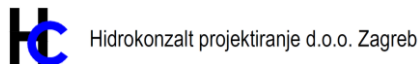




**Centar Građevinskog fakulteta d.o.o.**  
**Sveti Duh 129, 10000 Zagreb**



**Hidrokonzalt projektiranje d.o.o.**  
**Hvarska 11, 10000 Zagreb**

# **DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA**

**Zagreb, 26.7.2021.**

Izradili:

Centar Građevinskog fakulteta d.o.o.  
Sveti Duh 129, 10000 Zagreb  
OIB: 51108551424

Hidrokonzalt projektiranje d.o.o.  
Hvarska 11, 10000 Zagreb  
OIB: 43098332313

*u suradnji s Građevinskim fakultetom Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 26, 10000 Zagreb*

Investitor:

HRVATSKE VODE d.o.o.  
Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb  
OIB: 28921383001

Naručitelj:

HRVATSKE VODE d.o.o.  
Ulica grada Vukovara 220, 10000 Zagreb  
OIB: 28921383001

Projekt:

Ugovor o uslugama DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA  
Ev. broj ugovora: 10-010/20, Pozicija plana: A.04.03.02.

Vrsta dokumentacije: **Studija**

Naziv izvješća:

**Konačno izvješće**

Broj projekta:

**STU-24/2020**

Voditelj projekta:

**izv.prof.dr.sc. Damir Bekić, dipl.ing.građ.**

Suradnici:

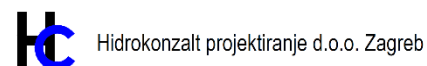
**Klaudija Pranjić, mag.ing.aedif.  
Tin Kulić, mag.ing.aedif.  
Vlatko Kadić, dipl.ing.građ.  
dr.sc. Vladimir Lay  
doc.dr.sc. Sandra Morović, dr.med.  
Stjepan Kovaček, dipl.ing.**

Direktorica:

**prof.dr.sc. Danijela Jurić Kaćunić, dipl.ing.građ.**

Mjesto i datum:

**Zagreb, 26.7.2021.**



**INVESTITOR:** HRVATSKE VODE d.o.o., Ulica grada Vukovara 220,  
10000 Zagreb

**NARUČITELJ:** HRVATSKE VODE d.o.o., Ulica grada Vukovara 220,  
10000 Zagreb

**PROJEKT:** Društveni aspekti poplava

**VODITELJ PROJEKTA:** izv.prof.dr.sc. Damir Bekić, dipl.ing.građ. (Građevinski fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu)



**SURADNICI:** Klaudija Pranjić, mag.ing.aedif.  
Tin Kulić, mag.ing.aedif.  
Vlatko Kadić, dipl.ing.građ. (Hidrokonzalt d.o.o.)  
dr.sc. Vladimir Lay  
doc.dr.sc. Sandra Morović, dr.med.  
Stjepan Kovaček, dipl.ing.

**DIREKTORICA CENTRA  
GRAĐEVINSKOG  
FAKULTETA:** prof.dr.sc. Danijela Jurić Kaćunić, dipl.ing.građ.



STU-24/2020

**BROJ PROJEKTA:**

## SADRŽAJ

<b>1</b>	<b>OPĆI DIO</b>	<b>1</b>
I.	IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA .....	2
II.	RJEŠENJE O IMENOVANJU VODITELJA STUDIJE .....	6
III.	POTVRDA O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA .....	7
III.	PROJEKTNI ZADATAK .....	8
<b>2</b>	<b>UVOD</b>	<b>15</b>
2.1	Općenito .....	16
2.1.1	<i>Cilj projekta</i> .....	16
2.1.2	<i>Svrha projekta</i> .....	16
2.2	Pristupi definiranju mjera upravljanja rizicima od poplava .....	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIJA I PLAN ISTRAŽIVANJA</b>	<b>18</b>
3.1	Rizik od poplava .....	19
3.1.1	<i>Štetne posljedice</i> .....	20
3.1.2	<i>Različitost pristupa</i> .....	21
3.1.3	<i>(A) Izloženost</i> .....	22
3.1.4	<i>(B) Ugroženost</i> .....	23
3.1.5	<i>(C) Ranjivost</i> .....	23
3.1.6	<i>(D) Vrijednost</i> .....	24
3.1.7	<i>Modeli</i> .....	25
3.2	Metode istraživanja .....	27
3.2.1	<i>Pregled literature</i> .....	27
3.2.2	<i>Metoda analize</i> .....	27
3.2.3	<i>Metoda klasifikacije</i> .....	28
3.2.4	<i>Statistička metoda</i> .....	28
3.2.5	<i>Metoda modeliranja</i> .....	28
3.2.6	<i>Metoda intervjuiranja</i> .....	29
3.3	Metodologija .....	30
3.3.1	<i>Metodologija za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo</i> .....	30
3.3.2	<i>Metodologija za definiranje prihvatljivog rizika</i> .....	31
3.4	Plan aktivnosti .....	33
3.5	Pregled literature .....	36
3.5.1	<i>Literatura iz područja procjene štetnih posljedica poplava na zdravlje</i> .....	36
3.5.2	<i>Literatura iz područja procjene štetnih posljedica poplava na društvo</i> .....	38
3.5.3	<i>Literatura iz područja primijene parametara i modela za procjenu štetnih posljedica</i> .....	40
3.5.4	<i>Literatura iz područja procjene štetnih posljedica drugih vrsta katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo</i> .....	44
3.5.5	<i>Literatura iz područja štetnih posljedica zabilježenih poplava u Hrvatskoj i usporedivim državama</i> .....	45
3.5.6	<i>Literatura iz postojećih pristupa za određivanje prihvatljivog rizika od poplava</i> .....	46
<b>4</b>	<b>PREGLED ISTRAŽIVANJA I INFORMACIJA O ŠTETNOM UTJECAJU POPLAVA NA STANOVNIŠTVO</b>	<b>47</b>
4.1	Uvod .....	48
4.2	Pregled štetnih posljedica poplava na zdravlje i stanovništvo .....	48
4.2.1	<i>Gubitak života</i> .....	50
4.2.2	<i>Posljedice na tjelesno zdravlje</i> .....	50

4.2.3	<i>Posljedice na psihološko zdravlje</i>	50
4.2.4	<i>Razvoj bolesti</i>	51
4.2.5	<i>Pregled utjecaja na zdravlje i društvo</i>	51
4.2.6	<i>Iskustva iz poplavnih događaja u Hrvatskoj</i>	54
4.3	Pregled parametara za procjenu štetnih posljedica poplava na zdravlje i stanovništvo ...	56
4.3.1	<i>Pregled indikatora izloženosti (A)</i>	56
4.3.2	<i>Pregled indikatora ugroženosti (B)</i>	56
4.3.3	<i>Pregled indikatora ranjivosti (C)</i>	57
4.3.4	<i>Pregled parametara vrijednosti (F)</i>	63
4.4	Pregled metoda i modela za procjenu štetnih posljedica .....	65
4.4.1	<i>Uvod</i>	65
4.4.2	<i>Metode procjene gubitka života</i>	67
<b>5</b>	<b>IDENTIFIKACIJA ZNAČAJNIH ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA LJUDSKO ZDRAVLJE I DRUŠTVO</b>	<b>76</b>
5.1	Terensko istraživanje stavova stanovništva na karlovačkom području – Istraživačko izvješće .....	77
5.1.1	<i>Uvodne napomene</i>	77
5.1.2	<i>Uzorak</i>	80
5.1.3	<i>Izloženost</i>	82
5.1.4	<i>Ranjivost</i>	85
5.1.5	<i>Vrijednost</i>	89
5.1.6	<i>Prihvatljiv rizik</i>	93
5.1.7	<i>Autorski tekst učestalo poplavljivane ispitanice - Snježana M. Bubljić, Donje Mekušje</i>	96
5.1.8	<i>Zaključne napomene</i>	98
5.2	Značajne štetne posljedice uslijed drugih prirodnih katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo .....	99
5.2.1	<i>Značajne štetne posljedice uslijed prirodnih katastrofa i sličnih događaja</i>	99
5.2.2	<i>Indikatori ranjivosti stanovništva uslijed drugih prirodnih katastrofa i sličnih događaja</i>	100
5.3	Identifikacija značajnih štetne posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo .....	102
5.3.1	<i>Smrtne posljedice</i>	102
5.3.2	<i>Tjelesne ozljede</i>	103
5.3.3	<i>Trovanje</i>	103
5.3.4	<i>Infekcije dišnih putova i kože</i>	104
5.3.5	<i>Leptospiroza</i>	104
5.3.6	<i>Ostale bolesti</i>	104
5.3.7	<i>Pregled značajnih posljedica</i>	104
5.4	Značajne posljedice poplava i preporučeni indikatori dostupni u Hrvatskoj .....	106
5.4.1	<i>Značajne posljedice poplava i najčešći uzroci</i>	106
<b>6</b>	<b>MODEL ZA PROCJENU ZNAČAJNIH POSLJEDICA POPLAVA NA LJUDSKO ZDRAVLJE I DRUŠTVO</b>	<b>109</b>
6.1	Uvod .....	110
6.2	Metodološki pristup .....	111
6.2.1	<i>Formulacija modela</i>	111
6.2.2	<i>Teorijski model (TM)</i>	111
6.3	Generalni model (GM) procjene posljedica poplava na stanovništvo .....	113
6.3.1	<i>Pregled posljedica poplava</i>	113
6.3.2	<i>Pregled ulaznih indikatora</i>	115
6.3.3	<i>Procjena broja posljedica poplava</i>	117
6.3.4	<i>Procjena morbiditeta i mortaliteta</i>	120

6.4	Model procjene posljedica za studije izvodljivosti (DAP1) i Model procjene posljedica za planove upravljanja vodnim područjima (DAP2) .....	127
6.4.1	<i>Procjena posljedica</i> .....	127
6.4.2	<i>Pregled ulaznih indikatora</i> .....	127
6.4.3	<i>Procjena morbiditeta i mortaliteta</i> .....	128
6.5	Monetizacija štetnih posljedica.....	133
<b>7</b>	<b>OKVIR ZA ANALIZU PRIHVATLJIVOSTI RIZIKA OD POPLAVA</b>	<b>135</b>
7.1	Uvod.....	136
7.2	Analiza postojećih pristupa definiranju prihvatljivog stupnja rizika .....	136
7.2.1	<i>Općenito</i> .....	136
7.2.2	<i>Kvantitativni pristup</i> .....	137
7.2.3	<i>Kvalitativni pristup za društveni rizik</i> .....	143
7.3	Okvirni prijedlog za analizu prihvatljivog rizika za pilot područja, uključujući i indikatore	146
7.3.1	<i>Koraci provođenja pilot istraživanja</i> .....	146
7.3.2	<i>Metodologija za pilot istraživanja</i> .....	146
7.3.3	<i>Predloženi indikatori</i> .....	147
7.4	Smjernice i okvir za provođenje pouzdanijeg i sveobuhvatnijeg određivanja prihvatljivog rizika od poplava u budućnosti.....	148
<b>8</b>	<b>PRIJEDLOG DALJNJIH AKTIVNOSTI ZA PROCJENU ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA STANOVNIŠTVO</b>	<b>149</b>
<b>9</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>153</b>
9.1	Popis primijenjenih zakona, pravilnika, propisa i normi.....	154
9.2	Literatura .....	154
<b>10</b>	<b>PRILOZI</b>	<b>164</b>
10.1	Prilog 1. Upitnik za terensko pilot istraživanje na području Karlovca u rujnu 2020. ....	165
10.2	Prilog 2. Generalizacija DEFRA/EA i NSM metoda .....	169
10.2.1	<i>Model DEFRA/EA</i> .....	169
10.2.2	<i>Reformulacija i generalizacija</i> .....	171
10.3	Prilog 3. Usporedba DEFRA/EA i NSM metoda.....	173
10.3.1	<i>Generalni oblik DEFRA/EA i NSM metoda</i> .....	173
10.3.2	<i>Usporedba procjene koeficijenta izloženosti</i> .....	173
10.3.3	<i>Usporedba procjene koeficijenata ugroženosti</i> .....	175
10.3.4	<i>Usporedba procjene koeficijenata ranjivosti</i> .....	175
10.4	Procjena posljedica na stanovništvo na pilot području Bregane .....	176
10.4.1	<i>Pilot područje za model - Bregana</i> .....	176
10.4.2	<i>Pilot područje za model - Nedelišće</i> .....	178

## POPIS SLIKA

Slika 3.1 Komponente rizika od poplava (ARCADIS, 2012).....	19
Slika 3.2 Podjela štetnih posljedica poplava (Smith and Ward, 1998).....	20
Slika 3.3 Broj poplavnih događaja i smrtnih slučajeva uslijed poplava u Europi.....	21
Slika 3.4 Pristupi u procjeni poplavnih šteta u EU državama (2012) (ARCADIS, 2012).....	22
Slika 3.5 Prijedlog pilot područja (mikro razina) za definiranje modela za testiranje modela procjene štetnih posljedica poplava na stanovništvo.....	30
Slika 3.6 Gantogram aktivnosti.....	35
Slika 4.1 Broj istraživanja prema tipu posljedica na zdravlje (prema Zhong, 2018).....	50
Slika 4.2 Zone primjene funkcija smrtnosti za Nizozemsku standardnu metodu.....	70
Slika 4.3 Funkcije smrtnosti za Nizozemsku standardnu metodu.....	70
Slika 4.4 Funkcije smrtnosti za metodu Jonkman i sur. (2008).....	71
Slika 4.5 Procijenjeni broj smrtnih slučajeva („Fatalities“) za populaciju N=10.000 u ovisnosti o vremenu upozorenja („Warning time“) prema metodama Brown i Graham (1988) i DeKay i Mc Cleland (1993). ....	73
Slika 5.1 Poplava u listopadu 2015. godine .....	77
Slika 5.2 Karte plavljenja Karlovačkog područja .....	79
Slika 7.1. Pojedinačni rizik različitih posljedica (smrti) za različite događaje .....	137
Slika 7.2. Primjer karte maksimalne dubine vode (lijevo) i pojedinačnog rizika od smrti (desno) za pucanje nasipa na području Den Haag-a u Nizozemskoj .....	138
Slika 7.3. Prostorne granice pojedinačnog rizika od smrti u Nizozemskoj.....	139
Slika 7.4. Primjer FN krivulja za rizik od različitih događaja u Nizozemskoj .....	140
Slika 7.5. Usporedba društvenog rizika za manju (A) i veću (B) gustoću naseljenosti uz isti pojedinačni rizik ( $IR_A=IR_B$ ).....	140
Slika 7.6. Granične FN-krivulje prihvatljivog društvenog rizika od smrti u Nizozemskoj (lijevo) i ostalim državama (desno).....	141
Slika 7.7. Primjer granične FN-krivulje prihvatljivog društvenog rizika od smrti.....	142
Slika 7.8. Kategorije hidrauličke izloženosti od poplave u australskoj metodi .....	143
Slika 7.9. Granice prihvatljivosti rizika od različitih posljedica, prema Stewart i dr. (2012).....	145
Slika 10.1. Pilot Bregana - Zone udaljenosti i digitalizirane zgrade .....	176
Slika 10.2. Pilot Bregana - Doseg vode za malu, srednju i veliku vjerojatnost pojave te pokrov (CLC2018) .....	177
Slika 10.3. Pilot Nedelišće - Zone udaljenosti i digitalizirane zgrade .....	178
Slika 10.4. Pilot Nedelišće - Doseg vode za malu, srednju i veliku vjerojatnost pojave te pokrov (CLC2018) ...	179

## POPIS TABLICA

Tablica 3.1 Usporedba indikatora izloženosti za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju .....	23
Tablica 3.2 Usporedba indikatora ugroženosti za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju.....	23
Tablica 3.3 Usporedba indikatora ranjivosti za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju .....	24
Tablica 3.4 Indeksi ranjivosti .....	24
Tablica 3.5 Prikaz pristupa za procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje .....	24
Tablica 3.6 Usporedba vrijednosti spriječenog smrtnog slučaja i spriječene ozljede za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju .....	24
Tablica 3.7 Prikaz uključenih komponenti rizika od poplava po razvijenim metodama .....	25
Tablica 3.8 Metode razvijenih na prijelazu iz 20. u 21. stoljeće (Jonkman, van Gelder and Vrijling, 2002) .....	26
Tablica 3.9 Plan aktivnosti.....	33
Tablica 4.1 Podjela štetnih posljedica prema trenutku nastajanja (prema Zhong, 2018) .....	49
Tablica 4.2 Pregled korištenih indikatora izloženosti (A).....	56
Tablica 4.3 Pregled korištenih indikatora ugroženosti (B).....	56
Tablica 4.4 Indikatori ranjivosti dostupni iz statističkih izvještaja u Republici Hrvatskoj (grupa 1) .....	58

Tablica 4.5 Indikatori ranjivosti korišteni u literaturi (grupa 2).....	60
Tablica 4.6 Prikaz pristupa za procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje .....	63
Tablica 4.7 Usporedba vrijednosti spriječenog smrtnog slučaja, spriječene ozljede i vrijednosti statističke evakuacije.....	64
Tablica 4.8 Pregled metodama procjene štetnih posljedica na stanovništvo.....	65
Tablica 4.9 Pregled metoda i modela za procjenu gubitaka života uslijed poplava .....	75
Tablica 5.1 Štetne posljedice navedene od strane ispitanika .....	86
Tablica 5.2 Iznosi šteta na stambenim i gospodarskih objektima od ispitanika .....	91
Tablica 5.3 Štetne posljedice poplava koje se mogu iskazati novčano .....	91
Tablica 5.4 Prikaz (ne)prihvatljivih posljedice od poplava iz upitnika .....	93
Tablica 5.5 Značajne štetne posljedice drugih katastrofa na zdravlje (Prohaska and Peters, 2019) .....	99
Tablica 5.6 Značajne štetne posljedice po tipu prirodne katastrofe (Vlada Republike Hrvatske, no date).....	100
Tablica 5.7 Indikatori ranjivosti uslijed prirodnih katastrofa i sličnih događaja .....	100
Tablica 5.8 Indikatori ranjivosti po tipu prirodne katastrofe (Vlada Republike Hrvatske, no date).....	101
Tablica 5.9 Učestalost ozljeda i bolesti tijekom poplavnog događaja (Legome, Robins and Rund, 1995).....	103
Tablica 5.10 Značajne štetne posljedice poplava na ljudsko zdravlje i stanovništvo.....	105
Tablica 5.11 Štetne posljedice poplava, pripadajući uzroci i indikatori .....	106
Tablica 6.1. Pregled najznačajnijih posljedica i pripadnih indikatora .....	113
Tablica 6.2 Preporučeni indikatori izloženosti, ugroženosti, ranjivosti i otpornosti za model procjene značajnih štetnih posljedica dostupni u Hrvatskoj .....	115
Tablica 6.3 Distribucija broja ozljeda i bolesti tijekom poplavnog događaja .....	117
Tablica 6.4. Računski koeficijenti izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ ).....	121
Tablica 6.5. Računski koeficijenti izloženosti za mortalitet ( $k_{as}$ ).....	121
Tablica 6.6. Određivanje mogućnosti naplavina ( $qa_3$ ) s obzirom na prevladavajući tip površine i hidrauličke uvjete na području .....	122
Tablica 6.7. Određivanje koeficijenta brzine vode ( $qa_4$ ) prema udaljenosti od referentne linije.....	122
Tablica 6.8. Određivanje trajanja poplavnog događaja na području ( $qb_5$ ) prema trajanju vodnog vala.....	123
Tablica 6.9. Određivanje brzine izdizanja vodnog vala na području ( $ib_6$ ) prema brzini izdizanja vodnog vala .....	123
Tablica 6.10. Određivanje postojanja poplava u prošlosti sustava ( $qd_2$ ).....	125
Tablica 6.11. Određivanje postojanja sustava ranog upozorenja od poplave ( $d_3$ ) .....	125
Tablica 6.12. Određivanje postojanja tečajeva ili brošura o svjesnosti obrane od poplava ( $d_{18}$ ) .....	125
Tablica 6.13 Preporučeni ulazni indikatori za modele DAP1 i DAP2 .....	128
Tablica 6.14. Određivanje mogućnosti naplavina ( $qa_3$ ) s obzirom na prevladavajući tip površine i hidrauličke uvjete na području .....	129
Tablica 6.15. Određivanje koeficijenta brzine vode ( $qa_4$ ) prema udaljenosti od referentne linije.....	130
Tablica 6.16. Težinski koeficijenti ( $\beta$ ) za indikatore ugroženosti .....	130
Tablica 6.17. Težinski koeficijenti ( $\gamma$ ) za indikatore ranjivosti.....	131
Tablica 6.18. Određivanje postojanja poplava u prošlosti sustava ( $qd_2$ ).....	132
Tablica 6.19. Određivanje postojanja sustava ranog upozorenja od poplave ( $qd_3$ ) .....	132
Tablica 6.20. Težinski koeficijenti ( $\delta$ ) za indikatore ranjivosti.....	132
Tablica 6.21. Troškovi liječenja i psihološke pomoći posljedica poplava .....	133
Tablica 7.1. Granice prihvatljivosti pojedinačnog rizika od smrti u Nizozemskoj i Ujedinjenom Kraljevstvu .....	138
Tablica 7.2. Neki međunarodni standardi za granične FN-krivulje.....	142
Tablica 7.3. Granični potencijalni broj smrti koji se koristi u pravilnicima o branama .....	142
Tablica 7.4. Primjer tabličnog definiranja prihvatljivosti rizika u Australiji (Stewart i dr., 2012).....	143
Tablica 10.1 DEFRA/EA model za ocjenjivanje indikatora ugroženosti područja (AV).....	170
Tablica 10.2 DEFRA/EA model za ocjenjivanje ranjivosti populacije.....	170
Tablica 10.3 Izrazi DEFRA/EA modela i Nizozemske Standardne Metode (NSM) u generalnom obliku.....	173
Tablica 10.4 Koeficijenti izloženosti za DEFRA/EA metodu.....	174
Tablica 10.5 Koeficijenti izloženosti za mortalitet za metodu NSM .....	174



# 1 OPČI DIO

## I. IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

### IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

#### SUBJEKT UPISA

##### MBS:

080737876

##### OIB:

51108551424

##### TVRTKA:

- 1 CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o. za projektiranje i nadzor nad gradnjom
- 1 CENTAR GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o.

##### SJEDIŠTE/ADRESA:

- 1 Zagreb (Grad Zagreb)  
Sveti Duh 129

##### PRAVNI OBLIK:

- 1 društvo s ograničenom odgovornošću

##### PREDMET POSLOVANJA:

- 1 \* - projektiranje, građenje, uporaba i uklanjanje građevina
- 1 \* - nadzor nad gradnjom
- 1 \* - obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
- 1 \* - stručni poslovi prostornog uređenja
- 1 \* - stručni poslovi zaštite okoliša
- 1 \* - kupnja i prodaja robe
- 1 \* - obavljanje trgovačkog posredovanja na domaćem i inozemnom tržištu
- 3 \* - ispitivanje usklađenost mjerila
- 3 \* - ovjeravanje zakonitih mjerila
- 3 \* - ispitivanje usklađenost pakovina i boca kao mjernih spremnika
- 3 \* - vođenje evidencije ovjerenih zakonitih mjerila
- 3 \* - provođenje službenih mjerenja
- 3 \* - pregledavanje, popravak i ispitivanje zakonitih mjerila i/ili mjernih sustava radi pripreme za ovjeravanje
- 3 \* - posredovanje u prometu nekretnina
- 3 \* - poslovanje nekretninama
- 3 \* - izrada elaborata stalnih geodetskih točaka za potrebe osnovnih geodetskih radova
- 3 \* - izrada elaborata izmjere, označivanja i održavanja državne granice
- 3 \* - izrada elaborata izrade Hrvatske osnovne karte
- 3 \* - izrada elaborata izrade digitalnih ortofotokarata
- 3 \* - izrada elaborata izrade detaljnih topografskih karata
- 3 \* - izrada elaborata izrade preglednih topografskih

D004, 2016-03-21 08:59:17

Stranica: 1 od 4

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PREDMET POSLOVANJA:

- karata
- 3 \* - izrada elaborata katastarske izmjere
  - 3 \* - izrada elaborata tehničke reambulacije
  - 3 \* - izrada elaborata prevođenja katastarskog plana u digitalni oblik
  - 3 \* - izrada elaborata prevođenja digitalnog katastarskog plana u zadanu strukturu
  - 3 \* - izrada elaborata za homogenizaciju katastarskog plana
  - 3 \* - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra zemljišta
  - 3 \* - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata katastra nekretnina
  - 3 \* - izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata za potrebe pojedinačnog prevođenja katastarskih čestica katastra zemljišta u katastarske čestice katastra nekretnina
  - 3 \* - izrada elaborata katastra vodova i stručne geodetske poslove za potrebe pružanja geodetskih usluga
  - 3 \* - tehničko vođenje katastra vodova
  - 3 \* - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja
  - 3 \* - izrada posebnih geodetskih podloga za potrebe projektiranja
  - 3 \* - izrada geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije
  - 3 \* - izrada geodetskoga projekta
  - 3 \* - iskolčenje građevina i izradu elaborata iskolčenja građevine
  - 3 \* - izrada geodetskog situacijskog nacрта izgrađene građevine
  - 3 \* - geodetsko praćenje građevine u gradnji i izrada elaborata geodetskog praćenja
  - 3 \* - praćenje pomaka građevine u njezinom održavanju i izrada elaborata geodetskog praćenja
  - 3 \* - geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru urbane komasacije
  - 3 \* - izrada projekta komasacije poljoprivrednog zemljišta i geodetski poslovi koji se obavljaju u okviru komasacije poljoprivrednog zemljišta
  - 3 \* - izrada posebnih geodetskih podloga za zaštićena i štućena područja
  - 3 \* - stručni nadzor nad:
  - 3 \* - - izradom elaborata katastra vodova i stručnih geodetskih poslova za potrebe pružanja geodetskih usluga
  - 3 \* - - tehničkim vođenjem katastra vodova
  - 3 \* - - izradom posebnih geodetskih podloga za potrebe izrade dokumenata i akata prostornog uređenja
  - 3 \* - - izradom posebnih geodetskih podloga za

D004, 2016-03-21 08:59:17

Stranica: 2 od 4

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

## IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

---

 SUBJEKT UPISA
 

---

## PREDMET POSLOVANJA:

- potrebe projektiranja
- 3 \* - - izradom geodetskih elaborata stanja građevine prije rekonstrukcije
  - 3 \* - - izradom geodetskoga projekta
  - 3 \* - - iskolčenjem građevina i izradom elaborata iskolčenja građevine
  - 3 \* - - izradom geodetskog situacijskog nacрта izgrađene građevine
  - 3 \* - - geodetskim praćenjem građevine u gradnji i izradom elaborata geodetskog praćenja
  - 3 \* - - praćenjem pomaka građevine u njezinom održavanju i izradom elaborata geodetskog praćenja
  - 3 \* - - izradom posebnih geodetskih podloga za zaštićena i štijećena područja
  - 3 \* - tehničko ispitivanje i analiza
  - 3 \* - energetsko certificiranje, energetski pregled zgrade i redoviti pregled sustava grijanja i sustava hlađenja ili klimatizacije u zgradi
  - 3 \* - istraživanje i razvoj u području graditeljstva, arhitekture i elektrotehnike i strojarstva
  - 3 \* - istraživanje i eksploatacija mineralnih sirovina
  - 3 \* - izrada projekta građenja rudarskih objekata i postrojenja
  - 3 \* - građenje ili izvođenje pojedinih radova na rudarskim objektima i postrojenjima
  - 3 \* - usluge informacijskog društva
  - 3 \* - djelatnost javnoga cestovnog prijevoza putnika ili tereta u unutarnjem cestovnom prometu
  - 3 \* - prijevoz putnika u unutarnjem cestovnom prometu
  - 3 \* - javni prijevoz putnika u međunarodnom linijskom cestovnom prometu
  - 3 \* - prijevoz tereta u unutarnjem i međunarodnom cestovnom prometu
  - 3 \* - prijevoz za vlastite potrebe
  - 3 \* - savjetovanje u vezi s poslovanjem i upravljanjem
  - 3 \* - promidžba (reklama i propaganda)
  - 3 \* - istraživanje tržišta i ispitivanje javnog mnijenja
  - 3 \* - organiziranje seminara, kongresa, savjetovanja
  - 3 \* - računalne i srodne djelatnosti
  - 3 \* - računovodstveni poslovi

## OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 SVEUČILIŠTE U ZAGREBU GRAĐEVINSKI FAKULTET, pod MBS: 080255190, upisan kod: Trgovački sud u Zagrebu, OIB: 62924153420  
Zagreb, fra Andrije Kačića Miošića 26

D004, 2016-03-21 08:59:17

Stranica: 3 od 4

REPUBLIKA HRVATSKA  
TRGOVAČKI SUD U ZAGREBU

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

OSNIVAČI/ČLANOVI DRUŠTVA:

- 1 - jedini osnivač d.o.o.

OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:

- 3 Danijela Jurić Kačunić, OIB: 12298392783  
Zagreb, Metalčeva ulica 1  
3 - direktor  
3 - zastupa društvo pojedinačno i samostalno odlukom člana društva od 17.07.2015. godine

TEMELJNI KAPITAL:

- 1 20.000,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

- 1 Izjava o osnivanju društva od 05.07.2010. godine  
3 Odredbe Izjave o osnivanju društva od 05.07.2010. godine promijenjene su Odlukom člana društva u članku 3. o predmetu poslovanja te je sastavljen pročišćeni tekst Izjave o osnivanju d.o.o. koji se dostavlja u zbirku isprava.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

	Predano	God.	Za razdoblje	Vrsta izvještaja
eu	27.02.15	2014	01.01.14 - 31.12.14	Izjava o neaktivnosti

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU	Tt	Datum	Naziv suda
0001	Tt-10/8922-2	04.08.2010	Trgovački sud u Zagrebu
0002	Tt-14/9467-2	24.04.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0003	Tt-15/21733-2	29.07.2015	Trgovački sud u Zagrebu
eu	/	07.03.2012	elektronički upis
eu	/	12.03.2013	elektronički upis
eu	/	26.02.2014	elektronički upis
eu	/	27.02.2015	elektronički upis

U Zagrebu, 21. ožujka 2016.

Ovlaštena osoba



## II. RJEŠENJE O IMENOVANJU VODITELJA STUDIJE



CENTAR  
GRAĐEVINSKOG  
FAKULTETA

CENTAR GRAĐEVINSKOG  
FAKULTETA d.o.o.  
za projektiranje i nadzor nad  
gradnjom  
Sveti Duh 129, 10000 Zagreb

Mob: 098 948 9568  
E-mail: danijela.juric.kacunic@grad.unizg.hr

OIB: 51108551424

KLASA: 325-01/19/241  
URBROJ: 374-1-2-20-10  
Zagreb, 8. 5.2020.

Na temelju čl. 51. "Zakona o gradnji" (NN 153/13, NN 20/17), te „Zakona o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostomom uređenju“ (NN 78/15, NN 114/18), donosi se:

### ODLUKA O IMENOVANJU VODITELJA STUDIJE

#### Društveni aspekti poplava

Imenujem doc.dr.sc. Damir Bekić, dipl.ing.građ., za voditelja studije Društveni aspekti poplava, KLASA: 325-01/19/241, URBROJ: 374-1-2-20-10, ugovorene dana 24. 4.2020., između HRVATSKIH VODA kao Naručitelja i Zajednice izvršitelja: Centar građevinskog fakulteta d.o.o. i Hidrokonzalt projektiranje d.o.o.

Voditelj studije iz prethodne točke, ovlašten je i dužan izraditi sljedeću tehničku dokumentaciju:

**PROJEKT:** Društveni aspekti poplava  
**VRSTA PROJEKTA:** Studija  
**BROJ PROJEKTA:** STU-24/2020

Suradnik doc.dr.sc. Damir Bekić, dipl.ing.građ. ispunjava uvjete za obavljanje poslova projektiranja. Ima položen stručni ispit i više od 15 godina radnog iskustva na poslovima hidrološko-hidrauličkog modeliranja otvorenih korita te je upisan u „Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva“ pod rednim brojem 3891, klasa: 102-02/14-01/85, urbroj: 500-00-14-2.

Zagreb, svibanj 2020.

Direktorica CENTRA GRAĐEVINSKOG FAKULTETA d.o.o.:

\_\_\_\_\_  
izv.prof.dr.sc. Danijela Jurić Kačunić, dipl.ing.građ.



### III. POTVRDA O UPISU U IMENIK OVLAŠTENIH INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA



#### REPUBLIKA HRVATSKA

HRVATSKA KOMORA  
INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA

10000 Zagreb, Ulica grada Vukovara 271

Klasa: 102-02/14-01/ 85  
Urbroj: 500-00-14-2  
Zagreb, 10. veljače 2014.

Hrvatska komora inženjera građevinarstva na temelju članka 159. Zakona o općem upravnom postupku ("Narodne novine", br. 47/09), po zahtjevu koji je podnio dr.sc. DAMIR BEKIĆ, dipl.ing.građ., ZAGREB, KAČIĆEVA 22, izdaje

#### POTVRDU

1. Uvidom u službenu evidenciju koju vodi Hrvatska komora inženjera građevinarstva razvidno je da je dr.sc. **DAMIR BEKIĆ**, dipl.ing.građ., ZAGREB, upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, s danom upisa **12.03.2007.** godine, pod rednim brojem **3891**, te je stekao pravo na uporabu strukovnog naziva "**ovlašteni inženjer građevinarstva**", zaposlen u: **SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, GRAĐEVINSKI FAKULTET, ZAGREB.**
2. Ova potvrda se može koristiti samo u svrhu dokazivanja da je imenovani član Hrvatske komore inženjera građevinarstva.
3. Naknada za administrativne troškove u iznosu od 35,00 kn ( slovima: trideset pet kuna) po Tar. br. 6. Odluke o iznosu naknade za administrativne troškove, uplaćena je u korist računa Hrvatske komore inženjera građevinarstva broj: 2360000-1102087559

Glavna tajnica  
Hrvatske komore inženjera građevinarstva

**Sunčana Rupić, dipl.iur.**

### III. PROJEKTNI ZADATAK

SPECIFIKACIJA USLUGA: DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA

## DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA

### UVOD

Poplave su prirodni fenomeni koji se rijetko pojavljuju i čije se pojave ne mogu izbjeći, ali se, poduzimanjem različitih preventivnih građevinskih i negrađevinskih mjera, rizici od poplavlivanja mogu smanjiti na prihvatljivu razinu. One su među opasnijim elementarnim nepogodama i na mnogim mjestima mogu uzrokovati gubitke ljudskih života, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i ekološke štete. Zbog prostranih brdsko-planinskih područja s visokim kišnim intenzitetima, širokih dolina nizinskih vodotoka, velikih gradova i vrijednih dobara na potencijalno ugroženim površinama, te zbog nedovoljno izgrađenih zaštitnih sustava, Hrvatska je prilično izložena poplavama.

S obzirom na to da je „poplavni rizik ili rizik od poplava“ definiran kao kombinacija vjerojatnosti poplavnog događaja i potencijalnih štetnih posljedica poplavnog događaja na zdravlje ljudi, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarsku aktivnost, jasno je da pitanje razine prihvatljivosti rizika od poplava više nije samo tehničke prirode, nego uključuje puno šire, društveno-ekonomske, socijalne i ekološke aspekte. To također znači da je uključivanje javnosti i dionika u izradu Plana upravljanja poplavnim rizicima već u ranoj fazi pripreme od presudne važnosti. Uključivanje javnosti u proces odlučivanja o definiranju prihvatljive razine rizika od poplava omogućava dugoročno stabilno okruženje u kojem je moguće provesti strateške projekte velikog opsega, čija implementacija obično traje duži niz godina i prelazi razdoblje jednog 6-godišnjeg planskog ciklusa definiranog prema Direktivi o procjeni i upravljanju rizicima od poplava.

Štetne posljedice poplava se uobičajeno dijele na:

- direktne i indirektne te
- (novčano) mjerljive i nemjerljive.

Do sada je, širom svijeta, napravljen veliki napredak u razvoju modela za procjenu direktnih novčano mjerljivih šteta na materijalnoj imovini. U takvu vrstu modela svrstava se i projekt NACER koji se u Republici Hrvatskoj koristio kao podloga za osnovne procjene, što je i razumljivo jer je upravljanje rizicima od poplava tradicionalno bilo vezano prvenstveno za tehničke inženjerske krugove. Na žalost, radi toga, vjerojatno najbitniji negativni aspekti poplava kao što su štetne posljedice poplava na zdravlje ljudi (stanovništvo) te društveno/demografsko/sociološke implikacije poplava ostale su neopravdano zanemarene i nedovoljno izučene. Ovim projektom, želi se smanjiti taj nelogični i neprihvatljivi nedostatak i to tako što će se pripremiti početna podloga za prihvatljiviju interpretaciju i uklapanje društvenih aspekata poplava u planove upravljanja rizicima od poplava i procjene rizika od poplava za druge potrebe kao što su na primjer studije izvodljivosti.

### CIJ

Unapređenje pouzdanosti i kvalitete procjene rizika od poplava pripremom: (a) podloge za pouzdanu i sveobuhvatnu analizu štetnih posljedica poplava na stanovništvo i (b) prijedloga interpretacije / kvantifikacije štetnih posljedica za potrebe procjena rizika od poplava.



---

## SPECIFIKACIJA USLUGA: DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA

---

### SVRHA

Stvaranje jasnog okvira za pouzdaniju procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo u mnogome doprinosi sveobuhvatnijem, uravnoteženijem te društveno prihvatljivijem sagledavanju rizika od poplava kako na planskom (nacionalnom) nivou tako i na projektnom nivou – studijama izvodljivosti. Osim toga, pouzdanijom kvantifikacijom, uključujući i financijsku/ekonomsku, nekih od štetnih posljedica na stanovništvo koje su do sada, uslijed nedostataka postojećih metoda, bile zanemarivane, svakako će se doprinijeti pouzdanijoj ocjeni odnosa troškova i koristi pojedinih varijantnih rješenja sustava za zaštitu od poplava.

### AKTIVNOSTI

Projektom treba procijeniti i prema mogućnostima valorizirati štetne posljedice poplava na stanovništvo. Pri tome, Projektom nije obuhvaćena procjena materijalnih šteta na imovini ali je obuhvaćena procjena potencijalne financijske/ekonomske štete uzrokovane štetnim posljedicama za zdravlje ljudi (troškovi liječenja, troškovi smještaja, gubitka radne sposobnosti i slično).

Projektom treba provesti slijedeće aktivnosti koje se odnose na procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo:

#### Utvrđivanje metodologije i plana istraživanja

Na osnovu dogovora s Naručiteljem, Izvršitelj će definirati plan aktivnosti te metode istraživanja uključujući pregled literature, ankete, radionice, sastanke, potrebne podatke i slično prema potrebi.

Naručitelj će Izvršitelju ustupiti sve trenutno dostupne podatke te pomoći, u skladu s objektivnim mogućnostima, u organiziranju sastanaka s odgovarajućim institucijama i u prikupljanju podataka.

Također, Izvršitelj će predvidjeti mjesečne sastanke s Naručiteljem kako bi se provela koordinacija i usmjeravanje aktivnosti.

Izvršitelj će u dogovoru s Naručiteljem sve navedene i ostale potrebne elemente istraživanja sažeti u izvješću „Plan istraživanja“ koji će biti podloga za nastavak rada na Projektu.

#### Pregled dosadašnjih istraživanja i informacija

Potrebno je napraviti pregled dostupnih i relevantnih:

- svjetskih istraživanja te njihovih rezultata koji se odnose na procjenu štetnih posljedica poplava na zdravlje ljudi i društvo u cjelini te određivanje prihvatljivog rizika od poplava
- podataka vezanih uz štetne posljedice zabilježenih poplava u Hrvatskoj i usporedivim državama
- metodologija istraživanja navedenih aspekata poplava
- ostalih iskustava (posljedice drugih vrsta katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo) koja se mogu primijeniti za potrebe ovog projekta
- primijenjenih parametara i modela za procjenu rizika od poplava te određivanje prihvatljivog rizika od poplava koji se mogu primijeniti za potrebe ovog Projekta

Rezultate ovih aktivnosti Izvršitelj će dostaviti u izvješću pod naslovom: „Pregled istraživanja i informacija o štetnom utjecaju poplava na stanovništvo“

## SPECIFIKACIJA USLUGA: DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA

Identifikacija mogućih štetnih posljedica te odabir najvažnijih rizika (identifikacija značajnih rizika - „screening“)

Potrebno je razmotriti moguće štetne utjecaje

- poplava,
- postupaka koji se provode prije, tijekom i nakon poplava

na fizičko i psihološko-socijalno zdravlje stanovništva, kao što je:

- direktna izloženost vodi
- panika
- unos zagađene vode u organizam
- upozorenje i evakuacija prije nastupanja poplave
- evakuacija tijekom poplave
- privremeni smještaj tijekom poplave
- prekid i promjena svakodnevnih aktivnosti i navika
- gubitak kućnih ljubimaca
- gubitak osobnih stvari s značajnom sentimentalnom vrijednošću te
- drugo, prema potrebi i mogućnosti

te njihov utjecaj na:

- neugodu, stres, šok,
- ozljede,
- druga fizička i psihička stanja,
- pojavu bolesti te
- pogoršanje kroničnih stanja,
- liječenja i pružanja drugih vrsta pomoći,
- gubitak radne sposobnosti
- gubitak života i
- ostalo

Pri tome treba voditi računa i o mjerljivim financijskim aspektima kao što su:

- troškovi liječenja,
- troškovi pružanja psihološke pomoći
- troškovi privremenog smještaja i
- drugo, prema potrebi i mogućnostima

a imajući u vidu različit utjecaj na grupe stanovništva:

- pojedinci – obitelji – šire zajednice (naselja, općine)
- često plavljena područja – područja koja nisu često plavljena
- djeca - odrasli - stariji
- razlike u prihodima/imovinskom stanju
- žene - muškarci
- ruralno - urbano stanovništvo
- pojedinci - obitelji s djecom
- obučeni - neobučeni za postupanje u poplavama
- drugo, prema potrebi i mogućnostima

## SPECIFIKACIJA USLUGA: DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA

Navedene aspekte štetnih posljedica je potrebno razmotriti i razvrstati po prioritetnom redoslijedu u svjetlu njihovog značaja, direktnih i indirektnih šteta, te mogućnosti mjerljivosti (rangiranja) kao i financijskog/ekonomskog iskazivanja.

U dogovoru s Naručiteljem, Izvršitelj će odabrati najznačajnije štetne posljedice i to tako:

- da se obuhvate zdravstveno, socijalno i društveno najznačajniji aspekti,
- da se obuhvate aspekti koji uzrokuju većinu financijske/ekonomske štete,
- da se dobije što pouzdanija ukupna slika štetnih posljedica
- da se stvori okvir/sustav koji bi se s vremenom mogao unapređivati, dorađivati i dopunjavati

Rezultate ove aktivnosti Izvršitelj će dostaviti u izvješću pod naslovom: „Identifikacija značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“.

#### Definiranje modela procjene najznačajnijih štetnih posljedica poplava

Potrebno je definirati modele procjene najznačajnijih štetnih posljedica na osnovu kojih bi se rezultati ovog istraživanja mogli primijeniti u sklopu:

- Planova upravljanja vodnim područjima, za područje cijele Hrvatske, s ograničenim skupom podataka
- Studija izvodljivosti, na manjim područjima te uz mogućnost prikupljanja podataka većeg stupnja razlučivosti

Model treba biti razvijen teorijski, a zatim prilagođen za primjenu u hrvatskim uvjetima, odnosno tako da se zasniva na prostorno distribuiranim podacima o stanovništvu i drugim podacima koji su Naručitelju na raspolaganju za Republiku Hrvatsku (statistički i drugi podaci po naseljima, županijama, općinama, demografski podaci, podaci HZZO-a i slično). Izvršitelj treba dati metodologiju te isporučiti potrebne podatke za izradu takve prostorne podloge (receptori rizika/izloženost i ranjivost).

Model treba omogućiti novčanu procjenu najvažnijih štetnih posljedica koje se mogu novčano iskazati te klasifikaciju i usporedbu najznačajnijih štetnih posljedica koje se ne mogu novčano iskazati.

Model treba pratiti i biti sukladan principima i sustavima procjene rizika uspostavljenim na nacionalnom i nivou Europske unije a prema:

- Zakonu o vodama
- Direktivi 2007/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2007. o procjeni i upravljanju rizicima od poplava
- Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management, SEC(2010) 1626 final

te da se može uspostaviti veza sa osnovnim standardnim terminima koji se koriste u upravljanju rizicima (izloženost, ugroženost, otpornost i slično). Model treba biti uspostavljen tako da se na osnovu njega, ukoliko su poznate karakteristike poplava (opasnosti) kao što su:

- prostorni obuhvat
- dubina
- brzina tečenja
- trajanje
- sezonalnost i
- slično

mogu procijeniti najznačajnije štetne posljedice na ljudsko zdravlje i društvo.

---

**SPECIFIKACIJA USLUGA: DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA**

---

Rezultate ovih aktivnosti Izvršitelj će prikazati u izvješću pod naslovom: „Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“. Podatke potrebne za izradu podloga modela, Izvršitelj će predati u elektronskom obliku na odgovarajućim medijima i u dogovorenim formatima.

#### Uspostava okvira za analizu prihvatljivosti rizika od poplava

Jedan od najvažnijih ali i najosjetljivijih i najnepoznatijih elemenata upravljanja rizicima od poplava je definiranje i određivanje društveno (ekonomski) prihvatljivog stupnja rizika od poplava. U sklopu ove aktivnosti provesti će se sa društvenog, odnosno, sociološkog stajališta:

- analiza postojećih pristupa definiranju prihvatljivog stupnja rizika
- napraviti pilot istraživanje na osnovu kojeg će se
  - dati okvirni prijedlog prihvatljivog rizika za pilot područja, uključujući i indikatore te
  - definirati smjernice i okvir za provođenje pouzdanijeg i sveobuhvatnijeg određivanja prihvatljivog rizika od poplava u budućnosti, za područje cijele države

Analize treba provesti imajući u vidu definiranje prihvatljivog rizika za:

- pojedinca te
- društvo u cjelini.

Pri određivanju pilot područja treba voditi računa o društvenim i sociološkim različitostima na području Hrvatske.

Rezultate ovih aktivnosti Izvršitelj će dostaviti u izvješću pod naslovom: „Okvir za analizu prihvatljivosti rizika od poplava“.

#### Definiranje prijedloga daljnjih aktivnosti

Prijedlog daljnjih aktivnosti je potrebno podijeliti u tri dijela:

- Prijedlog nastavka istraživanja koji bi imao za cilj nadopunu nepotpunih / manjkavih ili nedovoljno detaljnih podataka odnosno doradu / daljnji razvoj predloženih metodologija s prijedlogom institucija s kojima bi trebalo sklopiti sporazume o dugoročnoj suradnji (Državna uprava za zaštitu i spašavanje – Ministarstvo unutarnjih poslova, Državni zavod za statistiku, zavodi za javno zdravstvo i sl.)
- Prijedlog aktivnosti čijom bi se provedbom ublažile štetne posljedice poplava na stanovništvo i društvo u cjelini (rad s jedinicama lokalne samouprave, edukacija stanovništva, uvjeti stanovanja, evakuacijski protokoli i sl.).
- Prijedlog osnovnog koncepta komunikacijske strategije u cilju:
  - boljeg razumijevanja problema opasnosti i rizika od poplava, prilagodbe životu uz poplave), odnosno
  - aktivnijeg uključivanja javnosti u rješavanju problema i donošenju odluka u pitanjima upravljanja poplavnim rizicima.

Rezultate ovih aktivnosti Izvršitelj će dostaviti u izvješću pod naslovom: „Prijedlog daljnjih aktivnosti za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo“.

## SPECIFIKACIJA USLUGA: DRUŠTVENI ASPEKTI POPLAVA

### Ostalo

Nacrte svih Izvješća Izvršitelj treba predati Naručitelju 20 dana prije definiranog roka završetka u narednom poglavlju. Naručitelj će u roku od 10 dana od dana zaprimanja Nacrta izvješća dostaviti Izvršitelju komentare i naputke. Na osnovu komentara/naputaka Izvršitelj je dužan dovršiti i dostaviti Naručitelju izvješća u zadanom roku.

Sva izvješća Izvršitelj treba predati:

- u papirnatom obliku – u tri primjerka
- u elektronskom obliku – na tri medija (USB ili DVD ili CD u PDF i MS Office formatima)

Sve podatke Izvršitelj treba predati:

- u elektronskom obliku – na tri medija (USB ili DVD ili CD u formatu dogovorenom s Naručiteljem i s pratećim opisom podataka)

### Rok izrade i dinamika plaćanja

Rokovi pojedinih aktivnosti te dinamika plaćanja su definirani kako slijedi:

AKTIVNOST / IZVJEŠĆA	ROK ZAVRŠETKA (mjeseci od potpisa ugovora)	Plaćanje (%)
Plan istraživanja	2	20%
Konačno izvješće „Pregled istraživanja i informacija o štetnom utjecaju poplava na stanovništvo“	4	20%
Konačno izvješće „Identifikacija značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“	7	20%
Konačno izvješće: „Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“	11	20%
Konačno izvješće: „Okvir za analizu prihvatljivosti rizika od poplava“	12	10%
Konačno izvješće: „Prijedlog daljnjih aktivnosti za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo“	12	10%
<b>UKUPNO:</b>		<b>100%</b>

Plaćanje će se provesti nakon što Izvršitelj preda odgovarajuće izvješće i podatke.

## OKVIRNI VREMENSKI RASPORED

Red. br.	AKTIVNOST	Trajanje aktivnosti u mjesecima											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Utvrđivanje metodologije i plana istraživanja												
2	Pregled dosadašnjih istraživanja i informacija												
3	Identifikacija mogućih štetnih posljedica te odabir najvažnijih rizika (identifikacija značajnih rizika - „screening“)												
4	Definiranje modela procjene najznačajnijih štetnih posljedica poplava												
5	Uspostava okvira za analizu prihvatljivosti rizika od poplava												
6	Definiranje prijedloga daljnjih aktivnosti												

## 2 UVOD

## 2.1 Općenito

Poplave su prirodni fenomeni čije se pojave ne mogu izbjeći. Spadaju u jedne od najučestalijih, i u Republici Hrvatskoj jedne od najopasnijih, elementarnih nepogoda. Prema Zakonu o vodama (NN 66/19) članku 4. poplava je definirana kao „*privremena pokrivenost vodom zemljišta, koje obično nije prekriveno vodom, uzrokovana izlivanjem rijeka, bujica, privremenih vodotoka, jezera i nakupljanja leda, kao i morske vode u priobalnim područjima i suvišnim podzemnim vodama*“. Poplave potencijalno ugrožavaju oko 15% državnog kopnenog teritorija Republike Hrvatske koja je zbog geografskog prostora u kojem se nalazi, kulturnih dobara i nedovoljno izgrađenih zaštitnih sustava u velikoj mjeri ranjiva od poplava.

U Republici Hrvatskoj razvijena je NACER metodologija za procjenu direktnih novčano mjerljivih štetnih posljedica na materijalnoj imovini. Metodologija se temelji na CORINE land cover bazi podataka i na podatcima raspoloživim u Republici Hrvatskoj. NACER metodologija ne razmatra potencijalne štetne posljedice poplava na zdravlje ljudi (stanovništvo) te društveno/demografske/sociološke implikacije poplava. Predmet ovog projekta je procjena i kvantifikacija potencijalnih štetnih posljedica poplava na stanovništvo te uklapanje društvenih aspekata poplava u planove upravljanja rizicima od poplava i procjene rizika od poplava.

Konačno izvješće izrađeno je objedinjavanjem svih pojedinačnih izvješća koja su predavana za vrijeme trajanja projekta.

### 2.1.1 CILJ PROJEKTA

Cilj projekta „Društveni aspekti poplava“ je unaprjeđenje pouzdanosti i kvalitete procjene rizika od poplava, a koji će se ostvariti pripremom:

- Podloge za pouzdanu i sveobuhvatnu analizu štetnih posljedica poplava na stanovništvo.
- Prijedloga interpretacije/kvantifikacije štetnih posljedica za potrebe procjene rizika od poplava.

### 2.1.2 SVRHA PROJEKTA

Svrha projekta je doprinos sveobuhvatnijem, uravnoteženijem te društveno prihvatljivijem sagledavanju rizika od poplava na planskom (nacionalnom) i na projektnom (studije izvodljivosti) nivou. Također, pouzdanijom kvantifikacijom, do sada zanemarenih štetnih posljedica, doprinijet će se pouzdanijoj ocjeni odnosa troškova i koristi pojedinih varijantnih rješenja sustava za zaštitu od poplava.



## 2.2 Pristupi definiranju mjera upravljanja rizicima od poplava

U uvodnom cijelu daje se načelno razmatranje uklapanje rezultata ovog projekta u širu sliku pristupa za definiranje mjera upravljanja rizicima od poplava.

Postupci za definiranje mjera upravljanja rizicima od poplava i utjecaj na stanovništvo mogu se grupirati:

- Prema razini mjera upravljanja rizicima od poplava:
  - (Prevention) Mjere planiranja (edukacija, prostorno planiranje, FRMP, dionici)
  - (Preparedness) Mjere prije poplavnog događaja (sustav ranog uzbunjivanja, evakuacija)
  - (Response) Mjere za vrijeme događaja (zaštita osjetljive infrastrukture, skloništa)
  - (Recovery) Mjere nakon događaja
- Prema prostornom obuhvatu posljedica
  - Na području sliva
  - Izvan sliva (štete na cestovnoj infrastrukturi)
- Prema vremenskom obuhvatu mjera i posljedica
  - Različit je po razinama.
  - Strategije upravljanja rizicima od poplava trebaju ulagati sredstva u sve 4 razine (planske mjere i mjere za vrijeme poplavnog događaja).

## 3 METODOLOGIJA I PLAN ISTRAŽIVANJA

## 3.1 Rizik od poplava

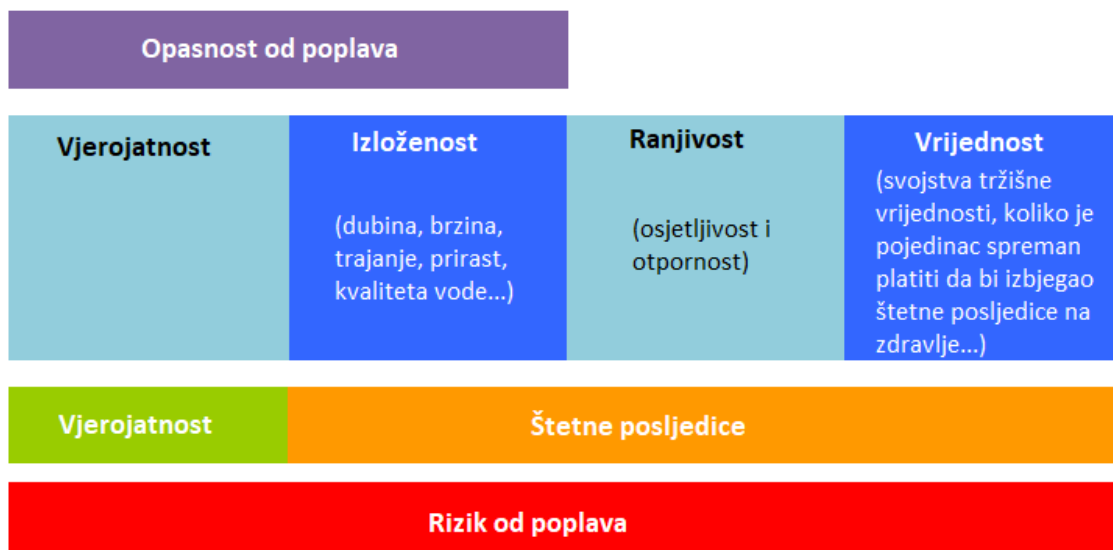
Poplave spadaju u jedne od najučestalijih elementarnih nepogoda čije se pojave ne mogu izbjeći. Štetne posljedice poplava su višestruke, a mogu prouzročiti gubitke ljudskih života, raseljavanje stanovništva, štetu za okoliš te ozbiljno ugroziti gospodarski razvoj i narušiti ekonomske aktivnosti.<sup>1</sup> Određene ljudske aktivnosti i klimatske promjene doprinose povećanju vjerojatnosti pojave poplava te štetnih posljedica uslijed poplavnih događaja.

Upravljanje rizicima od poplavama tradicionalno se odnosi na "obranu od poplava". *Obrana od poplava* nikada nije apsolutna. Tehnički nije izvedivo niti je ekonomski opravdano braniti od poplave sve objekte. Stoga se koristi pristup temeljen na riziku kako bi se postigli najbolji mogući učinci koristeći raspoložive resurse. Upravljanje rizicima od poplavama treba nastojati ograničiti poplavni rizik, ali ne pod svaku cijenu. Troškovi trebaju biti opravdani u usporedbi s očekivanim koristima.

Rizik od poplava definiran je kao „kombinacija vjerojatnosti poplavnog događaja i potencijalnih štetnih posljedica poplavnog događaja za život, zdravlje i imovinu ljudi, okoliš, kulturno naslijeđe i gospodarsku aktivnost“ (Zakon o vodama NN 66/19, Članak 4, Direktiva 2007/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2007. o procjeni i upravljanju rizicima od poplava). Slika 3.1 prikazuje osnovne komponente rizika od poplava.

Rizik od poplava ili poplavni rizik definira se kao kombinacija vjerojatnosti poplavnog događaja i potencijalnih štetnih posljedica (Slika 3.1). Potencijalne **štetne posljedice** od poplava na društvo, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarske aktivnosti definiraju se preko tri komponente:

- A. Izloženost
- B. Ugroženost
- C. Ranjivost
- D. Vrijednost

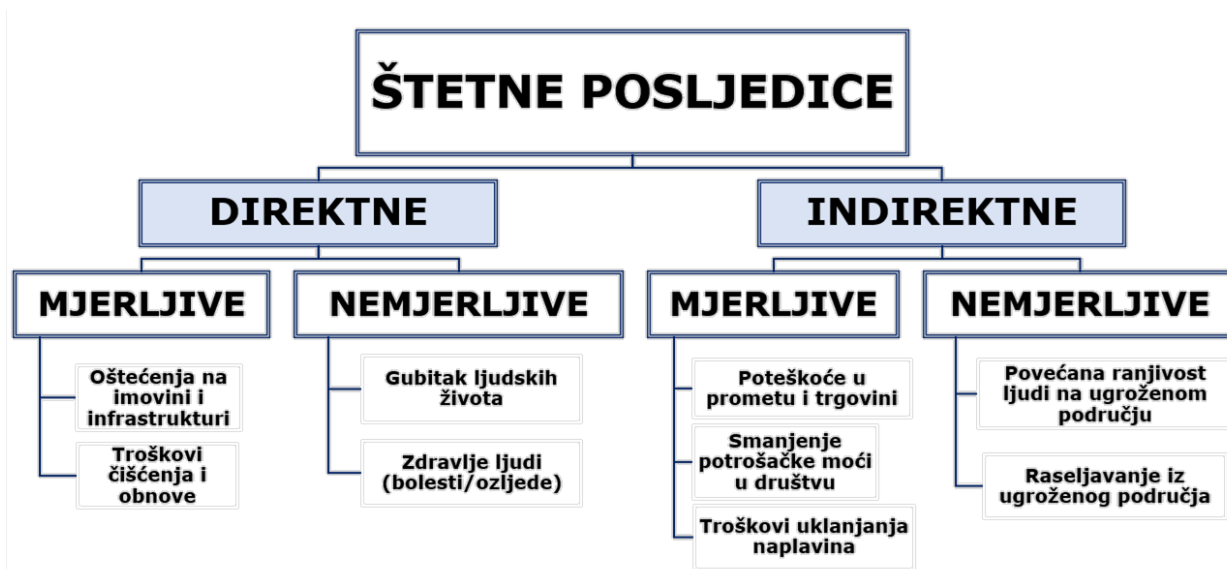


Slika 3.1 Komponente rizika od poplava (ARCADIS, 2012)

<sup>1</sup> Izvor: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=CELEX%3A32007L0060>

### 3.1.1 ŠTETNE POSLJEDICE

Mogu se podijeliti na direktne i indirektne te mjerljive i nemjerljive štetne posljedice (ARCADIS, 2012).



Slika 3.2 Podjela štetnih posljedica poplava (Smith and Ward, 1998)

Napravljen je početni pregled svjetskih istraživanja i informacija o štetnim posljedicama poplava na stanovništvo te za određivanje prihvatljivog rizika od poplava. Sakupljeni su podatci vezani uz štetne posljedice zabilježenih poplava u Hrvatskoj i usporedivim državama, metodologije istraživanja navedenih aspekata poplava, posljedice drugih vrsta katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo te primijenjeni parametri i modeli za procjenu rizika od poplava i određivanje prihvatljivog rizika od poplava.

Pregledana literatura raspodijeljena je u šest skupina:

- Zdravlje (bolesti/ozljede uzrokovane postupcima prije, tijekom i nakon poplava; indikatori za određivanje ranjivosti stanovništva)
- Društvo (indikatori za određivanje ranjivosti društva)
- Modeli (pristupi za procjenu broja ozlijeđenih i smrtno stradalih; indeksi ranjivosti; pristupi za procjenu vrijednosti spriječene ozljede ili smrtnog slučaja)
- Druge katastrofe (uragani, toplinski udari, cunamiji, potresi, terorizam)
- Poplave (pregled poplava u Europi; poseban naglasak na poplave u Republici Hrvatskoj te u Bosni i Hercegovini)
- Prihvatljiv rizik (pristupi za određivanje prihvatljivog rizika od poplava)

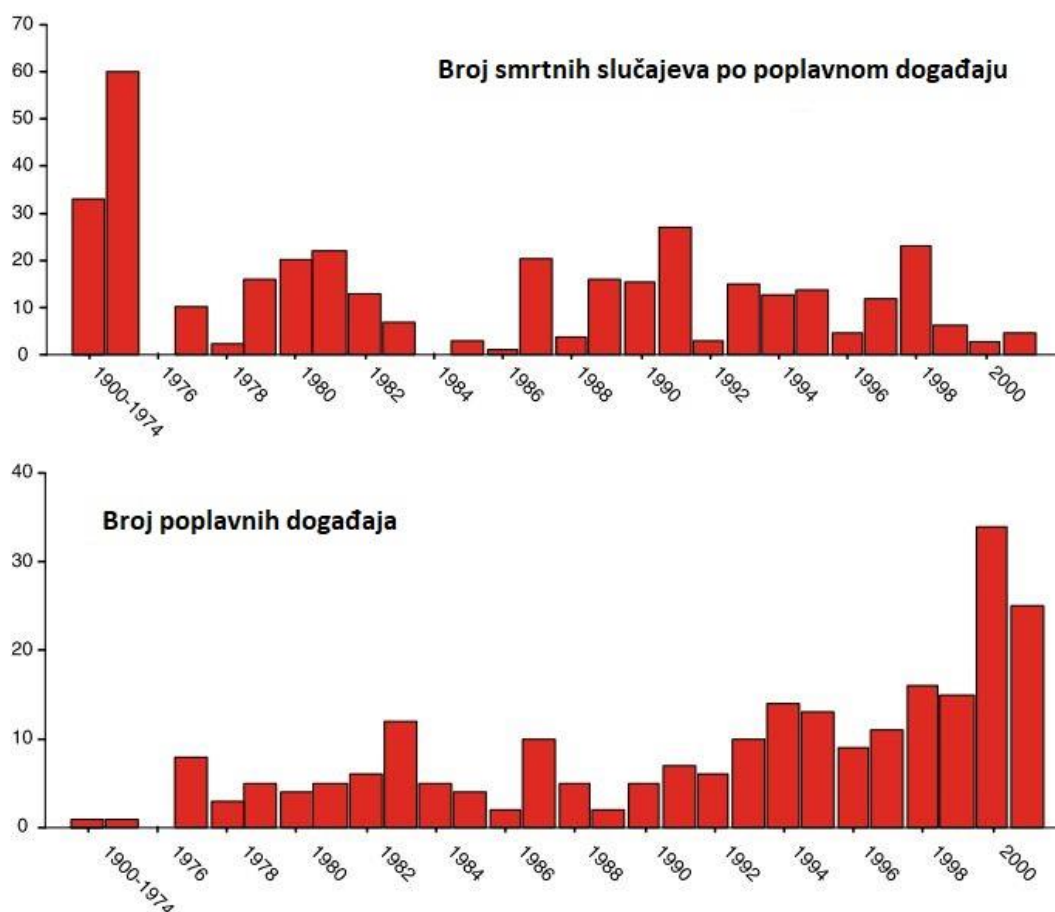
Prema (ARCADIS, 2012) komponente štetnih posljedica su izloženost, ranjivost i vrijednost. Parametri koje je potrebno razmotriti i identificirati pri definiranju modela za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo, prema literaturi, mogu se razvrstati u tri različite skupine, a to su hidraulički indikatori, indikatori prostorne ranjivosti te indikatori društvene ranjivosti. Navedene parametre moguće je svrstati u komponente rizika od poplava (Slika 3.1). Hidraulički indikatori i indikatori prostorne ranjivosti spadaju u izloženost, a indikatori društvene ranjivosti u ranjivost.

Identifikacija značajnijih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo predstavlja važan korak za definiranje modela za procjenu štetnih utjecaja poplava na stanovništvo. Prilikom identifikacije

štetnih posljedica treba razmotriti kako određeni postupci prije, tijekom i nakon poplavnog događaja mogu utjecati na zdravlje ljudi i društvo.

Identifikacija i odabir najznačajnijih štetnih posljedica provest će se na način:

- da se obuhvate zdravstveno, socijalno i društveno najznačajniji aspekti
- da se obuhvate aspekti koji uzrokuju većinu financijske/ekonomske štete
- da se dobije što pouzdanija ukupna slika štetnih posljedica
- da se stvori okvir/sustav koji bi se s vremenom mogao unapređivati, dorađivati i dopunjavati



Slika 3.3 Broj poplavnih događaja i smrtnih slučajeva uslijed poplava u Europi<sup>2</sup>

Iako je broj smrtnih slučajeva po poplavnom događaju u padajućem trendu, štetni utjecaj poplava na zdravlje ljudi je značajan te ih je potrebno uzeti u obzir pri određivanju rizika od poplava.

### 3.1.2 RAZLIČITOST PRISTUPA

Studija (Meyer and Messner, 2005) usporedila je pristupe definiranju štetnih posljedica na ljudsko zdravlje u nekoliko EU članica:

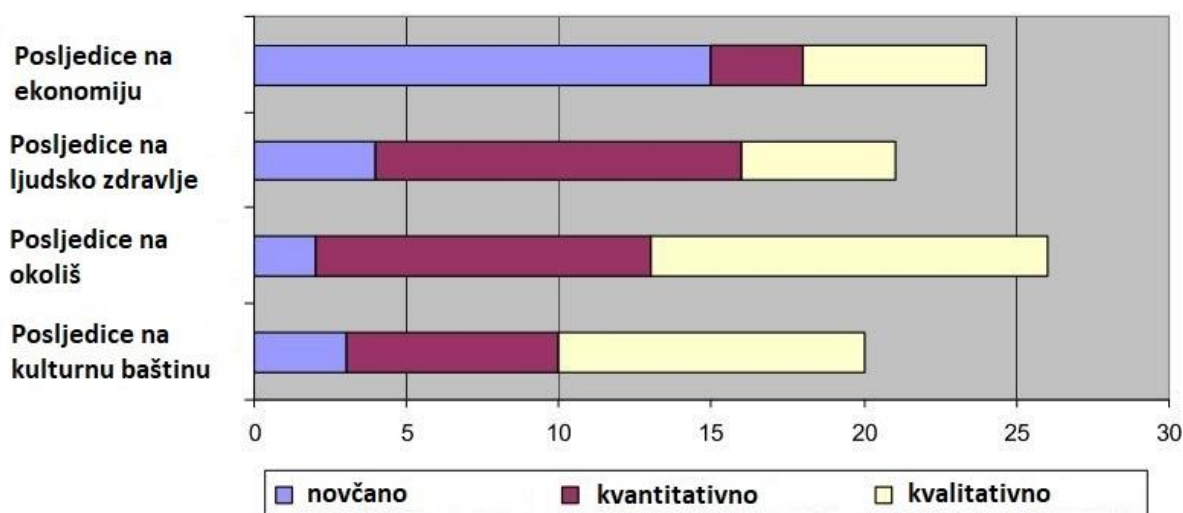
- U Engleskoj na mikro razini, posljedice se procjenjuju pomoću indeksa društvene ranjivosti na poplave (SFVI), a koji predstavlja mjeru za određivanje sposobnosti stanovništva da se nosi s poplavnim događajima. Indeks uključuje indikatore ranjivih skupina i pojedinaca (starije

<sup>2</sup> Izvor: <https://www.who.int/>

stanovništvo, samohrani roditelji, osobe s zdravstvenim poteškoćama i financijskim problemima).

- Nizozemska i Njemačka do 2005. godine nisu davale procjenu štetnih posljedica na ljudsko zdravlje, već su se štetne posljedice na društvo (broj ugroženog stanovništva) izražavale kvantitativno.
- Republika Češka do 2005. godine štetne posljedice poplava na društvo izražavala je kvantitativno. Nakon 2005. godine planirana je monetizacija štetnih posljedica na zdravlje ljudi koristeći metodu statističke analize podataka o zdravstvenom osiguranju od osiguravajućih kuća u razdoblju od 2000. do 2004. godine.

Šarolikost pristupa na razini EU članica može se vidjeti iz pregleda ARCADIS, 2012 (Slika 3.4).



Slika 3.4 Pristupi u procjeni poplavnih šteta u EU državama (2012) (ARCADIS, 2012)

Početni pregled literature pokazuje široki spektar definiranja komponenata potencijalnih štetnih posljedica od poplava:

- A. Komponente izloženosti
  - Ne koriste se hidraulički indikatori
  - Koriste se hidraulički indikatori i indikatori prostorne izloženosti
- B. Komponente ugroženosti
- C. Komponente ranjivosti
  - Koriste se samo dob i zdravlje stanovništva
  - Koriste se brojni indikatori (dob, spol, rasa, nacionalnost, obiteljska struktura, obrazovanje, bolesti...)
- D. Komponente vrijednosti
  - Pristupi koji daju kvantitativnu procjenu
  - Pristupi koji daju novčanu procjenu

### 3.1.3 (A) IZLOŽENOST

Podaci o izloženosti, kao jednoj od komponenti rizika od poplava, predstavljaju korisne informacije pri donošenju odluka za upravljanje rizicima od poplava. Prema (ARCADIS, 2012), modeli koji uključuju izloženost kao komponentu procjene rizika u obzir uzimaju sljedeće indikatore:

- Dubina vode
- Brzina vode
- Brzina rasta poplavnog vala
- Kvaliteta vode

Usporedba indikatora izloženosti kod dvije metodologije prikazana je tablično (Tablica 3.1).

Tablica 3.1 Usporedba indikatora izloženosti za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju

Indikatori izloženosti	Defra (2003)	IZVRS (2014)
Dubina vode	+	-
Brzina	+	-
Brzina napredovanja i sustav upozorenja	+	-
Trajanje poplavnog događaja	-	-
Naplavine	+	-
Tip poplavne vode (riječna/morska)	-	-

### 3.1.4 (B) UGROŽENOST

Dodatni poželjni indikatori za određivanje potencijalnih štetnih posljedica na stanovništvo je ugroženost stanovništva na poplave, a koji prvenstveno ovisi o četiri faktora (HR Wallingford, 2006):

- Sustav upozorenja i brzina napredovanja poplavnog vala
- Karakteristike poplavnog područja (tip objekata, prisutnost parkova,..)

Usporedba indikatora ugroženosti kod dvije metodologije prikazana je tablično (Tablica 3.2).

Tablica 3.2 Usporedba indikatora ugroženosti za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju

Indikatori ugroženosti	Defra (2003)	IZVRS (2014)
Sustav upozorenja i brzina napredovanja poplavnog vala	+	-
Karakteristike poplavnog područja (mogućnosti evakuacije, tip objekata, prometna povezanost)	+	-
Udaljenost od izvora poplave	+	-
Gustoća prometnica	-	+

### 3.1.5 (C) RANJIVOST

Broj, količina i vrste karakteristika stanovništva koje se razmatraju pri definiranju društvene ranjivosti najviše ovise o predmetnom području i dostupnosti podataka. Pregledom literature uočen je široki raspon i veliki broj promatranih karakteristika. Za identifikaciju štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje posebnu pozornost treba posvetiti identifikaciji ranjive populacije. Ranjivom populacijom se najčešće smatra starije stanovništvo, kronični bolesnici, djeca, stanovništvo ženskog spola te nepokretno stanovništvo.

Najčešće karakteristike koje se sagledavaju pri definiranju društvene ranjivosti na poplave su:

- Sposobnost ljudi (pojedince/zajednice) da se kratkoročno nose sa štetnim posljedicama te da se dugoročno prilagođavaju istim
- Demografske karakteristike (dob, spol, rasa, nacionalnost, obiteljska struktura, obrazovanje...)
- Zdravlje (stres, bolesti, smrtnost...)
- Posjedovanje zemljišta (vlasnik, iznajmljivač, bespravno naseljen)
- Percepcija rizika (svijest, prethodno iskustvo, poznavanje mjera zaštite od poplava, odbijanje/prihvatanje rizika, povjerenje u službene osobe)

U nastavku je dana usporedba dviju metodologija koje daju procjenu smrtnih slučajeva i ozljeda kao direktnih štetnih posljedica na stanovništvo (Tablica 3.3).

Tablica 3.3 Usporedba indikatora ranjivosti za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju

Indikator	Defra (2003)	IZVRS (2014)
Stanovništvo starije od 75 godina	+	-
Kronični bolesnici	+	-
Nepokretni, nemoćni	+	-
Stanovništvo s prebivalištem i boravištem	-	+
Broj zaposlenih	-	+
Broj djece u vrtićima, učenika u osnovnim i srednjim školama te studenata na fakultetima	-	+
Broj pacijenata u bolnicama	-	+

Pregledom literature može se uočiti da je najviše pažnje usmjereno na definiranje indikatora društvene ranjivosti. Tablično je dan prikaz različitih indeksa ranjivosti (Tablica 3.4) koji se koriste za definiranje društvene ranjivosti.

Tablica 3.4 Indeksi ranjivosti

Indeks	Naziv
SoVI	Social Vulnerability Index
SFVI	Social Flood Vulnerability Index
FVI	Flood Vulnerability Index
RV	Rural Vulnerability to floods

### 3.1.6 (D) VRIJEDNOST

Prema (AMEC Environment & Infrastructure UK Ltd, 2011) postoje razni pristupi za procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje (Tablica 3.5). Ne postoji najprikladniji pristup za procjenu štetnih utjecaja već različiti pristupi mogu biti prikladni s obzirom na specifičnost utjecaja na zdravlje.

Tablica 3.5 Prikaz pristupa za procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje

Pristup	Način iskazivanja	
	Kvantitativno	Novčano
Quality Adjusted Life Years (QALY)	+	-
Disability Adjusted Life Years (DALY)	+	-
Health Life Years (HLY)	+	-
Cost of Illness (COI)	-	+
Value of Statistical Life (VSL)	-	+
Value of Life Year Lost (VLYL)	-	+
Willingness to pay (WTP)	-	+
Statistička analiza podataka osiguravajućih kuća	-	+

Tablica 3.6 Usporedba vrijednosti spriječenog smrtnog slučaja i spriječene ozljede za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju i Sloveniju

Metoda	Defra (2003)	IZVRS (2014)
Spriječen smrtni slučaj [€/po smrtnom slučaju]	-	€ 3.610.000
Spriječena ozljeda [€/po ozljedi]	-	€ 48.600

Metodologija za procjenu štetnih posljedica poplava razvijena za Republiku Sloveniju daje vrijednosti spriječenog smrtnog slučaja ili ozljede koja je dobivena prema (Bockarjova, Rietveld and Verhoef,



2012). Vrijednost spriječenog smrtnog slučaja ili ozljede koja se uzima za metodologiju razvijenu za Veliku Britaniju, pregledom literature, nije pronađena.

Kao odabir pristupa za monetizaciju štetnih posljedica na ljudsko zdravlje ne preporuča se pristup Republike Češke koja primjenjuje metodu statističke analize podataka o zdravstvenom osiguranju od osiguravajućih kuća u razdoblju od 2000. do 2004. godine.

### 3.1.7 MODELI

Štetni utjecaji poplava na zdravlje stanovništva predstavljaju jedne od najvećih i najznačajnijih posljedica poplavnih događaja. Unatoč tome, metode za procjenu broja žrtava uslijed poplavnih događaja nisu brojne (Jonkman, van Gelder and Vrijling, 2002) [82]. Pregledani su rezultati svjetskih istraživanja primijenjenih modela za procjenu rizika od poplava. U nastavku je dan pregled metoda te uključenost komponenata procjene rizika od poplava (Tablica 3.7).

Tablica 3.7 Prikaz uključenih komponenti rizika od poplava po razvijenim metodama

Metoda	Vjerojatnost	Izloženost (A)	Ugroženost (B) + Ranjivost (C)	Vrijednost (D)
Waarts (1992)	+	+	-	-
Standardna metoda (HKV, 2000)	?	+	-	-
TNO	+	+	-	-
Jonkman	?	+	-	-
Brown, Graham	?	+	-	-
DeKay, McClelland	?	+	-	-
Graham	?	+	-	-
Rescdam, Reiter	?-	+	-	-
Abt, Witley, Taylor	?	+	-	-
Lind, Hartford	?	+	-	-
Green, FHRC	?	+	-	-
BC Hydro	?	+	-	-
BC Hydro Life Safety Model	?	+	-	-
Poldevac	?	+	-	-
<b>Defra (2003) [69] [70]</b>	+	+	+	?
<b>IZVRS (2014) [127]</b>	+	-	+	+
<b>Flood vulnerability indeks (FVI) [16] [25]</b>	?	+	+	-

Prema izloženom (Tablica 3.7) može se uočiti da se za određivanje rizika od poplava najčešće koriste sljedeće kombinacije komponenti rizika od poplava:

- Vjerojatnost + Izloženost(A)
- Izloženost(A)
- Vjerojatnost + Izloženost (A) + Ugroženost (B) + Ranjivost (C)
- Vjerojatnost + Ugroženost (B) + Ranjivost (C)

Metode za procjenu rizika od poplave razvijene na prijelazu iz 20. u 21. stoljeće koristile su uglavnom samo izloženost (A) na području (hidrauličke indikatore, indikatore prostorne izloženosti). Uglavnom su razvijene za procjenu broja žrtava uslijed puknuća nasipa ili puknuća brana. Metode koje su razvijene za procjenu broja žrtava uslijed obalnih i riječnih poplava kalibrirane su na temelju podataka poplavnog događaja u Nizozemskoj iz 1953. godine kada se uslijed puknuća nasipa utopilo više od 1800 ljudi. Pregled metoda dan je tablično (Tablica 3.8).

Tablica 3.8 Metode razvijenih na prijelazu iz 20. u 21. stoljeće (Jonkman, van Gelder and Vrijling, 2002)

Metoda	Primjena	Dubina vode	Brzina vode	Brzina porasta	Vrijeme evakuacije
Waarts (1992)	Puknuće nasipa	+			
Standardna metoda (HKV, 2000)	Puknuće nasipa	+		+	
TNO	Puknuće nasipa	+	+	+	+
Jonkman	Puknuće nasipa	+	+	+	+
Brown, Graham	Puknuće brane				+
DeKay, McClelland	Puknuće brane				+
Graham	Puknuće brane	+	+		+
Rescdam, Reiter	Puknuće brane	+	+		+
Abt, Wiltner, Taylor	Općenito	+	+		
Lind, Hartford	Općenito	+	+		
Green, FHRC	Općenito	+	+		
BC Hydro	Puknuće brane	+			+
BC Hydro Life Safety Model	Puknuće brane	+	+	+	+
Poldevac	Puknuće nasipa				+

## 3.2 Metode istraživanja

### 3.2.1 PREGLED LITERATURE

Pregled literature obuhvaća pregled i analizu 180 relevantnih znanstvenih članaka, izvještaja, disertacija, radnih dokumenata vezanih za:

- istraživanja/metode/parametre za procjenu štetnih posljedica poplava na zdravlje
- istraživanja/metode/parametre za procjenu štetnih posljedica poplava na društvo
- primijenjene parametre i modele za procjenu štetnih posljedica
- istraživanja procjene štetnih posljedica drugih vrsta katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo
- podatke vezane uz štetne posljedice zabilježenih poplava u Hrvatskoj i usporedivim državama
- postojeće pristupa za određivanje prihvatljivog rizika od poplava

Više od 60% prikupljene i pregledane literature objavljeno je u zadnjih 10 godina, a ostatak literature većinom je objavljen u razdoblju od 2000. do 2009. godine. Najviše pregledane literature objavljeno je 2008. godine.

Pregledom prikupljene literature utvrđeno je da su gore navedene teme aktualne u Nizozemskoj, Velikoj Britaniji, Njemačkoj, Sloveniji, Sjedinjenim Američkim Državama, Australiji, Kanadi, Japanu, Kini, Tajvanu. U objavi literature vezane za parametre i modele za procjenu štetnih posljedica prevladavaju Nizozemska i Velika Britanija.

### 3.2.2 METODA ANALIZE

Metoda analize je postupak znanstvenog istraživanja i objašnjenja putem raščlanjivanja složenih pojmova, sudova i zaključaka na njihove jednostavnije sastavne dijelove i elemente te izučavanje svakog elementa za sebe te u odnosu na druge elemente, odnosno cjelinu.

Metoda analize primijenit će se na točku 2. iz gantograma aktivnosti „Pregled istraživanja i informacija o štetnom utjecaju poplava na stanovništvo“, točku 3. iz gantograma aktivnosti „Identifikacija značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“ te točku 4. iz gantograma aktivnosti „Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“.

Pregledom dostupnih i relevantnih istraživanja i informacija analizirat će se rezultati svjetskih istraživanja na procjenu štetnih posljedica poplava, podatci vezani uz štetne posljedice u Hrvatskoj i u usporedivim državama, štetne posljedice drugih katastrofa te primijenjeni parametri i modeli za procjenu rizika od poplava i za određivanje prihvatljivog rizika.

Također, provest će se analiza mogućih štetnih utjecaja poplava i postupaka koji se provode prije, tijekom i nakon poplava na tjelesno i psihološko-socijalno zdravlje stanovništva te analiza parametara i komponenti modela za procjenu štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo.

### 3.2.3 METODA KLASIFIKACIJE

Metoda klasifikacije je najstarija i najjednostavnija metoda. Klasificiranje se može definirati kao postupak određivanja mjesta nekog pojma u sustavu pojmova, odnosno kao određivanje pojmova o nekom području stvari ili pojava.

Metoda klasifikacije primijenit će se na točku 3. iz gantograma aktivnosti „Identifikacija značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“ te točku 4. iz gantograma aktivnosti „Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“.

Aspekte mogućih štetnih posljedica poplava i postupaka koji se provode prije, tijekom i nakon poplava na tjelesno i psihološko-socijalno zdravlje stanovništva potrebno je razmotriti i klasificirati po prioritetnom redoslijedu s obzirom na njihovo značenje, da li se radi i direktnim ili indirektnim štetnim posljedicama, na mogućnost mjerljivosti te financijskog/ekonomskog iskazivanja.

Model, osim što treba omogućiti novčanu procjenu štetnih posljedica koje se mogu novčano iskazati, treba omogućiti i klasifikaciju i usporedbu najznačajnijih štetnih posljedica koje se ne mogu novčano izraziti.

### 3.2.4 STATISTIČKA METODA

Statistička metoda je jedna od najznačajnijih znanstvenih metoda. Smatra se i općom metodom znanstvenih istraživanja u svim znanstvenim područjima, posebno u područjima društvenih i humanističkih znanosti.

Statistička metoda primijenit će se na točku 4. iz gantograma aktivnosti „Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“.

Model utjecaja poplavnih šteta na stanovništvo koji je primjenjiv za Republiku Hrvatsku i njen kontekst zasnivat će se na prostorno distribuiranim podacima. Za razvoj modela potrebno je napraviti statističku obradu podataka o stanovništvu te ostalih podataka po naseljima, županijama, općinama, demografskih podataka, podataka Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo i slično.

### 3.2.5 METODA MODELIRANJA

Metoda modeliranja je sistematski istraživački postupak pomoću kojega se izrađuje model koji može zamijeniti stvarnu pojavu te kojeg možemo istraživati eksperimentalno ili simulacijom. To je postupak koji može prenositi dobivene podatke s modela na realnu pojavu. Cilj metode modeliranja je da se što točnije spoznaju određeni postupci i pojave.

Metoda modeliranja primijenit će se na točku 4. iz gantograma aktivnosti „Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo“.

Model koji će omogućiti novčanu procjenu štetnih posljedica koje se mogu novčano iskazati treba razviti teorijski, a zatim ga prilagoditi primjeni u hrvatskim uvjetima. Model se treba zasnivati na prostorno distribuiranim podacima o stanovništvu te statističkim i drugim podacima po naseljima, županijama, općinama i slično.

### 3.2.6 METODA INTERVJUIRANJA

Metoda intervjuiranja se često prakticira u gotovo svim poljima znanosti. Intervju predstavlja usmenu anketu.

Metoda intervjuiranja primjenjivat će se na točku 5. iz gantograma aktivnosti „Okvir za analizu prihvatljivosti rizika od poplava“.

Intervjuom će se prikupiti podatci i informacije o stavovima i mišljenjima ispitanika da bi se definirao i odredio društveno (ekonomski) prihvatljivi stupanj rizika od poplava.

## 3.3 Metodologija

### 3.3.1 METODOLOGIJA ZA PROCJENU ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA STANOVNIŠTVO

U Republici Hrvatskoj razvijena je NACER metodologija za procjenu direktnih novčano mjerljivih štetnih posljedica na materijalnoj imovini. NACER metodologijom se ne uzimaju u obzir štetne posljedice poplava na zdravlje ljudi (stanovništvo) te društveno/demografske/sociološke implikacije poplava. Kroz projekt „Društveni aspekti poplava“ potrebno je razviti novi model utjecaja poplavnih šteta na stanovništvo koji je primjenjiv za Republiku Hrvatsku i njen kontekst. Model treba omogućiti novčanu procjenu najvažnijih štetnih posljedica. Modelom će se dati i klasifikacija i usporedba štetnih posljedica koje se ne mogu novčano izraziti.

Model za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo definirat će se preko tri skupine parametara: hidraulički indikatori, indikatori prostorne ranjivosti te indikatori društvene ranjivosti. Ulazni parametri za model po skupinama definirat će se s obzirom na dostupnost podataka za Republiku Hrvatsku. Model će se izraditi na mikro razini (razina naselja), a zatim primijeniti na mezo razinu (općine) (Slika 3.5). Odabrana pilot područja za definiranje modela za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo su Bregana, područje sliva Krapine te Varaždin (Slika 3.5). Pri izradi modela u obzir će se uzeti naselja različitih karakteristika (blizina vodotoka, cestovna infrastruktura/povezanost, škole, vrtići, blizina zdravstvenih ustanova, vatrogasaca i slično) da bi se što pouzdanije i kvalitetnije definirala procjena rizika od poplava.

a) Prikaz pilot područja (mikro razina)



b) Prikaz općina (mezo razina)



Slika 3.5 Prijedlog pilot područja (mikro razina) za definiranje modela za testiranje modela procjene štetnih posljedica poplava na stanovništvo

### 3.3.2 METODOLOGIJA ZA DEFINIRANJE PRIHVATLJIVOG RIZIKA

U inicijalnoj fazi projekta dvije polazne osnovne teme/pojma sa sociologijskog motrišta čine nam se nezaobilaznim. To su: „skupine (poplavama) ugroženih“ i „prihvatljivi rizik od poplava“. Ovdje ćemo ih samo ukratko navesti:

1. Skupine (poplavama) ugroženih su:
  - a. Stanovništvo, njihove nastambe i prateći objekti – zdravlje i životi ljudi;
  - b. Okoliš, prirodni i izgrađeni;
  - c. Kulturna baština;
  - d. Gospodarske djelatnosti (ceste, voda i kanalizacija, poduzeća, poljoprivredni pogoni itd.)
2. “Prihvatljivi rizik od poplava“ (engl. acceptable flood risk):

Pretraga ovog pojma na engleskom pokazuje da je to tema kojom se bave u mnogim zemljama, da postoji mnogobrojni izvori literature, zapisi, kako na konceptualnoj tako i na empirijskoj razini. Uvodno je izuzetno važno istaknuti da je taj pojam „društveni konstrukt“, da nije apsolut. Riječ je o nekoj vrsti „društvenog dogovora“, temeljena na stručnim ali i znanstvenim analizama. „Prihvatljivi rizik“ se izvodi iz pravnog, ekonomskog, političkog sustava države, iz stupnja i vrsta te opsega problema s poplavama, s jedne strane i stupnja ukupne razvijenosti i bogatstva države, s druge strane.

Pilot istraživanje koje će u okviru projekta biti izvedeno na području Grada Karlovca moguća je korisna podloga je za izvođenje prijedloga „prihvatljivog rizika od poplava“ u kontekstu današnjeg hrvatskog društva.

#### 3.3.2.1 *Uzorak i metoda pilot istraživanja*

Predlaže se područje grada Karlovca kao zona u kojoj je odabran konkretni uzorak za terensko pilot istraživanje. Grad Karlovac, grad na četiri rijeke (Kupa, Dobra, Mrežnica, Korana) kao administrativna, upravna jedinica ima svoju urbanu jezgru ali i široko ruralno područje.

Za uzorak inicijalno se predlaže pet područja (zona). Pri tome se nastojalo na maksimalno reprezentativnom uzorku imajući na umu više kriterija.

Prijedlog područja / zona pilot istraživanja:

1. LOGORIŠTE
  - Rubni dio grada, ali urbani (individualne stambene kuće s vrtovima prema rijeci Korani + poslovna zona na visinski povišenom dijelu, bivša vojarna JNA – ponekad plavi cesta za Barilović pa je i komunikacija do poslovne zone otežana ili ponekad i onemogućena).
  - Administrativno: gradska četvrt.
  - U razdoblju 2011—2018 učestalost poplava – više od 5
  - Plavi rijeka Korana koja se nedaleko, nizvodno od Logorišta spaja s Mrežnicom (djelovanje „zakona spojenih posuda“?)

## 2. GORNJE MEKUŠJE

- Ruralno područje s desne, gradske obale rijeke Korane, većina stambenih kuća na uzvisini, plave poljoprivredne i zelene površine
- Administrativno: Mjesni odbor (nije Gradska četvrt);
- Plavilo više od 5 puta u razdoblju 2011. – 2018.
- Plavi rijeka Korana u centru grada (Foginovo i sl.), gradski dio lijeve obale zaštićen nasipom.

## 3. DONJE MEKUŠJE

- Ruralno područje nizvodno od Korane (u koju se ulila Mrežnica a koja se ulila u Kupu), uz Kupu;
- Plavi učestalo;
- Poljoprivredne obrađene površine + prirodni okoliš – travnjaci, guštici i sl.
- Administrativno: Mjesni odbor Donje Mekušje

## 4. ŠIŠLJAVIĆ

- Administrativno: Mjesni odbor Šišljavić
- Rijeka Kupa plavi učestalo;
- Plavi kuće, vrtove i poljoprivredne površine
- Specifičnost: zbog konfiguracije terena – za tih „redovnih“ poplava selo biva odsječeno, prometno izolirano jer je cesta i s jedne i s druge strane poplavljena.

## 5. ZONA LEVKUŠJE / ZORKOVAC

- Zona ruralnog karaktera, sela.
- U širem smislu prostor gdje se spajaju rijeke Kupa i Dobra.
- Poplave niže razine učestalosti u razdoblju 2011- - 2018
- Mjesni odbori.

Pored ovih lokacija možda bi valjalo uključiti još 2-3 zone gdje je učestalost niska, dakle konkretno jedna poplava u razdoblju 2011- 2018. Nedvojbeno da visoka učestalost poplava nanosi veće štete, koje se stalno ponavljaju. No, i ove uvjetno rečeno, manje nevolje ne bi trebalo zanemariti.

To je tema za raspravu za koju do početka terenskog istraživanja u rujnu 2020. ima vremena. Do tada valja i utvrditi konačni uzorak zona gdje će se terensko pilot istraživanje odvijati.

### **3.3.2.2 Metoda pilot istraživanja**

U svakoj od odabranih uzorak zona koristiti će se komunikacija metodom intervjua lokalnih ljudi i intervjuirati će se 10 sugovornika. Detalji će biti razrađeni u narednim tjednima u suradnji s Vatrogasnom zajednicom Karlovačke županije budući vatrogasci pomažu u svim poplavama i poznaju situacije na terenu i konkretne ljude do u detalje.



### 3.4 Plan aktivnosti

Projektom je potrebno definirati plan aktivnosti koje se odnose na procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo. Aktivnosti koje su predviđene projektom su:

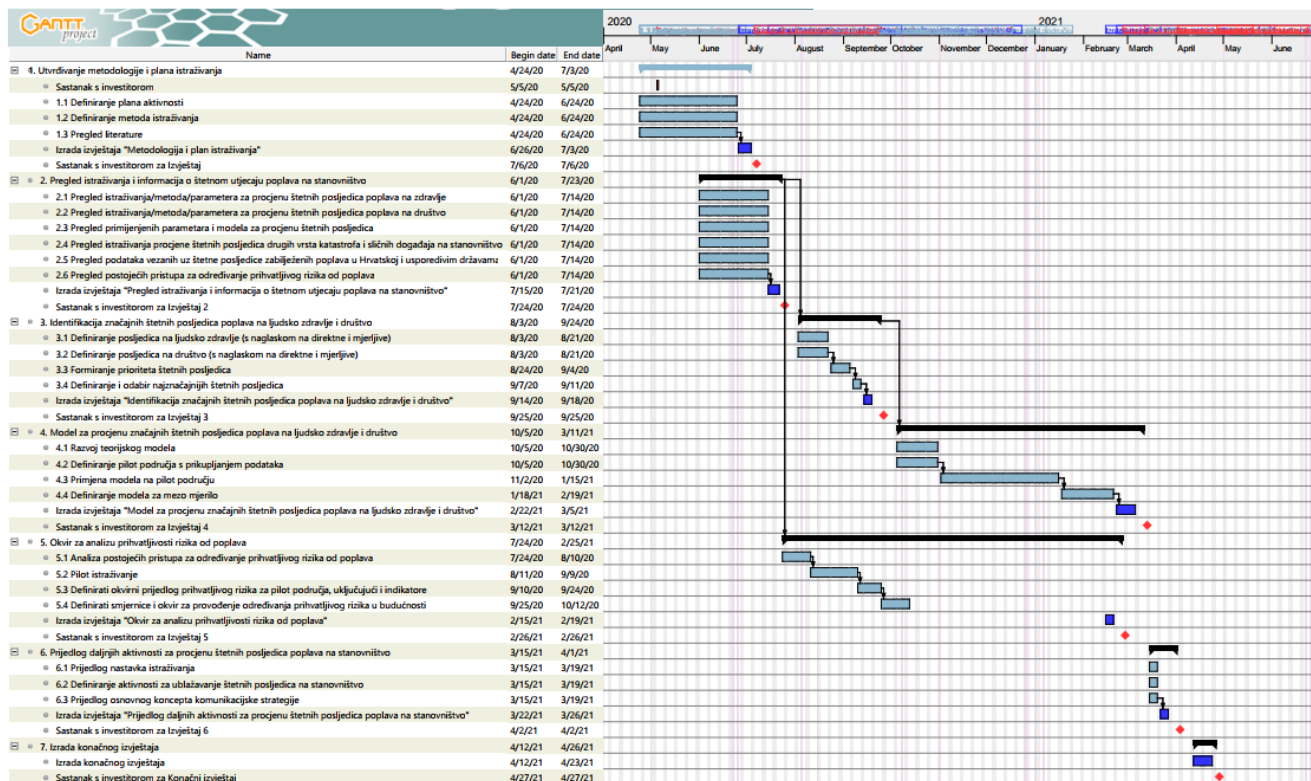
1. Utvrđivanje metodologije i plana istraživanja
2. Pregled dosadašnjih istraživanja i informacija
3. Identifikacija mogućih štetnih posljedica te odabir najvažnijih rizika (identifikacija značajnih rizika – „screening“)
4. Definiranje modela procjene najznačajnijih štetnih posljedica poplava
5. Uspostava okvira za analizu prihvatljivosti rizika od poplava
6. Definiranje prijedloga daljnjih aktivnosti

U nastavku je tablično (Tablica 3.9) te grafički prikazan gantogram aktivnosti (Slika 3.6) unutar kojeg su detaljno navedene predviđene aktivnosti te rokovi izrade pojedine točke.

Tablica 3.9 Plan aktivnosti

Aktivnost	Početak	Kraj
<b>1. Utvrđivanje metodologije i plana istraživanja</b>	24.04.2020.	06.07.2020.
Sastanak s investitorom	05.05.2020.	05.05.2020.
1.1. Definiranje plana aktivnosti	24.04.2020.	24.06.2020.
1.2. Definiranje metoda istraživanja	24.04.2020.	24.06.2020.
1.3. Pregled literature	24.04.2020.	24.06.2020.
Izrada izvještaja "Plan istraživanja"	26.06.2020.	03.06.2020.
Sastanak s investitorom za Izvještaj 1	06.07.2020.	06.07.2020.
<b>2. Pregled istraživanja i informacija o štetnom utjecaju poplava na stanovništvo</b>	01.06.2020.	24.07.2020.
2.1 Pregled istraživanja/metoda/parametara za procjenu štetnih posljedica poplava na zdravlje	01.06.2020.	14.07.2020.
2.2 Pregled istraživanja/metoda/parametara za procjenu štetnih posljedica poplava na društvo	01.06.2020.	14.07.2020.
2.3 Pregled primijenjenih parametara i modela za procjenu štetnih posljedica	01.06.2020.	14.07.2020.
2.4 Pregled istraživanja procjene štetnih posljedica drugih vrsta katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo	01.06.2020.	14.07.2020.
2.5 Pregled podataka vezanih uz štetne posljedice zabilježenih poplava u Hrvatskoj i usporedivim državama	01.06.2020.	14.07.2020.
2.6 Pregled postojećih pristupa za određivanje prihvatljivog rizika od poplava	01.06.2020.	14.07.2020.
Izrada izvještaja "Pregled istraživanja i informacija o štetnom utjecaju poplava na stanovništvo"	15.07.2020.	21.07.2020.
Sastanak s investitorom za Izvještaj 2	24.07.2020.	24.07.2020.
<b>3. Identifikacija značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo</b>	03.08.2020.	24.09.2020.
3.1 Definiranje posljedica na ljudsko zdravlje	03.08.2020.	21.08.2020.
3.2 Definiranje posljedica na društvo	03.08.2020.	21.08.2020.
3.3 Formiranje prioriteta štetnih posljedica	24.08.2020.	04.09.2020.
3.4 Definiranje i odabir najznačajnijih štetnih posljedica	07.09.2020.	11.09.2020.

Izrada izvještaja "Identifikacija značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo"	14.09.2020.	18.09.2020.
Sastanak s investitorom za Izvještaj 3	25.09.2020.	25.09.2020.
<b>4. Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo</b>	05.10.2020.	11.03.2021.
4.1 Razvoj teorijskog modela	05.10.2020.	30.10.2020.
4.2 Definiranje pilot područja s prikupljanjem podataka	05.10.2020.	30.10.2020.
4.3 Primjena modela na pilot području	02.11.2020.	15.01.2021.
4.4 Definiranje modela za mezo mjerilo	18.01.2021.	19.02.2021.
Izrada izvještaja "Model za procjenu značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo"	22.02.2021.	05.03.2021.
Sastanak s investitorom za Izvještaj 4	12.03.2021.	12.03.2021.
<b>5. Okvir za analizu prihvatljivosti rizika od poplava</b>	20.07.2020.	25.02.2021.
5.1 Analiza postojećih pristupa za određivanje prihvatljivog rizika od poplava	20.07.2020.	03.08.2020.
5.2 Pilot istraživanje	04.08.2020.	03.09.2020.
5.3 Definirati okvirni prijedlog prihvatljivog rizika za pilot područja, uključujući i indikatore	04.09.2020.	18.09.2020.
5.4 Definirati smjernice i okvir za provođenje određivanja prihvatljivog rizika u budućnosti	21.09.2020.	05.10.2020.
Izrada izvještaja "Okvir za analizu prihvatljivosti rizika od poplava"	15.02.2021.	19.02.2021.
Sastanak s investitorom za Izvještaj 5	26.02.2021.	26.02.2021.
<b>6. Prijedlog daljnjih aktivnosti za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo</b>	15.03.2021.	01.04.2021.
6.1 Prijedlog nastavka istraživanja	15.03.2021.	19.03.2021.
6.2 Definiranje aktivnosti za ublažavanje štetnih posljedica na stanovništvo	15.03.2021.	19.03.2021.
6.3 Prijedlog osnovnog koncepta komunikacijske strategije	15.03.2021.	19.03.2021.
Izrada izvještaja "Prijedlog daljnjih aktivnosti za procjenu štetnih posljedica poplava na stanovništvo"	22.03.2021.	26.03.2021.
Sastanak s investitorom za Izvještaj 6	02.04.2021.	02.04.2021.
<b>7. Izrada konačnog izvještaja</b>	12.04.2021.	26.04.2021.
Izrada konačnog izvještaja	12.04.2021.	23.04.2021.
Sastanak s investitorom za Konačni izvještaj	27.04.2021.	27.04.2021.



Slika 3.6 Gantogram aktivnosti

## 3.5 Pregled literature

### 3.5.1 LITERATURA IZ PODRUČJA PROCJENE ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA ZDRAVLJE

- [4] Alderman, K., Turner, L. R. and Tong, S. (2012) 'Floods and human health: A systematic review', *Environment International*, 47, pp. 37–47. doi: 10.1016/j.envint.2012.06.003.
- [7] AMEC Environment & Infrastructure UK Ltd (2011) *Methodology for valuing health impacts on the SHEcan project, IOM Research Project: P937/96*.
- [18] Bos, R., Gore, F. and Bartram, J. (2008) *Safer water, better health: Costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. Geneva: World Health Organization.
- [23] Cissé, G. (2019) 'Food-borne and water-borne diseases under climate change in low- and middle-income countries: Further efforts needed for reducing environmental health exposure risks', *Acta Tropica*. Elsevier, 194(April), pp. 181–188. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.03.012.
- [40] Department of Health (2004) *Policy Appraisal and Health*.
- [43] Du, W. *et al.* (2010) 'Health Impacts of Floods', *Prehospital and Disaster Medicine*, 25(3), pp. 265–272. doi: 10.1017/S1049023X00008141.
- [46] Erickson, T. B. *et al.* (2019) 'Environmental health effects attributed to toxic and infectious agents following hurricanes, cyclones, flash floods and major hydrometeorological events', *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, 22(5–6), pp. 157–171. doi: 10.1080/10937404.2019.1654422.
- [50] Fernandez, A. *et al.* (2015) 'Flooding and Mental Health: A Systematic Mapping Review', *PLoS ONE*, 10(4, e0119929). doi: 10.1371/journal.pone.0119929.
- [53] Fewtrell, L. and Kay, D. (2008) 'An attempt to quantify the health impacts of flooding in the UK using an urban case study', *Public Health*, 122(5), pp. 446–451. doi: 10.1016/j.puhe.2007.09.010.
- [54] Fewtrell, L., Kay, D. and Ashley, R. (2008) 'Flooding and health – an evaluation of the health impacts of urban pluvial flooding in the UK', in Fewtrell, L. and Kay, D. (eds) *Health Impact Assessment for Sustainable Water Management*. London, UK: IWA Publishing, pp. 121–154.
- [66] Hajat, S. *et al.* (2003) 'The human health consequences of flooding in Europe and the implications for public health: a review of the evidence', *Applied Environmental Science and Public Health*, 1(1), pp. 13–21.
- [73] Hutchins, S. S. *et al.* (2018) 'Public Health Agency Responses and Opportunities to Protect Against Health Impacts of Climate Change Among US Populations with Multiple Vulnerabilities', *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*, 5(6), pp. 1159–1170. doi: 10.1007/s40615-017-0402-9.
- [74] Institute of Medicine (2007) *Environmental Public Health Impacts of Disasters Hurricane Katrina: Workshop Summary*. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi: 10.17226/11840.
- [75] Institute of Medicine and National Research Council (2005) *Public Health Risks of Disasters: Communication, Infrastructure, and Preparedness: Workshop Summary*. Edited by P. G. R. William H. Hooke. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi: 10.17226/11201.
- [77] Janev Holcer, N. *et al.* (2015) 'Health protection and risks for rescuers in cases of floods', *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 66(1), pp. 9–13. doi: 10.1515/aiht-2015-66-2559.
- [78] Jermacane, D. *et al.* (2018) 'The English National Cohort Study of Flooding and Health: the change in the prevalence of psychological morbidity at year two', *BMC Public Health*. BMC Public Health, 18(1).
- [80] Jonkman, S. N. (2003) *Loss of life caused by floods: an overview of mortality statistics for worldwide floods*.

- [97] Lal, A., Fearnley, E. and Wilford, E. (2019) 'Local weather , flooding history and childhood diarrhoea caused by the parasite *Cryptosporidium* spp .: A systematic review and meta-analysis', *Science of the Total Environment*, 674, pp. 300–306. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.365.
- [98] Lamond, J. E., Joseph, R. D. and Proverbs, D. G. (2015) 'An exploration of factors affecting the long term psychological impact and deterioration of mental health in flooded households', *Environmental Research*. Elsevier, 140, pp. 325–334. doi: 10.1016/j.envres.2015.04.008.
- [99] Legome, E., Robins, A. and Rund, D. A. (1995) 'Injuries Associated with Floods: The Need for an International Reporting Scheme', *Disasters*, 19(1), pp. 50–54.
- [100] Levy, K. *et al.* (2016) 'Untangling the impacts of climate change on waterborne diseases: A systematic review of relationships between diarrheal diseases and temperature, rainfall , flooding , and drought', *Environmental Science & Technology*, 50(10). doi: 10.1021/acs.est.5b06186.
- [102] Lowe, D., Ebi, K. L. and Forsberg, B. (2013) 'Factors Increasing Vulnerability to Health Effects before, during and after Floods', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, pp. 7015–7067. doi: 10.3390/ijerph10127015.
- [103] Mambrey, V., Wermuth, I. and Böse-O'Reilly, S. (2019) 'Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die psychische Gesundheit von Kindern und Jugendlichen', *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 62(5), pp. 599–604. doi: 10.1007/s00103-019-02937-7.
- [106] Menne, B. and Kendrovski, V. (2017) 'Managing health risks of flood', in *Sixth Ministerial Conference on Environment and Health*. Ostrava.
- [114] Minamiguchi, N. (2020) 'Health risks and hazards caused by floods'.
- [118] Nohara, M. (2011) 'Impact of the Great East Japan Earthquake and tsunami on health, medical care and public health systems in Iwate Prefecture, Japan, 2011', *Western Pacific surveillance and response journal (WPSAR)*, 2(4), pp. 24–30. doi: 10.5365/wpsar.2011.2.4.002.
- [122] Paterson, D. L., Wright, H. and Harris, P. N. A. (2018) 'Health Risks of Flood Disasters', *Clinical Infectious Diseases*, 67(9), pp. 1450–1454. doi: 10.1093/cid/ciy227.
- [131] Prohaska, T. R. and Peters, K. E. (2019) 'Impact of Natural Disasters on Health Outcomes and Cancer Among Older Adults', *Gerontologist*, 59, pp. 50–56. doi: 10.1093/geront/gnz018.
- [133] Public Health England (2014) *Health advice: General information about mental health following floods*.
- [143] Scottish Environment Protection Agency (SEPA) (no date) *The health effects of flooding*.
- [152] Stieb, D. M. *et al.* (2019) 'Using maps to communicate environmental exposures and health risks: Review and best-practice recommendations', *Environmental Research*, 176. doi: 10.1016/j.envres.2019.05.049.
- [158] Tapsell, S. M. *et al.* (2002) 'Vulnerability to Flooding: Health and Social Dimensions', *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360(1796), pp. 1511–1525. doi: 10.1098/rsta.2002.1013.
- [160] The Associated Programme on Flood Management (APFM) (2015) *Flood Management Tool Series: Health and Sanitation Aspects of Flood Management*.
- [171] Waite, T. D. *et al.* (2017) 'The English national cohort study of flooding and health: cross-sectional analysis of mental health outcomes at year one', *BMC Public Health*. BMC Public Health, 17(1), pp. 1–9. doi: 10.1186/s12889-016-4000-2.
- [175] World Health Organization (2008) *International Health Regulations 2005: 2nd Edition*. World Health Organization.
- [179] Zhong, S. *et al.* (2018) 'The long-term physical and psychological health impacts of flooding: A systematic mapping', *Science of the Total Environment*, 626, pp. 165–194. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.041.

### 3.5.2 LITERATURA IZ PODRUČJA PROCJENE ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA DRUŠTVO

- [2] Aksha, S. K. *et al.* (2019) 'An Analysis of Social Vulnerability to Natural Hazards in Nepal Using a Modified Social Vulnerability Index', *International Journal of Disaster Risk Science*. Beijing Normal University Press, 10(1), pp. 103–116. doi: 10.1007/s13753-018-0192-7.
- [3] Alberini, A. *et al.* (2004) 'Does the value of a statistical life vary with age and health status? Evidence from the US and Canada', *Journal of Environment and Management*, 48(1), pp. 769–792. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2003.10.005>.
- [8] ARCADIS (2012) *A Floods Working Group (CIS) resource document Flood Risk Management, Economics and Decision Making Support*.
- [9] Armaş, I. and Gavriş, A. (2013) 'Social vulnerability assessment using spatial (SEVI model) and the Social Vulnerability Index SoVI model) Atmospheric – a case study for Bucharest , Romania', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, pp. 1481–1499. doi: 10.5194/nhess-13-1481-2013.
- [12] Awopetu, R. G., Awopetu, S. O. and Awopetu, M. S. (2013) 'The impact of flood on the socio-economic status of residents of Wadata and Gado-villa communities in the Makurdi metropolitan area of Benue State , Nigeria', *WIT Transactions on the Built Environment*, 133, pp. 347–357. doi: 10.2495/DMAN130311.
- [13] Babicky, P. and Seebauer, S. (2017) 'The two faces of social capital in private flood mitigation: opposing effects on risk perception, self-efficacy and coping capacity', *Journal of Risk Research*, 20(8), pp. 1017–1037. doi: 10.1080/13669877.2016.1147489.
- [15] Balica, S. F. (2012) *Applying the flood vulnerability index as a knowledge base for flood risk assessment*. UNESCO-IHE.
- [16] Balica, S. and Wright, N. G. (2010) 'Reducing the complexity of the flood vulnerability index', *Environmental Hazards*, 9(4), pp. 321–339. doi: 10.3763/ehaz.2010.0043.
- [24] Connor, R. F. and Hiroki, K. (2005) 'Development of a method for assessing flood vulnerability', *Water Science & Technology*, 51(5), pp. 61–67.
- [27] Cutter, S. L., Boruff, B. J. and Shirley, W. L. (2003) 'Social Vulnerability to Environmental Hazards', *Social Science Quarterly*, 84(2), pp. 242–261.
- [28] Cutter, S. L. and Finch, C. (2008) 'Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards', in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, pp. 2301–2306.
- [29] Cutter, S. L., Mitchell, J. T. and Scott, M. S. (2000) 'Revealing the Vulnerability of People and Places : A Case Study of Georgetown, South Carolina', *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4), pp. 713–737.
- [37] Defra/Environment Agency and Flood and Coastal Defence R&D Programme (2005) *The Appraisal of Human related Intangible Impacts of Flooding, R&D Technical Report FD2005/TR*.
- [44] Dwyer, A. *et al.* (2004) *Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards*.
- [48] Fekete, A. (2009) 'Validation of a social vulnerability index in context to river-floods in Germany', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(2), pp. 393–403. doi: 10.5194/nhess-9-393-2009.
- [49] Fekete, A. (2010) *Assessment of Social Vulnerability for River-Floods in Germany*. UNITED NATIONS UNIVERSITY.
- [51] Fernandez, P., Mourato, S. and Moreira, M. (2016) 'Social vulnerability assessment of flood risk using GIS-based multicriteria decision analysis. A case study of Vila Nova de Gaia (Portugal)', *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. Taylor & Francis, 7(4), pp. 1367–1389. doi: 10.1080/19475705.2015.1052021.
- [52] Fernandez, P. *et al.* (2016) 'A new approach for computing a flood vulnerability index using cluster analysis', *Physics and Chemistry of the Earth*. Elsevier Ltd, 94, pp. 47–55. doi: 10.1016/j.pce.2016.04.003.

- [56] Frigerio, I. *et al.* (2016) 'A GIS-based approach to identify the spatial variability of social vulnerability to seismic hazard in Italy', *Applied Geography*, 74, pp. 12–22. doi: 10.1016/j.apgeog.2016.06.014.
- [58] Ge, Y. *et al.* (2013) 'Assessment of social vulnerability to natural hazards in the Yangtze River Delta, China', *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27(8), pp. 1899–1908. doi: 10.1007/s00477-013-0725-y.
- [60] Gissing, A. *et al.* (2019) 'Influence of road characteristics on flood fatalities in Australia', *Environmental Hazards*. Taylor & Francis, 18(5), pp. 434–445. doi: 10.1080/17477891.2019.1609407.
- [61] Green, C. (2004) 'The evaluation of vulnerability to flooding', *Disaster Prevention and Management*, 13(4), pp. 323–329. doi: 10.1108/09653560410556519.
- [69] HR Wallingford (2006) *FD2321/PR. Flood Risks to People Phase 2. Project Record.*
- [75] Institute of Medicine and National Research Council (2005) *Public Health Risks of Disasters: Communication, Infrastructure, and Preparedness: Workshop Summary.* Edited by P. G. R. William H. Hooke. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi: 10.17226/11201.
- [85] Jonkman, S. N. *et al.* (2009) 'Loss of Life Caused by the Flooding of New Orleans After Hurricane Katrina: Analysis of the Relationship Between Flood Characteristics and Mortality', *Risk Analysis*, 29(5), pp. 676–698. doi: 10.1111/j.1539-6924.2008.01190.x.
- [87] Khajehei, S. *et al.* (2020) 'A Place-based Assessment of Flash Flood Hazard and Vulnerability in the Contiguous United States', *Scientific Reports*, 10(1). doi: 10.1038/s41598-019-57349-z.
- [88] Khan, S. (2012) 'Vulnerability assessments and their planning implications: a case study of the Hutt Valley, New Zealand', *Natural Hazards*, 64(2), pp. 1587–1607. doi: 10.1007/s11069-012-0327-x.
- [89] Kind, J., Botzen, W. J. W. and Aerts, J. C. J. H. (2020) 'Social vulnerability in cost-benefit analysis for flood risk management', *Environment and Development Economics*, 25(2), pp. 115–134. doi: 10.1017/S1355770X19000275.
- [90] Kirby, R. H. *et al.* (2019) 'Assessing Social Vulnerability to Flood Hazards in the Dutch Province of Zeeland', *International Journal of Disaster Risk Science*, 10(2), pp. 233–243. doi: 10.1007/s13753-019-0222-0.
- [101] Lianxiao and Morimoto, T. (2019) 'Spatial Analysis of Social Vulnerability to Floods Based on the MOVE Framework and Information Entropy Method: Case Study of Katsushika Ward, Tokyo', *Sustainability (Switzerland)*, 11(2), p. 529. doi: 10.3390/su11020529.
- [102] Lowe, D., Ebi, K. L. and Forsberg, B. (2013) 'Factors Increasing Vulnerability to Health Effects before, during and after Floods', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, pp. 7015–7067. doi: 10.3390/ijerph10127015.
- [105] Mavhura, E., Manyena, B. and Collins, A. E. (2017) 'An approach for measuring social vulnerability in context: The case of flood hazards in Muzarabani district, Zimbabwe', *Geoforum*. Elsevier, 86(November), pp. 103–117. doi: 10.1016/j.geoforum.2017.09.008.
- [116] Nasiri, H. and Shahmohammadi-Kalalagh, S. (2013) 'Flood vulnerability index as a knowledge base for flood risk assessment in urban area', *Journal of Novel Applied Sciences*, 2(8), pp. 266–269.
- [121] Otomofa, J. O., Okafor, B. N. and Obienusi, E. A. (2015) 'Evaluation of the Impacts of Flooding On Socio-Economic Activities in Oleh , Isoko South Local Government Area , Delta State', *Journal of Environment and Earth Science*, 5(18), pp. 155–172.
- [129] Popovici, E.-A. *et al.* (2013) 'Vulnerability assessment of rural communities to floods in the western part of Romania (Banat Plain)', in *International Multidisciplinary Scientific GeoConference and Mining Ecology Management, SGEM*, pp. 1161–1168.
- [132] Prudent, N., Houghton, A. and Luber, G. (2016) 'Assessing climate change and health vulnerability at the local level : Travis County, Texas', *Disasters*, 40(4), pp. 740–752.
- [139] Roy, D. C. and Blaschke, T. (2011) 'A grid-based approach for spatial vulnerability assessment to floods: A case study on the coastal area of Bangladesh', in *7th International Symposium on Geo-information for Disaster Management, Gi4DM*. Antalya, Turkey.

- [140] Rufat, S. *et al.* (2015) 'Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement', *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14(4), pp. 470–486. doi: 10.1016/j.ijdr.2015.09.013.
- [141] Ruin, I. *et al.* (2008) 'Human exposure to flash floods – Relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France', *Journal of Hydrology*, 361(1–2), pp. 199–213. doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.07.044.
- [146] Shifidi, V. T. (2014) *Socio-economic assessment of the consequences of flooding in Northern Namibia*. Geography and Environmental Studies at Stellenbosch University.
- [150] Spielman, S. E. *et al.* (2020) 'Evaluating social vulnerability indicators: criteria and their application to the Social Vulnerability Index', *Natural Hazards*, 100(1), pp. 417–436. doi: 10.1007/s11069-019-03820-z.
- [151] Steinführer, A. (2007) *Social vulnerability and the 2002 flood: Country Report Germany (Mulde River)*.
- [154] Sung, C. and Liaw, S. (2020) 'A GIS-based Approach for Assessing Social Vulnerability to Flood and Debris Flow Hazards', *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Elsevier Ltd, 46. doi: 10.1016/j.ijdr.2020.101531.
- [156] Špitalar, M. *et al.* (2020) 'Analysis of Flood Fatalities – Slovenian Illustration', *Water (Switzerland)*, 12(1).
- [157] Špitalar, M. *et al.* (2014) 'Analysis of flash flood parameters and human impacts in the US from 2006 to 2012', *Journal of Hydrology journal*, 519(PA), pp. 863–870. doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.07.004.
- [158] Tapsell, S. M. *et al.* (2002) 'Vulnerability to Flooding: Health and Social Dimensions', *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360(1796), pp. 1511–1525. doi: 10.1098/rsta.2002.1013.
- [159] Tascón-González, L. *et al.* (2020) 'Social Vulnerability Assessment for Flood Risk Analysis', *Water (Switzerland)*, 12(2). doi: 10.3390/w12020558.
- [161] The Associated Programme on Flood Management (APFM) (2016) *Flood Management Tool Series: Public perception of flood risk and social impact assessment*.

### 3.5.3 LITERATURA IZ PODRUČJA PRIMIJENE PARAMETARA I MODELA ZA PROCJENU ŠTETNIH POSLJEDICA

- [1] Abelson, P. (2008) *Establishing a Monetary Value for Lives Saved: Issues and Controversies*.
- [3] Alberini, A. *et al.* (2004) 'Does the value of a statistical life vary with age and health status? Evidence from the US and Canada', *Journal of Environment and Management*, 48(1), pp. 769–792. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2003.10.005>.
- [5] Alfieri, L. *et al.* (2016) 'Modelling the socio-economic impact of river floods in Europe', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(6), pp. 1401–1411. doi: 10.5194/nhess-16-1401-2016.
- [6] Allaire, M. (2018) 'Socio-economic impacts of flooding: A review of the empirical literature', *Water Security*. Elsevier, 3, pp. 18–26. doi: 10.1016/j.wasec.2018.09.002.
- [7] AMEC Environment & Infrastructure UK Ltd (2011) *Methodology for valuing health impacts on the SHEcan project, IOM Research Project: P937/96*.
- [8] ARCADIS (2012) *A Floods Working Group (CIS) resource document Flood Risk Management, Economics and Decision Making Support*.
- [10] Asselma, N. E. M. and Jonkman, S. N. (2003) *Consequences of floods: the development of a method to estimate the loss of life*.
- [11] Australian Government (2008) *The Health of Nations: The Value of a Statistical Life*.
- [14] Balica, S. F., Bouben, N. and Wright, N. G. (2009) 'Flood vulnerability indices at varying spatial scales', *Water Science & Technology*, 60(10), pp. 2571–2580. doi: 10.2166/wst.2009.183.



- [16] Balica, S. and Wright, N. G. (2010) 'Reducing the complexity of the flood vulnerability index', *Environmental Hazards*, 9(4), pp. 321–339. doi: 10.3763/ehaz.2010.0043.
- [17] Bockarjova, M., Rietveld, P. and Verhoef, E. (2012) *Composite Valuation of Immaterial Damage in Flooding: Value of Statistical Life, Value of Statistical Evacuation and Value of Statistical Injury*. Available at: <http://ssrn.com/abstract=2047062>.
- [20] Carlsson, F., Daruvala, D. and Jaldell, H. (2010) 'Value of Statistical Life and Cause of Accident: A Choice Experiment', *Risk Analysis*, 30(6), pp. 975–986. doi: 10.1111/j.1539-6924.2010.01399.x.
- [21] Carrera, L. *et al.* (2013) *Assessing direct and indirect economic impacts of a flood event through the integration of spatial and computable general equilibrium modelling*.
- [24] Connor, R. F. and Hiroki, K. (2005) 'Development of a method for assessing flood vulnerability', *Water Science & Technology*, 51(5), pp. 61–67.
- [25] Connor, R. F. (no date) 'Flood Vulnerability Index', in *Japan Water Forum (JWF)*.
- [29] Cutter, S. L., Mitchell, J. T. and Scott, M. S. (2000) 'Revealing the Vulnerability of People and Places : A Case Study of Georgetown, South Carolina', *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4), pp. 713–737.
- [30] Dandapat, K. and Panda, G. K. (2018) 'A geographic information system-based approach of flood hazards modelling, Paschim Medinipur district, West Bengal, India', *Jâmbá - Journal of Disaster Risk Studies*, 10(1), p. a518. doi: <https://doi.org/10.4102/jamba.v10i1.518>.
- [31] Dash, P. and Sar, J. (2020) 'Identification and validation of potential flood hazard area using GIS-based multi-criteria analysis and satellite data-derived water index', *Journal of Flood Risk Management*, pp. 1–14. doi: 10.1111/jfr3.12620.
- [32] de Blaeij, A. *et al.* (2003) 'The value of statistical life in road safety: a meta-analysis', *Accident Analysis and Prevention*, 35(6), pp. 973–986.
- [33] De Bruijn, K., Beckers, J. and van der Most, H. (2010) 'Casualty risks in the discussion on new flood protection standards in the Netherlands', *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 133, pp. 73–83. doi: 10.2495/FRIAR100071.
- [34] De Bruijn, K. *et al.* (2009) *Flood risk assessment and flood risk management*.
- [36] Defra Flood and Coastal Defence Appraisal Guidance Social Appraisal (2008) *Supplementary Note to Operating Authorities: Assessing and Valuing the Risk to Life from Flooding for Use in Appraisal of Risk Management Measures*.
- [37] Defra/Environment Agency and Flood and Coastal Defence R&D Programme (2005) *The Appraisal of Human related Intangible Impacts of Flooding, R&D Technical Report FD2005/TR*.
- [38] DeKay, M. L. and McClelland, G. H. (1993) 'Predicting Loss of Life in Cases of Dam Failure and Flash Flood', *Risk Analysis*, 13(2). doi: 10.1111/j.1539-6924.1993.tb01069.x.
- [39] Delalay, M. *et al.* (2020) 'Methodology for future flood assessment in terms of economic damage: Development and application for a case study in Nepal', *Journal of Flood Risk Management*, e12623. doi: 10.1111/jfr3.12623.
- [41] Di Mauro, M. and Lumbroso, D. (2008) 'Hydrodynamic and loss of life modelling for the 1953 Canvey Island flood', in *FLOODrisk 2008*. Keble College, Oxford, UK, pp. 1117–1126.
- [45] Emergency Management Australia (2002) *Disaster Loss Assessment Guidelines*.
- [47] European Commission (2010) *Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*. Brussels.
- [51] Fernandez, P., Mourato, S. and Moreira, M. (2016) 'Social vulnerability assessment of flood risk using GIS-based multicriteria decision analysis. A case study of Vila Nova de Gaia (Portugal)', *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. Taylor & Francis, 7(4), pp. 1367–1389. doi: 10.1080/19475705.2015.1052021.
- [52] Fernandez, P. *et al.* (2016) 'A new approach for computing a flood vulnerability index using cluster analysis', *Physics and Chemistry of the Earth*. Elsevier Ltd, 94, pp. 47–55. doi: 10.1016/j.pce.2016.04.003.
- [54] Fewtrell, L., Kay, D. and Ashley, R. (2008) 'Flooding and health – an evaluation of the health impacts of urban pluvial flooding in the UK', in Fewtrell, L. and Kay, D. (eds) *Health Impact Assessment for Sustainable Water Management*. London, UK: IWA Publishing, pp. 121–154.

- [57] Gao, J., Nickum, J. E. and Pan, Y. (2007) 'An assessment of flood hazard vulnerability in the Dongting Lake Region of China', *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 12(1), pp. 27–34. doi: 10.1111/j.1440-1770.2007.00318.x.
- [58] Ge, Y. *et al.* (2013) 'Assessment of social vulnerability to natural hazards in the Yangtze River Delta, China', *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27(8), pp. 1899–1908. doi: 10.1007/s00477-013-0725-y.
- [62] Green, D. *et al.* (2017) 'City-scale accessibility of emergency responders operating during flood events', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17(1), pp. 1–16. doi: 10.5194/nhess-17-1-2017.
- [67] Hall, J. W. *et al.* (2003) *A methodology for national-scale flood risk assessment*, *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Water and Maritime Engineering*. doi: 10.1680/wame.2003.156.3.235.
- [69] HR Wallingford (2006) *FD2321/PR. Flood Risks to People Phase 2. Project Record.*
- [70] HR Wallingford (2006) *FD2321/TR2. Flood risks to People Phase 2: Appendix 5.37 - Flood Risk to People Calculations.*
- [79] Jonkman, S. N. *et al.* (2008) 'Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands', *Ecological Economics*, 66(1), pp. 77–90. doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.12.022.
- [82] Jonkman, S. N., van Gelder, P. H. A. J. M. and Vrijling, J. K. (2002) 'Loss of life models for sea and river floods', in Wu, B. S. *et al.* (eds) *Flood Defence '2002*. New York: Science Press, pp. 196–2006.
- [83] Jonkman, S. N. and Vrijling, J. K. (2008) 'Loss of life due to floods', *Journal of Flood Risk Management*, 1(1), pp. 43–56. doi: 10.1111/j.1753-318X.2008.00006.x.
- [84] Jonkman, S. N., Vrijling, J. K. and Vrouwenvelder, A. C. W. M. (2008) 'Methods for the estimation of loss of life due to floods: a literature review and a proposal for a new method', *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 46(3), pp. 353–389. doi: 10.1007/s11069-008-9227-5.
- [86] Jonkman, S. N. (2007) *Loss of life estimation in flood risk assessment Theory and applications*. Delft University of Technology.
- [91] Kluge, J. and Schaffner, S. (2008) 'The Value of Life in Europe — A Meta-Analysis', *Sozialer Fortschritt*, 57(10/11), pp. 279–287.
- [92] Kok, M. *et al.* (2005) *Standard Method 2004 Damage and Casualties Caused by Flooding*. Rijkswaterstaat.
- [93] Kolen, B. *et al.* (2013) 'EvacuAid: probabilistic evacuation model to determine expected loss of life for different strategies for mass evacuation', *Risk Analysis*, 33(7), pp. 1312–1333. doi: 10.1111/j.1539-6924.2012.01932.x.
- [96] Kvočka, D., Falconer, R. A. and Bray, M. (2016) 'Flood hazard assessment for extreme flood events', *Natural Hazards*, 84(3), pp. 1569–1599. doi: 10.1007/s11069-016-2501-z.
- [101] Lianxiao and Morimoto, T. (2019) 'Spatial Analysis of Social Vulnerability to Floods Based on the MOVE Framework and Information Entropy Method: Case Study of Katsushika Ward, Tokyo', *Sustainability (Switzerland)*, 11(2), p. 529. doi: 10.3390/su11020529.
- [104] Markantonis, V., Meyer, V. and Schwarze, R. (2012) 'Valuating the intangible effects of natural hazards – review and analysis of the costing methods', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(5), pp. 1633–1640. doi: 10.5194/nhess-12-1633-2012.
- [107] Merz, B. *et al.* (2010) 'Assessment of economic flood damage', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(8), pp. 1697–1724. doi: 10.5194/nhess-10-1697-2010.
- [108] Messner, F. *et al.* (2006) *Guidelines for Socio-economic Flood Damage Evaluation*. FLOODsite Project Report.
- [110] Meyer, V., Haase, D. and Scheuer, S. (2009) 'Flood Risk Assessment in European River Basins — Concept, Methods, and Challenges Exemplified at the Mulde River', *Integrated Environmental Assessment and Management*, 5(1), pp. 17–26.
- [111] Meyer, V. and Messner, F. (2005) *National Flood Damage Evaluation Methods A Review of Applied Methods in England, the Netherlands, the Czech Republic and Germany*.
- [112] Middlesex University Flood Hazard Research Centre (2014) *Support Tool No. 2: Multi-Criteria Analysis (MCA) Guidelines of Flood Risk Management (FRM)*.

- [113] Middlesex University Flood Hazard Research Centre (2014) *Support Tool No. 1: Cost Benefit Analysis Guidelines of Flood Risk Management (FRM)*.
- [116] Nasiri, H. and Shahmohammadi-Kalalagh, S. (2013) 'Flood vulnerability index as a knowledge base for flood risk assessment in urban area', *Journal of Novel Applied Sciences*, 2(8), pp. 266–269.
- [118] Nasiri, H., Yusof, M. J. M. and Ali, T. A. M. (2016) 'An overview to flood vulnerability assessment methods', *Sustainable Water Resources Management*. Springer International Publishing, 2, pp. 331–336. doi: 10.1007/s40899-016-0051-x.
- [123] Peck, A., Karmakar, S. and Simonovic, S. P. (2007) *Physical, economical, infrastructural and social flood risk – vulnerability analyses in GIS*.
- [124] Penning-Rowsell, E. et al. (2005) 'Estimating Injury and Loss of Life in Floods: A Deterministic Framework', *Natural Hazards*, 36(1–2), pp. 43–64.
- [125] Penning-Rowsell, E. et al. (2005) *The Benefits of Flood and Coastal Risk Management: A Handbook of Assessment Techniques*. London: Middlesex University Press.
- [127] Petelin, Š., Pergar, P. and Kirn, T. (2014) *Priprava strokovnih podlag za izvajanje poplavne direktive (2007/60/ES): Priprava ekonomskih vsebin načrtov zmanjševanja poplavne ogroženosti*.
- [128] Points, K. (2019) *Best Practice Regulation Guidance Note: Value of statistical life*.
- [129] Popovici, E.-A. et al. (2013) 'Vulnerability assessment of rural communities to floods in the western part of Romania (Banat Plain)', in *International Multidisciplinary Scientific GeoConference and Mining Ecology Management, SGEM*, pp. 1161–1168.
- [130] Priest, S. et al. (2009) *Building models to estimate loss of life for flood events*.
- [144] Shanmugam, K. R. (2000) 'Valuations of Life and Injury Risks: Empirical Evidence from India', *Environmental and Resource Economics*, 16(4), pp. 379–389.
- [145] Shanmugam, K. R. (2013) *Value of statistical life*. Dissemination paper 27.
- [147] Siew Len, N. L. et al. (2018) 'Flood Vulnerability of Critical Infrastructures - Review', *Malaysian Journal of Geosciences*, 2(1), pp. 31–34. doi: 10.26480/mjg.01.2018.31.34.
- [149] Social Value UK (2016) *Valuation of a life*.
- [155] Svensson, M. (2009) 'The value of a statistical life in Sweden: Estimates from two studies using the "Certainty Approach" calibration', *Accident Analysis and Prevention*, 41(3), pp. 430–437. doi: 10.1016/j.aap.2009.01.005.
- [159] Tascón-González, L. et al. (2020) 'Social Vulnerability Assessment for Flood Risk Analysis', *Water (Switzerland)*, 12(2). doi: 10.3390/w12020558.
- [163] Thieken, A. H. and Schwarze, R. (2008) 'Methods for the evaluation of direct and indirect flood losses', *4th International Symposium on Flood Defence: Managing Flood Risk, Reliability and Vulnerability*.
- [165] Viscusi, W. K. and Aldy, J. E. (2003) 'The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World', *The Journal of Risk and Uncertainty*, 27(1), pp. 5–76.
- [170] Wade, S. et al. (2005) 'Risks to people: developing new approaches for flood hazard and vulnerability mapping', in *Proceedings of the 40th Defra Flood and Coastal Management Conference*.
- [172] Wei, Y. et al. (2004) 'The assessment of vulnerability to natural disasters in China by using the DEA method', *Environmental Impact Assessment Review*, 24(4), pp. 427–439. doi: 10.1016/j.eiar.2003.12.003.
- [173] Willis, I. and Fitton, J. (2016) 'A review of multivariate social vulnerability methodologies: A case study of the River Parrett catchment, UK', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(6), pp. 1387–1399. doi: 10.5194/nhess-16-1387-2016.
- [178] Zhai, G., Fukuzono, T. and Ikeda, S. (2006) 'An Empirical Model of Fatalities and Injuries Due to Floods in Japan', *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 42(4), pp. 863–875.

### 3.5.4 LITERATURA IZ PODRUČJA PROCJENE ŠTETNIH POSLJEDICA DRUGIH VRSTA KATASTROFA I SLIČNIH DOGAĐAJA NA STANOVNIŠTVO

- [9] Armaş, I. and Gavriş, A. (2013) 'Social vulnerability assessment using spatial (SEVI model) and the Social Vulnerability Index SoVI model) Atmospheric – a case study for Bucharest , Romania', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, pp. 1481–1499. doi: 10.5194/nhess-13-1481-2013.
- [44] Dwyer, A. *et al.* (2004) *Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards*.
- [46] Erickson, T. B. *et al.* (2019) 'Environmental health effects attributed to toxic and infectious agents following hurricanes , cyclones , flash floods and major hydrometeorological events', *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, 22(5–6), pp. 157–171. doi: 10.1080/10937404.2019.1654422.
- [56] Frigerio, I. *et al.* (2016) 'A GIS-based approach to identify the spatial variability of social vulnerability to seismic hazard in Italy', *Applied Geography*, 74, pp. 12–22. doi: 10.1016/j.apgeog.2016.06.014.
- [63] Groeve, T. De *et al.* (2014) *Current status and Best Practices for Disaster Loss Data recording in EU Member States*. doi: 10.2788/18330.
- [64] Guha-Sapir, D. and Hoyois, P. (2015) *Estimating populations affected by disasters: A review of methodological issues and research gaps*. Brussels.
- [65] Gunasekera, R. *et al.* (2018) *Methodology Note on the Global RAPid post-disaster Damage Estimation (GRADE) approach*.
- [68] Hallegatte, S. and Przulski, V. (2010) *The Economics of Natural Disasters: Concepts and Methods*.
- [74] Institute of Medicine (2007) *Environmental Public Health Impacts of Disasters Hurricane Katrina: Workshop Summary*. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi: 10.17226/11840.
- [75] Institute of Medicine and National Research Council (2005) *Public Health Risks of Disasters: Communication, Infrastructure, and Preparedness: Workshop Summary*. Edited by P. G. R. William H. Hooke. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi: 10.17226/11201.
- [85] Jonkman, S. N. *et al.* (2009) 'Loss of Life Caused by the Flooding of New Orleans After Hurricane Katrina: Analysis of the Relationship Between Flood Characteristics and Mortality', *Risk Analysis*, 29(5), pp. 676–698. doi: 10.1111/j.1539-6924.2008.01190.x.
- [86] Jonkman, S. N. (2007) *Loss of life estimation in flood risk assessment Theory and applications*. Delft University of Technology.
- [115] Mukherjee, S. and Hastak, M. (2018) 'A Novel Methodological Approach to Estimate the Impact of Natural Hazard-Induced Disasters on Country/Region-Level Economic Growth', *International Journal of Disaster Risk Science*. Beijing Normal University Press, 9(1), pp. 74–85. doi: 10.1007/s13753-017-0156-3.
- [118] Nohara, M. (2011) 'Impact of the Great East Japan Earthquake and tsunami on health, medical care and public health systems in Iwate Prefecture, Japan, 2011', *Western Pacific surveillance and response journal (WPSAR)*, 2(4), pp. 24–30. doi: 10.5365/wpsar.2011.2.4.002.
- [132] Prudent, N., Houghton, A. and Luber, G. (2016) 'Assessing climate change and health vulnerability at the local level : Travis County, Texas', *Disasters*, 40(4), pp. 740–752.
- [162] The European Commission, The United Nations Development Group, T. W. B. (2013) *Post-disaster needs assessments, Volume A*.
- [164] Viscusi, W. K. (2009) *Valuing Risks of Death from Terrorism and Natural Disasters*.
- [166] Vlada Republike Hrvatske (no date) *Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku*.
- [172] Wei, Y. *et al.* (2004) 'The assessment of vulnerability to natural disasters in China by using the DEA method', *Environmental Impact Assessment Review*, 24(4), pp. 427–439. doi: 10.1016/j.eiar.2003.12.003.

- [174] World Bank and Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2015) *Analyzing the Social Impacts of Disasters Volume I: Methodology*.

### 3.5.5 LITERATURA IZ PODRUČJA ŠTETNIH POSLJEDICA ZABILJEŽENIH POPLAVA U HRVATSKOJ I USPOREDIVIM DRŽAVAMA

- [19] Bubeck, P., Otto, A. and Weichselgartner, J. (2017) 'Societal Impacts of Flood', in Cutter, S. L. (ed.) *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*. Oxford University Press. doi: 10.1093/acrefore/9780199389407.013.281.
- [22] Chatterton, J. et al. (2008) *The costs of the summer 2007 floods in England*.
- [26] Council of Ministers of BiH, European Union (EU), World Bank (WB/IBRD), U. N. (UN) (2014) *Bosnia and Herzegovina Floods, 2014: Recovery needs assessment*.
- [35] de Moel, H., van Alphen, J. and Aerts, J. C. J. H. (2009) 'Flood maps in Europe – methods, availability and use', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, pp. 289–301.
- [41] Di Mauro, M. and Lumbroso, D. (2008) 'Hydrodynamic and loss of life modelling for the 1953 Canvey Island flood', in *FLOODrisk 2008*. Keble College, Oxford, UK, pp. 1117–1126.
- [42] Dobrovičová Svetlana, Dobrovič, R. and Ján, D. (2015) 'The Economic impact of floods and their importance in different Regions of the World with Emphasis on Europe', *Procedia Economics and Finance*, 34(15), pp. 649–655. doi: 10.1016/S2212-5671(15)01681-0.
- [57] Gao, J., Nickum, J. E. and Pan, Y. (2007) 'An assessment of flood hazard vulnerability in the Dongting Lake Region of China', *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 12(1), pp. 27–34. doi: 10.1111/j.1440-1770.2007.00318.x.
- [60] Gilissen, H. K. et al. (2016) 'A framework for evaluating the effectiveness of flood emergency management systems in Europe', *Ecology and Society*, 21(4).
- [71] Hrvatske vode (2019) *REGISTAR POPLAVNIH DOGAĐAJA: Područje malog sliva Krapina-Sutla*.
- [75] Jonkman, S. N. (2005) 'Global Perspectives on Loss of Human Life Caused by Floods', *Natural Hazards*, 34, pp. 151–175.
- [80] Jonkman, S. N. (2003) *Loss of life caused by floods: an overview of mortality statistics for worldwide floods*.
- [94] Kundzewicz, Z. W., Pińskwar, I. and Brakenridge, G. R. (2013) 'Large floods in Europe, 1985 – 2009', *Hydrological Sciences Journal*, 58(1), pp. 1–7. doi: 10.1080/02626667.2012.745082.
- [120] Otmačić, V. (2014) 'Prirodne katastrofe i prava djece: naučene lekcije iz Županjske Posavine i Pounja', in *VI. Konferencija Hrvatske platforme za smanjenje rizika od poplava*.
- [126] Perinić, J., Mikac, R. and Vitas, P. (2015) 'Poplave – izazovi koji zahtijevaju promjenu diskursa djelovanja', *Bezbednost*, 56(3), pp. 98–114. doi: 10.5937/bezbednost1403098P.
- [135] Republika Hrvatska and Državna uprava za zaštitu i spašavanje (2014) *Izvešće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarsko-srijemskoj županiji*. Zagreb.
- [136] Republika Hrvatska and Pučki pravobranitelj (2014) *Izvešće pučke pravobraniteljice o ljudskim pravima u kontekstu katastrofe uzrokovane poplavom u Vukovarsko-srijemskoj županiji*.
- [151] Steinführer, A. (2007) *Social vulnerability and the 2002 flood: Country Report Germany (Mulde River)*.
- [153] Suljić, L. D. et al. (no date) *FLOODS IN BIH – Natural disaster and/or institutional inefficiency*. Tuzla, Bosnia and Herzegovina: Centers of civil initiatives.
- [157] Špitalar, M. et al. (2014) 'Analysis of flash flood parameters and human impacts in the US from 2006 to 2012', *Journal of Hydrology journal*, 519(PA), pp. 863–870. doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.07.004.
- [167] Vojvodić, V. (2017) 'Zaštita okoliša: Izvešće - Štete od poplava u Europi povećat će se pet puta do 2050.', *Kemija u industriji*, 66(11–12), pp. 682–683.
- [180] Županijski stožer za zaštitu i spašavanje Vukovarsko-srijemske županije (2014) *Izvešće o katastrofi na području Vukovarsko-srijemske županije*.

### 3.5.6 LITERATURA IZ POSTOJEĆIH PRISTUPA ZA ODREĐIVANJE PRIHVATLJIVOG RIZIKA OD POPLAVA

- [19] Bubeck, P., Otto, A. and Weichselgartner, J. (2017) 'Societal Impacts of Flood', in Cutter, S. L. (ed.) *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*. Oxford University Press. doi: 10.1093/acrefore/9780199389407.013.281.
- [45] Emergency Management Australia (2002) *Disaster Loss Assessment Guidelines*.
- [47] European Commission (2010) *Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*. Brussels.
- [76] Ivičić, I. et al. (2011) *Karlovačke rijeke: Upravljanje i zaštita - Lokalna agenda za karlovačke rijeke za razdoblje od 2012. do 2017. godine*.
- [109] Messner, F. et al. (2007) *Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods*.
- [161] The Associated Programme on Flood Management (APFM) (2016) *Flood Management Tool Series: Public perception of flood risk and social impact assessment*.
- [168] Voortman, H. G. et al. (2001) 'Definition of acceptable risk in flood-prone areas', in *Proceedings of the international conference on structural safety and reliability*.
- [169] Vrijling, J. K. (1985) *Some considerations of an acceptable level of risk in the Netherlands*.
- [176] World Meteorological Organization (WMO) (2006) *Social aspects and Stakeholder Involvement in Integrated flood Management*. WMO-No. 1008, Geneva, Switzerland.
- [177] World Meteorological Organization (WMO) (2017) *Social Aspects and Stakeholder Involvement in Integrated Flood Management Community-Based Flood Management in Thailand*. Geneva, Switzerland.

## 4 PREGLED ISTRAŽIVANJA I INFORMACIJA O ŠTETNOM UTJECAJU POPLAVA NA STANOVNIŠTVO

## 4.1 Uvod

Izvršen je detaljni pregled literature, studija i modela vezan za definiranje štetnih posljedica poplava na zdravlje i stanovništvo. Iz brojne literature izdvojeni su i sistematizirani radovi koji nadopunjavaju pojedine parametre kod definiranja pojedinih štetnih posljedica na stanovništvo. Cilj ovog poglavlja je, nakon pregleda i sistematizacije literature, razvrstati aspekte štetnih posljedica po prioritetnom redoslijedu u svjetlu njihovog značaja, direktnih i indirektnih šteta te mogućnosti mjerljivosti (rangiranja) kao i financijskog/ekonomskog iskazivanja i to tako:

- da se obuhvate zdravstveno, socijalno i društveno najznačajniji aspekti;
- da se obuhvate aspekti koji uzrokuju većinu financijske/ekonomske štete;
- da se dobije što pouzdanija ukupna slika štetnih posljedica;
- da se stvori okvir/sustav koji bi se s vremenom mogao unapređivati, dorađivati i dopunjavati.

## 4.2 Pregled štetnih posljedica poplava na zdravlje i stanovništvo

Poplavni događaji mogu prouzročiti direktne posljedice za ljudsko zdravlje, poput ozljede, akutnih bolesti, zaraze ili smrti. Osim kratkotrajnih, poplave uzrokuju i dugotrajne posljedice na ljudsko zdravlje poput invaliditeta, razvoja mentalnog poremećaja, širenja zaraza i kliconoštva, respiratornih i gastrointestinalnih bolesti, pojave nezaraznih kroničnih bolesti i tumora, umanjenje radne sposobnosti i drugi poremećaja kao posljedice prisilnog razdvajanja obitelji i/ili promjene mjesta stanovanja, promjene i/ili pogoršanja životnih uvjeta, itd. Mnoge od ovih posljedica zauzimaju vrlo visoko mjesto na ljestvici uzroka smrtnosti u svijetu i Hrvatskoj, čak i bez poplavnih događaja. Osim bolesti s visokom stopom smrtnosti vrlo često se javljaju infekcije kože i mekih tkiva ili tegobe poput gastroenteritisa koje značajno narušavaju kvalitetu života. Bolesti i poremećaji koji nastaju kao posljedica poplava važan su javnozdravstveni ali i društveni problem. U budućnosti se očekuje sve veća učestalost poplava, a time i njihovog nepovoljnog utjecaja na zdravlje ljudi. Jasna je potreba za definiranjem metoda i pristupa za procjenu morbiditeta i mortaliteta kao i njihove kvantifikaciju kod procjene potencijalnih štetnih posljedica od poplava na stanovništvo.

Štetne posljedice poplava na stanovništvo **prema tipu spadaju u direktne nemjerljive posljedice** (Slika 3.2) i dijele se u **dvije osnovne skupine posljedica**:

- Smrtni slučajevi
- Posljedice za tjelesno/psihičko zdravlje ljudi

Štetne posljedice na zdravlje **prema vremenskom učinku** mogu se podijeliti u dvije skupine (Tablica 4.1):

- Kratkotrajne posljedice poplava (posljedice nastale za vrijeme poplavnog događaja ili u kratkom vremenu nakon događaja)
- Dugotrajne posljedice poplava

U dosadašnjim istraživanjima je najčešća podjela zdravstvenih posljedica na stanovništvo se grupira **prema tipu zdravstvenih posljedica** u sljedećim skupinama:

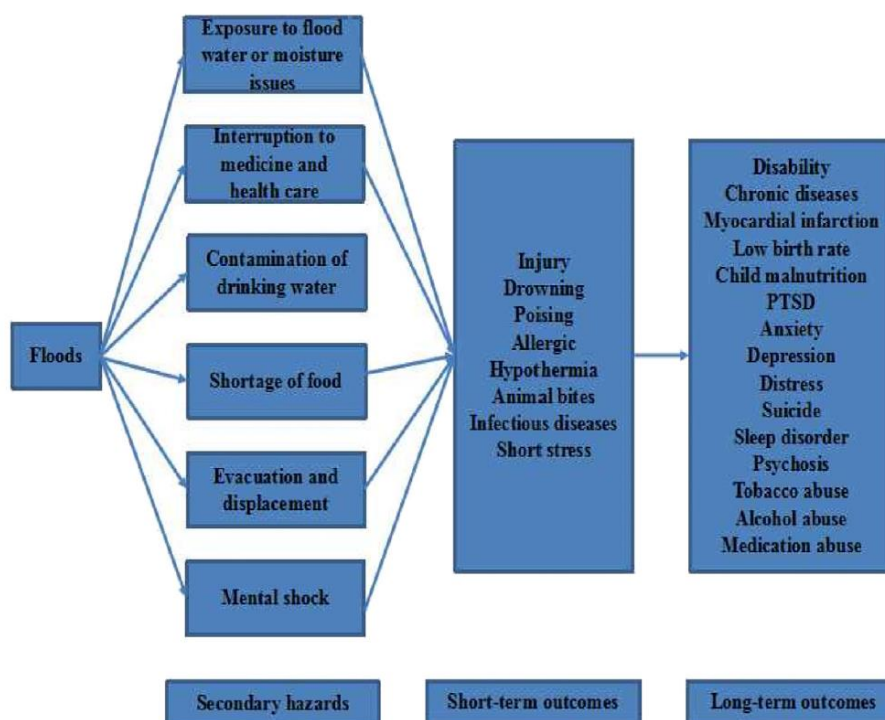
- Posljedice na tjelesno zdravlje
- Posljedice na psihološko zdravlje
- Posljedice na tjelesno i psihološko zdravlje
- Socijalne i bihevioralne posljedice

Od posljedica poplava na zdravlje najčešće je istraživana PTSP, zatim slijede istraživanja samoubojstva, depresije i drugih psihičkih bolesti. Manji broj istraživanja se bavio utjecajem poplava na tjelesno zdravlje, socijalnim i bihevioralnim posljedicama poplava (Slika 4.1).

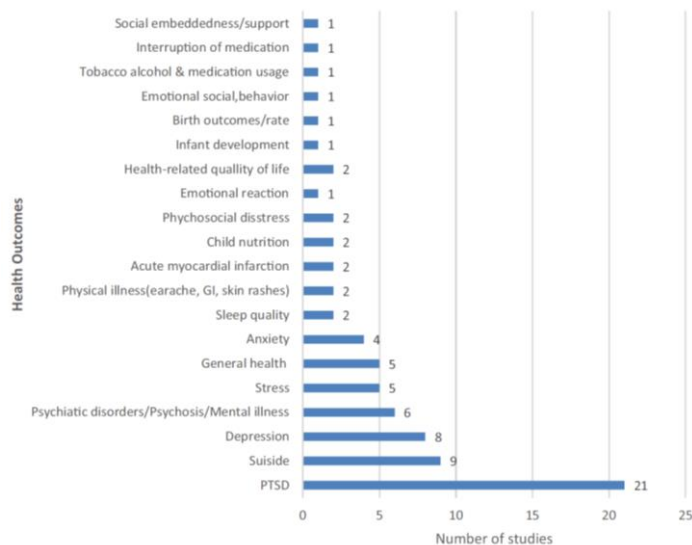


Tablica 4.1 Podjela štetnih posljedica prema trenutku nastajanja (prema Zhong, 2018)<sup>3</sup>

Primarna opasnost	Sekundarne opasnosti	Kratkotrajne posljedice za zdravlje	Dugotrajne posljedice na zdravlje
Izloženost poplavi	Izloženost vlazi Nedostupnost hitne i zdravstvene njege Unos zagađene vode u organizam Nedostatak hrane Evakuacija za vrijeme poplave Privremeni smještaj tijekom poplave Psihički šok	Utapanje Ozljede Trovanje Alergije Pothlađenost Ugrizi životinja Zarazne bolesti Kratkotrajni stres	Invaliditet Kronične bolesti Smanjenje nataliteta Pothranjenost djece PTSP Tjeskoba Depresija Suicid Poremećaj spavanja Psihoze Povećana potrošnja duhana Povećana potrošnja alkohola Povećana potrošnja lijekova



<sup>3</sup> Zhong, S., Yang, L., Toloo, S., Wang, Z., Tong, S., Sun, X., Crompton, D., FitzGerald, G. & Huang, C. (2018), "The long-term physical and psychological health impacts of flooding: A systematic mapping", Science of the Total Environment, vol. 626, pp. 165-194.



Slika 4.1 Broj istraživanja prema tipu posljedica na zdravlje (prema Zhong, 2018)

#### 4.2.1 GUBITAK ŽIVOTA

Zbog poplavnih događaja u proteklih 10 godina u Europi smrtno je stradalo više od 1.000 ljudi, a zahvaćeno je bilo oko 3,4 milijuna. Smrtnost kod poplava velikim dijelom uzrokuju utapanja i prijelomi, ozljede dobivene sudarima s naplavinama prilikom hodanja ili vožnje kroz vodu, upadanje u skrivene kanalizacijske otvore, ozljeđivanje od potopljenih predmeta, pokušaji prenošenja imovine, rušenja zgrada i mostova i strujni udari.

Velik rizik je i pothlađenost, koja nastaje prilikom boravka u vodi temperature niže od 24°C (CDC 1994). Voda provodi struju, pa strujni udari predstavljaju veliku opasnost prilikom poplava, ali i mjesecima poslije, u procesu vraćanja ljudi u kuće. Prije povratka ljudi potrebno je provjeriti ispravnost električnih instalacija od strane ovlaštenih osoba.

#### 4.2.2 POSLJEDICE NA TJELESNO ZDRAVLJE

Ozljede koje u uobičajenim uvjetima ne bi dovele do težih posljedica mogu završiti smrtno u slučaju da je ozljeđeni sam ili odsječen od medicinske skrbi (Menne & Murray 2013). Ozljede mogu biti uzrokovane kontaktom s divljim životinjama koje izbjegavaju kontakt sa ljudima, ali su ih na to prisilile okolnosti. Neke ozljede uzrokovane poplavama mogu nastati tjednima poslije poplava tijekom procesa obnove i popravaka objekata i infrastrukture. Oštri objekti, poput lima, čavala, stakla ili pločica mogu se nalaziti skriveni ispod vode.

#### 4.2.3 POSLJEDICE NA PSIHOLOŠKO ZDRAVLJE

Poplave spadaju u prirodne katastrofe te imaju slične učinke na psihičko zdravlje ljudi poput drugih prirodnih katastrofa. Uslijed i nakon poplava dolazi do trajnog ili privremenog onesposobljavanja pojedinaca ili veće skupine za nastavak normalnog života i rada te širenje psiholoških reakcija izvan područja nesreće na širu okolinu. Karakteristika poplava je i ograničenost događaja na jednom području, odnosno razgraničenje od područja u kojem život teče normalno (French & Holt 1989).

Psihičke reakcije ovise o intenzitetu i opsegu nesreće te o biološkim, psihološkim i socijalnim faktorima, poput pripremljenosti institucija na mogućnost poplave, mogućnosti zbrinjavanja unesrećenih,

pravodobno osiguravanje zamjenskih objekata za stanovanje te brzine obnove domova i uspostavljanje uobičajenih životnih aktivnosti (Menne & Murray 2013).

Nakon poplave u Zagrebu 1964. godine opisane su neposredne i kasne psihičke reakcije. Zbog poplave, kao jakog egzogenog stresa došlo je do razvoja neurotičnih poremećaja i psihosomatskih oboljenja te učestalog izostanka s posla. Akutni simptomi su uključivali nesanicu, otupljenost i psihičku labilnost, ali i bijes, letargiju, loše raspoloženje i hiperaktivnost. Takvi simptomi mogu se smatrati normalnima kao odgovor na stresni događaj, ali ako perzistiraju moguća je i pojava dugotrajnih ili naknadnih psihopatoloških reakcija u pojedinaca ili većeg broja stanovništva, poput anksioznosti, depresije i posttraumatskog stresnog poremećaja (PTSP), koje treba liječiti. Stariju ljudi su generalno osjetljiviji od mladih.

Evakuacija, život u privremenom smještaju i gubitak osobne imovine, a često i radnih mjesta identificirani su kao najvažniji inicijatori psihičkih poremećaja (Blažević et al. 1967).

#### 4.2.4 RAZVOJ BOLESTI

U skupinu virusnih bolesti kod kojih je primijećena povećana incidencija nakon poplava spadaju hepatitis E, bolesti uzrokovane arbovirusima: Dengagroznicu (Dengue fever), virus zapadnog Nila (West Nilevirus), Žuta groznica (Yellow fever), Chikungunya, te arbovirusi uzročnici encefalitisa: Saint Louis, La Crosse, Venezuelanski konjski encefalitis, Murray Walley, Rift Walley, krpeljni encefalitis (Githeko et al. 2000).

Osnovni mehanizam koji dovodi do povećane incidencije svih navedenih virusnih bolesti (s iznimkom hepatitisa E) nakon poplava je povećana populacija vektora, komaraca (*Aedes aegypti*, *Aedes vexans*, *Aedes albopictus*, *Culex pipiens*, *Ochlerotatus triseriatus*) i krpelja (*Ixodes scapularis*, *Ixodes ricinus*, *Ixodes persulcatus*). Uz osnovni mehanizam, mnogo sporednih mehanizama može ubrzati širenje bolesti, poput povećane replikacije virusa u vektoru, širenje geografskog područja vektora te povećanu populaciju glodavaca i drugih životinja koje su rezervoar bolesti (Hubálek 2008).

Među bolesti uzrokovane bakterijama na poplavljenom području valja ubrojiti Leptospirozu i Lajmsku bolest, dok među bolesti uzrokovane protozoama izdvajamo Malariju.

Odluke ljudi mogu znatno utjecati na rizik od ozljeda, naročito u slučajevima opiranja evakuacijskim procedurama, kao što se je dogodilo u New Orleansu tijekom uragana Katrine (Lave & Apt 2006).

#### 4.2.5 PREGLED UTJECAJA NA ZDRAVLJE I DRUŠTVO

U odnosu na problematiku procjene gubitaka života uslijed poplava, za koje postoje određene metode i modeli, za utjecaje poplava na zdravlje i društvo u literaturi se ne nalaze općenite metode ili modeli za procjenu. U literaturi se takvi utjecaji opisuju, diskutiraju i ilustriraju za pojedine poplavne događaje, ali generalno nedostaje sistematizacija podataka, kao i metodologija za procjenu, kvantifikaciju i monetizaciju ovih utjecaja. U nastavku se daje kratak pregled relevantne literature koja se bavi problematikom utjecaja na zdravlje i društvo.

Green i sur. (1986)<sup>4</sup> predstavljaju eksperimentalne pristupe procjeni nematerijalnih utjecaja poplava (npr. na zdravlje) uz prikaz podataka iz studije slučaja. Green i sur. (1989)<sup>5</sup> razmatraju izvore systemske i parametarske nesigurnosti u analizi troškova i koristi ublažavanja poplava. Analize troškova i koristi

<sup>4</sup> Green, C. H. and Penning-Rowell, E.C. (1986), "Evaluating the intangible benefits and costs of a flood alleviation proposal", Journal of the Institution of Water Engineers and Scientists 40 (3), 229-248

<sup>5</sup> Green, C. H. and Penning-Rowell, E. C. (1989), "Flooding and the Quantification of 'intangibles'", Journal of the Institution of Water and Environmental Management 3 (1), 27-30

procjene su budućih učinaka različitih opcija; posljedično, postoje svojstvene nesigurnosti. Izostanak razmatranja nekih utjecaja kao „nematerijalnih ulaganja“, jer ih nije bilo moguće izmjeriti, oblik je sistemske nesigurnosti. Značajan propust u prošlosti u analizama troškova i koristi ublažavanja poplava bili su nemonetarni utjecaji poplava na kućanstva. Pokazuje se da su ti utjecaji i veliki i važniji za pogođena kućanstva od izravnih novčanih gubitaka.

Ohl i sur. (2000)<sup>6</sup> diskutiraju dugoročne učinke poplava na psihološko zdravlje, koji su možda čak važniji od bolesti ili ozljeda, pa će stoga koristi od ublažavanja takvih utjecaja vjerojatno biti velike. Za većinu ljudi emocionalne traume nastavljaju se dugo nakon što se voda povukla. Popravak, čišćenje i rješavanje šteta iz osiguranja je stresno. Ako tijekom procesa oporavka nedostaje potpore, razina stresa može se dodatno povećati. Ovaj je članak kratki uvodni članak koji pruža priliku onima koji pružaju medicinsku njegu - kako fizičku tako i mentalnu - da postanu svjesniji određenih zdravstvenih problema povezanih s poplavama.

Hajat i sur. (2003)<sup>7</sup> ističu da su poplave najčešća prirodna katastrofa u Europi. Nepovoljne posljedice poplava na ljudsko zdravlje složene su i dalekosežne: uključuju utapanje, ozljede i povećanu učestalost čestih mentalnih poremećaja. Tjeskoba i depresija mogu trajati mjesecima, a možda i godinama nakon poplave, pa se rijetko cijeni istinsko zdravstveno opterećenje. Učinci poplava na zarazne bolesti u Europi se čine relativno rijetki. Ranjivost osobe ili skupine definirana je u smislu njihove sposobnosti da predviđaju, nose se s njima, odupru im se i oporave se od utjecaja prirodne opasnosti. Utvrđivanje ranjivosti glavni je izazov. Ranjive skupine su starije osobe, osobe s invaliditetom, djeca, žene, etničke manjine i osobe s niskim primanjima. Prije izrade indeksa ranjivosti potrebni su kvalitetniji epidemiološki podaci. Sveobuhvatan program upravljanja pripravnosti, reagiranjem i oporavkom zasnovan na riziku može smanjiti štetne učinke poplava na zdravlje, ali trenutno nema dovoljno dokaza o učinkovitosti javnozdravstvenih intervencija.

Tapsell i sur. (2002)<sup>8</sup> predstavljaju rezultate istraživanja o utjecajima koje poplave mogu imati na pogođene ljude, dopunjavajući tako postojeće podatke o novčanim gubicima koji bi mogli nastati u poplavama. Oba skupa podataka trebala bi se koristiti pri odlučivanju o ulaganju u mjere obrane od poplave. U radu se prezentiraju istraživanja o ranjivosti zajednica pogođenih poplavama na nepovoljne zdravstvene učinke i razvoju indeksa ranjivosti zajednice na temelju opsežnih istraživanja fokusnih grupa i podataka popisa sekundarnih izvora.

Penning-Rowse i sur. (2005)<sup>9</sup> konstatiraju da će se učestalost i opseg poplava širom svijeta, kao i popratni gubici i povezani utjecaji na ljudsko zdravlje povećati tijekom sljedećih 50 do 100 godina zbog učinaka globalnog zatopljenja i drugih čimbenika. Ovdje postoji razlog za zabrinutost jer su utjecaji poplava, uključujući utjecaje na zdravlje, ozbiljni i dalekosežni. Zauzvrat, to ima implikacije na politiku obrane od poplave, okoliš i pružanje lokalnih usluga kako bi se pomoglo ljudima da se oporave od poplava i njihovih posljedica. U radu se opisuju istraživanja poplava u Velikoj Britaniji provedena na Sveučilištu Middlesex o zdravstvenim učincima poplava te se raspravlja kako bi ti učinci mogli biti ublaženi politikama i strategijama za identificiranje onih koji bi mogli biti najviše pogođeni.

Tunstall i sur. (2006)<sup>10</sup> predstavljaju podatke ankete iz razgovora socijalnih znanstvenika koristeći utvrđene zdravstvene mjere o zdravstvenim učincima poplava na stanovnike na 30 mjesta u Engleskoj i Walesu. Prvo, ispituje se u kojoj su mjeri poplavljeni stanovnici izvijestili o tjelesnim i psihološkim

<sup>6</sup> Ohl, C.A. and Tapsell, S.M. (2000) 'Flooding and human health: the dangers posed are not always obvious', British Medical Journal, 321, 1167-8

<sup>7</sup> Hajat, S., Ebi, K. and Kovats, S. (2003) A Review: The human health consequences of flooding in Europe: Applied Environmental Science Public Health 1, 13-21

<sup>8</sup> Tapsell, S.M., Penning-Rowse, E.C., Tunstall, S.M. and Wilson, T. (2002) Vulnerability to flooding: health and social dimensions, Phil. Trans. R. Soc. Lond. 360, 1511-1525

<sup>9</sup> Penning-Rowse, E.C., Tapsell, S.M. and Wilson, T. Key (2005) Policy Implications of the Health Effects of Floods

<sup>10</sup> Tunstall, S., Tapsell, S., Green, C., Floyd, P. and George, C. (2006) The health effects of flooding: Social research results from England and Wales, Journal of Water and Health, Vol. 4, (3), 365-380

zdravstvenim posljedicama tijekom i nakon događaja. Drugo, istražuje pitanje jesu li ti učinci bili dugotrajni usporedbama s općom populacijom i onima s rizikom, ali nisu bili poplavljeni. U studiji je utvrđeno da oko dvije trećine žrtava poplave imaju ocjene na ljestvici Općeg zdravstvenog upitnika-12 koje ukazuju na probleme mentalnog zdravlja (ocjene 4+) u najgorem vremenu nakon poplave. Dokazi studije također sugeriraju da su neke žrtve poplave pretrpjele dugoročne posljedice na mentalno zdravlje kao rezultat iskustva s poplavama. Studija ispituje utjecaj širokog spektra čimbenika: karakteristike poplavnog događaja, vrste imovine i socio-demografske i intervenirajuće čimbenike poput opsega potpore obitelji ili zajednice koji mogu objasniti zdravstvene učinke poplava. Otkriva da je uključen složeni skup socijalnih i drugih čimbenika te da su neki čimbenici podložni ljudskoj intervenciji, poput odgovarajućeg osiguranja od poplave, važni čimbenici stresa koji imaju žrtve poplave.

Convery i sur. (2008)<sup>11</sup> razmatraju zdravstvene i društvene utjecaje poplava uzrokovanih brojnim domaćinstvima Carlislea nakon poplava i oluja u siječnju 2005. godine. Pritom takve učinke razmatraju iz perspektive 'proživljenog, lokalnog iskustva'. Ističu potrebi i za neformalnom podrškom i za lokalno dostupnim i trajnim centrima za informacije i podršku nakon poplave. Takvi centri mogu pružiti kontaktnu točku za potencijalno višestruke, emocionalne i praktične probleme. Predlažu da ovi centri zahtijevaju snažno multi-partnerstvo i rad više agencija te visoko kvalificirano osoblje centara za podršku koje ima lokalno znanje i razumijevanje pogođene zajednice. Na taj se način lokalne potrebe nakon katastrofe mogu kontekstualizirati i na njih se odgovoriti na način koji se oslanja na postojeće lokalno znanje i stručnost i dodatno jača dugoročnu podršku u zajednici.

Du i sur. (2010)<sup>12</sup> daju pregled utjecaja poplava na kućanstva. Izravni utjecaji poplava na kućanstva javljaju se tijekom same poplave, a prouzrokovani su kontaktom s poplavnom vodom (to su utjecaji koji se obično osjećaju odmah kada se dogodi poplava), a mogu biti i posljedica izravne izloženosti poplavljenom okolišu. To uključuje: smrtnost od utapanja, srčanog udara, ozljeda od krhotina, kemijske kontaminacije i hipotermije. Većina smrtnih slučajeva povezanih s utapanjem zabilježena je tijekom bujičnih poplava, nasuprot sporijim riječnim poplavama. Utapanje se često događa kao rezultat toga što pojedinci podcjenjuju brzinu poplavne vode ili dubinu poplavne vode tijekom kasne evakuacije ili pokušaja spašavanja. Smrt od utapanja može se dogoditi i kada ljude odnese voda dok pokušavaju prijeći most ili ploviti u poplavnim vodama. Ozljede povezane s poplavom mogu se dogoditi dok pojedinci pokušavaju pobjeći od plutajućih predmeta ili urušavanja zgrade. Poremećaji zdravstvene infrastrukture, uključujući javne zdravstvene strukture, kao što su čista voda i odgovarajući sustav zbrinjavanja otpada, mogu također značajno pridonijeti socijalnim poremećajima.

Lane i sur. (2013)<sup>13</sup> analiziraju potencijalne utjecaje obalnih poplava na područje New Yorka. Urbana područja poput New Yorka mogu biti posebno izložena riziku, s obzirom na gustoću naseljenosti, oslanjanje na javni prijevoz, energetska infrastrukturu koja je osjetljiva na štetu od poplava i visoke zgrade, koje bi mogle biti pogođene nestankom struje i prekidom komunalnih usluga. Klimatske promjene pogoršat će ove rizike u narednim desetljećima. Razina mora raste zbog globalnog zatopljenja, koje će pojačati olujne valove. Ove projekcije čine pripremu za utjecaje oluja na zdravlje još važnijom. Proveden je širok pregled utjecaja američkih obalnih oluja na zdravlje, s naglaskom na ishode relevantne za New York i urbana obalna područja, uključujući neke lekcije naučene iz nedavnih iskustava s Superstorm Sandy. Na temelju literature odabrani su i mapirani pokazatelji zdravstvene ranjivosti u susjedstvu New Yorka. Priprema za širok raspon očekivanih učinaka obalnih oluja i poplava može pomoći u smanjenju tereta javnog zdravstva.

<sup>11</sup> Convery, I. and Bailey, C. (2008) After the flood: the health and social consequences of the 2005 Carlisle flood event, Journal of Flood Risk Management, Vol 1, Issue 2, 100–109

<sup>12</sup> Du, W., Fitzgerald, G., Clark, M. and Hou, X. (2010) Health impacts of floods. *Orhospital and Disaster Medicine*, 25(3), pp.265-272

<sup>13</sup> Lane, K., Charles-Guzman, K., Wheeler, K., Abid, Z., Graber, N. and Matte, T. (2013) Health effects of coastal storms and flooding in urban areas: a review and vulnerability assessment, *Environ Public Health*, 913064. doi: 10.1155/2013/913064

Joseph i sur. (2014)<sup>14</sup> konstatiraju da se učestalost i veličina poplavnih događaja značajno povećala u posljednjih nekoliko desetljeća. To se može povezati s brojnim uzrocima, uključujući promjene u klimatskim uvjetima i urbanom razvoju. Pojava poplave donosi niz utjecaja, uključujući materijalne ili mjerljive učinke i nematerijalne, manje mjerljive aspekte. Materijalni učinci poplava općenito su dobili veću pozornost u politici, medijima i društvu, dok su nematerijalni utjecaji dobili manje pozornosti, vjerojatno zato što ih je teže inkapsulirati i općenito su zdravstvena pitanja. Međutim, sve je veća svijest upravitelja rizicima od poplava da su nematerijalni utjecaji poplava podcijenjeni u procjenama nakon poplave. U pokušaju da se konceptualiziraju nematerijalni učinci poplava na kućanstva, predstavlja se kritička sinteza literature koja se odnosi na razvijanje dubljeg razumijevanja opsega utjecaja poplava na zdravlje kućanstava. Pregled naglašava da na zdravlje kućanstava utječu stres i poremećaji uzrokovani napuštanjem domova nakon poplave. To se posebno odnosi na ranjivije članove zajednica, a učinak bi mogao trajati mjesecima, pa čak i godinama. Implikacije ovih nalaza su da bi se utjecaji poplava na zdravlje na kućanstva mogli znatno smanjiti mjerama za ublažavanje poplava, kao što su mjere prilagodbe na poplavi na razini kućanstva jer će to smanjiti vrijeme koje će kućanstvima trebati da napuste svoj dom radi popravaka nakon poplava. Stoga je potrebno daljnje istraživanje usmjereno na poboljšanje kvantifikacije ovih dugoročnih utjecaja na zdravlje u svrhu procjene troškova i koristi.

#### 4.2.6 ISKUSTVA IZ POPLAVNIH DOGAĐAJA U HRVATSKOJ

Kada govorimo o štetnim posljedicama poplava u Hrvatskoj, valja spomenuti dosad najveću katastrofalnu poplavu u gradu Zagrebu. Dana 26. listopada 1964. godine u 8h ujutro registriran je apsolutno najviši vodostaj Save u Zagrebu od 514 cm, a kome odgovara protok od 3.128 m<sup>3</sup>/s. Štete od te poplave bile su goleme, pri čemu valja izdvojiti 17 ljudskih žrtava, 40.000 ljudi je ostalo bez krova nad glavom, 10.000 stanova i 3.297 gospodarskih zgrada je potpuno uništeno, oštećeni su objekti 120 poduzeća, dva kilometra autoputa, zauvijek je izgubljeno 65 posto građevinskog materijala iz skladišta, uništena je 61 trafostanica i još mnogo drugih dobara. Te 1964. godine izravne štete od poplava u Republici Hrvatskoj iznosile su 8,19 posto bruto nacionalnog dohotka.

Sredinom mjeseca svibnja 2014. godine velike poplave pogodile su istočnu Hrvatsku. Prirodnu katastrofu uzrokovala je jaka ciklona i višednevne oborine. Poplave u istočnoj Slavoniji uzrokovane su probijanjem savskih nasipa na mjestima kod Rajevog Sela i Račinovaca do kojih je došlo uslijed ekstremnih količina oborina nad jugoistočnom Europom. U svibanjskim poplavama najteže su stradala županijska Posavina u Hrvatskoj te brojna područja u Bosni i Hercegovini i Srbiji. Pokazatelji stradanja, prvotnih šteta i pogođenih područja svjedoče o širini i posljedicama katastrofalnih poplava. U sve tri države smrtno su stradale 53 osobe. U Bosni i Hercegovini više od 1,5 milijuna ljudi bilo je pogođeno poplavama, a više od 90 tisuća moralo je napustiti svoje domove. U Srbiji više od 1,6 milijuna ljudi bilo je pogođeno poplavama, te ih je 31 tisuća evakuirano.

U Hrvatskoj poplave su ugrozile 38 tisuća ljudi (United Nations Development Programme, 2014:20). Prouzročile su probleme u funkcioniranju vodoopskrbnog sustava, prometnog i prerađivačkog sektora, poljoprivrede, edukativnog i zdravstvenog sustava. Na pojedinim poplavljenim područjima bile su iscrpljene lokalne, regionalne, ali i pojedine državne sposobnosti i resursi te su države primile međunarodnu pomoć. Tisuće stanovnika savskog područja tada je evakuirano, a samo u Hrvatskoj poplave su oduzele dva života. Materijalna šteta prema nekim procjenama prelazi dvije milijarde kuna, a katastrofa je uzrokovana dosad nezabilježnom količinom vode u Savi zbog koje je rijeka probila nasipe.

U Izvješću o štetama Vukovarsko-srijemske županije procijenjeno je da postoje oštećenja na 2.689 stambenih zgrada, kao i na 4.713 pomoćne i gospodarske zgrade koje su u funkciji stambenih zgrada, te na 4.234 gospodarske zgrade i 32 zgrade javne namjene gdje se pojavljuju škole, vrtići, crkve, dom

<sup>14</sup> Joseph, R., Proverbs, D., Lamond, J. and Wassell, P. (2014) A critical synthesis of the intangible impacts of flooding on households, University of the West of England, Bristol, UK

kulture, vatrogasni domovi, ambulante, sportska dvorana i muzeji. Sve zgrade su bile izložene duže vrijeme djelovanju vode, stoga se kasnije pojavila kapilarna vlaga, a zbog otežanog i dugotrajnijeg isušivanja i građevinska oštećenja koja nisu bila vidljiva u trenutku izrade preliminarnih izvješća.

Svakako nisu zanemarivi ukupni troškovi angažmana operativnih snaga sustava civilne zaštite, vezanih uz provedbu direktne zaštite stanovništva i materijalnih dobara od posljedica nastalih poplava u županjskoj Posavini. Prema službenom izvješću Državne uprave za zaštitu i spašavanje, odnosno pojedinačnim izvješćima tijela državne i lokalne uprave, isti su iznosili 165.667.886,00 kn, što su u konačnici podmirili porezni obveznici. Dodatan trošak angažmana spomenutih operativnih snaga valja pronaći i u uništenoj ili oštećenoj opremi korištenoj primjerice za ispumpavanje vode iz kućanstava, za sanaciju naselja i slično.

Valja reći i kako su tijekom 2014. godine znatne štete od poplava imala i druga područja u Republici Hrvatskoj, poput Varaždinske županije u kojoj su gotovo 12.500 radnih sati na intervencijama imali pripadnici vatrogasnih postrojbi, uz štetu nastalu na vlastitoj spasilačkoj opremi u vrijednosti od 356.000,00 kn.

## 4.3 Pregled parametara za procjenu štetnih posljedica poplava na zdravlje i stanovništvo

### 4.3.1 PREGLED INDIKATORA IZLOŽENOSTI (A)

Izvršena je sistematizacija i detaljan pregled 23 znanstvena rada i izvještaja te su izdvojeni indikatori izloženosti koji se najčešće koriste u literaturi. Indikatori izloženosti vezani su za „dinamičku“ komponentu rizika od poplava.

**Indikatori izloženosti** opisuju poplavne uvjete u kojima će ljudi vjerojatno biti odneseni ili potopljeni za vrijeme poplave te su različiti kod pojedinih poplavnih događaja. Tablično je prikazan pregled korištenih indikatora (Tablica 4.2). Najčešće se koriste protok, dubina vode, brzina vode i trajanje poplavnog događaja. U pregledanim radovima indikator protoka predstavlja prosječni protok vodotoka i protok 100-godišnjeg povratnog razdoblja.

Tablica 4.2 Pregled korištenih indikatora izloženosti (A)

Rad/izvještaj	[2]	[9]	[27]	[29]	[48]	[51]	[52]	[56]	[87]	[88]	[90]	[101]	[102]	[105]	[116]	[129]	[132]	[139]	[140]	[150]	[154]	[158]	[159]	Sum		
<b>A. Indikatori izloženosti</b>																										
Protok															+										2	
Dubina vode													+													1
Brzina vode																										0
Površina poplavnog područja																										1
Trajanje događaja													+													1
Brzina napredovanja																										0
Naplavine																										0

### 4.3.2 PREGLED INDIKATORA UGROŽENOSTI (B)

**Indikatori ugroženosti** opisuju karakteristike područja koje utječu na razinu šteta od poplava. Indikatori ugroženosti su brojniji, a najčešće se koriste pristup/udaljenost/broj bolnica na promatranom području, udaljenost od objekta za privremeni smještaj (hoteli, dvorane...), pristup javnom prijevozu, kvaliteta, godina izgradnje i konstrukcija objekta za stanovanje te gustoća prometnica.

Tablica 4.3 Pregled korištenih indikatora ugroženosti (B)

Rad/izvještaj	[2]	[9]	[27]	[29]	[48]	[51]	[52]	[56]	[87]	[88]	[90]	[101]	[102]	[105]	[116]	[129]	[132]	[139]	[140]	[150]	[154]	[158]	[159]	Sum		
<b>B. Indikatori ugroženosti</b>																										
Korištenje zemljišta																										3
Sustav ranog upozorenja																										
Udaljenost do trgovina s prehranom																										1



Rad/izvještaj	[2]	[9]	[27]	[29]	[48]	[51]	[52]	[56]	[87]	[88]	[90]	[101]	[102]	[105]	[116]	[129]	[132]	[139]	[140]	[150]	[154]	[158]	[159]	Sum
Udaljenost do najbližeg grada																								1
Pristup javnom prijevozu	+								+	+									+					4
Vrijeme evakuacije																							+	2
Udaljenost od izvora poplave																+								1
Gustoća prometnica																								3
Udaljenost od zdravstvenih ustanova																								1
Udaljenost objekta za privremeni smještaj (hoteli, dvorane...)																								4
Hitne službe																								1
Ambulante	+																							2
Bolnice					+																			7
Dječje bolnice																								1
Ljekarne																								1
Broj bolničkih kreveta																								2
Broj osnovnih škola																								1
Kuće lošije kvalitete gradnje/ starije kuće	+																							4
Kuće bolje kvalitete gradnje/ novije kuće	+																							2
Konstrukcija nekretnine																								3
Godina izgradnje																								3
Mobilne kuće																								4
Kuće do 2 kata																								1
Kuće s 3 i više katova																								1

### 4.3.3 PREGLED INDIKATORA RANJIVOSTI (C)

**Indikatori ranjivosti** opisuju karakteristike stanovništva pogođenih poplava i njihovu mogućnost odgovora za osiguranje vlastite sigurnosti i sigurnost bližnjim o njima ovisnih za vrijeme poplave. Indikatori ranjivosti stanovništva grupirani su prema kategorijama iz statističkih izvještaja u Republici Hrvatskoj u šest kategorija:

- C1. Stanovništvo prema spolu i starosti
- C2. Stanovništvo prema državljanstvu, narodnosti, vjeri i materinskom jeziku
- C3. Kućanstva i obitelji
- C4. Stanovništvo s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti
- C5. Stanovništvo prema ekonomskim obilježjima
- C6. Stanovi prema načinu korištenja

**Dostupni indikatori ranjivosti iz statističkih izvještaja u Republici Hrvatskoj (grupa 1)** prikazani su u navedenih 6 kategorija te je za svaki indikator navedena najniža prostorna razina dostupnosti (naselja, gradovi i općine, županije) (vidi Tablica 4.4). Većina indikatora je dostupna na razini županije, a na razini gradova i općina dostupnost je manja. Na razini naselja postoje podaci za stanovništvo prema spolu i starosti. Za listu potencijalnih indikatora (grupa 3) razmatrani su samo indikatori iz ove grupe (grupa 1) koji su dostupni na mezo razini (naselja, gradovi i općine).

**Indikatori ranjivosti korišteni u literaturi (grupa 2)** dobiveni su pregledom dostupne literature. Detaljno su pregledana 23 znanstvena rada i izvještaja te su tablično prikazani najčešće korišteni indikatori (Tablica 4.5). Indikatori su grupirani u navedenih šest kategorija. U kategoriju stanovništva prema spolu i starosti spadaju indikatori kao što su broj ženskog stanovništva, stanovništvo starije ili mlađe od X-godina te broj stanovnika na promatranom području. Navedeni indikatori ujedno predstavljaju i indikatore koji se najčešće koriste u literaturi. Većina radova koriste indikatore kao što su udio stranog stanovništva, stanovništvo s osnovnoškolskim obrazovanjem, nepismeno stanovništvo te broj nezaposlenih. Za listu potencijalnih indikatora razmatrani su samo oni indikatori iz ove grupe (grupa 2) koji su dostupni iz statističkih izvještaja.

Tablica 4.4 Indikatori ranjivosti dostupni iz statističkih izvještaja u Republici Hrvatskoj (grupa 1)

Grupa	Indikator	Najniža razina dostupnosti
<b>C1. Stanovništvo prema spolu i starosti</b>	Spol	Naselja
	Starost	Naselja
	Žene u fertilnoj dobi od 15 do 49 godina	Gradovi i općine
	Žene u fertilnoj dobi od 20 do 29 godina	Gradovi i općine
	Radno sposobno stanovništvo od 15 do 64 godine	Gradovi i općine
	Indeks starenja	Gradovi i općine
<b>C2. Stanovništvo prema državljanstvu, narodnosti, vjeri i materinskom jeziku</b>	Koeficijent starosti	Gradovi i općine
	Narodnost	Gradovi i općine
	Državljanstvo	Gradovi i općine
	Materinski jezik	Gradovi i općine
	Vjera	Gradovi i općine
<b>C3. Kućanstva i obitelji</b>	Kućanstva prema broju članova	Gradovi i općine
	Obiteljska kućanstva prema broju članova	Gradovi i općine
	Neobiteljska samačka kućanstva	Gradovi i općine
	Neobiteljska višečlana kućanstva	Gradovi i općine
	Bračni par bez djece	Gradovi i općine
	Izvanbračni par bez djece	Gradovi i općine
	Bračni par s djecom	Gradovi i općine
	Majka s djecom	Gradovi i općine
	Otac s djecom	Gradovi i općine
	Stanovništvo u privatnim kućanstvima	Županije
	Stanovništvo u institucijama za umirovljene u starije osobe	Županije
	Stanovništvo u zdravstvenim i institucijama za skrb	Županije
	Stanovništvo u vjerskim institucijama	Županije
	Stanovništvo u ostalim institucijama	Županije
	Dijete	Županije
	Suprug/supruga	Županije
	Izvanbračni drug/izvanbračna družica	Županije
	Majka s djecom starom 25 ili više godina	Županije
	Otac s djecom starom 25 ili više godina	Županije
	Samac	Županije
	Ostali (nisu članovi obitelji)	Županije
	Osobe u institucionalnim kućanstvima	Županije
	Privatno vlasništvo ili suvlasništvo	Županije
	Najmoprimac sa slobodno ugovorenim najamnikom	Županije
	Srodstvo s vlasnikom ili najmoprimcem stana	Županije
	Najmoprimac sa zaštićenom najamnikom	Županije
Najam dijela stana	Županije	
Ostale osnove korištenja stana	Županije	
Beskućnik	Županije	
Kućanstva s poljoprivrednom proizvodnjom	Županije	
Kućanstva bez poljoprivredne proizvodnje	Županije	
<b>C4. Stanovništvo s teškoćama u obavljanju</b>	Sasvim pokretni	Županije
	Trajno ograničeno pokretni uz pomoć štapa, štaka ili hodalice	Županije
	Trajno ograničeno pokretni uz pomoć invalidskih kolica	Županije

svakodnevnih aktivnosti	Trajno nepokretni	Županije
	Od rođenja	Županije
	Domovinski rat i njegove posljedice	Županije
	Profesionalno oštećenje (profesionalna bolest / ozljeda na radu)	Županije
	Bolest	Županije
	Prometna nesreća	Županije
	Stanovništvo staro 15 i više godina prema stanovništvu s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti, najvišoj završenoj školi i spolu	Županije
	Stanovništvo s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti prema uzroku teškoće, spolu i razini završene škole	Županije
C5. Stanovništvo prema ekonomskim obilježjima	Zaposleni	Gradovi i općine
	Nezaposleni, traže prvo zaposlenje	Gradovi i općine
	Nezaposleni, traže ponovno zaposlenje	Gradovi i općine
	Ekonomski neaktivni: umirovljenici	Gradovi i općine
	Ekonomski neaktivni: osobe koje se bave obvezama u kućanstvu	Gradovi i općine
	Ekonomski neaktivni: učenici ili studenti	Gradovi i općine
	Zaposlenici	Županije
	Samozaposleni: poslodavci	Županije
	Samozaposleni: osobe koje zarade za vlastiti račun	Županije
	Pomažući članovi obitelji	Županije
	Ostale zaposlene osobe	Županije
	Bez škole	Županije
	13 razreda	Županije
	47 razreda	Županije
	Osnova škola	Županije
	Srednja škola	Županije
	Visoko obrazovanje: stručni studij	Županije
	Visoko obrazovanje: sveučilišni studij	Županije
	Visoko obrazovanje: doktorat	Županije
	Zaposleni prema područjima djelatnosti, starosti i spolu	Županije
	Prihodi od stalnog rada	Županije
	Prihodi od povremenog rada	Županije
	Prihodi od poljoprivrede	Županije
	starosna mirovina	Županije
	Ostale mirovine	Županije
	Prihodi od imovine	Županije
	Socijalne naknade	Županije
	Ostali prihodi	Županije
	Povremena potpora drugih	Županije
	Bez prihoda	Županije
Zaposleni prema zanimanju, starosti i spolu	Županije	
C6. Stanovi prema načinu korištenja	Vodovodne instalacije	Gradovi i općine
	Kanalizacijske instalacije	Gradovi i općine
	Stanovi za stalno i privremeno stanovanje prema pomoćnim prostorijama	Gradovi i općine
	Nastanjeni	Gradovi i općine
	Privremeno nenastanjeni	Gradovi i općine
	Napušteni	Gradovi i općine
	Za odmor i rekreaciju	Gradovi i općine
	Za radove u poljoprivredi	Gradovi i općine
	Za iznajmljivanje turistima	Gradovi i općine
	Za ostale djelatnosti	Gradovi i općine
	Broj kućanstva	Županije
	Broj članova kućanstva	Županije
	Vlasništvo ili suvlasništvo	Županije
	Slobodno ugovorena najamnina	Županije
	Srodstvo s vlasnikom ili najmoprimcem stana	Županije
	Zaštićena najamnina	Županije
	Najam dijela stana (podstanar)	Županije
	Kućanstva prema osnovi korištenja i vlasništvu stana	Županije
	Stambene jedinice prema broju kućanstava i članova kućanstava	Županije
	Nastanjene stambene jedinice prema vrsti energenata	Županije
	Stanovi za odmor i rekreaciju prema broju i vrsti zgrade	Županije
	Nastanjeni stanovi prema godini izgradnje, vrsti zgrade i broju kućanstava	Županije
	Nastanjeni stanovi prema pomoćnim prostorijama i instalacijama	Županije
	Nastanjeni stanovi prema broju soba i vlasništvu	Županije

Tablica 4.5 Indikatori ranjivosti korišteni u literaturi (grupa 2)

Rad/izvještaj	[2]	[9]	[27]	[29]	[48]	[51]	[52]	[56]	[87]	[88]	[90]	[101]	[102]	[105]	[116]	[129]	[132]	[139]	[140]	[150]	[154]	[158]	[159]	Broj/Dostupnost u RH
<b>C1. Stanovništvo prema spolu i starosti</b>																								
Stariji od Xgod	65	65	65	65	65	65	65	65	65	75	65	65	65	65	65	60	+	65	75	65				17 DA
Mlađi od Xgod	5	10	18	6	14	14	5			9	15			10	5	10	+		5		16			15 DA
Medijan			+							+														4 DA
Starost od-do	10-65				30-50	14-65			18-65		65-74	10-29				10-60								7 DA
Žene	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	+	+	+	+	+	19 DA
Muškarci		+			+	+			+		+							+	+					7 DA
Stanovništvo (broj)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	16 DA
Prirast stanovništva	+													+										2 DA
Žene s 3 i više djece	+																							1 NE
Žene starije od 15 koje su rodile	+																							1 NE
<b>C2. Stanovništvo prema državljanstvu, narodnosti, vjeri i materinskom jeziku</b>																								
Udio stranog stanovništva	+	+	+			+	+	+	+	+					+	+				+	+	+		13 DA
Stanovništvo koje ne zna materinji jezik te zemlje	+							+	+											+		+		5 DA
Broj turista					+																			2 NE
<b>C3. Kućanstva i obitelji</b>																								
Broj stanovnika u kućanstvu	+							+		+												+		4 DA
Broj kućanstava		+		+																				2 DA(Ž)
Kuće s poljoprivrednim zemljištem																						+		1 DA(Ž)
Postotak obitelji koje su vlasnici	+	+			+			+						+								+	+	8 DA(Ž)
Postotak obitelji koje su u najmu	+				+	+		+	+													+	+	9 DA(Ž)
Obitelji koje su ilegalno nastanjene																						+		1 NE
Postotak obitelji koji su vlasnici kućanstva sa zemljom	+																							1 NE
Samačka kućanstva										+	+											+		1 DA
Broj djece																							+	1 DA(Ž)
Broj kućanstava s više od 5 članova					+																			1 DA
Broj kućanstava s manje od 5 članova						+																		1 DA
Samohrani roditelj																						+	+	2 DA
Sastav kućanstva					+	+			+													+		4 DA(Ž)

Rad/izvještaj	[2]	[9]	[27]	[29]	[48]	[51]	[52]	[56]	[87]	[88]	[90]	[101]	[102]	[105]	[116]	[129]	[132]	[139]	[140]	[150]	[154]	[158]	[159]	Broj/Dostupnost u RH	
<b>C4. Stanovništvo s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti</b>																									
Invaliditet			+							+										+				+	7 DA(Ž) 3 DA(Ž)
Kronični bolesnici																									
Osobe u staračkom domu																							+		1 NE
Doktori																									3 NE
Zdravstveni djelatnici	+																							+	3 NE
<b>C5. Stanovništvo prema ekonomskim obilježjima</b>																									
Nepismeno stanovništvo	+																								12 DA(Ž)
Osnovnoškolsko obrazovanje	+	+																							14 DA(Ž)
Srednjoškolsko obrazovanje																									10 DA(Ž)
Visoko obrazovano stanovništvo	+																								10 DA(Ž)
Broj nezaposlenih	+	+																							12 DA
Broj zaposlenih																									6 DA
Broj zaposlenih po različitim sektorima	+	+																							8 NE
Stanovništvo koje prima socijalnu pomoć / invalidninu																									5 NE
Ekonomski aktivno stanovništvo	+																								2 NE
Broj zaposlenih po kućanstvu	+																								2 NE
Stanovništvo s niskim primanjima	+																								5 NE
Stanovništvo s visokim primanjima																									2 NE
Stanovništvo s visokim primanjima (žene)	+																								1 NE
Stanovništvo s visokim primanjima (muškarci)	+																								1 NE
Primanja po stanovniku																									7 NE
BPD po radnoj snazi																									1 NE
Primanja u kućanstvu (medijan)																									4 NE
Izvor primanja																									1 NE
<b>C6. Stanovi prema načinu korištenja</b>																									
Kućanstva s priključkom na vodu	+																								5 DA
Kućanstva bez priključka na vodu																									1 NE
Kućanstva s priključkom na struju	+																								2 NE

Rad/izvještaj	[2]	[9]	[27]	[29]	[48]	[51]	[52]	[56]	[87]	[88]	[90]	[101]	[102]	[105]	[116]	[129]	[132]	[139]	[140]	[150]	[154]	[158]	[159]	Broj/Dostupnost u RH		
Kućanstva bez priključka na struju															+										1 NE	
Kućanstva s priključkom na kanalizaciju	+														+											2 DA
Kućanstva sa sanitarnim čvorom																										1 NE
Kućanstva bez sanitarnog čvora																										1 NE
Kućanstva koja posjeduju radio	+																									2 NE
Kućanstva koja posjeduju TV																										1 NE
Kućanstva koja posjeduju telefon/mobitel	+																									3 NE
Kućanstva koja imaju ADSL																										1 NE
Kućanstva koja posjeduju bicikl																										1 NE
Kućanstva koja posjeduju auto	+																									3 NE
Kućanstva koja ne posjeduju auto																										2 NE
Kućanstva s obzirom na izvor grijanja	+																									3 NE
Gustoća izgrađenosti																										4 NE
Prosječna vrijednost kuće																										1 NE
Prosječna najamnina																										2 NE
Nekretnine koje su prvenstveno obiteljske kuće																										1 NE
Nekretnine koje nisu za stanovanje																										1 DA
Nekretnine koje su za zajednički smještaj																										1 NE
Nenastanjena nekretnina																										2 DA

#### 4.3.4 PREGLED PARAMETARA VRIJEDNOSTI (F)

Prema (AMEC Environment & Infrastructure UK Ltd, 2011) postoje razni pristupi za procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje (Tablica 3.5). Ne postoji najprikladniji pristup za procjenu štetnih utjecaja već različiti pristupi mogu biti prikladni s obzirom na specifičnost utjecaja na zdravlje. Pristupi koji kvantitativno iskazuju procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje su manje kontroverzni iz razloga što ne monetiziraju ljudski život ili izgubljene godine života uslijed ozljeda ili bolesti. Prikladni su za analizu troškovne učinkovitosti (CEA) gdje se uspostavlja odnos između troškova liječenja i njegovih kliničkih prednosti za pacijenta. Pristupi koji novčano iskazuju procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje prikladniji za analizu troškova i koristi (CBA). Vrednovanje ljudskog života predstavlja jedno od najosjetljivijih područja u ekonomiji.

Tablica 4.6 Prikaz pristupa za procjenu štetnih utjecaja na ljudsko zdravlje

Pristup	Način iskazivanja	
	Kvantitativno	Novčano
Quality Adjusted Life Years (QALY)	+	-
Disability Adjusted Life Years (DALY)	+	-
Health Life Years (HLY)	+	-
Cost of Illness (COI)	-	+
Value of Statistical Life (VSL)	-	+
Value of Life Year Lost (VLYL)	-	+
Value of a Statistical Life Year (VSLY)	-	+
Willingness to pay (WTP)	-	+
Statistička analiza podataka osiguravajućih kuća	-	+

Value of statistical life (VSL) predstavlja temeljni koncept za procjenu vrijednosti života koja se ne odnosi na pojedinca već na statistički model. Ovim pristupom se definira spremnost društva da investira u prevenciju prijevremenog mortaliteta (Vlada Republike Hrvatske, no date), odnosno prikazuje koju količinu novca je pojedinac ili društvo spremno izdvojiti da bi se spasio ljudski život. Nedostatak ovog pristupa je što ne uzima u obzir dob pojedinca (Social Value UK, 2016). Ne mora nužno značiti da je VSL za starije osobe niži nego za mlađe osobe (starije osobe mogu smatrati preostale godine života dragocijenijima). Drugi pristup koji u obzir uzima dob pojedinca je Value of a Statistical Life Year (VSLY) (Krupnick, 2007). Često se koristi u CBA analizi kod zdravstvenih postupaka, a izračunava vrijednost jedne dodatne godine života. Također dovodi u pitanje je li WTP kod starijih ljudi za godinu života viši ili niži nego kod mlađih osoba. Vrijednost statističke godine života uslijed medicinske intervencije izračunata je između \$95,000 i \$264,000 (Social Value UK, 2016). Vrijednost godine života može se opisati i kao vrijednost kvalitetno prilagođene godine života (QALY). Quality Adjusted Life Years (QALY) predstavlja godinu života u kojoj je pojedinac savršenog zdravlja. Ovaj pristup razvijen je iz razloga što u slučaju nekog medicinskog zahvata pojedincu može biti značajno smanjena kvaliteta života. Kvaliteta života definira se težinskim faktorom od 0 do 1, gdje 0 predstavlja smrt, a 1 savršeno zdravlje (Social Value UK, 2016). Učinkovitost medicinskih tretmana ili mjera predostrožnosti, osim pristupom QALY, predstavlja se i pristupom Disability Adjusted Life Years (DALY) kojim se definira broj izgubljenih godina života i godina života provedenih u invaliditetu u odnosu na hipotetski kvalitetan život (Jonkman, 2007). Health Life Years (HLY) pristup definira broj godina za koje se očekuje da će osoba nastaviti živjeti u zdravom stanju. Zdravo stanje definira se kao stanje bez teškoća u obavljanju svakodnevnih aktivnosti i bez invaliditeta. Temelji se na podacima dobno specifičnog udjela stanovništva s i bez invaliditeta te na podacima o smrtnosti. Određuje se posebno za žene i za muškarce, pri rođenju i u dobi od 50 i 65 godina. Jedan od najčešćih pristupa vrednovanja utjecaja na zdravlje je pristup Cost of Illness (COI). Ovisno o dostupnim podacima može uključivati direktne troškove (troškovi liječenja), indirektno troškove (smanjena produktivnost bolesnika) te nemjerljive troškove (bol, patnja) (AMEC Environment & Infrastructure UK Ltd, 2011). Pristup se temelji na sumiranju ostvarenih troškova poput gubitka

prihoda, troškova liječenja i slično. Willingness to pay (WTP) je alternativni pristup vrednovanja utjecaja na zdravlje pojedinca, a temelji se na procjeni iznosa koji su pojedinci spremni izdvojiti za različite benefite kao što su poboljšanje zdravstvenog stanja ili smanjenje rizika od štetnog događaja (Abelson, 2008).

Tablica 4.7 Usporedba vrijednosti spriječenog smrtnog slučaja, spriječene ozljede i vrijednosti statističke evakuacije

Metoda	(Bockarjova, Rietveld and Verhoef, 2012)		IZVRS (2014)
	Basic MNL model	Extended MNL model	
Spriječen smrtni slučaj [€/po smrtnom slučaju]	€6.84 mil. (4.126 – 9.543)	€7.04 mil. (3.114 – 10.966)	€ 3.610.000
Spriječena ozljeda [€/po ozljedi]	€92,183 (-30,092 – 214,458)	€95,689 (-25,881 – 217,258)	€ 48.600
Vrijednost statističke evakuacije	€2,517 (1,116 – 3,919)	€2,554 (1,345 – 3,762)	-

Metodologija za procjenu štetnih posljedica poplava razvijena za Republiku Sloveniju daje vrijednosti spriječenog smrtnog slučaja ili ozljede koja je dobivena prema (Bockarjova, Rietveld and Verhoef, 2012). U navedenoj studiji provedeno je istraživanje na temelju upitnika putem interneta tijekom jeseni 2008. godine na otprilike 530 ispitanika u četiri regije Nizozemske. Raspon (Tablica 3.6) vrijednosti statističkog života, statističke ozljede i statističke evakuacije predstavlja interval pouzdanosti za vjerojatnost  $p=0.95$ . Raspon vrijednosti statističkog života u Europskim studijama iznosi od 2 do 14 milijuna eura.

Kao odabir pristupa za monetizaciju štetnih posljedica na ljudsko zdravlje ne preporuča se pristup Republike Češke koja primjenjuje metodu statističke analize podataka o zdravstvenom osiguranju od osiguravajućih kuća u razdoblju od 2000. do 2004. godine.



## 4.4 Pregled metoda i modela za procjenu štetnih posljedica

### 4.4.1 UVOD

Metode i modeli za procjenu broja žrtava uslijed poplavnih događaja nisu brojne (Jonkman, van Gelder and Vrijling, 2002). Pregledani su rezultati svjetskih istraživanja primijenjenih modela za procjenu rizika od poplava. U nastavku je dan pregled metoda te uključenost komponenata procjene rizika od poplava (Tablica 4.8).

Tablica 4.8 Pregled metodama procjene štetnih posljedica na stanovništvo

Metoda	Vjerojatnost	Izloženost (A)	Ugroženost (B) + Ranjivost (C)	Vrijednost (D)
<b>Grupa 1.</b>				
Standardna metoda (HKV, 2000)	?	+		
Jonkman	?	+		
Brown, Graham	?	+		
DeKay, McClelland	?	+		
Graham	?	+		
Rescdam, Reiter	?	+		
Abt, Witley, Taylor	?	+		
Lind, Hartford	?	+		
Green, FHRC	?	+		
BC Hydro	?	+		
BC Hydro Life Safety Model	?	+		
Poldevac	?	+		
<b>Grupa 2.</b>				
Waarts (1992)	+	+		
TNO	+	+		
<b>Ostalo</b>				
Defra (2003)	+	+	+	?
IZVRS (2014)	+		+	+
Flood vulnerability index (FVI)	?	+	+	

Prema preglednoj tablici Tablica 4.8) može se uočiti da se za definiranje rizika od poplava najčešće se koriste sljedeće kombinacije komponenata:

- Grupa 1: Izloženost (A)
- Grupa 2: Vjerojatnost + Izloženost (A)
- Ostalo:
  - Vjerojatnost + Izloženost (A) + Ugroženost (B) + Ranjivost (C)
  - Vjerojatnost + Ugroženost (B) + Ranjivost (C) + Vrijednost (D)

Poseban pristup predstavlja definiranje indeksa osjetljivosti na poplavu (eng. Flood vulnerability index, FVI), gdje se vjerojatnost događaja izostavlja.

- Izloženost (A) + Ugroženost (B) + Ranjivost (C)

U međunarodnom kontekstu razvijene su razne metode za procjenu gubitaka života za različite vrste poplava (riječne, morske, rušenje brana). Objavljen je i niz radova u kojima se daje pregled podataka o gubicima života uslijed poplava i pregled metoda razvijenih za procjenu gubitaka života uslijed poplava.

Jonkman i sur. (2002)<sup>15</sup> daju pregled metoda u literaturi za procjenu gubitaka života uslijed poplava. Metode su opisane i primijenjene na studiju slučaja u Nizozemskoj. U radu je predstavljen okvir za buduća istraživanja modeliranja gubitaka života.

Jonkman i sur. (2003)<sup>16</sup> konstatiraju da sveobuhvatan pregled metoda za kvantificiranje rizika koji proizlaze iz različitih izvora još uvijek nedostaje u literaturi. Stoga su autori proveli istraživanje literature o riziku. Ovaj članak sažima oko 25 kvantitativnih mjera rizika. Mjera rizika definira se kao matematička funkcija vjerojatnosti događaja i posljedica tog događaja. Članak se uglavnom fokusira na mjere rizika za gubitak života (individualni i društveni rizik) i ekonomski rizik, koncentrirajući se na iskustva procjena rizika u Nizozemskoj. Za svaku mjeru rizika daju se najvažnije karakteristike: matematička formulacija, područje primjene i standardi postavljeni u ovom polju. Neke mjere korištene su u studiji za izračun rizika od poplava za područje u Nizozemskoj.

Jonkman (2003)<sup>17</sup> daje pregled podataka o smrtnosti za poplave širom svijeta, s naglaskom na poplave u Nizozemskoj. Veliki dijelovi Nizozemske nalazi se ispod razine mora, a opasnost od velikih poplava koje dovode do velikih šteta i gubitaka života uvijek je prisutna. U ovom radu predložen je okvir za procjenu gubitaka uslijed poplava u Nizozemskoj. Metoda uzima u obzir učinak evakuacije tijekom poplave i razne mehanizme koji dovode do smrtnih slučajeva tijekom poplave. Odnosi između obilježja poplave i broja smrtnih slučajeva temelje se na podacima poplavne katastrofe u Sjevernom moru 1953. godine, tijekom koje je poplavljen jugozapadni dio zemlje uzrokujući 1.836 smrtnih slučajeva. Metoda se primjenjuje u dvije studije slučaja kako bi se dala prva procjena broja smrtnih slučajeva uzrokovanih probijanjem riječnih nasipa u blizini Rotterdama i u blizini Katwijka, što je dovelo do poplave u Srednjoj Holandiji.

Jonkman i sur. (2005)<sup>18</sup> analiziraju uzroke i okolnosti smrtnih slučajeva u poplavama. Predlaže se standardizirana metoda klasificiranja smrtnosti od poplava i raspravlja se o poteškoćama povezanim s usporedbom i procjenom postojećih podataka o smrtnosti od poplava. Trinaest slučajeva poplava iz Europe i SAD, koji su rezultirali 247 smrtnim slučajevima u poplavama, analizirano je i uzeto kao indikativno za smrtnost od poplava. Otprilike dvije trećine smrtnih slučajeva dogodilo se utapanjem. Dakle, značajan broj smrtnih slučajeva u poplavama nije povezan s utapanjem. Nadalje, muškarci su vrlo osjetljivi na umiranje u poplavama, a nepotrebno rizično ponašanje značajno doprinosi smrtnim slučajevima u poplavama. Na temelju tih rezultata daju se preporuke za sprečavanje gubitka života u poplavama. Da bi se dobila čvršća osnova za formuliranje preventivnih strategija, predlaže se bolje sustavno bilježenje smrtnih slučajeva poplava, posebno onih uzrokovanih različitim vrstama poplava u svim zemljama.

Jonkman i sur. (2008)<sup>19</sup> daju pregled istraživanja o gubicima života uslijed poplava. Ograničene informacije u vezi s ovom temom su predstavljene i ocijenjene. Analiza globalnih podataka za različite vrste poplava pokazuje da je veličina smrtnosti povezana s karakteristikama poplave i mogućnostima upozorenja i evakuacije. Informacije iz povijesnih poplavnih događaja daju detaljniji uvid u čimbenike

---

<sup>15</sup> Jonkman, S. N., van Gelder, P. H. and Vrijling, J. K. (2002), Loss of life models for sea and river floods. In Wu et al. (Eds) Flood Defence 2002, Science Press, New York Ltd.

<sup>16</sup> Jonkman, S.N., van Gelder, P.H. and Vrijling, J.K. (2003) An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage, Journal of Hazardous Materials A99 (2003) 1–30

<sup>17</sup> Jonkman, S. N. (2003) Loss of life caused by floods: an overview of mortality statistics for worldwide floods

<sup>18</sup> Jonkman, S. N. and Kelman, I. (2005), An analyses of the causes and circumstances of flood disaster deaths, Disasters, Vol 29 (1), 75-97

<sup>19</sup> Jonkman, S.N., and Vrijling, J.K. (2008) Loss of life due to floods, Journal of Flood Risk Management, Vol 1, Issue 1, 43–56

koji određuju smrtnost za neki događaj, poput karakteristika poplave i učinkovitosti upozorenja i evakuacije. Na razini pojedinca na pojavu smrtnih slučajeva utječu ponašanje i pojedinačni čimbenici ranjivosti. Ukratko se raspravlja o postojećim metodama za procjenu gubitaka života koje su razvijene za različite vrste poplava u različitim regijama. Predstavljena je nova metoda za procjenu gubitaka života zbog poplava nizinskih područja zaštićenih od poplava, koja se može koristiti za analizu posljedica i rizika od poplava i na taj način pružiti osnovu za procjenu rizika i donošenje odluka. Rezultati ovog istraživanja mogu doprinijeti razvoju strategija za sprečavanje i ublažavanje gubitaka zbog poplava.

## 4.4.2 METODE PROCJENE GUBITKA ŽIVOTA

Metode za procjenu gubitaka života uslijed poplava povezuju smrtnost u poplavljenom području sa karakteristikama poplave i mogućnostima upozorenja i evakuacije. Smrtnost (eng. mortality) je definirana kao broj smrtnih slučajeva podijeljen s brojem izloženih ljudi. U nastavku se daje pregled metoda i modela za procjenu gubitaka života uslijed raznih vrsta poplava.

### 4.4.2.1 Obalne oluje (storm surge)

Na svjetskim razmjerima velik dio gubitaka ljudskih života zbog poplava je uzrokovan obalnim poplavnim događajima, poput olujnih udara i uragana/cyklona. Temeljem podataka iz jednog ili više takvih događaja, u Japanu i SAD-u je izveden niz empirijskih jednadžbi koje povezuju stopu smrtnosti  $F$  i dubinu plavljenja ( $h$ ). Na temelju podataka o 7 uragana u jugoistočnom SAD-u, Boyd i dr. (2005) su izveli jednadžbu između smrtnosti i dubine vode. Funkcija ima S-oblik, s naglim rastom smrtnosti za dubine od oko 2,5 m do oko 4,0 m i asimptotskim limitom smrtnosti od oko 0,34 za dubine veće od 4,0 m. Iz toga slijedi da će oko 2/3 izloženog stanovništva preživjeti, bez obzira na dubinu plavljenja. Vezano na ovu asimptotu za smrtnost autori navode: "*Jedna od osnovnih empirijskih činjenica poplavnih događaja je da preživjelih uvijek ima. Cjelokupno stanovništvo je rijetko, ako uopće ikada izloženo poplavi poginulo. Umjesto toga, čak i ako je voda izuzetno duboka, ljudi obično pronalaze drveće, potkrovlja, krovove i druge načine da prežive. Samo u najekstremnijim situacijama bi se moglo očekivati da će stopa smrtnosti doseći 1.*"

Katastrofalna poplava New Orleansa i jugozapadnih SAD uslijed uragana Katrina u kolovozu 2005. je potaknula istraživanja i razvoj metoda za procjenu gubitaka života. Jonkman i sur. (2008)<sup>20</sup> su dali pregled dostupnih podataka o smrtnim slučajevima povezanim s Katrinom u Louisiani i proveli analizu povezanosti između karakteristika poplave i smrtnosti. Predstavljene su i raspravljeni dostupni podaci o mjestima smrtnih slučajeva povezanih s Katrinom. Iz ovih se podataka zaključuje da su se mnoge, ali ne sve, smrtno žrtve dogodile unutar poplavljenih područja. Uvid u različite karakteristike poplave stečen je na temelju dostupnih karata dubine poplave i hidrodinamičkih simulacija koje pružaju informacije o karakteristikama poplave, poput brzine vode, brzine porasta vode i vremena dolaska vode. Kombinirajući podatke o smrtnosti s rezultatima simulacija poplave, procjenjuje se odnos između obilježja poplave i smrtnosti. Slično drugim povijesnim poplavnim događajima, stope smrtnosti bile su najviše u područjima u blizini proboja nasipa i u područjima s velikim dubinama vode. Na temelju sličnog prethodnog rada dobiven je odnos između smrtnosti i karakteristika poplava za podatke iz poplave New Orleansa.

Jonkman i sur. (2009)<sup>21</sup> su predstavili preliminarnu analiza gubitaka života izazvanog uraganom Katrina u gradskom području New Orleansa. Uragan je prouzročio više od 1100 smrtnih slučajeva u državi Louisiana. Analiziran je preliminarni skup podataka koji daje informacije o mjestima oporavka i

<sup>20</sup> Jonkman, S.N., Maaskant, B. and Levitan, M. (2008) Loss of life caused by the flooding of New Orleans after Hurricane Katrina: a preliminary analysis of the relationship between flood characteristics and mortality, International Symposium on Flood Defence: Managing Flood Risk, Reliability and Vulnerability Toronto, Ontario, Canada, May 6-8

<sup>21</sup> Jonkman, S.N., Maaskant, B., Boyd, E., and Levitan, M.L. (2009) Loss of Life Caused by the Flooding of New Orleans After Hurricane Katrina: Analysis of the Relationship Between Flood Characteristics and Mortality, Risk Analysis, 29, 5, May, 676–698

pojedinačnim karakteristikama za 771 smrtno stradalog. Trećina analiziranih smrtnih slučajeva dogodila se izvan poplavljenih područja ili u bolnicama i skloništima u poplavljenom području. Do ovih smrtnih slučajeva došlo je zbog nepovoljne javnozdravstvene situacije koja se razvila nakon poplava. Dvije trećine analiziranih smrtnih slučajeva najvjerojatnije su bile povezane s izravnim tjelesnim utjecajima poplave i uglavnom uzrokovane utapanjem. Većina žrtava bile su starije osobe: gotovo 60% smrtnih slučajeva bilo je starijih od 65 godina. Slično drugim povijesnim poplavnim događajima, stope smrtnosti bile su najviše u područjima u blizini proboja nasipa i u područjima s velikim dubinama vode. Izvedena je empirijska veza između dubine vode i smrtnosti koja je uspoređena sa sličnim funkcijama smrtnosti predloženim na temelju podataka za druge poplavne događaje. Ukupna smrtnost među izloženom populacijom za ovaj događaj bila je približno 1%, što je slično podacima za povijesne poplave.

Nakon katastrofalnih poplava New Orleansa nakon uragana Katrina u kolovozu 2005., metoda za procjenu gubitaka života je razvijena od strane „Interagency Performance Evaluation Taskforce“ (IPET 2007). Ova metoda temelji se na načelima Lifesimovog modela koji je razvilo je Utah State University za rušenja brana, ali ovdje se primjenjuje na poplave povezane s probojima sustava obrane od poplave. U IPET metodi, izložena populacija raspoređena je u tri različite zone (zona odlaska, sigurna zona, ugrožena zona). Svaka zona ima tipičnu vrijednost stope smrtnosti. Lokalne dubine poplave, visine zgrada i starost stanovništva određuju raspodjelu stanovništva na tri zone. Broj izloženih ljudi raspodijeljen je na tri zone tako da se ukupan broj procijenjenih smrtnih slučajeva dobio približno zabilježenim vrijednostima iz poplavnog događaja 2005. Metoda može biti korištena za procjenu gubitaka života zbog poplava povezanih s uraganima u širem području New Orleansa područje, npr. u kontekstu analize rizika koja uključuje buduće scenarije poplava na tom području, ali se teško može transferirati na druga područja, osim u bazičnom konceptualnom smislu.

#### 4.4.2.2 Metode razvijene u Nizozemskoj za obalne i riječne poplave

Veliki dio Nizozemske mogao bi biti poplavljen i zbog morskih i riječnih poplava. Tijekom posljednjih desetljeća u Nizozemskoj je predloženo nekoliko metoda za procjenu gubitaka života zbog obalnih i riječnih poplava. Većina metoda su izravno ili neizravno se temelji na podacima o smrtnim žrtvama uzrokovanim poplavom 1953. u Nizozemskoj. Od 31. siječnja do 1. veljače 1953. olujni val Sjevernog mora opustošio je obalna područja Velike Britanije, Belgije i Nizozemske. Osim ogromne ekonomske štete i ozbiljnog društvenog poremećaja, preko 2000 ljudi umrlo je u tri države, od kojih 1835 u Nizozemskoj. Jonkman i sur. (2009)<sup>22</sup> prikazuje dostupne podatke o gubicima života u ove tri zemlje i ispituju primjenu tih podataka za procjene gubitaka i opće prakse upravljanja poplavama. Duiser (1989)<sup>23</sup> i Waarts (1992)<sup>24</sup> su obradili podatke o gubicima života uslijed ove katastrofe u Nizozemskoj. Oba izvješća daju podatke o gubicima života i hidrauličkim indikatorima (dubina vode i ponekad porast) po područjima. Na temelju dostupnih opisa, Waarts (1992) razlikuje smrtno slučajeva u tri zone: zoni s velikim brzinama protoka, zoni s brzo-rastućom vodom i preostaloj zoni. Podaci pokazuju da se većina (58%) smrtnih slučajeva dogodila u zoni brzo-rastuće vode. Ovaj skup podataka korišten je za izvođenje raznih metoda. Duiser (1989) i Waarts (1992) su razvili jednadžbe za smrtnost u funkciji jedne varijable - dubine vode, dok su kasnije razvijane sofisticiranije metode prema kojima smrtnost ovisi o više varijabli.

Vrouwenvelder and Steenhuis (1997)<sup>25</sup> su razvili jednadžbu za smrtnost u funkciji dviju varijabli: dubina vode i brzina rasta vodne razine. U ovoj jednadžbi smrtnost je nula za dubine manje od 3 m i brzine rasta manje od 0.3 m/h., što nije u skladu s podacima za događaj iz 1953., u kojem je značajan broj smrtnih slučajeva dogodio za dubine vode manje od 3 m. Smrtnost je jednaka jedan za dubine veće od 6.25 m i brzine rasta veće od 2 m/s.

<sup>22</sup> Jonkman, S.N. and Kelman, I. (2009) Deaths during the 1953 North Sea storm surge

<sup>23</sup> Duiser JA (1989) Een verkennend onderzoek naar methoden ter bepaling van inundatieschade bij doorbraak, TNO report ref. 82-0644

<sup>24</sup> Waarts P (1992) Methode voor de bepaling van het aantal doden als gevolg van inundatie. Report TNO B-91-1099

<sup>25</sup> Vrouwenvelder ACWM, Steenhuis CM (1997) Tweede waterkeringen Hoeksche Waard, berekening van het aantal slachtoffers bij verschillende inundatiescenario's. Report TNO 97-CON-R0332

Vrouwenvelder and Steenhuis (1997) su razvili i složeniju metodu za obalne i riječne poplave, u kojoj se smrtnost određuje na temelju nekoliko varijabli, uključujući udio srušenih zgrada, udio smrtnih slučajeva blizu lokacije prodora sustava zaštite od poplava, udio smrtnih slučajeva uslijed drugih razloga, udio evakuiranog stanovništva i dr.

Jonkman (2001)<sup>26</sup> je predložio metodu za procjenu smrtnosti za obalne i riječne poplave u Nizozemskoj, u kojoj smrtnost ovisi o dubini vode, brzini vode i mogućnostima evakuacije. Ovisnost o brzini je procijenjena temeljem teorije i eksperimenata vezanih na stabilnost ljudi u tekućoj vodi. Pretpostavlja se da je utapanje uslijed velikih dubina ili velikih brzina neovisno, pa se vjerojatnost utapanja dobiva zbrajanjem vjerojatnosti uslijed velike dubine F1 i vjerojatnosti uslijed velike brzine F2. Vjerojatnost uspješne evakuacije F3 je modelirana kao funkcija raspoloživog vremena za evakuaciju. Tako je ukupna smrtnost modelirana kao  $F=(F1(h)+F2(v))*(1-F3)$ .

Sve gore navedene metode se izravno ili neizravno temelje se na podacima iz događaja 1953. godine. Evaluacija ovih metoda (Jonkman 2004<sup>27</sup>) pokazala je da ove metode nisu dale dobro predviđanje broja smrtnih slučajeva. U nekoliko ovih metoda uključene su varijable koje se temelje na ekspertnoj procjeni, a ne na empirijskim podacima.

Kok i sur. (2005)<sup>28</sup> su razvili tzv. Nizozemsku standardnu metodu (NSM), koja je implementirana u računalni program HIS-SSM za evaluaciju ekonomskih šteta i koja se koristi za studije upravljanja rizicima od poplava u Nizozemskoj. NSM obuhvaća i proračune procijenjenih gubitaka života u poplavnim događajima, koji se temelje na funkcijama između smrtnosti i karakteristika poplava koje su prikazane u nastavku.

U NSM, gubici života nastaju uslijed velikih dubina, velike brzine porasta dubina (kritična brzina porasta 0.5 m/h) i/ili velikih brzina (kritična brzina  $v=2$  m/s). Tri su različite situacije (zone) na koje se odnose zasebne funkcije smrtnosti. Funkcija smrtnosti (1) odnosi se na područja s velikom brzinom (brzina vode veća od 2 m/s). Žrtve mogu nastati uslijed urušavanja zgrada kao rezultat velike brzine vode. Funkcija smrtnosti (2) odnosi se na područja gdje je brzina porasta veća od 0,5 m/h. Ljudi više nisu u stanju pobjeći na više tlo kao rezultat brzog porasta vode. Funkcija smrtnosti (3) odnosi se na preostala područja. Preostala područja su područja u kojima žrtve nisu uzrokovane visokim stopama rasta ili protoka, već hipotermijom, iscrpljenosti ili zarobljavanjem. Za svako mjesto (mrežnu ćeliju) primjenjuje se samo jedna funkcija ovisno o vrijednostima dubine  $h$ , brzine  $v$  i brzine porasta  $w$ .

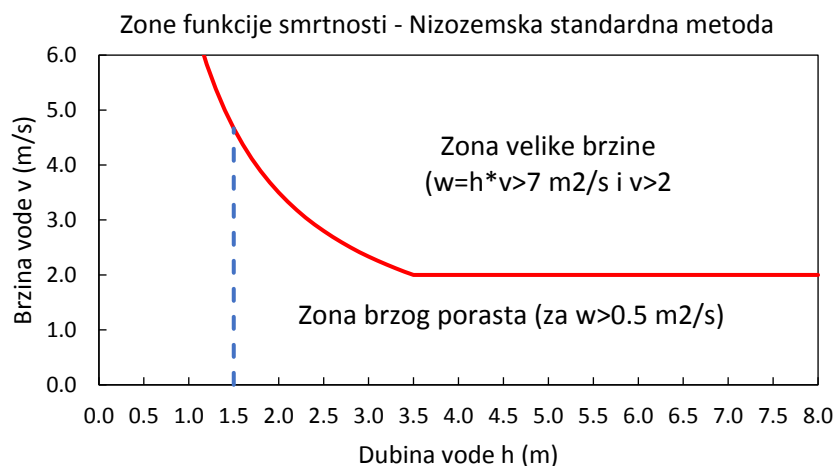
U NSM primjenjuju se funkcije smrtnosti koje su prikazane u sljedećim jednadžbama i slikama:

- Zona 1 – područja s velikom brzinom: ako je  $h > 7$  m i  $v > 2$  m/s,  $F=1$
- Zona 2 – područja s velikim prirastom: ako je  $h > 1.5$  m i  $w > 0.5$  m/s,  $F=\min(1, 0.00145 \cdot \exp(1.39h))$
- Zona 3 – ostala područja:  $F=\min(1, 0.00134 \exp(0.59h))$

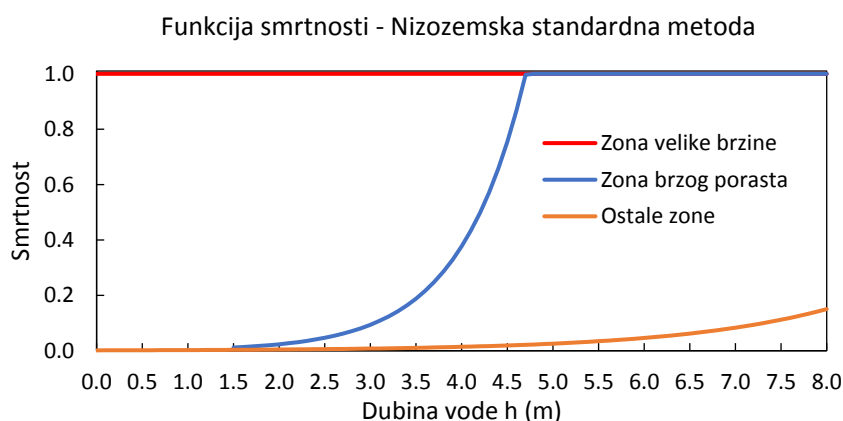
<sup>26</sup> Jonkman SN(2001)Overstromingsrisico's: een onderzoek naar de toepasbaarheid van risicomaten.MSc. Thesis, TU Delft

<sup>27</sup> Jonkman SN (2004) Methode voor de bepaling van het aantal slachtoffers ten gevolge van een grootschalige overstrooming. DWW report DWW-2004-042

<sup>28</sup>Kok M, Huizinga HJ, Vrouwenvelder ACWM, van den Braak WEW (2005) Standard method 2004 Damage and casualties caused by flooding. DWW report DWW-2005-009



Slika 4.2 Zone primjene funkcija smrtnosti za Nizozemsku standardnu metodu.



Slika 4.3 Funkcije smrtnosti za Nizozemsku standardnu metodu.

Pri utvrđivanju broja stradalih uzima se u obzir visina zgrada. Stanovnici viših zgrada imaju veće šanse preživjeti poplavu jer se mogu preseliti u sigurnost viših katova. Visoka zgrada u NSM se definira kao zgrada s više od tri kata iznad zemlje. Pretpostavlja se da su ljudi u visokim stanovima sigurni i da ih se može tretirati kao da su evakuirani.

NSM omogućuje uključivanje dijela ukupnog broja ljudi koji su bili evakuirani kroz faktor  $f$ . Faktor  $f$  može biti jednak 0 u situaciji bez upozorenja i, kao rezultat, bez evakuacije. U situacijama s upozorenjem i organiziranom evakuacijom, ovaj bi se faktor mogao popeti na 1. Izračunati broj stradalih se u NSM množi s  $1-f$  da bi se uključio i utjecaj moguće evakuacije.

Jonkman i sur. (2008)<sup>29</sup> prezentiraju pregled metoda za procjenu gubitaka života uslijed raznih vrsta poplava i novu metodu za procjenu gubitaka života uslijed obalnih i riječnih poplava, koja je načelno slična Nizozemskoj standardnoj metodi. poplava. Prvi dio ovog članka sadrži sveobuhvatan pregled postojeće literature. Razvijene su metode za različite vrste poplava u različitim regijama. Općenito ove metode povezuju gubitak života u poplavljenom području s obilježjima poplave i mogućnostima za evakuaciju i sklonište. Procjena je pokazala da mnoge od postojećih metoda ne uzimaju u obzir sve

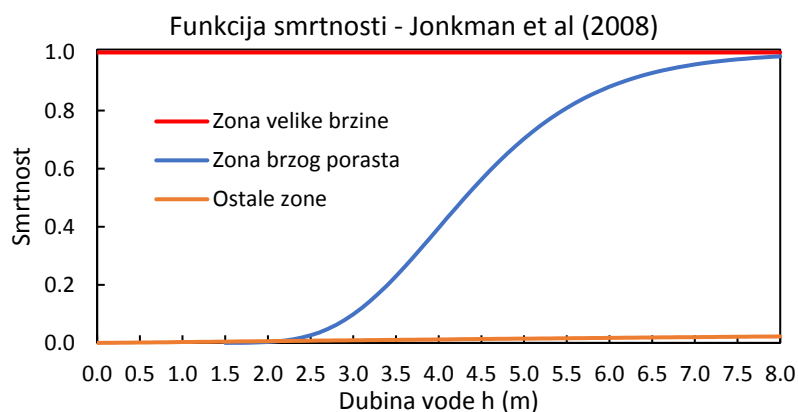
<sup>29</sup> Jonkman, S.N., Vrijling, J.K. and Vrouwenvelde, A.C. (2008) Methods for the estimation of loss of life due to floods: a literature review and a proposal for a new method, *Natural Hazards*, Volume 46, Issue 3, 353-389

najvažnije odrednice gubitaka života i da se često temelje na empirijskim podacima iz povijesnih poplavnih događaja. U drugom dijelu članka predložena je nova metoda za procjenu gubitaka uslijed poplave nizinskih područja zaštićenih sustavima obrane od poplava. Procjena gubitka života uslijed poplavnog događaja može se dati na temelju: (1) podataka o karakteristikama poplave, (2) analize izložene populacije i evakuacije i (3) procjene smrtnosti izloženog stanovništva. Analizom empirijskih podataka iz povijesnih poplava razvijene su nove funkcije smrtnosti, koje povezuju smrtnost među izloženom populacijom s karakteristikama poplave. Usporedba rezultata predložene metode s podacima iz povijesnih događaja poplava pokazuje da metoda daje točnu aproksimaciju broja uočenih smrtnih slučajeva tijekom tih događaja. Metoda je primijenjena za procjenu posljedica velikih poplava na području Južne Holandije u Nizozemskoj. Procjenjuje se da analizirani scenarij obalnih poplava može dovesti do približno 3200 smrtnih slučajeva na ovom području.

U ovoj metodi zone primjene funkcija smrtnosti su iste kao za NSM, a funkcije smrtnosti za pojedine zone su modificirane kako slijedi:

- Zona 1 – područja s velikom brzinom: ako je  $h > 7$  m<sup>2</sup>/s i  $v > 2$  m/s,  $F=1$ ;
- Zona 2 – područja s velikim prirastom: ako je  $h > 1.5$  m i  $w > 0.5$  m<sup>2</sup>/s,  $F=\min(1, G[(\ln(h)-1.46)/0.28])$ ;
- Zona 3 – ostala područja:  $F=\min(1, G[(\ln(h)-7.60)/2.75])$ ;

gdje je  $G(x)$  standardna kumulativna normalna distribucija.



Slika 4.4 Funkcije smrtnosti za metodu Jonkman i sur. (2008).

#### 4.4.2.3 Druge metode za obalne i riječne poplave

Neki su autori razvili općenitije metode primjenjive i na riječne i na obalne poplave. Zhai i sur. (2006)<sup>30</sup> su analizirali podatke o poplavama u Japanu. Izveli su odnos između broja poplavljenih kuća i gubitaka života. U ovim poplavama većina smrtnih slučajeva dogodila se kada je više od 1000 zgrada bilo poplavljeno. Smrtnost se povećava kao funkcija broja poplavljenih zgrada. Dobiveni statistički odnosi pokazuju značajne varijacije, koje bi mogle biti posljedica utjecaja drugih čimbenika poput upozorenja, evakuacija, obilježja poplave i stvarnog urušavanja zgrada.

<sup>30</sup> Zhai G, Fukuzono T, Ikeda S (2006) An empirical model of fatalities and injuries due to floods in Japan. J Am Water Resour Assoc 42:863–875

Ramsbottom i sur. (2003<sup>31</sup>, 2004<sup>32</sup>) i Penning-Rowell i sur. (2005)<sup>33</sup>, su razvili pristup procjeni rizika od poplave za ljude, u istraživačkom projektu Environment Agency for England and Wales. Prema njihovom pristupu, rizik za ljude određuju tri čimbenika: opasnost od poplave, ranjivost ljudi i ranjivost područja. Ocjena opasnosti od poplave po ljude se neizravno temelji na dostupnim testovima za ljudsku nestabilnost i učinke naplavina. Predložene vrijednosti ostalih čimbenika temelje se na stručnoj procjeni. Kombinacijom ova tri čimbenika, procjenjuje se broj smrtnih slučajeva i ozljeda. Metoda je primijenjena na tri povijesna događaja poplava rijeka u Velikoj Britaniji, a dobiveni rezultati se dobro slažu s povijesnim opažanjima.

U nekoliko su zemalja dostupne metode za identificiranje zona opasnosti za različite vrste poplava. Ove metode daju kvalitativnu indikaciju opasnosti (visoka, umjerena, niska) na temelju kombinacije dubine i brzine vode koja se može očekivati za vrijeme poplave. Kriteriji su razvijeni kako bi se utvrdili rizici za ljude i rizici od rušenja zgrada. Ovi se kriteriji temelje na dostupnim informacijama vezanim uz nestabilnost ljudi i zgrada u tekućoj vodi. Primjeri takvih primjena su studija o klasifikaciji opasnosti od poplava rijeka u rijekama na Novom Zelandu (Wood 2007<sup>34</sup>) i smjernice za klasifikaciju opasnosti od rušenja brana SAD (USBR 1988<sup>35</sup>).

#### 4.4.2.4 Poplave uslijed rušenja brana

McClelland i Bowles (2002)<sup>36</sup> su dali sveobuhvatan povijesni pregled metoda za procjenu gubitaka života uslijed poplave uzrokovanih rušenjem brana. U nastavku se daje sažetak najvažnijih metoda.

Kako bi se olakšalo donošenje odluka u vezi s potrebom za izmjenom potencijalno nesigurnih brana, U.S. Bureau of Reclamation (USBR) je razvio metode za procjenu prijetnje ljudskim životima zbog potencijalnog rušenja pojedinih brana. Ove metode se temelje na konceptualnom modelu varijabli koje utječu na gubitak života uslijed rušenja brana i metodu za predviđanje gubitaka života na temelju veličine populacije kojoj prijeti opasnost i vremena upozorenja dostupnog toj populaciji. Jednadžbe predviđanja temelje se na analizi 24 povijesna događaja rušenja brana i velikih poplava koje su se uslijed toga dogodile od 1950. godine. Brown i Graham (1988)<sup>37</sup> su razvili funkciju za procjenu broja smrtnih slučajeva za rušenje brana u ovisnosti o vremenu raspoloživom za evakuaciju (T) i veličini ugrožene populacije (N). Prema ovoj funkciji, stopa smrtnosti je visoka (0.5) za  $T < 0.25$  sati a vrlo niska (0.0002) za  $T > 1.5$  sati. Za  $0.25 < T < 1.5$ ,  $F = N^{-0.4}$ .

DeKay i McClelland (1993)<sup>38</sup> su napravili razliku između poplava "visoke smrtnosti" i "niske smrtnosti". Oni definiraju poplave visoke smrtnosti kao događaje s velikim hidrauličkim silama, na primjer u kanjonima, gdje je 20% poplavljenih prebivališta ili uništeno ili teško oštećeno. Uvjeti niske smrtnosti javljaju se kada je manje od 20% kuća uništeno ili oštećeno, a one se obično javljaju na poplavnim ravnicama.

<sup>31</sup> Ramsbottom D, Floyd P, Penning-Rowell E (2003) Flood risks to people—phase 1. R&D Technical report FD2317TR

<sup>32</sup> Ramsbottom D, Wade S, Bain V., Hassan M, Penning-Rowell E, Wilson T, Fernandez A, House M, Floyd P (2004) R&D outputs: flood risks to people. Phase 2. FD2321/IR2. Department for the Environment, Food and Rural Affairs/Environment Agency

<sup>33</sup> Penning-Rowell E, Floyd P, Ramsbottom D, Surendran S (2005) Estimating injury and loss of life in floods: A deterministic framework. Nat Hazards 36(1–2):43–64

<sup>34</sup> Wood M (2007) Wentworth river flood hazard assessment. Environment Waikato Technical Report 2007/16 (draft)

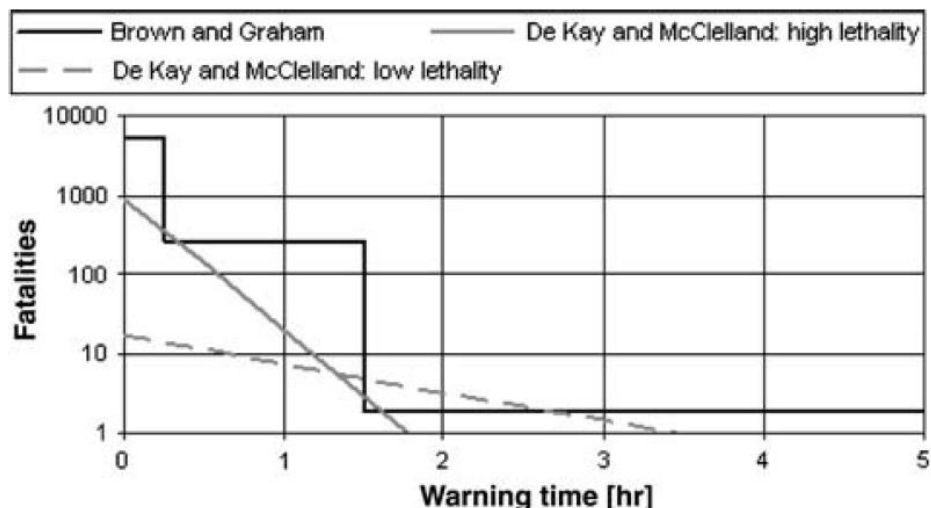
<sup>35</sup> USBR (U.S. Bureau of Reclamation, U.S. Department of the Interior) (1988) Downstream hazard classification guidelines. Acer technical memorandum no. 11

<sup>36</sup> McClelland DM, Bowles DS (2002) Estimating life loss for dam safety risk assessment—a review and new approach. IWR report 02-R-3

<sup>37</sup> Brown CA, Graham WJ (1988) Assessing the threat to life from dam failure. Water Resour Bull 24(6): 1303–1309

<sup>38</sup> DeKay ML, McClelland GH (1993) Predicting loss of life in cases of dam failure and flash flood. Risk Anal 13(2):193–205





Izvor: Jonkman i sur. (2008).

Slika 4.5 Procijenjeni broj smrtnih slučajeva („Fatalities“) za populaciju  $N=10.000$  u ovisnosti o vremenu upozorenja („Warning time“) prema metodama Brown i Graham (1988) i DeKay i Mc Cleland (1993).

Graham (1999)<sup>39</sup> predstavlja okvir za procjenu gubitaka uslijed poplava zbog rušenja brana. Preporučene stope smrtnosti daju se na temelju „jačine“ poplave, raspoloživosti upozorenja i razumijevanja ozbiljnosti poplave od strane stanovništva. Kvantitativni kriteriji za jačinu poplave daju se u obliku produkta dubine vode i brzine vode. Razlikuju se tri kategorije vremena upozorenja: upozorenje nema / malo (< 15 min), određeno upozorenje (15–60 min) i odgovarajuće upozorenje (> 60 min). Razumijevanje ozbiljnosti poplave ovisi o tome je li stanovništvo primilo i razumjelo upozorenje na rizik. Preporučene stope smrtnosti temelje se na analizi 40 povijesnih rušenja brana. U kasnijem radu Reiter (2001)<sup>40</sup> je uveo dodatne čimbenike u Grahamov pristup kako bi objasnio ranjivost stanovništva (broj djece i starijih osoba) i utjecaj učinkovitosti upozorenja i mogućih akcija spašavanja.

Gore opisane metode temelje se na statističkim analizama podataka iz povijesnih poplava. Nedavna istraživanja usredotočena su na detaljniju simulaciju poplava i individualnog ponašanja ljudi za vrijeme poplava uslijed rušenja brana. British Columbia Hydro (Watson i sur. 2001<sup>41</sup>; Assaf i Hartford 2002<sup>42</sup>; Hartford i Baecher 2004<sup>43</sup>; Johnstone i sur. 2005<sup>44</sup>) su razvili „Model sigurnosti života“ (Life Safety Model, LSM), koji uzima u obzir hidrauličke karakteristike poplava, prisutnost ljudi u poplavljenom području i učinkovitost evakuacije. Sudbina pojedinca modelira se mehanički, tj. ponašanje ljudi i uzroci smrti se analiziraju na pojedinačnoj razini. Utapanje se može dogoditi na tri različita načina: kada je zgrada u kojoj osoba boravi uništena, kada osoba koja hoda izgubi stabilnost ili kada je vozilo osobe preplavljeno vodom. Računi rezultiraju različitim vrijednostima gubitaka života za različita doba godine, tjedan i dan zbog razlika u pogođenoj populaciji i učinkovitosti upozorenja. Kao potvrdu, Johnstone i

<sup>39</sup> Graham, WJ (1999) A procedure for estimating loss of life caused by dam failure. Dam safety office report DSO-99-6

<sup>40</sup> Reiter P (2001) Rescdam: loss of life caused by dam failure, the Rescdam LOL method and its application to Kyrkosjarvi dam in Seinajoki (summary of the final report), 19 June 2001

<sup>41</sup> Watson D, Serrer M, Crookshank N (2001) BC Hydro life safety model—a two dimensional model for estimating dam breach survival probabilities. Draft Technical Report Canadian Hydraulics Centre

<sup>42</sup> Assaf, H, Hartford DND (2002) A virtual reality approach to public protection and emergency preparedness planning in dam safety analysis. In: Proceedings of the Canadian dam association conference, Victoria

<sup>43</sup> Hartford DND, Baecher GB (2004) Risk and uncertainty in dam safety. Thomas Telford Publishing, London

<sup>44</sup> Johnstone WM, Sakamoto D, Assaf H, Bourban S (2005) Architecture, modelling framework and validation of BC Hydro's virtual reality life safety model. In: Vrijling et al (eds) Proceedings of the international symposium on stochastic hydraulics, Nijmegen, 23–24 May 2005

sur. (2003<sup>45</sup>, 2005) koriste model za rekonstrukciju posljedica rušenja brane Malpasset u Francuskoj 1959. godine.

Utah State University (McClelland i Bowles 1999<sup>46</sup>, 2002<sup>47</sup>; Aboelata 2002<sup>48</sup>) je razvilo model („Lifesim“) za procjenu gubitaka života u poplavama uslijed rušenja brana. Ovaj model razmatra nekoliko kategorija varijabli za opisivanje karakteristika poplave i područja, upozorenja i evakuacije i ugroženog stanovništva. Provedena je sveobuhvatna analiza povijesnih rušenja brana i faktora koji utječu na gubitke života. Razlikuju se poplavna područja na temelju karakteristika poplave (dubina, brzina) i dostupnosti skloništa. Smrtnosti uočene u povijesnim slučajevima su se razlikovale između poplavnih područja. U najopasnijim zonama, povijesne smrtnosti se kreću od 0,5 do 1 s prosjekom 0,9. U ugroženim zonama, gdje su raspoloživa skloništa teško oštećena, prosječna stopa smrtnosti iznosi 0,1. Model je implementiran u GIS-u i može se koristiti za determinističke i statističke izračune.

#### 4.4.2.5 Poplave uslijed cunamija

Metoda za procjenu gubitka života uslijed cunamija data je u CDMC (2003)<sup>49</sup>. Na temelju povijesnih podataka o japanskim cunamijima, smrtnost se procjenjuje kao funkcija visine vala cunamija kad dosegne kopno. Predlažu se korektivni faktori koji uzimaju u obzir vrijeme dolaska i obaviještenost populacije, a time i učinke evakuacije i upozorenja. Nadalje, opseg probijanja nasipa i obalnih zidova su uključeni u procjenu smrtnosti.

Sugimoto i sur. (2003)<sup>50</sup> i Koshimura i sur. (2006)<sup>51</sup> predlažu metode koje kombiniraju numeričke simulacije poplavnog toka uslijed cunamija i analize evakuacije. Obje metode koriste kriterije za ljudsku nestabilnost u tekućoj vodi za procjenu gubitaka života.

Nakon cunamija u Indijskom oceanu u prosincu 2004. godine, razne publikacije su obrađivale gubitke života uzrokovane ovim tragičnim događajem. Provedena su razna istraživanja pogođenih kućanstava u različitim pogođenim područjima (Nishikiori i sur. 2006<sup>52</sup>; Rofi i sur. 2006<sup>53</sup>; Doocy i sur. 2007<sup>54</sup>; Guha-Sapir i sur. 2007<sup>55</sup>). Zanimljivo je da su sve ove studije izvijestile o smrtnosti u pogođenim područjima u uskom rasponu, između 0,13 i 0,17. Ova istraživanja razmatraju vrlo relevantne informacije povezane s pojedinačnim čimbenicima rizika, kao što su dob i spol. Međutim, oni se izravno ne bave odnosom između smrtnosti i karakteristika vala cunamija i posljedičnih poplava na kopnu.

#### 4.4.2.6 Zaključno

Tablica 1 prikazuje pregled metoda i modela za procjenu gubitaka života uslijed poplava koje su prezentirane u prethodnim potpoglavljima. Iz ovog pregleda se može zaključiti da su ključni parametri

<sup>45</sup> Johnstone W, Assaf H, Sakamoto D, Hartford D (2003) Analysis of the Malpasset dam failure using GIS and engineering models. In: Proceedings of GeoTec 2003. Vancouver

<sup>46</sup> McClelland DM, Bowles DS (1999) Life-loss estimation: what can we learn from case histories. In: Proceedings of the Australian committee on large dams (ANCOLD) annual meeting. Jindabyne, November 1999

<sup>47</sup> McClelland DM, Bowles DS (2002) Estimating life loss for dam safety risk assessment—a review and new approach. IWR report 02-R-3

<sup>48</sup> Aboelata M, Bowles DS, McClelland DM (2002) GIS model for estimating dam failure life loss. In: Proceedings of the 10th engineering foundation conference on risk-based decisionmaking. Santa Barbara, pp 126–145

<sup>49</sup> CDMC (Central Disaster Management Council) (2003) Damage estimation method for the Tonankai and Nankai Earthquakes.

<sup>50</sup> Sugimoto T, Murakami H, Yozuki K, Nishikawa K, Shimada T (2003) A human damage prediction method for tsunami disasters incorporating evacuation activities. Nat Hazards 29(3):585–600

<sup>51</sup> Koshimura S, Katada T, Mofjeld HO, Kawata Y (2006) A method for estimating casualties due to the tsunami inundation flow. Nat Hazards 39:265–274

<sup>52</sup> Nishikiori N, Abe T, Costa DGM, Dharmaratne SD, Kunii O, Moji K (2006) Who died as a result of the tsunami? Risk factors of mortality among internally displaced persons in Sri Lanka: a retrospective cohort analysis. BMC Public Health No. 6, Art. No. 73, 20 March 2006

<sup>53</sup> Rofi A, Doocy S, Robinson C (2006) Tsunami mortality and displacement in Aceh province, Indonesia. Disasters 30(3):340–350

<sup>54</sup> Doocy S, Rofi A, Moodie C, Spring E, Bradley S, Burnham G, Robinson C (2007) Tsunami mortality in Aceh Province. Indonesia. Bull WHO 85:273–278

<sup>55</sup> Guha-Sapir D, Parry LV, Degomme O, Joshi PC, Saulina Arnold JP (2007) Risk factors for mortality and injury: post-tsunami epidemiological findings for Tamil Nadu. Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) report, April 2006, Brussels, Belgium

o kojima ovisi broj smrtnih slučajeva broj ugroženih stanovnika, hidrauličke karakteristike poplave (dubina, brzina i brzina porasta) te mogućnosti upozorenja i evakuacije. Načelno, broj ugroženih stanovnika može ovisiti o izgrađenosti naselja (npr. visoke ili niske zgrade) i drugim čimbenicima. Smrtnost (izražena kao omjer broja poginulih u odnosu na broj ugroženih stanovnika) ovisi pretežno o hidrauličkim karakteristikama poplave i vremenu upozorenja. Ovisnost smrtnosti o ranjivosti stanovništva (u funkciji dobne i spolne strukture i sl.) nije dovoljno istražena da bi se mogla generalizirati.

Tablica 4.9 Pregled metoda i modela za procjenu gubitaka života uslijed poplava

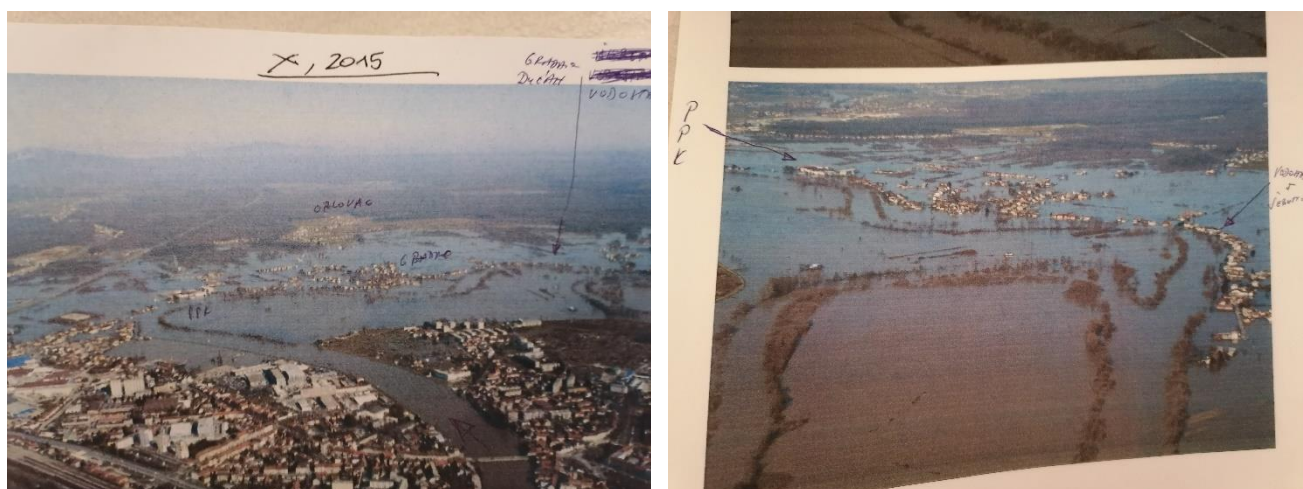
Metoda	Područje primjene	Osnova	Faktori koji se uzimaju u obzir za procjenu gubitaka života					
			Dubina vode	Brzina vode	Brzina rasta razine	Upozorenje i evakuacija	Rušenje zgrada	Ostalo
Tsuchiya i Kawate (1981)	Obalne poplave (Japan)	Povijesni tajfuni u Japanu	x					energija tajfuna
Mizutani (1985)		2 tajfuna						
Boyd i sur. (2005)	Obalne poplave (olujne poplave, uragani)	Razne olujne poplave	x					
IPET (2007)	Poplave New Orleansa uslijed prodora nasipa uzrokovanih uraganom	Uragan Katrina	x					sklonište, dob populacije
Duiser (1989)	Obalne i riječne poplave nizinskih područja (osobito Nizozemska)	Olujna poplava 1953 u Nizozemskoj	x			x		
Waarts (1992)			x					
Waarts 1992 detaljna			x	x	x	x	x	
Vrowenvelder i Steenhuis (1997)			x		x			
TNO (?)			x	x		x	x	
Jonkman (2001)			x	x		x		
Zhai et al. (2006)	Riječne i obalne poplave (Japan)	Povijesne poplave u Japanu					x	
Ramsbottom et al. (003, 2004)	Riječne i obalne poplave (Velika Britanija)	Testovi stabilnosti i stručne procjene	x	x	x	x	x	ranjivost populacije
USBR	Klasifikacija opasnosti za riječne poplave i poplave uslijed rušenja brana	Empirijske studije stabilnosti ljudi i zgrada	x	x				
Brown i Graham (1988)	Poplave uslijed rušenja brana	Povijesne poplave uslijed rušenja brana				x		ugroženo stanovništvo
DeKay i McClelland (1993)		Povijesne poplave uslijed rušenja brana				x		ugroženo stanovništvo
Graham (1999)		Povijesne poplave uslijed rušenja brana				x		
BC Hydro Life Safety Model		Simulacije, rušenje brane Malpasset	x	x		x	x	individualno postupanje
Utah State University Lifesim model		Povijesne poplave uslijed rušenja brana				x	x	
CDMC (2003)	Tsunami	Povijesni tsunamiji				x	x	visina vala
Sugimoto et al. (2003)		Simulacija				x		
Koshimura et al. (2006)		Simulacija	x	x		x		

## **5 IDENTIFIKACIJA ZNAČAJNIH ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA LJUDSKO ZDRAVLJE I DRUŠTVO**

## 5.1 Terensko istraživanje stavova stanovništva na karlovačkom području – Istraživačko izvješće

### 5.1.1 UVODNE NAPOMENE

U okviru projekta izrađeno je terensko istraživanje stavova lokalnog stanovništva koje je relativno često ugroženo od poplava. Odabrano je karlovačko područje koje premrežavaju četiri rijeke: Korana i Mrežnica (izvori u Lici / Kordunu), Kupa i Dobra (izvori u Gorskom Kotaru). Poplavni događaji na ovom su području relativno česta u recentnom periodu, gdje se izdvajaju 2014. i 2015. godina s rekordno visokim vodostajima velikih voda. Lokalno stanovništvo godinama socio-psihološki pate te trpi razne materijalne štete.



Slika 5.1 Poplava u listopadu 2015. godine

Autor fotografije je inženjer Ivan Šebetić (upitnik br.40.) iz Vodostaja u Donjem Pokuplju (svoju poplavlenu kuću je označio)

Plavljenja na karlovačkom terenu odnose se konkretno na plavljenja:

- poljoprivrednih zemljišta i livada u privatnom vlasništvu
- vrtova oko kuća i voćnjaka
- gospodarskih zgrada (drvarnica, štala, ambara, poljoprivredne mehanizacije)
- garaža / automobila
- stambenih površina - podruma
- stambenih površina - prostorija u prizemlju i na katu

Zaseban negativni fenomen je poplavom uzrokovana prometna izolacija. Zbog konfiguracije terena i preniske kote lokalnih i regionalnih prometnica (npr. dio ceste Karlovac – Sisak u donjem Pokuplju) za vrijeme poplava dijelovi naselja, pojedini objekti bivaju sa svih strana okruženi vodom i potpuno prometno izolirani. Tada stanovnici ne mogu niti na posao u grad, liječniku, djeca ne mogu u školu, a niti ljudi mogu zadovoljavati bilo koje druge potrebe koje su vezane za kretanje od doma gdje žive.

#### 5.1.1.1 Uzorak terenskog anketnog istraživanja i provedba

Nakon konzultacija s lokalnom samoupravom i Vatrogasnom zajednicom Karlovačke županije odabrane su dvije lokalne sredine:

1. Naselja plavljena od Korane i Mrežnice, uzvodno od grada: MO Logorište (10 upitnika), MO Mala Švarča (5 upitnika), MO Mostanje (10 upitnika). Tome su dodane i MO Belajske poljice (5 upitnika) koje plavi Korana ali su problem i neregulirane brdske bujične vode.

2. Naselja u Donjem Pokuplju, nizvodno od grada Karlovca koja plavi Kupa (u koju su se „slile“ vode Dobre, Korane i Mrežnice);, MO Pokupska dolina (10 upitnika), MO Šišljavić (10 upitnika). Ukupno – 50 upitnika.

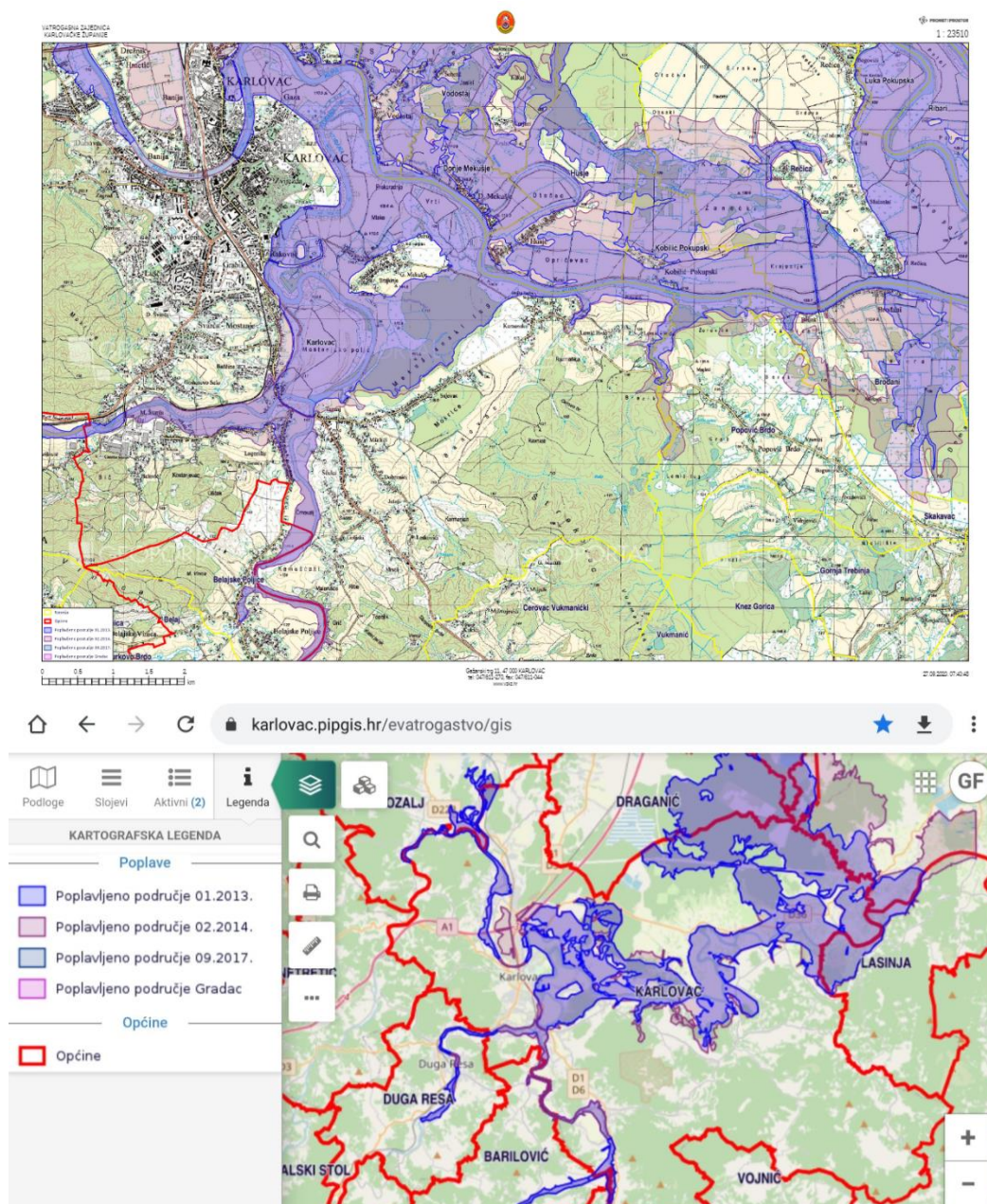
Od planiranih 50 anketa realizirano je 49. U organizacijskoj pripremi i realizaciji ankete dobivena je puna podrška lokalne samouprave i Vatrogasne zajednice Karlovačke županije (VZKŽ). Voditelj Vatrogasne zajednice Karlovačke županije (gosp. Franković), vrsni je poznavalac poplavnih problema na području Grada Karlovca i Karlovačke županije. Zadužio je 5 predsjednika Mjesnih odbora (Karlovac) i jednog predsjednika, uzgred vatrogasca (MO Belajske poljice), za pomoć u provođenju anketa na terenu. Ove osobe su iz cjelovitog registra poplavljenih VZKŽ (koji nam je stavljen na raspolaganje) izabrale relevantne sugovornike, pojedince i kućne brojeve koji sustavno direktno ili indirektno (prometna izolacija) godinama, desetljećima trpe posljedice poplava. U svakom od Mjesnih odbora organizirani su sastanci s odabranim sugovornicima prije samo provedbe ankete prilikom čega su upoznati sa svrhom i ciljem projekta kao i sa samim pitanjima. Upitnike su sugovornici sami ispunili kod kuće. Ispunjene upitnike su predali svojim voditeljicama MO a one - nama.

Anketa je uspješno provedena, a sugovornici su bili motivirani za temu upitnika budući im je tema od životne važnosti. Anketiranje je kod nekih sugovornika pobudilo nadu da će se njihov dugogodišnji problem početi konačno rješavati. Dvije godine 2014. i 2015. su po dosegnutoj razini rijeka / poplava bile rekordne (preko 800 cm!) i te su nedavne godine ušle u memoriju lokalnih ljudi kao „najopakije“. Svi sugovornici su bili zabrinuti za svoju budućnost s time da većina ne namjerava napustiti svoj dom na toj lokaciji.

#### **5.1.1.2 O razmjerima i posljedicama dosadašnjih poplava na karlovačkom području**

Kako danas stvari stoje građani očekuju nove poplave. Sa žaljenjem konstatiraju kako smanjenja poplavne razine rijeke Kupe u Donjem Pokuplju, kažu nam - teško da će biti. Naime, dok se Kupa, taj spoj četiri rijeke dijelom ne sprovede kanalom Kupa - Kupa sjeverno od grada i dalje provede prema lokaciji Brodarci, građani smatraju da su velike poplave i dalje neizbježne u Pokuplju. Tim više, kažu što se sada u jesen 2020. godine završava nasip u zoni rijeke Korane i Mrežnice na ulazu u grad Karlovac (Belajske Poljice, Logorište, Mala Švarča, Mostanje)! Na taj način, prema njihovom mišljenju, posljedično se dodatno diže razina Kupe nizvodno od Grada Karlovca.

Karlovačko područje je plavljeno zadnjih desetak godina gotovo redovno, manje ili više svake godine. Godine 2014. dva puta – na početku i na kraju godine. Ovdje navodimo podatke o broju stambenih i gospodarskih objekata za poplavu iz 2015. godine, jednu od najtežih po posljedicama koje je imala za stambene i gospodarske objekte građana. Te je 2015. godine od ukupno 583 objekta bilo poplavljeno 389 stambenih objekata ili 66.7% i 548 gospodarskih (redovno u neposrednoj blizini stambenog objekta) ili 94.0%. Nisu bili poplavljene 194 stambena objekta ili 33.3%, te 35 gospodarskih objekata ili 6.0%. Dakle, poplava 2015, jedna od najjačih posljednjih godina poplavila je na raznim dijelovima karlovačkog područja 2/3 stambenih objekata i 9/10 tzv. gospodarskih zgrada i instalacija.



Slika 5.2 Karte plavljenja Karlovačkog područja (izvor Vatrogasna zajednica Karlovačke županije)

U razgovoru s predsjednicama Mjesnih odbora bilo je naglašeno da je poznato da postoji „Projekt zaštite od poplava u slivu Rijeke Kupe“. Među ljudima na terenu ovaj projekt (gledano samo karlovačko područje, ne i sisačko) nosi popularan naziv „Plan osam mjera“. U MO Šišljavić smo dobili prezentaciju (sačinila svojevremeno M.F. Hajdin iz KŽ) iz koje je vidljivo da su planirane ove mjere:

1. Gradnja lijevoobalnog nasipa rijeke Kupe od željezničkog mosta do Brodaraca (III faza);
2. Nasipi uz Koranu i Mrežnicu uzvodno od ušća za zaštitu Mala Švarča, Logorište i Turanjski Poloj (radovi na terenu u vrijeme ankete);
3. Gradnja prokopa Korana - Kupa;
4. Gradnja nasipa uz lijevu i desnu obalu Korane i lijevu obalu Mrežnice i regulacija potoka Sajevac;
5. Gradnja regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina s pripadajućim objektima odvodnje zaobalja na lijevoj obali Kupe od naselja Selce do Rečice;
6. Gradnja regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina s pripadajućim objektima odvodnje zaobalja i crnom stanicom na desnoj obali Kupe od Brodaraca do Karlovačke pivovare (kvart Borlin);

7. Gradnja objekata odvodnje lijevog zaobalja rijeke Kupe od naselja Selce do Rečice;
8. Gradnja čvora Brodarci sa pratećim objektima na kanalu Kupa – Kupa, Kupi, Dobri i retencija Kupčina.

Ostale mjere se tiču sisačkog područja. Planovi i projekt obrane od poplava na karlovačkom području dakle postoje. Kvalitetno je napravljen, slažu se predsjednici - sugovornici iz anketiranih MO. No, na terenu u smislu realizacije toga projekta se do sada dešava jedino izgradnja nasipa na području dijela Logorišta, Male Švarče i Mostanja, dakle oko Korane i Mrežnice na njihovom ulazu u grad Karlovac. Nažalost, na terenu ne živi informacija o idućim potezima iz „Plana osam mjera“, posebno ne na području Donjeg Pokuplja.<sup>56</sup>

Ono što je vrlo izvjesno i što stvara kolektivni stres na ovome plavljenom području je to da će na mnogobrojne stambene i prateće privatne gospodarske objekte na do sada plavljenom području, posebno onom u Donjem Pokuplju udariti ove ili neke iduće jeseni nove poplave. Nekoliko sugovornika je napomenulo da s negativnim trendovima oko klimatskih promjena može očekivati i obaranje dosadašnjih rekorda u razini rijeka a s time i jače, veće i šire štete i stres one do sada.

Naših pedesetak sugovornika iskazalo je reakcije od ogorčenosti što se godinama samo obećava a ništa praktično ne poduzima, do rezignacije i malodušnosti, zavisno od karaktera sugovornika. Na pitanje 46. *“Definirajte koje su štetne posljedice za Vas i Vaše ukućane prihvatljive, a koje neprihvatljive?”* - malo toga je bilo prihvatljivo!

Ovakav stav i raspoloženje nije povezano s ideološkim i političkim opredjeljenjem. Ljudi u Karlovcu revoltirani su sporošću aktivnosti obrane od poplava koje bi konačno donijele mir, odsustvo stresa i straha i ukidanje ponavljanja velikih materijalnih šteta.

U našem uzorku bilo je 50 kućevlasnika. Realizirano je 49.

## 5.1.2 UZORAK

Anketni upitnik u svom prvom odjeljku sadrži podatke o anketiranim sugovornicima, a uzorak čini ukupno 49 sugovornika.

Prema nekoliko indikatora, skupina ispitanika na „ulazu“ u grad Belajske Poljice, Logorište, Mala Švarča i Mostanje, koju plave Korana i Mrežnica, se znatno razlikuje od ispitanika iz zone Donjeg Pokuplja – Donjeg Mekušja i Šišljavića koju plavi Kupa na „izlazu“ iz grada. Podatke o ispitanicima - odgovore na prvih 7 pitanja u upitniku interpretirat ćemo stoga u dvije podgrupe. Kako se ovaj projekt bavi temama ranjivosti od poplava i tzv. „prihvatljivog rizika“ to ima dodatno smisla<sup>57</sup>.

### 5.1.2.1 Površina kuća i okućnica

U našem uzorku kuća bile su 4 prizemnice i 45 kuća na kat.

U prvoj zoni gdje kuće plave Korana i Mrežnica površina kuća se kreće u rasponu od 80 m<sup>2</sup> do 396 m<sup>2</sup>. Prosjek se „vrti“ oko 100 do 110 m<sup>2</sup>. Površina okućnice se u ovom dijelu karlovačkih predgrađa

<sup>56</sup> Jedna od predsjednica MO je istovremeno i ravnateljica javne firme „Vodovod i kanalizacija“ u Karlovcu. Prema njenim saznanjima taj projekt je od strane „Hrvatskih voda“ poslan na natječaj za EU fondove za tekuće sedmogodišnje razdoblje. Njegovo odobrenje do kraja 2020. godine kada ta EU projektna „sedmoljetka“ i završava. Ova informacija je nepoznata širem puku.

<sup>57</sup> U prezentaciji rezultata ne koristimo prikaz postotaka jer je uzorak svega 49 ispitanika a većina odgovora prelazi broj tri. Mali uzorak, velike varijacije – postotci nisu kredibilan pokazatelj.



kreće od 150 m<sup>2</sup> do jednog gazdinstva s 6000 m<sup>2</sup> u Belajskim Poljicama. Većina okućnica se kreće između 500 i 1000 m<sup>2</sup>.

U Donjem Pokuplju u kojem plavi Kupa kao koncentrat četiriju rijeka većina od 19 anketiranih domaćina / stambenih objekata kreće se između 100 – 200 m<sup>2</sup>. U vrhu su malobrojni objekti od 400 i 500 m<sup>2</sup>. Što se okućnica tiče one gotovo sve prelaze 1000 m<sup>2</sup> a u vrhu su one s 2000, 3000, 5000 m<sup>2</sup> te „šampion“ s 10 000 m<sup>2</sup>.

Ukupna konfiguracija tla i raspored kuća unutar brojnih manjih ruralnih naselja Donjeg Pokuplja je podloga većih okućnica i posjeda, te nešto većih stambenih objekata nego u području Belajskih Poljica, Logorišta, Male Švarče i Mostanja.

### **5.1.2.2 *Koliko puta je u „životnom vijeku domaćinstva“ u ukupnosti kućanstvo ili bilo koji oblik privatnog posjeda oko kuće bio poplavljan? (Pitanje 6)***

Koje rijeke plave koji dio karlovačkog područja smo prethodno pojasnili. Na području naselja koja plave Korana i Mrežnica prije njihovog spoja na Turnju sugovornici su kroz ukupno 30 anketa naveli relativno manje frekvencije plavljenja. Dva kućanstva 2 puta, četiri kućanstva 4 puta, pet kućanstva 4 puta, četiri kućanstva 6 puta. Samo četiri domaćinstva su 7-8 puta pogođena poplavom. Rekord je 10 puta pa i nešto više (kad je puno poplava lokalni ljudi najčešće prestaju brojiti!) što je navedeno od strane pet sugovornika. U tri slučaja kuće, osim podruma nisu bile poplavljene ali su bile okružene vodom i prometno izolirane. Nekolicina je samo napisala „bezbroj puta“.

U pogledu učestalosti Donje Pokuplje plavi češće i intenzivnije (viši vodostaj) od područja oko Korane i Mrežnice. Ovdje smo od 19 sugovornika glede učestalosti plavljenja dobili ovakve odgovore: „Od 1939. godine meni je poplavilo 15 puta!“ kaže jedan sugovornik. Drugi pak kaže ovako: „Od 1980. godine meni je poplavilo puno puta a najgore je bilo 2014 . i 2015 godine kada je vodostaj dosegao rekordnu visinu od oko 800 cm.“

Zavisno od položaja stambene zgrade u smislu visinske kote i udaljenosti od Kupe sugovornici navode sljedeće brojke poplava koje su zahvatile njihov objekt i okućnicu: 3 puta, 4 puta, 5 puta, 6 puta i 8 puta. Manji dio navodi vrlo visoke frekvencije poplava koje su njih „udarile“ – 10 puta, 20 puta, 40 puta, 50 puta. Naš je dojam kako nisu svi sugovornici precizni, neki su ljuti što se stanje obrane od poplava u njihovom selu / naselju godinama ne poboljšava te pretjeruju i govore „odokativno“, paušalno a ne brojčano precizno.

Bitno je zaključiti da je gotovo svih 49 anketiranih domaćinstava / stambena objekta barem jednom a najčešće više puta bilo plavljeno.

### **5.1.2.3 *Koje tri stvari su Vam bile najgore u posljednjim poplavama? (Pitanje 7)***

Odgovori na ovo pitanje su vrlo bogati i tematski razgranati.

S područja plavljenja Korane i Mrežnice pogledajmo nekoliko karakterističnih setova odgovora:

- 1. Neizvjesnost, par dana se pitamo kada će kiša prestati; 2. Nestanak struje. Isključuje se za slučaj da voda dođe do glavnog voda; 3. Nemogućnost odlaska na posao.
- 1. Vlaga; 2. Uništen sav kućni inventar; 3. Smrad od otpadnih voda koje donese poplava.
- 1. Voda u kući i dvorišnim zgradama – oštećena i uništena imovina; 2. Spašavanje životinja; 3. Vlaga u zidovima dugo vremena poslije poplave.
- 1. Nemoć; 2. Neizvjesnost oko razmjera štete koju moram sam riješiti; 3. Srozavanje vrijednosti moje nekretnine.
- 1. Neorganiziranost kad poplava nadre; 2. nedovoljna stručnost osoba koje su zadužene za davanje informacija i pružanje pomoći; 3. osjećaj da smo prepušteni sami sebi.

Najsažetije poplave donose:

- A. Velike materijalne štete stambenoj zgradi i opremi u njoj, gospodarskim zgradama uz kuću, vrtovima i voćnjacima te poljoprivrednom zemljištu vlasnika kuće;
- B. Psihičke probleme i štete – veliki stres, strah, neizvjesnost,
- C. Osjećaj nemoći i prepuštenosti samih sebi. Ponavljanje plavljenja razara i slabi ekonomske i psihičke snage plavljenih domaćinstava, ljudi koji tamo žive.

U Donjem Pokuplju, uz navedene „tri stvari“ javljaju se neke specifične. Evo koje su to:

- 1. Prometna izoliranost / djeca ne mogu u školu a mi na posao; 2. Udavila se stoka; 3. Stres i strah.
- 1. Gubitak pitke vode nekoliko dana; 2. Psihoza, 3 Materijalni gubitci.
- 1. Kada djeca ne mogu do prizemlja kuće, do kuhinje, do škole; 2. Kada domaće životinje dižemo na tavan da se ne utope; 3. Kada guske plivaju dnevnim boravkom.
- 1. Nemogućnost bilo kakve obrane u sadašnjim uvjetima....Jedan sugovornik navodi samo taj rezignirani iskaz.

Lokalno stanovništvo hrabro živi u svojim kućama i imanijima znajući da opasnost od poplava može doći svake godine ponovno, s jeseni i za velikih i dugih kiša. Ono što ih „uništava“, „ubija u pojam“ su ponavljajuće i iscrpljujuće materijalne štete:

- U podrumima, u prizemlju zgrada, ponekad i na katu;
- Štete na gospodarskim zgradama i imovini (poljoprivredni strojevi, nekad i automobil) oko kuće;
- Dio poljoprivredno orijentiranih domaćinstava uzgaja perad, sitnu stoku ili krave čiji opstanak je ugrožen, odnosno doveden u pitanje;
- Dio i to ne mali ima vrtove voćnjak a neki uzgajaju kukuruz i slične kulture na nešto većim površinama. Poplave to na razne načine uništavaju;
- Ponegdje nastupa prometna izoliranost;
- Stalno je prisutan strah i stres da će se poplava uskoro ponoviti, odnosno da će možda vodostaj biti i veći i štete i opasnosti s time opakije i teže.

Valja dodati da je na neki način na terenu zamjetna i svojevrsna društvena izoliranost i intenzivan osjećaj nedostatnog razumijevanja njihovog društvenog položaja učestalog plavljenja njihovih domova, obitelji, građana, prateće imovine i plodnog zemljišta. Unatoč tome, ljudi se i dalje bore i vrlo rijetko zbog poplava napuštaju svoj lokalni kraj. To je posebno prisutno u Donjem Pokuplju koje je više ruralno područje i gdje je ukorijenjenost u „tlo“ snažnija. U naseljima uz Koranu i Mrežnicu, urbanim predgrađima Karlovca po našoj ocjeni vezanost za „tlo“ je do neke mjere manja. To pokazuju i ne tako rijetke table s „plakatom“ „KUĆA SE PRODAJE - Broj moba xyz“.

Ponovimo i zaključimo, na primjer 2015. godine poplava je na raznim dijelovima karlovačkog područja u ukupnosti prema podacima VZKŽ „napala“ dvije trećine stambenih objekata i devet desetina tzv. gospodarskih zgrada i instalacija. U naš uzorak od 50 stambenih objekata ušle su isključivo one kuće i domaćinstva koje su bile u bilo kojem opsegu / intenzitetu jednom ili više puta poplavljivane. Godine 2015. poplavljeno je ukupno 389 stambenih objekata. Dakle, od ukupno poplavljenih „rekordne“ 2015. godine mi smo anketom koja je obuhvatila sve poplave pa tako i 2015. godinu - obuhvatili oko 13% domaćinstava / stambenih zgrada.

### 5.1.3 IZLOŽENOST

Ispitivanje izloženosti obuhvatilo je pitanja koja se odnose na tip stambenog objekta, broj članova domaćinstva, udaljenost od vodotoka od kojeg poplava dolazi te udaljenost od zdravstvene ustanove. Ovome je dodano još devet specifičnih pitanja.

### **5.1.3.1 Tip stambenog objekta i broj članova domaćinstva (Pitanja 8 i 9)**

Od ukupno 49 anketiranih domaćinstava 45 je živjelo u katnicama a 4 domaćinstva u prizemnici. Ukupno u 30 objekata domaćinstva su imala 4 ili više članova. Preostalih 19 se je rasporedilo ovako: u 2 domaćinstva žive samci, u 8 domaćinstava ima po dvoje, po troje u 9 domaćinstava.

### **5.1.3.2 Udaljenost od vodotoka (Pitanje 10)**

U području MO Belajske Poljice, MO Logorište, MO Mala Švarča i MO Mostanje stambene objekte i domaćinstva ugrožavaju dvije rijeke - Korana i Mrežnica te nekoliko potoka – u Belajskim Poljicama – potok Vuj, u Donjem Pokuplju potok Blatnica. U MO Pokupska dolina i MO Šišljavić tu je rijeka Kupa.

Udaljenosti objekata od vodotoka jako variraju od minimum 10 metara od rijeke do 500 metara. Niz koji izvodimo iz odgovora je sljedeći: 10, 15, 20, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500 metara. Udaljenosti variraju stoga zato što su kuće u odnosu na rijeke locirane vrlo „šareno“, što je nalagalo više činitelja – od konfiguracije terena, od lokalnih prometnica do lokacije zgrade koja je ne rijetko nasljeđe vlasništva nad kućom i posjedom od predaka.

Na terenu smo bili upozoreni da su neke kuće udaljene i 500 metara od rijeke poplavljene a neke koje su bliže nisu. Nema tu linearne zakonitosti. Konfiguracija lokalnog terena, visina vodostaja za poplave a ponekad i kvaliteta zgrade i način izvedbe ulaza u zgradu (visoko prizemlje, bez podruma i sl.) odlučuju o sudbini stambenih objekata.

### **5.1.3.3 Udaljenost stambenog objekta od zdravstvene ustanove (Pitanje 11)**

Od navedenih plavljenih područja uz Koranu i Mrežnicu raspon udaljenosti od zdravstvene ustanove od stambenog objekta je prema iskazu sugovornika od 2 do 7 kilometara. Od strane ukupno 25 sugovornika u ovom području najčešće to je od 3 do najviše 4 kilometara. Npr. od Logorišta do OBK – Opće bolnice Karlovac koja je na Švarči se stiže automobilom za najviše 10 minuta.

S Donjim Pokupljem koje je položeno uz regionalnu cestu za Sisak i rijeku Kupu sve do granice sa susjednom županijom situacija je drugačija. Taj raspon je od 7 do 27 kilometara. Bez pola sata vožnje, ako voda nije spriječila vožnju po cesti do OBK većina građana ne može stići ranije.

### **5.1.3.4 Na koji način ste informirani da dolazi poplavni događaj? (Pitanje 12)**

Anketirani su u prosjeku na ovo pitanje davali i više od jednog odgovora. Većinski izvor informacije za 34 (69.3%) od 49 sugovornika u anketi o stanju rijeka i nadolasku moguće poplave stanovnici ovih dijelova uz rijeke su „mediji“, pri čemu je u prvom planu radio a zatim TV. 10 sugovornika od 49 prvu informaciju je dobilo od DVD, dakle od vatrogasaca.

Jedan manji broj domaćinstava (7 ili 14.2%), kažu „prate sami“ stanje vodostaja i prema bogatom iskustvu koje imaju hitro se pripremaju za poplavno stanje. Uz navedeno sporadično se kao izvor informacije spominju štab Civilne zaštite, Mjesni odbor, poznanici, te internet – portali.

Treba reći da stanovnici ovih područja nažalost imaju vrlo bogato iskustvo s poplavama, nisu „novajlije“ i kako kažu, kad u Lici, Gorskom kotaru i u graničnoj Sloveniji pada kiša više dana, znaju što njih „sljeduje“.

### **5.1.3.5 Jeste li imali dovoljno vremena da sklonite vrijedne stvari? (Pitanje 13)**

Od ukupnog broja, 35 anketiranih (71,4%) je navelo da je „imalo dovoljno vremena“, dok 14 anketiranih (28,5%) je navelo da nije imalo dovoljno vremena i da su zbog toga pretrpili štete od poplava. Zanimljivo

je da među njima prednjače stanovnici iz Male Švarče, Logorišta i Mostanja dok ih u Donjem Pokuplju ima vrlo malo.

Nekoliko ih je navelo da su kod prve jake poplave koju su iskusili (mnogi spominju onu iz 2014. godine) još nisu uspjeli stvari skloniti na vrijeme, ali poslije su ovladali tom „vještinom“. Jedan sugovornik je rekao - „stvari su teške, unatoč pravovremenoj informaciji, nije se sve moglo skloniti na vrijeme“.

Kako god, za živalj karlovačkog kraja, onaj dio koji je sustavno ponavljano plavljen, život u sjeni moguće nove poplave nije normalan, stresan je, generira strahove i naglašenu brigu za materijalni i zdravstveni opstanak.

#### **5.1.3.6 Kolika je otprilike bila dubina vode u cm? (Pitanje 14)**

Tražila se informacija o visini vode na „posjedu“ i visini vode u „vašoj kući“ za vrijeme poplave. Ukupni raspon za posjed je od 10 cm do 400 cm, a za kuću od 1 do 2 cm do najviše od 120 cm.

Za posjed nizovi vodostaja od najmanjeg do najvišeg u centimetrima idu ovako: 10, 20, od 18 do 25 cm, 30, 45, 50, 60, 70, 80, 80 do 120, 90, 100, 120, 150 /pet anketiranih/, i 400 cm.

Ove vrijednosti prate i vrijednosti za poplavljene kuće. Niz ide ovako: 1-2 cm, 10, 20 – 40, 30, 40, 45, 50, 50 – 80, 60, 60 – 80, 70, 80, 86, 90, 100, i 120 cm.<sup>58</sup>

Vrijednosti vodostaja za poplavljenog posjeda i vodostaja poplavljene kuće kreću se u logičkim parovima. Ako je vodostaj na posjedu niži, niži je i u kući. Ako je viši na posjedu – viši je i u kući.

Za najjačih poplava od kojih su sugovornici najčešće spominjali one iz 2014., 2015. i 2017. obje ove razine vode bile su najviše i nanijele su ljudima najveći stres i najveće štete. Na neki način to im je bila žestoka škola koja ih je pripremila i „osposobila“ za snalaženje u novim, nadolazećim poplavama.

Valja reći da smo u pripremnom razgovoru sa sugovornicima već u fazi edukacije kako ispuniti upitnik uočili da je visina poplave u pojedinom domaćinstvu, stambenom objektu i pratećim objektima vrlo, vrlo različita. Oni kojima je voda u prizemlje stambenog objekta ušla 1, 10 cm i oni kojima je ušla 80 cm ili 100 ili čak 120 cm našli su se u vrlo različitoj situaciji mada svi tako stižu „status“ poplavljenih.

#### **5.1.3.7 Je li zbog dubine voda bilo otežano kretanje ljudi? Je li narušena stabilnost kuće? Je li pristup Vašoj kući bio onemogućen? (Pitanje 15, 16 i 17)**

Svima je na neki način bilo otežano kretanje. Desetak anketiranih od ukupno 30 u zoni Korane i Mrežnice nije imalo problema s kretanjem zbog poplave. U Pokuplju takvih nije bilo – svima je kretanje bilo otežano. Neki naprosto nisu za vrijeme poplave mogli niti „mrdnuti“ iz kuće budući je voda poplavila njihove domove kao što smo prethodno naveli - od 20 cm do 150 cm.<sup>59</sup>

Dakako, poplave traju jedan broj dana i onda se brzo ili sporo povlače. Razina vode na posjedu je u načelu bila još viša tako da je izlaženje izvan poplavljenog stambenog objekta u jednom dijelu slučajeva bio pothvat. Za nižu razinu plavljenja posjeda pomagale su čizme, a u zoni Logorišta, Mala Švarče i Mostanja 15 sugovornika od ukupno 25 je navelo da je od kuće do komunikacije „na suhom“ išlo čamcem. U Pokuplju je čamac za komunikaciju koristilo 7 anketiranih od ukupno 19 sugovornika.

<sup>58</sup> Uzorak je mali a broj iskazanih veličina kreće se od 10 do 15. Sukladno položaju stambene zgrade u odnosu na vodotokove, rijeku ili potok – situacija je različita. Nekome voda uđe u kuću preko metar, nekome par centimetara, nekome samo u podrum a nekome niti milimetra.

<sup>59</sup> Na str. 13 smo citirali jedna iskaz o tome kako je to biti i živjeti u poplavljenom prizemlju kuće: „Kada domaće životinje dižemo na tavan da se ne utope,... Kada guske plivaju dnevnim boravkom.“

Što se tiče iskaza o narušavanju stabilnosti kuće zbog poplava u zoni Mrežnice i Korane 17 anketiranih od 30 je navelo da je stabilnost kuće narušena a u 13 kuća da nije. U zoni Pokuplja stabilnost kuće je bila narušena u 8 slučajeva od ukupno 19 anketiranih.

Navedena pitanja i odgovori pokazuju da je za značajan broj stambenih objekata / domaćinstava izloženost poplavama u odabranim dijelovima karlovačkog područja direktna i visoka.

U odgovoru na pitanje br 16. "Koliko je kuća i posjeda prema Vašim saznanjima bilo poplavljeno u mjestu gdje živite?" odgovori su začudno šareni. Stanovnici područja jednog Mjesnog odbora navode različite brojke što indicira i različitu širinu uvida a iz toga i (ne)preciznost cjelovitog uvida. Sugovornici iz MO Logorište navode sljedeće: oko 30 kuća (2 odgovora), oko 70 kuća, 100 kuća, „cijelo naselje“. U MO Mala Švarča navode ove odgovore: 30 kuća, 40 kuća, 50 kuća, „mnogo“. U MO Mostanje kažu: 20 kuća (5 odgovora), 30 kuća (3 odgovora), 50 kuća i „mnogo“. Šarenilo, a malo ljudi. U Pokuplju (MO Pokupska dolina i MO Šišljavić) potopljenih kuća je mnogo više, a iskazi su sljedeći: desetak kuća, oko 20 kuća, oko 100 kuća (3 odgovora), više od sto kuća, „skoro svi“ i napokon tu je i iskaz „ne znam“ od nekolicine sugovornika.

#### **5.1.3.8 Jeste li bili tijekom poplavnog događaja prometno odsječeni od zdravstvenih ustanova? Je li je dio naselja ili cijelo naselje bilo prometno odsječena od drugih naselja? Je li nakon poplavnog događaja bilo kakvih naplavina na vašem posjedu? (Pitanje 18 i 19)**

Odgovori su sljedeći: u zoni rijeka Korane i Mrežnice od 30 sugovornika odsječeno je bilo 24 (80%) domaćinstva dok je 6 navelo da nije, s time da je 4 od tih šest iz zone MO Mostanja. U ovoj zoni prometno je odsječeno u cijelosti 8 domaćinstava, djelomično 20 a samo dva nisu uopće odsječena.

U zoni Pokuplja svih 19 sugovornika, dakle 100 % je za poplava odsječeno od zdravstvenih ustanova.

#### **5.1.3.9 Je li nakon poplavnog događaja bilo kakvih naplavina na vašem posjedu? (Pitanje 20)**

Što se tiče naplavina poslije poplava (pitanje 20.) one su označene s kvalifikacijom „velike“ od strane 8 sugovornika, kao „srednje“ – od 21 sugovornika, kao „male“ od 17 dok je troje navelo da ih nema.

## **5.1.4 RANJIVOST**

Sukladno intenzitetu poplave, položaju stambene zgrade u odnosu na vodeni tok, svaka zgrada / domaćinstvo je ranjivo na sasvim određeni način i trpi različite intenzitete i opsege nevolja i šteta. Vrlo veliko šarenilo ne omogućava uprosječenu, shematsku interpretaciju o ranjivosti karlovačkih domaćinstava.

#### **5.1.4.1 Nabrojite štetne posljedice poplava u Vašem domaćinstvu (Pitanje 21)**

Kroz odgovore (Tablica 5.1) je jasno da su štetne posljedice poplava na stanovništvo na karlovačkom području bile materijalne naravi, kako slijedi:

- Najveće štete se odnose na zemljišta oko kuće: vrtovi (79.5%), voćnjaci (55.1%), poljoprivredno tlo (67.3%)
- Nešto manje štete se odnose na kuće (48.9%) i stvari u njima (40.8%)
- Relativno najmanje štete odnose se na prateće zgrade, instalacije, strojeve i sl. oko kuće (oko 10 do 38%).

Tablica 5.1 Štetne posljedice navedene od strane ispitanika

Štetna posljedica	Broj domaćinstava	Postotak (N=49)
A. Ozljede i bolesti članova kućanstva	8	16,3%
B. Ozljede i bolesti kućnih ljubimaca	6	12,2%
C. Član kućanstva odselio	3	6,1%
D. Uginule domaće životinje	10	20,4%
E. Oštećenje materijalne imovine: <sup>60</sup>	19	38,7%
- kuća	24	48,9%
- stvari	20	40,8%
- štala	5	10,2%
- radionica	10	20,4%
- garaža	19	38,7%
F. Poplavljeni vrt	39	79,5%
G. Poljoprivredne površine	33	67,3%
H. Voćnjaci	27	55,1%
I. Nešto drugo:		
- podrum	1	
- automobil	4	
- plastenici	2	
- traktor	1	
- strojevi	2	
- drvarnica	1	
- spremište	3	
- ljetna kuhinja	1	
- poslovni prostor uz kuću	1	
- pelete za centralno grijanje	1	
- hrana za stoku, sijeno	1	

Imanja i kuće različitih su kvaliteta i vrijednosti (veličina kuće, godina izgradnje, tržišna vrijednost, opremljenost) te da linearno zaključivanje o ukupnim štetama na temelju ovih brojeva nije moguće.

No, jednako važno, nekad i važnije (jer se stvari, podovi, namještaj mogu kupiti) i psihičke naravi, dakle - stres, strah, tugu, osjećaj nemoći, sumarno - ugrozu mentalnog i tjelesnog zdravlja (koje se ako je nepovratno narušeno ne može kupiti).

#### 5.1.4.2 *Kako su pojedine štetne posljedice poplava utjecale na Vaše kućanstvo (povećani stres, bolesti...)? (Pitanje 22)*

Na ovo pitanje otvorenog tipa, bez ponuđenih solucija - situacija s odgovorima je vrlo jednostavna. Od ukupnog broja, 38 sugovornika (77,5%) je navelo „STRES“! <sup>61</sup>. Većina je uz riječ stres ili dodatno koristila ove riječi: strah, nervoza, neizvjesnost, tuga i očaj, depresija. Kod nekolicine naveden je i nezdrava emocija - „bijes“, čini se, zato jer se godinama govori da će se nešto na zaštiti od poplava napraviti ali se godinama ništa nije dešavalo. Osim novih poplava.

<sup>60</sup> Neki su dali općeniti odgovor. Nisu davali specifikacije. Njihov broj je iskazan ovdje. Neki su zaokružili i soluciju E. i davali pojedinačne odgovore unutar kategorije E.

<sup>61</sup> Uz stres bilo različitih dodatnih opisa. Najznačajniji je onaj „Stres, a posebno kad voda raste noću!“

Kod trećine sugovornika uz stres navode se različite posljedice na zdravlje:

- srčane tegobe
- bronhitis
- prehlade
- pogoršanje kroničnih bolesti
- „vratilo mi se karcinom“
- „član domaćinstva umro od moždanog udara netom nakon poplave“ (Mostanje 91).

Stariji ljudi su relativno više zdravstveno ugroženi od poplava, a manjoj djeci redovno sljedi strah kojim odrasli već umiju ovladati.

U pripremnim sastancima s voditeljicama 6 Mjesnih odbora došlo je do izražaja mišljenje da su ljudi na učestalo plavljenim područjima psihološki gledano ogorčeni, ljuti a istovremeno sami nemoćni da spriječe poplavu kao stalno prijeteću nevolju i opasnost. To sve generira jednu psihološki nezdravu situaciju koja je i plodno tlo za nastajanje bolesti, vraćanje kroničnih bolesti, ali i skraćivanje životnog vijeka tih ljudi.

Onaj čija kuća nikada ne plavi teško može razumjeti psihološko stanje i stavove tih ljudi. Osobno smatram na temelju iskaza pedesetak ljudi da su lokalni ljudi u karlovačkom području veliki, tvrdi i uspješni borci za opstanak, unatoč svemu. Većina ih, unatoč tom stanju ne želi seliti u neki drugi kraj, na neku drugu lokaciju – jer tu im je njihov dom. To se posebno odnosi na stanovnike – sugovornike iz Pokuplja, gdje se ljudi više bave poljoprivredom i stočarstvom što u prigradskim naseljima uz Mrežnicu i Koranu nije slučaj.

Materijalne štete po parkete, namještaj, zidove i sl. odgovor je dalo 4 ispitanika. Sedam ispitanika je uskratilo bilo kakav odgovor.

#### **5.1.4.3 Je li je bila potrebna evakuacija članova Vašeg kućanstva? Kome je bilo najteže (dob, spol, zdravstveno stanje, pokretljivost) pri evakuaciji tijekom poplavnog događaja? (Pitanje 23 i 24)**

Od ukupnog broja ispitanika evakuacija je bila potrebna u 12 slučajeva ili kod četvrtine ispitanika (24,4%). Evakuaciju su pomagali vatrogasci i aktivisti Civilne zaštite. U 29 domaćinstava (59,1%) evakuacija nije bila potrebna. Nekolicina sugovornika (njih 8) iz zone prigradskih naselja uz Koranu i Mrežnicu nije se po ovome pitanju izjasnila.

Na pitanje „Kome je pri evakuaciji bilo najteže?“ u prvom planu su:

1. Djeca, posebno manja;
2. Stariji i stari ljudi, bilo parovi i/ili samci;
3. Kronični bolesnici (stariji stanovnici).

#### **5.1.4.4 Kome je u Vašem kućanstvu (dob, spol, zdravstveno stanje, pokretljivost) bilo najteže u poplavi? Fizički (nemogućnost kretanja) i psihički (povećan stres, strah) (pitanje 25.)**

Sugovornici su spontano pojednostavili odgovore i dobila se svojevrsna tipologija društvenih kategorija poplavom ugroženih pojedinaca. Odgovori su bili:

- Svima u obitelji, 15 odgovora (30,6%)
- Starijim i starim ljudima, pojedincima i parovima, 8 odgovora
- Djeci, 4 odgovora
- Trudnicama, 2 odgovora

Odgovor na ovo pitanje uskratilo je 12 ili 24.4 % od ukupno anketiranih.

Od nekolicine voditeljica MO dobili smo komentar da su neka pitanja u koja spada i ovo na neki način neadekvatna. Obitelji u nevolji poplave se ne dijele – muka, nevolja, strah, stres jednako je težak svima. Male nijanse u takvoj situaciji nisu bitne jer se u nevolji poplave nalazi cijelo domaćinstvo. Dakako, budući su fizički slabi ili dječje nejaki djeca i stari ljudi se kao jedini zasebno i navode kao oni kojima je bilo „najteže“.

#### **5.1.4.5 Jeste li tijekom poplave mogli boraviti u vlastitoj kući? Ako ne - tko Vam je i gdje osigurao smještaj? (pitanje 26.)**

Tijekom poplave u vlastitoj kući je od ukupno 49 sugovornika boravilo 35 obitelji ili 71,4%. Pokazali smo različite dubine poplava u poglavlju o „izloženosti“. To je imalo izravan utjecaj na mogućnost organiziranja života u poplavljenoj kući. Ugrožene obitelji su se jednim dijelom preselili na kat s time da su im ponekad kuhinje u prizemlju bile poplavljene.

Nekolicina je s okolicom zbog nekih potreba (dućan i sl.) komunicirala čamcima.

Ukupno 12 obitelji (24.4%) su morali otići i otišli su uglavnom svojoj rodbini „na par dana“ koliko traje prosječna poplava u ovim krajevima. Obično su to bili kuće od njihove djece. Valja dodati kao je nekolicina napisala da su svoju stoku preselili susjedu ili rodbini kako se ne bi utopile ili crkle od gladi.

<sup>62</sup>

#### **5.1.4.6 Je li netko u Vašem kućanstvu ozlijeđen u postupcima prije, tijekom i nakon poplavnog događaja? Ako da, navedite ozlijede i kako su nastale te objasnite kakav je to utjecaj imao na Vaše kućanstvo? (Pitanje 27 i 28)**

U karlovačkim poplavama su ozlijeđena svega 2 stanovnika. Jedna je osoba pala sa stepenica i druga je imala od vlage i silne vode probleme s dišnim putevima. Osoba koja je pala sa stepenica navela je kako je „mjeseć dana trpila bolove u kralježnici i leđima.“ Ukupno 45 domaćinstava nije imalo ozlijeđenog, a dva sugovornika se nisu očitovala po ovome pitanju.

#### **5.1.4.7 Je li se netko u Vašem kućanstvu razbolio u postupcima prije, tijekom i nakon poplavnog događaja? Ako da, navedite bolesti (koje su bile i kako je došlo do razvoja bolesti) te objasnite kakav je to utjecaj imalo na Vaše kućanstvo? (Pitanje 29)**

Od ukupnog broja anketiranih, 40 ispitanika ili 81,6% nije odgovorilo ništa na pitanje br. 29.

U doba poplava koje često dolaze s jeseni padaju temperature, količina vlage posebno uz rijeke raste a u zraku što sve potiče tegobe zbog starih, najčešće kroničnih boljetica i bolesti. Tu je onda riječ o reumi ili „kostobolji“ („bole ruke, bole noge, boli sve“), prehladama i slično.

Moglo bi se reći da je dijagnoza o PTSP-u od poplava, koju je izrijeком navodio jedan sugovornik iz Pokupske doline, uvjerljiva. Držimo to smislenim s obzirom na sve iskazane detalje vezane za stres, strah, neizvjesnost, tuđu, očaj i depresiju koja se kod ne malog broja poplavljenih domaćinstava pojavila.

#### **5.1.4.8 Koja su primanja Vašeg kućanstva (ispodprosječna, prosječna, iznad prosječna)? (Pitanje 30)**

Ukupno je 3 ispitanika navelo da imaju „iznad prosječna primanja“, 38 ispitanika ima „prosječna“ a 4 „ispodprosječna“ primanja, dok su 4 ispitanika uskratila odgovor na ovo pitanje.

<sup>62</sup> U Pokupskoj dolini se jednom sugovorniku dogodilo da mu je sva perad i sitna stoka podavila u naglo nabujaloj vodi. Dotični sugovornik navodi da je od poplava a posebno od tog događaja, kaže, dobio PTSP. Dotični tvrdi da i perad i stoka proživljava PTSP.



#### **5.1.4.9 Da li bi se lakše nosili sa štetnim posljedicama ako bi imali veća primanja? Ako da, na koje štetne posljedice mislite? (Pitanje 30 i 31)**

Ukupno je 35 od 49 ispitanika ili 71,4% odgovorilo pozitivno, dok je 7 ispitanika ili 14.2 % odgovorilo negativno. Objašnjenje za ovakav odgovor vjerojatno ide u smjeru da neke probleme nastale destrukcijom od poplava novac ne može riješiti. Ukupno 7 ispitanika je uskratilo bilo kakav odgovor. Čini se da im pitanje nije imalo smisla.

Od štetnih posljedica koje bi lakše savladavali da imaju veća primanja sugovornici su naveli niz sličnih. Evo nekoliko navoda u originalu:

- „Ne bi dizala kredit!“
- „Mogli bi nakon svake poplave promijeniti podove i namještaj.“
- „Lakše bi sanirali štetu.“
- „Obnovili bi još neke stvari“.
- „Mogli bi popraviti mehanizaciju.“
- „Popravili bi štale“.
- „Podigli bi teren.“
- „Sanacija i renovacija, naravno!“

#### **5.1.4.10 Je li se netko od članova Vašeg kućanstva odselio nakon poplave? Razmišljate li se odseliti iz ovog područja? Ako da, što bi se po Vama se trebalo napraviti da bi Vi ostali na ovom području? (Pitanje 32 i 33)**

Prema odgovorima anketiranih odselilo se je jedna ili više osoba iz 4 kuće ili 8,1%. Riječ je o sinovima ili kćerima, mlađim ljudima – samcima ili obiteljima. Objašnjenje za ovaj stav i potez najbolje objašnjava iskaz jednog oca: „Mi stariji nemamo izbora. Mi moramo ostati. Ali naša djeca moraju otići jer ne mogu strahovati svaki puta kada pada kiša. Nasipi i čišćenje korita bi svakako pomogli!“

Ukupno 13 ispitanika ili 26,5 % razmišlja od tome da se odseli jer ne može više izdržavati materijalne troškove, psihički stres i traume. Među njima nekolicina razmišlja o odlasku u starački dom.

Ukupno 36 ispitanika ili 73,5 % ne razmišlja o preseljenju na drugu lokaciju.

#### **5.1.4.11 Ako da, što bi se po Vama se trebalo napraviti da bi Vi ostali na ovom području? (Pitanje 34)**

Jednostavno – „sustav obrane od poplava“; „izgraditi nasipe koje čekamo već 60 godina !“ Pored toga sugovornici kažu: „čistiti redovno korito Kupe, šljunčariti“; „kopati nove i očistiti postojeće kanale i putne grabe“ i slično. Valja dodati da su neki sugovornici s Logorišta, Donje Švarče i Mostanja oduševljeni jsr se u njihovoj zoni upravo grade obrambeni nasipi. Kažu: „izgrađen je nasip!“; „treba raditi ovo što se sada radi - nasipe!“.

Od ukupnog broja, ukupno 15 ispitanika ili 30,1% je uskratilo bilo kakav odgovor. Oni su pretežno ljudi iz MO Pokupska dolina i MO Šišljavić, dakle iz plavljenih kuća i naselja uz rijeku Kupu gdje se na regulaciji od poplava ne radi gotovo pa ništa. Barem ne ono što se očima može vidjeti i što jedino, kao ljude u prigradskim naseljima uzvodno od grada Karlovca ovog listopada i studenog 2020. može umirivati i razveseliti.

### **5.1.5 VRIJEDNOST**

Već je pojašnjeno da stanovništvo ovih krajeva kroz stres, strah i ostale negativne emocije trpi sustavne psihičke, dakle duševne i duhovne štete od poplava. Pogotovo zato što sustav obrane od poplava,

godinama obećavan, nije napravljen i što svaka sezona kiša (jesen, zima) donosi i nove bojazni, neizvjesnosti, strahove, duševnu muku kakvu oni koji s tim ne žive uopće ne mogu niti zamisliti.

Ove psihičke, duševne i duhovne štete nisu trenutne, ne rješavaju se kupovinom novih stvari, ostavljaju trajne posljedice, razbolijevaju ljude i skraćuju im živote. Ove štete se teško mogu numerički mjeriti, tek kvalitativno. „Vrijednost“ je zdrav, miran i kvalitetan život. Vrijednost u tome smislu u ovom poglavlju izvješća terenskog istraživanja nije tema. Pod pojmom „vrijednost“ ovdje se smatra prije svega opis materijalnih šteta koje su lokalnom stanovništvu karlovačkog kraja godinama nanosile poplave.

Ukupni odgovori 49 sugovornika na 11 pitanja s kojima se pokušala dobiti slika materijalnih, financijskih šteta su relativno slabi. To je zato što dio sugovornika nije pretrpio značajnije štete te ih ova tema bitno ne dotiče. Dio pitanja, tako kako su sročena, naprosto dio anketiranih ne dodiruje, ne tiče ih se. Pored toga, stiče se dojam da neki ljudi o financijama javno ne žele govoriti. „Što Vas briga u vezi s mojim novcem, troškovima i i sl!“ Troškovi koji nastaju zbog poplava koje se ponavljaju - mučna je to tema za veliku većinu poplavljenih. Pretežno, misle ljudi, nije za razgovor izvan kruga rodbine i prijatelja.

#### **5.1.5.1 Ako tijekom poplavnog događaja niste mogli boraviti u kući niti ste imali osiguran smještaj od strane lokalnih vlasti ili institucija, tko je snosio troškove privremenog smještaja? Koliko su oni otprilike iznosili? (Pitanje 35)**

Tijekom recentnih poplava na karlovačkom području, od ukupno 49 sugovornika u vlastitoj kući boravilo je 35 obitelji ili 71,4%. Dakle, ovo pitanje je relevantno za samo 14 sugovornika ili 1/3, a odgovor je dalo svega 7 sugovornika. Drugih 7 je uskratilo bilo kakav odgovor.

Odgovori vezani za iznos su: 20 000 kn, 1 000 kn, „dosta“ njih nekolicina, i to je sve. Tko je snosio troškove: pretežno sami poplavljeni pojedinci, rodbina (vlastita djecu koja s poplavljenima više ne stanuju i druga rodbina), a pomoći od „grada“ je po broju gotovo zanemariva.

#### **5.1.5.2 Kako su ozljede i bolesti članova Vašeg kućanstva utjecale na primanja Vašeg kućanstva? (Pitanje 36)**

Struktura odgovora na ovo pitanje je sljedeća:

- Smanjenje prihoda je pretrpjelo 6 kućanstva ili 12,2% budući da zbog poplava nisu mogli na posao koji je izvan mjesta stanovanja ili nisu mogli raditi svoj posao koji je lociran u gospodarskom objektu uz stambeni objekt.
- Ukupno 28 sugovornika ili 57,1% je odgovorilo da na prihode „nije bilo utjecaja“,
- Ukupno 17 sugovornika ili 30,7 % uskratilo je bilo kakav odgovor budući za dio kućanstava ovo pitanje naprosto nije bilo aktualno.

#### **5.1.5.3 Jeste li dobili kakvu naknadu od državnih institucija? (Pitanje 37)**

Od ukupnog broja sugovornika neki oblik naknade je dobilo 11 ispitanika ili 22,44%. Svi ostali nisu. Svoje probleme rješavali su iz vlastitih sredstava prema svojim mogućnostima.

#### **5.1.5.4 Koliko su otprilike iznosili troškovi liječenja zbog bolesti ili ozljede uslijed poplavnog događaja? (Pitanje 38)**

Takva su bila samo 3 slučaja iz 3 kućanstva, a samo jedan od njih naveo troškove od 10 000 kn. Kod svih ostalih sugovornika nije bilo troškova liječenja vezano za poplave.

#### **5.1.5.5 Možete li iznijeti novčani iznos najtežeg pojedinačnog slučaja štete? (Pitanje 39)**

Na ovo pitanje brojčani odgovor je dalo 29 sugovornika ili oko 60%, dok 40% sugovornika nije dalo nikakav odgovor. Pojedinačni iznos štete je od strane anketiranih interpretiran je u 4 osnovne kategorije (Tablica 5.2).

Tablica 5.2 Iznosi šteta na stambenim i gospodarskih objektima od ispitanika

Vrsta štete	Iznos štete
A. Štete na stambenom objektu (parketi, namještaj, unutrašnji zidovi, vanjski zidovi, i sl.)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 500 kn, x1 (za sobu u kojoj je bila voda)</li> <li>• 3 500 kn, x1 (za donji dio kuće)</li> <li>• 10 000 kn, x1 (namještaj, podovi, tepisi)</li> <li>• 18 000 kn, x1 (podovi u kući)</li> <li>• 25 000 kn, x4 (podovi, zidovi, namještaj)</li> <li>• 30 000 kn, x1 (za kuću)</li> <li>• 37 500 kn, x1 (podovi zidovi, vanjski i unutrašnji i namještaj)</li> <li>• 50 000 kn, x3 (podovi, zidovi, sav namještaj, sve ostalo)</li> <li>• 70 000 kn, x1 (krečenje fasade, parketi, namještaj)</li> <li>• 73 000 kn, x1 („ukupna šteta na kući – službena procjena“)</li> <li>• 80 000 kn, x1 („sav inventar“)</li> <li>• 100 000 kn, x4 (kuća: podovi, zidovi, namještaj, aparati...)</li> </ul>
B. Štete na stambenom objektu i gospodarskom objektu uz kuću	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 40 000 kn, x1 (šteta na stambenom dijelu zgrade i uredu male firme)</li> <li>• 100 000 kn, x2 (popravke u kući + za neke manje dvorišne zgrade)</li> <li>• 200 000 kn, x1 (štete na kući i gospodarskom objektu)</li> <li>• 600 000 kn, x1 (šteta na stambenom kompleksu površine 1130 m<sup>2</sup> i gospodarskom kompleksu građevina oko 2000 m<sup>2</sup>)</li> </ul>
C. Štete na poljoprivrednoj mehanizaciji (traktor i sl.) i automobilima	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 000 kn, x1 (popravak mehanizacije za poljoprivredu)</li> <li>• 30 000 kn, x1 (popravak traktora)</li> </ul>
D. Štete na zalihama stočne hrane i nabavka nove	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 000 kn, x1</li> <li>• 50 000 kn, x2</li> </ul>

Za dio ispitanika koje je poplava minimalno ili malo dotakla je vjerojatan neki manji trošak, ali ga nisu smatrali da je potrebno navoditi. Sve zavisi koliko je kuća i imanje od poplavnog vala bilo zahvaćeno. U odgovorima na pitanje 14. je sadržan odgovor o dubini vode koja je bila u rasponu za posjed od 10 cm do 400 cm, a za kuću od 1-2 cm do najviše 120 cm. Veća dubina vode – veća šteta!

#### 5.1.5.6 Koje se štetne posljedice mogu iskazati novčano, a koje ne mogu? (Pitanje 40)

Prema iskazima velike većine ispitanika, novčano se ne mogu iskazati tri kategorije:

- A. Ozljede i bolesti članova domaćinstva
- B. Ozljede i bolesti kućnih ljubimaca
- C. Iseljavanje člana domaćinstva iz kuće zbog poplava

Novčano se mogu iskazati sve ostale kategorije šteta, koje su prikazane u tablično (Tablica 5.3).

Tablica 5.3 Štetne posljedice poplava koje se mogu iskazati novčano

Kategorija štete	Broj ispitanika (%)
D. Uginule domaće životinje	10 (20,4%)
E. Šteta na materijalnoj imovini	36 (73,4%)
F. Poplavljeni vrt	36 (73,4%)
G. Poljoprivredne površine	26 (53,0%)
H. Voćnjaci	22 (44,8%)

Ova slika je indikativna i važan ulazni podatak za pitanje procjene „prihvatljivog rizika“ u karlovačkoj regiji.

**5.1.5.7 Jeste li primili bilo kakvu pomoć ili odštetu za uništeno u poplavama od državnih institucija? Ako da, je li dobiveni iznos bio dovoljan za sanaciju štete? Da li se naknada odnosila samo na sanaciju imovine i materijalnih dobara? (Pitanje 41 i 42)**

Pomoć je primilo ukupno 10 ispitanika ili 20% od ukupno 49 ispitanika za odštetu za uništeni inventar stambene zgrade. Ukupno 37 kućedomaćina nije dobilo potporu. Dvoje je uskratilo odgovor na ovo pitanje.

Dobiveni iznos nikome, od onih koju su primili odštetu, nije bio dovoljan. Jedan sugovornik je naveo da je potpora bila „jako mala“, dvoje je naveo iznos – 3 000kn i 4 000 kn. Jedna osoba je pak spomenula da je dobila potporu samo za „prvu poplavu“.

**5.1.5.8 Da li se naknada odnosila samo na sanaciju imovine i materijalnih dobara? Ako ne, na što se odnosila? (Pitanje 43 i 44)**

Za ukupno 7 ispitanika naknada štete se odnosila samo za sanaciju materijalnih dobara u kući. Tri sugovornika su pak dobila potporu za „repromaterijal za ishranu stoke“.

**5.1.5.9 Navedite ostale troškove koje ste imali nakon poplavnog događaja (Pitanje 45)**

U okviru pitanja o ostalim troškovima što je ugroženo ili uništeno za vrijeme poplava, prenosimo veći dio odgovora koji ilustrira širok spektar šteta i nevolja s kojima se zbog ponavljanih poplava susreću stanovnici karlovačkog područja. Ispitanici nisu naveli iznos štete već ono što je oštećeno ili uništeno te zahtjeva djelomični popravak ili cjelovitu obnovu, dakle trošak. Evo navoda:

Uništeni kućanski aparati;

- Popucala terasa na prvom katu;
- Vlaga u cijeloj kući;
- Promjena knaufa;
- Oštećenje garaže;
- Podovi, zidovi i vanjska fasada;
- Nužnost kupovine novog namještaja;
- Oštećenje štale;
- Sanacija cijele kuće.

Pored ovih „klasičnih“ problema za koje su vezani troškovi popravaka i obnove sugovornici su naveli i neke specifične i važne koje pokreću nove teme i probleme:

- Poplave umanjuju vrijednost imovine: (!)<sup>63</sup>
- U sušenju kuće koristili smo odvlaživače i račun za struju je bio jako velik; (5 sugovornika je navelo ovaj komentar)
- Šteta u plastenicima za uzgoj cvijeća i u uredu cvjećare;
- Oštećena trgovačka roba u skladištu;
- Kupio sam čamac i četiri pumpe za vodu.

<sup>63</sup> Tko bi kupio kuću koja je plavljena po njenoj vrijednosti samo prema m<sup>2</sup>, sposobnosti i slično!

## 5.1.6 PRIHVATLJIV RIZIK

Za projekt „Društveni aspekti poplava“ tema tzv. „prihvatljivog rizika“ ima posebnu važnost. Konceptualno je jasno da se svi problemi plavljenih područja u Hrvatskoj ne mogu iz ekonomskih i financijskih razloga riješiti isključivo izgradnjom nasipa. Skup je to način. Neki od rizika poplava mogu se s ekspertnog motrišta smatrati „prihvatljivima“. Prije svega oni koji ne udaraju na zdravlje, živote ljudi i sigurnost materijalne imovine već na korištenu ili neupotrebljavanu prirodnu sredinu, tlo.

Sociološki istraživački terenski uvidi posreduju između stavova poplavama ugroženog stanovništva i ekspertnog mišljenja koje zagovara zamisao / koncept „prihvatljivog rizika“ te ga pokušava konkretizirati na poplavne situacije u nas.

Anketirani ljudi u karlovačkom području su set od 8 pitanja, kako pokazuju odgovori, primili su temu „prihvatljivog rizika“ sa stanovitim podozrenjem. Ono što mahom svi čvrsto zagovaraju je zaštita imovine i ljudi izgradnjom nasipa koje će ih u cijelosti zaštititi od novih poplava.

### 5.1.6.1 Definirajte koje su štetne posljedice za Vas i Vaše ukućane prihvatljive, a koje neprihvatljive? (Pitanje 46)

Struktura odgovora (Tablica 5.4) jasno pokazuje da su neke štete većini neprihvatljive, a neke pak nekima u nekoj mjeri - prihvatljive. Pojedinci koji misle drugačije su tek „iznimka koja potvrđuje pravilo“.

Tablica 5.4 Prikaz (ne)prihvatljivih posljedice od poplava iz upitnika <sup>64</sup>

Štetna posljedica	Neprihvatljivo	Prihvatljivo
Ozljede i bolesti članova kućanstva i kućnih ljubimaca	32 (65,3%)	0
Član kućanstva se odselio nakon poplavnog događaja	30 (61,2%)	1 (2,0%)
Uginule domaće životinje (perad, goveda)	32 (65,3%)	2 (4,0%)
Oštećenje materijalne imovine (kuća, stvari, štala, radionica, garaža, ...)	41 (83,6%)	0
Poplavljeni vrt	28 (57,1%)	11 (22,4%)
Poljoprivredne površine	25 (51,0%)	12 (24,4%)
Voćnjaci	25 (51,0%)	12 (24,4%)

Relativno najveća razina prihvatljivosti (oko jedne četvrtine ispitanika) odnosi na štete koje se odnose na vrtove, voćnjake i poljoprivredne površine. Ljudi, njihovi životi, zdravlje, materijalna imovina te životi domaćih životinja većini nisu prihvatljiva šteta, rizik. Sa sociologijskog stanovišta ovakvu strukturu odgovora ocjenjujemo očekivanom, „normalnom“.

<sup>64</sup> U svakoj koloni broj do punog uzorka (N= 49) pripada kategoriji „bez odgovora“.

On se kreće od 8 do 18 ispitanika. Najmanje kod solucije “oštećenje materijalne imovine“ a najviše kod odgovora „član kućanstva se odselio“.

Život, zdravlje vlastito i naših bližnjih, naše domaće životinje i naša kuća /dom su i u kontekstu poplava vršna vrijednost. Štete u ovim krucijalnim aspektima života ne mogu socio-psihološki gledano zamijeniti, nadoknaditi financijske naknade za razoreno, uništeno ili oštećeno u poplavama. Stvari, namještaj, parketi još i mogu ali zdravlje i normalnost življenja bez stresa – ne!

Ljudi žele živjeti mirno, sigurno kao i većina onih građana Hrvatske koji s poplavama nemaju nikakva posla. Uzgred, s njima se poplavljivani u Karlovcu učestalo uspoređuju.

Predlažemo da se u daljnjoj analizi i interpretaciji ovi dobiveni rezultati povežu s odgovorima na pitanje 21. „Nabrojite štetne posljedice poplava u Vašem domaćinstvu“ iz poglavlja „Ranjivost“, te odgovorima na pitanje 40. „Koje se štetne posljedice mogu iskazati novčano, a koje ne mogu?“ iz poglavlja „Vrijednosti.“

### **5.1.6.2 Je li bilo slučajeva da neki od objekata, bilo stambeni, bilo gospodarski poslije poplave više nikada nije bio obnovljen i korišten? Je li Vam to prihvatljivo ako bi za nastalu štetu dobili naknadu? (Pitanje 47)**

#### *Prvi dio*

Struktura odgovora je vrlo jednostavna. Ukupno 39 sugovornika ili 80% je odgovorilo da takvih slučajeva nije bilo. Većina stambenih i pratećih objekata, ako je bila manje ili više oštećena je obnovljena i ljudi su ostali u njoj živjeti. Ljudi u ovim krajevima žive svoju lokaciju, svoj život u ekološki bogatim uvjetima, mahom, pogotovo u Pokuplju - „u dubokoj prirodi“. „*Volim Kupu, volim zeleno!*“ dopisala je jedna ispitanica iz Šišljavića na svome upitniku. Takvi ljudi takav kraj ne napuštaju lako, čak i kad ih nevolje s poplavama često pogađaju.

Odgovor da nije obnovljeno ono što je destruirano poplavom, poplavama te da „više nikada nije bio korišten“ pojavio se je kod 8 ispitanika ili 16,3% sugovornika. O čemu se točno radi nije moguće razaznati. Uzgred, dvoje sugovornika je uskratilo bilo kakav odgovor na ovo pitanje.

Iz odgovora na ovo pitanje moguć je i ovaj zaključak: Nedvojbena je snažna emotivna povezanost s lokalnim ambijentom i odlučnost da se unatoč poplavama i sporom uspostavljanju zaštite i dalje baš ovdje živi. To je posebno naglašeno u Donjem Pokuplju, kraju bogatom prirodom uz rijeku Kupu ali i podalje od nje.

#### *Drugi dio*

Ispitanici su se u odgovoru na drugi dio pitanja, koje sadrži nikakvu specifikaciju (nastalu štetu na čemu? kakvu? koliku?) podijelili „popola“:

- „DA“, prihvatljivo da dobiju naknadu za nastalu štetu odgovorilo je 22 ispitanika ili 44,9%. Jedan od dopisanih komentara je bio „Bolje išta nego ništa!“
- „NE“, nije prihvatljivo da dobiju naknadu za nastalu štetu odgovorilo je 23 ispitanika ili 46,9%.

Kako protumačiti „stavovnu“ pozadinu ovakvih stanovišta i ove distribucije odgovora bez dodatnih specifičnih pitanja? Zašto gotovo polovica anketiranih ne prihvaća naknadu za štetu? Naša pretpostavka je da ovi anketirani odbijaju naknadu jer smatraju da je jedino smisleno da se poplave više nikada ne ponove i da je to moguće ako se izgradi sustav nasipa. Iz tog ugla gledano naknade se možda naprosto ne smatraju rješenjem pa ih kao takve niti ne zanimaju.

Odgovor na ovo pitanje je uskratilo 4 ispitanika. Njima se očigledno samo pitanje nije „leglo“ pa su ga ignorirali.

### **5.1.6.3 Je li za Vas i članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da Vam se kuća/posjed iznova plave ako ćete za nastalu štetu dobiti naknadu? (Pitanje 48)**

Rezultat obrade odgovora na ovo lokalnim ljudima „čudno“ pitanje je pokazao sljedeće: 45 njih ili 91,8% je odgovorilo „NE“. Samo dvoje ili 4,0% je reklo „DA“. Dvoje je pak uskratilo odgovor. Kratki zaključak: Hoćemo obrambene nasipe, nećemo naknade za štete!

### **5.1.6.4 Je li za Vas i članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da Vam poplavi poljoprivredna površina, voćnjaci, vrt ako ćete za nastalu štetu dobiti naknadu? (Pitanje 49)**

Od ukupno 49 anketiranih 44 ili 89,7% je odgovorilo „NE“. Odgovor „DA“ ponudilo je 5 anketiranih ili 10,3%. Dakle, slična situacija kao u prethodnom pitanju.

### **5.1.6.5 Je li za Vas i članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da uslijed poplave postoji mogućnost ozljede i pojave bolesti ako ćete za troškove liječenja dobiti naknadu? (Pitanje 50)**

Ovdje se ponavlja slika iz prethodna dva pitanja / odgovora. Ukupno 47 anketiranih ili 95,9% je odgovorilo „NE“. Jedna osoba je tek odgovorila „DA“! Jedna osoba je uskratila odgovor na ovo pitanje.

### **5.1.6.6 Je li za Vas i članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da Vam uginu domaće životinje (perad, goveda...) ako ćete za nastalu štetu dobiti naknadu? (Pitanje 51)**

I ovdje, dakako, imamo istu „stavovnu“ situaciju. Ukupno 45 ispitanika ili 91,8% iz svih dijelova plavljenih karlovačkih zona je reklo „NE“. Jedna osoba je rekla „DA“, a 4 anketiranih je ovdje uskratilo odgovor.

### **5.1.6.7 Želite li da se u potpunosti spriječi plavljenje Vaše kuće/posjeda ili Vam je prihvatljivo samo da se smanje štetne posljedice i učestalost? (Pitanje 52)**

Rezime cijele situacije sa stavovima anketiranih građana o „prihvatljivom riziku“ na karlovačkom području je sljedeće. Ukupno 48 građana ili 97,5% opredijelilo se za soluciju „A. Želim da se spriječe poplave!“ Jedan ispitanik, očigledno netko koji se može smatrati iznimkom se opredijelio za soluciju „B. „Smanjiti posljedice i učestalost poplava“.

Kako smanjiti posljedice i učestalost poplava bez sustava nasipa u karlovačkoj situaciji s vodama 4 rijeke to ostaje nejasno ali i neprihvatljivo za gotovo sve anketirane građane Belajskih Poljica, Logorišta, Male Švarče i Mostanja, Pokupske doline i Šišljaviča.

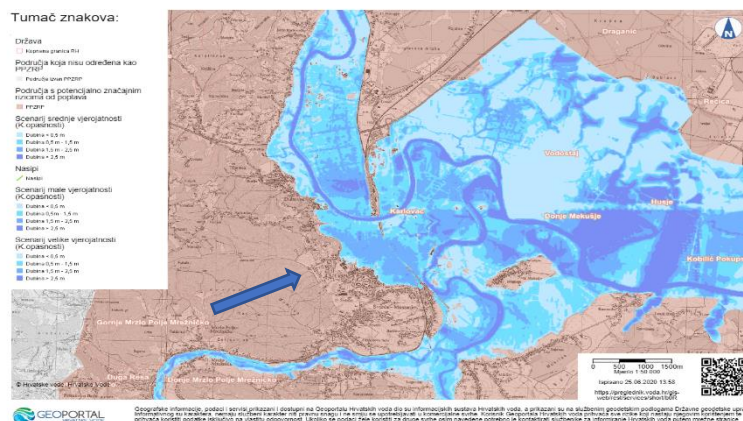
### **5.1.6.8 Koji je Vaš prijedlog – što treba učiniti država da Vaša kuća i zemljište više nikada ne budu poplavljeni? Može li se tu nešto poduzeti u narednim godinama? (Pitanje 53)**

U odgovoru na ovo pitanje dobiveno je cijelo obilje prijedloga. Njihov osnovni smisao je čvrsti stav i duboka vjera da se nešto itekako učinkovito može poduzeti u narednim godinama. Takvo mišljenje osnažuje i činjenica da se u vrijeme anketiranja u zoni Logorišta, Male Švarče i Mostanja upravo gradi nasip! Nasip će zamijeniti tzv. „boks barijere“ koji su zadnjih par godina uvelike i relativno učinkovito, mada provizorno pomogli lokalnim stanovnicima ovih prigradskih kvartova da ne plivaju u vodi. Dakle krunski iskaz glasi, citiramo:

- „Da se izgradi dugovječni nasip“, odnosno
- „Prvenstveno izgraditi nasip i kontrolirati podzemne vode“.

Ovome dodajemo niz iskaza koji variraju ili specifičnim dodacima nadopunjuju ovaj osnovni iskaz.

- Izgraditi nasipe, kolektor i zbrinuti zaobalne vode;
- Napraviti retencije;
- Izgraditi kana Korana – Kupa (od Turnja do Donjeg Mekušja);



- Izgradnja cjelovitog vodovodno-kanalizacijskog sustava;
- Redovito čišćenje i održavanje odvodnih kanala;
- Čišćenje korita Kupe i uređenje obale;
- Kontrolirati podzemne vode (šahtove);
- Podići kotu regionalne ceste Karlovac – Sisak na našem području jer plavi i tako nas prometno izolira;

Za dvije lokacije gdje se poplavama rijeka pridružuju poplave potoka koje u njih utiču dva su prijedloga:

- Belajske poljice: Izrada nasipa na ušću potoka Vuj u Koranu + obavezno zapornica;
- Šišljavić: napraviti nasip uz Kupu i precrpnu stanicu za potok Blatnica i tako spriječiti zaobalne vode.

### 5.1.7 AUTORSKI TEKST UČESTALO POPLAVLJIVANE ISPITANICE - SNJEŽANA M. BUBLIĆ, DONJE MEKUŠJE

Rujan, 2020.

#### POPLAVA

*Kako pisati o nečemu i prisjećati se svega doživljenog i svih osjećaja koje donosi neka životna situacija, koja nije nimalo ugodna, kad istovremeno želiš sve doživljeno što prije zaboraviti, u nadi da se neće ponoviti. Slučajno danas (iako, mislim da u životu nema slučajnosti) godišnjica je one najveće poplave 2014., a i moja godišnjica braka. U mislima mi nisu tada bila svadbena zvona, već zvuk vatrogasne sirene koja je označavala opću opasnost. Zadnji put ona je označila kraj rata, a tada mi se činilo da označava početak neke nove borbe, za koju unaprijed znam da gubimo.*

*Živim u Pokupskoj dolini, lijepom kraju uz rijeku Kupu, s kojom, uz pogled kroz prozor, počinje svaki moj dan. I ne samo moj dan, već svih nas koji tu živimo, a i mnogih generacija prije koje su ovdje stoljećima nastanjene. Njima je ona značila život, donosila vodu, hranu, čistoću, bila im put, ali i radost slobodnog trenutka. Danas se život u mnogome promijenio, ali saznanje o njenoj važnosti i dalje je prisutno. Nekad su očekivanja išla u smjeru onoga što im rijeka može pružiti, a danas su pak očekivanja da rijeka što manje naudi. Bez obzira na to što u ljetnim mjesecima na Kupu uživamo radosti slobodnog trenutka, ostatak godine vezan je uz strepnje hoće li biti poplave.*

*Narod je ovdje naučio živjeti s rijekom. Nekad su mještani, (a i dan danas neki najstariji) barem jednom dnevno dolazili na obalu, samo pogledati vodu. I danas je tako, osobito u kišnim danima. Vremenska prognoza u tim danima glavna je tema razgovora. Ako je previše kišnih dana prati se i prognoza u Sloveniji i Gorskom kotaru, jer svi vodeni tokovi nakraju prolaze kroz naš kraj. Tada se već lagano osjeća strepnja, ali vremena nema previše i svatko, poznavajući situaciju u svojem domaćinstvu, točno zna što je potrebno za skloniti od nadolaska vode. Dižu se stvari na višu razinu, odvoze se vozila na lokacije za koje unaprijed znamo da neće biti u vodi, stavljaju se vreće s pijeskom, sve u svrhu*



smanjenja štete. A znamo da svakim dolaskom vode dolazi i šteta, i nažalost, na to smo navikli i spremni smo na to.

Ipak, spremni smo donekle žrtvovati materijalno, ali ljudski život nikako. Odrasla osoba u punoj snazi u kritičnom trenutku o tome niti ne razmišlja, osim ako u kući nema starijih i bolesnih ili male djece, a takvih je obitelji puno. Tada su vaše misli prepune dvojbi, strahovanja, strepnji i žalosti. Svaka poplava za nas znači izolacija, a u takvoj situaciji usmjeravate se na sebi najbliže. Povezanost u obitelji, susjedstvu, a nakraju i cijelog mjesta jedina je blagodat u tim teškim okolnostima. Naši lokalni vatrogasci prvi se organiziraju, u pomoći su s prijevozom vreća s pijeskom, imaju u pripremi i poseban čamac, pumpe, dežuraju i u kontaktu su sa Stožerom i svim važnim informacijama. Sve to kod stanovništva ulijeva osjećaj sigurnosti jer se zna koga se u kritičnom trenutku može zvati za pomoć. Prometna izoliranost osnovna je karakteristika i prvi element poplave čak i onda kad nema velike materijalne ugroženosti (tu izuzimam poplavljenost usjeva koje se redovito i svjesno žrtvuje i prepušta riziku). To znači da je nama onemogućen normalan fizički kontakt sa svim bitnim institucijama. Većini radnog stanovništva onemogućen je odlazak na posao. Nažalost, mnogi poslodavci nemaju sluha za ovakve probleme, ili ne poznaju problem, ili ne žele, a vi ste potrebni na radnom mjestu. Ljudi naravno ne žele svojim nedolaskom riskirati otkaze ili eventualne loše konzekvence nedolaska, pa uvelike koriste pomoć vatrogasaca koji čamcem vrše prijevoz do grada. Pokušajte zamisliti kako se za čamac sprema osoba koja u gradu radi u nekom uredu. To liči na svakodnevno seljenje s torbama. Neki koriste gostoljubivost svoje rodbine, prijatelja... ali, budimo iskreni, može, dok se ne događa često. Na kraju vam je neugodno. Jedne smo godine bili u osam navrata odsječeni od grada, to je sasvim dovoljan podatak.

Kao majka dvoje djece nerado se prisjećam poplava kad su djeca bila bebe. Svi znamo da zdravlje male djece već u toku jednog dana ili noći može biti životno ugroženo. U okruženju vodom svaki transport čamcem je opasan, a u noći u potpunosti onemogućen. I tu staje dilema, iseljavamo. Srećom da smo bili u mogućnosti koristiti gostoprimstvo mojih roditelja, i bilo je najbezbolnije preseliti se. Ne želim se ni prisjećati kako izgleda pakiranje stvari za malu djecu: robice, pelena, dekice i najdražih igračaka. Djeca misle da idemo na izlet... ali zašto ne ide tata!?! A onda rastanak. Bolno svima. U nadi da će trajati što kraće i bezbolnije. Suprug je profesionalni vatrogasac, on ostaje. Znam da ga neće biti kod kuće. Stalna strepnja. Ono zrno optimizma ostavljam za djecu. Valjda neće biti tako velika voda da poplavi kuću. Podrum žrtvujemo. Pumpe rade. Sve nade polažemo u svekra, vremešnog, ali dobrodržećeg starca, kojem je zadatak stalna briga da ispumpavanje podruma funkcionira. On niti ne pomišlja na odlazak, ni u ratu se nije iselio. Poplava je ionako za njega dio života s kojim je ostario. I tako prihvatimo još jednu izbjegličku avanturu.

Danas su djeca veća. Voda je djeci oduvijek jedan od dražih medija, bez obzira u kojem obliku, veselje je uvijek. Voda je njihova sloboda, njihovo vrijeme. U ljeti vrijeme za kupanje, u poplavi vrijeme bez škole. Druženje u vodi. I to im ne uskraćujemo. Više ne selimo. Ne mislimo da bi iselili i negdje drugdje živjeli. I prihvaćamo da s poplavom moramo i njih naučiti živjeti. Svako dijete mora imati gumene čizme; male, slatke, šarene...simbolično. Vrlo brzo one budu prave, do koljena. I normalno je, da svaki malac mora barem jednom dnevno zagaziti u vodu i namočiti čizme, ali i noge u njima. I normalno je da je kuća puna mokre robe i obuće. S tim se živi i to postaje normalno. Je li i djecu treba navikavati da takvo normalno, pitam se. Možda griješimo, jer možda baš neznanje i nerazumijevanje bude poticaj da jednog dana oni nešto poduzmu.

Jer kad iziđeš iz tog svog svemira, kad te čamac iskrca u gradu, ubrzo shvatiš da ne bi trebalo biti tako. U gumenim čizmama ubrzano koračaš do svog ureda. Susrećeš neobične poglede jer, eto, imaš na sebi neugledne čizme i elegantan sako, s kojeg si netom skinuo kišnu kabanicu za čamac. Netko vrlo blizu tebe živi uredan život, ne znajući za tvoje tegobe. Ne zamjeram, jer ne razumiju. A i ne mogu razumjeti jer ne znaju. **Razumjeti vas mogu samo oni koji su dio tog vašeg malog svijeta, okruženog vodom.** I poželješ se što prije vratiti natrag. I ne smeta ti buka jer pumpe za vodu rade bez prestanka, dječji smijeh je glasnjiji. Ne smeta ako neće biti taj dan svježeg kruha, pečemo palačinke. Ne smeta kad suprug dođe s hrpom mokre po suhu odjeću, dočekan je. I kad dođeš na svoj prag i ugledaš hrpu gumenih čizama svih veličina, šarenih... i mokrih, ne smeta, izuješ svoje i sretan si. U svojem si domu ..čekaš sunce ! A ono uvijek dođe...“

### 5.1.8 ZAKLJUČNE NAPOMENE

Ovdje nećemo tematizirati navedene i ispisane odgovore na anketna pitanja i parcijalno u svakoj od pet poglavlja sumirane nalaze. Sve je jasno iz detaljnog prikaza odgovora anketiranih građana karlovačkog područja. Ljudi, kuće, posjedi i naselja trpe od ponavljanja poplava na karlovačkom području.

Projekt „Društveni aspekti poplava,“ kako mi to iz sociologijskog ugla vidimo, tematski vrlo koristan za koncipiranje razvojnih odabira oko rješavanja problema koje donose poplave u ovoj zemlji bogatoj vodotokovima, rijekama i raznim manjih vodotokovima koji u njih utiču. Dakako, unutar toga, može biti koristan i za razvoj problematike društveno, od ljudi „prihvatljivog rizika“ o čemu se nas van uskih stručnih krugova u nas malo zna.<sup>65</sup>

Stanovnici na našem terenu za taj pojam za takav pojam nisu niti čuli, a kamoli nešto više.

---

<sup>65</sup> Sa zadovoljstvom smo pročitali izvješće jedne radne grupe iz Nizozemske pod naslovom „Some considerations of an acceptable level of risk in the Netherlands“, Technische adviescomissie vorr de waterkeringen“. Autor je izvješća A. de Graaf (jezik – engleski).

## 5.2 Značajne štetne posljedice uslijed drugih prirodnih katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo

### 5.2.1 ZNAČAJNE ŠTETNE POSLJEDICE USLIJED PRIRODNIH KATASTROFA I SLIČNIH DOGAĐAJA

Prirodne katastrofe su iznenadni događaji koji uzrokuju veliko razaranje, štetu i gubitak ljudskih života. Osim poplava, ostale prirodne katastrofe su potresi, erupcije vulkana, suše, uragani, tornada i cikloni, klizišta, ekstremne temperature, grmljavinsko nevrijeme i slično. Gubitak ljudskih života uslijed prirodnih katastrofa je u opadanju. Prosječno u zadnjih deset godina godišnje umre oko 60,000 ljudi. Povijesno, katastrofe s najviše smrtnih slučajeva su poplave i suše, a danas su to potresi. Utjecaj prirodnih katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo je značajan.

Štetne posljedice prirodnih katastrofa i sličnih događaja na stanovništvo, posebno na ranjivu skupinu stanovništva, su smrtnost uslijed različitih uzroka (ovisno o prirodnoj katastrofi), ozljede, hospitalizacija, moždani udari, raseljavanje, kardiopulmonalni poremećaj, psihički problemi povezani sa stresom te pogoršanje kroničnih bolesti (Tablica 5.5). U većini slučajeva analiziraju se kratkoročne posljedice prirodnih katastrofa, a dugoročne posljedice na zdravlje stanovništva se ne uzimaju u obzir (Prohaska and Peters, 2019).

Prema *Procjeni rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku* značajne štetne posljedice na stanovništvo uslijed prirodnih katastrofa i sličnih događaja uglavnom su vezane za kratkotrajne tjelesne posljedice (Tablica 5.6). Osim smrtnih slučajeva, štetne posljedice drugih vrsta katastrofa i sličnih događaja mogu biti ozljede, bolesti, raseljavanje stanovništva te povećanje broja beskućnika. Kada se govori o žrtvama prirodnih katastrofa većim dijelom tu pripada stanovništvo koji su direktno i neposredno pogođeni katastrofom. Koliki je udio stanovništva koji su neizravno pogođeni prirodnim katastrofama kao što je stanovništvo koje je trajno onesposobljeno zbog zadobivenih ozljeda, djece koja su ostala bez roditelja te velikog broja stanovništva koje je prisiljeno napustiti svoje domove, manje je poznato.

Tablica 5.5 Značajne štetne posljedice drugih katastrofa na zdravlje (Prohaska and Peters, 2019)

Grupa posljedice	Tip posljedice	1. Kratkotrajne posljedice	2. Dugotrajne posljedice
A. Neposredne	Tjelesne	Smrtnost uslijed različitih uzroka Ozljede Hospitalizacija Kardiopulmonalni poremećaj	Pogoršavanje kroničnih bolesti
	Psihičke	Psihički problemi povezani sa stresom	
B. Posredne		Moždani udari	Raseljavanje

Tablica 5.6 Značajne štetne posljedice po tipu prirodne katastrofe (Vlada Republike Hrvatske, no date)

Ekstremne temperature	Požari otvorenog tipa
Kardio-vaskularne bolesti	Smrtni ishod
Plućne bolesti	Ozljede
Ozljede	
Duševne bolesti	
Endokrine bolesti	
Epidemije i pandemije	Snijeg i led
Smrtni ishodi	Ozljede uslijed prometnih nesreća
Komplikacije	Padovi
Respiratorne bolesti	
Potres	
Smrtni ishod	
Zatrpano stanovništvo ispod ruševina	
Ozljede	
Raseljeno stanovništvo	
Trenutno zahvaćeni posljedicama (evakuirani, sklonjeni...)	

## 5.2.2 INDIKATORI RANJIVOSTI STANOVNIŠTVA USLIJED DRUGIH PRIRODNIH KATASTROFA I SLIČNIH DOGAĐAJA

U ranjivo stanovništvo u slučaju prirodnih katastrofa spada manje obrazovano stanovništvo, stanovništvo nižeg prehrambenog statusa te stanovništvo s manjim primanjima (Tablica 5.7). Osim što je navedena populacija ranjiva za vrijeme katastrofalnog događaja, također je ranjiva i u razdoblju nakon prirodne katastrofe iz razloga što im je zbog navedenih indikatora otežan oporavak (Guha-Sapir and Hoyois, 2015). Prema (World Bank and Global Facility for Disaster Reduction and Recovery, 2015) u ranjivu skupinu stanovništva pripada starije stanovništvo, stanovništvo s poteškoćama, kućanstvo s velikim brojem članova, kućanstva sa samohranom majkom, kućanstva sa samohranim ocem te stanovništvo koje nema stalni posao ni ne posjeduje zemljište. Od navedenih indikatora ranjivosti prema literaturi (Tablica 5.7) najznačajniji je indikator stanovništva koje nema stalni posao i ne posjeduje zemljište.

U nastavku je dan prikaz indikatora ranjivosti stanovništva uslijed prirodnih katastrofa i sličnih događaja po tipu prirodne katastrofe prema *Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku* (Tablica 5.8).

Tablica 5.7 Indikatori ranjivosti uslijed prirodnih katastrofa i sličnih događaja

<b>C1. Stanovništvo prema spolu i starosti</b>
Starije stanovništvo
Djeca
<b>C2. Stanovništvo prema državljanstvu, narodnosti, vjeri i materinskom jeziku</b>
<b>C3. Kućanstva i obitelji</b>
Broj članova u kućanstvu
Kućanstava sa samohranom majkom ili ocem

<b>C4. Stanovništvo s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti</b>
Invaliditet
Kronični bolesnici
<b>C5. Stanovništvo prema ekonomskim obilježjima</b>
Nepismeno stanovništvo
Stanovništvo koje prima socijalnu pomoć / invalidninu
Stanovništvo s niskim primanjima
Povremeno zaposleno stanovništvo koje ne posjeduje zemljište
Stanovništvo nižeg prehrambenog statusa
<b>C6. Stanovi prema načinu korištenja</b>

Tablica 5.8 Indikatori ranjivosti po tipu prirodne katastrofe (Vlada Republike Hrvatske, no date)

<b>Ekstremne temperature</b>	<b>Požari otvorenog tipa</b>
Mlađe stanovništvo (7-19)	Mlađe stanovništvo
Starije stanovništvo (65+)	Starije stanovništvo
Žene	Žene
Kronični bolesnici	Kronični bolesnici
Osobe koje rade na otvorenom	Turisti u kamp naseljima
<b>Epidemije i pandemije</b>	<b>Snijeg i led</b>
Starije stanovništvo (65+)	Broj stanovnika
Mlađe stanovništvo (1-5)	Udio stanovnika u ukupnom broju za RH
Dojenčad	Gustoća stanovnika
Kronični bolesnici	Broj domaćinstava
Trudnice	
Zdravstveni djelatnici	
Zdrave osobe osnovnoškolske i srednjoškolske dobi	
<b>Potres</b>	
Mlađe stanovništvo	
Starije stanovništvo	
Žene	
Kronični bolesnici	
Turisti	

## 5.3 Identifikacija značajnih štetne posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo

Pregled identificiranih značajnih štetnih posljedice poplava na ljudsko zdravlje i stanovništvo dan je tablično (Tablica 5.10). Značajne štetne posljedice definirane su temeljem pregleda literature (prikazano u poglavlju 4), provedenog terenskog istraživanja (poglavlje 5.1) te analize nekoliko scenarija, kako opisanih u literaturi, tako i događaja u kojima su učestvovali izvoditelji te na osnovu sastanaka s investitorom (Hrvatske vode) i voditeljem vatrogasne postrojbe Karlovačke županije. Najznačajnije posljedice definirane su tako da se obuhvate zdravstveno, socijalno i društveno najznačajniji aspekti, da se obuhvate aspekti koji uzrokuju većinu financijske/ekonomske štete i da se dobije što pouzdanija ukupna slika štetnih posljedica. Definirane štetne posljedice će biti ugrađene u model procjene najznačajnijih štetnih posljedica poplava na način da se sustav vremenom može unapređivati, dorađivati i dopunjavati.

Iako također vrlo bitne štetne posljedice od poplava, kao na primjer direktni i indirektni utjecaji na društvo uslijed šteta na (a) odgojno-obrazovnim institucijama (škole, vrtići), (b) zdravstvenim institucijama (ambulante, bolnice), (c) kulturnim i sportskim objektima (dom kulture, sportske dvorane, muzeji), (d) javnim vodoopskrbnim sustavima, (e) prometnoj infrastrukturi, (f) poljoprivrednom i industrijskom sektoru, kao i angažmana operativnih snaga i civilne zaštite (uglavnom iz kontingenta lokalnog stanovništva), su iz niza razloga izostavljene u ovom početnom formiranju modela. Međutim njihov utjecaj će biti uzet u obzir kao % od odabranih značajnih posljedica. U nastavku unapređenja modela (što nije u sklopu ovog projekta) svakako treba raditi na postepenom integriranju i ovih štetnih posljedica.

### 5.3.1 SMRTNE POSLJEDICE

Smrtni slučajevi mogu se grupirati u ovisnosti o karakteristikama poplave i ranjivosti pojedinca. Većina neposrednih smrtnih slučajeva događa se u brzjoj vodi (bujicama, probojima) i priobalnim poplavama, često zbog utapanja i akutne traume. Najviše razine smrtnosti izazvane su poplavama u blizini proboja nasipa/brana i u područjima duboke i brze vode.

Starije osobe, kojima je potrebna pomoć u evakuaciji i pristup medicinskim uslugama, a koji su nevoljni napustiti svoj dom, imaju veći rizik za neposrednu štetnu posljedicu i smrtni slučaj. Analize nakon uragana Katrina i Rita pokazuju da se trećina svih smrtnih slučajeva dogodila u poplavljenim područjima s prebivalištima koja nisu poplavljena. Te smrtne žrtve nastale su zbog dehidracije/toplotnog udara, srčanog ili moždanog udara ili drugih uzroka povezanih s nedostatkom dobave potrebne zdravstvene skrbi i lijekova.

U zemljama u razvoju, veći rizik od smrtnosti uslijed poplava je kod sljedećih skupina:

- stariji (50% smrtnosti kod starijih od 75 godina)
- invalidi i dugotrajno bolesni
- etničke manjine
- siromašniji
- žene (2 puta veća smrtnost nego muškarci)
- vrlo mladi (mlađi od 11 godina)
- stanovi na poplavnom području
- nestabilne građevine

### 5.3.2 TJELESNE OZLJEDE

Tjelesne ozljede mogu se dogoditi prije, tijekom i nakon poplave, tijekom faze čišćenja i konačno tijekom ponovnog naseljavanja. Najčešće ozljede kod poplave su posjekotine, padovi, udari padajućeg otpada ili predmeta koji se brzo kreću u poplavnoj vodi te ugrizi ili ubodi. Česte su i ozljede zadobivene od motornih vozila tijekom ponovnog naseljavanja područja. U uraganu Hugo (SAD, 1989.) gotovo 90% od preko 2000 pacijenata liječeni u hitnim odjelima hospitalizirani su zbog ozljeda, a među njima mladi do sredovječni muškarci bili su najugroženiji, dijelom i zbog činjenice da su upravo oni najaktivnije sudjelovali u pomoći i čišćenju područja. Vodeći uzrok ozljeda tijekom faze čišćenja su opet posjekotine su (27%), a kod repopulacije padovi (23%).

Raspodjela različitih tipova ozljeda i bolesti (Legome, Robins and Rund, 1995) pokazuje da su najučestalije ozljede uganuća i iščašenja, zatim posjekotine, abrazija ili kontuzija, ubodne rane, ugrizi životinja, opekline te ozljede od strujnog udara. Navedene ozljede čine 85% zadobivenih ozljeda koje su prikupljene aktivnim i pasivnim nadzorom bolničkih hitnih odjela u poplavom pogođenom području u državi Missouri. Bolesti koje se najčešće javljaju vezano uz poplavne događaje su bolesti probavnog sustava, osip i dermatitis, toplinski udar, bolesti dišnih putova, bolovi u prsima, pogoršavanje određenih kroničnih bolesti, dehidracija i iscrpljenost te trovanje ugljičnim monoksidom.

Tablica 5.9 Učestalost ozljeda i bolesti tijekom poplavnog događaja (Legome, Robins and Rund, 1995)

Ozljeda	Učestalost [%]	Bolesti	Učestalost [%]
Uganuća i iščašenja	35.0	Bolesti probavnog sustava	17.1
Posjekotine	24.4	Osip i dermatitis	16.7
Abrazija ili kontuzija	11.0	Toplinski udar	12.7
Ubodne rane	8.5	Bolesti dišnih putova	10.5
Ugrizi životinja	2.4	Bolovi u prsima	5.7
Opekline	1.6	Pogoršanje kroničnih bolesti	5.7
Ozljede od strujnog udara	1.2	Dehidracija i iscrpljenost	3.5
Ostale ozljede	11.0	Trovanje ugljičnim monoksidom	0.9
Nepoznate ozljede	4.9	Nepoznata stanja	27.2

### 5.3.3 TROVANJE

Poplavne vode mogu pokrenuti već postojeće kemikalije iz okoliša. Rizik od trovanja najveći je za stanovništvo u blizini industrijskih pogona ili poljoprivrednim površina pogođenih poplavama. U prošlosti su poplavne vode i zemljište bili zagađeni ugljičnim monoksidom, pesticidima, poljoprivrednim kemikalijama i različitim teškim metalima, a poznato je da izloženost njima uzrokuje rak, kardiovaskularne, gastrointestinalne, bubrežne, jetrene i neurološke bolesti. Nedostatak izvora energije nakon poplava rezultira povećanjem izloženosti ugljičnom monoksidu, benzinu te ulju od lampi. Nepravilna uporaba prijenosnih generatora električne energije uzrok je većine slučajeva trovanja ugljičnim monoksidom na poplavom pogođenim područjima.

### 5.3.4 INFEKCIJE DIŠNIH PUTOVA I KOŽE

Infekcije gornjih dišnih putova su najčešća infektivna bolest koja se javlja nakon poplava. Također su česte infekcije grla, kašalj i općenito slabost. Uši i kožni osip također se često javljaju nakon poplave, kao i upalne dermatoze.

### 5.3.5 LEPTOSPIROZA

Leptospiroza je akutna febrilna bolest dobivena izravnim kontaktom kože i područjem kontaminiranim s mokraćom zaraženih glodavaca. Jedina je bolest koja se prenosi vodom i koja se pokazala potencijal epidemije. Izbijanja leptospiroze nakon poplava uočena su i u ruralnim i u urbanim područjima.

### 5.3.6 OSTALE BOLESTI

Poplave su povezane s povećanim rizikom od vodenih i vektorskih bolesti. Usprkos većem riziku od prijenosa zaraznih bolesti, epidemije se rijetko događaju. Rizik se povećava kada je vodoopskrbni sustav oštećen što dovodi do zagađenja izvora vode i/ili objekata mreže. Specifične bolesti koje se prenose vodom povezane s poplavama uključuju infekcije rana, dermatitis, konjunktivitis i infekcije uha.

### 5.3.7 PREGLED ZNAČAJNIH POSLJEDICA

Za definiranje značajnih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i društvo, posljedice su početno grupirane prema obrascu od Du i sur. (2010) [43]). Posljedice poplava na zdravlje ljudi i društvo grupirane su u kratkotrajne i dugotrajne. Kratkotrajne posljedice nastaju za vrijeme i u relativno kratkom periodu nakon poplave (do mjesec dana). Dugotrajne posljedice traju mjesec i više dana nakon poplavnog događaja. Posljedice se još mogu radi preglednosti grupirati u neposredne (uz kontakt s poplavnom vodom) i posredne (bez kontakta s poplavnom vodom).



Tablica 5.10 Značajne štetne posljedice poplava na ljudsko zdravlje i stanovništvo

Grupa posljedice	Tip posljedice	Kratkotrajne posljedice (š100)	Dugotrajne posljedice (š200)
Neposredne	Tjelesno zdravlje (T)	Utapanje Ozljede - Tjelesne ozljede (krhotine, srušene zgrade, sudari vozila) - Električne ozljede - Opekline i ozljede uslijed eksplozija Infekcije dišnih putova i kože - Infekcije kože i očiju - Infekcije dišnih putova - Oralne infekcije Trovanje - Trovanje zagađenom poplavnom vodom Pothlađenost	Invalidnost Kronične bolesti Komplikacije od tjelesnih ozljeda
	Psihičko zdravlje (P)	Kratkotrajni šok Stres kod neposredno ugroženih	PTSP Tjeskoba Depresija Poremećaj spavanja Psihoze
	Socijalni/društveni aspekti (S)	Smanjenje radne sposobnosti	Stanovanje u nezadovoljavajućim uvjetima (vlaga, plijesan) Smanjena mogućnost realizacije životnih planova (manja vrijednost nekretnine)
Posredne	Tjelesno zdravlje (T)	Srčani udar, moždani udar, toplinski udar, dehidracija Prijenosne bolesti - Prenapućenost - Vektori - Zarazne bolesti	Ozljede za vrijeme repopulacije Pothranjenost djece
	Psihičko zdravlje (P)	Stres kod domaćina koji su osigurali smještaj ugroženih	Suicid Povećana potrošnja duhana, alkohola, lijekova
	Socijalni/društveni aspekti (S)	Nemogućnost poslodavca da zakonski pomogne ugroženim/iseljenim (nisu bolesni no nisu radno sposobni jer moraju sušiti kuću, nositi stvari, brinuti se o djeci, etc.)	Siromaštvo Smanjenje nataliteta Raseljavanje

## 5.4 Značajne posljedice poplava i preporučeni indikatori dostupni u Hrvatskoj

### 5.4.1 ZNAČAJNE POSLJEDICE POPLAVA I NAJČEŠĆI UZROCI

Nakon identifikacije značajnih štetnih posljedica (Tablica 5.10), u narednom koraku dan je okvirni pregled poveznica značajnih posljedica poplava s uzrocima te indikatorima opasnosti i ranjivosti kojima se opisuju štetne posljedice (Tablica 5.11).

Tablica 5.11 Štetne posljedice poplava, pripadajući uzroci i indikatori

Štetna posljedica	Uzrok	Indikatori izloženosti (A)	Indikatori ugroženosti (B)	Indikatori ranjivosti (C)
<b>KRATKOTRAJNE POSLJEDICE</b>				
Utapanje	Proboj nasipa Priobalne poplave Rušenja zgrada i mostova Velika dubina vode Velika brzina vode	Dubina vode Brzina vode Mogućnost naplavina	Stanovi za stalno i privremeno stanovanje Postojanje sustava ranog upozorenja od poplave Konstrukcija objekta	Žene (2 puta veća smrtnost nego muškarci) Stariji od 75 god Mlađi od 10 god Stanovništvo koje ne zna hrvatski jezik Osobe s invaliditetom Kronični bolesnici Nepismeno stanovništvo Osnovnoškolsko obrazovanje
Ozljede (90% svih tjelesnih posljedica) Uganuća i iščašenja Posjekotine Abrazija ili kontuzija Ubodne rane Prijelomi Ugrizi životinja	Padovi tijekom poplava (u šahtove, kanale) i tijekom repopulacije (s ljestava) Udari padajućih predmeta Udari predmeta koji se brzo kreću u vodi Ozljede dobivene sudarima s naplavinama prilikom hodanja ili vožnje kroz vodu	Dubina vode Brzina vode Mogućnost naplavina	Konstrukcija objekta	Muškarci od 18 do 65 god (prije događaja i za vrijeme evakuacije)
Infekcije dišnih putova i kože Infekcije gornjih dišnih putova Uši Kožni osip	Kontakt s (onečišćenom) vodom	Doseg vode		Broj (ugroženog) stanovništva

Štetna posljedica	Uzrok	Indikatori izloženosti (A)	Indikatori ugroženosti (B)	Indikatori ranjivosti (C)
Trovanje	Ugljični monoksid Pesticidi Poljoprivredne kemikalije Teški metali		Udaljenost industrijskih pogona Udaljenost poljoprivrednih površina	Broj (ugroženog) stanovništva
Pothlađenost	Dugotrajni kontakt s vodom	Doseg vode		Broj (ugroženog) stanovništva
Kratkotrajni šok	Kontakt s vodom	Dubina vode Brzina vode		Broj (ugroženog) stanovništva
Stres kod neposredno ugroženih	Kontakt s vodom Nedostupnost zdravstvene skrbi i lijekova	Doseg vode	Poplavljenost prometnica/pristupa	Stariji od 75 god (50% smrtnosti) Kronični bolesnici
Smanjenje radne sposobnosti		Doseg vode		Stanovništvo od 18 do 65 god (radno sposobno stanovništvo)
Srčani udar, moždani udar, toplinski udar, dehidracija	Nedostupnost zdravstvene skrbi i lijekova	Doseg vode	Poplavljenost prometnica/pristupa	Stariji od 75 god (50% smrtnosti) Kronični bolesnici
Prijenosne bolesti	Kontakt s vodom	Doseg vode		Broj (ugroženog) stanovništva
Stres kod domaćina koji su osigurali smještaj ugroženih				Broj (ugroženog) stanovništva
Nemogućnost poslodavca da zakonski pomogne ugroženim/iseljenim (nisu bolesni no nisu radno sposobni jer moraju sušiti kuću, nositi stvari, brinuti se o djeci, etc.)	Kontakt s vodom	Doseg vode		Stanovništvo od 18 do 65 god (radno sposobno stanovništvo)
<b>DUGOTRAJNE POSLJEDICE</b>				
Invalidnost	Vezano za dio neposrednih tjelesnih ozljeda			
Kronične bolesti	Kontakt s vodom	Doseg vode		Stariji od 75 god
Komplikacije od tjelesnih ozljeda	Vezano za dio neposrednih tjelesnih ozljeda			Stanovništvo od 18 do 65 god (radno sposobno stanovništvo)
PTSP				Broj (ugroženog) stanovništva
Tjeskoba				Broj (ugroženog) stanovništva

Štetna posljedica	Uzrok	Indikatori izloženosti (A)	Indikatori ugroženosti (B)	Indikatori ranjivosti (C)
Depresija				Broj (ugroženog) stanovništva
Poremećaj spavanja				Broj (ugroženog) stanovništva
Psihoze				Broj (ugroženog) stanovništva
Stanovanje u nezadovoljavajućim uvjetima (vlaga, plijesan)	Kontakt s vodom	Doseg vode	Konstrukcija objekta	Broj (ugroženog) stanovništva
Smanjene mogućnosti realizacije životnih planova (smanjena vrijednost nekretnine)	Kontakt s vodom	Doseg vode		Broj (ugroženog) stanovništva
Ozljede za vrijeme repopulacije	Padovi tijekom repopulacije (s ljestava) Ozljede dobivene prilikom hodanja po terenu	Mogućnost naplavina	Konstrukcija objekta	Muškarci od 18 do 65 god (prije događaja i za vrijeme evakuacije)
Pothranjenost djece	Vezano za stres i smanjenje radne sposobnosti			Mlađi od 10 god
Suicid	Kontakt s vodom	Doseg vode		Stanovništvo od 18 do 65 god
Povećana potrošnja duhana, alkohola, lijekova	Kontakt s vodom	Doseg vode		Stanovništvo od 18 do 65 god
Siromaštvo	Kontakt s vodom	Doseg vode		Stanovništvo od 18 do 65 god
Smanjenje nataliteta	Kontakt s vodom	Doseg vode		Stanovništvo od 18 do 65 god
Raseljavanje	Kontakt s vodom	Doseg vode		Stanovništvo od 18 do 65 god

## 6 MODEL ZA PROCJENU ZNAČAJNIH POSLJEDICA POPLAVA NA LJUDSKO ZDRAVLJE I DRUŠTVO

## 6.1 Uvod

Nastavno na definiranje najznačajnijih posljedica poplava u prethodnom poglavlju postavljen je model za njihovu procjenu. Model je izrađen kroz četiri koraka. Prvotno je izrađen teorijski (TM) kvantitativne procjene šteta. U drugom koraku formiran je generalni model (GM) u kojem je prikazana primjena teorijskog modela za procjenu pojedinih posljedica poplava preko definiranih indikatora izloženosti, ugroženosti, ranjivosti i otpornosti. U trećem koraku definiran je model procjene posljedica za studije izvodljivosti (DAP1) i model procjene posljedica za planove upravljanja vodnim područjima (DAP2). U trećem koraku izvršit će se procjena parametara kvantitativnih modela na konkretnom području. U zadnjem (četvrtom) koraku izradit će se monetizacija najvažnijih štetnih posljedica koje se mogu novčano iskazati.

Generalni model (GM) koji je razvijen na osnovu literaturnih pregleda, stručnog iskustva i ekspertnog mišljenja predstavlja osnovu za izradu predloženih modela (DAP1 i DAP2) i kao podloga za kasnije daljnje usavršavanje predloženih modela.

Predložene su dvije razine detaljnosti kvantitativnih modela procjene šteta (DAP1 i DAP2) koji se razlikuju s obzirom na dostupnost ulaznih podataka (ulaznih indikatora), a koji se mogu primijeniti kako slijedi:

- Model DAP1 - za potrebe Studija izvodljivosti, na manjim područjima (potreba prikupljanja više podataka o izloženosti)
- Model DAP2 - za Planove upravljanja vodnim područjima i rizicima od poplava, za područje cijele Hrvatske (ograničeni skup podataka)

Posljedice poplava mogu biti kratkotrajne i dugotrajne te mogu biti neposredne i posredne, a najznačajnije posljedice su definirane i prikazane u prethodnom poglavlju (Tablica 5.10). Odnosi između uzroka i posljedica na zdravlje su složeni, uz često neizravan utjecaj poplava na neke dugotrajne posljedice. Složenost odnosa, kao i nedostatna baza podataka o posljedicama poplava (posebice dugotrajnih i posrednih posljedica), vjerojatan je razlog zbog čega se u literaturi ne pronalazi veći broj metoda kvantitativne procjene apsolutnog morbiditeta (oboljenja i smrti) od poplava. No pronalaze se metode procjene apsolutnog mortaliteta (npr. Nizozemska Standardna Metoda [92]).

Jedna od rijetkih metoda koja kvantificira morbiditet uz mortalitet je pristup razvijen u Velikoj Britaniji od strane Department for Environment Food and Rural Affairs (DEFRA) i Environmental Agency (EA), objavljen u priručniku „*Flood Risk to People*“ (FD2321/PR) iz 2006. godine [69]. Budući da DEFRA/EA metoda sadrži glavne elemente procjene posljedica na zdravlje stanovništva (izloženost, ugroženost, ranjivost), generalni model procjene šteta izveden je reformulacijom DEFRA/EA metode.

Generalni model (GM) prilagođen je hrvatskim uvjetima, odnosno zasniva na prostorno distribuiranim podacima o stanovništvu i drugim podacima koji su Naručitelju na raspolaganju za Republiku Hrvatsku (statistički i drugi podaci po naseljima, županijama, općinama, demografski podaci, podaci HZZO-a i slično).

Model će također omogućiti novčanu procjenu najvažnijih posljedica koje se mogu novčano iskazati te klasifikaciju i usporedbu najznačajnijih posljedica koje se ne mogu novčano iskazati.

## 6.2 Metodološki pristup

### 6.2.1 FORMULACIJA MODELA

Kvantitativni model za procjenu štetnih posljedica poplava može se formulirati na sljedeći općeniti način:

$$Y = f(X)$$

gdje su  $Y = (y_1, y_2, \dots, y_m)$  skup zavisnih varijabli (generalno rezultata modela),  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  je skup nezavisnih varijabli (generalno ulaznih podataka), a  $f()$  je funkcijska veza (transformator) koju treba formulirati modelom.

Nastavno uvodi se pojam indikatora. Indikatori su najznačajnije (odabrane) varijable (od svih mogućih varijabli) koje zajednički pouzdano prikazuju (opisuju) ukupni rezultat varijabli, ulaznih ili izlaznih.

Uvođenjem pojma indikatora, procjene šteta od poplava mogu se izraziti kao:

$$P = r(Q)$$

gdje su  $P = (p_1, p_2, \dots, p_j)$  skup izlaznih indikatora (najznačajnijih posljedica),  $Q = (q_1, q_2, \dots, q_i)$  je skup ulaznih indikatora, a  $r()$  je funkcijska veza (transformator) koju treba formulirati modelom.

Generalno, uključivanjem indikatora u model smanjuje se ukupni broj varijabli, nezavisnih i zavisnih.

### 6.2.2 TEORIJSKI MODEL (TM)

**Teorijski model (TM)** definiran je tako da omogućava kvantifikaciju posljedica poplava za proizvoljan broj ulaznih indikatora. Kod procjene broja ozljeda ( $N_{p,j}$ ) za pojedinu posljedice ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ) koristi se proizvoljan broj koeficijenata stanja ( $k_{a,j}, k_{b,j}, k_{c,j}, k_{d,j}$ ), kao i proizvoljan broj indikatora ( $q_1, q_2, \dots, q_i$ ).

#### 6.2.2.1 Broj posljedica

**Broj posljedica ( $N_{p,j}$ )** računa se preko koeficijenta posljedice ( $k_{p,j}$ ) i broja ugroženog stanovništva ( $N$ ):

$$N_{p,j} = k_{p,j} \cdot N \quad (6.1)$$

gdje je  $j$  - indeks pojedine vrste posljedice ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ).

#### 6.2.2.2 Koeficijent posljedice

**Koeficijent posljedice ( $k_{p,j}$ )** računa se za svaku posljedice zasebno ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ), a dobiva se obzirom na četiri koeficijenta stanja: koeficijenta izloženosti ( $k_{a,j}$ ), koeficijenta ugroženosti ( $k_{b,j}$ ), koeficijenta ranjivosti ( $k_{c,j}$ ) i koeficijenta otpornosti ( $k_{d,j}$ ), kao:

$$k_{p,j} = \min\left(\frac{k_{a,j} \cdot k_{b,j} \cdot k_{c,j}}{k_{d,j}}, 1\right) \quad (6.2)$$

gdje je  $j$  - indeks pojedine vrste posljedice ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ).

### 6.2.2.3 Koeficijenti stanja

Prema poželjnim i dostupnim indikatorima poplava, prezentiranim u prethodnim poglavljima, definirane su sljedeće skupine modelskih indikatora:

- indikatori izloženosti ( $qa_i$ ),
- indikatori ugroženosti ( $qb_i$ ),
- indikatori ranjivosti ( $qc_i$ ) i
- indikatori otpornosti ( $qd_i$ ).

**Koeficijent izloženosti ( $k_{a,j}$ )** definira se preko indikatora izloženosti ( $qa_i$ ), a koji predstavljaju hidrauličke uvjete (dubina vode, brzina vode, etc.) na predmetnom području:

$$k_{a,j} = f(qa_1, qa_2, \dots, qa_i) \quad (6.3)$$

**Koeficijent ugroženosti ( $k_{b,j}$ )** definira se preko normaliziranih indikatora ugroženosti ( $qb_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\beta_i$ ):

$$k_{b,j} = \sum_{i=1}^{n_b} \beta_i \cdot qb_i \quad (6.4)$$

**Koeficijent ranjivosti ( $k_{c,j}$ )** definira se preko normaliziranih indikatora ranjivosti ( $qc_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\gamma_i$ ):

$$k_{c,j} = \sum_{i=1}^{n_c} \gamma_i \cdot qc_i \quad (6.5)$$

**Koeficijent otpornosti ( $k_{d,j}$ )** definiran je preko normaliziranih indikatora otpornosti ( $qd_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\delta_i$ ):

$$k_{d,j} = \sum_{i=1}^{n_d} \delta_i \cdot qd_i \quad (6.6)$$

### 6.2.2.4 Značajke teorijskog modela

Mogu se izdvojiti osnovne značajke ovako postavljenog okvira (teorijskog modela) za kvantitativnu procjenu posljedica, kako slijedi:

1. Teorijski model omogućava korištenje različitih funkcijskih veza (koeficijenata posljedica,  $k_{p,j}$ ) za svaki pojedini tip posljedice ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ).
2. Odabir proizvoljnog broja ulaznih indikatora ( $q_1, q_2, \dots, q_i$ ) za svaki tip posljedica poplava ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ), odnosno pojedina posljedica ( $p_j$ ) može se opisati preko jednog ili više ulaznih indikatora ( $q_i$ ).
3. Model je adaptivan, odnosno omogućava promjenu broja i tipa ulaznih indikatora po pojedinoj posljedici poplava u kasnijim fazama nadogradnje modela.

Temeljem postavljenog teorijskog modela razrađen je Generalni model (GM) u kome su definirani svi modelski indikatori po pojedinoj posljedici poplava.



## 6.3 Generalni model (GM) procjene posljedica poplava na stanovništvo

### 6.3.1 PREGLED POSLJEDICA POPLAVA

Nastavno na prikazani teorijski model (TM), unutar **Generalnog modela (GM)** definirani su svi ulazni indikatori ( $qa_i, qb_i, qc_i, qd_i$ ) za procjenu svake pojedine posljedice poplava. U Generalnom modelu (GM) koristi se različiti broj koeficijenata stanja ( $k_{a,j}, k_{b,j}, k_{c,j}, k_{d,j}$ ) i različiti broj ulaznih indikatora za svaku pojedinu posljedicu ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ). Tablica 6.1 daje pregled posljedica poplava i definiranih ulaznih indikatora za procjenu pojedine posljedice.

Posljedice su grupirane u kratkotrajne i dugotrajne s prikazom vrsta posljedica (tjelesno zdravlje, psihičko zdravlje, socijalni/društveni aspekti). Svaka posljedica ima pripadnu slovnu oznaku vrste posljedice: ozljeda (oz), bolest (bo), psihičko zdravlje (pz), socijalni/društveni aspekti (sd), dugoročne posljedice (du).

Pojedina posljedica poplava ( $p_1, p_2, \dots, p_j$ ) ima različiti broj ulaznih indikatora ( $qa_i, qb_i, qc_i, qd_i$ ). Najveći broj ulaznih indikatora je kod procjene morbiditeta i mortaliteta. Kod pojedinih posljedica, broj posljedica ( $N_{p,j}$ ) je definiran temeljem broja neke druge posljedice, pa se tako procjenjuje da je ukupan broj bolesti ( $N_{bo}$ ) jednak apsolutnom morbiditetu ( $N_i$ ).

U predloženom Generalnom modelu (GM) po prvi puta se kvantificiraju psihičke posljedice ( $N_{pz}$ ) i posljedice socijalno/društvenih aspekata ( $N_{sd}$ ).

Tablica 6.1. Pregled najznačajnijih posljedica i pripadnih indikatora

Posljedica poplava	Koeficijenti posljedica	Indikatori izloženosti (qa)	Indikatori ugroženosti (qb)	Indikatori ranjivosti (qc)	Indikatori otpornosti (qd)
<b>KRATKOTRAJNE POSLJEDICE</b>					
<b>Tjelesno zdravlje (TZ)</b>					
N <sub>i</sub> . Apsolutni morbiditet, ukupni broj oboljenja	koeficijent morbiditeta (k <sub>i</sub> )	qa <sub>1</sub> , qa <sub>2</sub> , qa <sub>3</sub> (qa <sub>4</sub> dodatno za DAP1)	qb <sub>1</sub> , qb <sub>2</sub> (qb <sub>3</sub> , qb <sub>4</sub> , qb <sub>5</sub> , qb <sub>6</sub> dodatno za DAP1)	qc <sub>1</sub> , qc <sub>2</sub> , qc <sub>3</sub> , qc <sub>5</sub> , qc <sub>6</sub> , qc <sub>7</sub> , qc <sub>8</sub> , qc <sub>9</sub> , qc <sub>10</sub>	qd <sub>1</sub> , qd <sub>2</sub> , qd <sub>4</sub> , qd <sub>13</sub> , qd <sub>14</sub> (qd <sub>3</sub> dodatno za DAP1)
N <sub>s</sub> . Apsolutni mortalitet, broj smrtnih posljedica	koeficijent mortaliteta (k <sub>s</sub> )	qa <sub>1</sub> , qa <sub>2</sub> , qa <sub>3</sub> (qa <sub>4</sub> dodatno za DAP1)			
Broj ozljeda (N <sub>oz</sub> =N <sub>i</sub> )					
N <sub>oz1</sub> . Broj uganuća i iščašenja	koeficijent ozljede (k <sub>oz1</sub> )				
N <sub>oz2</sub> . Broj posjekotina	koeficijent ozljede (k <sub>oz2</sub> )				
N <sub>oz3</sub> . Broj abrazija ili kontuzija	koeficijent ozljede (k <sub>oz3</sub> )				
N <sub>oz4</sub> . Broj ubodnih rana	koeficijent ozljede (k <sub>oz4</sub> )				
N <sub>oz5</sub> . Broj ugriza životinja	koeficijent ozljede (k <sub>oz5</sub> )				
N <sub>oz6</sub> . Broj opekline	koeficijent ozljede (k <sub>oz6</sub> )				

Posljedica poplava	Koeficijenti posljedica	Indikatori izloženosti (qa)	Indikatori ugroženosti (qb)	Indikatori ranjivosti (qc)	Indikatori otpornosti (qd)
N_oz7. Broj ozljeda od strujnog udara	koeficijent ozljede (k_oz7)				
Broj bolesti (N_bo=N_i)					
N_bo1. Broj bolesti probavnog sustava	koeficijent bolesti (k_bo1)				
N_bo2. Broj osipa i dermatitisa	koeficijent bolesti (k_bo2)				
N_bo3. Broj toplinskih, srčanih, moždanih udara	koeficijent bolesti (k_bo3)				
N_bo4. Broj bolesti dišnih putova	koeficijent bolesti (k_bo4)				
N_bo5. Broj bolova u prsima	koeficijent bolesti (k_bo5)				
N_bo6. Broj pogoršanja kroničnih bolesti	koeficijent bolesti (k_bo6)				
N_bo7. Broj dehidracija i iscrpljenost	koeficijent bolesti (k_bo7)				
N_bo8. Broj trovanja ugljičnim monoksidom	koeficijent bolesti (k_bo8)				
<b>Psihičko zdravlje (PZ)</b>					
N_pz1. Broj kratkotrajnih šokova	koeficijent psiha (k_pz1)	qa_1			
N_pz2. Broj stresnih stanja kod neposredno ugroženih	koeficijent psiha (k_pz2)	qa_1			
N_pz3. Broj stresnih stanja kod posredno ugroženih	koeficijent psiha (k_pz3=2*k_pz2)	qa_1			
<b>Socijalni/društveni aspekti (SD)</b>					
N_sd1. Broj smanjenja radne sposobnosti	koeficijent soc. (k_sd1)	qa_1		qc_4	
N_sd2. Broj nemogućnosti poslodavca da zakonski pomogne ugroženim/iseljenim	koeficijent soc. (k_sd2=k_sd1)	qa_1		qc_4	
<b>DUGOTRAJNE POSLJEDICE</b>					
<b>Tjelesno zdravlje (TZ)</b>					
N_du1. Broj invaliditeta	koeficijent dugoročni (k_du1=25%*k_oz1)				
N_du2. Broj kroničnih bolesti	koeficijent dugoročni (k_du2=25%*k_oz1)				
N_du3. Broj komplikacija od tjelesnih ozljeda	koeficijent dugoročni (k_du3=25%*k_oz1)				
N_du4. Broj ozljeda za vrijeme repopulacije	koeficijent dugoročni (k_du4=25%*k_i)			qc_4	
<b>Psihičko zdravlje (PZ)</b>					
N_du5. Broj dugotrajnih psihičkih posljedica (PTSP, tjeskoba, depresija, poremećaj spavanja, psihoze)	koeficijent dugoročni (k_du5=10%*k_i)				
N_du6. Broj suicida	koeficijent dugoročni (k_du6=5%*k_i)				
<b>Socijalni/društveni aspekti (SD)</b>					

Posljedica poplava	Koeficijenti posljedica	Indikatori izloženosti (qa)	Indikatori ugroženosti (qb)	Indikatori ranjivosti (qc)	Indikatori otpornosti (qd)
N <sub>du7</sub> . Broj osiromašenih	koeficijent dugoročni (k <sub>du7</sub> =75*k <sub>sd1</sub> )				
N <sub>du8</sub> . Broj raseljenih	koeficijent dugoročni (k <sub>du8</sub> =20%*k <sub>i</sub> )				

### 6.3.2 PREGLED ULAZNIH INDIKATORA

Unutar generalnog modela (GM) definirani su *ulazni indikatori* za izloženost ( $qa_i$ ), ugroženost ( $qb_i$ ), ranjivost ( $qc_i$ ) i otpornost ( $qd_i$ ), vidi Tablica 6.2. Navodi se i stanje njihove dostupnosti i najniža razina detaljnosti u Hrvatskoj. Dostupne najniže razine detaljnosti podatka definirane su kako slijedi:

- makro - podatak dostupan na razini županija
- mezo - podatak dostupan na razini općine/grada
- mikro - podatak dostupan za pojedinačni objekt

Napominje se da *granice normaliziranih vrijednosti* indikatora treba provjeriti (kalibrirati) na konkretnom pilot području i poplavnom događaju.

Tablica 6.2 Preporučeni indikatori izloženosti, ugroženosti, ranjivosti i otpornosti za model procjene značajnih štetnih posljedica dostupni u Hrvatskoj

Kategorija	Indikator	(*) Raspon (normaliziranih) vrijednosti	Dostupna razina	Dostupan izvor
<b>Izloženost (A)</b>				
	qa_1. Dubina vode	>=0	mikro	KORP (Hrvatske vode)
	qa_2. Brzina vode	>=0	mikro	Studijska dokumentacija (Hrvatske vode)
	qa_3. Mogućnost naplavina	Min = 0 Max = 1	mezo	CLC, GIS analiza, izračun prema tablici (Tablica 6.6)
	qa_4. Koeficijent brzine vode	Min = 0 Max = 2	nedostupno	GIS analiza, izračun prema tablici (Tablica 6.7) samo DAP1
<b>Ugroženost (B)</b>				
Tipovi objekta na području	qb_1. % prizemnica u ukupnom broju stambenih objekata	omjer b1/RH	makro	Statistički izvještaji C6. Stanovi prema načnu korištenja, tablica 12.
	qb_2. % stanova za povremeno stanovanje u ukupnom broju stanova	omjer b2/RH	mezo	Statistički izvještaji C6. Stanovi prema načnu korištenja, tablica 18.
Zagađenje područja	qb_3. % poplavljenih industrijskih pogona spram ukupno poplavljene površine	omjer b3/25%	mezo	CLC, GIS analiza (mezo)
	qb_4. % poplavljenih poljoprivrednih površina spram ukupno poplavljene površine	omjer b4/25%	mezo	CLC, GIS analiza (mezo)
Karakteristike vodnog vala	qb_5. Trajanje poplavnog događaja na području	1 = 0,5 3 = 1,5	nedostupno	izračun prema tablici, samo DAP1 - uskoro dostupno VEPAR (Hrvatske vode, mezo)
	qb_6. Brzina izdizanja vodnog vala na području	1 = 1,333 2 = 0,667	nedostupno	izračun prema tablici, samo DAP1 - uskoro dostupno VEPAR (Hrvatske vode, mezo)
<b>Ranjivost (C)</b>				
Stanovništvo s teškoćama	qc_1. % stanovništva s teškoćama u ukupnom broju stanovništva	omjer c1/RH	mezo	Statistički izvještaji

				C4. Stanovništvo s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti
Starost i spol	qc_2. % djece mlađih od 10 god u ukupnom broju stanovništva	omjer c2/RH	mezo	Statistički izvještaji C1. Stanovništvo prema spolu i starosti
	qc_3. % starijih od 75 god u ukupnom broju stanovništva	omjer c3/RH		
	qc_4. % stanovništva od 20 do 65 god (radno sposobno) u ukupnom broju stanovništva	omjer c4/RH		
	qc_5. % žena u ukupnom broju stanovništva	omjer c5/RH		
Ranjiva kućanstva	qc_6. % samačkih kućanstva u ukupnom broju kućanstava	omjer c6/RH	makro	Statistički izvještaji C3. Kućanstva i obitelji
	qc_7. % kućanstava s 5 i više članova u ukupnom broju kućanstava	omjer c7/RH	mezo	
	qc_8. % samohranih roditelja u ukupnom broju stanovništva	omjer c8/RH	makro	
Obrazovanje	qc_9. % nepismenog stanovništva u ukupnom broju stanovništva	omjer c9/RH	mezo	Statistički izvještaji C5. Stanovništvo prema ekonomskim obilježjima
<b>Otpornost (D)</b>				
Komunikacija	qd_1. % kućanstva koja se koriste internetom u ukupnom broju kućanstava	omjer d1/RH	mezo	Statistički izvještaji C3. Kućanstva i obitelji
Pripremljenost zajednice (kvalitativno)	qd_2. Postojanje poplava u prošlosti na području (Da/Ne)	Ne = 0,80 Da = 1,20	mikro	Hrvatske vode
	qd_3. Postojanje sustava ranog upozorenja od poplave (Da/Ne)	Ne = 0,80 Da = 1,20	mezo	DHMZ i Hrvatske vode
	qd_4. Postojanje tečajeva ili brošura o svjesnosti obrane od poplava (Da/Ne)	Ne = 0,80 Da = 1,20	nedostupno	Civilna zaštita, Hrvatske vode
	qd_5. Postojanje plana evakuacije (Da/Ne)	Ne = 0,80 Da = 1,20	nedostupno	Civilna zaštita, Hrvatske vode
	qd_6. Postojanje evakuacijskih vježbi (Da/Ne)	Ne = 0,80 Da = 1,20	nedostupno	Civilna zaštita, Hrvatske vode
Otpornost na zagađenje	qd_7. % kućanstva s priključkom na vodu u ukupnom broju kućanstava	0% = 0 100% = 1	mezo	Statistički izvještaji C6. Stanovi prema načinu korištenja
	qd_8. % kućanstva s priključkom na kanalizaciju u ukupnom broju kućanstava	0% = 0 100% = 1		
Prohodnost	qd_9. % prometnica koje nisu ugrožene poplavom	0% = 1 100% = 0	nedostupno	GIS analiza (mikro), samo DAP1
Krizne službe	qd_10. Broj vatrogasaca na 1000 stanovnika	Min = 0 Max = 1	nedostupno	
	qd_11. Broj policajaca na 1000 stanovnika	Min = 0 Max = 1	nedostupno	
	qd_12. Broj zdravstvenih djelatnika na 1000 stanovnika	Min = 0 Max = 1	nedostupno	
Opremljenost zajednice	qd_13. Broj kreveta u zdravstvenim ustanovama na 1000 stanovnika	Min = 0 Max = 1	nedostupno	
	qd_14. % površina prihvatnih centara spram ukupnih stambenih površina	Min = 0 Max = 1	nedostupno	GIS analiza (mikro)
	qd_15. % nepoplavljenih škola spram ukupnog broja škola	Min = 0 Max = 1	nedostupno	GIS analiza (mikro)
	qd_16. % nepoplavljenih zdravstvenih ustanova spram ukupnog broja zdravstvenih ustanova	Min = 0 Max = 1	nedostupno	GIS analiza (mikro)
	qd_17. % nepoplavljenih policijskih postaja spram ukupnog broja policijskih postaja	Min = 0 Max = 1	nedostupno	GIS analiza (mikro)

(\* Napomena: granice normaliziranih vrijednosti treba provjeriti na konkretnom pilot području.

### 6.3.3 PROCJENA BROJA POSLJEDICA POPLAVA

Tablica 6.1 daje pregled posljedica poplava i pripadnih ulaznih indikatora za procjenu pojedine posljedice. Ukupni broj oboljenja (apsolutni morbiditet,  $N_i$ ) i broj smrtnih posljedica (apsolutni mortalitet,  $N_s$ ) su osnova za definiranje ostalih posljedica poplava.

#### 6.3.3.1 *Kratkotrajne posljedice*

##### Tjelesno zdravlje (TZ)

Posljedica „ $N_i$ . Ukupni broj oboljenja“ je zapravo apsolutni morbiditet.

Posljedica „ $N_s$ . Broj smrtnih posljedica“ je zapravo apsolutni mortalitet.

Posljedica „ $N_{oz}$ . Broj ozljeda“ i „ $N_{bo}$ . Broj bolesti“ određuju se prema tipu ozljede i bolesti obzirom na ukupni broj oboljenja (apsolutni morbiditet,  $N_i$ ).

Procjena broja određenog tipa ozljede dobiva se korištenjem koeficijenta ozljede ( $k_{oz,j}$ ) prema izrazu:

$$N_{oz,j} = k_{oz,j} \cdot N_i \quad (6.7)$$

Procjena broja određenog tipa bolesti dobiva se korištenjem koeficijenta bolesti ( $k_{bo,j}$ ) prema izrazu:

$$N_{bo,j} = k_{bo,j} \cdot N_i \quad (6.8)$$

Koeficijenti ozljeda ( $k_{oz,j}$ ) i bolesti ( $k_{bo,j}$ ) dani su kao distribucija tipova ozljeda i bolesti u ukupnim tjelesnim ozljedama (vidi Tablica 6.3).

Tablica 6.3 Distribucija broja ozljeda i bolesti tijekom poplavnog događaja

Broj ozljeda	Oznaka koeficijenta	Udio ozljede [%]	Broj bolesti	Oznaka koeficijenta	Udio bolesti [%]
$N_{oz1}$ . Broj uganuća i iščašenja	$k_{oz1}$	40	$N_{bo1}$ . Broj bolesti probavnog sustava	$k_{bo1}$	24
$N_{oz2}$ . Broj posjekotina	$k_{oz2}$	30	$N_{bo2}$ . Broj osipa i dermatitisa	$k_{bo2}$	23
$N_{oz3}$ . Broj abrazija ili kontuzija	$k_{oz3}$	13	$N_{bo3}$ . Broj toplinskih, srčanih, moždanih udara	$k_{bo3}$	17
$N_{oz4}$ . Broj ubodnih rana	$k_{oz4}$	10	$N_{bo4}$ . Broj bolesti dišnih putova	$k_{bo4}$	14
$N_{oz5}$ . Broj ugriza životinja	$k_{oz5}$	3	$N_{bo5}$ . Broj bolova u prsima	$k_{bo5}$	8
$N_{oz6}$ . Broj opekline	$k_{oz6}$	2	$N_{bo6}$ . Broj pogoršanja kroničnih bolesti	$k_{bo6}$	7
$N_{oz7}$ . Broj ozljeda od strujnog udara	$k_{oz7}$	1	$N_{bo7}$ . Broj dehidracija i iscrpljenost	$k_{bo7}$	5
			$N_{bo8}$ . Broj trovanja ugljičnim monoksidom	$k_{bo8}$	1

### Psihičko zdravlje (PZ)

Posljedica „ $N_{pz1}$ . Broj kratkotrajnih šokova“ jednak je broju ugroženih stanovnika:

$$N_{pz1} = N \quad (6.9)$$

Posljedica „ $N_{pz2}$ . Broj stresnih stanja kod neposredno ugroženih“ jednak je broju ugroženih stanovnika:

$$N_{pz2} = N \quad (6.10)$$

Posljedica „ $N_{pz3}$ . Broj stresnih stanja kod posredno ugroženih“ jednak je dvostrukom broju ugroženih stanovnika:

$$N_{pz3} = 2N \quad (6.11)$$

### Socijalni/društveni aspekti (SD)

Posljedica „ $N_{sd1}$ . Broj smanjenja radne sposobnosti“ jednak je broju radno sposobnog stanovništva (od 20 do 65 godina):

$$N_{sd1} = qc_4 \cdot N \quad (6.12)$$

gdje je  $qc_4$  - udio radno sposobnog stanovništva na području.

Posljedica „Broj nemogućnosti poslodavca da zakonski pomogne ugroženim/iseljenim“ jednak je broju ugroženog radno sposobnog stanovništva (od 20 do 65 godina):

$$N_{sd2} = qc_4 \cdot N \quad (6.13)$$

gdje je  $qc_4$  - udio radno sposobnog stanovništva na području.

#### **6.3.3.2 Dugotrajne posljedice**

### Tjelesno zdravlje (TZ)

Posljedica „ $N_{du1}$ . Broj invaliditeta“ definira se kao dio (10%) od broja kratkotrajnih tjelesnih ozljeda:

$$N_{du1} = 10\% \cdot N_{oz} \quad (6.14)$$

Posljedica „ $N_{du2}$ . Broj kroničnih bolesti“ definira se kao dio (15%) od broja kratkotrajnih tjelesnih bolesti:

$$N_{du2} = 15\% \cdot N_{bo} \quad (6.15)$$

Posljedica „ $N_{du3}$ . Broj komplikacija od tjelesnih ozljeda“ definira se kao dio (20%) od broja kratkotrajnih tjelesnih ozljeda:

$$N_{du3} = 20\% \cdot N_{oz} \quad (6.16)$$

Posljedica „ $N_{du4}$ . Broj ozljeda za vrijeme repopulacije“ definira se kao dio (25%) od broja kratkotrajnih tjelesnih ozljeda:

$$N_{du4} = 25\% \cdot N_{oz} \quad (6.17)$$

Psihičko zdravlje (PZ)

Posljedica „ $N_{du5}$ . Broj dugotrajnih psihičkih posljedica (PTSP, tjeskoba, depresija, poremećaj spavanja, psihoze)“ definira se kao dio (10%) ugroženih stanovnika:

$$N_{du5} = 10\% \cdot N \quad (6.18)$$

Posljedica „ $N_{du6}$ . Broj suicida“ definira se kao dio (5%) ugroženih stanovnika:

$$N_{du6} = 5\% \cdot N \quad (6.19)$$

Socijalni/društveni aspekti (SD)

Posljedica „ $N_{du7}$ . Broj osiromašenih“ definira se kao dio (75%) ugroženog radno sposobnog stanovništva:

$$N_{du7} = 75\% \cdot qc_4 \cdot N \quad (6.20)$$

gdje je  $qc_4$  - udio radno sposobnog stanovništva na području.

Posljedica „ $N_{du8}$ . Broj raseljenih“ definira se kao dio (10%) ugroženog stanovništva:

$$N_{du8} = 10\% \cdot N \quad (6.21)$$

## 6.3.4 PROCJENA MORBITETETA I MORTALITETA

### 6.3.4.1 Morbiditet i mortalitet

**Apsolutni morbiditet ( $N_i$ ) i apsolutni mortalitet ( $N_s$ )** računaju se sukladno izrazima (6.23, 6.24).

Apsolutni morbiditet (broj ozljeda i smrtnih slučajeva):

$$N_i = k_i \cdot N \quad (6.22)$$

Apsolutni mortalitet (broj smrtnih slučajeva):

$$N_s = k_s \cdot N \quad (6.23)$$

*Koeficijent morbiditeta ( $k_i$ )* dobiva se kao umnožak pojedinačnih koeficijenata stanja:

$$k_i = \min \left( \frac{k_{ai} \cdot k_b \cdot k_c}{k_d}, 1 \right) \quad (6.24)$$

*Koeficijent mortaliteta ( $k_s$ )* računa se iz koeficijenta morbiditeta:

$$k_s = k_{as} \cdot k_i \quad (6.25)$$

gdje je  $k_{as}$  koeficijent izloženosti na mortalitet.

### 6.3.4.2 Koeficijent izloženosti

**Koeficijent izloženosti** računa se iz generalnog oblika faktora opasnosti od poplave zasebno na morbiditet ( $k_{ai}$ ) i mortalitet ( $k_{as}$ ), a prema izrazima:

- koeficijent izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ )
 
$$k_{ai} = \min \left\{ \frac{0,045 \cdot [qa_1 \cdot (qa_2 \cdot qa_4 + 0,5) + qa_3]}{1} \right\} \quad (6.26)$$

- koeficijent izloženosti za mortalitet ( $k_{as}$ )
 
$$k_{as} = \min \left\{ \frac{0,020 \cdot [qa_1 \cdot (qa_2 \cdot qa_4 + 0,5) + qa_3]}{1} \right\} \quad (6.27)$$

gdje su  $qa_1$  - reprezentativna dubina vode [m],  $qa_2$  reprezentativna brzina vode [m/s],  $qa_3$  - indikator mogućnosti naplavina i  $qa_4$  - koeficijent brzine vode.

Reprezentativne dubine i brzine vode ( $qa_1, qa_2$ ) računaju se iz klasa dubina i brzina vode na području (vidi primjer Tablica 6.4). Prostorni rasporedi klasa dubina i brzina vode dostupni su za tri scenarija velikih voda (male, srednje, velike vjerojatnosti pojave) iz karata opasnosti od poplava (KORP) i studijske dokumentacije u bazi Hrvatskih voda.

*Napomena: za model DAP2 koeficijent brzine vode ( $qa_4$ ) se ne određuje i uzima se vrijednost  $qa_4 = 1$ , a na području se pretpostavlja brzina vode od  $v=0,70$  m/s za sve hidrološke scenarije velikih voda.*



Primjer računskih koeficijenata izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ ) i mortalitet ( $k_{as}$ ) za različite klase dubina i brzina vode i mogućnosti naplavina prikazan je tablično (Tablica 6.4, Tablica 6.5), a za koeficijent brzine vode od  $qa_4 = 1$ . Budući da se u Hrvatskoj na kartama opasnosti od poplava koriste 4 klase dubina (<0,5 m; 0,5-1,5 m; 1,5-2,5 m; >2,5 m) i 3 klase brzina (<0,5 m; 0,5-2,0 m/s; >2,0 m/s), koeficijenti izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ ) i mortalitet ( $k_{as}$ ) računaju se za reprezentativne dubine vode ( $qa_1$ ) i reprezentativne brzine vode ( $qa_2$ ) za pojedinu klasu. Uočava se da je za reprezentativne dubine i brzine vode, vrijednost koeficijenta izloženosti za morbiditet do najviše 0,52, a za mortalitet do najviše 0,23, premda su za oba koeficijenta teoretski moguće vrijednosti do 1,0 (za veće brzine i dubine).

Tablica 6.4. Računski koeficijenti izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ )

$$k_{ai} = 0,045 * [ qa_1 * ( qa_2 * qa_4 + 0,5 ) + qa_3 ]$$

		Dubina vode (h_m)	<0,5 m	0,5-1,5 m	1,5-2,5 m	>2,5 m
Mogućnost naplavina (qa_3)	Brzina vode (v_m_s)	Reprezent. dubina (qa_1) / Reprezent. brzina vode (qa_2)	0,25 m	1,00 m	2,00 m	3,00 m
0	<0,5 m/s	0,25 m/s	0,01	0,03	0,07	0,10
0	0,5-2,0 m/s	1,25 m/s	0,02	0,08	0,16	0,24
0	>2,0 m/s	3,00 m/s	0,04	0,16	0,32	0,47
0,5	<0,5 m/s	0,25 m/s	0,03	0,06	0,09	0,12
0,5	0,5-2,0 m/s	1,25 m/s	0,04	0,10	0,18	0,26
0,5	>2,0 m/s	3,00 m/s	0,06	0,18	0,34	0,50
1,0	<0,5 m/s	0,25 m/s	0,05	0,08	0,11	0,15
1,0	0,5-2,0 m/s	1,25 m/s	0,06	0,12	0,20	0,28
1,0	>2,0 m/s	3,00 m/s	0,08	0,20	0,36	0,52

Tablica 6.5. Računski koeficijenti izloženosti za mortalitet ( $k_{as}$ )

$$k_{as} = 0,020 * [ qa_1 * ( qa_2 * qa_4 + 0,5 ) + qa_3 ]$$

		Dubina vode (h_m)	<0,5 m	0,5-1,5 m	1,5-2,5 m	>2,5 m
Mogućnost naplavina (qa_3)	Brzina vode (v_m_s)	Reprezent. dubina (qa_1) / Reprezent. brzina vode (qa_2)	0,25 m	1,00 m	2,00 m	3,00 m
0	<0,5 m/s	0,25 m/s	0,00	0,02	0,03	0,05
0	0,5-2,0 m/s	1,25 m/s	0,01	0,04	0,07	0,11
0	>2,0 m/s	3,00 m/s	0,02	0,07	0,14	0,21
0,5	<0,5 m/s	0,25 m/s	0,01	0,03	0,04	0,06
0,5	0,5-2,0 m/s	1,25 m/s	0,02	0,05	0,08	0,12
0,5	>2,0 m/s	3,00 m/s	0,03	0,08	0,15	0,22
1,0	<0,5 m/s	0,25 m/s	0,02	0,04	0,05	0,07
1,0	0,5-2,0 m/s	1,25 m/s	0,03	0,06	0,09	0,13
1,0	>2,0 m/s	3,00 m/s	0,04	0,09	0,16	0,23

Mogućnost naplavina ( $qa_3$ ) računa se prema tablici (Tablica 6.6), a uključuje prevladavajući tip površine i hidrauličke uvjete (dubinu i brzinu vode).

Tablica 6.6. Određivanje mogućnosti naplavina ( $qa_3$ ) s obzirom na prevladavajući tip površine i hidrauličke uvjete na području

Klasa naplavine (naplavine_klasa)	Dubina vode (h_m) i brzina vode (v_m_s)	Klasa dubine (h_klasa)	Klasa brzine (v_klasa)	qa_3		
				Poljoprivredna područja (pokrov_klasa_1)	Šume i poluprir. područja (pokrov_klasa_2)	Umjetne površine (pokrov_klasa_3)
1	h=0-0,50 m	1	1,2	0	0	0
2	h=0,50-1,50 m i v<0,50 m/s	2	1	0	0	0,5
3	h=0,50-1,50 m i v<2,0 m/s	2	2	0	0,5	1,0
4	h>1,50 m i/ili v>2,0 m/s	3,4	3	0,5	1,0	1,0

Koeficijent brzine vode ( $qa_4$ ) računa se za model DAP1 u slučaju kada su brzine vode na području dobivene temeljem jednostavnijeg pristupa. To su slučajevi kada se za proračun brzina koriste 1d hidraulički modeli ili kada brzina vode iza nasipa (u slučaju obrambenih nasipa/zidova na području) nije dobivena modeliranjem pucanja i/ili preplavlivanja nasipa. Na taj način se koeficijentom brzine vode donekle poboljšava jednostavniji pristup.

Koeficijent brzine vode ( $qa_4$ ) dobiva se na način da se predmetno područje podijeli na 4 zone (A, B, C, D) s obzirom na najkraću udaljenost od referentne linije (vidi Tablica 6.7.). Referentna linija je definirana kao:

- Linija obrambenog nasipa/zida - u slučaju objekata na branjenom području (iza obrambenih nasipa/zidova);
- Linija ruba korita vodotoka - u slučaju objekata na nebranjenom području (inundacija).

Za svaku pojedinu zonu računaju se koeficijenti izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ ) i mortalitet ( $k_{as}$ ) obzirom na koeficijent brzine vode ( $qa_4$ ).

Tablica 6.7. Određivanje koeficijenta brzine vode ( $qa_4$ ) prema udaljenosti od referentne linije

Zona udaljenosti od referentne linije	Udaljenost od referentne linije [m]	Koeficijent brzine vode ( $qa_4$ )
Zona A	0-50 m	2,00
Zona B	50-100 m	1,50
Zona C	100-500 m	1,25
Zona D	>500 m	1,00

### 6.3.4.3 Koeficijent ugroženosti

**Koeficijent ugroženosti** ( $k_p$ ) dobiva se iz normaliziranih indikatora ugroženosti ( $qb_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\beta_i$ ). Indikatori ugroženosti dobivaju se iz statističkih izvještaja, GIS analize područja i iz dostupnih baza od Hrvatskih voda. Svi indikatori su normalizirani oko prosječnog stanja na području za koju indikator ima vrijednost 1.

Indikator „qb\_1. % prizemnica u ukupnom broju stambenih objekata“ računa se iz odnosa:

$$(qb_1) = \frac{\text{Stambene zgrade s 1 stanom}}{\text{Ukupno stanova u stambenim zgradama}} = \frac{(\text{zgrade\_1\_stan})}{(\text{stanovi\_zgrade\_uk})} \cdot 100\% \quad (6.28)$$

Indikator „qb\_2. % stanova za povremeno stanovanje u ukupnom broju stanova“ računa se iz odnosa:

$$(qb_2) = \frac{\text{Stanovi za povremeno stanovanje}}{\text{Ukupno stanova}} = \frac{(\text{stanovi\_povremeno})}{(\text{stanovi\_uk})} \cdot 100\% \quad (6.29)$$

Indikator „qb\_3. % poplavljenih industrijskih pogona spram ukupno poplavljene površine“ računa se iz odnosa:

$$(qb_3) = \frac{\text{Poplavljeni industrijski pogoni [km}^2\text{]}}{\text{Ukupno poplavljeno područje [km}^2\text{]}} = \frac{(\text{ind\_popl\_km2})}{(\text{popl\_km2})} \cdot 100\% \quad (6.30)$$

Indikator „qb\_4. % poplavljenih poljoprivrednih površina spram ukupno poplavljene površine“ računa se iz odnosa:

$$(qb_4) = \frac{\text{Poplavljene poljoprivredne površine [km}^2\text{]}}{\text{Ukupno poplavljeno područje [km}^2\text{]}} = \frac{(\text{poljop\_popl\_km2})}{(\text{popl\_km2})} \cdot 100\% \quad (6.31)$$

Indikator „qb\_5. Trajanje poplavnog događaja na području“ određuje se prema tablici (Tablica 6.8):

Tablica 6.8. Određivanje trajanja poplavnog događaja na području (qb\_5) prema trajanju vodnog vala

Trajanje vodnog vala [h] (trajanje_val_h)	qb_5. Indikator trajanja vodnog vala (trajanje_val_klasa)
<24 h	1
24-72 h	1,2
>72 h	1,5
nepoznato	0

Indikator „qb\_6. Brzina izdizanja vodnog vala na području“ određuje se prema tablici (Tablica 6.9):

Tablica 6.9. Određivanje brzine izdizanja vodnog vala na području (ib\_6) prema brzini izdizanja vodnog vala

Brzina izdizanja vodnog vala [m/h] (brzina_val_m_h)	qb_6. Klasa trajanja vodnog vala (brzina_val_klasa)
<0,50 m/h	1
>=0,50 m/h	1,5
nepoznato	0

#### 6.3.4.4 Koeficijent ranjivosti

**Koeficijent ranjivosti** ( $k_c$ ) dobiva se iz normaliziranih indikatora ranjivosti ( $qc_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\gamma_i$ ). Indikatori ranjivosti dobivaju se iz statističkih izvještaja. Svi indikatori su normalizirani oko prosječnog stanja u Republici Hrvatskoj za koju indikator ima vrijednost 1.

Indikator „ $qc_1$ . % stanovništva s teškoćama u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_1) = \frac{\text{Stanovništvo s teškoćama}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{teskoce\_stanovn})}{(\text{stanovn\_opc})} \cdot 100\% \quad (6.32)$$

Indikator „ $qc_2$ . % djece mlađih od 10 god u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_2) = \frac{\text{Mlađi od 10 god}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{dob\_do\_10})}{(\text{stanovn\_nas})} \cdot 100\% \quad (6.33)$$

Indikator „ $qc_3$ . % starijih od 75 god u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_3) = \frac{\text{Stariji od 75 god}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{dob\_od\_75})}{(\text{stanovn\_nas})} \cdot 100\% \quad (6.34)$$

Indikator „ $qc_4$ . % stanovništva od 20 do 65 god (radno sposobno) u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_4) = \frac{\text{Stanovništvo između 20 i 65 god}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{dob\_20\_do\_65})}{(\text{stanovn\_nas})} \cdot 100\% \quad (6.35)$$

Indikator „ $qc_5$ . % žena u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_5) = \frac{\text{Broj žena}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{zene})}{(\text{stanovn\_nas})} \cdot 100\% \quad (6.36)$$

Indikator „ $qc_6$ . % samačkih kućanstva u ukupnom broju kućanstava“ računa se iz odnosa:

$$(qc_6) = \frac{\text{Samačka kućanstva}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{samacka\_kuc})}{(\text{stanovn\_zup})} \cdot 100\% \quad (6.37)$$

Indikator „ $qc_7$ . % kućanstava s 5 i više članova u ukupnom broju kućanstava“ računa se iz odnosa:

$$(qc_7) = \frac{\text{Kućanstva s 5 i više članova}}{\text{Broj kućanstava}} = \frac{(\text{kucanstva\_5\_i\_vise\_cl})}{(\text{stanovn\_opc})} \cdot 100\% \quad (6.38)$$

Indikator „ $qc_8$ . % samohranih roditelja u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_8) = \frac{\text{Samohrani roditelji}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{samohrani\_roditelji})}{(\text{stanovn\_zup})} \cdot 100\% \quad (6.39)$$

Indikator „ $qc_9$ . % nepismenog stanovništva u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_9) = \frac{\text{Nepismeni}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{nepismeni})}{(\text{stanovn\_opc})} \cdot 100\% \quad (6.40)$$

### 6.3.4.5 Koeficijent otpornosti

**Koeficijent otpornosti** ( $k_d$ ) dobiva se iz normaliziranih indikatora otpornosti ( $qd_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\delta_i$ ). Indikatori otpornosti dobivaju se iz statističkih izvještaja, GIS analize područja i iz dostupnih baza podataka. Svi indikatori su normalizirani oko prosječnog stanja na području za koju indikator ima vrijednost 1.

Indikator „ $qd_1$ . % kućanstva koja se koriste internetom u ukupnom broju kućanstava“ računa se iz odnosa:

$$(qd_1) = \frac{\text{Kućanstva koja se koriste internetom}}{\text{Broj privatnih kućanstava}} = \frac{(\text{kucanstva\_internet})}{(\text{broj\_priv\_kucanstava\_opc})} \cdot 100\% \quad (6.41)$$

Indikator „ $qd_2$ . Postojanje poplava u prošlosti sustava“ određuje se prema tablici (Tablica 6.10):

Tablica 6.10. Određivanje postojanja poplava u prošlosti sustava ( $qd_2$ )

Postojanje poplava u prošlosti sustava	$qd_2$ . Poplave u prošlosti (popl_proslost)
NE	0,80
DA	1,20
nepoznato	0

Ukoliko je u zadnjih 5 godina na području županije zabilježena barem jedna poplava onda je indikator „DA“. Registar poplavnih događaja dostupan je na web stranicama Hrvatskih voda.

Indikator „ $qd_3$ . Postojanje sustava ranog upozorenja od poplave“ određuje se prema tablici (Tablica 6.11):

Tablica 6.11. Određivanje postojanja sustava ranog upozorenja od poplave ( $d_3$ )

Postojanje sustava upozorenja	$qd_3$ . Sustav upozorenja (sustav_upozorenja)
NE	0,80
DA	1,20

Indikator „ $qd_4$ . Postojanje tečajeva ili brošura o svjesnosti obrane od poplava“ određuje se prema tablici (Tablica 6.12):

Tablica 6.12. Određivanje postojanja tečajeva ili brošura o svjesnosti obrane od poplava ( $d_4$ )

Postojanje tečajeva ili brošura	$qd_4$ . Svjesnost obrane (tečaj_brosure)
NE	0,80
DA	1,20
nepoznato	0

Indikator „qd\_7. % kućanstva s priključkom na vodu u ukupnom broju kućanstava“ računa se iz odnosa:

$$(qd_7) = \frac{\text{Stanovi s vodovodom}}{\text{Broj nastanjenih stanova}} = \frac{(\text{stanovi\_voda})}{(\text{stanovi\_nastanjeni})} \cdot 100\% \quad (6.42)$$

Indikator „qd\_8. % kućanstva s priključkom na kanalizaciju u ukupnom broju kućanstava“ računa se iz odnosa:

$$(qd_8) = \frac{\text{Stanovi s kanalizacijom}}{\text{Broj nastanjenih stanova}} = \frac{(\text{stanovi\_kanalizacija})}{(\text{stanovi\_nastanjeni})} \cdot 100\% \quad (6.43)$$

Indikator „qd\_9. % prometnica koje nisu ugrožene poplavom“ računa se iz odnosa:

$$(qd_9) = \frac{\text{Broj nepoplavljenih cesta}}{\text{Broj cesta}} = \frac{(\text{ceste\_nepopl\_broj})}{(\text{ceste\_broj})} \cdot 100\% \quad (6.44)$$

Određeni indikatori otpornosti koji se navode u listi indikatora (Tablica 6.2) nisu definirani, jer njihovi podatci nisu dostupni.

## 6.4 Model procjene posljedica za studije izvodljivosti (DAP1) i Model procjene posljedica za planove upravljanja vodnim područjima (DAP2)

Nakon definiranja Generalnog modela (GM), u trećem koraku definiran je Model procjene posljedica za studije izvodljivosti (DAP1) i Model procjene posljedica za planove upravljanja vodnim područjima (DAP2). S obzirom na veliki broj ulaznih indikatora i koeficijenata, neusuglašenosti literature, vrlo malog broja velikih poplavnih događaja u Hrvatskoj i njihovog slabog dokumentiranja u ovom trenutku nije moguće dovoljno pouzdano kalibrirati Generalni model (GM). Zbog toga su izdvojeni najvažniji elementi Generalnog modela (GM) kojim su dodijeljeni težinski koeficijenti na osnovu informirane stručne procjene eksperata iz vodnog gospodarstva, sociologije, medicine, zaštite i spašavanja.

Svi indikatori (izloženosti, ugroženosti, ranjivosti i otpornosti) normalizirani su oko vrijednosti 1 koja predstavlja prosječno stanje na području (u Republici Hrvatskoj), a čim se omogućuje:

- Usuglašenost studijskog modela (DAP1) i planskog modela (DAP2)
- Dodavanje novih indikatora u sljedećim faza razvoja modela bez potrebe za promjenom strukture postojećeg modela

Broj ulaznih indikatora za modele (DAP1 i DAP2) su isti (vidi Tablica 6.13), a razlika između dva modela je samo u definiranju reprezentativne brzine vode ( $qa_2$ ) i koeficijenta brzine vode ( $qa_4$ ).

- Reprezentativna brzina vode ( $qa_2$ ):
  - Za studijski model (DAP1) - brzina vode se određuje i dostupna je iz karata opasnosti od poplava
  - Za planski model (DAP2) - pretpostavlja se konstantna brzina vode na području od  $v=0,70$  m/s za sve hidrološke scenarije velikih voda
  - Reprezentativna brzina vode dobiva se iz klasa brzina, kako je prikazano u tablicama (Tablica 6.4, Tablica 6.5).
- Koeficijent brzine vode ( $qa_4$ ):
  - Za studijski model (DAP1) - koeficijent brzine vode određuje se prema zonama udaljenosti od referentne linije (Tablica 6.15)
  - Za planski model (DAP2) - ne određuje se i uzima se vrijednost  $qa_4 = 1$

### 6.4.1 PROCJENA POSLJEDICA

Procjena broja kratkotrajnih i dugotrajnih posljedica poplava računa se isto kao i u Generalnom modelu (GM), vidi poglavlje 6.3.3, i ovdje se ne ponavlja.

### 6.4.2 PREGLED ULAZNIH INDIKATORA

Za studijski model (DAP1) i planski model (DAP2) definiran je manji broj *ulaznih indikatora* u usporedbi s ulaznim indikatorima za Generalni model (vidi Tablica 6.13). Navodi i stanje njihove dostupnosti i najniža razina detaljnosti u Hrvatskoj. Dostupne najniže razine detaljnosti podatka definirane su kako slijedi:

- makro - podatak dostupan na razini županija
- mezo - podatak dostupan na razini općine/grada
- mikro - podatak dostupan za pojedinačni objekt

Tablica 6.13 Preporučeni ulazni indikatori za modele DAP1 i DAP2

Kategorija	Indikator	(*) Raspon (normaliziranih) vrijednosti	Dostupna razina	Dostupan izvor
<b>Izloženost (A)</b>				
	qa_1. Dubina vode	>=0	mikro	KORP (Hrvatske vode)
	qa_2. Brzina vode	>=0	mikro	Studijska dokumentacija (Hrvatske vode)
	qa_3. Mogućnost naplavina	Min = 0 Max = 1	mezo	CLC, GIS analiza, izračun prema tablici (Tablica 6.6)
	qa_4. Koeficijent brzine vode	Min = 0 Max = 2	nedostupno	GIS analiza, izračun prema tablici (Tablica 6.7) samo DAP1
<b>Ugroženost (B)</b>				
Tipovi objekta na području	qb_1. % prizemnica u ukupnom broju stambenih objekata	omjer b1/RH	makro	Statistički izvještaji C6. Stanovi prema načinu korištenja, tablica 12.
	qb_2. % stanova za povremeno stanovanje u ukupnom broju stanova	omjer b2/RH	mezo	Statistički izvještaji C6. Stanovi prema načinu korištenja, tablica 18.
<b>Ranjivost (C)</b>				
Stanovništvo s teškoćama	qc_1. % stanovništva s teškoćama u ukupnom broju stanovništva	omjer c1/RH	mezo	Statistički izvještaji C4. Stanovništvo s teškoćama u obavljanju svakodnevnih aktivnosti
Starost i spol	qc_2. % djece mlađih od 10 god u ukupnom broju stanovništva	omjer c2/RH	mezo	Statistički izvještaji C1. Stanovništvo prema spolu i starosti
	qc_3. % starijih od 75 god u ukupnom broju stanovništva	omjer c3/RH		
<b>Otpornost (D)</b>				
Komunikacija	qd_1. % kućanstva koja se koriste internetom u ukupnom broju kućanstava	omjer d1/RH	mezo	Statistički izvještaji C3. Kućanstva i obitelji
Pripremljenost zajednice (kvalitativno)	qd_2. Postojanje poplava u prošlosti na području (Da/Ne)	Ne = 0,80 Da = 1,20	mikro	Hrvatske vode
	qd_3. Postojanje sustava ranog upozorenja od poplave (Da/Ne)	Ne = 0,80 Da = 1,20	mezo	DHMZ i Hrvatske vode

## 6.4.3 PROCJENA MORBIDITETA I MORTALITETA

### 6.4.3.1 Morbiditet i mortalitet

**Apsolutni morbiditet ( $N_i$ ) i apsolutni mortalitet ( $N_s$ ) računaju se sukladno izrazima (6.46, 6.47).**

Apsolutni morbiditet (broj ozljeda i smrtnih slučajeva):

$$N_i = k_i \cdot N \quad (6.45)$$

Apsolutni mortalitet (broj smrtnih slučajeva):

$$N_s = k_s \cdot N \quad (6.46)$$



Koeficijent morbiditeta ( $k_i$ ) dobiva se kao umnožak pojedinačnih koeficijenata stanja:

$$k_i = \min \left( \frac{k_{ai} \cdot k_b \cdot k_c}{k_d}, 1 \right) \quad (6.47)$$

Koeficijent mortaliteta ( $k_s$ ) računa se iz koeficijenta morbiditeta:

$$k_s = k_{as} \cdot k_i \quad (6.48)$$

gdje je  $k_{as}$  koeficijent izloženosti na mortalitet.

### 6.4.3.2 Koeficijent izloženosti

**Koeficijent izloženosti** računa se iz generalnog oblika faktora opasnosti od poplave zasebno na morbiditet ( $k_{ai}$ ) i mortalitet ( $k_{as}$ ), a prema izrazima:

- koeficijent izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ )
 
$$k_{ai} = \min \left\{ 0,045 \cdot [qa_1 \cdot (qa_2 \cdot qa_4 + 0,5) + qa_3] \right\} \quad (6.49)$$

- koeficijent izloženosti za mortalitet ( $k_{as}$ )
 
$$k_{as} = \min \left\{ 0,020 \cdot [qa_1 \cdot (qa_2 \cdot qa_4 + 0,5) + qa_3] \right\} \quad (6.50)$$

gdje su  $qa_1$  - reprezentativna dubina vode [m],  $qa_2$  reprezentativna brzina vode [m/s],  $qa_3$  - indikator mogućnosti naplavina i  $qa_4$  - koeficijent brzine vode.

Primjer računskih koeficijenata izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ ) i mortalitet ( $k_{as}$ ) za različite klase dubina i brzina vode i mogućnosti naplavina prikazan je tablično (Tablica 6.4, Tablica 6.5).

**Mogućnost naplavina** ( $qa_3$ ) računa se prema tablici (Tablica 6.14), a uključuje prevladavajući tip površine i hidrauličke uvjete (dubinu i brzinu vode).

Tablica 6.14. Određivanje mogućnosti naplavina ( $qa_3$ ) s obzirom na prevladavajući tip površine i hidrauličke uvjete na području

Klasa naplavine (naplavine_klasa)	Dubina vode (h_m) i brzina vode (v_m_s)	Klasa dubine (h_klasa)	Klasa brzine (v_klasa)	qa_3		
				Poljoprivredna područja (pokrov_klasa_1)	Šume i poluprir. područja (pokrov_klasa_2)	Umjetne površine (pokrov_klasa_3)
1	h=0-0,50 m	1	1,2	0	0	0
2	h=0,50-1,50 m i v<0,50 m/s	2	1	0	0	0,5
3	h=0,50-1,50 m i v<2,0 m/s	2	2	0	0,5	1,0
4	h>1,50 m i/ili v>2,0 m/s	3,4	3	0,5	1,0	1,0

**Koeficijent brzine vode** ( $qa_4$ ) računa se za model DAP1 u slučaju kada su brzine vode na području dobivene temeljem jednostavnijeg pristupa. To su slučajevi kada se za proračun brzina koriste 1d hidraulički modeli ili kada brzina vode iza nasipa (u slučaju obrambenih nasipa/zidova na području) nije dobivena modeliranjem pucanja i/ili preplavlivanja nasipa. Na taj način se koeficijentom brzine vode donekle poboljšava jednostavniji pristup.

Koeficijent brzine vode ( $qa_4$ ) dobiva se na način da se predmetno područje podijeli na 4 zone (A, B, C, D) s obzirom na najkraću udaljenost od *referentne linije* (vidi Tablica 6.15). Referentna linija je definirana kao:

- Linija obrambenog nasipa/zida - u slučaju objekata na branjenom području (iza obrambenih nasipa/zidova);
- Linija ruba korita vodotoka - u slučaju objekata na nebranjenom području (inundacija).

Za svaku pojedinu zonu računaju se koeficijenti izloženosti za morbiditet ( $k_{ai}$ ) i mortalitet ( $k_{as}$ ) obzirnom na koeficijent brzine vode ( $qa_4$ ).

Tablica 6.15. Određivanje koeficijenta brzine vode ( $qa_4$ ) prema udaljenosti od referentne linije

Zona udaljenosti od referentne linije	Udaljenost od referentne linije [m]	Koeficijent brzine vode ( $qa_4$ )
Zona A	0-50 m	2,00
Zona B	50-100 m	1,50
Zona C	100-500 m	1,25
Zona D	>500 m	1,00

#### 6.4.3.3 Koeficijent ugroženosti

**Koeficijent ugroženosti ( $k_b$ )** dobiva se iz normaliziranih indikatora ugroženosti ( $qb_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\beta_i$ ). Indikatori ugroženosti dobivaju se iz statističkih izvještaja, GIS analize područja i iz dostupnih baza podataka. Svi indikatori su normalizirani oko prosječnog stanja u Republici Hrvatskoj za koju indikator ima vrijednost 1.

Indikator „ $qb_1$ . % prizemnica u ukupnom broju stambenih objekata“ računa se iz odnosa:

$$(qb_1) = \frac{\text{Stambene zgrade s 1 stanom}}{\text{Ukupno stanova u stambenim zgradama}} = \frac{(zgrade\_1\_stan)}{(stanovi\_zgrade\_uk)} \cdot 100\% \quad (6.51)$$

Indikator „ $qb_2$ . % stanova za povremeno stanovanje u ukupnom broju stanova“ računa se iz odnosa:

$$(qb_2) = \frac{\text{Stanovi za povremeno stanovanje}}{\text{Ukupno stanova}} = \frac{(stanovi\_povremeno)}{(stanovi\_uk)} \cdot 100\% \quad (6.52)$$

Težinski koeficijenti ( $\beta$ ) za indikatore ugroženosti prikazani su tablično (Tablica 6.19).

Tablica 6.16. Težinski koeficijenti ( $\beta$ ) za indikatore ugroženosti

Indikator	beta. Težinski koeficijenti ugroženosti
qb_1	beta_1=0,80
qb_2	beta_2=0,20
ukupno	1,0

#### 6.4.3.4 Koeficijent ranjivosti

**Koeficijent ranjivosti** ( $k_c$ ) dobiva se iz normaliziranih indikatora ranjivosti ( $qc_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\gamma_i$ ). Indikatori ranjivosti dobivaju se iz statističkih izvještaja. Svi indikatori su normalizirani oko prosječnog stanja u Republici Hrvatskoj za koju indikator ima vrijednost 1.

Indikator „ $qc_1$ . % stanovništva s teškoćama u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_1) = \frac{\text{Stanovništvo s teškoćama}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{teskoce\_stanovn})}{(\text{stanovn\_opc})} \cdot 100\% \quad (6.53)$$

Indikator „ $qc_2$ . % djece mlađih od 10 god u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_2) = \frac{\text{Mlađi od 10 god}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{dob\_do\_10})}{(\text{stanovn\_nas})} \cdot 100\% \quad (6.54)$$

Indikator „ $qc_3$ . % starijih od 75 god u ukupnom broju stanovništva“ računa se iz odnosa:

$$(qc_3) = \frac{\text{Stariji od 75 god}}{\text{Ukupan broj stanovnika}} = \frac{(\text{dob\_od\_75})}{(\text{stanovn\_nas})} \cdot 100\% \quad (6.55)$$

Težinski koeficijenti (gama) za indikatore ranjivosti prikazani su tablično (Tablica 6.18).

Tablica 6.17. Težinski koeficijenti (gama) za indikatore ranjivosti

Indikator	gama. Težinski koeficijenti ranjivosti
qc_1	gama_1=0,333
qc_2	gama_2=0,333
qd_3	gama_3=0,333
ukupno	1,0

#### 6.4.3.5 Koeficijent otpornosti

**Koeficijent otpornosti** ( $k_d$ ) dobiva se iz normaliziranih indikatora otpornosti ( $qd_i$ ) i pripadnih težinskih koeficijenata ( $\delta_i$ ). Indikatori otpornosti dobivaju se iz statističkih izvještaja i iz dostupnih baza podataka. Svi indikatori su normalizirani oko prosječnog stanja na području za koju indikator ima vrijednost 1.

Indikator „ $qd_1$ . % kućanstva koja se koriste internetom u ukupnom broju kućanstava“ računa se iz odnosa:

$$(qd_1) = \frac{\text{Kućanstva koja se koriste internetom}}{\text{Broj privatnih kućanstava}} = \frac{(\text{kucanstva\_internet})}{(\text{broj\_priv\_kucanstava\_opc})} \cdot 100\% \quad (6.56)$$

Indikator „qd\_2. Postojanje poplava u prošlosti sustava“ određuje se prema tablici (Tablica 6.10):

Tablica 6.18. Određivanje postojanja poplava u prošlosti sustava (qd\_2)

Postojanje poplava u prošlosti sustava	qd_2. Poplave u prošlosti (popl_proslost)
NE	0,80
DA	1,20
nepoznato	0

Ukoliko je u zadnjih 5 godina na području županije zabilježena barem jedna poplava onda je indikator „DA“. Registar poplavnih događaja dostupan je na web stranicama Hrvatskih voda.

Indikator „qd\_3. Postojanje sustava ranog upozorenja od poplave“ određuje se prema tablici (Tablica 6.11):

Tablica 6.19. Određivanje postojanja sustava ranog upozorenja od poplave (qd\_3)

Postojanje sustava upozorenja	qd_3. Sustav upozorenja (sustav_upozorenja)
NE	0,80
DA	1,20

Težinski koeficijenti (delta) za indikatore otpornosti prikazani su tablično (Tablica 6.18).

Tablica 6.20. Težinski koeficijenti (delta) za indikatore ranjivosti

Indikator	delta. Težinski koeficijenti otpornosti
qd_1	delta_1=0,333
qd_2	delta_2=0,333
qd_3	delta_3=0,333
ukupno	1,0

## 6.5 Monetizacija štetnih posljedica

Za formiranje troškova kod pojedinih ozljeda sagledani su potrebni postupci po pojedinoj ozljedi kao i potrebno razdoblje do oporavka u prethodno zdravstveno stanje. Temeljem Cjenika zdravstvenih usluga od Hrvatske liječničke komore (<https://www.hlk.hr/cjenik-zdravstvenih-usluga.aspx>) definirani su troškovi liječenja i psihološke pomoći (Tablica 6.21).

Smrtna posljedica je monetizirana preko „vrijednosti statističkog života“ (engl. *Value of a Statistical Life*). Pojam „vrijednosti statističkog života“ uveo je Nobelovac Thomas Schelling 1968. godine uvidjevši da se nerazmrsiva moralna pitanja o vrijednosti života mogu preskočiti fokusiranjem na vrednovanje smanjenja rizika, a ne na vrednovanje života. Primjerice, nova investicija u smanjenje onečišćenja zraka reducirala bi rizik smrti ljudi za „samo“ 0,0002%. To znači da bi u gradu s milijun stanovnika ova investicija očekivano spasila dva života ( $2/1.000.000=0,0002\%$ ). Tako je uvedena analiza troškova i koristi (engl. *cost-benefit*) koja vrednujući rizike neizravno vrednuje živote. Umjesto da se isti učinak izrazi kao pad rizika od svega 0,0002 posto, Schelling je istu investiciju opisao kao vrijednost očuvanja dva života u milijunskom gradu. Valja razumjeti da se „vrijednost statističkog života“ bitno razlikuje od vrijednosti stvarnog života pojedinca; to je vrijednost smanjenja vjerojatnosti smrti, a ne cijena koju bi netko platio da izbjegne sigurnu smrt. „Vrijednost statističkog života“ se može sagledati na primjeru ankete od milijun ispitanika u kojoj je svakom upućeno isto pitanje: „Koliko ste spremni platiti da bi se u sljedećoj godini vjerojatnost vaše smrti snizila za 0,0001%?“. Smanjenje rizika smrti za 0,0001% znači da bi u sljedećoj godini, u prosjeku, na milijun osoba umrla jedna osoba manje, odnosno preživjela bi jedna osoba više ( $1/1.000.000=0,0001\%$ ). Zamislimo zatim da je prosječni odgovor kod milijun ispitanika bio deset kuna. Povratno, to znači da bi grupa bila spremna platiti deset milijuna kuna za jedan život više (10 kn puta milijun = 10 mil. kn). To ne znači da jedan ljudski život vrijedi deset milijuna, nego je to procjena spremnosti investicije u smanjenje smrtnosti na razini grupe. U SAD-u se vrijednost statističkog života uzima s 10.000.000,00 USD. Budući da je bruto domaći proizvod per capita u SAD-u oko 4 puta veći nego u Hrvatskoj, možemo procijeniti vrijednost statističkog života u Hrvatskoj od oko 2.000.000,00 USD odnosno oko 10.000.000,00 HRK.

Za dugotrajne tjelesne i psihičke posljedice predviđeno je razdoblje oporavka od 5 godina. Za određene posljedice nisu navedeni iznosi (HRK) već su dani opisi troškova. Temeljen predloženih troškova liječenja i broja posljedice iz predloženog modela (DAP1 i DAP2), mogu se izračunati ukupne štete na zdravlje stanovništva na području za pojedini poplavni događaj.

Tablica 6.21. Troškovi liječenja i psihološke pomoći posljedica poplava

Posljedica poplava	Troškovi liječenja (HRK)	Troškovi pružanja psihološke pomoći (HRK)	Troškovi privremenog smještaja (HRK)	Drugi troškovi (HRK)
<b>KRATKOTRAJNE POSLJEDICE</b>				
<b>Tjelesno zdravlje (TZ)</b>				
N_i. Apsolutni morbiditet, ukupni broj oboljenja				
N_s. Apsolutni mortalitet, broj smrtnih posljedica				10.000.000,00 kn
Ozljede				
oz1. Uganuće i iščašenje	1.200,00 kn			
oz2. Posjekotina	1.100,00 kn			
oz3. Abrazija ili kontuzija	1.400,00 kn			
oz4. Ubodna rana	1.300,00 kn			
oz5. Ugriz životinja	700,00 kn			

Posljedica poplava	Troškovi liječenja (HRK)	Troškovi pružanja psihološke pomoći (HRK)	Troškovi privremenog smještaja (HRK)	Drugi troškovi (HRK)
oz6. Opekлина	1.800,00 kn			
oz7. Ozljeda od strujnog udara	1.700,00 kn			
<b>Bolesti</b>				
bo1. Bolest probavnog sustava	1.000,00 kn			
bo2. Osip i dermatitis	1.500,00 kn			
bo3. Toplinski, srčani, moždani udar	20.000,00 kn			
bo4. Bolest dišnih putova	5.000,00 kn			
bo5. Bolovi u prsima	3.000,00 kn			
bo6. Pogoršanje kroničnih bolesti	10.000,00 kn			
bo7. Dehidracija i iscrpljenost	3.000,00 kn			
bo8. Trovanje ugljičnim monoksidom	5.000,00 kn			
<b>Psihičko zdravlje (PZ)</b>				
pz1. Kratkotrajni šok		6.000,00 kn (3 mjeseca)		
pz2. Stresna stanja kod neposredno ugroženih		20.800,00 kn (2 godine)		
pz3. Stresna stanja kod posredno ugroženih		20.800,00 kn (1 godinu)		
<b>Socijalni/društveni aspekti (SD)</b>				
sd1. Smanjenja radne sposobnosti				Povećani troškovi za poslodavca
sd2. Nemogućnost poslodavca da zakonski pomogne ugroženim/iseljenim				
<b>DUGOTRAJNE POSLJEDICE</b>				
	godišnje, predvidivo kroz 5 godina	godišnje, predvidivo kroz 5 godina		
<b>Tjelesno zdravlje (TZ)</b>				
du1. Invaliditet	104.000,00 kn (2 puta tjedno)	26.000,00 kn (1 puta tjedno)		
du2. Kronične bolesti	90.000,00 kn (2 puta tjedno)	26.000,00 kn (1 puta tjedno)		
du3. Komplikacije od tjelesnih ozljeda	130.000,00 kn (2 puta tjedno)	26.000,00 kn (1 puta tjedno)		
du4. Ozljede za vrijeme repopulacije	1.200,00 kn			
<b>Psihičko zdravlje (PZ)</b>				
du5. Dugotrajne psihičke posljedice (PTSP, tjeskoba, depresija, poremećaj spavanja, psihoze)		26.000,00 kn (1 puta tjedno)		
du6. Broj suicida		52.000,00 kn (1. godina) 26.000,00 kn (naredne 4 godine)		
<b>Socijalni/društveni aspekti (SD)</b>				
du7. Osiromašeni				Povećana socijalna davanja
du8. Raseljeni			5.000,00 kn (mjesечно po obitelji)	

## **7 OKVIR ZA ANALIZU PRIHVATLJIVOSTI RIZIKA OD POPLAVA**

## 7.1 Uvod

Učinci poplava na društvo su raznovrsni i odvijaju se kroz različite prostorne i vremenske skale. Definiranje i određivanje društveno i ekonomski prihvatljivog stupnja rizika od poplava je važan i osjetljiv element kod upravljanja rizicima od poplava. Pri definiranju stupnja prihvatljivog rizika dodatnu težinu stvaraju i nepoznanice činjenice iz povijesnih poplava.

U ovom poglavlju prikazani su (a) rezultati analize postojećih pristupa definiranju prihvatljivog stupnja rizika, (b) sažeti rezultati provedenog pilot istraživanja na karlovačkom području, (c) predloženi okvir za analizu prihvatljivog rizika za pilot područja, uključujući i indikatore te (d) definirane smjernice i okvir za provođenje pouzdanijeg i sveobuhvatnijeg određivanja prihvatljivog rizika od poplava u budućnosti za područje cijele države.

## 7.2 Analiza postojećih pristupa definiranju prihvatljivog stupnja rizika

### 7.2.1 OPĆENITO

Rizik od poplava se definira kao kombinacija vjerojatnosti događaja i njegovih štetnih posljedica. Procjena rizika od poplava na zdravlje ljudi treba sagledati kratkotrajne i dugotrajne posljedice poplava na pojedince (pojedinačni rizik) i na društvo u cjelini (društvene rizike). Potencijalne štetne posljedice poplavnog događaja uz pripadajuću vjerojatnost dva su kriterija za procjenu rizika i definiranje prihvatljivog rizika. Kod sagledavanja prihvatljivog rizika, formiraju se različite kombinacije vjerojatnosti i posljedica poplava a koje definiraju tri grupe rizika (prihvatljiv, podnošljiv, neprihvatljiv) kako slijedi:

- **Grupa A. Prihvatljiv rizik, (engl. *broadly acceptable risk*)**
  - Rizici su toliko niski da su prihvatljivi (zanemarivi).
  - Pojedinci i društvo mogu živjeti s tim rizikom bez potrebe za ublažavanjem rizika.
- **Grupa B. Podnošljiv rizik (engl. *tolerable risk*)**
  - Društvo može živjeti s tim rizikom, ali vjeruje da treba učiniti onoliko koliko je praktično i razumno kako bi se rizici smanjili. Potrebno je razmotriti različite mjere ublažavanja rizika i dati njihovu ocjenu s obzirom na troškove i koristi.
  - Pojedinci mogu ovu razinu rizika smatrati neprihvatljivom i odlučiti poduzeti osobne mjere kako bi smanjili razinu rizika.
- **Grupa C. Neprihvatljiv rizik (engl. *unacceptable risk*)**
  - Rizici su toliko visoki da su neprihvatljivi (nepodnošljivi).
  - Pojedinci i društvo neće prihvatiti ovaj rizik i moraju se poduzeti mjere ublažavanja kako bi se rizik sveo barem na podnošljivu razinu.

Publicirano je nekoliko studija i radova koji prikazuju metodološke pristupe za definiranje prihvatljivosti rizika od poplava na stanovništvo (pojedinačni i društveni rizik). Prihvatljiv rizik se u većini metodologija definira s obzirom na vjerojatnost smrti (pojedince ili potencijalni ukupni broj), dok se prihvatljivost ostalih kratkotrajnih i dugotrajnih posljedica ne razmatra. U daljnjem tekstu se daje prikaz dva kvantitativna pristupa definiranja prihvatljivog rizika (Nizozemska i Velika Britanija) te jedan kvalitativni pristup (Australija). Kod predloženog australskog pristupa, se kod definiranja prihvatljivog rizika od poplave, uz smrtno posljedice, uključuju i drugi indikatori poput indikatora opasnosti i ranjivosti.



## 7.2.2 KVANTITATIVNI PRISTUP

U Nizozemskoj i Ujedinjenom Kraljevstvu propisani su standardizirani postupci kvantitativne procjene posljedica poplava na stanovništvo. U pristupu kod Ujedinjenog Kraljevstva se uz procjenu broja smrti daje i procjena broja ozljeda (morbidity), dok se u Nizozemskoj daje samo procjena smrti (mortalitet). Kod metode u Ujedinjenom Kraljevstvu štetne posljedice se procjenjuju obzirom na indikatore opasnosti, ugroženosti i ranjivosti, dok se kod Nizozemske metode koriste samo indikatori opasnosti (dubina vode, brzina vode, brzina porasta vodostaja). Kod definiranja prihvatljivog rizika (pojedinačnog i društvenog), uzimaju se u obzir samo smrtno posljedice kod oba pristupa (Nizozemska i Ujedinjeno Kraljevstvo), dok se ostale štetne posljedice, poput tjelesnih ozljeda ili dugotrajnih psihičkih posljedica, ne uzimaju se u obzir.

### 7.2.2.1 Pojedinačni rizik

**Pojedinačni rizik (IR)** (*engl., individual risk*) predstavlja vjerojatnost neke posljedice (smrti) u jednog godini za neku osobu koja se nalazi na određenom mjestu u blizini neke opasnosti. Pojedinačni rizik za smrt ( $IR_s$ ) se računa kao umnožak vjerojatnosti događaja i vjerojatnosti smrtno posljedice tog događaja, kao:

$$IR_s = \sum p_d \cdot p_s \text{ (god}^{-1}\text{)}$$

gdje su  $p_d$  – vjerojatnost poplavnog događaja, a  $p_s$  – vjerojatnost smrti za navedeni događaj.

U Ujedinjenom Kraljevstvu definirane su vjerojatnosti (smrtnih) posljedica od različitih opasnosti za prosječnu osobu (Slika 7.1). Pojedinačni rizik ovisi o položaju u prostoru i prikazuje se u obliku *karata pojedinačnog rizika* (vidi Slika 7.2). Pojedinačni rizik nije vezan za neku osobu ili broj ljudi nego za područje za koje se računa, a karte pojedinačnog rizika daju informacije o riziku na području bez obzira na gustoću (prisutnost) stanovništva.

Risk Level	Risk
1 chance in 100 per year	Risk of dying at age 60
1 chance in 1,000 per year	Risk of employee being killed in high hazard industry
1 chance in 10,000 per year	Risk of being killed in car accident Risk of employee being killed at work (construction industry)
1 chance in 100,000 per year	Risk of being murdered Risk of being killed as a pedestrian
1 chance in 1 million per year	Risk of contracting (non-BSE linked) CJD Winning the lottery jackpot (10 tickets/year)
1 chance in 10 million per year	Risk of being killed by lightning

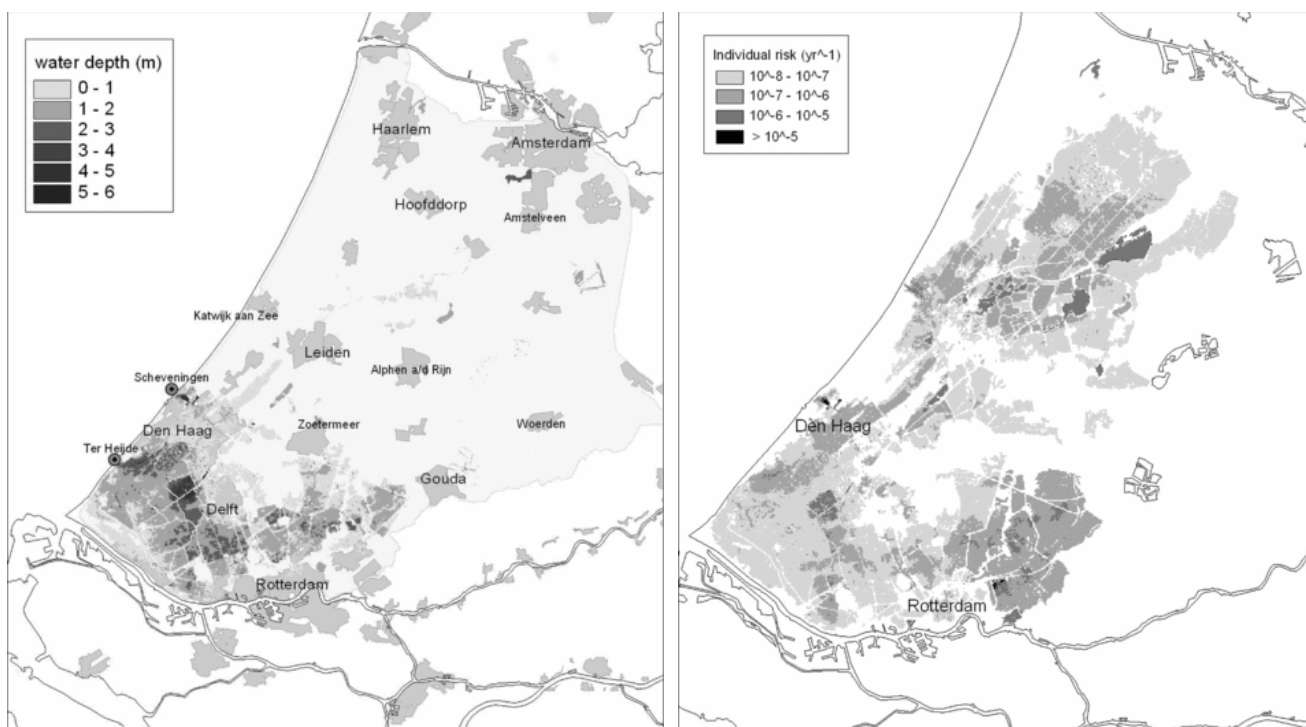
Slika 7.1. Pojedinačni rizik različitih posljedica (smrti) za različite događaje <sup>66</sup>

<sup>66</sup> David Ramsbottom, Peter Floyd, Edmund Penning-Rowsell (2001): Flood Risks to People - Phase 1 - R&D Technical Report FD2317/TR, Defra / Environment Agency, ISBN 1844321355.

**Granice prihvatljivosti pojedinačnog rizika** uobičajeno se definiraju temeljem povijesnih podataka o drugim rizicima, poput onih povezanih s vožnjom, radom, pušenjem, itd. Tako je politika sigurnosti u Nizozemskoj definirana početkom 1980-tih s početkom izgradnje LPG postrojenja. **Granice prihvatljivosti pojedinačnog rizika** za smrtno posljedice različito su definirane za Nizozemsku <sup>67</sup> i za Ujedinjeno Kraljevstvo <sup>68</sup>, vidi Tablica 7.1.

Tablica 7.1. Granice prihvatljivosti pojedinačnog rizika od smrti u Nizozemskoj i Ujedinjenom Kraljevstvu

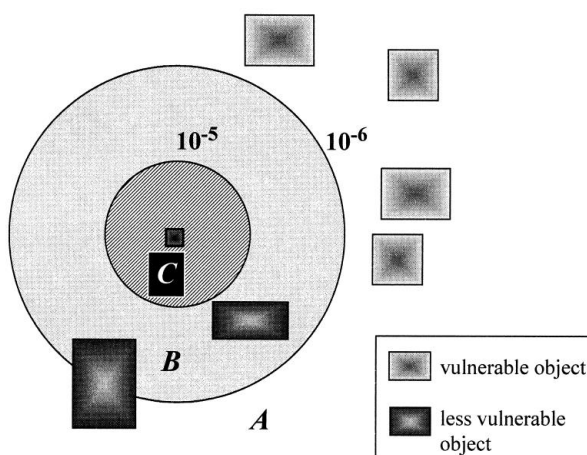
Grupa rizika	Granica pojedinačnog rizika od smrti ( $IR_s$ ) (god <sup>-1</sup> )	
	Nizozemska	Ujedinjeno Kraljevstvo
A. Prihvatljiv rizik	$IR_s < 10^{-6}$	$IR_s < 10^{-6}$
B. Podnošljiv rizik	$10^{-6} \leq IR_s < 10^{-5}$	$10^{-6} \leq IR_s < 10^{-4}$
C. Neprihvatljiv rizik	$IR_s \geq 10^{-5}$	$IR_s \geq 10^{-4}$



Slika 7.2. Primjer karte maksimalne dubine vode (lijevo) i pojedinačnog rizika od smrti (desno) za pucanje nasipa na području Den Haag-a u Nizozemskoj

<sup>67</sup> P.H. Bittelberghs (2000): Risk analysis and safety policy developments in The Netherlands, J. Hazard. Mater. 71, pp 59–84.

<sup>68</sup> Health and Safety Executive, Reducing risks, protecting people—HSE’s decision making process, ISBN 0-7176-2151-0, <http://www.he.gov.uk/dst/r2p2.pdf>, 2001.



Slika 7.3. Prostorne granice pojedinačnog rizika od smrti u Nizozemskoj

Pojedinačni rizik od smrti veći od  $IR_s \geq 10^{-5}$  godišnje u Nizozemskoj odnosno  $IR_s \geq 10^{-4}$  godišnje u Velikoj Britaniji je neprihvatljiv i mora se mjerama ublažavanja svesti barem na *podnošljivu razinu* (engl. *as low as reasonably achievable, ALARA*). Ipak, *granica prihvatljivog pojedinačnog rizika* za smrtne posljedice u oba pristupa (Nizozemska i Velika Britanija) definirana je od  $IR_s < 10^{-6}$  godišnje.

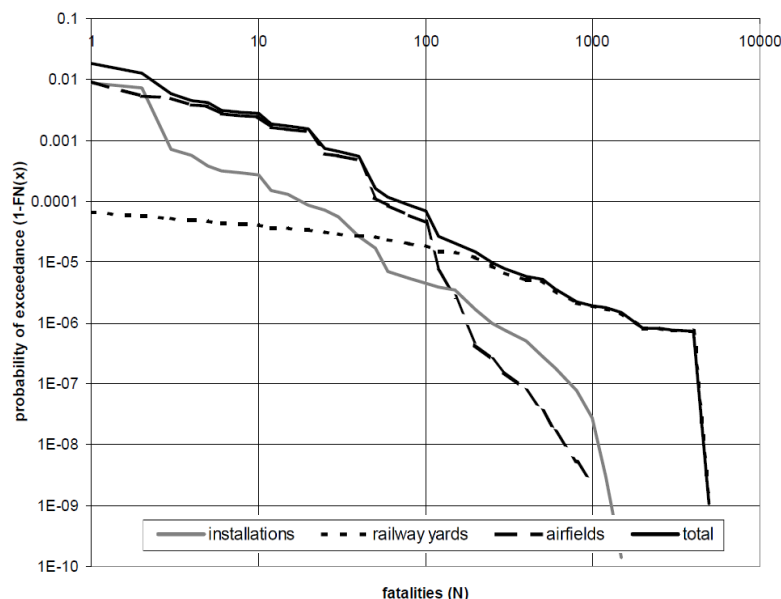
Primjena *karata pojedinačnog rizika od smrti* je od koristi u prostornom planiranju. Kod određivanja lokacija novih objekata sagledava se ranjivost stanovništva i objekata, a korištenjem karata mogu se ranjivi objekti postaviti na sigurnija područja a manje ranjive objekte postaviti bliže izvoru opasnosti (Slika 7.3). Granična vrijednost neprihvatljivog rizika za ranjive objekte (stanovanje, škole, bolnice, itd.) iznosi  $10^{-6}$  godišnje (područje A), a za manje ranjive objekte  $10^{-5}$  godišnje (područje B).

### 7.2.2.2 Društveni rizik

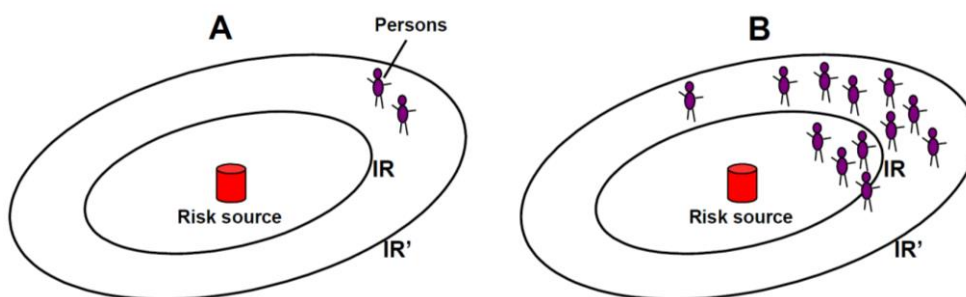
**Društveni rizik (SR)** (engl. *societal risk*) definira se kroz vjerojatnost posljedica (smrti) većeg broja ljudi na cijelom području. Društveni rizik uglavnom se daje za smrtne posljedice i prikazuje se kao krivulja odnosa vjerojatnosti godišnjeg premašenja ( $F$ ) i broja smrtnih posljedica ( $N_s$ ), odnosno  $FN_s$  *krivulja*. Svaka točka na  $FN_s$  krivulji predstavlja vjerojatnost godišnjeg premašenja ( $F$ ) minimalnog broja smrti ( $N_s$ ) na području (Slika 7.4), a može se izraziti kao:

$$VGP = P(N_s > x) = 1 - F_{N_s}(x) = \int_x^\infty f_{N_s}(x)dx$$

gdje su  $N_s$  – broj smrti u godini,  $f_{N_s}(x)$  – funkcija gustoće vjerojatnosti od broja smrti u godini, a  $F_{N_s}(x)$  – funkcija distribucije vjerojatnosti od broja smrti u godini.



Slika 7.4. Primjer FN krivulja za rizik od različitih događaja u Nizozemskoj



Slika 7.5. Usporedba društvenog rizika za manju (A) i veću (B) gustoću naseljenosti uz isti pojedinačni rizik ( $IR_A=IR_B$ )

Potencijalni broj smrti (PLL) (engl. *potential loss of life*) je ukupan broj mogućih smrtnih slučajeva na području. Dobiva se kao zbroj svih pojedinačnih događaja, odnosno predstavlja očekivanje ( $E$ ) funkcije distribucije vjerojatnosti od broja smrti u godini i dobiva se kao integral ispod  $FN_s$  krivulje, kao:

$$PLL = E[N_s] = P \int_x^{\infty} x \cdot f_{N_s}(x) dx$$

gdje je  $PPL$  – potencijalni broj smrti u jednog godini ( $god^{-1}$ ).

U usporedbi s pojedinačnim rizikom, društveni rizik uključuje broj stanovništva na području, ali ne ovisi o lokaciji pojedinog objekta već se definira za čitavo naseljeno područje. Slika 7.5 prikazuje usporedbu društvenog rizika za dvije gustoće naseljenosti stanovništva, manja gustoća (A) i veća gustoća (B), uz istu raspodjelu pojedinačnog rizika na obad područja ( $IR_A=IR_B$ ). Društveni rizik na području B je značajno veći nego na području A.

Ako je na području definirana karta pojedinačnog rizika od smrti ( $IR_s$ ), tada se potencijalni broj smrti ( $PLL$ ) može dobiti kao umnožak pojedinačnog rizika i broja stanovnika kao:

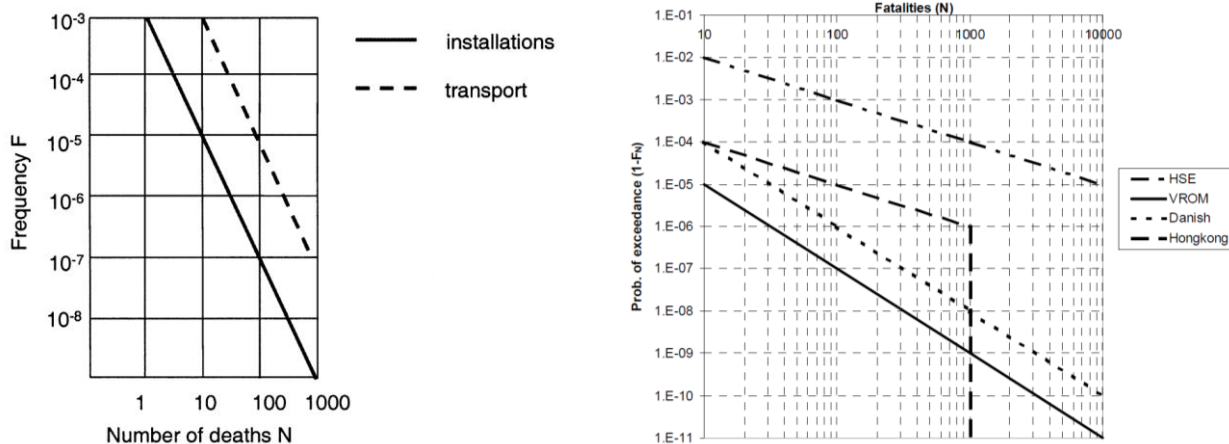
$$PLL = \iint_A IR_s(x, y) \cdot N(x, y) \cdot dx dy$$

gdje su  $IR_s(x, y)$  – vrijednost pojedinačnog rizika od smrti na dijelu područja, a  $N(x, y)$  – broj stanovništva na dijelu područja.

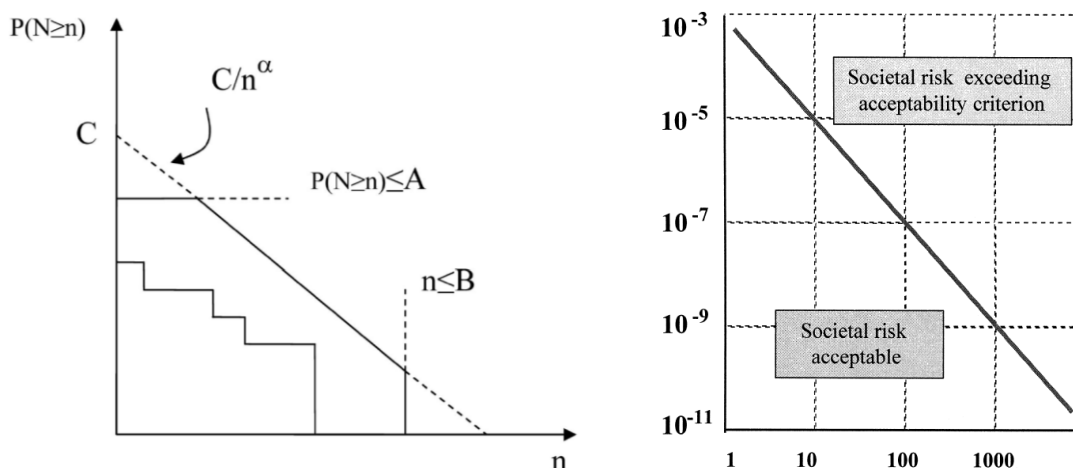
**Granice prihvatljivosti društvenog rizika** pokazalo se složenijim od granica za pojedinačne rizike zbog potrebe da se sagledaju vrlo rijetki događaji (male vjerojatnosti pojave) s ekstremnim posljedicama (kao što su velike nuklearne ili kemijske katastrofe). U međunarodnim standardima granice prihvatljivog društvenog rizika definiraju kao (a) *granična FN-krivulja prihvatljivog rizika* ili kao (b) *granični potencijalni broj smrti*. Granična FN-krivulja prihvatljivog rizika za smrt definira se za svaku opasnost pojedinačno (geohazardi, kemijski otrovi, itd.), vidi Slika 7.6, lijevo. Granična FN-krivulja prihvatljivog društvenog rizika može se napisati u obliku:

$$VGP = 1 - F_{N_s}(x) = \frac{C}{x^\alpha}$$

gdje su  $\alpha$  – nagib krivulje, a  $C$  – presjecište krivulje s ordinatnom osi (vidi Slika 7.7, lijevo). U nekim državama propisani su koeficijenti ( $\alpha, C$ ) graničnih FN-krivulja prihvatljivog društvenog rizika od smrti (Tablica 7.2). Obično je kao dio standarda određeno područje ispod granične FN-krivulje u kojem rizik od smrti ima *podnošljivu razinu* (engl. *as low as reasonably achievable, ALARA*).



Slika 7.6. Granične FN-krivulje prihvatljivog društvenog rizika od smrti u Nizozemskoj (lijevo) i ostalim državama (desno)



Slika 7.7. Primjer granične FN-krivulje prihvatljivog društvenog rizika od smrti

Tablica 7.2. Neki međunarodni standardi za granične FN-krivulje

Država	$\alpha$	C	Primjena
UK (HSE)	1	$10^{-2}$	Instalacije opasnih tvari
Hong Kong	1	$10^{-3}$	Instalacije opasnih tvari
Nizozemska (VROM)	1	$10^{-3}$	Instalacije opasnih tvari
Danska	1	$10^{-2}$	Instalacije opasnih tvari

Prihvatljiv društveni rizik također se izražava kao *granični potencijalni broj smrti* koji se koristi u pravilnicima o branama u Kanadi, Americi i Australiji<sup>69</sup>, a granične vrijednosti prikazane su u tablično (Tablica 7.3).

Tablica 7.3. Granični potencijalni broj smrti koji se koristi u pravilnicima o branama

Pravilnik	Granični potencijalni broj smrti (PLL) (god <sup>-1</sup> )
British Columbia Hydro (Kanada)	$PLL < 10^{-3}$
United States Bureau of Reclamation (SAD)	$PLL < 10^{-2}$

<sup>69</sup> D.S. Bowles, L.R. Anderson, J.B. Evelyn, T.F. Glover, D.M. van Dorpe (1999): Alamo dam demonstration risk assessment, ASDSO meeting, <http://www.engineering.usu.edu/uwrl/www/faculty/DSB/alamo.html>.

### 7.2.3 KVALITATIVNI PRISTUP ZA DRUŠTVENI RIZIK

U Australiji je 2012 godine predstavljen kvalitativan pristup definiranju prihvatljivog društvenog rizika od poplava za različite štetne posljedice po stanovništvo. Pristup uključuje rizik od smrtnih posljedica, ali i ostalih obično manje zastupljenih posljedica (izolacija, cestovna nepovezanost, stambeni objekti, gospodarski i industrijski objekti te kritična infrastruktura). U radu Stewart i dr. (2012)<sup>70</sup> predložene su granice prihvatljivosti rizika (prihvatljiv, podnošljiv i neprihvatljiv rizik) preko niza tablica (Tablica 7.4).

Tablica 7.4. Primjer tabličnog definiranja prihvatljivosti rizika u Australiji (Stewart i dr., 2012)

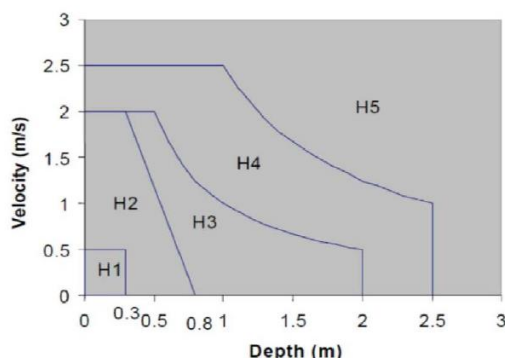
	Low Hazard	Medium Hazard	High Hazard
Low Probability			
Medium Probability			
High Probability			

Kod definiranja granica prihvatljivosti rizika (Slika 7.9) u obzir su uzeti različiti indikatori izloženosti, ugroženosti, ranjivosti i otpornosti:

- Dubina i brzina vode
- Stopa porasta i trajanje poplave
- Topografija
- Učinkovit pristup ugroženima
- Problemi s evakuacijom
- Učinkovito vrijeme upozorenja / brzina porasta poplavnih voda
- Spremnost za poplavu
- Prepreke i blokade
- Konstrukcija građevine
- Ranjivost
- Kritične i kumulativne posljedice
- Vode koje ulaze u zgrade

#### 7.2.3.1 Indikatori izloženosti

**Hidraulička izloženost** je definirana u pet kategorija (H1 do H5) s obzirom na odnos vrijednosti dubine i brzine vode (Slika 7.8).



Low Risk to Life and property		High Risk to Life and property		
H1	H2	H3	H4	H5
No significant life risk Property risk only to items which come in direct contact with floodwaters such as building contents	Low life risk. Able bodied adults can walk safely. Cars can float and precautions must be followed to keep them out of floodwaters	Able bodied adults cannot safely walk Only large vehicles (trucks) can safely travel.	Major life risk Light frame buildings (e.g. houses) can fail structurally	Extreme life risk Majority of buildings could fail

Slika 7.8. Kategorije hidrauličke izloženosti od poplave u australskoj metodi

<sup>70</sup> S. Molino, S. Roso, G. Hadzilacos (2012): How much risk should we take? Developing a framework for holistic risk based floodplain planning, 2012 Floodplain Management Australia National Conference.

**Indikator trajanja poplave** uključen je kroz trajanje razdoblja u kojem je zajednica, grad ili jedan objekt (seoska kuća) odsječen uslijed poplave i može imati značajan utjecaj na troškove i štetne posljedice povezane s poplavom. Na primjer:

- Produljeno razdoblje izolacije u stresnim situacijama može pogoršati anksioznost i poremećaje povezane s traumom nakon događaja;
- Može doći do nestašice vode i hrane, što postavlja visoke zahtjeve ograničenim hitnim službama; i
- Hitne medicinske pomoći mogu se dogoditi s odgodom liječenja ili u najgorem slučaju spriječenom.

Trajanje poplave nije relevantno za sve kategorije rizika, ali se uzima u obzir pri određivanju opasnosti za kod procjene nekih rizika.

### 7.2.3.2 Indikatori ranjivosti

Ranjivost se donekle uzima u obzir u kategorijama hidrauličke opasnosti (Slika 7.8) koji prepoznaje da postoje hidraulički uvjeti iznad kojih su svi ljudi osjetljivi na poplave ili su sve drvene građevine ranjive na poplave.

Posljedice za zajednicu će se razlikovati ovisno o tipu objekata, pa će posljedice zatvaranja bolnice biti veće nego zatvaranje poslovnog objekta, barem u kratkom razdoblju. Nadalje, zatvaranje velikog poduzeća koje zapošljava mnogo mještana bit će veće posljedice od zatvaranja male trgovine.

Različite su mogućnosti upravljanja tijekom poplavnog događaja ako je poplavljen jedan dom nego ako je poplavljeno 1.000 zgrada, čak uz istu vjerojatnost pojave. Također, treba sagledavati udio poplavljenih objekata na jednom području, jer ako to predstavlja većinu objekata na području resursi će biti više rastegnuti.

#### (a) rizik od smrti za stambene objekte

Event range (1 in X)	Maximum hazard category of floodwater surrounding residential building								
	H1	H2		H3			H4		H5
		<24hrs	>24hrs	<2hrs	>2hrs but <24hrs	>24hrs	<24hrs	>24hrs	
1,000 - PMF	Green	Green	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	
100-1,000	Green	Green	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	
50 to <100	Green	Green	Green	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	
>10 to <50	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	
10	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Yellow	Red	Red	

#### (b) rizik od izolacije

Event range (1 in X)	Maximum hazard category of surrounding floodwater						
	H1	H2		H3-H5			
		<24 hrs	>24 hrs	<24 hrs		>24 hrs	
				Non vulnerable population	Vulnerable population	< 1,000people	> 1,000people
1,000 - PMF	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
100-1,000	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
50 to <100	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red
>10 to <50	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
10	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red



(c) rizik od cestovne nepovezanosti

Event Range (1 in X)	Road Type >H1 flooding						
	Collector Road	Distributor Road	Sub Arterial	Arterial	Highway	Motorway	Critical Evacuation Route
1,000 - PMF	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
100-1,000	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
50 to <100	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red
>10 to <50	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
10	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Red

(d) rizik za stambene objekte

Event Range (1 in X)	Above Floor Flooding	Ground floor ceiling depth flooding		H4		H5
		Two storey dwelling or second floor and above in unit block	Single storey dwelling or ground floor in unit block	Multistorey flood resistant unit block	All other dwellings	
1,000 - PMF	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
100-1,000	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red
50 to <100	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red
>10 to <50	Red	Red	Red	Red	Red	Red
10	Red	Red	Red	Red	Red	Red

(e) rizik za kritičnu infrastrukturu

Infrastructure Type	Within infrastructure categorisation					
	Local water supply network	Trunk mains	Reservoirs/Towers	Water Treatment Plant processing infrastructure	Water Treatment Plant throughput pumps and pipes and mains leading out of WTP	Source (e.g. Dam) and main trunk
<i>Electricity</i>	11 kV distribution system	33 kV power cables	33/11 kV substation	110 kV power cables	110/33 kV substation	275/110 kV substation & 275kV and higher voltage power cables
<i>Telecommunications</i>	Cables connecting mini exchanges	Mini exchanges	Other mobile phone towers cables connecting terminal exchanges and mobile phone towers to switching centres and each other	Terminal Exchanges And critical mobile phone (cellular) transmission towers	intercity cables and cables between switching centres	Radio transmission infrastructure used by emergency services. Telephone switching centres
<i>Emergency Services</i>				Minor Evacuation Centre	Station (Police/Fire brigade/Ambulance/SES)	Major Evacuation Centre or Control Centre (Police/Fire brigade/Ambulance/SES)
<i>Sewage and waste</i>			Gravity Pipes	Sewage pumps and waste tips or landfill	Sewage Water Treatment Plant	
<i>Health services</i>			Medical Centres	Private Hospitals and aged care facilities	Local Public Hospitals	Regional Public Hospitals
Duration					<24hrs	>24hrs
Event Range						
1,000 - PMF	Green	Green	Green	Green	Yellow	Red
100-1,000	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Red
50 to <100	Green	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
>10 to <50	Yellow	Red	Red	Red	Red	Red
10	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Slika 7.9. Granice prihvatljivosti rizika od različitih posljedica, prema Stewart i dr. (2012)

## 7.3 Okvirni prijedlog za analizu prihvatljivog rizika za pilot područja, uključujući i indikatore

### 7.3.1 KORACI PROVOĐENJA PILOT ISTRAŽIVANJA

Tema „prihvatljivog rizika“ u projektu „Društveni aspekti poplava“ ima posebnu važnost. Konceptualno je jasno da nije moguće sva plavljena područja u Hrvatskoj obraniti od poplava, niti je moguće iz ekonomskih i financijskih razloga ublažiti rizik od poplave izgradnjom nasipa na svim područjima. Za potrebe ovog projekta izrađeno je sociološko pilot istraživanje na području Karlovca, a čija je metodologija i rezultati istraživanja detaljno prikazani u poglavlju „5.1 Terensko istraživanje stavova stanovništva na karlovačkom području – Istraživačko izvješće“.

Prema provedenom istraživanju na karlovačkom području razvidno je da različiti pojmovi iz upravljanja rizicima od poplava (poplavni rizik, učestalost plavljenja, prihvatljiv rizik, mjere obrane od poplava) nisu sasvim jasni ispitanicima. Upravljanje rizicima od poplava se, u njihovom poimanju, svodi uglavnom na izgradnju obrambenih nasipa. Nadalje, razvidno je da su, radi nepoznavanja sadržaja iz upravljanja rizicima od poplave, neka pitanja otvarala dodatna pitanja (poput prihvatljivosti rizika, rezidualnih rizika, itd.).

Zbog toga se predlaže organizirati provedbu pilot istraživanja u četiri koraka:

1. Korak: Pilot područje i uzorak
  - a. Definiranje pilot područja na teritoriju Republike Hrvatske.
  - b. Definiranje uzoraka stanovništva u dogovoru s lokalnom vatrogasnom postrojbom i JLS na odabranim pilot područjima.
2. Korak: Edukacija stanovništva
  - a. Provođenje edukacije stanovništva na odabranim pilot područjima o suvremenom pristupu kod upravljanja rizicima od poplave.
3. Korak: Provođenje samog pilot istraživanja.
4. Korak: Analiza rezultata.

Kod provođenja pilot istraživanja važno je definirati pilot područje kako i sam uzorak ispitanika na području, ali i metodu istraživanja. Metodologija primijenjena na pilot istraživanju na karlovačkom području se pokazala vrlo učinkovitom te se predlaže isti pristup primijeniti i za ostala pilot područja.

### 7.3.2 METODOLOGIJA ZA PILOT ISTRAŽIVANJA

#### 7.3.2.1 Korak 1: Pilot područja i uzorak

Definiranje pilot istraživanja i uzorka su od presudne važnosti uspješnog istraživanja. U terenskom istraživanju na karlovačkom području također su bila uključena pitanja za prihvatljiv rizik. Prema dobivenim odgovorima u dijelu prihvatljivih posljedica (Tablica 5.4) pokazuje se da život, zdravlje, materijalna imovina te životi domaćih životinja većini ispitanika nisu prihvatljiva šteta. Relativno najveća razina prihvatljivosti (oko jedne četvrtine ispitanika) odnosi na štete koje se odnose na vrtove, voćnjake i poljoprivredne površine.

Kod odabira pilot područja i uzorka ispitanika predlaže se sagledati sljedeće:

- Predlaže se odabrati područja na kojima je u prethodnom razdoblju (ne dužem od 20 godina) zabilježen jedan ili više poplavnih događaja. Predlaže se uključiti područje zagrebačke županije (poplava 2009. godine), međimurske županije (poplava 2011. godine), županijske Posavine (poplava 2014). Unutar svakog područja napraviti dvije skupine ispitanika (ispitanici A i B).
- Unutar svakog pilot područja formirati u dvije skupine ispitanika, kako slijedi:
  - **Ispitanici A:** Prihvatljivost rizika od poplava za stanovništvo u urbanim i s njim povezanim područjima.
  - **Ispitanici B:** Prihvatljivost rizika od poplava za stanovništvo koje ima gospodarske objekte i poljoprivredne površine izvan urbanog područja.
- Unutar svake grupe ispitanika (A i B) predlaže se provesti istraživanje na uzorku od 20 ispitanika.
- Određivanje pojedinih ispitanika predlaže se provesti u suradnji s lokalnom vatrogasnom postrojbom i JLS.

### 7.3.2.2 Korak 2: Edukacija stanovništva

Predlaže se provedbe edukacije stanovništva za stanovništvo iz odabranih uzoraka na temu suvremenih mjera upravljanja rizicima od poplava. Edukacija treba sadržavati kako različite tehničke mjere (bijele, sive, zelene mjere), tako i različite utjecaje pojedinih mjera (pozitivne i negativne).

### 7.3.2.3 Pilot istraživanje

Predlaže se provođenje terensko istraživanje preko anketnog upitnika. Anketni upitnik u ovoj studiji (Prilog 10.1) sadržavao je širi raspon pitanja, pa treba formirati novi upitnik tako da uključuje potrebna pitanja za analizu prihvatljivog rizika.

## 7.3.3 PREDLOŽENI INDIKATORI

Prema podacima iz literature uočava se da definiranje graničnih vrijednosti prihvatljivog rizika uključuje sljedeće indikatore:

- učestalost plavljenja područja
- izvor poplave i rizika
- nesigurnosti u izračunu rizika
- povijesni podaci poplavnim štetama
- stupanj averzije prema višestrukim plavljenjima

Prema rezultatima terenskog istraživanja i podacima iz literature, kao ulazne indikatore u analizi prihvatljivog rizika predlaže se uključiti:

- Indikatore izloženosti (A)
  - qa\_1. Dubina vode
  - qa\_2. Brzina vode
- Indikatore ugroženosti (B)
  - qb\_1. % prizemnica u ukupnom broju stambenih objekata
  - qb\_5. Trajanje poplavnog događaja na području
- Indikatore otpornosti (D)

- qd\_16. % nepoplavljenih zdravstvenih ustanova spram ukupnog broja zdravstvenih ustanova

Oznake indikatora su definirane u Generalnom modelu (GM) procjene posljedica poplava na stanovništvo (Tablica 6.2).

## 7.4 Smjernice i okvir za provođenje pouzdanijeg i sveobuhvatnijeg određivanja prihvatljivog rizika od poplava u budućnosti

Postoji mnoštvo literature o različitim aspektima koje treba sagledati kod upravljanja rizicima od poplava, a koje su elaborirani prethodnim poglavljima. U tom kontekstu, može se vidjeti relativno velikih broj predloženih ulaznih indikatora u generalnom modelu (GM) procjene posljedica poplava na stanovništvo (Tablica 6.2). Ipak, dosadašnji (kvantitativni) pristupi definiranja prihvatljivog rizika (poglavlje 7.2.2) sagledavaju samo smrtno posljedice poplava pri definiranju prihvatljivog rizika.

Postojeći rezultati pilot istraživanja na karlovačkom području i naredna istraživanja na drugim pilot područjima u Hrvatskoj se odnose na analize prihvatljivosti pojedinačnog rizika. Međutim, kod definiranja modela prihvatljivog rizika predlaže se sagledavanje prvenstveno šireg konteksta odnosno društveno prihvatljivog rizika.

Za određivanje prihvatljivog rizika od poplava kao okvir predlaže se koristiti *kvantitativni pristup društveno prihvatljivog rizika* (poglavlje 7.2.2), ali uz proširenje pristupa tako da se sagledaju i ostale posljedice poplava osim samo smrtnih posljedica.

Baze podataka u Republici Hrvatskoj nisu dostatne za provođenje kalibracije svih parametara modela (u Republici Hrvatskoj jedino je na području županjske Posavine u poplavi 2014. godine stradalo 2 ljudi), pa za kalibraciju modela treba sagledati mogućnost primjene ostalih povijesnih poplava, npr. poplava na zagrebačkom području 1964. godine.

## 8 PRIJEDLOG DALJNJIH AKTIVNOSTI ZA PROCJENU ŠTETNIH POSLJEDICA POPLAVA NA STANOVNIŠTVO

Temeljem pregleda literature, rezultata pilot istraživanja i preliminarnih rezultata modela daju se načelne preporuke i prijedlozi daljnjih aktivnosti.

## NAČELNE PREPORUKE

Rizik od poplava se definira kao kombinacija vjerojatnosti događaja i njegovih štetnih posljedica. Dosadašnji hrvatski pristup u upravljanju rizicima od poplava i definiranju mjera ublažavanja se bazira na ekonomsko-matematičkom modelu analize troškova i koristi (engl. *cost-benefit analysis, CBA*) različitih varijantnih rješenja na predmetnom području. Nadalje, ekonomsko-financijska valorizacija sagledava samo novčano mjerljive izravne štetne posljedice na objekte i gospodarstvo (NACER metodologija).

Ovo studijom napravljeno je određeno proširenje dosadašnje prakse kroz valorizaciju i kvantifikaciju društvenih posljedica poplava. Ipak, učinci poplava na društvo su raznovrsni i odvijaju se kroz različite prostorne i vremenske skale. Očigledne posljedice su bolje istražene, dok su one suptilnije procesno složenije uz manje poznate dugoročne učinke. Najizravnije i najočitije posljedice poplava su izravne štete nastale fizičkim kontaktom između poplavnih voda i gospodarskih objekata ili kulturne baštine, a očigledne posljedice za ljude su tjelesne ozljede i smrt. Neizravne ekonomske posljedice su štete u prostoru i vremenu izvan poplavnog događaja, poput gubitaka uslijed prekida poslovanja. Dugoročne neizravne posljedice na ljude i zajednice pogođene poplavama, uz doživljavanje materijalnih šteta i gubitak važnih osobnih stvari, imaju negativan psihološki učinak na žrtve poplava. O ovoj vrsti utjecaja poplave zna se puno manje: koliko dugo ti utjecaji traju? Zbog čega se neki ljudi ili zajednice oporavljaju brže od drugih ljudi uslijed financijskih gubitaka i emocionalnog stresa? Štoviše, utjecaji poplava nisu jednako raspoređeni po različitim skupinama društva. Siromašne, starije i marginalizirane društvene skupine posebno su osjetljive na učinke poplava utoliko što te skupine uglavnom imaju malo socijalnih, ljudskih i financijskih kapaciteta za oporavak od posljedica poplava. U mnogim zemljama žene redovito snose nesrazmjerno velik teret zbog svog društvenog statusa.

Katastrofalne poplave često pružaju „nove mogućnosti“ omogućujući bržu promjenu politike, a što rezultira novim politikama upravljanja rizicima od poplave. Takvi novoprihvaćeni aranžmani politike mogu dovesti do društvenih sukoba oko pitanja interesa, jednakosti i pravičnosti. Na primjer, poplave često potiču velika ulaganja u sustave obrane od poplave, a koja su povezana s visokim troškovima gradnje. Iako ove troškove obično snose porezni obveznici, često samo mali dio društva sudjeluje u njihovim koristima. Uz to, može se javiti društveni sukob oko toga gdje graditi građevinske mjere; kakav utjecaj imaju ove mjere na teren u pogledu potencijala gospodarskog razvoja, različitih vrsta namjene i zaštite prirode; te koji se učinci očekuju na nizvodna područja. U takvim sučeljavanjima pitanja sudjelovanja i donošenja odluka su središnja i često vrlo osporavana.

Iako su poplave obično povezane s negativnim društvenim utjecajima u industrijaliziranim zemljama, one također imaju pozitivne učinke na prirodu i društvo. U mnogim dijelovima svijeta egzistencija milijuna ljudi ovisi o ponavljajućim pojavama poplava. Na primjer, poljoprivredne zajednice u poplavnim ravnicama oslanjaju se na redovite poplavne vode koje nose hranjive sastojke i sedimente, obogaćujući tlo i čineći ga plodnim za obradu.

Međutim, odluke u upravljanju rizicima od poplava se ne temelje samo na mjerljivim činjenicama, već i na mnogim prosudbenim čimbenicima, npr. pravna i kulturna naslijeđa. Nadalje, provedeno terensko istraživanje na karlovačkom području pokazuje da štete na život, zdravlje i imovinu ljudi nisu financijski nadoknadivi, odnosno da se razoreni ili oštećeni krucijalni aspekti života socio-psihološki gledano ne mogu zamijeniti niti financijski nadoknaditi.

Temeljem izloženog daju se sljedeće načelne preporuke:

1. Formiranje holističkog pristupa za širu valorizaciju poplavnih rizika i analizu mjera ublažavanja. Predlaže se proširenje dosadašnjeg pristupa valorizacije na način da se uz ekonomsko-matematički model analize troškova i koristi (CBA) koriste i rezultati višekriterijske analize (MCA). Višekriterijska analiza uključuje različite posljedice na društvo, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarske aktivnosti i omogućava formiranje težinskih udjela koji su različiti po područjima.
2. Kod definiranja različitih mjera za ublažavanje rizika na nekom području i njihovih učinaka, predlaže se uključivanje i lokalnog stanovništva, a koje će također sudjelovati kod definiranja težinskih udjela pojedinih učinaka u MCA analizi. Definiranje konačnog seta mjera temeljit će se na rezultatima CBA i MCA analiza.
3. Predlaže se formiranje baze podataka o štetnim posljedicama poplava na stanovništvo, a koja će obuhvatiti broj zahvaćenih objekata, kao broj i vrstu kratkotrajnih i dugotrajnih ozljeda.

## PRIJEDLOZI DALJNJIH AKTIVNOSTI

Generalni model (GM) procjene šteta razvijen je na osnovu literaturnih pregleda, stručnog iskustva i ekspertnog mišljenja te predstavlja osnovu za izradu predloženih modela (DAP1 i DAP2) i podlogu za kasnije daljnje usavršavanje predloženih modela. Generalni model (GM) prilagođen je hrvatskim uvjetima, odnosno zasniva na prostorno distribuiranim podacima o stanovništvu i drugim podacima koji su Naručitelju na raspolaganju za Republiku Hrvatsku. Međutim, nije provedena kalibracija modela s nekim prethodnim poplavnim događajima.

Temeljem izloženog daju se preporuke za daljnje aktivnosti:

1. Prikupiti čim više informacija o kratkotrajnim i dugotrajnim ozljedama uslijed prethodnih poplava u Hrvatskoj i susjednim zemljama, posebice iz poplave 2014 godine u županjskoj Posavini.
2. Predlaže se provesti analizu pouzdanosti predloženog modela i unapređenje cjelokupne metodologije.
3. Provesti modelske simulacije i kalibraciju parametara predloženih modela (DAP1 i DAP2) temeljem malog broja odabranih povijesnih događaja gdje postoji dovoljno podataka da se u razumnim granicama može definirati broj i mjesto ugroženih ljudi, vrsta stanovanja itd. To će omogućiti unapređenje metodologije prema onim događajima koji su prouzročili posljedice za ljude. Baze podataka u Republici Hrvatskoj nisu dostatne za provođenje kalibracije svih parametara modela (u Republici Hrvatskoj jedino je na području županjske Posavine u poplavi 2014. godine stradalo 2 ljudi), pa za kalibraciju modela treba sagledati mogućnost primjene ostalih povijesnih poplava, npr. poplava na zagrebačkom području 1964. godine i druge.
4. Daljnje unapređenje metodologije korištenjem šireg niza studija slučaja kako bi se osigurala pouzdanost modela za niz različitih poplava. Posebna unapređenja trebaju biti vezana za definiranje granica pojedinih indikatora i njihovih težinskih udjela te vrijednosti pojedinih faktora posljedica. Pretpostavlja se da će razina pouzdanosti vjerojatno biti ograničena dostupnošću pouzdanih podataka.
5. Predlaže se u statističkim izvještajima dodati broj kroničnih bolesnika, jer je pogoršanje kroničnih bolesti jedna od čestih indirektnih posljedica poplava.
6. Predlaže se u statističkim izvještajima dodati broj stanovništva koje ne zna hrvatski jezik ni slične jezike (bosanski, srpski, crnogorski), jer je prenošenje informacija prema njima otežano pa je njihova ranjivost značajno veća.

7. U zakonskoj regulativi ne spominju se prava i obveze ugroženog stanovništva uslijed prirodnih nepogoda i katastrofa. Budući da ugroženi stanovnici nemaju uvjeta za normalan život, posljedično imaju i smanjenje radne sposobnosti, pa se predlaže definiranje njihovih radnih prava i obveza za vrijeme i nakon takvih događaja.
8. Provesti pilot istraživanje prihvatljivosti rizika od poplava te definirati model prihvatljivog rizika, jer će to pomoći u definiranju ciljeva i lokacija za smanjenje rizika pomoću sustava ranog upozorenja od poplava i drugih mjera.
9. Provesti analizu i potvrdu *vrijednosti statističkog života* u Hrvatskoj za potrebe ekonomske valorizacije varijantnih projektnih rješenja smanjenja rizika od poplava na stanovništvo.



## 9 LITERATURA

## 9.1 Popis primijenjenih zakona, pravilnika, propisa i normi

### Zakoni

1. Zakon o vodama (NN 153/09, NN 63/11, NN 130/11, NN 56/13, NN 14/14, NN 46/18)
2. Zakon o komori arhitekata i komorama inženjera u graditeljstvu i prostornom uređenju (NN 78/15, NN 114/18)
3. Zakon o ublažavanju i uklanjanju posljedica prirodnih nepogoda (NN 16/19)

### Uredbe, naredbe, upute i strategije

1. Državni plan obrane od poplava (NN 84/10)

## 9.2 Literatura

- [1] Abelson, P. (2008) *Establishing a Monetary Value for Lives Saved: Issues and Controversies*.
- [2] Aksha, S. K. *et al.* (2019) 'An Analysis of Social Vulnerability to Natural Hazards in Nepal Using a Modified Social Vulnerability Index', *International Journal of Disaster Risk Science*. Beijing Normal University Press, 10(1), pp. 103–116. doi: 10.1007/s1375301801927.
- [3] Alberini, A. *et al.* (2004) 'Does the value of a statistical life vary with age and health status? Evidence from the US and Canada', *Journal of Environment and Management*, 48(1), pp. 769–792. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2003.10.005>.
- [4] Alderman, K., Turner, L. R. and Tong, S. (2012) 'Floods and human health: A systematic review', *Environment International*, 47, pp. 37–47. doi: 10.1016/j.envint.2012.06.003.
- [5] Alfieri, L. *et al.* (2016) 'Modelling the socioeconomic impact of river floods in Europe', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(6), pp. 1401–1411. doi: 10.5194/nhess1614012016.
- [6] Allaire, M. (2018) 'Socioeconomic impacts of flooding: A review of the empirical literature', *Water Security*. Elsevier, 3, pp. 18–26. doi: 10.1016/j.wasec.2018.09.002.
- [7] AMEC Environment & Infrastructure UK Ltd (2011) *Methodology for valuing health impacts on the SHEcan project, IOM Research Project: P937/96*.
- [8] ARCADIS (2012) *A Floods Working Group (CIS) resource document Flood Risk Management, Economics and Decision Making Support*.
- [9] Armaş, I. and Gavriş, A. (2013) 'Social vulnerability assessment using spatial (SEVI model) and the Social Vulnerability Index SoVI model) Atmospheric – a case study for Bucharest, Romania', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 13, pp. 1481–1499. doi: 10.5194/nhess1314812013.
- [10] Asselma, N. E. M. and Jonkman, S. N. (2003) *Consequences of floods: the development of a method to estimate the loss of life*.
- [11] Australian Government (2008) *The Health of Nations: The Value of a Statistical Life*.
- [12] Awopetu, R. G., Awopetu, S. O. and Awopetu, M. S. (2013) 'The impact of flood on the socioeconomic status of residents of Wadata and Gadovilla communities in the Makurdi metropolitan area of Benue State, Nigeria', *WIT Transactions on the Built Environment*, 133, pp. 347–357. doi: 10.2495/DMAN130311.

- [13] Babcicky, P. and Seebauer, S. (2017) 'The two faces of social capital in private flood mitigation: opposing effects on risk perception, self-efficacy and coping capacity', *Journal of Risk Research*, 20(8), pp. 1017–1037. doi: 10.1080/13669877.2016.1147489.
- [14] Balica, S. F., Bouben, N. and Wright, N. G. (2009) 'Flood vulnerability indices at varying spatial scales', *Water Science & Technology*, 60(10), pp. 2571–2580. doi: 10.2166/wst.2009.183.
- [15] Balica, S. F. (2012) *Applying the flood vulnerability index as a knowledge base for flood risk assessment*. UNESCOIHE.
- [16] Balica, S. and Wright, N. G. (2010) 'Reducing the complexity of the flood vulnerability index', *Environmental Hazards*, 9(4), pp. 321–339. doi: 10.3763/ehaz.2010.0043.
- [17] Bockarjova, M., Rietveld, P. and Verhoef, E. (2012) *Composite Valuation of Immaterial Damage in Flooding: Value of Statistical Life, Value of Statistical Evacuation and Value of Statistical Injury*. Available at: <http://ssrn.com/abstract=2047062>.
- [18] Bos, R., Gore, F. and Bartram, J. (2008) *Safer water, better health: Costs, benefits and sustainability of interventions to protect and promote health*. Geneva: World Health Organization.
- [19] Bubeck, P., Otto, A. and Weichselgartner, J. (2017) 'Societal Impacts of Flood', in Cutter, S. L. (ed.) *Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science*. Oxford University Press. doi: 10.1093/acrefore/9780199389407.013.281.
- [20] Carlsson, F., Daruvala, D. and Jaldell, H. (2010) 'Value of Statistical Life and Cause of Accident: A Choice Experiment', *Risk Analysis*, 30(6), pp. 975–986. doi: 10.1111/j.15396924.2010.01399.x.
- [21] Carrera, L. et al. (2013) *Assessing direct and indirect economic impacts of a flood event through the integration of spatial and computable general equilibrium modelling*.
- [22] Chatterton, J. et al. (2008) *The costs of the summer 2007 floods in England*.
- [23] Cissé, G. (2019) 'Foodborne and waterborne diseases under climate change in low and middle-income countries: Further efforts needed for reducing environmental health exposure risks', *Acta Tropica*. Elsevier, 194(April), pp. 181–188. doi: 10.1016/j.actatropica.2019.03.012.
- [24] Connor, R. F. and Hiroki, K. (2005) 'Development of a method for assessing flood vulnerability', *Water Science & Technology*, 51(5), pp. 61–67.
- [25] Connor, R. F. (no date) 'Flood Vulnerability Index', in *Japan Water Forum (JWF)*.
- [26] Council of Ministers of BiH, European Union (EU), World Bank (WB/IBRD), U. N. (UN) (2014) *Bosnia and Herzegovina Floods, 2014: Recovery needs assessment*.
- [27] Cutter, S. L., Boruff, B. J. and Shirley, W. L. (2003) 'Social Vulnerability to Environmental Hazards', *Social Science Quarterly*, 84(2), pp. 242–261.
- [28] Cutter, S. L. and Finch, C. (2008) 'Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards', in *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, pp. 2301–2306.
- [29] Cutter, S. L., Mitchell, J. T. and Scott, M. S. (2000) 'Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown, South Carolina', *Annals of the Association of American Geographers*, 90(4), pp. 713–737.
- [30] Dandapat, K. and Panda, G. K. (2018) 'A geographic information system-based approach of flood hazards modelling, Paschim Medinipur district, West Bengal, India', *Jambá Journal of Disaster Risk Studies*, 10(1), p. a518. doi: <https://doi.org/10.4102/jamba.v10i1.518>.
- [31] Dash, P. and Sar, J. (2020) 'Identification and validation of potential flood hazard area using GIS-based multicriteria analysis and satellite data-derived water index', *Journal of Flood Risk Management*, pp. 1–14. doi: 10.1111/jfr3.12620.
- [32] de Blaeij, A. et al. (2003) 'The value of statistical life in road safety: a meta-analysis', *Accident Analysis and Prevention*, 35(6), pp. 973–986.

- [33] De Bruijn, K., Beckers, J. and van der Most, H. (2010) 'Casualty risks in the discussion on new flood protection standards in the Netherlands', *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 133, pp. 73–83. doi: 10.2495/FRIAR100071.
- [34] De Bruijn, K. *et al.* (2009) *Flood risk assessment and flood risk management*.
- [35] de Moel, H., van Alphen, J. and Aerts, J. C. J. H. (2009) 'Flood maps in Europe – methods, availability and use', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9, pp. 289–301.
- [36] Defra Flood and Coastal Defence Appraisal Guidance Social Appraisal (2008) *Supplementary Note to Operating Authorities: Assessing and Valuing the Risk to Life from Flooding for Use in Appraisal of Risk Management Measures*.
- [37] Defra/Environment Agency and Flood and Coastal Defence R&D Programme (2005) *The Appraisal of Human related Intangible Impacts of Flooding, R&D Technical Report FD2005/TR*.
- [38] DeKay, M. L. and McClelland, G. H. (1993) 'Predicting Loss of Life in Cases of Dam Failure and Flash Flood', *Risk Analysis*, 13(2). doi: 10.1111/j.15396924.1993.tb01069.x.
- [39] Delalay, M. *et al.* (2020) 'Methodology for future flood assessment in terms of economic damage: Development and application for a case study in Nepal', *Journal of Flood Risk Management*, e12623. doi: 10.1111/jfr3.12623.
- [40] Department of Health (2004) *Policy Appraisal and Health*.
- [41] Di Mauro, M. and Lumbroso, D. (2008) 'Hydrodynamic and loss of life modelling for the 1953 Canvey Island flood', in *FLOODrisk 2008*. Keble College, Oxford, UK, pp. 1117–1126.
- [42] Dobrovičová Svetlana, Dobrovič, R. and Ján, D. (2015) 'The Economic impact of floods and their importance in different Regions of the World with Emphasis on Europe', *Procedia Economics and Finance*, 34(15), pp. 649–655. doi: 10.1016/S22125671(15)016810.
- [43] Du, W. *et al.* (2010) 'Health Impacts of Floods', *Prehospital and Disaster Medicine*, 25(3), pp. 265–272. doi: 10.1017/S1049023X00008141.
- [44] Dwyer, A. *et al.* (2004) *Quantifying Social Vulnerability: A methodology for identifying those at risk to natural hazards*.
- [45] Emergency Management Australia (2002) *Disaster Loss Assessment Guidelines*.
- [46] Erickson, T. B. *et al.* (2019) 'Environmental health effects attributed to toxic and infectious agents following hurricanes , cyclones , flash floods and major hydrometeorological events', *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B: Critical Reviews*, 22(5–6), pp. 157–171. doi: 10.1080/10937404.2019.1654422.
- [47] European Commission (2010) *Risk Assessment and Mapping Guidelines for Disaster Management*. Brussels.
- [48] Fekete, A. (2009) 'Validation of a social vulnerability index in context to riverfloods in Germany', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 9(2), pp. 393–403. doi: 10.5194/nhess93932009.
- [49] Fekete, A. (2010) *Assessment of Social Vulnerability for RiverFloods in Germany*. UNITED NATIONS UNIVERSITY.
- [50] Fernandez, A. *et al.* (2015) 'Flooding and Mental Health: A Systematic Mapping Review', *PLoS ONE*, 10(4, e0119929). doi: 10.1371/journal.pone.0119929.
- [51] Fernandez, P., Mourato, S. and Moreira, M. (2016) 'Social vulnerability assessment of flood risk using GISbased multicriteria decision analysis. A case study of Vila Nova de Gaia (Portugal)', *Geomatics, Natural Hazards and Risk*. Taylor & Francis, 7(4), pp. 1367–1389. doi: 10.1080/19475705.2015.1052021.
- [52] Fernandez, P. *et al.* (2016) 'A new approach for computing a flood vulnerability index using cluster analysis', *Physics and Chemistry of the Earth*. Elsevier Ltd, 94, pp. 47–55. doi: 10.1016/j.pce.2016.04.003.
- [53] Fewtrell, L. and Kay, D. (2008) 'An attempt to quantify the health impacts of flooding in the UK using an urban case study', *Public Health*, 122(5), pp. 446–451. doi: 10.1016/j.puhe.2007.09.010.

- [54] Fewtrell, L., Kay, D. and Ashley, R. (2008) 'Flooding and health – an evaluation of the health impacts of urban pluvial flooding in the UK', in Fewtrell, L. and Kay, D. (eds) *Health Impact Assessment for Sustainable Water Management*. London, UK: IWA Publishing, pp. 121–154.
- [55] Fong, S. and Singh, A. (2010) *Flooding Tehnical Report*.
- [56] Frigerio, I. *et al.* (2016) 'A GISbased approach to identify the spatial variability of social vulnerability to seismic hazard in Italy', *Applied Geography*, 74, pp. 12–22. doi: 10.1016/j.apgeog.2016.06.014.
- [57] Gao, J., Nickum, J. E. and Pan, Y. (2007) 'An assessment of flood hazard vulnerability in the Dongting Lake Region of China', *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 12(1), pp. 27–34. doi: 10.1111/j.14401770.2007.00318.x.
- [58] Ge, Y. *et al.* (2013) 'Assessment of social vulnerability to natural hazards in the Yangtze River Delta, China', *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 27(8), pp. 1899–1908. doi: 10.1007/s004770130725y.
- [59] Gilissen, H. K. *et al.* (2016) 'A framework for evaluating the effectiveness of flood emergency management systems in Europe', *Ecology and Society*, 21(4).
- [60] Gissing, A. *et al.* (2019) 'Influence of road characteristics on flood fatalities in Australia', *Environmental Hazards*. Taylor & Francis, 18(5), pp. 434–445. doi: 10.1080/17477891.2019.1609407.
- [61] Green, C. (2004) 'The evaluation of vulnerability to flooding', *Disaster Prevention and Management*, 13(4), pp. 323–329. doi: 10.1108/09653560410556519.
- [62] Green, D. *et al.* (2017) 'Cityscale accessibility of emergency responders operating during flood events', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 17(1), pp. 1–16. doi: 10.5194/nhess1712017.
- [63] Groeve, T. De *et al.* (2014) *Current status and Best Practices for Disaster Loss Data recording in EU Member States*. doi: 10.2788/18330.
- [64] GuhaSapir, D. and Hoyois, P. (2015) *Estimating populations affected by disasters: A review of methodological issues and research gaps*. Brussels.
- [65] Gunasekera, R. *et al.* (2018) *Methodology Note on the Global RApid postdisaster Damage Estimation (GRADE) approach*.
- [66] Hajat, S. *et al.* (2003) 'The human health consequences of flooding in Europe and the implications for public health: a review of the evidence', *Applied Environmental Science and Public Health*, 1(1), pp. 13–21.
- [67] Hall, J. W. *et al.* (2003) *A methodology for nationalscale flood risk assessment, Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Water and Maritime Engineering*. doi: 10.1680/wame.2003.156.3.235.
- [68] Hallegatte, S. and Przulski, V. (2010) *The Economics of Natural Disasters: Concepts and Methods*.
- [69] HR Wallingford (2006) *FD2321/PR. Flood Risks to People Phase 2. Project Record*.
- [70] HR Wallingford (2006) *FD2321/TR2. Flood risks to People Phase 2: Appendix 5.37 Flood Risk to People Calculations*.
- [71] Hrvatske vode (2019) *REGISTAR POPLAVNIH DOGAĐAJA: Područje malog sliva KrapinaSutla*.
- [72] Hudson, P. and Botzen, W. J. W. (2019) 'Cost – benefit analysis of floodzoning policies: A review of current practice', *WIREs Water*, 6(e1387). doi: 10.1002/wat2.1387.
- [73] Hutchins, S. S. *et al.* (2018) 'Public Health Agency Responses and Opportunities to Protect Against Health Impacts of Climate Change Among US Populations with Multiple Vulnerabilities', *Journal of Racial and Ethnic Health Disparities*, 5(6), pp. 1159–1170. doi: 10.1007/s4061501704029.
- [74] Institute of Medicine (2007) *Environmental Public Health Impacts of Disasters Hurricane Katrina: Workshop Summary*. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi: 10.17226/11840.

- [75] Institute of Medicine and National Research Council (2005) *Public Health Risks of Disasters: Communication, Infrastructure, and Preparedness: Workshop Summary*. Edited by P. G. R. William H. Hooke. Washington, D.C.: The National Academies Press. doi: 10.17226/11201.
- [76] Ivičić, I. et al. (2011) *Karlovačke rijeke: Upravljanje i zaštita Lokalna agenda za karlovačke rijeke za razdoblje od 2012. do 2017. godine*.
- [77] Janev Holcer, N. et al. (2015) 'Health protection and risks for rescuers in cases of floods', *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju*, 66(1), pp. 9–13. doi: 10.1515/aiht2015662559.
- [78] Jermacane, D. et al. (2018) 'The English National Cohort Study of Flooding and Health: the change in the prevalence of psychological morbidity at year two', *BMC Public Health*. BMC Public Health, 18(1).
- [79] Jonkman, S. N. et al. (2008) 'Integrated hydrodynamic and economic modelling of flood damage in the Netherlands', *Ecological Economics*, 66(1), pp. 77–90. doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.12.022.
- [80] Jonkman, S. N. (2003) *Loss of life caused by floods: an overview of mortality statistics for worldwide floods*.
- [81] Jonkman, S. N. (2005) 'Global Perspectives on Loss of Human Life Caused by Floods', *Natural Hazards*, 34, pp. 151–175.
- [82] Jonkman, S. N., van Gelder, P. H. A. J. M. and Vrijling, J. K. (2002) 'Loss of life models for sea and river floods', in Wu, B. S. et al. (eds) *Flood Defence '2002*. New York: Science Press, pp. 196–2006.
- [83] Jonkman, S. N. and Vrijling, J. K. (2008) 'Loss of life due to floods', *Journal of Flood Risk Management*, 1(1), pp. 43–56. doi: 10.1111/j.1753318X.2008.00006.x.
- [84] Jonkman, S. N., Vrijling, J. K. and Vrouwenvelder, A. C. W. M. (2008) 'Methods for the estimation of loss of life due to floods: a literature review and a proposal for a new method', *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, 46(3), pp. 353–389. doi: 10.1007/s1106900892275.
- [85] Jonkman, S. N. et al. (2009) 'Loss of Life Caused by the Flooding of New Orleans After Hurricane Katrina: Analysis of the Relationship Between Flood Characteristics and Mortality', *Risk Analysis*, 29(5), pp. 676–698. doi: 10.1111/j.15396924.2008.01190.x.
- [86] Jonkman, S. N. (2007) *Loss of life estimation in flood risk assessment Theory and applications*. Delft University of Technology.
- [87] Khajehei, S. et al. (2020) 'A Placebased Assessment of Flash Flood Hazard and Vulnerability in the Contiguous United States', *Scientific Reports*, 10(1). doi: 10.1038/s4159801957349z.
- [88] Khan, S. (2012) 'Vulnerability assessments and their planning implications: a case study of the Hutt Valley, New Zealand', *Natural Hazards*, 64(2), pp. 1587–1607. doi: 10.1007/s110690120327x.
- [89] Kind, J., Botzen, W. J. W. and Aerts, J. C. J. H. (2020) 'Social vulnerability in costbenefit analysis for flood risk management', *Environment and Development Economics*, 25(2), pp. 115–134. doi: 10.1017/S1355770X19000275.
- [90] Kirby, R. H. et al. (2019) 'Assessing Social Vulnerability to Flood Hazards in the Dutch Province of Zeeland', *International Journal of Disaster Risk Science*, 10(2), pp. 233–243. doi: 10.1007/s1375301902220.
- [91] Kluge, J. and Schaffner, S. (2008) 'The Value of Life in Europe — A MetaAnalysis', *Sozialer Fortschritt*, 57(10/11), pp. 279–287.
- [92] Kok, M. et al. (2005) *Standard Method 2004 Damage and Casualties Caused by Flooding*. Rijkswaterstaat.
- [93] Kolen, B. et al. (2013) 'EvacuAid: probabilistic evacuation model to determine expected loss of life for different strategies for mass evacuation', *Risk Analysis*, 33(7), pp. 1312–1333. doi: 10.1111/j.15396924.2012.01932.x.

- [94] Krupnick, A. (2007) 'Mortalityrisk Valuation and Age: Stated Preference Evidence', *Review of Environmental Economics and Policy*, 1(2), pp. 261–282. doi: 10.1093/reep/rem016.
- [95] Kundzewicz, Z. W., Pińskwar, I. and Brakenridge, G. R. (2013) 'Large floods in Europe, 1985 – 2009', *Hydrological Sciences Journal*, 58(1), pp. 1–7. doi: 10.1080/02626667.2012.745082.
- [96] Kvočka, D., Falconer, R. A. and Bray, M. (2016) 'Flood hazard assessment for extreme flood events', *Natural Hazards*, 84(3), pp. 1569–1599. doi: 10.1007/s110690162501z.
- [97] Lal, A., Fearnley, E. and Wilford, E. (2019) 'Local weather , flooding history and childhood diarrhoea caused by the parasite *Cryptosporidium* spp. : A systematic review and metaanalysis', *Science of the Total Environment*, 674, pp. 300–306. doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.02.365.
- [98] Lamond, J. E., Joseph, R. D. and Proverbs, D. G. (2015) 'An exploration of factors affecting the long term psychological impact and deterioration of mental health in flooded households', *Environmental Research*. Elsevier, 140, pp. 325–334. doi: 10.1016/j.envres.2015.04.008.
- [99] Legome, E., Robins, A. and Rund, D. A. (1995) 'Injuries Associated with Floods: The Need for an International Reporting Scheme', *Disasters*, 19(1), pp. 50–54.
- [100] Levy, K. *et al.* (2016) 'Untangling the impacts of climate change on waterborne diseases: A systematic review of relationships between diarrheal diseases and temperature, rainfall , flooding , and drought', *Environmental Science & Technology*, 50(10). doi: 10.1021/acs.est.5b06186.
- [101] Lianxiao and Morimoto, T. (2019) 'Spatial Analysis of Social Vulnerability to Floods Based on the MOVE Framework and Information Entropy Method: Case Study of Katsushika Ward, Tokyo', *Sustainability (Switzerland)*, 11(2), p. 529. doi: 10.3390/su11020529.
- [102] Lowe, D., Ebi, K. L. and Forsberg, B. (2013) 'Factors Increasing Vulnerability to Health Effects before, during and after Floods', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 10, pp. 7015–7067. doi: 10.3390/ijerph10127015.
- [103] Mambrey, V., Wermuth, I. and BöseO'Reilly, S. (2019) 'Auswirkungen von Extremwetterereignissen auf die psychische Gesundheit von Kindern und Jugendlichen', *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 62(5), pp. 599–604. doi: 10.1007/s00103019029377.
- [104] Markantonis, V., Meyer, V. and Schwarze, R. (2012) 'Valuating the intangible effects of natural hazards – review and analysis of the costing methods', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12(5), pp. 1633–1640. doi: 10.5194/nhess1216332012.
- [105] Mavhura, E., Manyena, B. and Collins, A. E. (2017) 'An approach for measuring social vulnerability in context: The case of flood hazards in Muzarabani district, Zimbabwe', *Geoforum*. Elsevier, 86(November), pp. 103–117. doi: 10.1016/j.geoforum.2017.09.008.
- [106] Menne, B. and Kendrovski, V. (2017) 'Managing health risks of flood', in *Sixth Ministerial Conference on Environment and Health*. Ostrava.
- [107] Merz, B. *et al.* (2010) 'Assessment of economic flood damage', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(8), pp. 1697–1724. doi: 10.5194/nhess1016972010.
- [108] Messner, F. *et al.* (2006) *Guidelines for Socioeconomic Flood Damage Evaluation*. FLOODsite Project Report.
- [109] Messner, F. *et al.* (2007) *Evaluating flood damages: guidance and recommendations on principles and methods*.
- [110] Meyer, V., Haase, D. and Scheuer, S. (2009) 'Flood Risk Assessment in European River Basins — Concept, Methods, and Challenges Exemplified at the Mulde River', *Integrated Environmental Assessment and Management*, 5(1), pp. 17–26.
- [111] Meyer, V. and Messner, F. (2005) *National Flood Damage Evaluation Methods A Review of Applied Methods in England, the Netherlands, the Czech Republic and Germany*.
- [112] Middlesex University Flood Hazard Research Centre (2014) *Support Tool No. 2: MultiCriteria Analysis (MCA) Guidelines of Flood Risk Management (FRM)*.

- [113] Middlesex University Flood Hazard Research Centre (2014) *Support Tool No. 1: Cost Benefit Analysis Guidelines of Flood Risk Management (FRM)*.
- [114] Minamiguchi, N. (2020) 'Health risks and hazards caused by floods'.
- [115] Mukherjee, S. and Hastak, M. (2018) 'A Novel Methodological Approach to Estimate the Impact of Natural Hazard Induced Disasters on Country/Region Level Economic Growth', *International Journal of Disaster Risk Science*. Beijing Normal University Press, 9(1), pp. 74–85. doi: 10.1007/s1375301701563.
- [116] Nasiri, H. and Shahmohammadi Kalalagh, S. (2013) 'Flood vulnerability index as a knowledge base for flood risk assessment in urban area', *Journal of Novel Applied Sciences*, 2(8), pp. 266–269.
- [117] Nasiri, H., Yusof, M. J. M. and Ali, T. A. M. (2016) 'An overview to flood vulnerability assessment methods', *Sustainable Water Resources Management*. Springer International Publishing, 2, pp. 331–336. doi: 10.1007/s408990160051x.
- [118] Nohara, M. (2011) 'Impact of the Great East Japan Earthquake and tsunami on health, medical care and public health systems in Iwate Prefecture, Japan, 2011', *Western Pacific surveillance and response journal (WPSAR)*, 2(4), pp. 24–30. doi: 10.5365/wpsar.2011.2.4.002.
- [119] OECD/European Observatory on Health Systems and Policies (2019) *Hrvatska: pregled stanja zdravstva i zdravstvene zaštite 2019.*, *State of Health in the EU*. Brussels: OECD Publishing.
- [120] Otmačić, V. (2014) 'Prirodne katastrofe i prava djece: naučene lekcije iz Županijske Posavine i Pounja', in *VI. Konferencija Hrvatske platforme za smanjenje rizika od poplava*.
- [121] Otomofa, J. O., Okafor, B. N. and Obienusi, E. A. (2015) 'Evaluation of the Impacts of Flooding On SocioEconomic Activities in Oleh , Isoko South Local Government Area , Delta State', *Journal of Environment and Earth Science*, 5(18), pp. 155–172.
- [122] Paterson, D. L., Wright, H. and Harris, P. N. A. (2018) 'Health Risks of Flood Disasters', *Clinical Infectious Diseases*, 67(9), pp. 1450–1454. doi: 10.1093/cid/ciy227.
- [123] Peck, A., Karmakar, S. and Simonovic, S. P. (2007) *Physical, economical, infrastructural and social flood risk – vulnerability analyses in GIS*.
- [124] Penning Rowsell, E. et al. (2005) 'Estimating Injury and Loss of Life in Floods: A Deterministic Framework', *Natural Hazards*, 36(1–2), pp. 43–64.
- [125] Penning Rowsell, E. et al. (2005) *The Benefits of Flood and Coastal Risk Management: A Handbook of Assessment Techniques*. London: Middlesex University Press.
- [126] Perinić, J., Mikac, R. and Vitas, P. (2015) 'Poplave – izazovi koji zahtijevaju promjenu diskursa djelovanja', *Bezbednost*, 56(3), pp. 98–114. doi: 10.5937/bezbednost1403098P.
- [127] Petelin, Š., Pergar, P. and Kirn, T. (2014) *Priprava strokovnih podlag za izvajanje poplavne direktive (2007/60/ES): Priprava ekonomskih vsebin načrtov zmanjševanja poplavne ogroženosti*.
- [128] Points, K. (2019) *Best Practice Regulation Guidance Note: Value of statistical life*.
- [129] Popovici, E.A. et al. (2013) 'Vulnerability assessment of rural communities to floods in the western part of Romania (Banat Plain)', in *International Multidisciplinary Scientific GeoConference and Mining Ecology Management, SGEM*, pp. 1161–1168.
- [130] Priest, S. et al. (2009) *Building models to estimate loss of life for flood events*.
- [131] Prohaska, T. R. and Peters, K. E. (2019) 'Impact of Natural Disasters on Health Outcomes and Cancer Among Older Adults', *Gerontologist*, 59, pp. 50–56. doi: 10.1093/geront/gnz018.
- [132] Prudent, N., Houghton, A. and Lubber, G. (2016) 'Assessing climate change and health vulnerability at the local level: Travis County, Texas', *Disasters*, 40(4), pp. 740–752.
- [133] Public Health England (2014) *Health advice: General information about mental health following floods*.
- [134] Rangel, M. A. T., Sapač, K. and Brilly, M. (2017) 'Analysis of the impact of flood events on the real estate market in two case studies – Ljubljana, Slovenia, and Boulder, Colorado, USA', in



- Grum, B. (ed.) *INTERDISCIPLINARY research on real estate : selected scientific discussions*. Institute of Real Estate Studies, pp. 83–94.
- [135] Republika Hrvatska and Državna uprava za zaštitu i spašavanje (2014) *Izvešće o provedbi mjera obrane od poplava i asanacije terena u Vukovarskosrijemskoj županiji*. Zagreb.
- [136] Republika Hrvatska and Pučki pravobranitelj (2014) *Izvešće pučke pravobraniteljice o ljudskim pravima u kontekstu katastrofe uzrokovane poplavom u Vukovarskosrijemskoj županiji*.
- [137] Rodríguez, H., Quarantelli, E. L. and Dynes Russell R. (eds) (2007) *Handbook of Disaster Research*. Springer.
- [138] Rogers, A. A. *et al.* (2019) 'Valuing non market economic impacts from natural hazards', *Natural Hazards*. Springer Netherlands, 99(2), pp. 1131–1161. doi: 10.1007/s11069019037617.
- [139] Roy, D. C. and Blaschke, T. (2011) 'A gridbased approach for spatial vulnerability assessment to floods: A case study on the coastal area of Bangladesh', in *7th International Symposium on Geoinformation for Disaster Management, Gi4DM*. Antalya, Turkey.
- [140] Rufat, S. *et al.* (2015) 'Social vulnerability to floods: Review of case studies and implications for measurement', *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14(4), pp. 470–486. doi: 10.1016/j.ijdr.2015.09.013.
- [141] Ruin, I. *et al.* (2008) 'Human exposure to flash floods – Relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France', *Journal of Hydrology*, 361(1–2), pp. 199–213. doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.07.044.
- [142] Salman, A. M. and Li, Y. (2018) 'Flood Risk Assessment, Future Trend Modeling, and Risk Communication: A Review of Ongoing Research', *Natural Hazards Review*, 19(3). doi: 10.1061/(ASCE)NH.15276996.0000294.
- [143] Scottish Environment Protection Agency (SEPA) (no date) *The health effects of flooding*.
- [144] Shanmugam, K. R. (2000) 'Valuations of Life and Injury Risks: Empirical Evidence from India', *Environmental and Resource Economics*, 16(4), pp. 379–389.
- [145] Shanmugam, K. R. (2013) *Value of statistical life*. Dissemination paper 27.
- [146] Shifidi, V. T. (2014) *Socioeconomic assessment of the consequences of flooding in Northern Namibia*. Geography and Environmental Studies at Stellenbosch University.
- [147] Siew Len, N. L. *et al.* (2018) 'Flood Vulnerability of Critical Infrastructures Review', *Malaysian Journal of Geosciences*, 2(1), pp. 31–34. doi: 10.26480/mjg.01.2018.31.34.
- [148] Smith, K. and Ward, R. C. (1998) *Floods Physical Processes and Human Impacts*. John Wiley & Sons, Ltd. (UK).
- [149] Social Value UK (2016) *Valuation of a life*.
- [150] Spielman, S. E. *et al.* (2020) 'Evaluating social vulnerability indicators: criteria and their application to the Social Vulnerability Index', *Natural Hazards*, 100(1), pp. 417–436. doi: 10.1007/s1106901903820z.
- [151] Steinführer, A. (2007) *Social vulnerability and the 2002 flood: Country Report Germany (Mulde River)*.
- [152] Stieb, D. M. *et al.* (2019) 'Using maps to communicate environmental exposures and health risks: Review and bestpractice recommendations', *Environmental Research*, 176. doi: 10.1016/j.envres.2019.05.049.
- [153] Suljić, L. D. *et al.* (no date) *FLOODS IN BIH – Natural disaster and/or institutional inefficiency*. Tuzla, Bosnia and Herzegovina: Centers of civil initiatives.
- [154] Sung, C. and Liaw, S. (2020) 'A GISbased Approach for Assessing Social Vulnerability to Flood and Debris Flow Hazards', *International Journal of Disaster Risk Reduction*. Elsevier Ltd, 46. doi: 10.1016/j.ijdr.2020.101531.
- [155] Svensson, M. (2009) 'The value of a statistical life in Sweden: Estimates from two studies using the "Certainty Approach" calibration', *Accident Analysis and Prevention*, 41(3), pp. 430–437. doi: 10.1016/j.aap.2009.01.005.

- [156] Špitalar, M. *et al.* (2020) 'Analysis of Flood Fatalities – Slovenian Illustration', *Water (Switzerland)*, 12(1).
- [157] Špitalar, M. *et al.* (2014) 'Analysis of flash flood parameters and human impacts in the US from 2006 to 2012', *Journal of Hydrology journal*, 519(PA), pp. 863–870. doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.07.004.
- [158] Tapsell, S. M. *et al.* (2002) 'Vulnerability to Flooding: Health and Social Dimensions', *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360(1796), pp. 1511–1525. doi: 10.1098/rsta.2002.1013.
- [159] TascónGonzález, L. *et al.* (2020) 'Social Vulnerability Assessment for Flood Risk Analysis', *Water (Switzerland)*, 12(2). doi: 10.3390/w12020558.
- [160] The Associated Programme on Flood Management (APFM) (2015) *Flood Management Tool Series: Health and Sanitation Aspects of Flood Management*.
- [161] The Associated Programme on Flood Management (APFM) (2016) *Flood Management Tool Series: Public perception of flood risk and social impact assessment*.
- [162] The European Commission, The United Nations Development Group, T. W. B. (2013) *Postdisaster needs assessments, Volume A*.
- [163] Thieken, A. H. and Schwarze, R. (2008) 'Methods for the evaluation of direct and indirect flood losses', *4th International Symposium on Flood Defence: Managing Flood Risk, Reliability and Vulnerability*.
- [164] Viscusi, W. K. (2009) *Valuing Risks of Death from Terrorism and Natural Disasters*.
- [165] Viscusi, W. K. and Aldy, J. E. (2003) 'The Value of a Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates Throughout the World', *The Journal of Risk and Uncertainty*, 27(1), pp. 5–76.
- [166] Vlada Republike Hrvatske (no date) *Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku*.
- [167] Vojvodić, V. (2017) 'Zaštita okoliša: Izvješće Štete od poplava u Europi povećat će se pet puta do 2050.', *Kemija u industriji*, 66(11–12), pp. 682–683.
- [168] Voortman, H. G. *et al.* (2001) 'Definition of acceptable risk in floodprone areas', in *Proceedings of the international conference on structural safety and reliability*.
- [169] Vrijling, J. K. (1985) *Some considerations of an acceptable level of risk in the Netherlands*.
- [170] Wade, S. *et al.* (2005) 'Risks to people: developing new approaches for flood hazard and vulnerability mapping', in *Proceedings of the 40th Defra Flood and Coastal Management Conference*.
- [171] Waite, T. D. *et al.* (2017) 'The English national cohort study of flooding and health: crosssectional analysis of mental health outcomes at year one', *BMC Public Health*. BMC Public Health, 17(1), pp. 1–9. doi: 10.1186/s1288901640002.
- [172] Wei, Y. *et al.* (2004) 'The assessment of vulnerability to natural disasters in China by using the DEA method', *Environmental Impact Assessment Review*, 24(4), pp. 427–439. doi: 10.1016/j.eiar.2003.12.003.
- [173] Willis, I. and Fitton, J. (2016) 'A review of multivariate social vulnerability methodologies: A case study of the River Parrett catchment, UK', *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 16(6), pp. 1387–1399. doi: 10.5194/nhess1613872016.
- [174] World Bank and Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (2015) *Analyzing the Social Impacts of Disasters Volume I: Methodology*.
- [175] World Health Organization (2008) *International Health Regulations 2005: 2nd Edition*. World Health Organization.
- [176] World Meteorological Organization (WMO) (2006) *Social aspects and Stakeholder Involvement in Integrated flood Management*. WMONo. 1008, Geneva, Switzerland.
- [177] World Meteorological Organization (WMO) (2017) *Social Aspects and Stakeholder Involvement in Integrated Flood Management CommunityBased Flood Management in Thailand*. Geneva, Switzerland.

- [178] Zhai, G., Fukuzono, T. and Ikeda, S. (2006) 'An Empirical Model of Fatalities and Injuries Due to Floods in Japan', *Journal of the American Water Resources Association (JAWRA)*, 42(4), pp. 863–875.
- [179] Zhong, S. *et al.* (2018) 'The longterm physical and psychological health impacts of flooding: A systematic mapping', *Science of the Total Environment*, 626, pp. 165–194. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.01.041.
- [180] Županijski stožer za zaštitu i spašavanje Vukovarskosrijemske županije (2014) *Izvješće o katastrofi na području Vukovarskosrijemske županije*.

## 10 PRILOZI



	<p>20. Je li nakon poplavnog događaja bilo kakvih naplavina na vašem posjedu? Ako da, navedite radi li se o malim, srednjim ili velikim količinama naplavina.</p> <p>A. Velike naplavine B. Srednje naplavine C. Male naplavine D. Nije bilo naplavina</p>
<b>RANJIVOST</b>	
	<p>21. Nabrojite štetne posljedice poplava u vašem domaćinstvu:</p> <p>A. ozljede i bolesti članova kućanstva B. ozljede i bolesti kućnih ljubimaca, C. član kućanstva se odselio nakon poplavnog događaja, D. uginule domaće životinje (perad, goveda...), E. oštećenje materijalne imovine</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kuća,</li> <li>• stvari,</li> <li>• štala,</li> <li>• radionica,</li> <li>• garaža, ...),</li> </ul> <p>F. poplavljeni vrt, G. poljoprivredne površine, H. voćnjaci,</p> <p>Nešto drugo: .....</p>
	<p>22. Kako su pojedine štetne posljedice poplava utjecale na vaše kućanstvo (povećan stres, bolesti, ...)?</p>
	<p>23. Je li je bila potrebna evakuacija članova Vašeg kućanstva tijekom poplavnog događaja od strane vatrogasaca i djelatnika Civilne zaštite? Da / Ne</p>
	<p>24. Ako da, kome je, u Vašem kućanstvu (dob, spol, zdravstveno stanje, pokretljivost), bilo najteže pri evakuaciji tijekom poplavnog događaja?</p>
	<p>25. Kome je, u Vašem kućanstvu (dob, spol, zdravstveno stanje, pokretljivost), bilo najteže?</p> <p>A. fizički (nemogućnost kretanja, podizanja teških materijalnih stvari), B. kome psihički (stres, strah) tijekom poplavnog događaja?</p>
	<p>26. Jeste li tijekom poplavnog događaja mogli boraviti u vlastitoj kući? Ako ne, tko Vam je i gdje osigurao privremeni smještaj?</p> <p>A. Susjedi B. Rodbina C. Netko treći, tko ?.....</p>
	<p>27. Je li netko u Vašem kućanstvu ozlijeđen u postupcima prije, tijekom i nakon poplavnog događaja? Da / Ne</p>
	<p>28. Ako da, navedite ozljede i kako su nastale te objasnite kakav je to utjecaj imao na Vaše kućanstvo (da li je netko iz kućanstva trebao pomagati ozlijeđenom članu kućanstva, da li je ozljeda člana kućanstva negativno utjecala na Vaše zdravlje ili zdravlje drugih članova kućanstva)?</p> <p>A. Tip eventualne ozljede nekoga .....</p> <p>B. Pomoć dana nekome.....</p> <p>C. Utjecaj ozljede nekoga na člana domaćinstva na Vas</p>
	<p>29. Je li se netko u Vašem kućanstvu razbolio u postupcima prije, tijekom i nakon poplavnog događaja. Ako da, navedite bolesti (koje su bile i kako je došlo do razvoja bolesti) te objasnite kakav je to utjecaj imalo na Vaše kućanstvo (da li je netko iz kućanstva trebao pomagati bolesnom članu kućanstva, da li je bolest člana</p>

	kućanstva negativno utjecala na Vaše zdravlje ili zdravlje drugih članova kućanstva)?
	30. Koja su primanja Vašeg kućanstva (ispodprosječna, prosječna, iznad prosječna)?
	31. Da li bi se lakše nosili sa štetnim posljedicama ako bi imali veća primanja? Ako da, na koje štetne posljedice mislite?
	32. Je li se netko od članova Vašeg kućanstva odselio nakon poplave? A. Ne B. Da, tko? .....
	33. Razmišljate li se odseliti iz ovog područja? A. Ne B. Da
	34. Ako da, što bi se po Vama se trebalo napraviti da bi Vi ostali na ovom području?
<b>VRIJEDNOST</b>	
	35. Ako tijekom poplavnog događaja niste mogli boraviti u kući niti ste imali osiguran smještaj od strane lokalnih vlasti ili institucija, A. Tko je snosio troškove privremenog smještaja? B. Koliko su oni otprilike iznosili?
	36. Kako su ozljede i bolesti članova Vašeg kućanstva utjecale na primanja Vašeg kućanstva? A. Da, smanjena primanja uslijed bolovanja B. Nije bilo utjecaja
	37. Jeste li dobili kakvu naknadu od državnih institucija? Da / Ne
	38. Koliko su otprilike iznosili troškovi liječenja zbog bolesti ili ozljede uslijed poplavnog događaja? A. Nije bilo troškova liječenja B. Iznos troškova liječenja
	39. Možete li iznijeti novčani iznos najtežeg pojedinačnog slučaja štete? Iznos: ..... za: .....
	40. Koje se štetne posljedice za Vas i Vaše ukućane mogu iskazati; A. Novčano B. Ne mogu iskazati novčano  Kategorije šteta: A. ozljede i bolesti članova kućanstva B. ozljede i bolesti kućnih ljubimaca, C. član kućanstva se odselio nakon poplavnog događaja, D. uginule domaće životinje (perad, goveda...), E. oštećenje materijalne imovine, (kuća, stvari, štala, radionica, garaža ) F. poplavljeni vrt, G. poljoprivredne površine, H. voćnjaci, I. Nešto dodatno:.....
	41. Jeste li primili bilo kakvu pomoć, odštetu za uništeno u poplavama od državnih institucija? Da / Ne
	42. Ako da, je li dobiveni iznos bio dovoljan za sanaciju nastale štete?

	Da / Ne
	43. Da li se naknada odnosila samo na sanaciju imovine i materijalnih dobara?
	44. Da / Ne...ako ne, na što?
	45. Navedite ostale troškove koje ste imali nakon poplavnog događaja?
<b>PRIHVATLJIV RIZIK</b>	
	46. Definirajte koje su štetne posljedice za Vas i Vaše ukućane prihvatljive, a koje neprihvatljive? - P /N  Tipovi posljedica: A. ozljede i bolesti članova kućanstva i kućnih ljubimaca, P/N B. član kućanstva se odselio nakon poplavnog događaja, P/N C. uginule domaće životinje (perad, goveda...), P/N D. oštećenje materijalne imovine (kuća, stvari, štala, radionica, garaža, ...), P/N E. poplavljeni vrt, P/N F. poljoprivredne površine, P/N G. voćnjaci. P/N
	47. Je li bilo slučajeva da neki od objekata bilo stambeni, bilo gospodarski poslije poplave više nikada nije bio obnovljen i korišten? Da /Ne  Je li Vam to prihvatljivo ako bi za nastalu štetu dobili naknadu? Da / Ne
	48. Je li za Vas i za članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da Vam se kuća/posjed iznova plave ako ćete za nastalu štetu dobiti naknadu? Da / Ne
	49. Je li za Vas i za članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da Vam poplavi poljoprivredna površina, voćnjaci, vrt ako ćete za nastalu štetu dobiti naknadu? Da / Ne
	50. Je li za Vas i za članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da uslijed poplave postoji mogućnost ozljede i pojave bolesti ako ćete za troškove liječenja dobiti naknadu? Da / Ne
	51. Je li za Vas i za članove Vašeg kućanstva prihvatljivo da Vam uginu domaće životinje (perad, goveda...) ako ćete za nastalu štetu dobiti naknadu? Da / Ne
	52. Želite li da se u potpunosti spriječi plavljenje Vaše kuće/posjeda ili Vam je prihvatljivo da se „samo“ smanje štetne posljedice i učestalost? A. Želim da se spriječi plavljenje B. Smanjiti posljedice i učestalost
	53. Koji je Vaš prijedlog - što treba učiniti država da Vaša kuća i zemljište nikada više ne budu poplavljivani? Može li se tu nešto poduzeti u narednim godinama?



## 10.2 Prilog 2. Generalizacija DEFRA/EA i NSM metoda

### 10.2.1 MODEL DEFRA/EA

U nastavku se daje kratak opis DEFRA/EA metodologije iz Velike Britanije razvijene u sklopu projekta „Flood Risks to People“ [69]. Metode uključuje procjenu *morbiditeta* i *mortaliteta* od poplava na nekom području. *Apsolutni morbiditet* se odnosi na ukupni broj ozljeda uključujući i smrtne, a *apsolutni mortalitet* na ukupni broj smrtnih posljedica.

#### 10.2.1.1 Izračun apsolutnog morbiditeta

Prema DEFRA/EA metodologiji, koristeći originalnu nomenklaturu i terminologiju, ukupan broj ozljeda i smrti (apsolutni morbiditet) se računa prema izrazu:

$$N(I) = N \cdot X \cdot Y \quad (10.1)$$

gdje su:

- $N(I)$  = broj ozljeda i smrti (apsolutni morbiditet),
- $N$  = broj stanovnika na promatranom području (populacija),
- $X$  = udio ugroženog stanovništva unutar populacije (za određeni poplavni događaj),
- $Y$  = udio stanovništva koje će pretrpjeti ozljedu/smrt unutar ugroženog stanovništva.

#### 10.2.1.2 Izračun izloženosti

Stupanj izloženosti (*hazard rating, HR*) na promatranom području računa se u ovisnosti o dubini i brzini vode te prisutnosti naplavina. U 1. fazi DEFRA/EA projekta stupanj izloženosti (*HR*) računa se prema izrazu:

$$HR = d \cdot (v + 1.5) + DF \quad (10.2)$$

gdje je  $d$  dubina vode [m],  $v$  je brzina vode [m/s], a  $DF$  je faktor naplavina (*debris factor*) koji ima vrijednosti:

- 0 za slučaj kada je prisustvo naplavina malo vjerojatno,
- 1 za slučaj kada je prisustvo naplavina moguće,
- 2 za slučaj kada je prisustvo naplavina vjerojatno.

#### 10.2.1.3 Izračun ugroženosti

Stupanj ugroženosti područja (*area vulnerability, AV*) definira se u ovisnosti o sustavu upozorenja na poplave, brzini pojave poplave i karakteristikama područja (tip gradnje, prisutnost parkova itd.). U 1. fazi DEFRA/EA projekta razvijen je jednostavan model definiranja otpornosti (*AV*) kao

$$AV = B_1 + B_2 + B_3 \quad (10.3)$$

gdje su  $B_1$ ,  $B_2$  i  $B_3$  indikatori ugroženosti. Svakom indikatoru ugroženosti ( $B_1$ ,  $B_2$ ,  $B_3$ ) dodjeljuje se ocjena u rasponu od 1 do 3 prema tablici (Tablica 10.1).

Zbroj ocjena, koji iznosi od 3 do 9, predstavlja stupanj ugroženosti područja (*AV*).

Tablica 10.1 DEFRA/EA model za ocjenjivanje indikatora ugroženosti područja (AV)

Indikator ugroženosti	1 – područje malog rizika	2 – područje srednjeg rizika	3 – područje velikog rizika
B1: Upozorenje na poplave	Učinkovit i testiran sustav upozorenja na poplave i planovi evakuacije	Sustav upozorenja ograničen	Nema sustava upozorenja
B2: Brzina pojave poplave	Vrlo postepen (više sati)	Postepen (oko 1 sat)	Naglo plavljenje
B3: Karakteristike područja	Višekatne zgrade	Tipično rezidencijsko područje (katnice i prizemnice), gospodarsko i industrijsko područje	Prizemnice, kamp kućice, prometnice, parkovi, škole, kampovi i sl.

U sljedećem koraku računa se udio ugroženog stanovništva iz ukupne populacije ( $X$ ) kao umnožak stupnja izloženosti ( $HR$ ) i stupnja ugroženosti ( $AV$ ), vodeći računa da  $X$  mora biti manji ili jednak 1:

$$X = \min\left(HR \cdot \frac{AV}{100}, 1\right) \quad (10.4)$$

#### 10.2.1.4 Izračun ranjivosti

Stupanj ranjivosti (*people vulnerability*,  $Y$ ) definiran je u ovisnosti o demografskim i drugim karakteristikama osjetljive populacije koje mogu utjecati na vjerojatnost ozljeda/smrti. U DEFRA/EA metodi, stupanj ranjivosti ( $Y$ ) ovisi o dva indikatora: udjelu vrlo starog stanovništva i udjelu bolesnog/nemoćnog stanovništva. U 1. fazi DEFRA/EA projekta razvijen je jednostavan model definiranja stupanja ranjivosti (sa skalama od 3) prikazan tablično (Tablica 10.2).

Tablica 10.2 DEFRA/EA model za ocjenjivanje ranjivosti populacije

Indikator	10 stanovništvo malog rizika	25 stanovništvo srednjeg rizika	50 stanovništvo velikog rizika
C1: Udio vrlo starog stanovništva (> 75 god.)	značajno ispod nacionalnog prosjeka	oko nacionalnog prosjeka	značajno iznad nacionalnog prosjeka (uključujući domove za starije i nemoćne)
C2: Udio nepokretni/invalidi/kronično oboljelo stanovništvo	značajno ispod nacionalnog prosjeka	oko nacionalnog prosjeka	značajno iznad nacionalnog prosjeka (uključujući bolnice)

Svakom indikatoru ranjivosti ( $C_1$ ,  $C_2$ ) dodjeljuje se ocjena u vrijednostima 10, 25 ili 50 prema gornjoj tablici (Tablica 10.2). Zbroj ocjena predstavlja stupanj ranjivosti ( $Y$ ), odnosno  $Y = C_1 + C_2$ , u vrijednostima od 20 do 100.

#### 10.2.1.5 Izračun smrtnih posljedica

Ukupan broj ozljeda i smrti  $N(I)$ , odnosno apsolutnog morbiditeta, se računa prema izrazu (10.1). Osim apsolutnog morbiditeta  $N(I)$ , DEFRA/EA metodologija daje i procjenu apsolutnog mortaliteta  $N(D)$  prema izrazu:

$$N(D) = \min(0.02 \cdot HR, 1) \cdot N(I) \quad (10.5)$$

## 10.2.2 REFORMULACIJA I GENERALIZACIJA

Temeljem prikazane DEFRA/EA metodologije može se reformulacijom parametara modela definirati generalni model kvantifikacije broja ozljeda i smrtnih posljedica od poplava. Pri generalizaciji uvode se sljedeći elementi:

- Dvije su grupe koeficijenata (parametara) modela:
  - *Koeficijenti šteta* (koeficijent morbiditeta, koeficijent mortaliteta)
  - *Koeficijenti stanja* (koeficijent izloženosti, koeficijent ugroženosti, koeficijent ranjivosti)
- Svi modelski koeficijenti imaju raspon vrijednosti od 0 do 1, osim koeficijenta ranjivosti koji ima temeljnu vrijednost 1.
- Koeficijenti šteta dobivaju *množenjem* koeficijenata stanja.
- Koeficijenti stanja dobivaju se zbrajanjem *vaganih normaliziranih indikatora*.
- Vagani normalizirani indikatori dobivaju se temeljem vrijednosti *normaliziranog indikatora* i pratećih *težinskih udjela indikatora*.
- *Normalizirani indikator* predstavlja transformaciju mogućih ishoda *pojednog indikatora* (ulazni indikator) u raspon normaliziranih vrijednosti (obično od 0 do 1, ali može i veća gornja granica).

### 10.2.2.1 Procjena apsolutnih šteta

Apsolutni morbiditet (broj ozljeda i smrti):

$$N_i = k_i \cdot N \quad (10.6)$$

Apsolutni mortalitet (broj smrti):

$$N_d = k_d \cdot N \quad (10.7)$$

### 10.2.2.2 Koeficijenti šteta

Koeficijent morbiditeta:

$$k_i = \min(k_a \cdot k_b \cdot k_c, 1) \quad (10.8)$$

Koeficijent mortaliteta:

$$k_d = di \cdot k_i \quad (10.9)$$

gdje je  $di$  odnos mortaliteta spram morbiditeta.

### 10.2.2.3 Koeficijenti stanja

Koeficijent izloženosti (za morbiditet):

$$k_a = f(a_1, a_2, \dots, a_n) \quad (10.10)$$

Koeficijent ugroženosti (za morbiditet):

$$k_b = \sum_{j=1}^{n_b} \beta_j \cdot b_j \quad (10.11)$$

Koeficijent ranjivosti (za morbiditet):

$$k_c = \sum_{j=1}^{n_c} \gamma_j \cdot c_j \quad (10.12)$$

#### 10.2.2.4 Specifični dio za DEFRA/EA metodu

Koeficijent izloženosti (za morbiditet):

$$n_a = 3$$

$$k_a = \min \{0.045[d \cdot (v + 1,5) + DF], 1\}$$

Odnos mortaliteta spram morbiditeta:

$$di = \min \{0.02[d \cdot (v + 1,5) + DF], 1\}$$

Koeficijent ugroženosti (za morbiditet):

$$n_b = 3 \text{ (broj indikatora ugroženosti)}$$

$$\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 1/3 \text{ (težinski udjeli ugroženosti)}$$

$$b_1 = B_1/3, b_2 = B_2/3, b_3 = B_3/3 \text{ (normalizirani indikatori ugroženosti, gdje su } B_1, B_2, B_3 \text{ su prema Tablica 10.1)}$$

Koeficijent ranjivosti (za morbiditet):

$$n_c = 2 \text{ (broj indikatora ranjivosti)}$$

$$\gamma_1 = \gamma_2 = 1/2 \text{ (težinski udjeli ranjivosti)}$$

$$c_1 = C_1/25, c_2 = C_2/25 \text{ (normalizirani indikatori ranjivosti, gdje su } C_1, C_2 \text{ su prema Tablica 10.2)}$$

#### 10.2.2.5 Svojstva generalnog modela

Nastavno na početnu DEFRA/EA metodu, generalni model daje sljedeće:

- Definiraju se odvojeno ocjena izloženosti ( $k_a$ ) i ocjena ugroženosti ( $k_b$ ).
- Koeficijent ugroženosti ( $k_b$ ) skaliran na način da može imati vrijednosti od 0 do 1, a dobiva se zbrajanjem *težinskih normaliziranih indikatora ugroženosti*. Svi indikatori ugroženosti ( $b_j$ ) normalizirani su na raspon vrijednosti od 0 do 1, a zbroj težinskih udjela ugroženosti ( $\beta_j$ ) mora biti jednak 1.
- Koeficijent ranjivosti ( $k_c$ ) skaliran je na način da ima vrijednost 1 za „prosječnu“ populaciju, a dobiva se zbrajanjem *težinskih normaliziranih indikatora ranjivosti*. Svi indikatori ranjivosti ( $c_j$ ) normalizirani su na vrijednost 1 za „prosječnu“ populaciju (dijeljenjem ishoda indikatora s 25), a zbroj težinskih udjela otpornosti ( $\gamma_j$ ) mora biti jednak 1.
- Mogućnost *adaptacije* broja ulaznih indikatora i koeficijenata stanja na način:
  - odabira proizvoljnog broja ulaznih indikatora (za pojedini koeficijent stanja)
  - odabira proizvoljnog broja koeficijenata stanja (za izračun pojedine štetne posljedice)

Jedini matematički (predefinirani) element u generalnom modelu je određivanje koeficijenta izloženosti  $k_a$  (za morbiditet i mortalitet), pa je izrađena detaljnija analiza koeficijenta izloženosti kroz usporedbu mortaliteta za dvije metode (kao dio narednog poglavlja).

## 10.3 Prilog 3. Usporedba DEFRA/EA i NSM metoda

### 10.3.1 GENERALNI OBLIK DEFRA/EA I NSM METODA

Generalni oblik pojedinog modela također omogućava usporedbu različitih postojećih metoda/modela, kao i razvoj novih kvantitativnih ili kvalitativnih metoda/modela za procjenu štetnih posljedica poplava. U DEFRA/EA metodi osim mortaliteta dobiva se i morbiditet, dok se u NSM metodi procjenjuje samo mortalitet. Tablica 10.3 prikazuje usporedbu DEFRA/EA i NSM metoda u generalnom obliku.

Tablica 10.3 Izrazi DEFRA/EA modela i Nizozemske Standardne Metode (NSM) u generalnom obliku

Indikator	DEFRA/EA	NSM
Izloženost $k_a$	$k_d=0.0009 [d*(v+1.5) + DF]^2$	$k_d = 1$ , za $d > 7$ m <sup>2</sup> /s i $v > 2$ m/s $k_d = \min(1, 0.00145 * \exp(1.39h))$ , za $d > 1.5$ m i $w > 0.5$ m <sup>2</sup> /s $k_d = \min(1, 0.00134 * \exp(0.59h))$ , za ostalo
	d – dubina vode (m)	d – dubina vode (m)
	v – brzina vode (m/s)	v – brzina vode (m/s)
	DF – faktor naplavina	w – brzina porasta dubine (m/h)
Ugroženost $k_b$	$0.333 b_1 + 0.333 b_2 + 0.333 b_3$	$0.5 b_1 + 0.5 b_2$
	b1 – indeks upozorenja	b1 – indeks evakuacije na katove
	b2 – indeks brzine pojave poplave	b2 – indeks evakuacije izvan ugroženog područja
	b3 – indeks karakteristika područja	
Ranjivost $k_c$	$0.5 c_1 + 0.5 c_2$	1
	c1 – indeks starosti	
	c2 – indeks pokretnosti	

Iz usporedbe dviju metoda u generalnom obliku uočava se sljedeće:

- U DEFRA/EA metodi indikatori izloženosti su dubina, brzina i faktor naplavina, dok su u NSM metodi indikatori izloženosti dubina, brzina i brzina porasta dubine.
- U DEFRA/EA metodi, indikatori ugroženosti su upozorenje od poplave i brzina poplave (koji utječu na vjerojatnost uspješne evakuacije) te karakteristike područja (koji utječe na vjerojatnost evakuacije na katove), dok je u NSM metodi indikatori ugroženosti evakuacija na katove odnosno izvan ugroženog područja.
- U DEFRA/EA metodi, ranjivost populacije se razmatra, dok se u NSM metodi ne razmatra, što odgovara koeficijentu ranjivosti od 1 („prosječna“ populacija).

### 10.3.2 USPOREDBA PROCJENE KOEFICIJENTA IZLOŽENOSTI

Izrađena je usporedba koeficijenata izloženosti za procjenu mortaliteta, prema izrazima u generalnom obliku (Tablica 10.3). Tablica 10.4 prikazuje rezultatne koeficijente izloženosti za morbiditet i mortalitet za DEFRA/EA metodu (za DF=0), a Tablica 10.5 rezultatne koeficijente izloženosti za mortalitet za NSM metodu.

Tablica 10.4 Koeficijenti izloženosti za DEFRA/EA metodu

(a) koeficijent izloženosti za morbiditet (za DF=0)

k <sub>i</sub>	d (m)															
v (m/s)	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75	7.25	7.75
0.0	0.02	0.05	0.08	0.12	0.15	0.19	0.22	0.25	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.49	0.52
0.5	0.02	0.07	0.11	0.16	0.20	0.25	0.29	0.34	0.38	0.43	0.47	0.52	0.56	0.61	0.65	0.70
1.0	0.03	0.08	0.14	0.20	0.25	0.31	0.37	0.42	0.48	0.53	0.59	0.65	0.70	0.76	0.82	0.87
1.5	0.03	0.10	0.17	0.24	0.30	0.37	0.44	0.51	0.57	0.64	0.71	0.78	0.84	0.91	0.98	1.00
2.0	0.04	0.12	0.20	0.28	0.35	0.43	0.51	0.59	0.67	0.75	0.83	0.91	0.98	1.00	1.00	1.00
2.5	0.05	0.14	0.23	0.32	0.41	0.50	0.59	0.68	0.77	0.86	0.95	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.0	0.05	0.15	0.25	0.35	0.46	0.56	0.66	0.76	0.86	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.5	0.06	0.17	0.28	0.39	0.51	0.62	0.73	0.84	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4.0	0.06	0.19	0.31	0.43	0.56	0.68	0.80	0.93	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

(b) koeficijent izloženosti za mortalitet (za DF=0)

k <sub>d</sub>	d (m)															
v (m/s)	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75	7.25	7.75
0.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12
0.5	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.19	0.22
1.0	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.22	0.26	0.30	0.34
1.5	0.00	0.00	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.11	0.15	0.18	0.22	0.27	0.32	0.37	0.43	0.47
2.0	0.00	0.01	0.02	0.03	0.06	0.08	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.36	0.43	0.47	0.51	0.54
2.5	0.00	0.01	0.02	0.04	0.07	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.40	0.46	0.50	0.54	0.58	0.62
3.0	0.00	0.01	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.26	0.33	0.41	0.47	0.52	0.56	0.61	0.65	0.70
3.5	0.00	0.01	0.04	0.07	0.11	0.17	0.24	0.32	0.41	0.48	0.53	0.58	0.63	0.68	0.73	0.78
4.0	0.00	0.02	0.04	0.08	0.14	0.21	0.29	0.38	0.47	0.52	0.58	0.63	0.69	0.74	0.80	0.85

Tablica 10.5 Koeficijenti izloženosti za mortalitet za metodu NSM

(a) za slučaj w>0.5 m/h

k <sub>d</sub>	d (m)															
v (m/s)	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75	7.25	7.75
0.0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.07	0.13	0.27	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.5	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.07	0.13	0.27	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.07	0.13	0.27	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.07	0.13	0.27	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.07	0.13	0.27	0.53	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2.5	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.07	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.0	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.5	0.00	0.00	0.00	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4.0	0.00	0.00	0.00	0.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

(b) za slučaj w<0.5 m/h

k <sub>d</sub>	d (m)															
v (m/s)	0.25	0.75	1.25	1.75	2.25	2.75	3.25	3.75	4.25	4.75	5.25	5.75	6.25	6.75	7.25	7.75
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13
0.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13
1.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13
1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13
2.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13
2.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3.5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4.0	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Iz usporedbe funkcionalnih formi i numeričkih vrijednosti koeficijenata izloženosti uočava se sljedeće:

- U DEFRA/EA metodi, koeficijenti izloženosti su kontinuirane funkcije dubine i brzine vode, uz ograničavajuću vrijednost od 1, dok je u NSM metodi koeficijent izloženosti za mortalitet kontinuirana funkcija dubine i diskontinuirana funkcija brzine, s drastičnim skokom na vrijednost 1 za  $v = \max(7/d, 2)$  kao i skokom za  $d = 1.5$  m za slučaj  $w > 0.5$  m/h.
- Koeficijenti izloženosti za mortalitet su relativno slični za male brzine, za slučaj  $w < 0.5$  m/s u NSM metodi.

S obzirom na karakteristike funkcija kao i vrste poplava za koje su metode razvijene, ocjenjuje se da je funkcija za koeficijente izloženosti iz DEFRA/EA modela primjerenija za procjenu morbiditeta i mortaliteta od poplava u Hrvatskoj.

### 10.3.3 USPOREDBA PROCJENE KOEFICIJENATA UGROŽENOSTI

U DEFRA/EA metodi koeficijent ugroženosti se dobiva kao (vagana) sredina tri normalizirana indikatora, od kojih svaki može poprimiti po tri diskretne vrijednosti: 1/3, 2/3 i 1. Težinski udjeli indikatora su jednaki i iznose 1/3. Druge kombinacije težinskih udjela su moguće, kao i kontinuirane skale vrijednosti za neke ili sve indikatore.

Uspoređujući logiku u DEFRA/EA metodi s NSM metodom, ocjenjuje se da je logika direktnog procjenjivanja indeksa evakuacije u NSM metodi (na katove, u funkciji izgrađenosti, odnosno izvan ugroženog područja, u funkciji kvalitete sustava upozoravanja i evakuacijskih planova) primjerenija za kvantitativne procjene.

### 10.3.4 USPOREDBA PROCJENE KOEFICIJENATA RANJIVOSTI

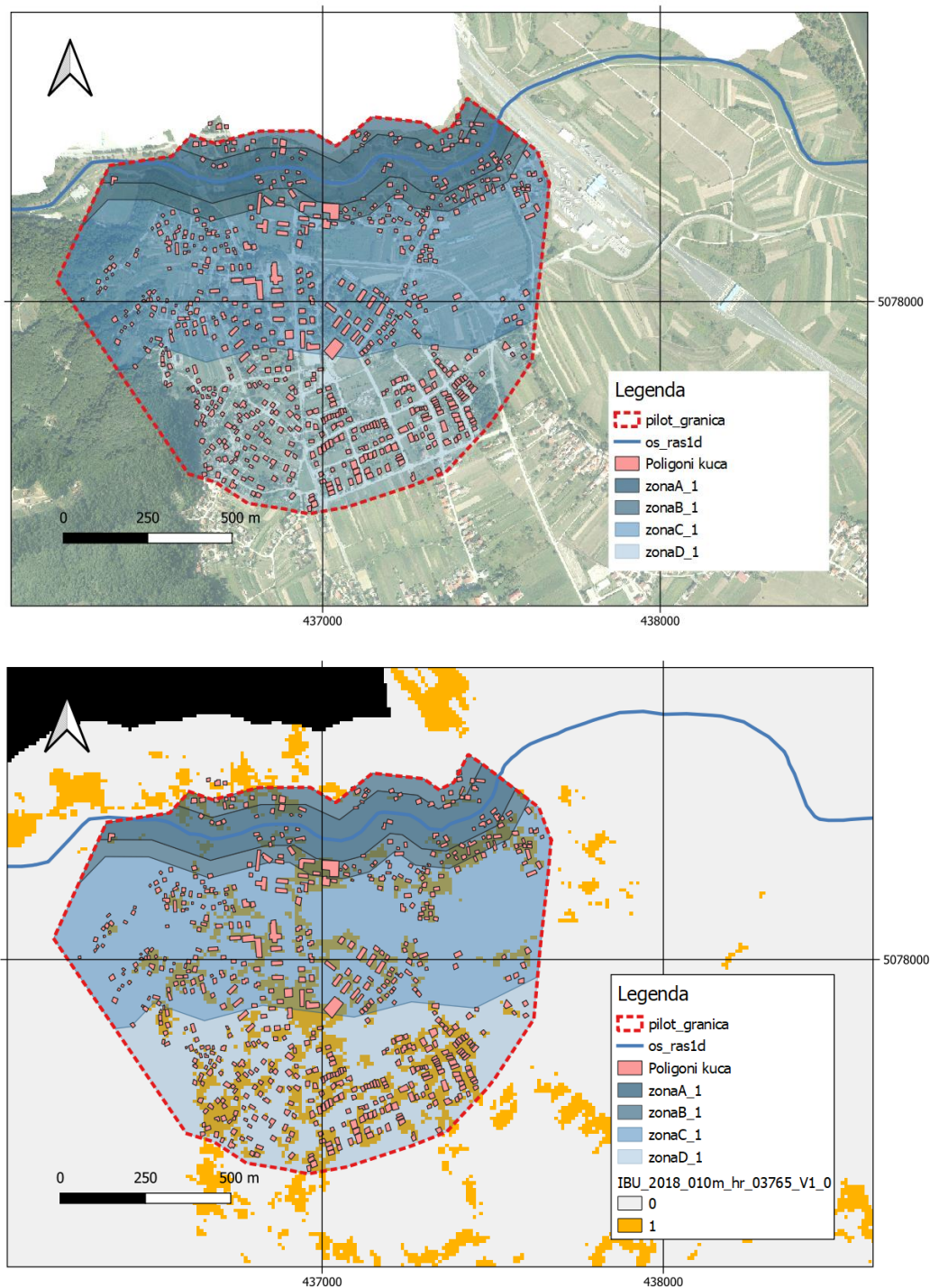
Ocjenjuje se da je logika definiranja koeficijenta ranjivosti stanovništva u DEFRA/EA metodi dobra. Efektivno, radi se o određenom povećanju ili smanjenju ukupnog morbiditeta odnosno mortaliteta u funkciji demografskih i drugih karakteristika populacije.

Skup indikatora se može proširiti, a njihove definicije i težinski udjeli odabrati tako da što je više moguće odgovaraju realnim povećanjima odnosno smanjenjima ukupnog morbiditeta odnosno mortaliteta.

Međutim, ocjenjuje se da je raspon koeficijenata ranjivosti od 0.2 do 2.0 u DEFRA/EA metodi prevelik i da bi trebao biti ograničen na užu interval, npr. 0.75 do 1.25.

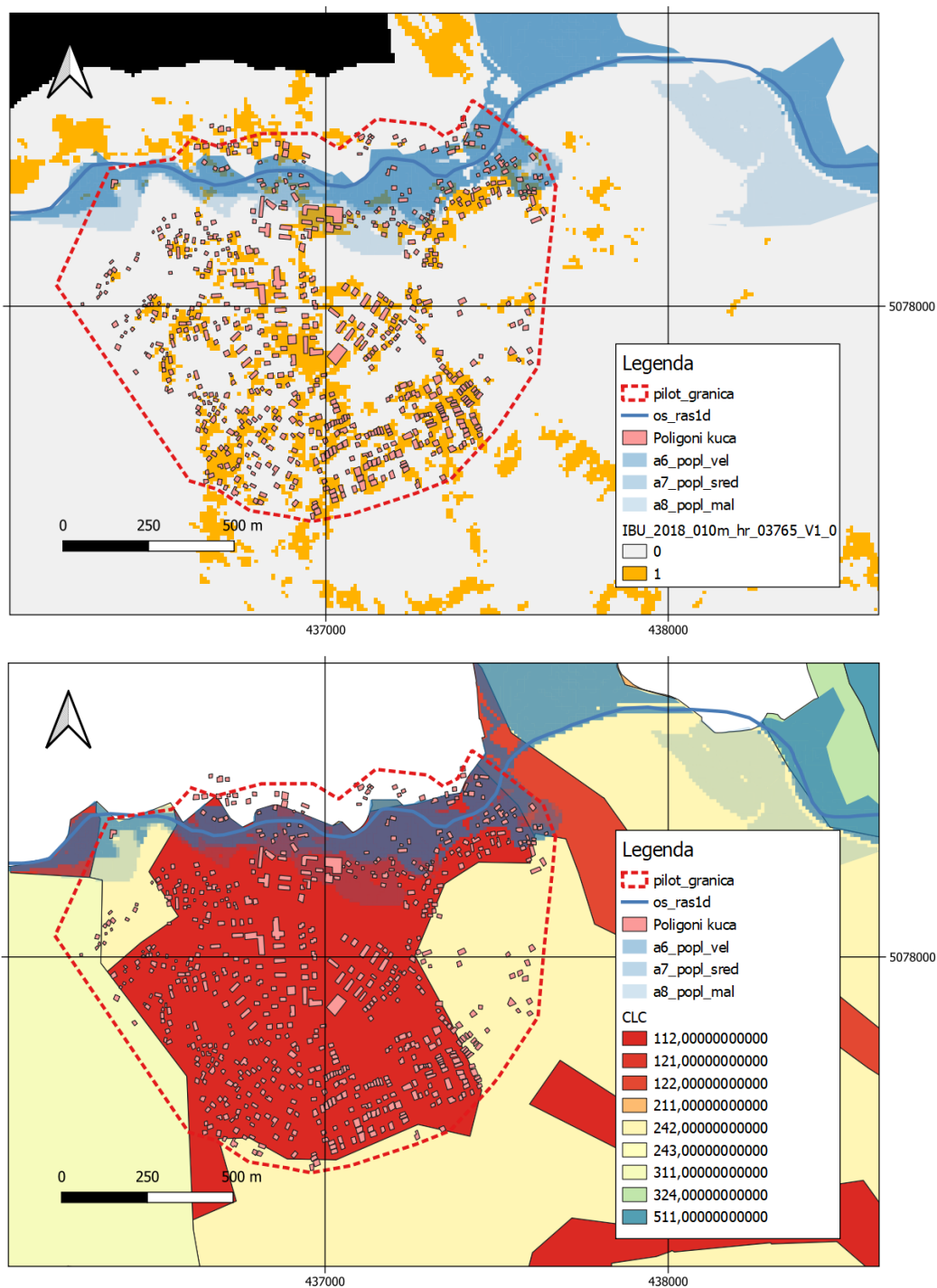
## 10.4 Procjena posljedica na stanovništvo na pilot području Bregane

### 10.4.1 PILOT PODRUČJE ZA MODEL - BREGANA



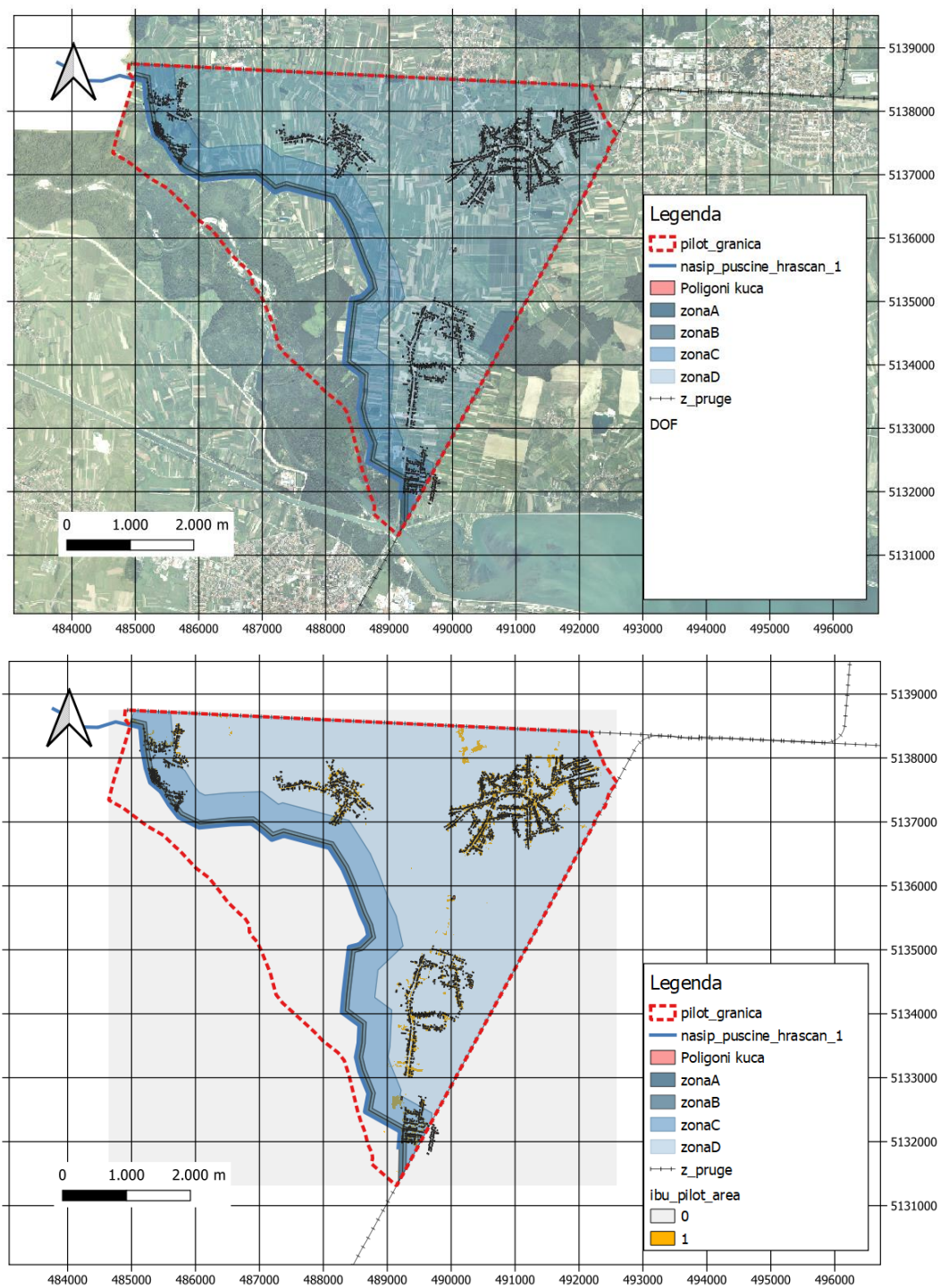
Slika 10.1. Pilot Bregana - Zone udaljenosti i digitalizirane zgrade



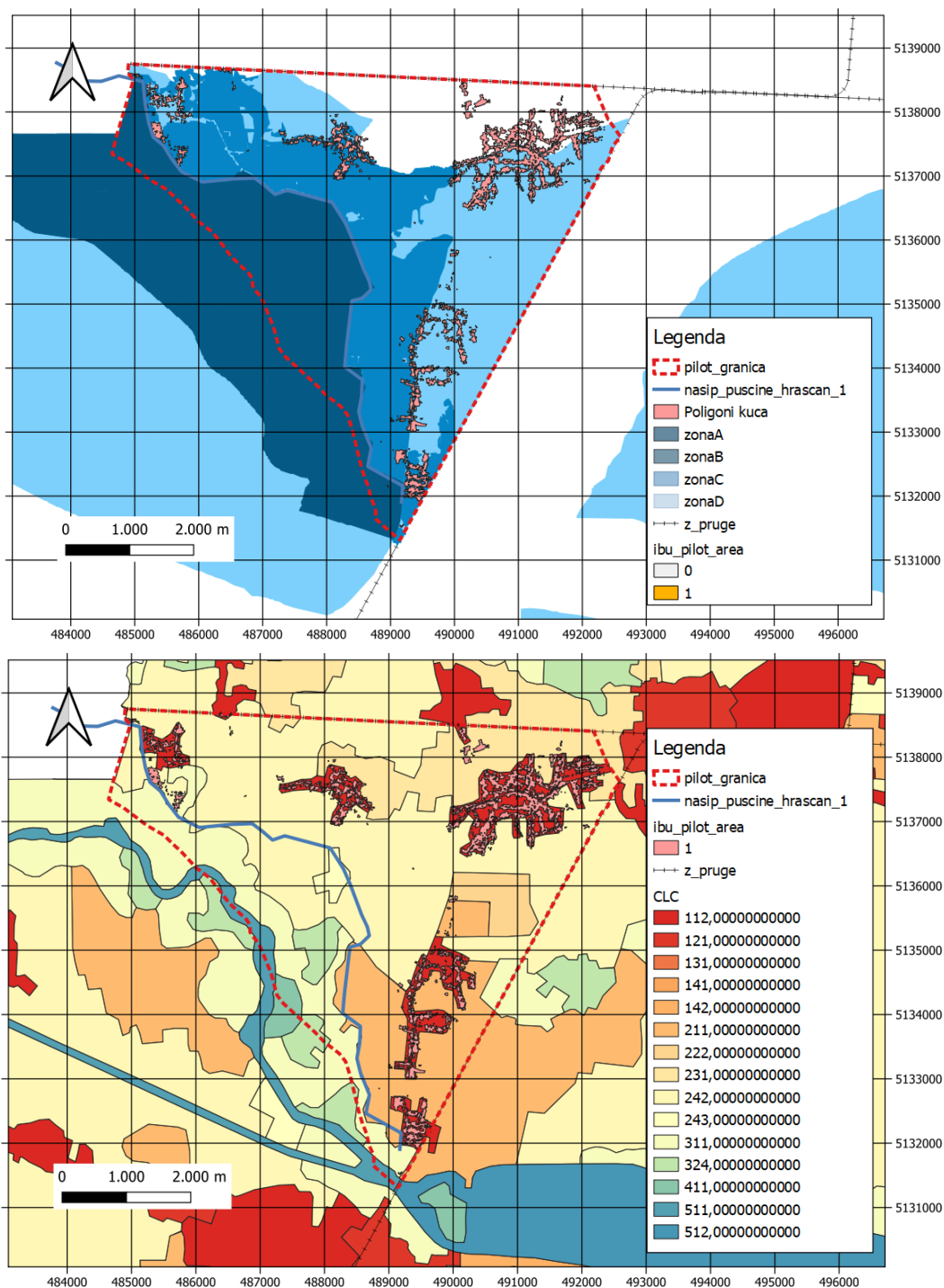


Slika 10.2. Pilot Bregana - Doseg vode za malu, srednju i veliku vjerojatnost pojave te pokrov (CLC2018)

## 10.4.2 PILOT PODRUČJE ZA MODEL - NEDELIŠĆE



Slika 10.3. Pilot Nedelišće - Zone udaljenosti i digitalizirane zgrade



Slika 10.4. Pilot Nedelišće - Doseg vode za malu, srednju i veliku vjerojatnost pojave te pokrov (CLC2018)