



## **Priporočila za pripravo prostorskih izvedbenih aktov s področja upravljanja z vodami**

### **Podpora smernici št. 48**

»Načrtovani posegi in ureditve na poplavno ogroženih območjih morajo biti zasnovani in izvedeni na način, da bodo stabilni in poplavno odporni, skladno s 4. členom Poplavne uredbe. Pri določanju poplavne odpornosti in stabilnosti se upošteva tudi vpliv podnebnih sprememb, to je vpliv povečanih pretokov izbrane verjetnosti v prihodnosti.«

### **Naslov:**

**Priporočila za določanje poplavne odpornosti in stabilnosti**



Usmeritve za načrtovanje poplavne odporne gradnje na območjih poplav se uporablja z namenom zagotavljanja odpornosti in stabilnost objektov, ki ju predpisuje Uredba o pogojih in omejitvah za izvajanje dejavnosti in posegov v prostor na območjih, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja (Uradni list RS, 34/25), imenovana »Nova poplavna uredba«. Načrtovanje poplavno odporne gradnje mora temeljiti na celostni analizi poplavnih tveganj, vključno z mehanskimi učinki, ki jih povzročajo zemeljski ali lesni drobir, skale ali drugi predmeti. S pravilno izbiro materialov, konstrukcijskih rešitev in zaščitnih ukrepov se zmanjša potencialno škodo in poveča varnost objektov na poplavnih območjih.

Pri načrtovanju poplavno odporne gradnje se upošteva hidrostatične in hidrodinamične obremenitve, ki jih povzroča tok poplavne vode, vzgonske sile ter mehanske obremenitve zaradi udarcev in abrazije drobirja in skal. Izbere se materiale, ki so odporni na vodo ter udarce in obrabo (npr. armirani beton z visoko trdnostjo, jeklene konstrukcije z zaščitnimi premazi).

Dokument podaja izhodišča za konstrukcijske in zaščitne ukrepe ter tehnična navodila za določanje hidrostatičnih in hidrodinamičnih sil, sil udarcev, tlačne trdnosti in stabilnosti proti pomiku in prevračanju.

### Metodološka izhodišča

Izhaja se iz naslednjih predpostavk:

- a) **Ogroženost = nevarnost \* ranljivost**
- b) **Ranljivosti = 1/ odpornostjo** (je obratno -sorazmerna z odpornostjo)
- c) **človek, stavba ali objekt je poplavno ogrožen, če se nahaja v območju poplavne (erozijske) nevarnosti** (je izpostavljen poplavam ali eroziji).

Odpornost vključuje tudi vidike stabilnost. Osnova za oceno poplavne odpornosti je Pravilnik o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Ur.l. 60/07), ki podaja merila za določitev razredov ranljivosti (Priloga 4) in kriterije za določitev razredov ogroženosti (Priloga 6). Za oceno poplavne ogroženosti so ključni podatki o razredih poplavne nevarnosti in ranljivosti (odpornosti). Odpornost se določa na osnovi dejanskih maksimalnih globin poplavnih vod in maksimalnih hitrosti poplavnega toka na območju analize. Poleg tega je za izdelavo oceno odpornosti ključno poznavanje območja obdelave in analiza preteklih poplavnih in erozijskih dogodkov.

Analiza se lahko izvaja na treh nivojih:

- A. Namenska raba prostora in prostorski akti: Oceno odpornosti in posledično **ogroženosti** za območja v merilu OPN, DPN in OPPN večjih dimenzij se izvede skladno s predpisanim postopkom *Pravilnika o metodologiji za določanje območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti* – v nadaljevanju *Pravilnik* (Ur.list RS. št.60/07). Način določevanja je predpisan v 16. členu *Pravilnika* in njegovo Prilogo 4, ki podaja merila za določitev razredov **ranljivosti**.

V naslednjem koraku se skladno s 17.členom *Pravilnika* in njegovo Prilogo 6 ter podatki o razredu poplavne oziroma erozijske nevarnosti določiti **ogroženost**. Določitev ogroženosti se izvede s pomočjo matrike in je odvisna od **razreda nevarnosti** in od **razreda ranljivosti**.

- B. Za območja, kjer je možna in smiselna natančnejša obdelava (OPPN, posegi na nivoju enot urejanja prostora (EUP) oziroma kjer se nahajajo ali načrtujejo objekt s podobnimi značilnostmi), se izdela natančnejša analiza, pri kateri se upošteva dejanska (izračunana) globina pri visoki vodi Q10, Q100 in Q500, maksimalne hitrosti poplavnega toka pri izbranem



hidrološkem scenariju ter ocenjene velikosti erozijskih procesov. Pri tej analizi se skupine objektov analizira po vertikalni razporeditvi (kleti, pritličja, nadstropja).

- C. Pri analizi posameznih objektov se upošteva dejanske lastnosti posameznega obstoječega ali načrtovanega objekta (vrsta materiala, način gradnje, višine etaž) in hidravlične lastnosti poplavnega toka pri hidrološkem scenariju in velikost erozijskih procesov.

### Podatki

Za izdelavo ocene odpornosti so potrebni podatki o hidravličnih lastnosti pojava in podatki o gradbenih, konstrukcijskih in etažnih lastnosti stavb. Nabor potrebnih podatkov o hidravličnih lastnosti poplavnih tokov za določitev poplavne odpornosti podaja Preglednica 1, nabor posameznih lastnosti objektov Preglednica 2, vrste gradbenega materiala Preglednica 3, načini gradnje Preglednici 4 in relevantne višinske razporeditve etaž Preglednica 5.

Poplave	Erozija	Vir
Gladine (kote) Q10, Q100, Q500		Hidravlična analiza
Hitrosti pri Q10, Q100, Q500,		Hidravlična analiza
Ocena maksimalnih možnih hitrosti na izpostavljenih delih objektov, ki niso dovolj natančno vključena v model		Ekspertno mnenje
Ocena tipa plavin in plavja ter možnih količin	Sestava tal (geološka) do globine pričakovanih erozijskih procesov, podatki o reliefu	Ekspertno mnenje, geotehnična ali draga poročila

*Preglednica 1: Spisek podatkov za določitev poplavne odpornosti in stabilnosti*

Predpisane vsebine izdelave kart poplavne in erozijske nevarnosti (KPN, KEN) in razredov poplavne nevarnosti (KRPN, KREN) po pravilniku ne prikazujejo relevantnih maksimalnih globin vode in hitrosti vode za posamezne lokacije. Ker so rezultat hidravlične analize, jih uporabimo če na razpolago, drugače jih predpostavimo. Možna je predpostavka največjih možnih parametrov a glede na razred ali glede na doseg poplave in teren.

Za območja, kjer je možna natančnejša analiza se upošteva dejanska (izračunana) globina pri visoki vodi Q10, Q100 in Q500, maksimalne hitrosti poplavnega toka pri izbranem hidrološkem scenariju ter ocenjene velikosti erozijskih procesov. Pri tej analizi se skupine objektov analizira po vertikalni razporeditvi (kleti, pritličja, nadstropja). Pri analizi posameznih objektov se upošteva dejanske lastnosti posameznega obstoječega ali načrtovanega objekta. Analizirajo se vse etaže ter funkcionalni ali občutljivi prostori in naprave. Pri analizi se upošteva dejanska odpornost (ranljivost) posameznih delov objektov in naprav glede na hidravlične lastnosti pojavov. V Preglednici 2 so podane relevantne lastnosti obstoječih in (ali) načrtovanih objektov, za katere se preverja odpornost. V Preglednici 3 je odpornost opredeljena glede na vrste gradbenega materiala, v Preglednici 4 glede na način gradnje, v Preglednici 5 pa glede na višinsko razporeditev etaž. Odpornost proti eroziji delov objekta, ki so lahko izpostavljeni eroziji glede na način temeljenja oziroma glede na povezavo s temeljno podlago podaja Preglednica 6.

Poplave	Erozija	Vir
Število etaž nad gladino poplave (Q100, Q500)	Deli objekta, ki so pod površino okoliškega terena (izpostavljeni eroziji)	Načrt, Ekspertno mnenje



Vrsta gradbenega materiala (armirani beton, beton, betonski zidaki, opečni zidaki, montažna gradnja, materiali neodporni na vlago – les, mavčne plošče..) v posameznih etažah	Vrsta temeljev objekta (točkovni, linijski, ploskovni, pilotirani temelji). Vrsta podlage pod temelji (kamnita greda, ekspandirano steklo, granulati). Vrste gradbenega materiala delov objekta, ki so lahko izpostavljeni eroziji (AB, beton, kamen v betonu, kamen, betonski zidaki)	Načrt, Ekspertno mnenje
Lega funkcionalnih delov objektov in naprave v objektu		Načrt
Lega občutljivih objektov in naprav v objektu		Načrt
Dostopnost (možnost umika – evakuacije po varni poti v času poplav – erozije)		Ekspertno mnenje
Možnost nadgradnje z varovalnimi PP ukrepi	Možnost povečanja erozijske odpornosti	Ekspertno mnenje

Preglednica 2: Lastnosti objektov za preverjanje poplavne in erozijske odpornosti in viri informacij.

### Izdelava ocene odpornosti za objekte

Ocena odpornosti za manjše skupine podobnih objektov (EUP) ali za posamezne objekte se izvaja s pomočjo štiristopenjske lestvice, ki opredeljuje odpornost kot obratno-sorazmerna lastnost ranljivosti. Pri tem se predpostavi, da ima objekt zares odporen na poplave (»velika odpornost«) le, če je izven dosega poplavne (ali erozijske) nevarnosti. Oznako »zmerno odporen« dobi, če je ranljivost majhna ali zrelo majhna in če se nahaja na poplavah majhnih globin in hitrosti (cca do 0.5 m, 0.5m/s). Objekti »majhne odpornosti« pa so tisti, ki so precej ranljivi (srednja ranljivost), se nahajajo v večjih globinah in hitrostih vode, ampak se potrebni večji sistemski ukrepi, da se zagotovi njihovo varnost in stabilnost. »Brez odpornosti« so objekti, kjer lahko pride do ogrožanja ljudi in porušitev. Stopnje označimo po številkah in barvah kot sledi:

- 0: ni poplavne nevarnosti, ni ranljivosti = **velika odpornost**  
 1: majhna poplavna nevarnosti, zelo majhna in majhna (sprejemljiva) ranljivost = **zmerna odpornost**: potrebni osnovni ukrepi za preprečevanje škod na opremi, gradbene konstrukcije odporne – majhna ogroženost  
 2: srednja poplavna nevarnost, srednja ranljivost=**majhna odpornost**: potrebni sistemski ukrepi, da ne pride do poškodb konstrukcije in inštalacij – srednja ogroženost  
 3: srednja ali velika poplavna nevarnost, velika ranljivost = **brez odpornosti**: potrebni večji sistemski ukrepi varnosti pred porušitvami in generalni načrti evakuacije (obstaja nevarnost za zdravje in življenje) – velika ogroženost



Vrsta materiala	Poplavna odpornost				Opomba
	Velika	Zmerna	Majhna	Brez odpornosti	
Armiran beton s hidroizolacijo	+				
Armiran beton brez hidroizolacije	+	+			
Beton		+			



Betonski zidaki		+	+		Odvisno od hidroizolacije
Plinobetonski zidaki			+		
Opečni zidaki			+		
Lesena gradnja			+	+	Odvisno od nosilne konstrukcije in obremenitev
Suhomontažna gradnja (mavec)				+	Odvisno od nosilne konstrukcije in obremenitev
Umetni materiali (HPL..)		+	+	+	Odvisno od nosilne konstrukcije in obremenitev
Izolacije XPS, EPS	+	+	+	+	Odvisno od nosilne konstrukcije
Izolacije iz kamene mineralne volne			+	+	

Preglednica 3: Poplavna odpornost gradbenega materiala.

Način gradnje	Poplavna odpornost				
	Velika	Zmerna	Majhna	Brez odpornosti	Opomba
Masivna gradnja	+	+	+		
Skeletna gradnja	+	+	+	+	

Preglednica 4: Poplavna odpornost glede na način gradnje

Etaže v dosegu poplave	Poplavna odpornost				
	Velika	Zmerna	Majhna	Brez odpornosti	Opomba
Podkleteni objekt		+ Kesonska gradnja	+ Varovanje s PP stenami	+ Z odprtinami in uvozi brez PP zaščite	
Pritličja in nadstropja			+ Varovanje odprtin (okna, vrata) s PP stenami	+ Brez PP zaščite	

Preglednica 5: Poplavna odpornost etaž v dosegu poplave

Temeljenje objekta (vrsta temeljev)	Odpornost proti eroziji				
	Velika	Zmerna	Majhna	Brez odpornosti	Opomba
Točkovni temelji		+	+	+	Odvisno od globine temeljenja



Linijski temelji	+	+	+	+	Odvisno od globine temeljenja
Temeljne plošče	+	+	+	+	Odvisno od globine temeljenja
AB piloti	+				
Temelji, dodatno sidrani	+	+			
Masivni temelji brez veziva ali AB povezave			+	+	

Preglednica 6: Odpornost proti eroziji delov objekta, ki so lahko izpostavljeni eroziji glede na način temeljenja oziroma glede na povezavo s temeljno podlago.

### Odpornost na obtežbe in ukrepi

Poleg poplavnosti in erozije se ob pripravi ocene upoštevajo še naslednji vidiki:

- Odpornost gradbene konstrukcije na hidrostatične obtežbe;
- Odpornost stavbnega pohištva na hidrostatične obtežbe;
- Vpliv vdora podzemne vode v objekt;
- Odpornost na vzgon;
- Lega funkcionalnih objektov;
- Odpornost na hidrodinamične obtežbe;
- Odpornost na plavje;
- Možnost evakuacije in
- Možnost izvedbe individualnih protipoplavnih ukrepov.

Možni ukrepi za zmanjšanje poplavne nevarnosti in ranljivosti ter posledično povečanje odpornosti so povzeti po NAČRTU ZMANJŠEVANJA POPLAVNE OGROŽENOSTI 2022–2027 (NZPO II) (Preglednica 7).

Oznaka ukrepa	Opis ukrepa	Vpliv ukrepa
U1	Določevanje in upoštevanje poplavnih območij ter posegi izven ta območja	Zmanjšanje nevarnosti
U2	Identifikacija, vzpostavitev in ohranitev razlivnih površin visokih voda	Zmanjšanje nevarnosti
U3	Prilagoditev rabe zemljišč v porečjih	Povečanje odpornosti
U4	Izvajanje hidrološkega in meteorološkega monitoringa	Zmanjšanje nevarnosti
U5	Vzpostavitev in vodenje evidenc s področja poplavne ogroženosti	Zmanjšanje nevarnosti
U6	Izobraževanje in ozaveščanje o poplavni ogroženosti	Povečanje odpornosti
U7a	Načrtovanje in gradnja gradbenih protipoplavnih ukrepov; Ukrepi za povečanje pretočnosti	Zmanjšanje nevarnosti
U7b	Načrtovanje in gradnja gradbenih protipoplavnih ukrepov; Ukrepi za zmanjšanje maksimalnih pretokov (izboljšanje zadrževanja vode)	Zmanjšanje nevarnosti
U8	Izvajanje individualnih (samozaščitnih) protipoplavnih ukrepov	Povečanje odpornosti
U9	Redno preverjanje učinkovitosti obstoječih (gradbenih) protipoplavnih ureditev	Povečanje odpornosti
U10	Redno vzdrževanje vodotokov, vodnih objektov ter vodnih in priobalnih zemljišč	Zmanjšanje nevarnosti
U11	Izvajanje rečnega nadzora	Zmanjšanje nevarnosti
U12	Protipoplavno upravljanje vodnih objektov	Zmanjšanje nevarnosti
U13	Zagotavljanje finančnih resursov za izvajanje gospodarske javne službe urejanja voda	Zmanjšanje nevarnosti
U14	Priprava načrtov zaščite in reševanja ob poplavah	Povečanje odpornosti



U15	Napovedovanje poplav	Povečanje odpornosti
U16	Opozarjanje v primeru poplav	Povečanje odpornosti
U17	Interventno ukrepanje ob poplavah	Povečanje odpornosti
U18	Ocenjevanje škode in izvajanje sanacij po poplavah	Povečanje odpornosti
U19	Dokumentiranje in analiza poplavnih dogodkov	Povečanje odpornosti
U20	Sistemske, normativne, finančne in druge ukrepe	Povečanje odpornosti

*Preglednica 7: Katalog protipoplavnih ukrepov z oceno kategorija vpliva na poplavno ogroženost*

V kolikor so za obravnavno območje določeni in ovrednoteni ukrepi za zmanjšanje poplavne nevarnosti ali povečanje odpornosti, se ovrednoti vpliv predvidenih ukrepov na analizirano območje.

### **Primeri**

Podajamo dva primera analize stanja nevarnosti in ranljivosti (odpornosti) ter oceno vpliva predvidenih protipoplavnih ukrepov.

Primer 1: Analiza skupine objektov (EUP) na območju Mestne občine Celje – občutljivi objekt doma za starejše. Poleg analize stanja je podana ocena vpliva dveh ukrepov in sicer zadrževanja na porečju in povišanja visokovodnih nasipov ob Savinji ter kombinacije obeh ukrepov.



Referenčna točka 75: Dom starejših občanov Jurčičeva ulica



		Današnje stanje nevarnosti in ogroženosti		Nabor SLO PPU U4, U5, U6, U8, U9, U14, U15, U17 in U19		PPU U7a in U7b					
						Dvig VV nasipa ob Savinji (U7a) Pretočnost se poveča iz 1340 na 1750 m <sup>3</sup> /s		Zadrževanje VV Savinji po DPN (U7b) Q100: 1473 > 1041 m <sup>3</sup> /s Q500: 2120 > 1622 m <sup>3</sup> /s		Skupaj	
Kriterij:	Deli objekta	Q100	Q500	Q100	Q500	Q100	Q500	Q100	Q500	Q100	Q500
Poplavnost	Klet	3	3	3	3	1	3	1	3	0	0
	Pritličje	1	3	1	3	0	2	0	2	0	0
	Nadstropja 1-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Erozija	Klet	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Pritličje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nadstropja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gradbeni materiali (odpornost)	Klet	3	3	3	3	0	3	0	3	0	0
	Pritličje (okna, vrata)	2	3	2	3	0	3	0	2	0	0
	Nadstropja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Legra funkcionalnih delov in naprave		?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Legra občutljivih objektov in naprav		?	?	?	?	?	?	?	?	?	?
Odpornost na hidrostatične obtežbe	Klet	3	3	3	3	0	2	0	2	0	0
	Pritličje	1	3	1	3	0	2	0	2	0	0
	Nadstropja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Odpornost na vzgon		1	1	1	1	0	1	0	1	0	0
Odpornost na hidrodin. obtežbe		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Odpornost na plavje		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Možnost umika (evakuacija)	Klet	3	3	3	3	0	3	0	3	0	0
	Pritličje	1	3	2	3	0	3	0	3	0	0
	Nadstropja	1	2	1	2	0	2	0	2	0	0
Možnost izvedbe PP ukrepov	Klet	Pogojno	Ne	Pogojno	Ne	Da	Ne	Da	Ne	Da	Da
	Pritličje	Da	Pogojno	Da	Pogojno	Da	Pogojno	Da	Pogojno		



Primer 2: Analiza posameznega objekta ob znanih podatkih o poplavni in erozijski nevarnosti ter posledicah poplave avgusta 2023

Št. DTP:	Objekt: Primer	Današnje stanje nevarnosti in ogroženosti	
Globina poplavne vode avgust 2023:	1,4 m		
Razred poplavne nevarnosti območje		Srednja	
Razred erozijske nevarnosti območja		Majhna	
Analiza objekta			
Kriterij:	Deli objekta	Q100	Q500
Poplavnost	Pritličje (2 stanovanji)	2	3
	Nadstropje	0	0
	Podstrešje	0	0
Erozija (območje 3)	Pritličje (2 stanovanji)	1	2
	Nadstropje	0	0
	Podstrešje	0	0
Podtalnica	Objekt v depresiji	1	
Odpornost gradbene konstrukcije na hidrostatične obtežbe	Pritličje (2 stanovanji)	1	2
	Nadstropje	0	0
	Podstrešje	0	0
Odpornost stavbnega pohištva (vrata, okna) na hidrost. obtežbe	Pritličje (2 stanovanji)	3	3
	Nadstropje	0	0
	Podstrešje		
Odpornost na vzgon	Pritličje (2 stanovanji)	1	2
	Nadstropje	0	2
Lega funkcionalnih delov in naprave	Pritličje	2	3
Lega občutljivih objektov in naprav		-	-
Odpornost na hidrodinamične obtežbe	Pritličje (2 stanovanji)	1	2
	Nadstropje	0	0
	Podstrešje	0	0
Odpornost na plavje	Pritličje (2 stanovanji)	1	2
	Nadstropje	0	0
	Podstrešje	0	0
Možnost umika (evakuacije)	Iz objekta	3	3
Možnost izvedbe PP ukrepov	Pritličje	2	3 (ni možno)

*Preglednica 1:* Stanje nevarnosti in odpornosti posameznih delov objekta in odziva ob nastopu poplav. Vrednost »0« je brez ogroženosti, vrednost »1« predstavlja majhno (sprejemljivo) ogroženost, vrednost »2« predstavlja zmerno ogroženost (potrebno ukrepanje), vrednost »3« pa predstavlja visoko (nesprejemljivo) stopnjo ogroženosti (nevarnost porušitve ali nevarnost za življenje).

Razred poplavne ogroženosti	Velika ogroženost
Razred erozijske ogroženosti	Srednja ogroženost
Možnost umika (ogroženo življenje)	Velika ogroženost



### Računski dokazi o stabilnosti in odpornosti, preveritve in izračuni

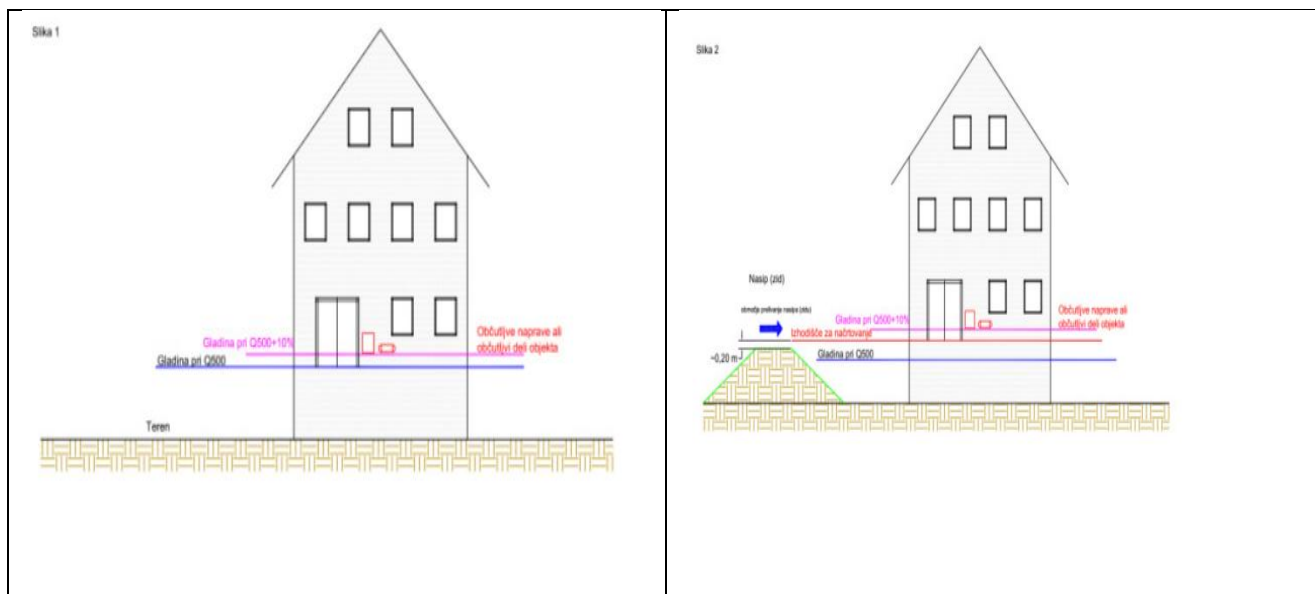
Pri umeščanju novih objektov na območja poplavne ali erozijske nevarnosti vključno z masnimi gibanji je potrebno pripraviti ustrezne računske dokaze o velikostnem redu nevarnosti ter odpornosti in stabilnosti objektov. Predlagani potrebni dokazi so podani na *Preglednici 8*.

Preglednica 8: Potrebni računski dokazi za umeščanje novih objektov na območja poplavne ali erozijske nevarnosti vključno z masnimi gibanji

Poplave	Erozija	Vir
Določitev hidrostaticnih tlakov in preveritev odpornosti na dele objekta pri Q100, Q500 (+PS?)	Izračun »vlečnih sil« (strižnih napetosti na stiku površine in poplavne vode (upoštevaje maksimalne hitrosti)), določitev mejnih zrn pri nevezanih zemljinah oziroma odpornosti površine glede na krovni sloj. Ocena velikosti možne globinske in bočne erozije	Načrt, Ekspertno mnenje
Preveritev odpornosti in stabilnosti objekta ali delov objekta na vzgon		Načrt, Ekspertno mnenje
Določitev hidrodinamičnih obremenitev objekta na območjih, kjer so hitrosti poplavnega toka večje od 1m/s. Proces predstavlja dodatno obremenitev objekta, ki je ključna za zagotovitev odpornosti.		Načrt, Ekspertno mnenje
Izračun vpliva plavja (odvisno od mase in hitrosti vodnega toka in trajanja dogodka?)		Načrt, Ekspertno mnenje
Izračun obremenitev zaradi masnih gibanj (prodonosnost, blatni tokovi, plazenje, drobirski tokovi)		Načrt, Ekspertno mnenje
Ocena razvoja naravnih procesov, ki vplivajo na odpornost glede na pričakovane (načrtovane) spremembe v prostoru, vpliv podnebnih sprememb, spremembe naravnih procesov in podobno		Ekspertno mnenje



### Primer umeščanja občutljivih objektov na poplavna območja



### Potrebni podatki za načrtovanje poplavno odporne gradnje:

- višina poplavnih voda: upošteva se višina pri projektnem pretoku s povratno dobo 100 let z varnostno višino 0.5 m; za občutljive objekte se upošteva višina poplavne vode pri projektnem pretoku s povratno dobo 500 let in doda varnostno višino 30 cm;
- potencialni viri drobirja in skal ter drugega materiala, ki jih lahko poplavni tok prinese
- hitrost in sila poplavnega toka, ki vplivata na udarce in obrabo materialov

### Usmeritve za določitev višine poplavne vode in hitrosti poplavnega toka:

Višine poplavne vode pri 100- oziroma 500-letni povratni dobi so izračunane pri modeliranju toka vode ob pripravi poplavnih kart, to je prostorskemu izračunu dosega poplavne vode pri 100-oziroma 500-letni povratni dobi ter določitvi razredov poplavne nevarnosti. Metode določitve dosega poplav in razredov poplavne nevarnosti podaja Pravilnik o metodologiji za določanje

območij, ogroženih zaradi poplav in z njimi povezane erozije celinskih voda in morja, ter o načinu razvrščanja zemljišč v razrede ogroženosti (Uradni list RS, št. 60/07).

V primeru, da so dosegi poplav in razredov že objavljeni v sloju integralnih kart poplavne nevarnosti na Atlasu voda (iKPN, iKRPN), podatkov o globinah vode in hitrostih pa ni moč pridobiti:

- se (nadmorske) višine poplavne vode in s tem dejanske globine poplavne vode določi s pomočjo nadmorskih višin robov poplav pri 100-letni oziroma 500-letni povratni dobi (doseg poplav Q100 oziroma Q500 v iKPN), ki so merodajni za izbrano lokacijo oziroma, če
- se robovi dosega poplav ne stikajo z dejanskim terenom (zaradi tako izbranih območij veljavnosti rezultatov), se globine vode določi iz razreda poplavne nevarnosti:
  - a) Če je objekt v razredu srednje poplavne nevarnosti se za maksimalno koto poplavne vode 100-letne povratne dobe privzame kota terena zvišana za 1.5 m;
  - b) Za objekt v razredu majhne in preostale poplavne nevarnosti se za maksimalno koto poplavne vode 100-letne povratne dobe privzame kota terena zvišana za 1.0 m;



- c) Za kote poplavne vode pri 500-letni povratni dobi lokacije, ki ni v depresiji glede na okoliški teren, se za koto poplavne vode privzame 0.5 m višjo koto od privzete kote pri 100-letni povratni dobi ne glede na razred poplavne nevarnosti.

Če podatkov o hitrostih ni na razpolago, se jih **ekspertno določi** glede na kategorije lastnosti poplavnih površin glede na naklon, oddaljenost od struge, vegetacijo in posledično pričakovane hitrosti toka. Razponi pričakovanih hitrosti toka so določeni glede na teren, oddaljenost od struge in površinske hrapavosti:

Kategorija	Teren / naklon	Oddaljenost od glavne struge	Vegetacija / površinska hrapavost	Pričakovana hitrost toka
Večja poplavna ravnica	zelo majhen naklon (< 0,2 %)	velika (npr. več sto metrov)	gosta, visoka vegetacija, mokrišča	zelo nizka: ~0,0 – 0,5 m/s
Poplavne površine blizu struge	majhen naklon (0,2–0,5 %)	srednja razdalja od 10 metrov do 200 m	Manj gosta vegetacija, nekaj odprte površine	nizka do zmerena: ~0,5 – 1,5 m/s
Poplavne površine blizu struge ali z redko vegetacijo	srednji naklon (0,5–1 %)	Blizu strugi, od nekaj metrov do nekaj 10 m	manj vegetacije, gladke površine (npr. poplava preko polj)	zmerena: ~1,5 – 3,0 m/s
Strme poplavne površine ob strugah ali kanalizirano razlivanje	večji naklon (> 1 %)	zelo blizu struge ali kanalizirano	nizka vegetacija, gladka površina, (lahko tudi cesta ali druge utrjene površine ob kanalizirani strugi)	relativno hitra: ~3,0–5,0 m/s (v ekstremih tudi več)

#### Upošteva se naslednje dejavnike, ki vplivajo na hitrost toka

- 1) Večji naklon površine pomeni večji večjo gravitacijsko komponento toka vode in s tem višje hitrost.
- 2) Več ovir oziroma višja hrapavost (n.pr. visoka vegetacija, drevesa, grmovje) pomeni večji upor in s tem manjšo hitrost.
- 3) Poplavni tok bližje strugi ima običajno večje hitrosti.
- 4) Koncentriran ali usmerjen vodni tok (prelivi, nasipi, ceste..) pomeni, da se poplavni tokovi omejeno »širijo« po površinah izven struge, zato se hitrosti tokov lahko znatno povečajo.
- 5) Širša in plitkejša poplava pomeni večji prerez in večji upor kar pomeni manjše hitrosti; ozke poti pretokov pomenijo višje hitrosti tokov.
- 6) Podlaga in material povečuje ali zmanjšuje hitrosti vode: če površina omogoča gladek tok (na primer asfalt, beton) je hitrost višja; če je podlaga groba (drevesa, korenine) je hitrost nižja.
- 7) Časovno trajanje in velikost dogodka: pri velikih poplavah z močnim pretokom in velikim volumnom lahko pride do višjih hitrosti, tudi če teren ni zelo strm.

#### Izhodišča za konstrukcijske ukrepe:

- Zagotovi se stabilno temeljenje, ki lahko prenese prenese hidrostatične in hidrodinamične sile, vpliv plimske vode, vodne tokove, erozijo in morebitno spodjedanje tal. Potrebna je pritrditev konstrukcij, da ne pride do plavanja ali premika objekta med poplavo.
- Uporabi se strukturne elemente z visoko odpornostjo na udarce.
- Pri vgradnji odprtih (vrata, okna) se uporabi zaščitne rešetke ali druge elemente, ki preprečujejo vdor večjih delcev.



- Pri načrtovanju naklonov in odtokov površin se zagotovi hitro odtekanje vode in prepreči nalaganje materiala.
- Na kritičnih mestih, kjer je verjetnost pojavljanja močnejših udarcev (npr. na vogalih objektov, pri podpornih stebrih) se načrtujte dodatne zaščite, kot so ojačitve ali zaščitni paneli. Upoštevajo se možni povratni tokovi drobirja in drugi sekundarnih vplivi

#### Zaščitni ukrepi:

- Stavbarski elementi objekta, ki so lahko pod vplivom poplavne vode (višina poplavne vode z upoštevanjem varnostne višine), naj bodo odporni na navlaženje, sušenje, korozijo, plesen in kontaminacijo ter enostavni za čiščenje
- Električne, toplotne, prezračevalne in sanitarne naprave naj bodo nameščene izven dosega poplavne vode ali zavarovane pred vdorom vode ter drugim možnim delovanjem poplavne vode.
- Uporabi se lahko zaščitne mreže ali ograje, ki zmanjšajo hitrost toka in ujamejo večje delce (plavine in lesni ter drug nošen material) preden ta doseže objekt.
- Redno vzdrževanje in pregledovanje zaščitnih elementov po vsaki poplavi.

#### Materiali, odporni proti poplavam:

1. **Beton:** trpežen in voodoporen material, ki se lahko uporablja za temelje, stene in tla. Lahko prenese vlago.
2. **Obdelan les:** Les, ki je bil obdelan na način, da je odporen proti gnitju in poškodbam zaradi vode, se lahko uporablja v strukturnih elementih in zaključkih, vendar mora biti skrbno izbran glede na izpostavljenost vodi.
3. **Voodoporna izolacija:** materiali, kot je zaprto-celična izolacija iz razpršene pene, ki je odporna na vlago, so lahko bistvenega pomena za preprečevanje rasti plesni in ohranjanje toplotne učinkovitosti.
4. **Plošče, ojačane s steklenimi vlakni (FRP):** ti materiali so lahki, močni in odporni proti koroziji in vlagi, zaradi česar so primerni za stene in strope na območjih, ki so izpostavljena poplavam.



**Tehnična navodila za izračune hidrostatičnih in hidrodinamičnih sil, sil udarcev, tlačne trdnosti in stabilnosti pomika ter prevračanja:**

	<b>Opis sil, trdnosti in stabilnosti</b>	<b>Enačbe:</b>	<b>Pomen parametrov</b>
1	<p><b>IZRAČUN HIDROSTATIČNE SILE:</b> Hidrostatične sile na objekt nastajajo zaradi stalnega pritiska vode na površino objekta, ki je v stiku z vodo.</p> <p>Izračun celotne hidrostatične sile na vertikalno površino višine H in širine B s točko delovanja</p>	<p>Hidrostatični tlak na globini »h« se izračuna po enačbi: <math display="block">\rho = \rho * g * h</math></p> <p>Hidrostatična sila »F<sub>h</sub>« se izračuna po enačbi: <math display="block">F_h = \frac{1}{2} * \rho * g * H^2 * B</math></p> <p>Točka delovanja sile: <math display="block">h_{Fh} = \frac{H}{3}</math> (sila deluje na oddaljenosti 1/3 od dna)</p>	<p><b>p</b>.....tlak vode na globini h [Pa ali N/m<sup>2</sup>] <b>ρ</b>.....gostota vode (približno 1000 kg/m<sup>3</sup>) <b>g</b>.....gravitacijski pospešek [9.81 m/s<sup>2</sup>] <b>h</b>.....globina vode [m]</p> <p><b>F<sub>h</sub></b>..... celotna hidrostatična sile na vertikalno površino višine H in širine B</p> <p><b>H</b>..... višina [m] predpostavljena maksimalna višina vode <b>B</b>.....širina [m] širina površine</p> <p>Formula predpostavlja, da je tlak na površini linearno razporejen od 0 na vrhu do maksimalnega na dnu.</p>
2	<p><b>IZRAČUN HIDRODINAMIČNE SILE</b> Hidrodinamične sile so posledica dinamičnega toka vode, ki udarja ob objekt.</p>	<p>Osnovna enačba za dinamično silo (Morisonova enačba za preprosto oceno):</p> $F_d = \frac{1}{2} * C_d * \rho * A * v^2$	<p><b>F<sub>d</sub></b>...hidrodinamična sila [N] <b>C<sub>d</sub></b>...koeficient upora (za ravne plošče tipično 1.0-2.0) <b>ρ</b>.....gostota vode (1000 kg/m<sup>3</sup>) <b>A</b>....površina objekta, ki je izpostavljena toku [m<sup>2</sup>] <b>v</b> ....hitrost toka vode [m/s]</p>
3	<p><b>OCENA SIL UDARCEV DROBIRJA IN SKAL</b></p>	<p>Za oceno udarcev drobirja in skal uporabimo silo udarca, ki je odvisna od mase in hitrosti delca: <math display="block">F_i = m * \frac{\Delta v}{\Delta t}</math></p> <p>Če predpostavimo popoln elastičen ali neelastičen udarec: <math display="block">F_i = m * \frac{v}{\Delta t}</math></p>	<p><b>m</b>...masa delca [kg] <b>v</b> .....hitrost toka [m/s] <b>Δt</b> ...čas trajanja udarca (ocena tudi za čas trajanja v milisekundah)</p> <p>Za praktične namene se lahko oceni maksimalna obremenitev s predpostavko o frekvenci in intenziteti</p>
4	<p><b>PREVERBA STABILNOSTI KONSTRUKCIJE - NATEZNO/TLAČNA TRDNOST KONSTRUKCIJE</b></p>	$\sigma_{dejanska} = \frac{F_{skupna}}{A} \leq \sigma_{dovoljena}$	<p><b>σ<sub>dejanska</sub></b> ...dejanska napetost v materialu [N/mm<sup>2</sup>] <b>F<sub>skupna</sub></b>.....vsota vseh sil (hidrostatičnih, hidrodinamičnih, udarcev) <b>A</b> .....površina prerezov v nosilnem elementu <b>σ<sub>dovoljena</sub></b> ...dovoljena napetost za izbran material</p>
5	<p><b>PREVERBA STABILNOSTI PROTI PREVRAČANJU</b></p>	$\sum M_p \leq \sum M_s$	<p><b>M<sub>p</sub> = F * d</b> ...Sila prevrata (sila * razdalja od točke vrtenja)</p> <p><b>M<sub>s</sub> = W*b</b> ...Sila stabilnosti (teža objekta * armirani moment stabilnosti)</p>
6	<p><b>PREVERBA STABILNOSTI PROTI POMIKU</b></p>	$F_{vodoravno} \geq \mu * W$	<p><b>F<sub>vodoravno</sub></b> <b>μ</b>.... Koeficient trenja med temeljno ploščo in podlago <b>W</b>.....teža objekta</p>



7	<b>VZGONSKE SILE IN POGOJ STABILNOSTI</b> Poplavna voda lahko povzroči <b>vzgonske sile</b> (če objekt delno ali v celoti stoji v vodi ali pod nivojem podzemne vode), ki delujejo proti teži konstrukcije in lahko povzročijo <i>dvig, premik ali porušitev temeljev</i> .	Osnovna enačba za silo vzgona: $F_v = \gamma_w \cdot V$  Stavba ali temelj bo stabilen proti vzgonu, če velja $G_{eff} \geq F_v \cdot \gamma_s$	$F_v$ ...sila vzgona [N] $\gamma_w$ ...specifična teža vode = $\rho \cdot g \sim 9.81$ [kN/m <sup>3</sup> ] $V$ ...prostornina objekta (ali dela objekta), ki je potopljen v vodi [m <sup>3</sup> ] oziroma je prostornina konstrukcije pod nivojem vode  $G_{eff}$ ....efektivna teža konstrukcije (vključno z delom zemljine nad njo) $\gamma_s$ .....varnostni faktor (običajno 1.1 do 1.3 pri stalnih vplivi, po Eurokodu lahko več)
---	--	---	---

#### Dimenzioniranje temeljev glede na vzgon:

Postopek projektiranja: (a) **Določitev potopljenega volumna**, (b) **Izračun vzgona**, (c) **Izračun efektivne teže konstrukcije**, (d) **preveritev pogoja stabilnosti**, (e) **upoštevanje standardov EUROCOD (SIST EN 1991-1-6 (obremenitve od tekočin), SIST EN 1997-1 (Eurocode 7) – geotehnično projektiranje, SIST EN 1992-1-1 (Eurocode 2) – beton)** ter nacionalnih dodatkov (npr. *Nacionalni dodatek k SIST EN 1997-1:2005/NA:2009*), ki predpisujejo faktorje varnosti za trdnost in stabilnost, kombinacije delnih varnostnih faktorjev, preverjanje stanj mejne stabilnosti (dvig, drs, prevračanje).

Če pogoj **ni izpolnjen**, se uporabijo ukrepi:

- povečanje teže konstrukcije (debelejši temelj, balast)
- sidranje temeljev v podlago
- drenažni sistem pod objektom (zmanjša nivo podtalnice)
- povečanje površine stika (več trenja proti dvigu).



## Priporočene mednarodne smernice, kodeksi in standardi za gradnjo objektov na poplavno ogroženih območjih:

1. **Smernice FEMA:** Zvezna agencija za upravljanje v izrednih razmerah (FEMA) zagotavlja smernice za upravljanje poplavnih ravnin in gradbene standarde v Nacionalnem programu zavarovanja pred poplavami (NFIP). Vključujejo priporočila za dviganje konstrukcij in uporabo materialov, odpornih proti poplavam. Nekaj ključnih tem, ki jih pokrivajo bilteni : **Technical Bulletin No. 2** – “Flood Damage-Resistant Materials Requirements”: zahteve za materiale, ki prenesejo poplave, da se čim bolj zmanjšajo poškodbe zaradi vode. **Technical Bulletin No. 3** – “Requirements for the Design and Certification of Dry Floodproofed Non-Residential and Mixed-Use Buildings”. **FEMA P-259** – “Engineering Principles and Practices for Retrofitting Flood-Prone Residential Structures”. Vsebinsko pokriva sanacijo/retrofit hiš, ki so izpostavljene poplavam. **FEMA P-499** – “Home Builder’s Guide to Coastal Construction”: vodič za obalne situacije, kjer so dodatne nevarnosti (valovanje, visoke vode, erozija).
2. **Mednarodni gradbeni kodeks (IBC):** številne jurisdikcije sprejmejo IBC, ki vključuje določbe za gradnjo na območjih, ki so izpostavljena poplavam. Poudarja ocene poplavne nevarnosti, specifične za lokacijo, in ustrezne prakse načrtovanja.
3. **Standardi Ameriškega združenja gradbenih inženirjev (ASCE):** ASCE 24-14, "Načrtovanje in gradnja, odporna proti poplavam," podaja podrobne zahteve za načrtovanje in gradnjo zgradb, ki so odporne na nevarnosti poplav: **ASCE/SEI 24 – Flood Resistant Design and Construction**. Standard, ki določa minimalne zahteve za gradnjo in konstrukcije v območjih poplavne nevarnosti. Vključuje nova gradnja, prenavo, pa tudi pomembne izboljšave. Obstaja več verzij (npr. ASCE 24-05, ASCE 24-14, in najnovejša ASCE 24-24/25). Standard vključuje: izbor materialov, zaščito (wet in dry floodproofing), dostop do stavbe, storitve/koristne instalacije (utilities), zahteve glede temeljev, itd.
4. **BS 85500:2025 Flood resilient construction. Improving the flood performance of buildings. Guide.** Smernice zajemajo glavne vrste gradnje stavb v Združenem kraljestvu, za katere so na voljo izkušnje in drugi dokazi. Ta britanski standard je zasnovan tako, da je skladen s Kodeksom ravnanja CIRIA za odpornost nepremičnin proti poplavam in ga dopolnjuje.
5. **DIN 18533:** Abdichtung von erdberührten Bauteilen. Norma o hidroizolaciji konstrukcij, ki so v stiku s tlemi (npr. temelji, kleti). Opredeljene so razredi vodnega vpliva, vrste hidroizolacijskih materialov (folije, tekoče hidroizolacije ipd.), načela načrtovanja in izvedbe.
6. **DWA Merkblatt M 553** (Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall). Smernica za načrtovanjem in gradnjo, prilagojeno poplavam. Gre za praktične smernice kot za striktno tehnične standarde.
7. **NSW Resilient Homes Program- Design guidance for flood resistant home.** Avstralske smernice za poplavno odporno oblikovanje doma: uporaba materialov in gradbenih sistemov, ki so lahko v več poplavah, minimizacija škod, lažje čiščenje in obnovitev. Leta 2024 je izdan priročnik z naslovom »Flood Resilient Technical Guide by JDA« Co (PDF 8.65MB) [https://www.nsw.gov.au/sites/default/files/noindex/2024-06/Northern\\_Rivers\\_Flood\\_Resilient\\_Technical\\_Guide.pdf](https://www.nsw.gov.au/sites/default/files/noindex/2024-06/Northern_Rivers_Flood_Resilient_Technical_Guide.pdf)

Podpis:  
Dr. Lidija Globevnik  
Generalna direktorica