede na različne naravne pogoje (n.pr. ob Dravi, Muri in spodnjem toku Save mora biti varstvo organizirano po načelih delovanja v spodnjem toku vodotokov). Varstvo v povirju voda zahteva hitro oziroma trenutno ukrepanje. Od tod tudi potreba po večji samostojnosti delovanja. Njihova naloga je predvsem organizacija terenskih ekip, skrb za pravočasno obveščanje o razvoju pojava in izvajanje načrtovanih ukrepov. O poplavi so dolžni pripraviti predhodno poročilo (o dogodku) 24 ur po prenehanju izredne nevarnosti in končno poročilo en teden kasneje.



Slika 4.4 - Vpliv opozorila.



Slika 4.5 - Vpliv napovedi na zmanjšanje škode pri 100-odstotnih pripravih po sprejemu opozorila.

Pomen napovedi na zmanjšanje škode je razviden iz diagrama na slikah 4.4 (HEC 1989) in 4.5 (Smith, 1979). Vpliv je opazen le pri soodvisnosti gladina-škoda v primeru pravočasnega

opozorila (dvanajst ur pred pričetkom poplave). Ukrep omogoča predvsem reševanje človeških življenj in ga je zato težko ekonomsko ovrednotiti. V primeru, da so ogroženi prebivalci opozorjeni šest ur pred pojavom, človeška življenja niso več ogrožena.

Pri ogroženih prometnicah opozorila niso dovolj. Prometnico je treba zapreti. Promet na ogroženih območjih mora biti pod posebnim nadzorom zaradi nemotenega delovanja posameznih služb in evakuacije prebivalcev. "Turistom" mora biti dostop na ogroženo območje onemogočen, sočasno pa je treba organizirati prostovoljce, pripravljene pomagati prizadetim. Ob in neposredno po nesreči je namreč treba izvesti veliko ročnega dela in nuditi psihološko podporo prizadetim.

Shema na sliki 4.2 se nanaša predvsem na hidrološke podatke, podobna shema pa velja tudi pri obveščanju o poteku poplav, ukrepih za zaščito in o posledicah. Pri tem nam je na voljo naj sodobnejša oprema za prenos podatkov (slika 4.6).

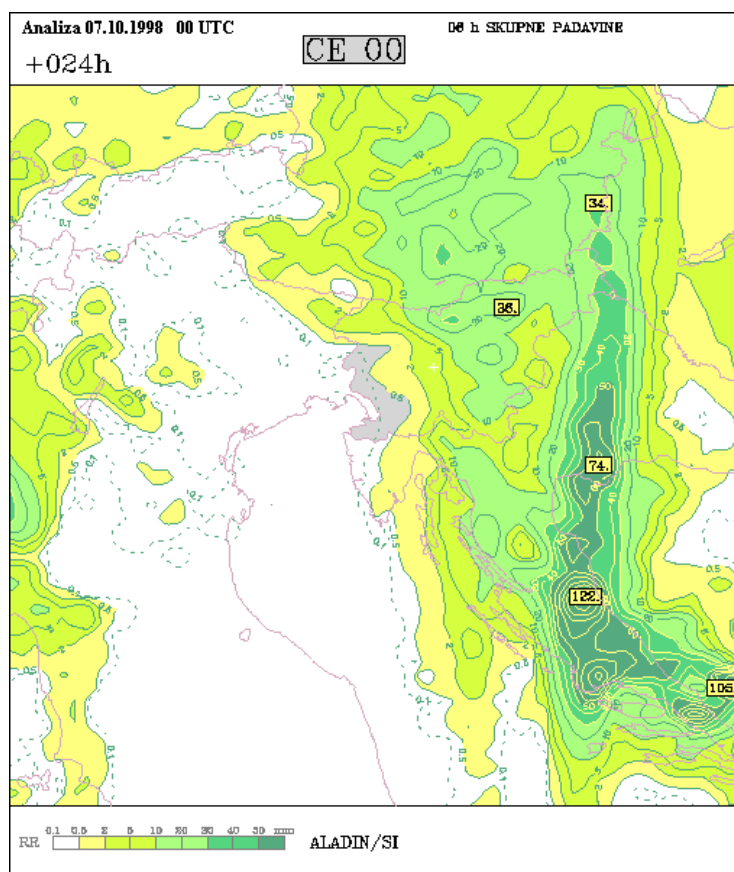
Slika 4.6 - Sodobna oprema za prenos podatkov.

Pri spremljanju pojava lahko danes uporabimo geo-stacionarne posnetke satelitov, meteoroloških radarjev in matematičnih modelov za simulacijo pojava. Za uspešno napoved, opozorilo in ukrepanje potrebujemo:

- sistem za sprotno merjenje, zbiranje, preverjanje, dopolnjevanje in obdelavo podatkov;
- analizo podatkov in ustrezne modele;
- postopek odločanja o opozorilu;
- objavo obvestila o opozorilu;
- sprejem in razumevanje opozorila;
- odgovor na opozorilo;
- vzdrževanje in vodenje zaščitnih ukrepov.
- avtomatsko pripravo podatkov za model in sproten izračun napovedi.

V primeru, če katera koli od omenjenih funkcij odpove, opozorilo ne doseže zelenih rezultatov.

Temeljni cilj je napovedati nesrečo vsaj šest ur prej, kar naj bi bilo dovolj za reševanje življenj. Primer izračuna padavin z meteorološkim modelom ALADIN (Rakovec, 1997) za 24 ur vnaprej, je podan na sliki 4.7.



Slika 4.7 - Izračun padavin z meteorološkim modelom ALADIN za 24 ur vnaprej. Izkušnje pri hudourniških poplavah v svetu kažejo, da zaradi erozije in poškodb odpovedo tudi najbolj sodobni načini za zbiranje in prenos podatkov. Pri tem je pomemben vpliv človeškega

dejavnika zaradi pravočasnega obveščanja in znani Murphyjevi zakoni. Tako je na primer televizijska ekipa, ki se je naključno znašla v helikopterju nad ogroženim območjem, obvestila o nevarnosti poplave v državi Colorado (ZDA), medtem ko pristojne zvezne in lokalne ustanove ter alarmni sistemi niso opravili svoje vloge.

Rešitev je v decentralizirani obveščevalni mreži, ki omogoča pretok informacij v vertikalnih in horizontalnih smereh ter delovanje celotnega sistema, kljub različnim motnjam ali celo izpadu posameznih povezav. Pri tem imajo javna občila (radio) poseben pomen in obveze pri prenosu informacij. Sistem obveščanja mora biti avtonomen in povezan z drugimi sistemi, tako da bi kljub prekinitvi na enih zvezah, lahko za obveščanje uporabili zveze drugih in obratno.

Izkušnje kažejo, da je pri obveščanju pomembno razumevanje sporočila. Sporočila, ki jih pripravljajo strokovnjaki, so ogroženim prebivalcem nerazumljiva. Vsekakor je potrebno v prihodnje vložiti veliko več dela v izobraževanje in informiranje prebivalcev o lastnostih poplav. Odziv ogroženih je odvisen od socialnih in kulturnih značilnosti ogroženih prebivalcev. Na splošno se ljudje srednjih let bolje odzivajo na opozorilo kot drugi.

4.3 ORGANIZACIJA VAROVANJA OBJEKTOV ZA VARSTVO PRED POPLAVAMI V SPLOŠNI RABI

Objekti za varstvo pred poplavami (nasipi, zadrževalniki ipd.) zahtevajo posebno pozornost in nadzor. V primeru njihove porušitve so namreč lahko zaradi nenadnega pojava ogrožena življenja. Poleg nadzora mora delovati tudi služba za vzdrževanje in hitre posege usposobljena za takojšnje posege na objektih. Omenjene naloge so sestavni del varstvenega načrta. Delovanje objektov (pregrad) v primeru poplav je določeno s posebnimi pravilniki, ki jih upravitelji morajo upoštevati.

Za vse objekte za varstvo pred poplavami se morajo izdelati pravilniki z naslednjo vsebino:

1. Kratek opis objekta s prikazom funkcionalnih značilnosti in karto (vložek iz katastra objektov);
2. Odgovorna oseba in njen namestnik, pristojna za objekt v primeru poplave, način nadzora nad delovanjem objekta;
3. Možne poškodbe objekta v času poplave in načini ukrepanja, razpoložljiva sredstva, njihovo skladiščenje;
4. Nujni postopki obveščanja ob poškodbah;
5. Načrt mobilizacije terenske ekipe in sredstev, potrebnih za varovanje objekta,
6. Kratka navodila z izrecnimi navedbami, kaj je dovoljeno in kaj ne v primeru, da objekt pride v pristojnost ne dovolj strokovno usposobljene osebe. Omenjena navodila se lahko po potrebi (pri zapornicah) napišejo na tablo na vidnem mestu ob objektu.

Rečna nadzorna služba opravlja naloge, ki so sestavni del splošnih nalog nadzora in obveščanja države:

1. Nadzor objektov za varstvo pred poplavami in izdelava ter po potrebi letna prenova planov in programov za varstvo, z navodili za posamezne objekte. Dokumentacija se mora obnoviti po preteku petih let;
2. Spremljanje in nadzor nad prvo kategorijo plazov (pogl. 2.2.2.2);
3. Priprava opreme za terenske ekipe, njihovo imenovanje in redno letno usposabljanje;
4. Mobilizacija terenskih ekip za obveščanje in zaščito posameznih objektov, na podlagi soglasja pristojne osebe, po razglasitvi opozorila in izredne nevarnosti ter organizacija in nadzor nad njihovim delom;
5. Organizacija in vodenje varstva na objektih z vsemi sredstvi, ki so na voljo. Strokovna koordinacija celotnega varstva pred poplavami na odseku vodotoka, za katerega so pristojni;
6. Izdelava predhodnega in končnega poročila o poplavi;
7. Izdelava poročila o škodi na objektih in o spremembah v strugi. Poročilo je obvezno opremljeno s karto v merilu 1:5.000. Na kartah so označene šifre in zaporedne številke popisnih postavk o škodi, ki je podana v zato predpisanih obrazcih. V primeru izvajanja popisa s pomočjo geografskega informacijskega sistema se tudi obrazci opremijo s koordinatami centroida, kjer je nastala škoda. Dodatno se popis škode opremi tudi s podatki vzroka, npr.: gladina vode, erozija brežine, zemeljski plaz, naplavine sedimentov ipd.

4.4 ZAČASNI UKREPI OB POPLAVI

4.4.1 Vrečasti jez

Temeljni element pri zaščiti (vsebovan v vseh priročnikih) naj bi bila vreča, napolnjena s peskom (Framji 1983, Thomaser 1982). Z njimi lahko zvišamo nasipe, zapremo odprtine na stavbi, saniramo izvire ob nasipih ipd. Opozoriti moramo na veliko ročnega dela, ki ga zahteva polnjenje vreč. Dve osebi napolnita povprečno sto vreč v eni uri in pri tem uporabita nekaj več kot pet kubičnih metrov materiala. Z omenjenimi vrečami lahko zgradimo štirideset centimetrov širok in enako visok zid, dolg dobrih trideset metrov. Učinkovitost bi lahko povečali s skladiščenjem polnih vreč ali s polnjenjem na posebnih odlagališčih in s prevozi, kar pa je vprašljivo. Rešitev bomo morali poiskati v montažnih zagatnih stenah oz. napihnjenih vrečastih jezovih, ki jih je mogoče preprosto skladiščiti, prevažati in montirati.

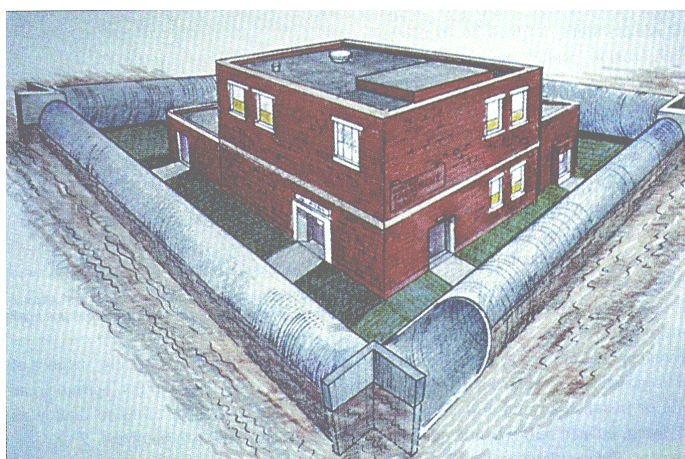
Ko začne voda naraščati, je lahko rešitev pred poplavo, graditev nasipa. To so delali že naši predniki in material je še vedno isti - zemlja, pesek. Taki nasipi so stabilni, toda za to porabimo veliko časa in moči. Zaščita pred poplavo pa je tekma s časom. Rešitev so lahko montažni oziroma napihnjeni vrečasti jezovi (slika 4.8). V Sloveniji so vrečasti jezovi že znani, vendar ne kot sredstvo za zaščito pred poplavami. Razlika je predvsem v višini jezov, saj so pri zaščiti pred poplavami višine majhne. Njihova prednost je predvsem v hitrosti in enostavnosti montaže. 60 cm visoko in 20 m dolgo vrečo napihnemo z zrakom v manj kot desetih minutah, za montažo pa potrebujemo dva do štiri ljudi. Taka vreča je enakovredna približno tisoč vrečam peska (<http://www.noaq.se/noaqgbr/index.html>).



Slika 4.8 - Napihnjeni montažni jez (vir: www.aquabarrier.com).

Prednosti napihnenih montažnih jezov pred tradicionalnimi metodami so:

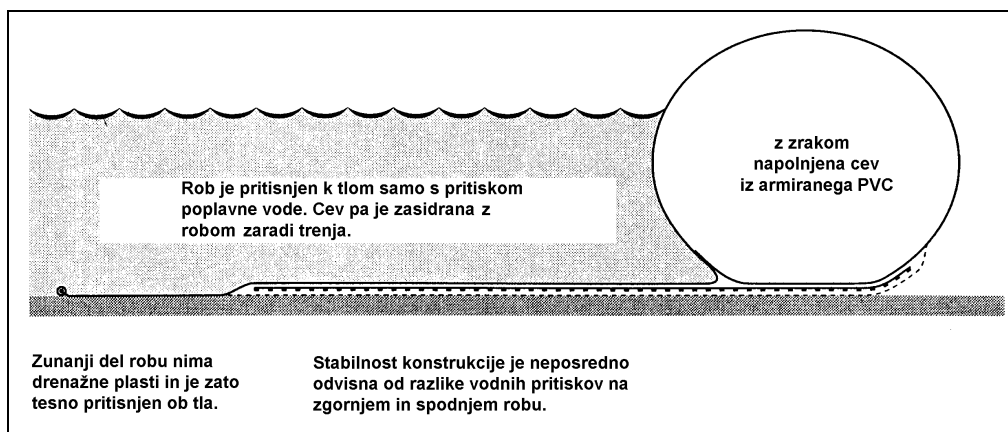
- hitra montaža - zaščitimo lahko več imetja v krajšem času;
- materiala za montažo, tj. zrak za napolnitev vreč in voda za njihovo sidranje, sta na voljo na mestu montaže;
- ravnanje z vrečami je preprosto, saj so lahke;
- zvite vreče porabijo malo prostora in ne povzročajo težav pri prevozu;
- sistem je fleksibilen - vreče različnih dolžin lahko spajamo pod različnimi koti; tako lahko zgradimo zid okoli hiš, cest itd.;
- ne uničimo tal s težko mehanizacijo;
- po poplavi ni umazanega odstranjevanja peska, blata;
- večkratna uporaba, večja ekonomičnost.



Slika 4.9 - Sistem montažnih vrečastih jezov.

Vrečasti jez lahko uporabljamo za zaščito individualnih hiš (slika 4.9), za hitro zaščito sosesk, mest in kmetijskih površin pred naraščajočo poplavno vodo, za zvišanje nasipov, za zajezitev rek ali vodnih tokov med graditvijo ter za obvladovanje razlitij nevarnih snovi.

Kako lahko z zrakom napolnjena plastična vreča zdrži pritisk npr. 60 cm vode? Preprosto. Vsaka vreča ima na vodni strani rob, ki ga pritisk poplavne vode pritisne k tlu in s tem zasidra vrečo (slika 4.10). Tako konstrukcijo je nemogoče premakniti. Najboljša je primerjava z otroškim plastičnim bazenom, napolnjenim z vodo. 10 m dolga in 60 cm visoka vreča je sidrana s približno 9 tonami vode. Teža same vreče pa je manj kot 50 kg, zato za montažo zadoščata dva človeka (NOAQ, Švedska).

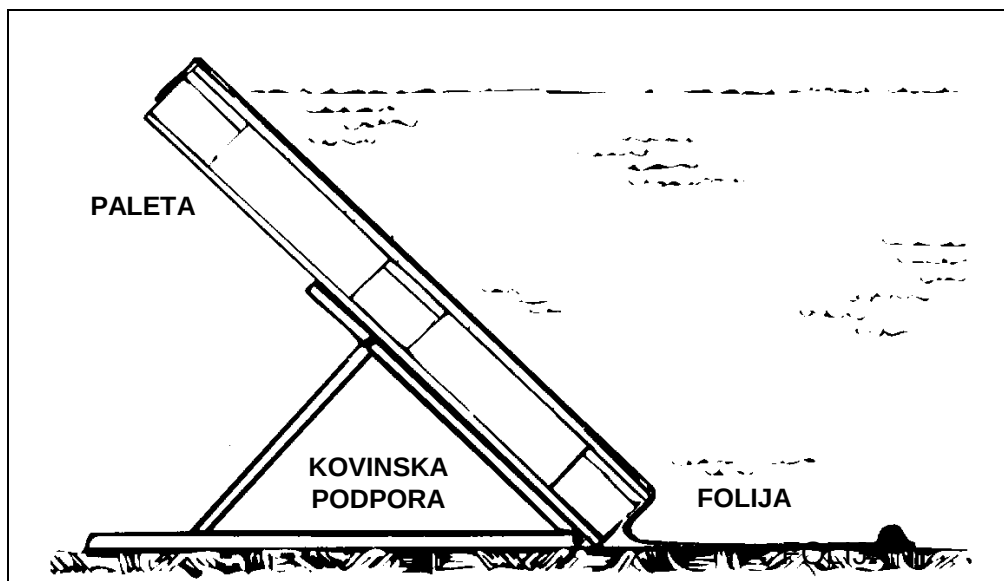


Slika 4.10 - Ponazoritev delovanja vrečastih jezov.

Danes je na svetovnem trgu vsaj šest različnih vrst vreč iz različnih materialov: polietilena, poliestra ali geotekstila ter z različnimi načini sidranja. Ponavadi se polnijo z zrakom, včasih pa tudi z vodo. Vreče so različnih dolžin (15 do 60 m) in različnih višin (60 do 200 cm). Po sestavitvi so jezovi dolgi več 100 m (<http://www.aquabarrier.com/product.htm>). Vreče, katerih širina je ponavadi dvakrat večja od višine, so narejene tako, da jih lahko preprosto prevažamo in hitro namestimo na želeno mesto. Po uporabi se zvijejo in spravijo, saj jih večino lahko uporabimo večkrat. Zvite vreče porabijo malo prostora in ne povzročajo težav pri prevozu.

4.4.2 Montažni paletni jez

Druga vrsta montažnih jezov za zaščito pred poplavami je paletni jez (slika 4.11). To je preprost način zaščite pred poplavnimi vodami z uporabo standardnih lesenih palet, kovinske podpore in vodoneprepustne plastične folije. Tak jez lahko zadrži poplavno vodo do višine 1 m, če so palete postavljene navpično, oziroma do višine 0,65 m, če so položene na stranice (Geodesign AB, Švedska). Jez sestavimo z nalaganjem paletnih plošč na kovinske podpore, eno poleg druge, v poljubni obliki jezu.



Slika 4.11 - Shema paletnega jezusa.

Največja prednost teh jezov je preprostost. Transportne palete so na voljo skoraj povsod, sestavljanje pa je preprosto. Potrebujemo le 3 x 3,5 m skladiščnega prostora za kovinske podpore in plastično folijo za jez dolžine 1000 m. Izračuni so pokazali, da ena paleta pri jezovi višine 1 m nadomesti 1,5 t oziroma 50 vreč peska (Geodesign AB, Švedska).

4.4.3 Zavarovanje mostov

Pri poplavih voda erodira porasle brežine, odplavlja podrti drevesa in druge predmete in jih nosi s seboj, dokler se na prvi oviri ne zagozdijo. Predvsem so to mostne konstrukcije in njihovi oporniki. Zamašitev mostnih prepustov s prinesenimi vejami in debli, ki se zagozdijo v mostnih odprtinah (ob nosilcih), lahko povzroči zaježitev na vodotoku in voda gorvodno od mostu prestopi brežine. Hkrati je v nevarnosti tudi varnost konstrukcije mostu. Mostni prepust je zmanjšan, hitrost toka v preostalem profilu med oporami naraste in povzroči poglobljanje dna. Če se poglobljanje intenzivno nadaljuje, so mostni oporniki v nevarnosti, da obvisijo v zraku, ker so spodkopani in most se lahko poruši. Deli porušenega mostu, ki jih voda odnese s seboj, pa nato še dodatno ogrožajo dolvodno ležeče mostove.

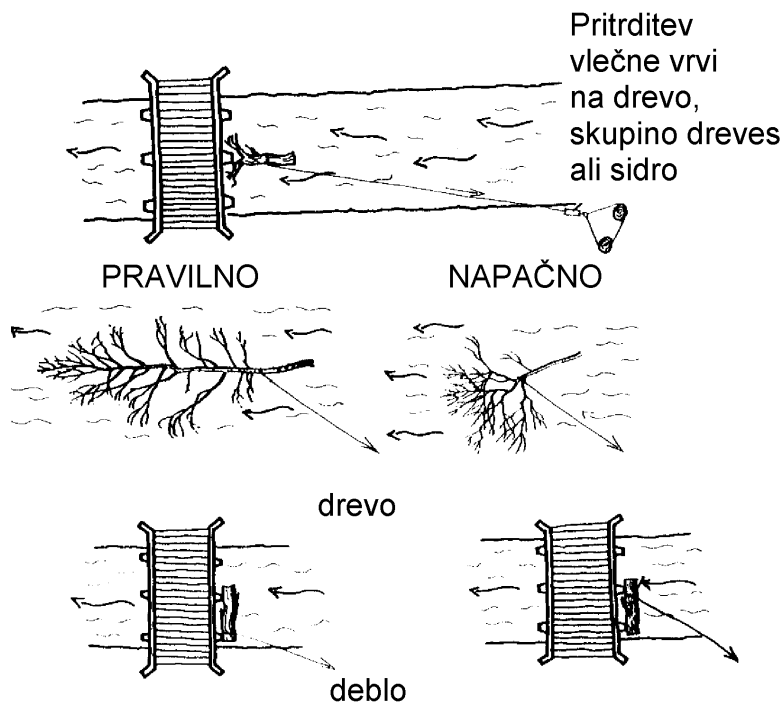
Vpliv mostov na vodni režim zahteva posebno pozornost in podrobno hidravlično in morfološko analizo (Neil, 1972). Erozijsko dna struge vodotoka ob mostnih opornikih je odvisna od dinamike vode, geometrije opornega stebra in njegovega položaja. Zaradi globokega temeljenja opornikov na pilotih danes tako rekoč ni nevarnosti porušitve konstrukcije, povzročene s poglobljanjem struge. Večje poškodbe in škodo povzroča predvsem erozija brežin zaradi povečane turbulence in delovanja mostu kot usmerjevalnega objekta.

Ob nevarnosti poplave moramo mostove nadzorovati in organizirati opremljene ekipe za njihovo zaščito. Ekipe morajo imeti naslednjo opremo:

- plavalne jopiče,
- vrvne lestve,
- drogove (grede),
- objemke, če imamo vozilo z vitlom,
- gasilske (požarne) kljuke,
- lopate, krampe,
- varovalne pasove,
- vrvi.

V času nevarnosti poplave določimo opazovalce za vse ogrožene mostove, da ob pričetku nevarnosti takoj obvestijo pristojne.

Reševalna ekipa mora odstraniti iz profila mostu prinešeni material (les, veje, debla ...). Pomaga si z gasilskimi kljukami. Večje zagozdene hlode, ki jih ne more odstraniti iz profila mostu ročno s pomočjo gasilskih kljuk, izvleče s pomočjo traktorja ali drugega vozila z vitlom (Thomaser, 1982, slika 4.12).



Slika 4.12 - Pritrditev vlečne vrvi pri zaščiti mostu.

Vlečno vrv pritrdijo na večji razdalji gorvodno na mostu na močno drevo, skupino dreves ali zabito sidro. Prinešeno deblo, nekdo v navezi na vrvnih lestvah, spuščenih z mostu, močno priveže na vlečno vrv. Navezane hlode potegnejo do brežine, nato pa jih s pomočjo gasilskih kljuk izvlečejo na brežino. Izvlečeni material odložimo na brežini, zunaj dosega poplavne vode.

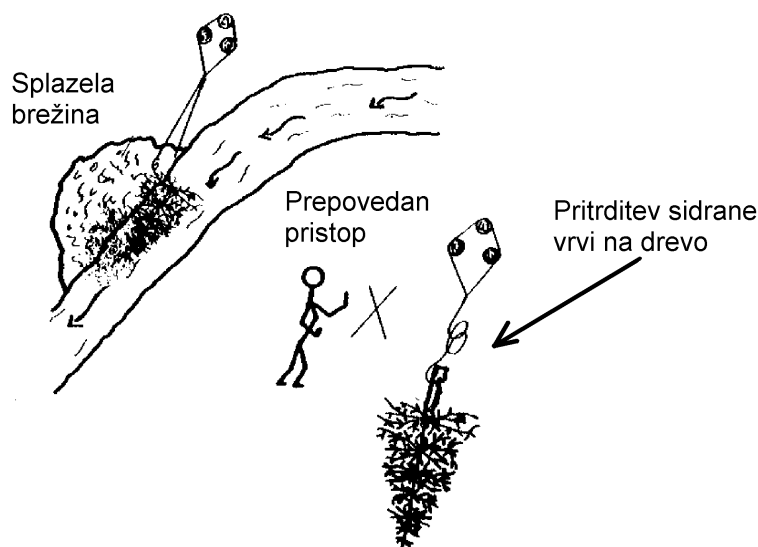
4.4.4 Sanacija erozijskih zajed v brežinah vodotoka

Tok vode prične erozijo na najbolj šibkih točkah. Manjša zajeda povzroča še dodatno turbulenco vode, tako da se zajeda hitro širi ter izpodjeda sicer utrjene dele brežin.

Če se ob vznožju brežine sproži plaz, eno drevo privežemo varno z vrvjo na breg in spustimo v vodo, tako da je krošnja (veje) v smeri toka, druga drevesa zlagamo na plavajoče, tako da se med seboj podpirajo.

Pri tem moramo posebej paziti na sidranje (varno privezavo vrvi):

- vrv z drevesom počasi (z zaviranjem na vitlu) spuščamo v vodo. Če hitrosti spuščanja ne moremo nadzorovati, se vrv lahko naenkrat preveč napne in počí, drevo pa odplava z vodo in se dolvodno zagozdi;
- med mestom sidranja vlečne vrvi in posadko, ki spušča drevo v vodo, mora vrv prosto ležati. S tem je omogočeno postopno spuščanje. Območje v dosegu vrvi mora biti zavarovano, da ne bi prišlo do nesreče (Thomaser, 1982, slika 4.13).



Slika 4.13 - Pritrditev drevesa za zaščito brežine.

4.4.5 Organizacija, spremljanje, sanacija in zaščita pred snežnimi in zemeljskimi plazovi

Tukaj obravnavamo le snežne in zemeljske plazove, razvrščene v I. II. in III. kategorijo v poglavju 2.2.2.2 Potencialna zemeljska in snežna plazišča so le območja posebne pozornosti v izvajanju nalog rečne nadzorne službe in terenskih ekip. Že sproženi, a ne sanirani zemeljski plazovi pa zahtevajo posebno pozornost.

Postopek pri delu je naslednji:

1. Potencialna plazišča se evidentirajo na karti 1:5.000;
2. Plazovi v prvi kategoriji se na terenu označijo z reperji in vsaj enkrat letno posnamejo in spremembe vnesejo na karte;
3. Za vsak plaz prve kategorije se izdelata tudi program ukrepov v primeru večjih premikov ob poplavih;
4. program vsebuje:
 - opis plazu s kartografskim prikazom,
 - oceno posledic morebitne zaježitve z gladino vode v akumulaciji,
 - obseg in posledice porušitvenega vala morebitne zaježitve.

4.4.6 Delovanje in vedenje prizadetih prebivalcev

Težave so v pravočasnem opozorilu vseh prizadetih in njihovem informiranju. Najboljša rešitev je neposreden stik in obisk ogroženih na domu, saj veliko ljudi ne posluša ali ni pripravljeno resno prisluhniti javnim občilom. Težave so tudi v razumevanju informacij, kot so javne hidrološke napovedi, izražene v pretoku ali vodostaju. Obvestilo mora biti ogroženim prebivalcem razumljivo. Napoved mora biti vezana na označbe nekdanjih poplav, na vsem znani most ali stavbo. Takšno sporočilo je na primer, da bo voda preplavila most za pol metra ali ne bo dosegla gladine poplave, označene na posameznih stavbah v mestu.

Izkušnje tudi kažejo, da je pri določanju ogroženih območij namesto 100-letnih poplav bolje uporabiti izraz "poplave" ali "osnovne poplave". Vsekakor je treba v prihodnje vložiti veliko več napora in dela v izobraževanje in informiranje prebivalcev o ogroženosti, ukrepih in pravih vedenjih ob poplavih. Poleg opozorila potrebujejo ogroženi popolno informacijo o pojavi in o ukrepih oziroma navodila za lastno varnost in varnost imetja.

Vedenje ogroženih je odvisno od starosti in socialne strukture. Del prebivalcev nima fizične kondicije za ukrepanje (preselitev premočnin, postavljanje zapor ipd.), starejši in invalidi pa potrebujejo pomoč, da bi jim zagotovili varnost. Velike težave povzročajo turisti, ki niso seznanjeni z lokalnimi razmerami in tudi ne spremljajo krajevnih javnih občil.

4.4.7 Informiranje ogroženih prebivalcev

Vsi prebivalci ogroženih območij morajo biti seznanjeni z navodili za ravnanje ob poplavih in z zaščitnimi ukrepi. V preglednici 4.1 so navodila, povzeta po Toddu (1977) in USACE (1987). Pri vajah civilne zaščite pa se morajo varna območja pred poplavi in način evakuacije določiti na terenu. Posebno pozornost zahteva informiranje ljudi, ki lahko po naključju zaidejo na ogroženo območje in niso seznanjeni z lokalnimi razmerami: študentje, dijaki, taborniki, turisti, avtomobilisti in drugi obiskovalci. Na cestah je treba na vidnih mestih postaviti opozorilne table, prav tako to velja za večja parkirišča in prostore, kjer se zadržuje več ljudi. V kampih pa je treba postaviti tudi table s temeljnimi informacijami o nevarnosti poplav in z načrtom evakuacije.

Preglednica 4.1a - Navodila ogroženim prebivalcem.

PRED POPLAVO:
• Pripravite priročni material in opremo (vrečke s peskom, vezane plošče, plastične folije in vedra). • Vgradite kontrolne zaklopke v kanalizacijske priključke, da bi preprečili povratni tok kanalske vode v hišno kanalizacijo. • Opremite bolnišnice in druge pomembne objekte s pomožnimi električnimi viri (za primer izpada električnega toka). • Organizirajte nujno preskrbo in prvo pomoč. • Določite najvarnejšo pot od vašega doma do varnega območja za primer nujne in hitre evakuacije. • Pripravite zaloge hrane, ki je ni treba kuhati ali shranjevati v hladilniku (zaradi možnosti izpada električnega toka). • Imejte prenosni radio, nujno pomožno opremo za kuhanje, baterijske svetilke in baterijske vložke, ki delujejo.
KO VAS OBVESTIJO O POPLAVAH:
• Napolnite avtomobilski rezervoar, ker v primeru izpada električne energije, črpalke ne bodo delovale nekaj dni ali pa bo oskrba tudi drugače motena. • Napolnite s pitno vodo čisto kad in druge posode, ker obstaja možnost motene preskrbe z vodo. • Če imate čas, preselite vredne stvari na varno; napolnite cisterne, da jih voda ne odnese; namažite strojno opremo, ki je ne morete umakniti pred vodo; pospravite dvorišče in zavarujte predmete, ki jih voda lahko odplavi. • Preselite se na varno, preden vam vodni tok ali zemeljski plaz prepreči gibanje. • Izključite električni tok in zaprite pipo za dotok plina.
MED POPLAVO:
• Izogibajte se območij, ki so lahko nenadno poplavljeni. • Ne poskušajte prečkati vodnega toka, kjer vam voda sega do kolen. • Ne poskušajte z avtomobilom prečkati poplavljenih cest, ker lahko ostanete ujeti v vodni pasti ali pa je lahko vodni tok poškodoval oziroma odnesel cestišče. • Izogibajte se plazovitim območjem. • Ne približujte se brežinam, ki jih ogroža erozija vode. • Če vam hitro naraščujoča gladina vode prepreči evakuacijo iz hiše, se povzpnite nadstropje višje ali na streho in počakajte pomoč. • Ne zadržujte vdora vode v stavbo za vsako ceno. (Zunanji pritiski vode, večji od enega metra, lahko poškodujejo konstrukcijo objekta.) • Imejte radio ali televizor, ker vam informacije pristojnih služb lahko rešijo življenje.

Preglednica 4.1b - Navodila ogroženim prebivalcem.

PO POPLAVAH:

- Poplava povzroča močan stres pri vseh ljudeh, ki jih je prizadela. Zato takoj po poplavi poskrbite predvsem zase in za svoje bližnje in bodite pozorni na kakršne koli simptome stresa, šele nato se osredotočite na čiščenje in urejanje prostorov.
- Ne uporabljajte sveže hrane, ki je bila v stiku s poplavno vodo.
- Pred uporabo preverite, ali je voda pitna (vodnjake je treba izčrpati in vodo testirati).
- Poiščite nujno medicinsko pomoč v prvi bližnji bolnišnici.
- Hrana, obleka, ostala preskrba in prva pomoč so na voljo na zato organiziranih mestih.
- Ne hodite na prizadeta območja; vaša navzočnost lahko ovira reševanje in druge nujne ukrepe.
- Ne uporabljajte električne opreme na mokrih področjih (električna oprema mora biti preverjena in posušena, preden jo uporabljamo).
- Uporabljajte baterijske svetilke in ne petrolejk ali plinskih luči, ker lahko pri pregledovanju objektov povzročite požar.
- Obvestite pristojne javne službe o prekinitvi PTT, električnega, vodovodnega ali plinskega omrežja.
- Preden stopite v poplavljeni poslopje, se prepričajte o poškodbah konstrukcije.
- Preden pričnete črpati vodo iz kleti, se prepričajte, kako visoka je gladina talne vode, da ne bi prišlo do poškodbe konstrukcije stavbe.
- Po čiščenju poplavljenih prostorov tudi dezinficirajte.

4.4.8 Proces obnove in rekonstrukcije

Načrtovanje obnove pred nesrečo ima določene prednosti:

- skrajšamo čas odločanja pri obnovi,
- obnova prizadetega območja bo vplivala na njegov prihodnji razvoj, zato imajo bolj učinkoviti ukrepi prednost,
- lokalna administracija je pripravljena za delovanje pri obnovi.

Na primer, če ima lokalna skupnost pripravljene načrte za varstvo pred poplavami, bo neposredno po poplavah lažje dobila sredstva za njihovo izvajanje kot pa, če bi se z izdelavo načrtov začelo po poplavi in bi bili izvedbeni načrti pripravljani šele več let po njej.

Čas obnove je odvisen od obsega in vrste pojava in lahko traja od nekaj mesecev do več let. Prednost imajo pri tem ukrepi za povrnitev v normalno stanje celotnega prizadetega območja, kar pomeni, da ima obnova infrastrukture in gospodarske dejavnosti prednost pred stanovanjskimi objekti. V raziskavah v ZDA (Gruntfest, 1994) je ugotovljen velik vpliv medsebojnega sodelovanja med lokalno samoupravo in vladnimi službami pri obnovi. Temeljno vprašanje je, kako skrajšati čas obnove z ustreznimi in usklajenimi ukrepi. Posamezne stopnje in dejavnosti so prikazane v preglednici 4.2.

Preglednica 4.2a - Posamezne stopnje in dejavnosti pri obnovi.

Čas v tednih po naravni nesreči				
Kategorije dejavnosti	1. faza		2. faza	
	1	2	3	4
Zbiranje informacij in ocenjevanje	- Ocenjevanje škode glede na prejšnje stanje, določanje, fizičnih, socialnih, ekonomskih in okoljskih vplivov - Opredelitev ravni in tipa potrebne pomoči pri nesreči in ugotavljanje razpoložljivih virov. - Določanje ciljev in politike glede na prejeto pomoč in razpoložljiva sredstva.		Nadaljnje ocenjevanje škode in določanje potreb in virov pomoči.	
Organizacijski ukrepi	- Imenovanje začasnega odbora za obnovo. - Razdeljevanje zbrane pomoči in prostovoljnih prispevkov.		- Ustanavljanje organizacije za koordinacijo obnove in zbiranje ali najemanje uslužbencev. - Izdelava občinskega načrta obnove in vključevanje obnove v državne načrte.	
Mobilizacija virov	- Sredstva proračuna za pomoč žrtvam. - Obnova temeljnih komunalnih služb. - Sklepanje pogodb z lokalnimi izvajalci.		- Določanje razpoložljivih virov. - Ugotavljanje možnih drugih virov pomoči in investiranje za popravila in prezidave. - Usklajevanje lokalnih in drugih virov	
Planiranje, administracija in proračun	- Pregled in revizija obstoječih načrtov. - Izdelava načrta lokalne skupnosti za obnovo prizadetih stavb, opreme in sistemov. - Pridobivanje prostih zemljišč. - Zavarovanje nevarne lastnine in opreme.		- Izdelava temeljnega načrta razvoja lokalne skupnosti na lokalno nevarnost in z vključevanjem načrta obnove prizadetih območij. - Pregled načrta in vnos za odločanje potrebnih izboljšav. - Pridobivanje lokalnih in državnih odločitev za izvajanje načrta.	
Urejanje in pridobivanje soglasij	- Pregled, revizija in uporaba obstoječih gradbenih predpisov, izdanih dovoljenj, kontrola rabe zemljišča. - Ugotavljanje potreb po posebnih odlokih (prepoved graditve)		- Izdajanje posebnih odlokov za potrebe izvajanja odobrenih programov. - Sprejem novih programov.	

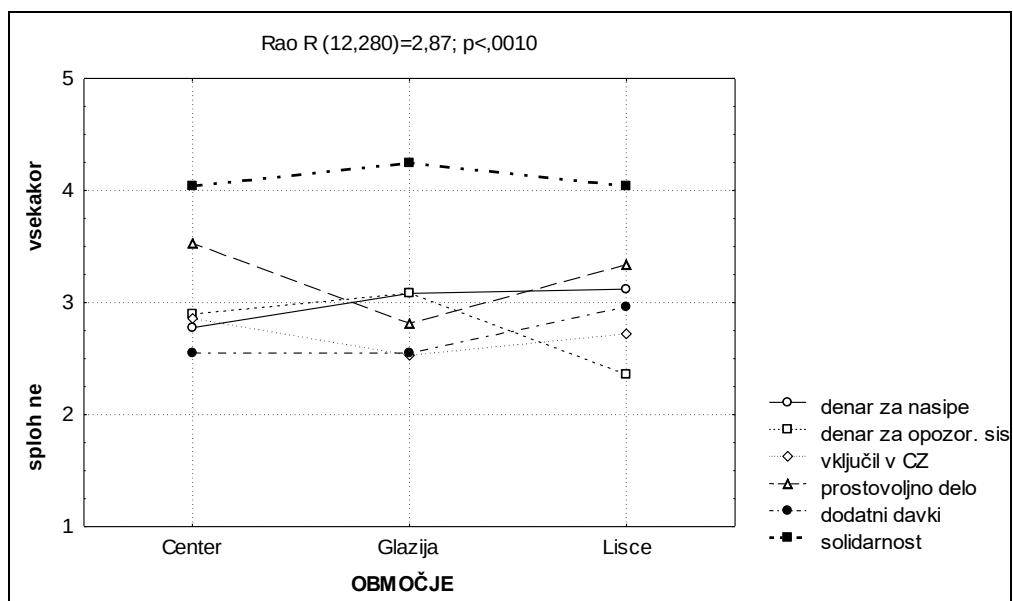
Preglednica 4.2b - Posamezne stopnje in dejavnosti pri obnovi.

Čas v tednih po naravni nesreči

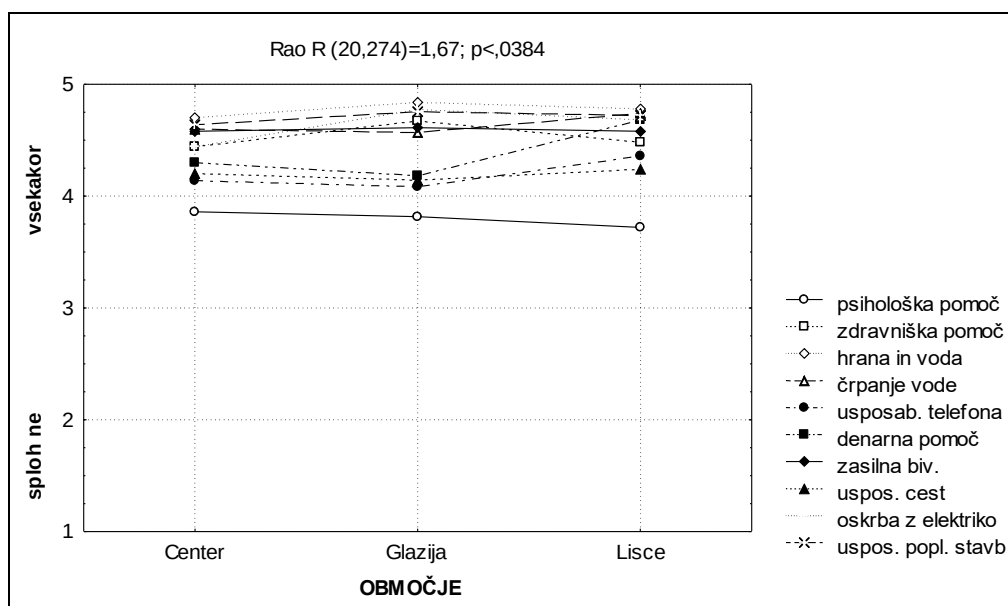
Kategorije dejavnosti	1. faza		2. faza	
	1	2	3	4
Usklajevanje in povezovanje delovanja	• Usklajevanje ključnih lokalnih servisnih dejavnosti. • Vzpostavitev povezav med lokalno, regionalno in državno upravo in organizacijami. • Oblikovanje kakršne koli nove koordinacije med organizacijami in državo. • Delo z lokalnimi in nacionalnimi predstavniki cerkve za pomoč. • Oblikovanje skupin za različne potrebe prebivalcev.		• Koriščenje državne in zvezne pomoči.	
Opazovanje in vrednotenje	• Ustanavljanje mehanizmov za opazovanje in povratne informacije. • Sodelovanje s civilnimi in z neprofitnimi skupinami za pomoč ogroženim.		• Ugotavljanje potreb po podatkih. • Vključevanje rezultatov analiz v revidirane načrte varstva pred poplavami. • Pregled vseh razpoložljivih virov za pomoč. • Ugotavljanje po spremembi organizacije. • Ustanavljanje in uporaba sistema za preverjanje računov.	

Odločitve, sprejete v naglici pri obnovi, imajo dolgoročne vplive na razvoj skupnosti. Marsikatero začasno bivališče postane stalno ali pa se s časom spremeni v stalno bivališče in podobno. Zaradi pomanjkanja denarja se ne izvedejo potrebni ukrepi, ker niso bili pravočasno načrtovani.

Pri raziskovalnem projektu FLOODAWARE so izvedli raziskavo med prebivalci Celja o njihovem stališču do poplav in ukrepanja ob njih (Polič, 1998). Vzorec je zajel 157 oseb, ki živijo v treh poplavno različno ogroženih predelih Celja, ki je bilo poplavljeno leta 1990. Pokazalo se je, da poplave pri prebivalcih predstavljajo resno grožnjo in da je zaznava ogroženosti v nekaterih vidikih močno odvisna od predela bivanja, tj. od dejanske ogroženosti. Zavedajo se, da so za ukrepanje ob poplavah odgovorni mnogi, od občine do države. Za nastalo škodo naj bi poskrbeli predvsem zavarovalnica in država, v manjši meri pa tudi občina in prizadeti posameznik sam. Iz analize podatkov je razvidno, da so izpraševanci z vseh območij podprli zbiranje solidarnostne pomoči, manj pa druge ukrepe. Med prebivalci ogroženih in varnih predelov ni bilo večjih razlik. Naklonjeni so tudi prostovoljnemu delu, manj pa dodatnim davkom in zbiranju denarja za opozorilni sestav.



Slika 4.14 - Pripravljenost na različne protiukrepe.



Slika 4.15 - Pomembnost različnih protiukrepov po poplavi.

Vprašanja so se nanašala tudi na kratkoročne ukrepe v prvi fazi obnove. Vse naštetе ukrepe po poplavi so izpraševanci ocenili kot zelo pomembne. Najmanj se jim je zdela pomembna psihološka pomoč, verjetno zato, ker med poplavo leta 1990 ni bilo žrtev. Očitno je po nesreči potrebna vsestranska pomoč in morda so različne vrste pomoči celo pogoj ena drugi. Oskrba s hrano in vodo, usposabljanje stavb za bivanje, črpanje vode, zasilna bivališča ali zdravniška pomoč so za vse v povprečju najpomembnejše, prebivalci Lisce pa so v opravljeni raziskavi poleg tega poudarili tudi denarno pomoč.

PRILOGA I - PRIMERI IN IZKUŠNJE PRI POPLAVAH V SVETU

Pogoste poplave v zadnjih desetih letih v Evropi in po svetu (preglednica I.1) so dale nove izkušnje in spodbudile raziskave za bolj učinkovito protipoplavno zaščito. Splošne ugotovitve so, da celoviti sistemi zaščite pred poplavami, primerni za sodobno informacijsko družbo, še niso razviti. Obveščanje ogroženih prebivalcev o možni nevarnosti pojava poplav ni tehnični, temveč predvsem socialni proces (Rosenthal et al., 1998). Učinkovita reakcija ljudi na prizadetem območju pa ni odvisna samo od upravnih ali javnih organizacij. Načrti uradnih ustanov so usmerjeni v koncentracijo odločanja in oblikovanje kriznih centrov z jasnim vodenjem pri izvajanju ukrepov. Empirične analize izkušenj ob pojavu poplav pa poudarjajo pomen decentralizacije in fleksibilnosti pri soočanju z vodno ujmo.

Katastrofalne poplave so sprožile vrsto raziskav zgodovinskih virov o podobnih pojavih v preteklosti. Poleg podatkov iz srednjeveških kronik so zbrani tudi podatki iz obdobja pred našim štetjem. Poenoteni so tudi podatki meritev posameznih meteoroloških in hidroloških spremenljivk v zadnjih dvesto letih. Poenotenje je bila nujno zaradi uporabe različnih instrumentov in merskih enot.

Izkušnje soočanja sodobne informacijske družbe z vodno ujmo so pokazale, da so pojav in posledice oziroma način soočanja z njimi, potrebni temeljitih raziskav. Te so usmerjene predvsem v izdelavo boljših postopkov napovedi pojava, prostorskega načrtovanja, prilagojenega naravnim pogojem, in v izobraževanje pripadnikov javnih služb, odgovornih za organizacijo zaščite, ter ogroženih prebivalcev.

I.1 IZKUŠNJE PRI POPLAVAH V DRŽAVAH EVROPSKE SKUPNOSTI

Katastrofalne poplave, ki so zajele zahodno Evropo v letih 1993 in 1995, so bile temelj za primerjalno raziskavo o soočanju z vodno ujmo v Franciji, Nemčiji, Belgiji in na Nizozemskem (Rosenthalin et al., 1998). V teh državah so bile poplave z daljšo povratno dobo, reakcije in posledice pa so bile odvisne od narave pojava, organizacije vodarstva in zaščite pred poplavami ter od kulturnih, političnih in socialnih prvin vsake družbe. Za Slovenijo so posebno zanimive izkušnje hudourniške poplave leta 1993 v Franciji.

I.1.1 Francija

Francija je administrativno razdeljena na 97 departmajev, ki se delijo na komune. Na čelu vsakega departmaja je perfekt, ki ga imenuje vlada in je odgovoren za vodenje administracije na območju departmaja. Departmaji so združeni v 22 regij z regionalnimi perfekti. Komune vodijo voljeni sveti in župani. Za obveščanje in pripravo opozorila o poplavah sta pristojni javni službi: hidrološka služba (SAC) in meteorološka služba. V primeru nevarnosti SAC pripravi posebno poročilo, ki ga dostavi prefektu ogroženega območja. Prefekt nato po svoji presoji obvešča o nevarnosti župane, odgovorne za dogajanje na svojem območju.

Preglednica I.1a - Primeri katastrofalnih poplav po svetu v zadnjih dveh desetletjih tega stoletja, s podatki o smrtnih žrtvah, posledicah in o materialni škodi v ameriških dolarjih, kjer je bila ugotovljena (Hewitt, 1997).

kraj	datum	posebnosti katastrofe	št. smrtnih žrtev
jugozahodna Francija	7.1977	katastrofalni nalivi in najhujše poplave v tem stoletju	26
reka Zambezi Mozambik	27.3.1978	najhujše poplave v tem stoletju milijonska škoda 200 000 brezdomcev	45+
severni del Meksika jugozahodni del ZDA	2.1980	devet dni nevihtnih nalivov poplave in obsežni blatni tokovi ocena škode okoli 500 milijonov	36
Indija	7.-8.1980	monsumske poplave so prizadele preko 20.000 km ² ocena škode preko 130 milijonov	600+
zahodna Bengalija Indija	8.-9.1980	monsumske poplave zemeljski plazovi	1500
Orissa, Indija	9.1980	katastrofalni nalivi in preplavitve nasipov 300 000 brezdomcev	200
provinca Sečuan Kitajska	12.-14. 7.1981	reka Jangce je prestopila bregove 28.000 poškodovanih in 1.5 milijona brezdomcev ocena škode okoli 1.1 milijarde	1300+
Kitajska	10.1981	ponovno poplave, ki so sprožile zemeljske plazove	240
provinca Kwangtung Kitajska	5.1982	katastrofalni nalivi in obsežne poplave 450.000 brezdomcev 46.000 porušenih domov	430
Orissa, Indija	9.1982	monsumske poplave 8 milijonov brezdomcev 5 milijonov oskrbovancev iz zraka na poplavljenih območjih	1000+
severna in osrednja Nemčija	2.1983	huda zimska neurja so povzročile obsežne poplave	?
južna in osrednja Nemčija	5.1983	poplave na vseh glavnih vodotokih utopitve v reki Ren okoli Kölna in v Franciji	18
Bangladeš	5.-7.1984	monsumske poplave so prizadele več kot 30 milijonov prebivalcev skoraj 1 milijon brezdomcev	300+
Filipini	6.1985	katastrofalno monsumsko deževje in poplave 100.000 brezdomcev	60+
Bangladeš	8.1987	večtedenske poplave so prizadele 20 milijonov prebivalcev	1000+

Preglednica I.1b - Primeri katastrofalnih poplav po svetu v zadnjih dveh desetletjih tega stoletja, s podatki o smrtnih žrtvah, posledicah in o materialni škodi v ameriških dolarjih, kjer je bila ugotovljena (Hewitt, 1997).

kraj	datum	posebnosti katastrofe	št. smrtnih žrtev
provinca Natal Južna Afrika	9.1987	katastrofalni nalivi in obsežne poplave 50.000 brezdomcev ocena škode 500 milijonov	200+
Šri Lanka	6.1989	monsumske poplave in zemeljski plazovi poškodovanih več kot 700 oseb 125.000 brezdomcev	300+
severovzhodna Brazilija	12.1989	katastrofalni nalivi in poplave 200.000 brezdomcev	35+
Malavi	10.3.1991	katastrofalni nalivi in poplave porušitve celih pobočij 150.000 brezdomcev	500+
Afganistan	6.1991	hudourniške poplave zaradi neurij	5000+
Brazilija, Argentina, Paragvaj	5.-6.1992	dvotedenski neprekinjeni nalivi so povzročili poplave na glavnih vodotokih poplavljenih na stotine vasi in mest 220.000 evakuiranih oseb	28+
Pakistan povodje reke Ind Himalaja	9.1992	pozna monsumska neurja, poplave in zemeljski plazovi največ žrtev in škode zaradi poplavnega vala v nižini ob reki Ind, ki ga je sprožilo panično odpiranje zapornic na pregradi Mangla	2000+
Nepal, Indija, Bangladeš	7.1993	monsumska neurja in poplave 4.5 milijona brezdomcev ocena škode več kot 12.6 milijarde	4000
reki Missouri in Mississippi, ZDA	7.1993	osem zveznih držav je razglasilo izredne razmere in katastrofalno prizadeto območje poškodovanih ali uničenih okoli 40.000 domov in uradov 150.000 brezdomcev 100.000 evakuiranih oseb ocena škode več kot 10 milijard	33
južne province Kitajska	6.1994	katastrofalne poplave so poškodovale zgradbe in kmetijske površine 400.000 brezdomcev ocena škode 6 milijard	1400
severozahodna Evropa	2.1995	obsežne poplave v severni Franciji, Belgiji in Nemčiji, najhujše poplave na Nizozemskem po letu 1954 250.000 evakuiranih oseb stroški ohranitve nasipov 1.5 milijarde	40+

Hudourniška poplava leta 1993 na reki Lez, reka Rhone, departement Vaucluze, Francija

Poplavo so povzročile frontalne jesenske padavine. Vremenoslovci so opozorili na možen pojav obilnih padavin. Vodotok in območje sta bila opremljena s posebnim alarmnim sistemom. Na nevarnost je opozoril vodja gasilske brigade v mestecu Valreas, ki je poznal lokalne razmere in je bil pozoren na močne padavine, ki so se začele 30.septembra leta 1993 ob osmih zvečer. Ko je deževalo eno uro, je reka že začela nevarno naraščati. Vodja gasilske brigade je mobiliziral svojo enoto ter opozoril nadrejene in župana. Ob desetih zvečer sta skupaj obiskala najbolj ogroženo območje, kjer so medtem ljudje že sami začeli z evakuacijo. Naročila sta takojšnjo evakuacijo turistov iz kampa na ogroženem območju glede na izkušnje poplav iz leta 1992 v departmaju Vaison-la-Romaine, ko so poplave zahtevale žrtve med turisti v kampu. Sočasno je začelo zalivati lokalno transformatorsko postajo in je mesto ostalo brez električnega toka. Voda je tako hitro naraščala, da v mestu ni bilo mogoče sprožiti alarma in organizirati zaščitnih ukrepov. Žrtev poplave je bila starejša turistka z Nizozemske, ki se ni pravočasno umaknila na varno. V dolvodno ležečem mestecu Bollene je bil župan obveščen o dogodku, zato je sklical mestni odbor za zaščito, ustanovljen istega leta. Do pojava poplavnega vala je bilo pet do šest ur časa. Na ogrožena območja v mestu so takoj poslali obveščevalce z megafoni in pravočasno začeli obveščati prebivalce, naj zapustijo pritličja in umaknejo avtomobile na varno. Noč in presenečenje sta kljub vsemu naredila svoje. Veliko ljudi ni slišalo nočnega opozorila, nekateri pa so se zamotili z opazovanjem naraščanja gladine vode v strugi in pozabili na varnost svojega imetja. Avtomobile, ki niso bili pravočasno umaknjeni z ulic, je voda odplavila in zagozdila, tako da so motili delo zaščite. Celotno delovanje zaščite je bilo prepuščeno lokalni samoupravi, za sodelovanje služb na ravni prefektore ni bilo časa. V zelo kratkem času je bila evakuirana lokalna bolnišnica z 69 bolniki. Dragocena pomoč prefektore je prišla naslednji dan, ko so s helikopterji evakuirali prebivalce s streh poplavljenih domov.

Poplava decembra 1993, na reki Meuse, Ardeni, Francija

Nekoliko drugačne so izkušnje poplav reke Meuse decembra istega leta v Ardenih. Voda je v svojem spodnjem toku zaradi obilnih padavin in tajanja snega nekaj dni počasi naraščala. Uradna opozorila je hidrološka služba sporočila že 18. decembra. Perfekt je opozoril župane na nevarnost 20. decembra. Zaščita pred poplavami je delovala po načrtih, pripravljenih na podlagi zakona iz leta 1987. Posamezni župani so se začeli pripravljati in niso čakali na uradno opozorilo. Težave so povzročali predvsem starejši ljudje, ki niso bili pripravljeni pravočasno zapustiti svojih ogroženih domov. Umrli so trije, in sicer starejša ženska, ki se ni želela umakniti in je utonila v pritličju svojega doma, in dva žandarja, ki sta bila v patrulji z avtomobilom na ogroženem območju. Večje težave so povzročale napake pri hidrološki napovedi naraščanja gladine vode.

Poplava januarja 1995, na reki Meuse, Ardeni, Francija

Tokrat je bila zaščita bolj pripravljena kakor leta 1993 in hidrološka služba bolj opremljena z avtomatskimi postajami. Zaradi izkušenj ob poplavi leta 1993 je bilo delovanje bolj učinkovito, ogroženo prebivalstvo pa bolj pripravljeno upoštevati navodila in ukrepati v skladu z njimi.

Pri zaščiti in urejanju razmer na poplavljenem območju so bili predvsem pomembni gasilci in organizirani prostovoljci. Pri poplavi leta 1995 je sodelovala tudi vojska. Za Francijo je značilen tudi urejen sistem za določanje in izplačilo odškodnine ogroženim prebivalcem po

načelu zavarovanja in solidarnosti. 80 do 90 odstotkov upravičencev je prejelo izplačilo v treh mesecih in le en odstotek se jih je pritožil.

Pretok informacij je bil prepočasen v navpični smeri od perfektur do županov in vodoravno med posameznimi službami. Župani so predvsem pogrešali izčrpne in pravočasne informacije na terenu. Različne službe na terenu so bile slabo povezane oziroma so ukrepale na svojo pest, čeprav so delovale v skupnem kriznem koordinacijskem komiteju. Težave so povzročala tehnična poročila in napovedi, ki jih ogroženi prebivalci – in njim so bila namenjena – niso razumeli. Pri odškodninah ni bila upoštevana sekundarna škoda in nematerialna škoda zaradi psiholoških stresov in zdravstvenih težav, ki jih je povzročilo bivanje v vlažnih stavbah.

I.1.2 Belgija

Država je razdeljena na skupnosti (Flandrija, Valonija in nemška skupnost), regije (Flandrija, Valonija in Bruselj) in manjše lokalne samoupravne skupnosti (provinc in mesta). Na čelu provinc je poleg voljenega sveta guverner, ki ga imenuje vlada. Mestne skupnosti vodijo voljeni sveti in župani. Predpise in zakone za varstvo določa zvezni parlament in je pod nadzorom ministrstva za notranje zadeve, izvajanje pa je v rokah provinc in mestnih uprav oziroma županov.

Poplave leta 1993 in 1995

Poplave leta 1993 in 1995 so zajele sedem provinc, predvsem v srednjem toku reke Meuse (Maas) v flamski in valonski regiji. Sledile so poplavam istega vodotoka v Franciji. Hidrološke napovedi so bile pravočasno in dobro pripravljene, toda na žalost v tehničnem jeziku, ki ga nepoučeni niso razumli. Delovanje zaščite v Belgiji je predvideno v štirih fazah. V prvi fazi je odgovoren samo župan, v drugi se oblikuje krizni štab mesta, v tretji fazi nastopa guverner province s kriznim štabom, v četrti fazi pa prevzema odgovornost minister za notranje zadeve. Za vse faze so pripravljene različni načrti za delovanje.

Leta 1993 je voda hitro narasla, odgovorne službe pa niso bile dovolj pozorne, opremljene in pripravljene. Prebivalce so obveščali le prek javnih občil, zato razen v kampih niso bili pravočasno obveščeni. Težave so se pokazale predvsem pri evakuaciji ogroženih prebivalcev. Posebna težava so bili turisti, ki jih je zanimala katastrofa in so oblegali ogrožena območja, motili delovanje služb za zaščito, obremenjevali prometnice in celo ogrožali sami sebe. Med civilno zaščito in gasilci, provinskimi in mestnimi kriznimi centri so se pojavljali spori. Težave so povzročali tudi uradni obiski kraljeve družine in visokih uradnikov. Omenjeni obiski so sicer dajali pomembno moralno podporo, so pa pomenili tudi dodatno delo preobremenjenim kriznim centrom. Pri poplavi leta 1995 je bila večina omenjenih težav rešena. S posebnimi zakonskimi določbami so bile uvedene mandatne kazni za "turiste" in dostop na ogrožena območja je bil nepoklicanim prepovedan.

Za odškodnine ogroženim prebivalcem so v Belgiji ustanovili poseben sklad. Predvidena je samo odškodnina za poškodovano imetje. Odškodnine niso predvidene za moralno, finančno, komercialno škodo ali poškodbe oziroma škodo zaradi evakuacije. Postopki za ugotavljanje in izplačilo odškodnine so dolgotrajni, tako so v flamski regiji odškodnine ob poplavi leta 1993 izplačevali do konca leta 1995, v valonski pa še dlje. Vzrok za težave pri izplačilu odškodnin so bili zahtevni in nerazumljivi odškodninski formularji.

I.1.3 Nizozemska

Nizozemska je razdeljena na 12 provinc in 600 mestnih skupnosti. Mestne skupnosti vodijo župani z mestno upravo in voljenim svetom. Za varstvo pred poplavami in urejanje vodnega režima so pristojne uprave polderjev s srednjeveško tradicijo. Uprave polderjev imajo svojo neodvisno administracijo in voljene predstavnike. Zaradi naravnih pogojev je vsak polder zaščiten s svojim sistemom nasipov, katerih varnost je določena z vsakoletno verjetnostjo pojava poplav in ne s povratno dobo kot pri nas. Sistemi nasipov so stari tudi po več sto let, zadnja rekonstrukcija pa je bila po katastrofalnih poplavah leta 1953, ko je bila poplavljen petina države in je umrlo 1800 ljudi. Varstvo temelji na nasipih in na območju peščenih din ob morski obali, ki varujejo polderje pred pojavi z določeno verjetnostjo. Kadar se pojavi poplava, ki lahko poruši nasipe, je edina rešitev evakuacija prebivalcev z obsežnih ogroženih območij. Varstvo pred poplavami poteka po zakonu, sprejetim leta 1985, ki je odgovornost za varstvo razčlenil na centralno raven, raven province in lokalno raven, in uvedel obvezno pripravo načrtov za varstvo, ki jih sprejemajo skupščine posameznih skupnosti na različnih ravneh. Operativno delo vodijo koordinacijski štabi. Na lokalni ravni ima posebno vlogo vodja gasilske brigade. Zakon poudarja decentralizacijo pri odločanju in daje velike pristojnosti lokalni samoupravi.

V spodnjem toku Rena in reke Meuse je zgrajenih 2500 kilometrov glavnih nasipov, ki ščitijo polderje pred poplavami. Površina z nasipi zaščitenih območij je tudi do osem metrov pod gladino vode v rekah. Krona nasipov je za 0.5 do 1 metra nad gladino poplavnega toka, določenega na podlagi izračunov ali meritev predhodnih poplav. Na Nizozemskem pri določanju nevarnosti ne uporabljajo povratne dobe, temveč verjetnost, da se poplava pojavi v enem letu. Za nevarnost poplav voda Severnega morja je to 1/10000, za nevarnost poplav vodotokov pa 1/2500 (Jorissen, 1998).

Finančna nadomestila oškodovancem na Nizozemskem niso formalno urejena. Katastrofa leta 1953 je pokazala, da bi izplačilo odškodnin povzročilo finančno katastrofo za zavarovalnice. Zavarovanje so pripravljali plačati samo prebivalci z najbolj ogroženih območij; tveganje zavarovanja se ne prenaša na prebivalce manj ogroženih območij; to pa pomeni uvajanje zelo visokih premij za taka zavarovanja. Od leta 1953 ni bilo potreb po odškodninah, o tem se ni niti razmišljalo. Razprave o nadomestilih pri naravnih nesrečah so se začele leta 1992, po potresu na Nizozemskem. Politične razprave leta 1993 še niso bile končane. Po poplavi je bil oblikovan državni sklad za nadomestila tako imenovane mokre škode. Oškodovanci so glede na višino škode razdeljeni v kategorije tako, da so oškodovanci za škodo do 20.000 DFL dobili 90 odstotkov odškodnine, za naslednjih 10.000 DFL je znašala 75 odstotkov in nato le še 50 odstotkov. Pri nadomestilih izgub pri poslovanju so se razvnele vroče politične razprave, predvsem zaradi sekundarne ali suhe škode, ki jo je povzročila preventivna evakuacija. Pri nadomestilu škode leta 1995 se je način določanja odškodnine nekoliko spremenil. Predvidena je bila tudi odškodnina za vsakega evakuiranega prebivalca, podjetjem pa so bila ponujena posebna ugodna posojila in fiksni zneski za odškodnino pri evakuaciji. Težava je bila določanje velikosti dejanske škode, predvsem pa ocena višine sekundarne škode. Vsaka skupina oškodovancev je imela svojega sogovornika v ministrstvih: prebivalci - ministrstvo za notranje zadeve, kmetje - ministrstvo za kmetijstvo in podjetja - ministrstvo za gospodarstvo.

Poplave leta 1993 in 1995

Poplave leta 1993 in 1995 so zajele območje spodnjega toka reke Meuse, po poplavah, ki so pred tem ogrozile območja v Franciji in v Belgiji. Kljub temu, da so bila ogrožena območja

v spodnjem toku reke, je hitrost naraščanja vode leta 1993 presenetila službe, pristojne za organizacijo varstva. Tudi napovedi naraščanja gladin vode so bile na voljo samo za 12 ur vnaprej. Odločitve o evakuaciji so bile prepuščene županom, ki pa so z njimi odlašali do zadnjega trenutka. Izkazalo se je namreč, da evakuacija pomeni ogromen strošek, evakuacija industrijske dejavnosti pa skoraj ni bila mogoča, saj bi v podjetju z vsemi skladišči trajala tudi 50 dni. Kmetje in direktorji podjetij niso bili pripravljeni pustiti svojega dela. Dodatno zmedo so povzročale spremembe pri napovedovanju naraščanja gladine vode, kar je ustvarilo nezaupanje odgovornih v lokalni samoupravi, v hidrološke napovedi. Lokalne oblasti so prebivalce obveščale s pomočjo lokalnih javnih občil in letakov. V raziskavah po poplavi so ugotovili, da so bila zelo pomembna uradna poročila v začetni fazi, ko se je poplava začela. V naslednjih fazah poplave pa je bilo premalo jasnih in nedvoumnih informacij o napovedi pojava ter o potrebnih ukrepih. Obveščanje z letaki ni zadostovalo za obveščanje prebivalcev. Informacije so bile nejasne, nezadostne in zastarele. Prebivalci so se večinoma obveščali v medsebojnih pogovorih in vsak peti prizadeti je zvedel za nevarnost na dan evakuacije.

Nevarnost je leta 1993 trajala osem dni, leta 1995 pa cela dva tedna. Kljub temu, da je bila poplava leta 1995 obsežnejša, so dotedanje izkušnje omogočile boljše delovanje pristojnih služb. Težavna je bila koordinacija pri odločanju o evakuaciji, kajti ljudje na tak nepričljubljen poseg niso pripravljeni, stroški, predvsem sekundarna škoda, pa so veliki. Ugotovili so tudi, da so bile zahteve po povečanju zmogljivosti posameznih služb neprimerne. Zaradi medsebojnega nerazumevanja so bile težave tudi pri usklajevanju med civilnimi in vojaškimi enotami.

I.1.4 Nemčija

Nemčija je zvezna država, v kateri so posamezne dežele z nekoliko različno organizirano lokalno samoupravo razdeljene na regije, območja, administrativne enote in lokalne skupnosti. Varstvo pred poplavami je v pristojnosti dežel. Način delovanja, organizacija in podatki so težko pregledni. Zvezna uprava je odgovorna le za plovbo po mednarodnih vodotokih. Dežele so odgovorne za urejanje vodotokov, vzdrževanje objektov in hidrološko službo ter razglašanje nevarnosti pri poplavah. Delovanje varstva je usklajeno med območji in mestnimi ter komunalnimi oblastmi. Največje breme in odgovornost pri varstvu in sanaciji škode je na lokalni samoupravi. Vse dežele, razen Baden-Württemberg, imajo posebne sklade za sanacijo in odškodnine pri naravnih nesrečah. V deželi Baden-Württemberg obstaja možnost za zavarovanje pred škodo, česar pa kot ukrep ne poznajo v drugih deželah.

V Nemčiji je torej varstvo pred poplavami in zaščita okolja v pristojnosti posameznih dežel. Za doseganje skupnih strateških ciljev je ustanovljena posebna delovna skupina predstavnikov ministrstev za okolje posameznih dežel, imenovana LAWA. LAWA je po poplavah leta 1995 sprejela strateški dokument: Navodila za sodobno zaščito pred poplavami (LAWA, 1995).

Poplave leta 1993 in 1995

Poplave leta 1993 in 1995 so v Nemčiji zajele območje reke Ren. Pojava poplav sta imela pri Kölnu 30- do 40-letno povratno dobo. Hidrološka služba je po razglasitvi nevarnosti začela objavljati uporabne napovedi gladin vode za 24 ur vnaprej in natančne napovedi za 6 ur vnaprej. Leta 1993 so za prenos informacij uporabljali telefone in telekse. V obeh primerih so bila najbolj prizadeta gosto naseljena mestna območja Kölna in Koblenza. Prebivalce so obveščali prek lokalnih javnih občil in z megafoni opremljenimi gasilskimi

vozili. V Koblenzu je leta 1993 razpadel sistem obveščanja, ker so odpovedale telefonske povezave. Poleg tega je bila večina administrativnega osebja na predbožičnih počitnicah. Posebne težave so povzročali turisti na ogroženih območjih, ki so celo poskušali sabotirati delovanje služb za zaščito pred poplavami. Pomembno vlogo je pri zaščiti imela vojska, ki se je s svojo opremo vključila v zračno snemanje poplavnih območij.

Značilna je bila velika solidarnost med prebivalci. Tako je večina evakuiranih našla zaklonišče pri sosedih in sorodnikih. Težave je povzročala medijska kampanja, ki je vzroke za poplavo iskala v regulacijskih ukrepih na vodotoku in drugih posegih v prostor. Tako so nekateri uradniki porabili 70 odstotkov časa za pogovore s predstavniki javnih občil. Na podlagi izkušenj pri poplavah leta 1993 so bili uvedeni ukrepi protipoplavne graditve na ogroženih območjih (posebna zavarovanja za rezervoarje naftnih derivatov na ogroženih območjih). Delovati so začele posebne službe za usklajevanje dela prostovoljcev s statusom prostovoljnih gasilcev. Varstvo, evakuacija in sanacija oziroma čiščenje poplavljenih območij zahtevajo veliko ročnega dela, zato je vsaka ura prostovoljnega dela dragocena. Za škodo po poplavah ob reki Ren je značilen pojav onesnaženja zemljišč z naplavinami, onesnaženimi z naftnimi derivati in s kemičnimi odplakami.

Samo deset odstotkov prebivalcev je dobilo odškodnine za škodo, ki jim jo je povzročila poplava. Država je pomagala predvsem tako, da je žrtvam poplave znižala davke. Podatki o škodi so tudi zato bolj splošna ocena, kot pa zapisani in strokovno določeni zneski na podlagi posebnega popisa. Škoda v starem delu mesta Köln, ki je zaščiteno pred poplavami s komaj petnajstletno povratno dobo, je leta 1993 znašala 110 milijonov nemških mark in leta 1995 65 milijonov, čeprav je bila gladina vode nekaj centimetrov višja; manjša škoda je posledica boljše organizacije in pripravljenosti prizadetih (LAWA, 1995).

I.1.5 Velika Britanija

Zaščita pred poplavami ima v Veliki Britaniji več kot petstoletno tradicijo, če ne upoštevamo posegov, izvedenih še v rimskih časih. Nevarnost poplav povzroča predvsem visoko plimovanje, ki ogroža velika, nizka obalna območja, zaščitena z nasipi, s sistemom drenažnih kanalov in z vodotoki v nasipih ter s črpališči, ki ob visoki plimi prečrpavajo vodo v morje. Erozija obale in čiščenje dna zaradi posedanja naplavin in vzdrževanje odtočne sposobnosti strug je zato ena od pomembnih nalog pri vzdrževanju.

Poplave notrajnih voda oziroma vodotokov povzroča tudi zadrževanje naplavin na ravninskih območjih ob morju, kjer je tok vode upočasnen z majhnimi hitrostmi in pod vplivom bibavice. Lastniki zemljišč so izvajali osuševanje svojih zemljišč sami na lastno odgovornost brez posebne zakonske podlage. Zaradi skupnih potreb je spontano nastalo na stotine majhnih osuševalnih skupnosti. Z zakonom o osuševanju zemljišč, sprejetim leta 1930, so ustanovili območne skupnosti za osuševanje zemljišč z upravnimi odbori. Zakon je omogočil uporabo proračunskih sredstev za izvajanje osuševalnih del. Danes v Angliji in v Walesu deluje deset regionalnih in sedemindvajset lokalnih skupnosti za osuševanje. Zaradi potreb po integriranem upravljanju z vodami je ustanovljeno deset vodnih uprav na podlagi zakona o vodah iz leta 1975. Zaradi potreb po usklajenem razvoju posameznih območij je bila leta 1989 ustanovljena Uprava za vode, ki je bila 1995 preoblikovana v Agencijo za okolje (NEA - National Environmental Agency). Poleg izvajanja ostalih vodarskih nalog je Agencija za okolje odgovorna tudi za varstvo pred poplavami (Parker, 1987). Naloga uprave je zaščita in izboljšanje vodnega okolja. Omenjene cilje bo agencija dosegla z učinkovitim gospodarjenjem z vodom viri in s pomembnim zmanjšanjem onesnaženja. Naloga agencije je tudi zaščita ljudi in njihovega imetja pred poplavami rečnih voda in morja. Pri izvajanju svojih obvez bo uprava delovala odprto v interesu in v korist vseh uporabnikov površinskih, podzemnih in obalnih voda.

Cilji delovanja NEA so:

- doseganje neprestanega izboljšanja kakovosti voda v rekah, rečnih izlivih v morje in v obalnem morju s kontrolo onesnaženja voda;
- ocenjevanje, upravljanje, planiranje in zaščita vodnih virov zaradi vzdrževanja in izboljšanja kakovosti voda za vse uporabnike;
- zagotavljanje učinkovite zaščite ljudi in dobrin pred poplavami rek in morja;
- zagotavljanje ustreznih načrtov za napoved poplav in opozorilo pred poplavami;
- vzdrževanje, izboljšanje in razvoj ribištva;
- razvoj prijetnega okolja in rekreacijskih potencialov voda na površinah pod kontrolo uprave;
- zaščita in izboljšanje krajine, divje narave in arheoloških pojavov, vezanih na vode pod kontrolo NEA;
- izboljšanje in vzdrževanje vodnih poti in njihovih objektov za javno rabo na plovnih poteh pod kontrolo NEA;
- zagotavljanje plačila stroškov posledic onesnaževanja in rabe vode od onasneževalcev oziroma uporabnikov ter, kolikor je to mogoče, povrnitev stroškov izboljšanja vodnega okolja od uporabnikov, ki imajo od omenjenega izboljšanja koristi;
- seznanjanje javnosti z vodnim režimom in z delom NEA;
- povečanje učinkovitosti dela NEA in zagotavljanje možnosti za napredovanje in razvoj možnosti zaposlenih ter skrb za njihovo varnost in blagostanje.

Delo NEA je zasnovano na "vodnogospodarskih" programih, ki so izdelani za posamezna povodja. Najmanjše enote so lahko povodja s površino 200 km², če zajemajo kompleksno in občutljivo tematiko (velika heterogenost, redki pojavi, posebni režimi zaščite ipd.). Največje enote (povodja) pa ne presegajo 5000 km². Plani vsebujejo naslednjo tematiko:

- geografski kontekst,
- ekologija,
- rekreacija,
- vodni viri,
- varstvo pred poplavami,
- kakovost voda in
- druge dejavnosti na povodju

ter pregled in analizo naslednjih danosti in uporabe prostora:

- bivanje, industrija, trgovina,
- hidrologija in hidrogeologija,
- poljedelstvo,
- zaščita narave,
- ribištvo,
- ribolov,
- rekreacija,
- vodni športi,
- plovba,
- oskrba z vodo iz površinskih in podzemnih virov,
- pregled industrijske in poljedelske dejavnosti,
- varstvo pred poplavami,
- osuševanje poljedelskih površin,
- izpusti odpadnih voda,
- netočkovno onesnaženje,
- odlagališča trdih odpadkov,
- izločanje mineralov.

Za izvajanje omenjenih nalog je NEA izdelala in pripravila več standardov, ki omogočajo klasifikacijo voda in pojavov, enotno politiko ter urejenost posameznih področij.

Pri varstvu pred poplavami NEA:

- zagotavlja učinkovito zaščito ljudi in dobrin pred poplavami rečnih voda in morja,
- zagotavlja učinkovito prognostično službo in opozorilni sistem in
- preprečuje nastajanje ali povečanje rizika poplav z izvajanjem kontrole prihodnjega razvoja.

NEA nima pravice veta nad izvajanjem prostorskega razvoja. Toda pri posegih v sami strugi vodotoka ali na bregovih oziroma posegih, ki vplivajo na vodni režim v vodotokih, mora NEA dati svoje soglasje.

V Veliki Britaniji je za varstvo pred poplavami odgovorna predvsem vlada in državna pisarna za Wales. NEA je pri tem pristojna za planiranje ukrepov in izvajanje nadzora. Anglija in Wales sta razdeljena na 45 regij in 385 okrajev. Predstavniki lokalne samouprave so vključeni v proces pri delu regionalnih odborov za varstvo pred poplavami, upravnih odborih skupnosti za osuševanje zemljišč.

V Veliki Britaniji se reke delijo na glavne reke in navadne vodotoke. Glavne reke zajemajo vse pomembnejše vodotoke (21.000 milj), ki so določeni s karto, ki jo je izdelalo Ministrstvo za kmetijstvo, ribištvo in prehrano. Glavne reke so vodotoki, določeni na ustrezni uradni karti, vključno z objekti za kontrolo pretoka v strugi ali na brežini. Navadni vodotoki zajemajo vse druge vodotoke. NEA je izključno odgovorna za upravljanje na glavnih vodotokih, na navadnih vodotokih pa pri posegih sodelujejo tudi predstavniki lokalne samouprave in lastnikov obrežnih zemljišč. Zaradi urejanja dolvodnih razmer ima NEA pravico zahtevati razglasitev dela navadnega vodotoka za glavno reko in prevzeti odgovornost za urejanje. Lokalne oblasti odločajo pri urejanju razmer na navadnih vodotokih.

Pravice lastnikov zemljišč so v Angliji tradicionalno močno zavarovane in je s tem delo NEA v veliki meri omejeno. Zato v Angliji ni standardov ali uredb o zoniranju poplavnih območij, predvidena so le pravila pri izdelavi načrtov. NEA je pristojna, da pri izdelavi načrtov za urejanje glavnih vodotokov predvidi na eni strani vodotoka 5-8 metrov širok pas zemljišča za javno rabo oziroma pešpota ob vodotoku. Omenjen pas je na obeh brežinah predviden za vzdrževalna dela na glavnem toku reke. Pri prostorskem planiranju se priporoča določanje območij, ki jih ogroža poplava kot sestavni del prostorskega načrta. Nevarnost pred poplavami je praviloma določena z območjem poplav s stoletno povratno dobo. Poplavljen območje je razdeljeno na območje poplavnega toka vode in območje zadrževanja poplavnih voda. Izrabljanju prostora do brežine se je treba izogniti. Priporočljivo je oblikovanje večjih rekreacijskih območij ob vodotoku, ki naj bi jih vzdrževale lokalne oblasti.

Posamezna naseljena območja so ogrožena s poplavami z relativno kratko povratno dobo. Raziskave so pokazale (Handmer, 1987), da je v Angliji in v Walesu na poplavnih območjih, ogroženih s stoletnimi poplavami 274.000 prebivalcev ali 0.5 odstotka vseh prebivalcev. Urejanje razmer je prepuščeno načrtom urejanja, ki se izdelujejo po potrebi za posamezne dele vodotokov. Načrti se pripravljajo in izvajajo po potrebi, pri čemer je dana prednost postopkom odločanja in ne nekim vsesplošnim vodnogospodarskim načrtom. Pri tem se načrti po povodjih izdelujejo v treh oblikah (Grainger, 1992):

1. Povzetek za odnose z javnostjo;
2. Načrt urejanja povodja za potrebe NEA, regionalnih odborov in strokovnih organizacij;
3. Spremljajoča dokumentacija, ki jo uporablja predvsem NEA.

Veliko večje število prebivalcev pa živi na območjih, zaščiteneh z objekti. Samo pregrada na reki Thames je zavarovala dva odstotka prebivalcev pred nevarnostjo pojava s tisočletno povratno dobo. Podatki o škodi pri poplavah in različnih oblikah škode v Angliji niso dovolj zanesljivi, da bi lahko ugotovili, ali ta škoda zadnje čase narašča.

Raziskave o delovanju opozorilnega sistema kažejo (Rowell, 1992), da 27,8 odstotkov ogroženih prebivalcev, ki so bili opozorjeni na nevarnost, ni reagiralo do trenutka, ko je bilo njihovo zemljišče že ogroženo. Pokazalo se je tudi, da 19 odstotkov ogroženih prebivalcev sploh ni sprejelo opozorila. Prispevna območja in vodotoki v Britaniji so relativno majhni, s kratkim časom koncentracije voda. Poplave imajo zato bolj hudourniški značaj, tako da so mogoče samo kratkotrajne in nezanesljive hidrološke napovedi. Raziskave so tudi pokazale na pomen obveščanja ogroženih prebivalcev (Tortorot, 1992). V testnem primeru 50 odstotkov obveščenih ni verjelo obvestilu, 10 odstotkov je preveč zaupalo v delovanje objektov za zaščito, 24 odstotkov pa sploh ni bilo sposobnih za delovanje.

Nezgodno zavarovanje v primeru poplav je v Britaniji organizirano na različne načine, glede na interese zasebnih zavarovalnic brez vpliva vlade. Gospodinjstva in manjši poslovneži so lahko

zavarovani pri sklepanju pogodb o zavarovanju nepremičnin. Večja podjetja pa so lahko zavarovana na podlagi zavarovanja pred požarom ali tatvino.

Pri analizi ranljivosti v Veliki Britaniji upoštevajo tudi kalnost vodotokov. Škoda, ki jo na poplavljenih površinah povzroči posedlo blato, je veliko večja od škode, ki bi jo povzročila čista voda.

Poplave celinskih voda oziroma vodotokov povzročajo tudi zadrževanje naplavin na ravninskih območjih ob morju, kjer je tok vode upočasnen in pod vplivom bibavice. Čiščenje dna vodotokov vedno novih naplavin in vzdrževanje pretočne sposobnosti strug vodotokov je zato ena od temeljnih nalog NEA pri vzdrževanju in urejanju voda.

Poplava leta 1981 v vasi Uphill, Avon, Velika Britanija

Vas Uphill, blizu Avona, je morje poplavelo decembra 1981. Do poplave je prišlo nepričakovano zaradi močnega vetra in visoke plime. Voda je porušila nasipe ob osmih in petnajst minut zvečer. Opozorila za nevarnost tako rekoč ni bilo. Območje je bilo naseljeno s starejšimi prebivalci, upokojenci, ki so živeli v bungalovih. Posamezne hiše so bile poplavljene več kot meter z vodo, ki je zmrzovala. Kljub letnemu času in veliki histrostri vode med prebivalci ni bilo smrtnih žrtev. Raziskave po poplavi so pokazale, da je zaradi poplave tri četrtine poplavljenih prebivalcev imelo težave z zdravjem, predvsem so trpeli zaradi depresije in slabega spanja. Polovica jih je zatrjevala, da se njihovo življenje ni povrnilo v normalne razmere še osem mesecev po poplavi.

Poplava leta 1977 v Ruislipu, predmestje Londona, Anglija

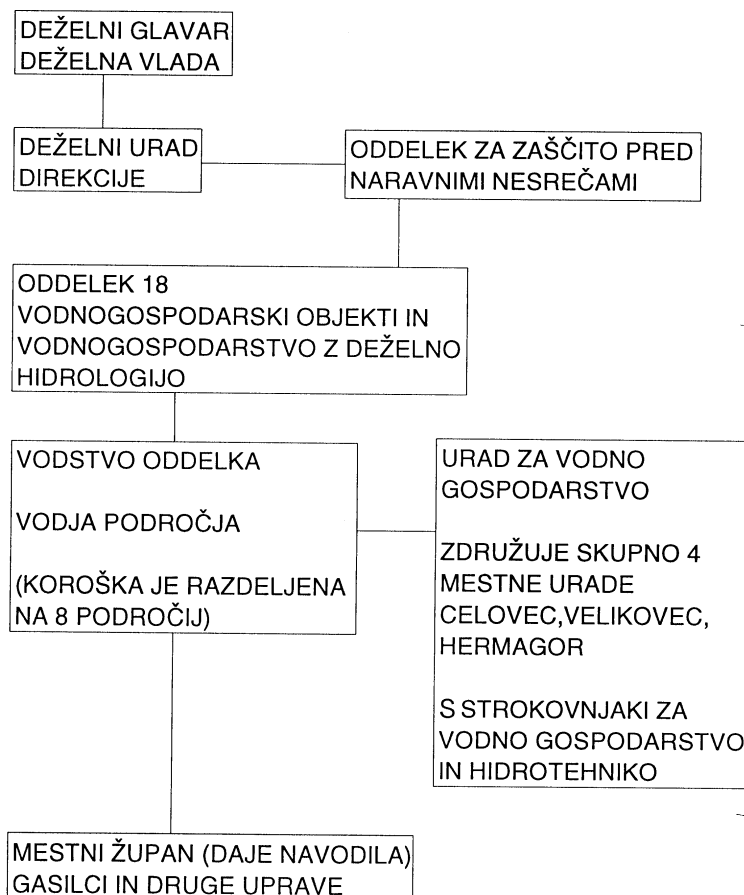
Ruislip, predmestje v zahodnem delu Londona, je bilo poplavljen leta 1977. Do poplave je prišlo brez opozorila, ponoči in se je do jutra voda že umaknila. Globina vode ni presegla enga metra. Analiza škode in vpliva poplave je bila opravljena sedem let po dogodku. Žrtve poplave so bili prebivalci srednjih let ali starejši pripadniki srednjega razreda. Priče dogodka so se presenetljivo spominjale številnih podrobnosti, povezanih s škodo in s težavami po poplavi. Pripombe so se nanašale predvsem na način izplačila odškodnin in pomanjkanje socialne pomoči. Žrtve so se čutile prepuščene same sebi.

I.1.6 Avstrija in Italija

Za razliko od Velike Britanije, Francije in Nemčije je za organizacijo varstva pred poplavami v Avstriji in Italiji na voljo zelo malo pisanih virov. Organizacija varstva v teh dveh državah je zasnovana na službah z dolgoletno tradicijo in izkušnjami. V Avstriji imajo tako npr. določene meje območij, ogroženih s poplavami s stoletno povratno dobo. Delovanje služb je bilo preizkušeno pri številnih pojavih v preteklosti in je uslužbencem dobro "znano". Tudi tradicionalno zastavljena zakonodaja brez "revolucionarnih" sprememb omogoča delovanje brez jasnih in podrobno opisanih shem delovanja.

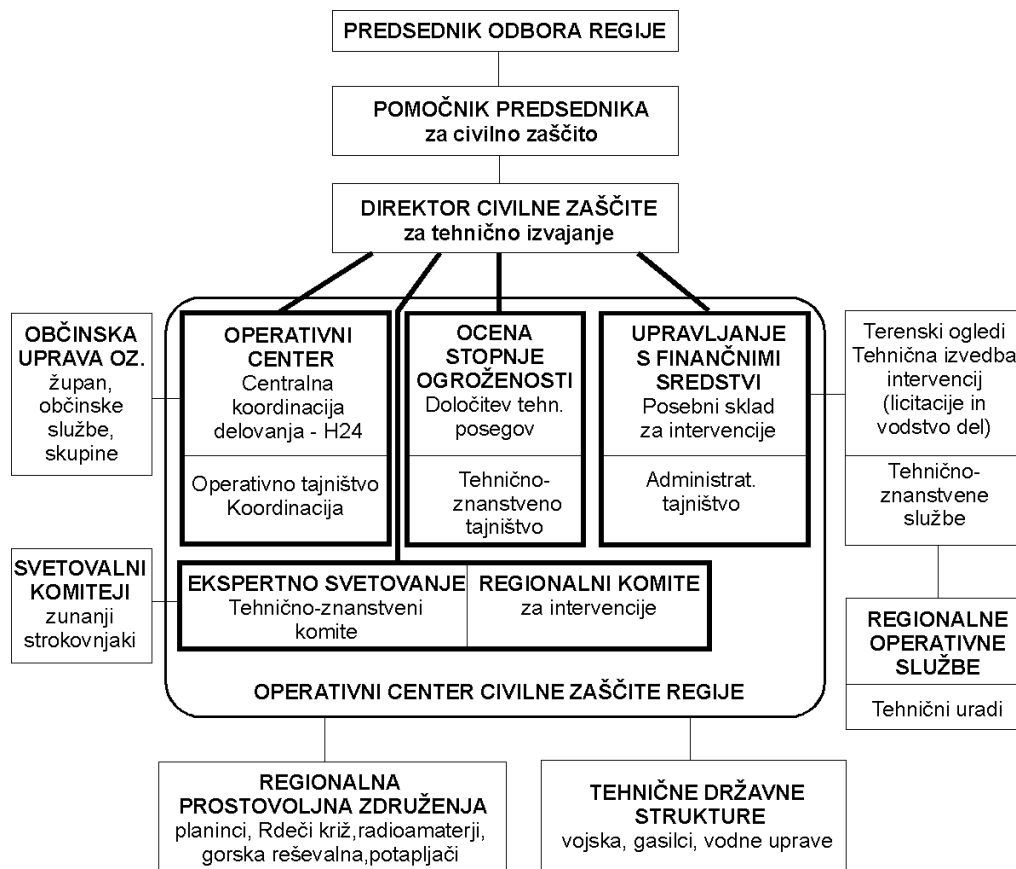
Prikazane sheme delovanja so izdelane na podlagi pogovorov s predstavniki posameznih služb. Na sliki I.1 je prikazana organizacija varstva na Avstrijskem Koroškem in na sliki I.2 organizacija varstva v italijanski regiji Furlaniji - Julijski krajini. Omenjene sheme kažejo potrebo in zahtevo po koordinaciji posameznih služb v primeru poplav. Čeprav je delovanje

posameznih (predvsem vodnogospodarskih) služb utečeno, pa medsebojna koordinacija ne deluje najbolje.



Slika I.1 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Avstriji.

Načrt za civilno zaščito italijanske province Furlanije - Julijske krajine iz leta 1992 (Prefettura di Gorizia) je izdelan za potrebe državnih služb: vodne uprave (Magistrato dalle acque, Venezia) in izpostave (Genio Civile, Gorizia). Regijska raven je zastopana s Civilno zaščito regije, Pordenone, Trieste.



Slika I.2 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Italiji.

Dejavnosti dežurstva pri Genio Civile (področje - plazovi, poplave in preplavljanja) se delijo na dve stopnji:

- Služba normalne pripravljenosti - ko povišane gladine v vodotokih presežejo vnaprej določene pretoke in pri neugodni meteorološki napovedi, vodja hidrotehnične službe, ob pomoči posameznikov, pristojnih po območjih, poskrbi za:
 - zaporo prekopov,
 - dežurstvo za spremljanje in javljanje podatkov iz vodomernih mest,
 - aktiviranje pripravljenosti v skladiščih materialov in opreme,
 - tekoče poročanje uradu Genio Civile, ki o stanju informira prefekturo in občine.
- Služba visokovodne pripravljenosti - ob povečanju gladin in pretokov nad določeno mejo druge stopnje vodja službe poskrbi za:
 - spremljanje vodomernih mest vsaki 2 uri,
 - pripravo odlagališč materiala na nasipih,
 - razmestitev nadzornikov, ki kontrolirajo stanje nasipov,
 - za razmestitev operativne intervencijske skupine pooblaščenih podjetij, ki jih določi Genio Civile na ključnih mestih,
 - pošiljanje operativnih intervencijskih skupin na mesta, kjer se že pojavljajo preplavitve,

- vzpostavljanje stalnih zvez z župani občin, ki po svojem planu razmestijo občinske službe in operativne skupine, ki:
- konstantno in sprotno obveščajo o stanju prizadeto prebivalstvo (po zvočnikih na avtomobilih),
- poskrbijo za pripravo predvidenih namestitev za poplavljenke, ki so vnaprej določeni v varstvenih načrtih,
- poskrbijo za potrebna prevozna sredstva za evakuacijo prizadetega prebivalstva.

Na Soči je Genio Civile v fazi predpripravljenosti že ob pretoku Soče 300-500 m³/s in v zvezi z organizacijami v Sloveniji:

- s štabom za obveščanje občine Nova Gorica,
- s Soškimi elektrarnami, Nova Gorica,
- z Vodnogospodarskim podjetjem Soča, Nova Gorica.

Pri pretoku Soče 2500 m³/s v Gorici nastopi stanje visokovodne intervencijske pripravljenosti. Takrat Genio Civile o dogajanju obvesti:

- vodjo kabineta prefekture (predstavnika države na območju) in
- prefekta.

Prefekt pokliče na pomoč:

- osebje urada civilne zaščite province (Pordenone z izpostavo v Trstu),
- osebje koordinacijskega centra za pomoč prebivalstvu.

Pri tem začnejo delovati mešani operativni medobčinski centri za mesta ob Soči do izliva v morje.

Prefekt o dogajanju obvesti še:

- ministra za koordinacijo civilne zaščite (center spremljanja),
- ministra za notranje zadeve - generalni direktor za civilno zaščito (operativni center),
- predsednika skupščine regije.

Prefekt bo v primeru potrebe izrabil interventno pomoč gasilcev, mestne policije, Genio Civile in po potrebi tudi vojsko z ustrezno opremljenostjo.

Alternativna sredstva obveščanja

Pri intervencijah nastopijo na terenu skupine radioamaterjev, ki imajo vnaprej določene lokacije za posredovanje informacij, ki jih ni mogoče posredovati po telefonu zaradi prekinjenih zvez.

Zato so tudi ključne vodomerne postaje, opremljene z UKV avtomatskimi javljalci, povezane s pristojnim upravljalcem.

Upravljalci za vodomerne postaje so:

- Genio Civile, za urejene vodotoke I., II. in III. kategorije, ki so urejeni z nasipi (pristojnost države),
- civilna zaščita, za manjše in neurejene vodotoke (pristojnost regije in občine).

I.1.7 Norveška

Norveške izkušnje pri poplavah leta 1995 so predstavljene v članku prof. Killingtveita (Killingtveit, 1998). Poplave leta 1995 so ocenjene kot največje v tem stoletju na Norveškem. Na posameznih vodotokih so dosegle celo dvestoletno povratno dobo.

Za hidrološke napovedi na Norveškem skrbi administracija za vodne vire in energijo. Pri tem uporabljajo švedski hidrološki model tipa HBV, ki omogoča modeliranje odtoka vode zaradi padavin in tajanja snežne odeje. Model je omogočil izdelavo pravilnih in pravočasnih napovedi pojava poplav junija leta 1995.. Zgodnje opozorilo je služba poslala že v začetku maja. Snega je bilo veliko, temperature pa so bile nizke. V takih razmerah lahko nenadna otoplitev povzroči poplave. Tudi poznejša opozorila za 10 do 14 dni vnaprej so bila izredno natančna. Prebivalci omenjenim opozorilom niso verjeli, dokler razmere niso postale dramatične.

Poplave so povzročile veliko gmotno škodo - za okoli 300 milijonov ameriških dolarjev. Umrli je samo en človek, in to v avtomobilski nesreči, ki jo je povzročila poplava. Poplavljenih je bilo 140 km² površin. Veliko škode je bilo na prometnicah, predvsem na mostovih. Vodarski in energetski objekti niso utrpeli večje škode.

Zaradi pravočasnih napovedi je bilo delovanje objektov hidroenergetskega sistema pri zmanjševanju poplavnega vala izredno uspešno. Na reki Glomma so zgrajene akumulacije za 3500 milijonov kubičnih metrov vode, kar znaša 15 odstotkov celotnega letnega odtoka reke. Akumulacije so bile pred začetkom poplav izpraznjene. Mesto Lillestrom je bilo poplavljen v letih 1966 in 1967. Leta 1995 je gladina segla nekaj deset centimetrov pod koto krone nasipov. Poznejše analize so pokazale, da bi brez akumulacij naravni pretok povzročil za štiri metre višjo gladino vode v reki. Varstvene nasipe bi voda prelila in povzročila zgodovinsko katastrofo.

I.1.8 Švica

Varstvo pred katastrofami je samostojna naloga v okviru švicarske državne varnostne politike. V poročilu o varnostni politiki Švice za leto 1990 je zapisano:

"Naraščajoča ranljivost moderne družbe od nas zahteva, da se tudi varnostno politična sredstva pritegnejo pri zagotavljanju obstoja. Gre za to, da pravočasno prepoznamo vse za naš obstoj bistvene nevarnosti, preučimo njihove možne posledice za prebivalstvo in njegove življenjske vire ter pravočasno poskrbimo za njihovo preprečitev z vsemi razpoložljivimi močmi.

Varnostno politična sredstva se morajo uporabiti za varstvo življenjsko pomembnih in riziku podvrženih objektov in vse bolj tudi za obvladovanje naravnih in po človeku povzročenih katastrof in drugih izjemnih situacij. Dosedanje naloge pomoči na tem področju dobijo s tem višjo vrednost, npr. uporaba vojske in civilne zaščite pri varstvu okolja ali nevojnih primerih škode. Vojska in civilna zaščita morata tako izpolnjevati nove naloge, kar lahko npr. za vojsko pomeni, da pri nadregionalnih ali nacionalnih katastrofah, z ozirom na razmere, ne nudi le pomoči, temveč prevzame operativno odgovornost za odpravljanje posledic."

Preglednica I.2 - Navpično in vodoravno vezana priprava na katastrofo v Švici.

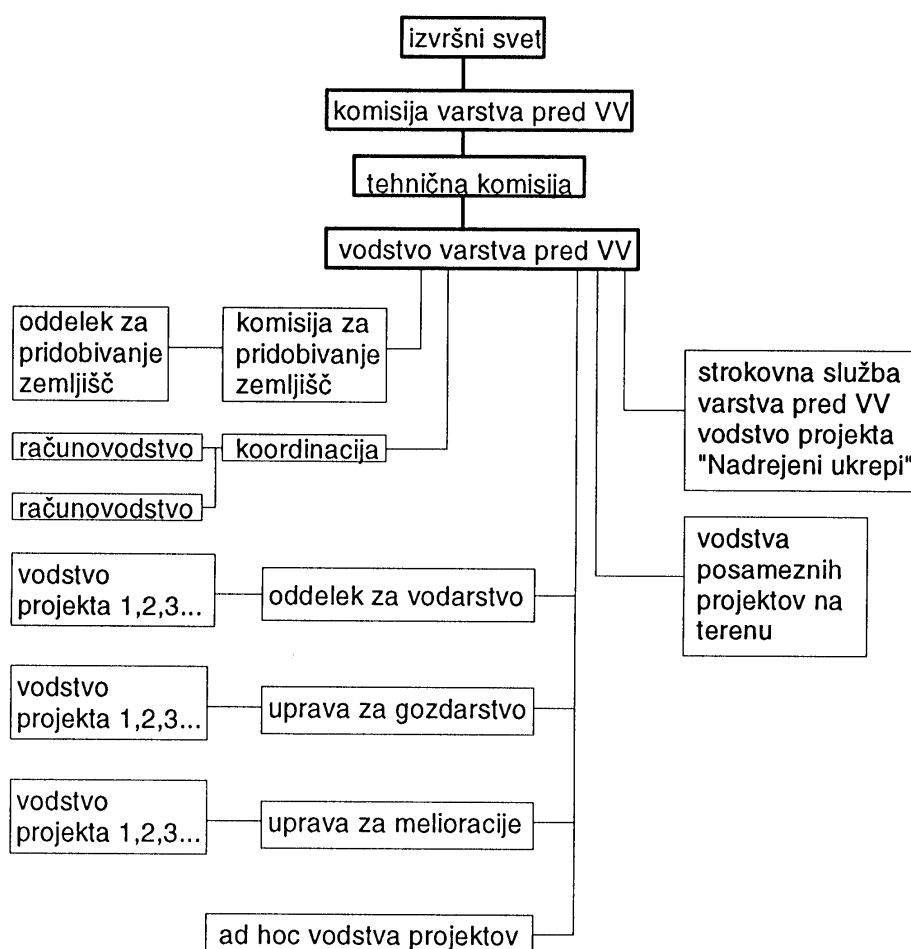
Vrsta katastrofe	pravna odgovornost za obvladovanje (vključno s predpripravami)		predpriprave na zvezni ravni
	primarna	sekundarna	

porušitev dolinske pregrade	lastniki pregrade/kanton	zveza	izvršitev ("Zvezna uprava za vodno gospodarstvo") znižanje gladine zadrževalnikov voda (zvezni zbor)
plazovi	občina	kanton	opozarjanje in svetovanje (raziskovalno področje "Raziskovanje snega in plazov" na "Inštitutu za gozd, sneg in plazove")
zemeljski plazovi, podori	občina	kanton	svetovanje ("Deželna hidrologija in geologija" pri notranjem ministrstvu)
vihar, neurje, poplave	občina	kanton	svetovanje ("Zvezna uprava za vodno gospodarstvo" in "Deželna hidrologija in geologija")
potres	občina	kanton	svetovanje (potresna služba "Visoke tehniške šole Zurich")
eksplozija	občina	kanton	
suša	občina	kanton	svetovanje ("Deželna hidrologija in geologija" pri notranjem ministrstvu)
izpad električne energije	elektro podjetja /občina	kanton	
veliki požar	občina	kanton	
železniška nesreča	železnica/občina	kanton	
letalska nesreča	občina	kanton/zveza	
radioaktivnost	zveza: vodenje/upravljanje naprav	kanton: izvedba	kontrola jedrskih naprav ("Zvezna uprava za energetiko", odbor "Varnost jedrskih naprav") koordinacija ukrepov (poseben organ)
kemična nesreča	občina (posebna služba)/kemijska podjetja	kanton	svetovanje (poseben organ)
epidemija	zveza	kanton	pojasnjevanje/ smernice ("Zvezna uprava za zdravstvo")
živalska kuga	zveza	kanton	preprečevanje ("Zvezna uprava za veterino")

Občutljivost družbe se kaže v tem, da se naravne nesreče zaradi zapletene verige posledic lahko zelo razširijo in prerastejo v nacionalno katastrofo. To zahteva navpično (občina - kanton - zveza) in vodoravno (odgovorne službe - strokovnjaki) vezano pripravo (preglednica I.2).

V Švici ima občina primarno odgovornost za pripravo na večino katastrof in odpravljanje njihovih posledic (slika I.3). To ne velja le za Švico, temveč za večino modernih držav. Nadrejene območne skupnosti (kanton, zveza) ponujajo dodatno pomoč, ki pa je glede na

definicijo pojma katastrofe skoraj vedno potrebna. Če so sredstva občine (v prvi liniji civilna zaščita) izčrpana ali ne zadoščajo za obvladovanje situacije, zahtevajo politični organi prizadete občine pomoč od sosednjih občin, kantona ali zveze (vključno z vojsko). Vendar je občina tista, ki lahko razglasi izredno stanje ali del občine za območje katastrofe. S tem so tudi povezana izredna pooblastila, kot je omejitev pravice nad zemljiščem (obveznost izselitve, splošna prepoved gibanja, prepoved pristopa ...), obveznost ljudi in organizacij za pomoč pri obvladovanju katastrofe ter začasen odvzem zasebne lastnine.



Slika I.3 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Švici.

V Švici morajo biti obveznosti in pravice, ki ne pripadajo izrecno zvezi, urejene na kantonski ravni. To velja tudi za odgovornost pri varstvu pred katastrofami in odpravljanje njihovih posledic. Tako v Švici obstajajo poleg na zvezni ravni tudi na kantonski ravni t.i.m. "organizacije vodenja skupnega varstva" (Führungsorganisation der Gesamtverteidigung). V 80-ih letih so razni kantoni sprejeli ustrezne zakonske podlage, npr. kanton Wallis je 8.12.1991, po velikem podoru v dolini Matter, sprejel "Zakon o organizaciji v primeru katastrof in izrednih razmerah" (Gesetz über die Organisation im Falle von Katastrophen und ausserordentlichen Lagen). Ta zakon ne ureja le koordinacije priprav in uporabe civilnih in vojaških sredstev skupnega varstva obrambe za obvladovanje katastrof oziroma daje s tem

koordiniranim službam (informacije, sanitetna služba, služba varnosti) na kantonski ravni pravno podlago, temveč s tako imenovano "celico katastrofe" (izv.: Katastrophenzelle) uzakonja organ, ki je pristojen za stalno oceno ogroženosti in opozarjanje uprave in vodstvenih organov. Ta organ vodi šef kantonske policije.

Dosedanje možne katastrofe ne le v geografskem smislu, temveč še bolj z načinom ogrožanja, presegajo odgovornost kantonov in občin. To zato zahteva od zveze, da posreduje s svojo široko paleto sredstev pomoči. Tako obstaja na zvezni ravni tako imenovano "Centralno mesto skupnega varstva" (Zentralstelle der Gesamtverteidigung), ki obsega okoli 40 služb zveznih ministrstev, ki lahko pomagajo v primeru katastrofe. Na zvezni ravni obstaja tudi tako imenovani "Štab za skupno varstvo" (Stab der Gesamtverteidigung), ki je sestavljen iz predstavnikov 7 zveznih ministrstev in zvezne uprave. Ta štab vodi direktor centralnega mesta za skupno varstvo. Da bi uskladili delo pri pripravi, je bil ustanovljen tako imenovani "Odbor za koordinacijo priprav za pomoč ob katastrofah" (Ausschuss für Koordination der Vorbereitung der Katastrophenhilfe). To je koordinacijski organ za fazo priprav in ne organ vodenja. V njem so združene najpomembnejše zvezne službe, kot tudi tako imenovane "Enote za pomoč ob katastrofah" (Katastrophenhilfekorps), enote zračne zaščite (Luftschutztruppen), civilna zaščita (Zivilschutz), šolski svet ETH (Visoke zvezne tehniške šole) s predstavniki kantonov (skupnega varstva in policije), združenje občin (Gemeindeverband), združenja gasilcev (Feuerwehrverband) in švicarskega Rdečega križa. Glavni cilj odbora je optimiranje virov za pripravo pomoči ob katastrofah. Delo odbora se deli na 5 delovnih skupin:

- raziskave - dokumentacija;
- opozarjanje, alarmiranje, navodila za ukrepanje posameznikov ob katastrofah;
- mednarodno sodelovanje;
- usklajevanje norm pri reševanju;
- podpora kantom (izdelava priročnika za pripravo in vodenje pomoči ob katastrofah, na kantonski in medkantonski ravni).

Pri tem je težišče na pripravi zveznega priročnika (smernic) za pomoč ob katastrofah ter na primerjavi švicarskih ukrepov z evropskimi.

V zadnjem času postaja pomembno tudi sodelovanje z drugimi evropskimi (predvsem sosednjimi) državami ter z novoustanovljenim "Centrom za ukrepanje ob ekoloških katastrofah" Združenih narodov v Ženevi (t.i. zelene čelade) - (projekt UNEP).

V kantonu Uri so po velikih škodah zaradi visokih voda 31.7.-1.8.1977 sprejeli 30.11.1980 kantonalni zakon o vodah. V njem je urejanje vodotokov stvar kantona, njihovo vzdrževanje pa odgovornost občin. Leta 1982 so sprejeli tako imenovani "Večletni program varstva pred visokimi vodami 1983-1992" v višini 100 milijonov švicarskih frankov, s poudarkom na hudourniških delih. Na podlagi izkušenj iz leta 1977 in za opravljanje dodatnih nalog zaradi škode, nastale pri visokih vodah leta 1987 (škoda v višini okoli 500 mio SFr) so bili ustanovljeni naslednji organi (glej sliko I.3):

- komisija varstva pred visokimi vodami (Kommission Hochwasserschutz) - politični organ. Člani so 3 predstavniki kantonalnega izvršnega sveta (Kantonales Regierungsrat), zastopniki podjetij in regije. Komisija svetuje kantonalnemu izvršnemu svetu v vseh vprašanjih varstva pred visokimi vodami in nadzira dejavnost podrejenih organov. Hkrati sprejema tudi konkretne stopnje varnosti, koncepte graditve, prioriteto, finance in časovne plane, splošne načrte in financiranje,
- tehnična komisija (Technische Kommission) - strokovna komisija. Člani so predvsem sodelavci kantonalne uprave. Pri tem so zastopane strokovne smeri: vodno gospodarstvo, gozdarstvo, melioriranje, poljedelstvo, varstvo voda, ribištvo, urbanizem, varstvo narave in

- naravne dediščine. Komisija ocenjuje posamezne projekte v strokovnem in finančnem smislu,
- vodstvo varstva pred visokimi vodami (Leitung Hochwasserschutz) - operativno vodstvo. Delo vodi kantonalni inženir. Vodstvu so podrejeni razni štabi in vodstva posameznih projektov varstva pred visokimi vodami.

Dodatno so bile leta 1992 sprejete tudi "Smernice varstva pred visokimi vodami". O organizaciji varstva je rečeno le, da je potrebno varnost prebivalstva pred nevarnostjo visokih voda povečati s pomočjo organizacije za obveščanje, pri čemer sta posebej pomembni obveščanje in koordinacija.

Švicarske dolinske pregrade so dimenzionirane na najvišje možne visoke vode (odgovarja 100-letni VV), pri čemer se voda ne sme prelivati preko krone pregrade. V primeru nastopa visokih voda se naredi naslednje:

- civilne službe (odgovorni predstavniki upravljalcev dolinskih pregrad) razglasijo stanje alarmne pripravljenosti,
- če porušitve ali preplavitve pregrade ni mogoče preprečiti, se pri pregradi sproži daljinsko upravljeni "vodni alarm" (nizki toni, trajajoči 20 sekund in v razmiku po 10 sekund), ki je ločen od obstoječega sistema siren civilne zaščite in je v Švici postavljen v bližini 60 dolinskih pregrad,
- sledi evakuacija pripravljenega prebivalstva z "območij neposredne nevarnosti",
- "vodnemu alarmu" sledi splošni alarm za območja, ki bodo preplavljena najprej v dveh urah (sirene civilne zaščite in opozorila po radiu),
- območja preplavitve v primeru porušitve dolinske pregrade so zaupna informacija, le občine dobijo vsaka za svoje območje izveček iz ustreznih kart, z namenom usposabljanja prebivalstva.

Primer lažnega vodnega alarma pred nekaj leti kaže, da je za območja neposredne nevarnosti potrebno stalno in premišljeno usposabljanje krajevnega prebivalstva.

Poplava leta 1987 v dolini reke Reuss, kanton Uri, Švica

Ob poplavah leta 1987 je bilo prizadetih okoli 85 km struge reke Reuss. Vsako območje večje škode je dobilo "vodjo posega" (Einsatzleiter), ki je sestavil "gradbeno podjetje" in razvil koncept za provizorično odpravo posledic. V tem podjetju so sodelovali: pripadniki vojaških enot, delavci raznih gradbenih podjetij in inženirskih projektivnih birojev ter prostovoljci. Gradbena mehanizacija se je delila centralno (za vsa območja), prav tako potrebni gradbeni material. Glavni namen "podjetja na območju škode" so bili:

- težje prizadete odseke vodotoka pripraviti tako, da so omogočili promet po pomembnejših cestah,
- provizorična zaščita pred visokimi vodami, ki je ustrezala stopnji pred nastopom katastrofe,
- provizorični ukrepi, ki niso bili v nasprotju z definitivnimi objekti varstva, po možnosti taki, da so se lahko kasneje vključili v celovite rešitve.

Ustanovljen je bil tako imenovani "Kantonski vodstveni štab" (kantonaler Führungsstab), kateremu je bila podrejena tako imenovana "Tehnična sekcija" (technische Sektion), ki je vodila gradbena dela na terenu. Tako je bilo na 85 km prizadetega vodotoka dnevno na delu do 1600 ljudi, 200 gradbenih strojev in 100 tovornjakov. Dela so bila izvedena brez običajnega postopka projektiranja, potrjevanja načrta... Posebno pomembna je bila visoka

<i>stopnja samoorganiziranosti in koordinacije, k čemur je veliko prispevala vojska.</i>
--

I.1.9 Nekdanja Sovjetska zveza

V državah nekdanje SSSR imajo bogato tradicijo, kot tudi večina socialističnih držav, z graditvijo hidrotehničnih objektov za zaščito pred poplavami. Tako lahko zadrževalniki na reki Dnjeper (Ukrajina) zmanjšajo konice poplavnih valov za 20 do 50 odstotkov v vlažnih letih in za 70 do 80 odstotkov v suhih letih.

Večina površine Rusije gravitira proti Arktičnemu oceanu, tako da reke tečejo od juga proti severu. Posledica so poplave zaradi zajezev vode v strugi, povzročene z ledom, ki se je nabral in zagostil v strugi. Pozimi omenjene reke zmrznejo v celotni svoji dolžini, padavine pa se nabirajo v obliki snežne odeje. Spomladi se snežna odeja in led na rekah začeta tajati in to najprej v gorvodnih, južnih delih povodja. Narasle vode nosijo ledene plošče, ki se dolvodno zagostijo in kopičijo v ledene pregrade v zmrznjeni strugi. Zajezena voda se razliva po poplavljenih območjih. Nizke temperature vode pa povzročajo še dodatne nevšečnosti. Na sam pojav ne vplivajo toliko padavine kot nihanje temperatur na ogromnem območju v spomladanskem času.

Posebnost slabo poraščenih območij v osrednji Aziji so blatni tokovi. V okolici Alma-Ate so v obdobju od leta 1874 do 1987 zabeležili več kot 4000 pojavov blatnih tokov. Pojavu so se poskušali zoperstaviti z graditvijo zadrževalnikov, ki pa se lahko zapolnijo s sedimenti že v petih letih.

I.1.10 Združene države Amerike

FEMA (Federal Emergency Management Agency - zvezna agencija za zaščito pred nesrečami) je izdelala analizo ogroženosti prebivalcev ZDA zaradi poplav s stoletno poplavno dobo. Pri tem so bile poplave opredeljene kot:

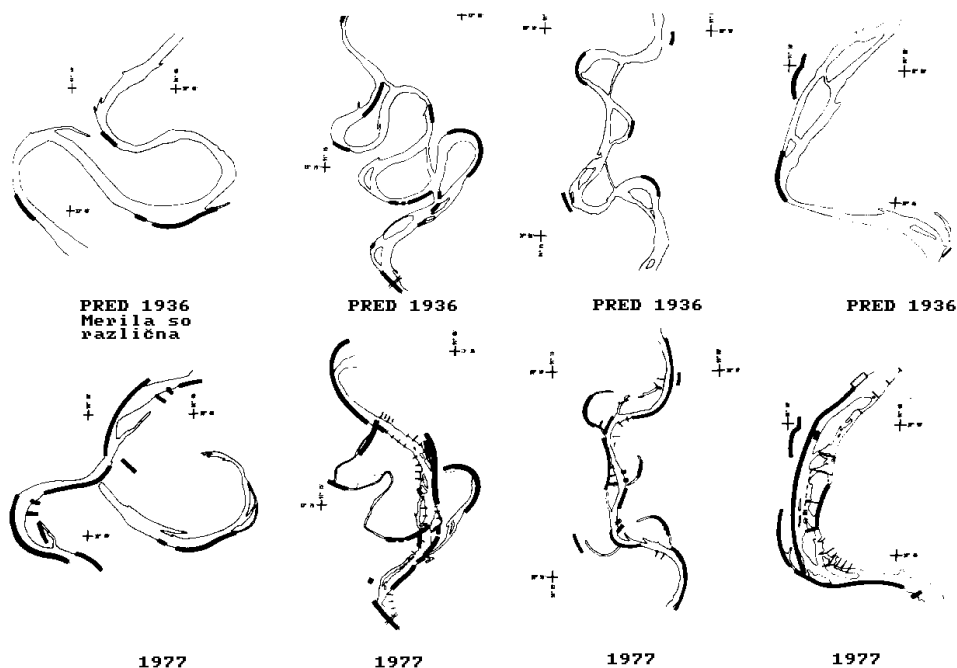
- (a) preplavljanje zaradi površinskih voda in visoke plime morja,
- (b) nenadna in hitra akumulacija površinskega odtoka vode iz različnih virov in
- (c) blatni plazovi in blatni tokovi.

Okoli 22 milijonov prebivalcev ali 9,8 odstotkov vseh prebivalcev živi na ogroženih območjih. Analiza vzrokov škode pri poplavah je pokazala, da 30 odstotkov škode povzroča prelivanje nasipov za zaščito pred poplavami (Handmer, 1987).

Organizirana zaščita pred poplavami se je v ZDA začela 1936, ko je bil sprejet zakon o kontroli poplav in je zvezna vlada prevzela skrb za zmanjševanje škode in upravljanje poplavnih območij. Za pripravo načrtov in izvajanje ustrezne politike je bila ustanovljena FEMA. Poudarek pri zaščiti je bil do sedemdesetih let na vodogradbenih ukrepih: izgradnji nasipov, regulacijah vodotokov (slika.I.4) in zadrževalnikov.

V ZDA se z varstvom pred poplavami ukvarjajo različne službe, glede na obseg poplav in tradicionalno organiziranost oziroma razvoj v posameznih delih ZDA. To varstvo je zapletena organizacija, ki jo sestavljajo javni uradi od zveznih preko državnih (state) do lokalnih oblasti. Organizacija varstva se gradi postopoma na podlagi izkušenj preteklih poplav, razvoja novih tehnologij in spoznanj. Tako se po potrebi posamezni deli navodil za varstvo letno revidirajo pred poplavno sezono.

Pri tem je pomemben pristop, da nevarnost poplav z izgradnjo objektov ni odstranjena. Porušitev objektov za zaščito povzroča celo najhujše posledice pri poplavih.



Slika I.4 - Ureditveni ukrepi na reki Mississippi od leta 1936 do 1977.

Strokovno odgovornost v zvezni državi Kaliforniji ima predvsem Center za varstvo pred poplavami (Flood Operations Center) v oddelku za vodne vire (Department of Water Resources - Direkcija za vode) (slika I.5). Pri tem oddelek tesno sodeluje z zveznimi službami: Hidrološkim uradom Metereološkega zavoda (River Forecast Office v National Weather Service), Inženirskim korpusom vojske ZDA, Uradom za zaščito pri nesrečah (Office of Emergency Services), ki koordinira vse službe v državi (Kaliforniji) v primeru nesreč. Center in celoten sistem varstva je nastal postopoma. Prvi projekti za zaščito so bili izdelani leta 1849, sam center pa je bil organiziran po poplavih leta 1955.



Slika I.5 - Organizacijska shema varstva pred poplavami v Kaliforniji.

Center je odgovoren za objavo opozoril in razglasitev nevarnosti ter podajanje informacij javnim službam na vseh ravneh, javnim občilom ipd.

Center deluje v času poplav v najmanjši sestavi in se šele v obdobju pričakovanja poplav mobilizira ter zajema v svojo sestavo tudi druge uslužbence vodne uprave in drugih zveznih ter državnih služb. Center je organiziran tako, da so na vseh prizadetih območjih opazovalci, ki razpolagajo z že vnaprej pripravljeno opremo.

Območne enote so dolžne sproti obveščati center o dogajanju na terenu in z nasveti pomagati lokalnim oblastem pri varstvu ter koordinirati pomoč zveznih služb. Območna enota je pod nadzorom in neposrednim vodenjem območnega inženirja, ki je odgovoren tudi za oskrbo posameznih enot z osnovno opremo, kot so:

- karte območja,
- seznam pomembnih telefonskih števil in odgovornih oseb pri varstvu,
- late za merjenje globine vode,

- hidrološki podatki (morske postaje, karakteristične vrednosti, zadnje meritve),
 - trakovi za rokave z ustreznimi oznakami,
 - zadnji hidrološki podatki,
 - terenski priročniki, zapisniki
- in dodatno opremo:
- fotoaparati,
 - barvni sprej,
 - merski tak,
 - libela.

Ekipa mora biti usposobljena:

- opazovati in registrirati potek gladine vode na karakterističnih profilih in točkah ter jih tako označiti, da je mogoča tudi njihova kasnejša meritev;
- kontrolirati poplavne površine in registrirati na karti poplavnost poljščin in objektov;
- fotografirati poplave, da bi se dokumentirala kartirana opazovanja. Vsaka fotografija mora biti ustrezno dokumentirana z imenom fotografa, datumom in časom fotografiranja, imenom in tipom kamere, tipom uporabljenega filma, opisom, identifikacijo in lokacijo fotografije, smerjo fotografiranja;
- po vrnitvi s terena ekipa pripravi poročilo, ki vsebuje vse podatke in fotografije.

Za območje, kjer obstajajo zgrajeni objekti za zaščito pred poplavami ali nevarnost porušitve pregrade, so zato odgovorne posebne službe, organizirane glede na potrebe in pravne podlage izgradnje sistema (organiziranost, lastništvo, velikost). V primeru nevarnosti se v center vključujejo tudi drugi oddelki uprave (npr. oddelek za zveze, prevoz ipd.), oblikujejo pa se tudi novi (oddelek za informacije). Med centrom in različnimi zveznimi ali državnimi službami se oblikujejo različne oblike sodelovanja, od medsebojnega informiranja do neposredne vključitve uslužbencev v sestavo centra ali na voljo centru (Služba za zaščito pred naravnimi nesrečami, delavci gozdarske uprave).

Delovanje centra je usklajeno s potencialno in z dejansko nevarnostjo pred poplavami in ločijo:

- (flood alert) **poplavno sezono**, v kateri se glede na klimatske lastnosti podnebja (od oktobra do maja) pričakuje poplave;
- stanje **pred neposredno nevarnostjo**, ki ga razglasi glavni inženir uprave na predlog vodje za varstvo pred poplavami. V tem primeru uprava organizira 24-urno dežurstvo in popolno pripravljenost vseh služb za primer nevarnosti;
- **neposredno nevarnost** razglasi direktor uprave in o tem obvešča guvernerja države z zahtevo po dodatnih sredstvih, potrebnih za delovanje uprave.

Temeljna razlika med razglasitvijo pred neposredno nevarnostjo in neposredno nevarnostjo je v delovanju uprave in možnosti uporabe posebnih dodatnih sredstev.

Pri varstvu pred poplavami sodelujejo in koordinirajo delo, poleg centra v vodni upravi, še:

- služba za zaščito pred nesrečami, ki koordinira delo civilne zaščite na lokalni ravni,
- cestna uprava, ki je odgovorna za promet v primeru poplave. Po potrebi daje na voljo tudi svoje komunikacijske zmogljivosti (radijske zveze, ipd.),
- vojaška uprava, ki daje na voljo po potrebi opremo in organizira mobilne enote,
- gozdna uprava, ki daje na voljo terenske mobilne ekipe za izvajanje zaščitnih ukrepov (hudourničarji),
- zvezne službe, ki se vključujejo po potrebi na zahtevo oblasti države Kalifornije in pa na podlagi odločitev odgovornih oseb od predsednika ZDA do vodij posameznih služb.

Lokalne službe na ravni območij, občin, mest so:

- civilna zaščita,
- policija,
- gasilci.

Pomoč lokalnim službam in oblasti s strani centra:

- pred nevarnostjo - izdajanje navodil, izobraževanje,
- v nevarnosti vodna uprava lahko zahteva sredstva za potrebe delovanja lokalnih služb,
- evakuacija - za evakuacijo so odgovorne lokalne službe in oblasti, ki o tem tudi odločajo. Center lahko daje samo priporočila.

Javne službe so:

- Rdeči križ,
- druge humanitarne organizacije.

V navodilih je podrobno razčlenjeno delovanje posameznih služb, odgovornost, obseg nadurnega dela in njegovo plačilo ipd.

Hudorniška poplava julija 1976 v kanjonu reke Big Thomson, Kolorado

Reka ima povirje v nacionalnem parku Rocky Mountain in se skozi slikovit kanjon spušča v ravnino. V kanjonu v ozki ravnini je na poplavnem območju reke stalno prebivalo 600 ljudi. Število prebivalcev kanjona se je v turistični sezoni podvojilo. 31. julija 1976 je bila sobota, državni praznik in zadnji vikend pred pričetkom šolskega leta, kar je število turistov še povečalo. Večina prebivalcev kanjona so bili upokojenci ali lastniki počitniških hišic in motelov.

Oblak se je utrgal med pol sedmo in enajsto uro zvečer v osrednjem delu povirja na območju stotih kvadratnih kilometrov. Najvišje vrednosti padavin so v štirih urah dosegle tristo milimetrov. Srečna okoliščina je bil zamik maksimalnega pretoka v največjem pritoku, za 40 minut za maksimalnim pretokom v glavni strugi vodotoka. Kljub temu je bil maksimalni pretok na iztoku iz kanjona $880 \text{ m}^3/\text{s}$. Povratna doba poplave je bila 10.000 let in je določena na podlagi paleohidroloških raziskav in regionalne hidrološke analize.

V večernih urah so bili ljudje opozorjeni na možnost hudourniških poplav in ob devetih zvečer je Zvezna meteorološka služba opozorila na možnost hudourniške poplave v kanjonu Big Thomson. Dejansko je opozorilo prišlo v kanjon ob enajstih zvečer, ko je poplavni val dosegel mesto Loveland dolvodno zunaj kanjona. Vzrok za zamudo je bila slaba oprema meteorološke službe.

Poplava je zahtevala 139 smrtnih žrtev, 88 poškodovanih oseb, šest oseb pa niso nikoli našli. Samo 41 žrtev so bili stalni prebivalci kanjona, vsi drugi so bili turisti in obiskovalci. Poplava je uničila 316 domov, 45 prikolic in 52 gospodarskih poslopij. Veliko žrtev je izgubilo življenje v poskusu, da se z avtomobilom po poplavljeni cesti prebijajo na varno. Če bi ljudje pustili avtomobile na cesti in se povzpeli po strmini kanjona nekoliko višje, bi bilo število žrtev veliko manjše. Triinsedemdeset prikolic je bilo težko poškodovanih (Gruntfest, 1987). Gmotna škoda na hišah je ocenjena na 20 milijonov dolarjev, gospodarstvo je utrpelo za 35 milijonov dolarjev škode in infrastruktura (ceste in mostovi) 45 milijonov dolarjev škode. Na iztoku iz kanjona se je reka razlila in odložila naplavine, tako da mesto

Lovelan, oddaljeno šest kilometrov dolvodno od kanjona, ni zaradi poplave utrpelo nobene posebne škode.

Po poplavi je bil kanjon na več mestih neprehoden, na dnu struge pa je ostala ponekod tudi deset metrov debela plast naplavin, pomešana z ostanki hiš, avtomobilov in žrtev. Guverner države Kolorado je bil obveščen o dogodku ponoči in je takoj nasledni dan zjutraj, v nedeljo, mobiliziral nacionalno gardo. Drugega dne je bilo opravljeno aerofoto snemanje prizadetega območja in tretji dan je guverner v spremstvu državnih uradnikov obiskal prizadeto območje. V prvih dneh po nesreči je sodelovalo 90 helikopterjev za oskrbo in evakuacijo prizadetih. Težave so bile z iskanjem izgubljenih žrtev. Turistična sezona je bila na višku in številni turisti iz vseh krajev ZDA so bili na obisku v Rocky Mountains. Takoj po nesreči je bil na zahtevo zaskrbljenih svojcev izdelan seznam z imeni več tisoč pogrešanih oseb (Anderson, 1996).

Še danes si vegetacija v kanjonu ni opomogla od posledic nesreče. Cesta za obiskovalce kanjona in nacionalnega parka je speljana visoko zunaj ogroženega območja. Ljudje so se vrnili v kanjon. Spomin na številne žrtve je še vedno živ in ostala je izkušnja, da moramo pri poplavi zapustiti vozilo in se povzpeti čim višje.

Poplava leta 1994 v dolini reke Mississippi, ZDA

Kljub velikim naporom in vloženim ogromnim sredstvom je poplava na reki Mississippi presenetila z obsegom škode in s posledicami. Povratna doba pojava je presegla sto let in na nekaterih delih vodotoka celo dosegla petsto let. Posamezna območja so bila pod vodo tudi več mesecev. Poplava je zahtevala osemindeset žrtev in povzročila dvanajst milijard dolarjev neposredne škode. Več kot polovica škode se nanaša na kmetijstvo, od česar je bilo 70 odstotkov škode povzročene na prevlažnih zemljiščih, ki jih voda ni površinsko preplavila. Poškodovanih je bilo 50.000 domov. Stroški zaščite pred poplavami in obnove so znašali šest milijard dolarjev (Galloway, 1995). Objekti za zaščito pred poplavami so zmanjšali škodo za 19 milijard dolarjev.

Po poplavah je bilo izdelano obsežno poročilo o izkušnjah med poplavo s predlogi za nadaljnje delo. Pri tem je predvsem poudarjena zahteva po celovitem upravljanju poplavnih območij in usmerjanje razvoja, tako da se zmanjša njihova ranljivost. Že v postopku obnove je bilo preseljenih 7000 gospodinjstev zunaj nevarnega območja, s posebnim vladnim programom pa so odkupljena ogrožena obdelovalna zemljišča. Na omenjeni način pridobljene površine so izrabljene za zaščito narave ali dejavnosti, ki jih poplava ne ogroža.

I.1.11 Avstralija

V Avstraliji podatke o poplavah sistematično zbira Zvezni oddelek za vire in energijo kot sestavni del letnega poročila o vodah. Iz podatkov je razvidno, da poplave s stoletno povratno dobo ogrožajo en odstotek prebivalcev. Avstralija je redko poseljena celina z aridnim podnebjem, za katero so značilne redke in zelo velike poplave (Handmer, 1987).

Preglednica I.3 - Analiza škode pri poplavi leta 1991 na reki Fitzroy.

področje	neposredna škoda [milijonov \$]	posredna škoda [milijonov \$]	vsota škode [milijonov \$]
prebivalci	1,0	0,4	1,4

gospodarstvo	5	30	35
javni sektor	9,3	1,7	11
vsota	15	32	47

Poplava leta 1991 na reki Fitzroy, severovzhod Avstralije

Leta 1991 je prišlo do hude poplave na reki Fitzroy na severovzhodu Avstralije (Sargent, 1992). Vodotok ima porečje, veliko 140.000 km². Podatki o poplavah, ki nastopajo vsakih nekaj let, se zbirajo od leta 1856. Maksimalni pretok pri poplavi leta 1991 je znašal 15.000 m³/s, kar je manjši pretok od maksimalnega izmerjenega pretoka poplave leta 1918, ko je bil pretok 18.000 m³/s in je presegel pretok s stoletno povratno dobo, ki znaša 16.400 m³/s.

Poplava je v mestu Rockhampton in njegovi okolici prizadela 1360 lastnikov in poškodovala infrastrukturo. Glavne ceste so bile neprevozne deset dni, kar je povzročilo veliko posredno škodo. Analiza škode je podana v preglednici I.3. Posredna škoda je bila dvakrat večja od neposredne škode.

Izvedena je bila tudi analiza vpliva na zdravje prizadetih prebivalcev. Ugotovljene so bile težave psihološke narave: nespečnost, hujšanje, depresije, utrujenost in zaskrbljenost. Posamezniki so si opomogli od posledic stresa zaradi poplave šele po nekaj mesecih ali celo letu dni.

Na objektih v mestu je označena s posebnimi tablicami gladina vode, ki jo je dosegla poplava leta 1991. Označevanje omenjene gladine je tudi temelj za oblikovanje informacij alarmno-opozorilnega sistema v mestu. V prihodnje se bo napoved poplav pri obveščevanju javnosti nanašala na gladino poplave iz leta 1991.

I.2 RAZISKAVE ZA IZBOLJŠANJE VARSTVA PRED POPLAVAMI V DRŽAVAH EVROPSKE ZVEZE

Združeni narodi so razglasili obdobje od leta 1990 do leta 2000 za mednarodno desetletje zmanjševanja posledic naravnih nesreč. Rezultati raziskav so prikazani na številnih mednarodnih srečanjih, ki jih zasledimo tudi na internetu <http://www.quipu.net:1997/>.

Evropska zveza se je vključila v program Združenih narodov s financiranjem naslednjih programov, ki se ukvarjajo z vodno ujmo (Moore, 1998):

- klimatologija in naravne nesreče 1986 do 1990 (Climatology and Natural hazards);
- EPOCH 1989-1992;
- okolje 1991 do 1994 (Environment);
- okolje in podnebje 1994 do 1998 (Environment and Climate) in
- RIBAMOD (River Basin Modelling, Management and Flood Mitigation).

Raziskovalni programi, ki jih financira DG XII, odgovoren za raziskave in razvoj Evropske zveze, so zelo široko zastavljeni, zato so se z vodno ujmo ukvarjali le nekateri projekti v okvirnih programih: EUROflood (socio-ekonomski in politični problemi), AFORISM (napovedi poplav in sistemi za pomoč pri odločanju ob poplavah), STORM (izboljšanje monitoringa in napoved obilnih padavin s pomočjo satelitskih in radarskih posnetkov ter

meritev z dežmeri), PADRE (prednosti uporabe Dopplerjevih radarjev pri meritvah obilnih padavin).

V nasprotju s predhodnimi programi, ki so bili osredotočeni na raziskave in pripravo raziskovalnih poročil, vključuje RIBAMOD tudi organizacijo delavnic za predstavitev rezultatov raziskovalnega dela in delavnic za izobraževanje oziroma izboljšanje sedanjega dela v posameznih državah Evropske zveze.

Naloge programa RIBAMOD so: določiti težave pri sedanjem delu varstva pred poplavami, opredeliti najsodobnejše metode na tem področju, poiskati najboljše izkušnje na tem področju, pripraviti pregled raziskav v državah Evropske zveze, določiti potrebe po raziskavah in pripraviti znanstvene temelje za odločanje. Pri tem so opredeljene posamezne teme:

- postopki za določanje ogroženosti, metode in terminologija za doseganje skupne politike Evropske zveze pri nevarnosti zaradi vodne ujme
- integralni modeli in pomoč pri odločanju za doseganje enotnega in prilagodljivega urejanja voda
- spremembe okolja, povezane z vodogradbenimi in alternativnimi ukrepi, pri varstvu pred poplavami
- povezovanje meteoroloških in hidroloških modelov zaradi razlik med operativno meteorološko in hidrološko prakso
- obseg pojavnosti kot ključnega izziva temeljne in uporabne hidrološke znanosti in
- potrebe po standardih, nujnih za odločanje in upravljanje rečnih sistemov.

Nekateri projekti, ki potekajo v okviru projekta RIBAMOD, so nadaljevanje projekta EUROflood (vključevanje javnosti pri odločanju), TELEflood (hidrološke napovedi), HYDROMET (razvoj hidroloških in meteoroloških modelov za napoved poplav), FRIMAR (ogroženost na hribovitih območjih), MeFISSt (meteorološki vplivi na stabilnost pobočij in njihovo plazenje), FLOODAWARE (preventiva in napoved poplav) in drugi (Casale et al., 1997; 1998).

Poleg skupnih raziskav Evropske zveze so nekatere države začele tudi svoje raziskave za določanje temeljnih izhodišč pri načrtovanju in izvajanju ukrepov za varstvo pred poplavami. V Nemčiji je LAWA, koordinacijska skupina predstavnikov ministrstev za okolje posameznih dežel Nemčije, izdala poseben skupen dokument LAWA (1995), ki je rezultat izkušenj ob poplavah leta 1995. V njem so na znanstveno - raziskovalnem področju priporočene raziskave za:

- izboljšanje napovedi padavin in tajanja snega;
- ugotavljanje pomena spremembe načina kmetovanja in gozdarske prakse za odtok voda;
- izdelava operativnih modelov za napoved odtoka voda, da bi se dosegle izboljšave;
- izboljšanje upravljanja z vodnimi akumulacijami in ugotavljanje omejitev pri tem;
- ugotavljanje vzrokov povečanja škode kljub vlaganju v objekte za varstvo pred poplavami.

Na Nizozemskem so poplave leta 1995 postavile nekaj vprašanj, ki so ostala brez odgovora. Zahtevajo boljše modele za napoved pojavnosti, ustrezne ekonomske analize posledic poplav in različnih oblik škode, ki jih povzročajo poplave. Določanje ogroženosti in varnosti objektov je na Nizozemskem še posebej poudarjeno (Janssen in Jorissen, 1997).

Na Norveškem so po poplavah leta 1995 organizirali posebno državno komisijo, ki je pripravila podoben dokument, kot je LAWA v Nemčiji (Killington, 1998). Za potrebe raziskav je vlada odobrila poseben program HYDRA. Naloge tega raziskovalnega programa so:

- raziskovanje vpliva vodnih akumulacij kot sestavnega dela povodja na varstvo pred poplavami
- razvoj optimalnega upravljanja akumulacij za zmanjšanje škode ob poplavah, kadar se te začnejo
- razvoj različnih načinov projektiranja nasipov za zaščito obdelovalnih površin in zmanjševanje poplavnega vala v izrednih primerih
- razvoj operativnih hidroloških modelov na posameznih vodotokih
- ugotavljanje negotovosti pri določanju posameznih parametrov in uvajanje večjega števila podnebnih parametrov pri napovedi tavanja snežne odeje in
- razvoj temeljev za določanje ogroženosti pri različnih načinih rabe prostora in razvoj metod za pripravo kart ogroženosti poplavnih območij.

Katedra za splošno hidrotehniko FGG in Katedra za meteorologijo FNT Univerze v Ljubljani sta se uspešno vključili v posamezne projekte. V projekt STORM smo se vključili v letih 1993 do 1995 s pomočjo sredstev PECO. Raziskovali smo možnost uporabe radarskih posnetkov iz Teola (Italija) in z Lisce pri določanju padavin v povodju Soče (Brilly in Rakovec, 1996). Danes sodelujemo pri nadaljevanju omenjene naloge v projektu HYDROMET, in sicer s sredstvi Ministrstva za znanost in tehnologijo. Naloga poteka in znane so že zelo obetavne ugotovitve pri podaljšanju časa za napoved poplav. Pri nalogi FLOODAWARE sodelujejo Katedra za splošno hidrotehniko FGG in Katedra za operativno gradbeništvo FGG ter Oddelek za psihologijo FF. Na žalost predvidene raziskave za določanje škode in možnosti uporabe prostorskega načrtovanja pri varstvu pred poplavami zaradi pomanjkanja denarja niso opravljene. Opravljena je samo anketa ogroženih prebivalcev Celja.

I.3 IZKUŠNJE OB POPLAVAH V DEVETDESETIH LETIH V EVROPI

Značilna reakcija na poplavo leta 1993 v obravnavanih državah je presenečenje in nepripravljenost na pojav vodne ujme po več desetletjih brez poplav z daljšo povratno dobo, ki bi lahko ogrozila življenja in imetje prebivalcev. Izkušnje predhodnih poplav in spremembe načrtov so omogočile veliko boljše delovanje in za polovico manjšo škodo leta 1995, čeprav je bila ta poplava obsežnejša. Po splošnem mnenju je bila na soočenje z vodno ujmo najbolj pripravljena Francija. Lokalna skupnost Valreasa se je uspešno odzvala na hudourniško poplavo, kljub temu, da ni dobila nobenega opozorila francoskega hidrometeorološkega zavoda (Météo France).

Obveščanje z megafoni in z obhodi od vrat do vrat na neposredno ogroženih območjih omogočajo popolno informiranje ogroženih. Različne oblike s tehničnimi pripomočki (javna občila, megafoni, letaki ipd.) so dobrodošla sredstva, ki pa lahko odpovejo in praviloma ne dosežejo celotne ogrožene populacije. Večini prebivalcev so bile hidrološke napovedi nerazumljive.

Na terenu so se prizadeti prebivalci povsod sami organizirali. Prav tako je bila povsod dragocena pomoč prostovoljcev. Težave so povzročali "turisti" in obiski pomembnih ljudi. V poplavah je umrlo malo ljudi, gmotna škoda pa je bila ogromna. Povsod so se pokazale težave pri določanju škode, še posebej sekundarne škode zaradi evakuacije in pretrgane oziroma zmanjšane gospodarske dejavnosti.

Ena od izkušenj po poplavah je tudi potreba po dolgoročnem in sistematičnem izobraževanju ogroženega prebivalstva in organizacij, pristojnih za varstvo. Omenjeno obveščanje mora biti stalna naloga.

Sodobna informacijska družba zahteva tudi nov pristop pri strategiji, načrtovanju in organizaciji varstva pred poplavami. Raziskave so potrebne za: dolgoročne napovedi vplivov podnebnih sprememb, natančne in pravilne hidrološke napovedi posameznih pojavov, rabo prostora, prilagojeno poplavam, protipoplavno graditev objektov in sodobno integrirano vodarsko prakso.

Poplave v zadnjem času so bile le redko večje od ujm v tem stoletju in bistveno manj obsežne, kot so bile v Evropi pred več stoletji.

Za uspešno upiranje vodni ujmi, primerno sodobni informacijski družbi, bo potrebnih še veliko poglobljenih raziskav za izboljšanje napovedi pojava in pripravljenosti pred poplavo in med njo ter ne nazadnje za uspešno sanacijo škode, ki jo poplava lahko povzroči.

VIRI

- Adamič, M.O., 1991. Škoda ujme 1990 v Sloveniji. Ujma 5, Ljubljana, str. 124-125.
- American Red Cross, (ARC), avgust 1992. Repairing Your Flooded Home. Washington, ZDA.
- Anderson, B., Asharlynn Wamsley, 1976. Reflection of the Hearts – The Big Thomson Canyon Flood of July 31.
- Arzenšek J., 1991. Celjska bolnišnica ob poplavah 1990. Ujma 5, Ljubljana, str. 138-139.
- Aulitzky, H., 1996. Richtlinien-vorschlag für die Erstellung von Wildbach-Gefahrenzonen-plänen. Internationales Symposium INTERPRAEVENT 1996 - Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band 4, str. 177-186.
- Besson, L., 1996. Les risques naturels en montagne, Artes - Publiarp, 438 str.
- Brilly, M., 1976. Utjecaj balasnog sloja na strujanje podzemne vode kroz telo i osnovu nasipa za odbranu od poplava u uslovima dvoslojevitosti porozne sredine. Magistrska naloga, Beograd.
- Brilly, M., Gorišek, M., 1985. Matematični model podtalnice Ljubljanskega barja. FAGG-LMTe, Ljubljana.
- Brilly, M., Rismal, M., 1988. Vodnogospodarska urejenost posameznih OVS. FAGG-LMTe, Ljubljana.
- Brilly, M., 1991, Varnostni ukrepi pri obrambi pred poplavami. Ujma 5, Ljubljana, str. 150-151.
- Brilly, M., 1992. Protection on Headwater Streams. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Brilly, M., 1992. Zaščita pred poplavami na področju Ljubljanskih občin. Ljubljana.
- Brilly, M., Vidmar, A., Škufca, V., Kovačič, S., 1992. Zaščita pred poplavami na področju Ljubljanskih občin. FAGG - LMTe, Ljubljana.
- Brilly, M., Globevnik, L., 1992. Uporaba geografskih informacijskih sistemov pri namakanju. Zbornik referatov posveta Racionalizacija porabe vode z uporabo sistema lokaliziranega namakanja, Ljubljana, str. 73-82.
- Brilly, M., 1992. Osnove hidrologije. Ljubljana, FAGG-HS, 154 str.
- Brilly, M., Smith, M., Vidmar, A., 1993. Spatially oriented surface water hydrological modelling and GIS. Proceedings - Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management, IAHS, 19-22.04.1993, Dunaj, str. 547-558.
- Brilly, M., Pintar, J., Mikoš, M., Gabrijelčič, Z., 1993. Metodologija za določitev strokovnih podlog za obrambo pred poplavami. FAGG - LMTe, Ljubljana.
- Brilly, M., 1994. Zaščita pred poplavami. Priročnik, Ljubljana, FAGG-HS, 67 str.
- Brilly, M., Mikoš, M., 1996. Kriteriji za nadvišanje nad kritične vrednosti gladin vode pri hidravličnem dimenzioniranju nekaterih objektov. Strokovno posvetovanje Voda in ceste, Novo mesto 10.5.1996, Zbornik referatov, str. 93-98.
- Brilly, M., Rakovec, J., 1996. Uporaba meteorološkega radarja pri napovedovanju poplav. Acta hydrotehnica 14/12, Ljubljana, str. 123-136.
- Casale, R., Havno, K., Samuels, P., 1997. RIBAMOD - River basin modelling, management and flood mitigation Concerned action. Poročilo prvega sestanka ekspertov 10-11.10.1996, Evropska komisija, EUR 17456 EN.
- Casale, R., Pedroli, G.B., Samuels, P.(ured.), 1998. RIBAMOD - River basin modelling, management and flood mitigation - Concerted action. Poročilo prve delavnice v Delftu 13.-15.02.1997, Evropska komisija, EUR 18019 EN, 389 str.
- CEDEX, 1998. Third preliminary project report discharge modelling: case studies, FLOODAWARE, CEMAGREF - Book of scientific contribution, Madrid 19-20 January 1998
- Chow, V.T., 1959. Open-channel hydraulics. New York, McGraw-Hill.
- Chow, V.T., 1964. Handbook of Applied Hydrology. New York, McGraw-Hill.

- Čebulj, J., Pichler, D., Prančič, A., 1994. Zakon o varstvu okolja s komentarjem. Gospodarski vestnik, Ljubljana, 304 str.
- Davies, G.L., 1992. Catchment Management Planning in the National Water Authority of England and Wales. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.
- Day, H.J., Bugliarello, G., Ho, P.H.P., Houghton, V. T., 1969. Evaluation of Benefits of a Flood Warning System. WRR, Vol. 5.
- Delmonaco, G., Margottini, Trocciola, A., 1998. Non-stationary of hydroclimatic data: the case study of the Tiber river basin. RIBAMOD, European Commission, EUR 18019.
- Department of Water Resources, State of California, 1973. Flood emergency operations manual. Sacramento, California.
- Egli, T., 1996. Hochwasserschutz und Raumplanung. Mitteilungen der VAW ETHZ.
- Engel, H., 1998. The Flood Events 1993/1994 and 1995 in the Rhine River Basin Causes and Developments. RIBAMOD, European Commission, EUR 18019 EN.
- Engineering Division U.S.-S.C.S., 1975. Flood Profing. Technical Release No. 57.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1988. Guide to Flood Insurance Rate Maps, ZDA.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1990. National Flood Insurance Program. ZDA.
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1992. Floodplain Management in the United States: An Assessment Report. Volume 2: Full Report, ZDA.
- FLOODaware - Prevention and forecast of floods, 1998. Floodaware scientific meeting, Book of scientific contributions, Madrid, 19.-20.1.1998, 188 str.
- Framji, K. K., 1983. Manual of Flood Control Methods and Practices. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Delhi.
- Galloway, G.E., 1995. New directions in floodplain management. Water Resources Bulletin, Vol. 31, Št. 3.
- Gardiner, J. L., 1991. River Projects and Conservation - A Manual for Holistic Appraisal. John Wiley & Sons, Chicester.
- Gendreau, N., Gilard, O., 1998. Structural and non structural measures implementation. RIBAMOD- River basin modelling, management and flood mitigation - Concerted action, str. 241-250.
- Gendreau, N., Pretorian R., 1998. Application of the inondabilite method to the Riul Negru catchment (Romania), FLOODAWARE, CEMAGREF - Book of scientific contribution, Madrid 19-20 January 1998
- Geodesign AB, Švedska, propagandni material.
- Gerčer, S., 1996. Regulacije vodotokov. Seminarška naloga, Univerza v Ljubljani, FGG.
- Grainger, L., 1992. Catchment Management Planning in the National Rivers Authority of England and Wales. Fluid Mechanics and its Applications: Floods and Flood Management, volume 15, str. 49-68.
- Grigg, N. S., 1976. Urban Drainage and Flood Control Projects - Economic, Legal, and Financial Aspects. Hydrology Papers, Fort Collins, Colorado.
- Gruntfest, E., 1987. What We Have Learned Since the Big Thompson Flood. Natural Hazards Research and Applications Unformation Center, University of Colorado, Boulder, Special Publication #16.
- Handmer (ed.), 1987. Flood hazard management - British and international perspectives. Geo Books, 297 str.
- Hewitt, K., 1997. Regions of risk: a geographical introduction to disasters. Themes and resource management, Longman Singapore Publishers, Singapore.
- HMZ, 1989. Predlog modernizacije hidrometereoloških dejavnosti SR Slovenije. Ljubljana.
- Hoyt, G. W., Langbein, W. B., 1955. Floods. Princeton university press - 1955.
- <http://www.aquabarrier.com>

- <http://www.noaq.se/noaqgbr/index.html>
<http://www.waterstructures.com>
- Hydrologic Engineering Center, 1974. Second International workshop in Hydrologic Engineering. Course manual, part 2, Davis, California.
- Hydrologic Engineering Center, 1988. General Guidelines for Comprehensive Flood Warning/Preparedness Studies. Davis, California.
- Hydrologic Engineering Center (HEC), 1989. EAD - Expected Annual Flood Damage Computation. User's Manual, Davis, California.
- Jansen, P., Van Bendegom L., Van den Berg J., De Vries M., Zanen, A., 1979. Principles of River Engineering. Pitman.
- Janssen, J.P.F.M., Jorissen, R.E., 1997. Flood management in the Netherlands: recent developments and research needs. RIBAMOD, European Commission, EUR 18019.
- Jevdjević V., 1994, Technology for coping with floods in the 21st century, Coping with Floods, NATO ASI, Kluwer Academic Publishers,
- Kanton Uri, 1992. Richtlinie für den Hochwasserschutz, 17 str. Kanton Uri: "Smernice za varstvo pred visokimi vodami")
- Kienholz, H., 1996. Gefahrenkarten: Massgebliche Parameter und Kriterien zur Festlegung von Intensitätsstufen. Internationales Symposium INTERPRAEVENT 1996 - Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band 3, str. 47-58.
- Killingtveit, A., 1998. Flood Regimes and Flood Prevention in Norway - Lessons Learnt from 1995 Flood. RIBAMOD, European Commission, EUR 18019.
- Kinori, B. Z., Mevorach J., 1984. Manual of Surface Drainage Engineering - Volume II - Stream Flow Engineering and Flood Protection, Elsevier.
- Klabus, A., 1996. Pet najpogostejših napak pri gradnji cest ob hudournikih ali preko njih. Strokovno posvetovanje "Voda in ceste", Otočec 10.5.1996.
- Kolbezen, M., 1991. Hidrološke značilnosti novembrske visoke vode leta 1990. Ujma 5, Ljubljana, str. 16-18.
- Kolbezen, M., 1992. Velike poplave in povodnji na Slovenskem. Ujma 6, Ljubljana, str. 214-219.
- Kompare, B., 1991. Modeliranje deževnega odtoka iz urbaniziranih povodij, FAGG-IZH, Ljubljana.
- Kon Chin Tai, 1975. Analysis and Synthesis of Flood Control Measures. Fort Collins, Colorado, ZDA.
- Lardieri, A. C., 1975. Flood Proofing Regulations for Building Codes. ASCE Journal of the Hydraulics Division.
- LAWA, 1995. Guidelines for Forward-Looking Flood Protection, Floods - Causes and Consequences. Stuttgart, Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- Lojen, T., 1992. Hidrološki model povodja Savinje gorvodno od Nazarij. FAGG - diplomska naloga, Ljubljana.
- Maniak, U., 1993. Hydrologie und Wasserwirtschaft - Eine Einführung für Ingenieure, 3.Auflage, Springer, Berlin.
- Marco J.B. in Cayuela A., 1994, Urban flooding: the flood-planned city concept, Coping with Floods, NATO ASI, Kluwer Academic Publishers,
- Merriman, T., Wiggin, T.H., 1952. American Civil Engineering Handbook. John Wiley & Sons, New York.
- Mikoš, M., 1989. Urejanje hribovskih vodotokov. Acta hydrotechnica, letnik 7, št. 6, 84 str.
- Mikoš, M., 1995. Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. Gozdarski vestnik, letnik 53, str. 342-351.
- Mikoš, M., 1996. Premostitve naravnih vodotokov in lokalna erozija. Strokovno posvetovanje Voda in ceste, Novo mesto, 10.5.1996, Zbornik referatov, str. 105-111.

- Mikoš, M., 1999. Urejanje vodotokov - univerzitetni učbenik. Univerza v Ljubljani, FGG, Ljubljana, (v pripravi).
- Milavec, B., Rojnik, F., Prešeren, A., 1977. Načrt obrambe pred poplavo, Hidrotehnik.
- Ministrstvo za obrambo, 1992. Usmeritve za izpolnjevanje sistema opazovanja in obveščanja. Ljubljana.
- Mišič, D., 1977. Varstvo pred poplavami v Sloveniji. VGP Maribor, Maribor.
- Moore, R.J., 1998. Flood Hazard Research within the European Commission 1987 to 1996. RIBAMOD, European Commission, EUR 17456 EN.
- Moore, R.J., 1998. Flood Hazard Research within the European Commission 1987 to 1996. RIBAMOD - River basin modelling, management and flood mitigation - Concerted action, str. 7-22.
- Moser D.A., 1994, Economics of selection of flood mitigation measures, Coping with Floods, NATO ASI, Kluwer Academic Publishers.
- Moser D.A., 1994, Assessment of the economic effects of flooding, Coping with Floods, NATO ASI, Kluwer Academic Publishers
- Neil, C.R., 1972. Guide to Bridge Hydraulics. University of Toronto Press, Toronto.
- Neue Zürcher Zeitung (št. 128, 4.junij 1992) - priloga Risiken in der Schweiz: "Wie sicher sind die Schweizer Staudämme?" (časopis Neue Zürcher Zeitung v št. 128: "Kako varne so švicarske zadrževalne pregrade").
- Neue Zürcher Zeitung (št.128, 4.junij 1992): "Koordinierter Katastrophenschutz im föderalistischen Staat - Optimierung der Hilfsmittel für vielgestaltige Katastrophenfälle" (časopis Neue Zürcher Zeitung v št. 128: "Usklajeno varstvo pred katastrofami v federalistični državi - optimiranje sredstev pomoči za raznolike primere katastrof")
- NIVO, 1991. Vodna ujma, Slovenj Gradec, Slovenija.
- NOAQ, Nordisk Aquateknik AB, Švedska, propagandni material.
- Petersen, M.S., 1986. River Engineering. Prentice-Hall.
- Petkovšek, B., Marolt, P., 1994. Rezultati študije ogroženosti Republike Slovenije zaradi zemeljskih plazov. Prvo slovensko posvetovanje o zemeljskih plazovih, Idrija, str. 21-29.
- Petrascheck, A., 1996. Grundsätze zur Berücksichtigung der Wassergefahren in der Raumplanung in der Schweiz. Internationales Symposium INTERPRAEVENT 1996 - Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band 3, str. 59-70.
- Pickels, G.W., 1941. Drainage and Flood-Control Engineering, McGraw-Hill, New York.
- Pintar, J., Mikoš, M., 1983. Izdelava smernic in normativov z globalno usmeritvijo urejanja po ekosistemih, pojavnostih in ekološki primernosti ter načinov gospodarjenja s površji voda. Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-432, Ljubljana, 133 str.
- Pintar, J., Mikoš, M., 1984. Povzetek dosedaj opravljenih del s področja urejanja snežnih plazov za potrebe operativne hudourniške dejavnosti. Poročilo Vodnogospodarskega inštituta, C-439, Ljubljana, 90 str.
- Plaut, H. R., Liapis, S. I., Telionis, D. P., 1998. When the levee inflates. Civil Engineering, Volume 68, Number 1, str. 62-64.
- Predpisi o graditvi objektov in javnih naročilih s pojasnili : "Zakon o graditvi objektov", 1997. Časopisni zavod Uradni list RS, str.29-71.
- Predpisi o graditvi objektov in javnih naročilih s pojasnili : "Zakon o urejanju prostora", 1997. Časopisni zavod Uradni list RS, str.1, str.33-156.
- Predpisi o graditvi objektov in javnih naročilih s pojasnili : "Zakon o urejanju naselij in drugih posegov v prostor", 1997. Časopisni zavod Uradni list RS, str.157-203, str.205-210.
- Pristav, J., 1991. Razpored padavin in njihov vpliv na poplave, Ujma 5, Ljubljana, str. 10-15.
- PUH, 1994. Ogroženost Slovenije s snežnimi plazovi. Podjetje za urejanje hudournikov, Ljubljana, študija.
- Rakovec
- Republiški sekretariat za urbanizem (RSU), 1965. Vodno gospodarstvo v Sloveniji, Ljubljana.

- Rickli, C., Banzer, E., 1996. Gefahrenkartierung im Fürstentum Liechtenstein. Internationales Symposium INTERPRAEVENT 1996 - Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band 3, str. 183-192.
- Rosenthal, U., Hart, P., et al., 1998. Flood Response and Crisis Management in Western Europe. Springer.
- Saul, J.A., 1992. Floods and Flood Management. Kluwer, Dordrecht, Anglija.
- Scheuerlein, H., Hanausek, E., 1996. Risikomanagement im alpinen Wasserbau", Internationales Symposium INTERPRAEVENT 1996 - Garmisch-Partenkirchen, Tagungspublikation, Band 3, str. 19-28.
- Simonovič, S.P., 1998. Criteria for social evaluation of flood management decisions. UNESCO Technical Documents in hydrology, No. 18.
- Smith K., Tobin G., 1979. Human adjustment to the flood hazard. Longman, London.
- Smith, M., Brilly, M., 1992. Application of a Distributed Parameter Hydrologic Model for Urban Areas. Zbornik 6. seminarja "Računalnik v gradbenem inženirstvu", Ljubljana, str. 369-376.
- Sokolov, A. A., Rantz, R. E., Roche, M., 1976. Floodflow computation - Methods compiled from world experience. Unesco Press, Paris.
- Thomaser, F., 1982. Hochwasser - und Erosionsschutz. Forschungsgesellschaft für vorbeugende Hochwasserbekämpfung, Celovec.
- Todd, D., 1977. The water encyclopedia. Water information center, Port Washington, N.Y.
- Torterotot, J. P., Kauark-Lette, L.A., Roche, P.A., 1992. Analysis of individual real-time responses to flooding and influence on damage to housolds. Floods and Flood Management, Kluwer Academic Publishers.
- US Army Corps of Engineers, 1987. Flood Emergency Plan, Jennings Randolph Lake - Potomac River Basin. Buffalo, ZDA.
- US Army Corps of Engineers, 1988. General Guidelines for Comprehensive Flood Warning/Preparedness Studies. Davis, California.
- US Department of Agriculture, Soil Conservation Service, Engineering Division, 1975. Flood Proofing. Technical Release No. 57.
- USGS, 1985. Guidelines on Community Local Flood Warning and Response System. Hydrology Subcommittee of the Federal Interagency Advisor Committee on Water Data, Reston Virginia.
- VGI, 1994. Metodologija za določitev vodnih zemljišč in gospodarjenje z njimi. Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, Poročilo C-261, 72 str.
- VGI, 1995a. Metodologija za določitev vodnih zemljišč v Sloveniji na različnih tipih vodotokov. Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, Poročilo C-331, 151 str. + priloge.
- VGI, 1995b. Ocena ogroženosti Republike Slovenije pred poplavami. Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, Poročilo C-319, 200 str.
- Vladisavljević, Ž., O vodoprivredi, pogledi i metode, Inštitut Jaroslav Černi, 1969.
- Vidmar, A., 1992. GEO/SQL v vodnem gospodarstvu. Zbornik 6. Seminarja: Računalnik v gradbenem inženirstvu, Ljubljana, str. 363-368.
- Vischer, D., Huber, A., 1993. Wasserbau. 5.Auflage, Springer, Berlin.
- Združeni narodi (ZN), 1953. River Training and Bank Protection. United Nations Economic Commission for Asia and the Far East, Bangkok.
- Združeni narodi (ZN), 1972. Water Resource Project Planning, United Nations Office of Technical Cooperation, New York.
- ZVSS, 1978. Vodnogospodarske osnove Slovenije, Ljubljana.

STVARNO KAZALO**A**

alternativni ukrepi, 44; 175
Avstrija, 32; 159; 160

B

Belgija, 152
blatni tokovi, 10; 26; 60; 62; 127; 149; 168
bočna erozija, 7; 19; 22; 26; 60

C

civilna zaščita, 57; 62; 63; 92; 123; 125; 127; 128; 141; 152; 160; 162; 163; 165; 166; 167;
171; 172

D

delovanje voda, 55; 61; 64
dež, 1; 2; 3; 10; 128

E

erozija, 1; 6; 7; 8; 9; 18; 19; 21; 22; 23; 26; 27; 28; 30; 37; 40; 41; 42; 46; 47; 51; 52; 55; 60;
62; 65; 66; 68; 69; 74; 75; 79; 81; 88; 97; 108; 128; 134; 135; 138; 140; 142
Evropska zveza, 7; 174; 175

F

Francija, 33; 48; 55; 148; 149; 150; 151; 152; 159; 176

G

geografski informacijski sistemi, 121; 122
globinska erozija, 1; 69
gospodarjenje, 9; 25; 31; 53; 57; 64; 65; 66; 67; 69; 72; 88; 123; 124
gozd, 26; 31; 32; 33; 45; 49; 51; 64; 65; 66; 96; 124; 164
gozdarstvo, 30; 34; 62; 64; 66; 167

H

hidravlični modeli, 42
hidrološki modeli, ii; 21; 121; 175; 176
Hidrometeorološki zavod, 123
hribinski plazovi, iv; 1; 2; 23; 24; 25
hudourniki, 1; 7; 8; 10; 19; 22; 27; 32; 40; 62; 65; 66; 69; 78; 130
hudourniška erozija, 27; 41; 62
hudourniške poplave, 1; 10; 19; 37; 107; 130; 134; 148; 150; 172

I

Italija, 77; 159; 161; 176
izbruh hudournika, 7; 62

J

jezovi, 135; 136; 137; 138

K

kakovost voda, 51; 65; 89; 156
kanalizacija, 16; 18; 31; 39; 45; 49; 60; 88; 90; 96; 99; 142
karte nevarnosti, 8; 29; 33; 40; 53; 55; 57; 61; 62; 63; 67
karte ogroženosti, 62; 63; 67; 176
karte ranljivosti, 44; 55; 61; 63; 66; 67
kataster, 33; 42; 43; 61; 62; 63; 66; 124; 128; 134
kmetijske površine, 44; 48; 68; 76; 108; 111; 137; 150
kmetijstvo, 9; 30; 38; 48; 49; 111; 153; 157; 173
kraške poplave, 1; 10; 62

M

meritve, 11; 12; 16; 42; 66; 67; 74; 109; 118; 121; 127; 148; 153; 171; 175
morje, 10; 20; 28; 153; 155; 156; 157; 158; 162; 168
mostovi, 9; 28; 42; 75; 76; 111; 138; 163; 172
murasti tokovi, 2; 7; 27; 60; 126

N

načrtovanje, 7; 32; 33; 36; 52; 53; 55; 57; 61; 63; 66; 72; 73; 107; 108; 109; 110; 113; 123;
124; 148; 175; 176; 177
nalivi, 27; 149; 150
naravne nesreče, 1; 5; 6; 7; 30; 44; 45; 53; 60; 61; 63; 72; 73; 100; 122; 123; 125; 126; 144;
145; 153; 154; 165; 171; 174
nasiipi, 28; 31; 37; 38; 42; 43; 45; 48; 60; 67; 74; 75; 76; 77; 78; 79; 80; 81; 82; 83; 84; 88; 89;
92; 95; 110; 111; 118; 125; 134; 135; 137; 149; 153; 155; 161; 162; 163; 168; 169; 176
navodila, 31; 43; 61; 125; 128; 134; 135; 141; 151; 166; 169; 172
Nemčija, 31; 44; 76; 77; 148; 149; 150; 154; 159; 175; 176
neurje, 1; 2; 4; 5; 10; 149; 150; 164
nevihte, 1; 2; 3
Nizozemska, 151; 153
normativi, 76
Norveška, 163

O

obrežna zavarovanja, 95
odškodnina, 152; 153; 154; 155
odtok, 2; 9; 10; 19; 21; 38; 39; 51; 67; 68; 85; 88; 89; 90; 97; 99; 121; 163; 168; 175
ogrožena območja, 31; 32; 37; 48; 52; 53; 57; 61; 62; 63; 64; 65; 66; 67; 69; 81; 92; 100; 109;
119; 123; 124; 128; 130; 132; 134; 141; 151; 152; 153; 154; 155; 168; 176

ogroženost, 1; 6; 7; 18; 26; 29; 31; 32; 33; 36; 39; 42; 44; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 61; 60; 61; 62; 63; 64; 67; 72; 79; 88; 90; 92; 96; 108; 112; 119; 122; 124; 126; 141; 145; 166; 168; 175; 176

opozorilo, 27; 32; 61; 60; 61; 64; 96; 116; 125; 127; 128; 130; 131; 132; 133; 134; 135; 141; 148; 151; 156; 158; 159; 163; 167; 170; 172; 176

organizacija, 37; 47; 55; 81; 118; 121; 122; 125; 127; 130; 135; 144; 145; 148; 153; 154; 155; 159; 166; 167; 169; 172; 175; 177

P

padavine, 3; 9; 10; 14; 15; 16; 19; 20; 21; 25; 27; 31; 32; 66; 67; 88; 121; 128; 130; 133; 151; 163; 168; 172; 175; 176

plavine, 9; 18; 19; 27; 42; 60; 66; 67; 68; 69; 70; 97

plavje, 9; 52; 68

plazovi, 1; 2; 4; 5; 6; 7; 9; 10; 18; 22; 23; 24; 25; 26; 32; 33; 37; 41; 42; 43; 44; 52; 53; 55; 60; 61; 62; 63; 65; 66; 69; 70; 71; 74; 122; 123; 124; 126; 127; 128; 135; 140; 141; 142; 149; 150; 161; 164; 168

plimovanje, 155

poplave morja, 10

poplavna območja, 9; 18; 21; 28; 31; 32; 33; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 51; 52; 55; 64; 67; 68; 70; 73; 74; 80; 83; 84; 90; 97; 98; 99; 110; 111; 117; 122; 128; 154; 155; 157; 172; 173; 176

poplavni valovi, 2; 3; 4; 5; 9; 10; 11; 12; 40; 73; 74; 82; 84; 85; 88; 96; 121; 150; 151; 163; 168; 172; 176

prag ranljivosti, 45; 48; 49; 57

prebivalci, 48; 81; 92; 97; 100; 108; 113; 116; 119; 132; 134; 141; 142; 143; 145; 147; 148; 149; 151; 152; 153; 154; 155; 158; 159; 168; 172; 173; 174; 176

preпусти, 41; 42; 138

pretoki, 9; 10; 11; 12; 18; 19; 20; 21; 26; 33; 37; 42; 47; 51; 66; 67; 68; 69; 70; 75; 83; 84; 85; 87; 89; 99; 111; 112; 114; 119; 126; 127; 130; 134; 141; 157; 161; 162; 163; 172; 174

protipoplavna graditev, 154; 155

R

ranljivost, 7; 24; 26; 30; 42; 44; 45; 48; 49; 50; 52; 53; 55; 57; 60; 61; 62; 63; 64; 66; 67; 74; 79; 83; 92; 96; 97; 100; 122; 124; 158; 163; 173

raziskovanje, 32; 57; 176

rečna erozija, 7; 21; 26; 27; 42; 62

S

sanacija, 24; 30; 61; 66; 81; 128; 140; 154; 155; 177

Slovenija, 1; 6; 10; 19; 20; 21; 22; 24; 25; 26; 27; 30; 40; 48; 52; 57; 60; 61; 66; 81; 122; 135; 148; 162

služba, 29; 40; 47; 79; 92; 96; 110; 118; 122; 123; 125; 127; 128; 132; 134; 135; 140; 142; 143; 144; 148; 151; 152; 153; 154; 155; 157; 159; 160; 161; 162; 163; 164; 165; 166; 167; 169; 170; 171; 172

smernice, 32; 44; 61; 76; 88; 164; 166

sneg, 10; 22; 25; 69; 123; 124; 151; 164; 175

snežna odeja, 19; 20; 23; 25; 26; 69; 70; 122; 123; 124; 163; 168; 176

snežni plazovi, 1; 2; 4; 7; 22; 24; 25; 26; 32; 33; 43; 44; 52; 53; 60; 61; 62; 63; 66; 69; 70; 71; 122; 123; 124
standardi, 55; 56; 74; 75; 96; 109; 111; 118; 122; 157; 175
stopnja nevarnosti, 8; 56; 57; 60; 61; 127
stopnja ogroženosti, 6; 52; 53; 57; 61; 63; 64
stopnja ranljivosti, 63

Š

Španija, 7; 33
štab, 152; 162; 166; 167; 168
Švica, 32; 52; 53; 163; 164; 165; 166; 167

T

tveganje, 1; 2; 6; 7; 44; 45; 48; 100; 126; 153

U

urbane površine, 38; 45; 88; 90; 92; 99; 108; 120
urejanje povirij, 64; 65; 66; 88; 110; 123
urejanje voda, 61; 64; 65; 158; 175
urejanje vodotokov, 27; 154; 166

V

vegetacija, 18; 26; 27; 31; 51; 64; 88; 172; 173
Velika Britanija, 56; 155; 157; 158; 159
visoke vode, 13; 14; 33; 55; 62; 77; 80; 166; 167
vodarstvo, 47; 64; 92; 123; 148
vodne ujme, 1; 6; 7; 18; 19; 22; 33; 61; 62; 63; 175; 176

Z

zablatenje, 7; 8; 60
zadrževalniki voda, 77; 164
zadrževanje voda, 32; 70; 88
zakon, 32; 33; 36; 55; 151; 153; 155; 166; 168
zamurjenje, 7; 60
zavarovalnica, 99; 100; 145; 153
zavarovanje, 28; 37; 40; 53; 63; 73; 92; 95; 99; 100; 101; 126; 151; 152; 153; 154; 155; 158
ZDA, 9; 16; 36; 37; 46; 52; 75; 77; 92; 99; 101; 110; 111; 112; 134; 143; 149; 150; 168; 169; 172; 173
zemljina, 2; 10; 19; 23; 25; 26; 31; 51; 67; 68; 70; 76; 88
zemljišče, 8; 19; 23; 24; 25; 31; 32; 33; 44; 49; 51; 52; 53; 62; 64; 67; 68; 69; 70; 88; 93; 94; 95; 96; 97; 100; 103; 108; 110; 113; 119; 126; 144; 154; 155; 157; 158; 165; 173
zgradbe, 27; 28; 57; 61; 66; 69; 93; 94; 95; 126; 150

Ž

žrtve, 1; 4; 5; 7; 18; 26; 27; 31; 44; 45; 48; 52; 100; 113; 125; 144; 147; 149; 150; 151; 154; 155; 158; 172; 173



UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

VODNE UJME

VARSTVO PRED POPLAVAMI, EROZIJO IN PLAZOVI

Katedra za splošno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo (FGG) Univerze v Ljubljani se ukvarja s hidrologijo, urejanjem vodnega režima in hidrotehničnimi objekti. Izvajanje pouka pri predmetih, za katere skrbi katedra, dejavno vključevanje v projekte Evropske unije, in vodne ujme zadnjega desetletja so nas vodile pri pripravi učbenika, v katerem smo opredelili osnovne pojme in podali pregled ukrepov, s katerimi se sooča sodobna informacijska družba pri nastopu vodne ujme. V učbeniku je poudarek na sodobnih alternativnih, ne-gradbeniških ukrepih za zmanjšanje ranljivosti oziroma škode. Obravnavanih je več poplav v svetu in izkušenj ter ukrepov ob njihovem nastopu. Učbenik je namenjen študentom in tudi strokovnjakom, ki se ukvarjajo z varstvom pred naravnimi nesrečami.

VSEBINA

Lastnosti vodnih ujm
Opredelitev območij nevarnosti, ranljivosti in ogroženosti
Ukrepi za varstvo pred vodnimi ujмами
Ukrepi ob in po pojavu vodne ujme
Priloga - Primeri in izkušnje pri poplavih v svetu

AVTORJI

prof.dr. Mitja Brilly

redni profesor za področje hidrologije in urejanja režimov voda ter predstojnik Katedre za splošno hidrotehniko FGG Univerze v Ljubljani.

doc.dr. Matjaž Mikoš

docent za področje urejanja vodnega režima na Katedri za splošno hidrotehniko FGG Univerze v Ljubljani in znanstveni sodelavec na Vodnogospodarskem inštitutu v Ljubljani.

asist. Mojca Šraj

asistentka za področju hidrologije in urejanja voda na Katedri za splošno hidrotehniko FGG Univerze v Ljubljani.