



Promoviranje zeleno-infrastrukturnih mjera (VEPAR)

GRUPA 2

Studija „Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava“ s obukom stručnjaka i dionika i informiranjem javnosti

# **SMJERNICE ZA TEHNIČKO PROJEKTIRANJE I PROCJENU SOCIOEKONOMSKE IZVEDIVOSTI MJERA ZELENE INFRASTRUKTURE**



**Europska unija**

**Projekt je sufinancirala Europska unija iz Kohezijskog fonda**



**Zajedno do fondova EU**

**Sadržaj publikacije isključiva je odgovornost Hrvatskih voda**

Za više informacija:

Hrvatske vode, Ulica grada Vukovara 2020, 10 000 Zagreb, Hrvatska

telefon: +385 1 6307 333

internetska stranica [www.voda.hr](http://www.voda.hr)

Za više informacija o EU fondovima:

[www.strukturnifondovi.hr](http://www.strukturnifondovi.hr)

### Odricanje od odgovornosti

Sadržaj dokumenta je mišljenje autora i nije nužno istovjetno mišljenju Hrvatskih voda ili bilo koje druge spomenute organizacije. Posljedično, svi navodi ovog dokumenta trebaju se provjeriti prije provedbe bilo koje od preporučenih aktivnosti.

UGOVOR O USLUGAMA Promoviranje zeleno-infrastrukturnih mjera (VEPAR) GRUPA 2 – Studija „Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava“ s obukom stručnjaka i dionika i informiranjem javnosti, KLASA: 325-04/20-08/198, URBROJ: 374-1-2-20-18, Evid. broj ugovora: 10-045/20, Pozicija plana: B.07.13.14.

- Naručitelj:** Hrvatske vode
- Projekt:** Promoviranje zeleno-infrastrukturnih mjera (VEPAR) - GRUPA 2:  
Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava s obukom stručnjaka i dionika i informiranjem javnosti
- Naslov:** Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture
- Radni nalog/dokument:** RN/2021/002
- Izrađivač:** VITA PROJEKT d.o.o. Zagreb
- Stručni tim:** Domagoj Vranješ, mag.ing.prosp.arch., univ.spec.oecoing.  
Goran Lončar, mag.oecol., mag.geogr.  
Tanja Težak, mag.ing.aedif.  
dr.sc. Neven Tandarić, mag.geogr.  
Ivana Tomašević, mag.ing.prosp.arch.  
Mihaela Meštrović, mag.ing.prosp.arch.  
Lucija Radman, mag.oec.  
Lucija Josipa Hercezi, mag.soc.  
Romanna Sofia Vučković, mag.ing.geol.  
Dora Čukelj, mag.oecol.  
Filip Šegović, mag.ing.geol.  
Berislav Rupčić, dipl.ing.građ.  
Vlatka Blakšić, mag.diz.
- Datum izrade:** Prosinac, 2022.



Direktor  
**Domagoj Vranješ**  
mag.ing.prosp.arch., univ.spec.oecoing.



## SADRŽAJ

1. Knjiga 1 – Uvod
2. Knjiga 2 – Mjere povećanja kapaciteta okoliša za prihvat vode
3. Knjiga 3 – Mjere za upravljanje intenzitetom fluvijalne erozije i neželjenim taloženjem nanosa
4. Knjiga 4 – Mjere uređenja bujičnih slivova
5. Knjiga 5 – Prateće mjere

# **SMJERNICE ZA TEHNIČKO PROJEKTIRANJE I PROCJENU SOCIOEKONOMSKE IZVEDIVOSTI MJERA ZELENE INFRASTRUKTURE**

## **KNJIGA 1 - UVOD**

## SADRŽAJ

<b>1 Osnovne informacije o dokumentu i projektu .....</b>	<b>7</b>
1.1 Projekt VEPAR: Promoviranje zelenoinfrastrukturnih mjera.....	7
1.2 Svrha smjernica.....	8
1.3 Pojmovnik .....	9
1.4 Popis mjera zelene infrastrukture i pratećih mjera obrađenih u Smjernicama.....	13
1.5 Sažetak .....	14
1.6 Summary.....	15
<b>2 Pristup i metodologija .....</b>	<b>17</b>
2.1 Poplave.....	17
2.1.1 Opasnost i rizik od poplava .....	17
2.1.2 Procjena rizika od poplava .....	19
2.2 Zelena infrastruktura .....	19
2.2.1 Zelena infrastruktura u funkciji obrane od poplava.....	20
2.2.2 Zelena infrastruktura u funkciji prilagodbe klimatskim promjenama .....	20
2.2.3 Poteškoće u uspoređivanju zelene i sive infrastrukture .....	21
2.2.4 Renaturalizacija i revitalizacija vodnih tijela.....	21
2.2.5 Koncept „prostor za rijeku“ .....	22
2.2.6 Prirodne mjere za zadržavanje voda.....	23
2.3 Metodologija za izradu i korištenje Smjernica .....	23
2.3.1 Uvod.....	23
2.3.2 Okvirni pristup uspostavi mjera .....	24
2.3.3 Sagledavanje i usporedba mogućih rješenja.....	27
2.3.4 Razrada tehničkih elemenata rješenja i utvrđivanje troškova mjera.....	34
2.3.5 Određivanje ukupnih koristi provedbe mjera .....	38
2.3.6 Kvantifikacija i novčano vrednovanje mjera.....	48
2.3.7 Povezivanje mjera zelene infrastrukture sa sustavom upravljanja mjerama zaštite od štetnog djelovanja voda .....	56
2.4 Literatura i izvori podataka.....	60

## 1 Osnovne informacije o dokumentu i projektu

### 1.1 Projekt VEPAR: Promoviranje zelenoinfrastrukturnih mjera

Projekt unaprjeđenja negrađevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj, vodno ekološko praćenje, analize i rješenja – iz čega slijedi akronim VEPAR, projekt je Hrvatskih voda usmjeren na unaprjeđenje u praćenju, analizama i iznalaženju optimalnih rješenja za integralno i održivo upravljanje vodama, vodnim okolišem i rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj. Projekt se provodi od 1.8.2014. do 31.8.2023. godine, a provode ga Hrvatske vode i Državni hidrometeorološki zavod.

Ukupna vrijednost projekta je 250.100.545,00 kuna od čega 212.585.463,25 kuna čine bespovratna sredstva Europske unije, a 37.515.081,75 kuna sredstva korisnika (sve vrijednosti uključuju PDV). Projekt je sufinanciran EU sredstvima Europskog fonda za regionalni razvoj kroz Operativni program *Konkurentnost i kohezija 2014.–2020.*, a u okviru Prioritetne osi 5 *Klimatske promjene i upravljanje rizicima*, Investicijskog prioriteta 5b *Promicanje ulaganja koja se odnose na posebne rizike, osiguranje otpornosti na katastrofe i razvoj sustava za upravljanje katastrofama*, te Specifičnog cilja 5b1 *Jačanje sustava upravljanja katastrofama*.

Projekt VEPAR predstavlja „kratkoročnu“ komponentu Programa upravljanja rizicima od poplava u RH do 2023. godine, čiji je koncept zasnovan na Strategiji upravljanja vodama i Planu upravljanja rizicima od poplava. Provedbom negrađevinskih mjera kroz projekt VEPAR očekuje se postizanje smanjenog rizika od poplava u RH za 7 % u odnosu na postojeće stanje.

Osim projektih partnera, Hrvatskih voda i Državnog hidrometeorološkog zavoda, dionici projekta su još i Ministarstvo regionalnog razvoja i fondova Europske unije, Ministarstvo zaštite okoliša i energetike – Uprava vodnog gospodarstva i zaštite mora, Ministarstvo unutarnjih poslova – Ravnateljstvo civilne zaštite, Ministarstvo graditeljstva i prostornog uređenja, druga nadležna tijela državne uprave, jedinica lokalne i područne, odnosno regionalne samouprave i pravnih osoba u sustavu zaštite i spašavanja te pravne i fizičke osobe. Krajnji korisnik Projekta je stanovništvo ugroženo poplavama na području Republike Hrvatske.

Projekt VEPAR čini devet potprojekata usmjerenih na prikupljanje i analizu podataka o poplavama, unaprjeđenje sustava praćenja i obrane od poplava te opreme za obranu od poplava. Ove Smjernice izrađene su u okviru potprojekta B *Unaprjeđenje studijskih i modelskih osnova za upravljanje rizicima od poplava* čiji je cilj planiranje građevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava kroz provedbu tehno-ekonomskih analiza, promoviranje te primjenu mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava.

Tim se potprojektom stvaraju stručne smjernice koje trebaju omogućiti definiranje:

- dijela programa mjera Plana upravljanja vodnim područjima u području smanjenja rizika od poplava;
- dijela programa mjera Plana upravljanja vodnim područjima u području poboljšanja i očuvanja hidromorfološkog i posljedično ekološkog stanja voda;
- projekata za Višegodišnji program gradnje regulacijskih građevina i građevina za melioracijsku odvodnju u području smanjenja rizika od poplava i poboljšanja hidromorfološkog stanja voda;

- provođenje ostalih aktivnosti Naručitelja vezanih za sustave obrane od poplava, određivanje granica vodnog dobra, studije izvodljivosti građevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava i slično.

## 1.2 Svrha smjernica

Jedan od očekivanih rezultata potprojekta B je studija "Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava" s obukom stručnjaka. Izradom studije mogućnosti primjene zelenoinfrastrukturnih mjera s naglaskom na smanjenje rizika od poplava i smjernica za njihovo projektiranje i analize tehničke i ekonomske učinkovitosti, osigurat će se stručne podloge za promociju primjene zelenoinfrastrukturnih mjera i ostvarivanja koristi od provedbe ovih mjera u smislu smanjenja rizika od poplava, ali i drugih koristi vezanih za upravljanje vodama i vodnim okolišem.

Svakako treba imati u vidu da, zbog izuzetno kompleksnog provedbenog okvira te velikog broja različitih dionika i nadležnih institucija kao i ograničenih resursa projekta, nije moguće obuhvatiti sve aspekte i mjere zelene infrastrukture. Radi toga težište je stavljeno na mjere koje su u nadležnosti Naručitelja kako bi se postigla što veća primjenjivost rezultata Projekta. Ostale mjere zelene infrastrukture koje nisu obuhvaćene ovim projektom svakako treba obraditi u drugim projektima uz učešće ostalih dionika.

Ova studija komplementarna je s drugim očekivanim rezultatom potprojekta B, odnosno studijom „Mogućnosti šire implementacije mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava" kojim se definira dio tehničkih podloga potrebnih za planiranje i projektiranje mjera zelene infrastrukture.

### 1.3 Pojmovnik

U tablici u nastavku je dan pojmovnik osnovnih pojmova korištenih u ovim Smjernicama (Tablica 1). Pojmovi su prikazani abecednim redoslijedom.

**Tablica 1. Pojmovnik**

pojam	definicija
abrazija	razarajuće djelovanje morskih i jezerskih valova na obalama
akumulacija	građevina koja služi za sakupljanje i zadržavanje vode u akumulacijskom prostoru pomoću brane zbog zadovoljenja vodno-gospodarskih potreba
akumulacijska konturna građevina	građevina koja se uz akumulaciju može izvesti zbog tehničkih zahtjeva, primjerice nasip, kanal, sekundarna mreža odvodnje, linijske regulacijske građevine za ojačanje obala
bara	prirodno ili umjetno udubljenje nepravilnog oblika ispunjeno vodom relativno male površine i dubine, s dnom do kojeg dopire svjetlost sunca, pogodno za razvoj biljnog i životinjskog svijeta ovisnog o vodi
brana i evakuacijske građevine	stalna ili privremena građevina koja pregrađuje vodotok sa svrhom akumuliranja, usporavanja ili privremenog zadržavanja/reteniranja vode, a u svom sastavu ima nasutu ili armirano-betonsku građevinu i evakuacijske građevine: preljev, temeljni ispušt (kao hidrotehnički tunel), brzotok, slapište, odvodne kanale, koje služe za kontrolirano ispuštanje vode iz akumulacijskog prostora i za ispuštanje vode iz retencijskog prostora na način koji neće ugroziti stabilnost brane
bujična pregrada	poprečna građevina visine 2 i više metara čija je zadaća smanjenje brzine toka vode u bujicama čime se zaustavlja i deponira bujični nanos te konsolidira poprečni profil bujičnog korita uzdužno i poprečno
bujična rampa	građevina pomoću koje se spajaju dvije vodne razine u svrhu zaštite korita od pojačanog erozijskog djelovanja tekuće vode, dok se tečenje odvija uz djelomičan gubitak kinetičke energije toka
bujični tok	povremeni ili stalni vodotok velikog pada s nestabilnim koritom i s intenzivnim pronosom i odlaganjem nanosa, u kojem se tečenje javlja neposredno i kratkotrajno nakon intenzivnih oborina
crpna stanica	u funkciji obrane od poplava i melioracijske odvodnje je građevina koja se najčešće izvodi na najnižem dijelu odvodnjene površine, odnosno na nizvodnom kraju odvodnog kanala, a namijenjena je održavanju prihvatljive razine vode u branjenom području podizanjem unutarnjih voda na višu razinu vode u prijemniku u vrijeme kada nije moguća gravitacijska odvodnja
erozija	u geomorfologiji, denudacijsko (destrukcijsko) mehaničko djelovanje tekuće vode, leda ili vjetra
estavela	krški reljefni oblik sa značajkama i ponora i vrela, koje se izmjenjuju ovisno ispunjenosti krškog podzemlja vodom - kod visoke ispunjenosti estavele su vrela, a kod niske ponori
fašina	snop povezanog (najčešće vrbovog) pruća koji može biti konstruktivni ili nekonstruktivni element od prirodnog materijala pojedinih hidrotehničkih građevina (obaloutvrda, pero, paralelna građevina)
hidromorfološka mjera	mjera koja utječe na fizikalno-mehaničke karakteristike korita i obala vodotoka te promjenu sastava sedimenta; sve mjere zelene infrastrukture koje se analiziraju u predmetnim Smjernicama pripadaju ovoj kategoriji mjera

pojam	definicija
hidrotehnička stepenica	građevina koja se izvodi na mjestu denivelacije dna vodotoka u svrhu njegove zaštite od pojačanog erozijskog djelovanja tekuće vode
jaruga	reljefni oblik značajne dubine i pada, nastao uslijed erozije usijecanjem stalnih ili povremenih vodotoka, karakterističnog V poprečnog presjeka i strmih strana
jezero	vodno tijelo stajaće površinske vode na kopnu, stajaće ili slabo pokretne vodne mase sakupljene u depresiji
kanaliziranje vodotoka	složena kontinuirana linijska vodna građevina u funkciji povećanja protočnosti korita prirodnog vodotoka koja obuhvaća istovremeno promjenu poprečnog profila korita i inundacijskog područja, promjenu/izravnavanje trase korita i promjenu nivelete dna korita
konsolidacijski pojas	poprečna građevina bez slobodne (korisne) visine čiji se gornji rub izvodi u ravnini profila korita, a služi za stabilizaciju određene dionice bujičnog korita u uzdužnom i poprečnom smislu
meandar	oštar i dug zavoj korita vodotoka čija je duljina veća od duljine upisanog kružnog luka
mjera zaštite od poplava	mjera koja se provodi za sprječavanje/zaštitu od poplava, a uključuje elemente zelene i sive infrastrukture
močvara	vlažno područje povremeno prekriveno stajaćom ili slabo pokretnom vodom male dubine, karakteristično po velikoj biološkoj raznolikosti
morska livada	zajednica morskih cvjetnica
mrtvaja	vlažno stanište nastalo u bivšem koritu dolinske rijeke odvajanjem nekadašnjeg meandra od novog riječnog toka
neizravne/popratne/dodatne koristi	koristi koje se mogu postići mjerama obrane od poplava uz sam početni cilj obrane od poplava, primjerice poboljšanje bioraznolikosti i kvalitete vode, mogućnosti za rekreaciju i druge
nepovratni trošak	trošak koji je već nastao, stoga se ne može nadoknaditi; nepovratni troškovi isključeni su iz budućih poslovnih odluka jer će trošak biti isti bez obzira na ishod odluke
obalni odmak	zaštitna zonu neposredno uz obalnu crtu u kojoj su neke ili sve vrste gradnje zabranjene ili značajno ograničene
obaloutvrda	regulacijska i zaštitna građevina na obali riječnog korita kojom se obala štiti od erozije, umiruje vodni tok uz obalu i postiže geometrijski pravilan oblik obale
obrambeni nasip	nasuta građevina od pogodnog zemljanog materijala koja štiti neko poljoprivredno ili urbano područje od poplava, a pruža se uzduž vodotoka
obrambeni zid	armirano-betonska građevina koja štiti neko urbano ili poljoprivredno područje od poplava, a pruža se uzduž vodotoka
opasnost	moguća pojava fizičkog događaja uzrokovanog prirodnim ili ljudskim djelovanjem koji može uzrokovati gubitak života, ozljedu ili druge utjecaje na zdravlje, kao i štetu i gubitak imovine, infrastrukture, sredstava za život, pružanja usluga i okolišnih resursa
opasnost od poplave	vjerojatnost potencijalno štetnog događaja poplavlivanja u određenom razdoblju
paralelna građevina	glavna regulacijska građevina u koritu rijeke koja se izvodi paralelno s tokom na mjestu gdje se želi utvrditi nova obala, a s postojećom obalom se povezuje traverzama
ponorska zona	krški reljefni oblik sastavljen od otvora i pukotina kroz koji površinske vode poniru i nastavljaju teći ispod površine kroz porozne i lako topive vapnenačke stijene

pojam	definicija
poplava	pojava privremenog porasta vodostaja površinskih ili podzemnih voda pri kojem razina vode doseže i premašuje uobičajene razine u koritima ili depresijama te se prelijevanjem se na zemljišta koja obično nisu prekrivena vodom
poplavno područje	poplavna ravnica duž vodotoka koja povremeno poplavljuje ili je u prošlosti (prije ljudskih intervencija) poplavljivala
prag	poprečna regulacijska građevina pomoću koje se u pojedinim poprečnim profilima vodotoka stabilizira ili utvrđuje dno korita na projektiranoj koti
pregrada	poprečna regulacijska građevina koja se gradi uglavnom između postojećih riječnih otoka i obale radi smanjivanja ili potpunog ukidanja protočnosti riječnih rukavaca, ili u slučaju presijecanja riječnih meandara regulacijskim se pregradama pregrađuje postojeće glavno korito koje će nakon presijecanja meandra izgubiti svoju funkciju
preljev	pregrada preko koje se voda prelijeva, a izvodi se da bi se održavala određena dubina vode u uzvodnom dijelu kanala
prirodna mjera za zadržavanje vode (eng. Natural water retention measure, NWRM)	višenamjenska mjera kojoj je cilj zaštititi i upravljati vodnim resursima te odgovoriti na izazove povezane s vodom obnavljanjem ili održavanjem ekosustava, kao i prirodnih značajki i karakteristika vodnih tijela korištenjem prirodnih sredstava i procesa; glavni fokus mjere je poboljšati te očuvati sposobnost zadržavanja vode vodonosnika, tla i ekosustava s ciljem poboljšanja njihovog statusa
produbljenje korita rijeke	produbljenje korita vodotoka (jaružanje, bageriranje) je strojni iskop obale i nanosnog materijala iz korita vodotoka, a izvodi se u svrhu povećanja protočnosti korita i njegovog stabilnijeg oblikovanja
prokop	regulacijski zahvat presijecanja meandara kojim se skraćuje trasa riječnog toka i povećava uzdužni pad čime se povećava propusna moć riječnog korita u pogledu protoka vode, pronosa nanosa (i leda)
propust	građevina koja omogućuje odvijanje prometa preko vodotoka, odnosno kojom se voda propušta kroz cestovne nasipe ili druge zapreke, a da se pritom ne remeti protočnost i stabilnost korita vodotoka
ranjivost	karakteristike i okolnosti zajednice, sustava ili imovine koje ga čine podložnim štetnim učincima opasnosti; sklonost ili predispozicija da se podvrgne nepovoljnom utjecaju
regulacijsko pero	poprečna regulacijska građevina u koritu rijeke kojom se vodni tok odbija od napadnute obale i utvrđuje nova obalna linija
renaturalizacija	proces obnove vodnog tijela u prvobitno stanje što uključuje obnovu kakvoće vode, vodnog režima, fluvijalnih geomorfoloških procesa, geometrije korita, ekosustava i riparijskih zona korištenjem autohtonih biljnih i drugih materijala; zbog dugoročnih promjena u prostoru, renaturalizaciju često nije moguće u potpunosti provesti
rešetkasta regulacijska građevina	pomoćna konstrukcija u koritu vodotoka pomoću koje se vodni tok djelomično odbija (skreće) od svog osnovnog smjera, a djelomično se usporava onaj dio toka koji prolazi kroz tu konstrukciju
retencija	prirodna ili umjetna jednonamjenska vodna građevina namijenjena za kontrolu velikih voda na nizvodnom području, što se postiže privremenim zadržavanjem dijela velikih voda u retencijskom prostoru i ispuštanjem preko brane kroz evakuacijske organe koji kod retencija ne moraju biti opremljeni uređajima za regulaciju istjecanja, već se ona vrši veličinom protočnog profila i dubinom vode u retencijskom prostoru
retencijska konturna građevina	građevina koja se uz retenciju može izvesti zbog tehničkih zahtjeva, primjerice nasip, kanal, sekundarna mreža odvodnje, linijske regulacijske građevine za ojačanje obala

pojam	definicija
retencijski bazen	konkavna građevina koja služe za privremenu pohranu oborinske vode i smanjenje intenziteta površinskog otjecanja, a tijekom razdoblja bez oborina je suha
revitalizacija	proces obnove važnijih aspekata vodnog tijela upotrebom tehničkih i bioloških mjera radi postizanja hidromorfološkog i ekološkog stanja što sličnijeg prvobitnom stanju; iako revitalizirano vodno tijelo nije istovjetno prvobitnom, ipak predstavlja značajno unaprjeđenje degradiranog stanja
riblja staza	vodna građevina najčešće u obliku kanala s povoljnim hidrauličkim karakteristikama koja omogućava uzvodno kretanje ribljih vrsta i drugih vodenih organizama te im pomaže u uspješnom savladavanju prepreka poput brana, pragova i drugih pregradnih hidrotehničkih građevina u koritu vodotoka
riparijska zona	tranzicijski prostor koji se nalazi na obalama i u koritu vodnih tijela uz koja je prisutna riparijska vegetacija (trave, grmlje i/ili drveće), s elementima vodenih i kopnenih staništa gdje su tlo i vegetacija pod stalnim utjecajem stajaće ili tekuće vode; vegetacija koja čini riparijsku zonu ima značajan utjecaj na hidrološko, morfološko te ekološko stanje vodenog ekosustava budući da, ovisno o vrsti, površini i gustoći, osigurava funkcije zasjenjivanja, donosa lišća i granja, filtracije i dr.
rizik	prisutnost specifične prirodne opasnosti pogoršane nedostatkom usluga ekosustava za ublažavanje opasnosti te potražnja za takvom uslugom uzrokovana prisutnošću izloženih elemenata
rizik od poplave	kombinacija je izloženosti područja u smislu vjerojatnosti pojave poplavnih događaja i ukupne vrijednosti mogućih štetnih učinaka poplavnih događaja na ljude, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarstvo
rješenje temeljeno na prirodi (eng. Nature-based solution, NBS)	rješenje koje je osmišljeno za suočavanje s određenim problemom donošenjem više prirode, prirodnih značajki i procesa u gradove, krajolike i morske pejzaže
rukavac	sekundarni kanal vodotoka koji nastaje kad vodotok probije novo korito
sedimentacijski bazen	umjetno vodno tijelo izgrađeno za hvatanje sedimenta koji se pronosi vodotokom
sedimentacijske brane/taložnice	vodne građevine koje imaju ulogu zaustavljanja i deponiranja bujičnog nanosa i viška nanosa koji vodotok nosi tijekom velikih voda, radi sprječavanja nizvodnih šteta
siva infrastruktura	antropogeno izgrađena infrastruktura pri čemu je atribut <i>siva</i> odabran jer asocira na osnovni materijal takve gradnje – beton; u kontekstu obrane od poplava, siva infrastruktura obuhvaća brane, nasipe, kanale, lukobrane, betonske obloge i druge
slapište	sastavni dio svakog preljeva i služi za smanjivanje energije toka vode koja se prelijeva, a radi zaštite nizvodnog korita od erozije
sprud	akumulacijski fluvijalni oblik nastao nakupljanjem materijala u koritu rijeke uslijed smanjivanja njezine transportne snage
taloženje nanosa	nakupljanje erodiranog materijala u geomorfološkom smislu
traverza	poprečna građevina u konkavi riječne krivine kojom se povezuje postojeća obala s paralelnim građevinama
troškovna učinkovitost	maksimiziranje učinaka po jedinici troška ulaganja; mjerenje ukupne vrijednosti uzimajući u obzir i pomoćne učinke po jedinici ulaganja
usluge ekosustava	uvjeti i procesi kroz koje prirodni ekosustavi, kao cjelovite životne zajednice (biocenoze) i staništa (biotopi), omogućuju, podržavaju i ispunjavaju ljudski život

pojam	definicija
ustava	građevina kojom se voda kontrolirano propušta vodotokom zbog održavanja željene razine vode uzvodno od ustave ili preusmjera u drugi vodotok, rukavac, retencijski prostor
vodno tijelo	sukladno dokumentima Okvirne direktive o vodama predstavlja jasno odvojenu/određenu karakterističnu cjelinu površinske vode
vododerina	brazda koja nastaje na privremenim bujičnim vodotocima, s relativno dubokim i strmim nezatravnjenim koritima, obično V poprečnog presjeka
vodotok	prirodno ili umjetno korito tekuće vode zajedno s obalama i vodama koje njime stalno ili povremeno teku; istoznačnica riječi je tekućica
Wolfov odboj	pomoćna regulacijska građevina pomoću koje se vodni tok djelomično odbija (skreće) od svog osnovnog smjera, a djelomično se usporava onaj dio toka koji prolazi kroz i preko Wolfovih odboja, čime se izaziva taloženje suspendiranog nanosa na dijelu korita koji je pomoću tih građevina odvojen od glavnog toka
zelena infrastruktura	strateški planirana mreža visokokvalitetnih prirodnih i doprirodnih područja koja je osmišljena i kojom se upravljanja na način da generira širok raspon usluga ekosustava i štiti bioraznolikost u urbanim i ruralnim sredinama
živi lukobran / valolom	umjetni greben koji umiruje morska gibanja u obalnom području, smanjujući visinu valova

## 1.4 Popis mjera zelene infrastrukture i pratećih mjera obrađenih u Smjernicama

U tablici u nastavku (Tablica 2) dan je popis mjera zelene infrastrukture i pratećih mjera koje su detaljno razrađene u Smjernicama u knjigama 2 do 5. Uz nazive na hrvatskom, dani su nazivi mjera na engleskom i njemačkom jeziku.

Tablica 2. Popis mjera zelene infrastrukture i pratećih mjera

hrvatski jezik	engleski jezik	njemački jezik
obnova meandara	re-meandering	Wiederherstellung mäandrierender Verlauf
obnova i reintegracija rukavaca i mrtvaja s vodotokom	reconnection of oxbow lakes and similar features	Wiederanbindung von Altarmen und ähnlichen Strukturen
obnova poplavnog područja	floodplain restoration	Wiederherstellung Überflutungsflächen
retencijski bazeni i bare	detention basins and ponds, infiltration basins	Retentionsbecken, Versickerungsbecken
ponorske zone	sinkhole zones	Zonen mit unterirdischem Karstabfluss
obnova jezera	lake restoration	Wiederherstellung von Seen
obnova močvara	wetland restoration	Wiederherstellung von Feuchtgebieten
šumski pokrivač u izvorišnim područjima	forest cover in headwaters	Wiederaufforstung im Einzugsgebiet

hrvatski jezik	engleski jezik	njemački jezik
obrana obalnih područja od poplava	protection of coastal zones from flooding	Hochwasserschutz in Küstenregionen
revitalizacija korita vodotoka	streambed/riverbed re-naturalisation	Revitalisierung im Flusslauf
revitalizacija obala vodotoka	riverbank re-naturalisation	Flussufer-Revitalisierung
riparijska vegetacija	buffer strips, forest riparian buffers	Uferbegleitvegetation, Auwaldpuffer
sedimentacijski bazen	sediment capture pond	Geschieberückhaltebecken, Geschiebefallen
šumski pokrivač u zoni prikupljanja	forest cover in upper torrent watersheds	Aufforstung im Einzugsgebiet
bujične pregrade	torrent barriers	Wildbachsperrren
drenažne fašine	drainage fascines	Drainage-Faschinen
stabilizacijsko-retencijske konturne strukture	contour structures	Erosionsstabilisierende Strukturen
pokosi jaruga ojačani ozelenjivanjem	vegetated reinforced soil slopes	Hangstabilisierung durch Bepflanzung
obaloutvrda	revetment, bank stabilization	Ufersicherung
regulacijska pera	groynes, deflectors	Buhnen
pragovi	weirs, wanes, thresholds, sills	Wehr, Sohlschwelle
paralelna (uzdužna) građevina i traverza	linear deflectors and cut-off sills	Leitwerk
hidrotehničke stepenice	drop structures	Überfallbauwerk
propust	culvert	Durchlass / Brücke
riblja staza	fish pass	Fischwanderhilfe
ustava	sluice, floodgate	Schleuse, Ausleitungsbauwerk

## 1.5 Sažetak

Ove Smjernice izrađene su u okviru Projekta unaprjeđenja negrađevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj (VEPAR). Njihova je svrha prikazati mogućnosti primjene zelenoinfrastrukturnih mjera u sustavu obrane od poplava s naglaskom na smanjenje rizika od poplava i prilagodbu klimatskim promjenama. Naime, 20. stoljeće bilo je obilježeno nastojanjima da se vodotoci obuzdaju izgradnjom strukturnih građevina poput brana, nasipa, izravnavanja i kanaliziranja korita koristeći različite umjetne, prije svega betonske materijale. Negativne posljedice takvih zahvata na hidromorfologiju te vodene i s vodom povezane ekosustave postale su vidljive u narednim desetljećima. Zbog toga je u 21. stoljeću tendencija da se tradicionalni hidrotehnički pristupi zamijene zelenim rješenjima koja uz potrebnu zaštitu od poplava mogu istodobno pružiti i brojne druge ekološke, socijalne i ekonomske koristi.

Jasno je da zelena infrastruktura ne može pružiti potrebnu zaštitu u apsolutno svim situacijama te da je u nekim slučajevima potrebno kombinirati klasična i zelena rješenja

radi postizanja što efektivnijeg sustava obrane od poplava. Da bi se smatrale zelenom infrastrukturom, mjere predložene u ovim Smjernicama moraju imati povoljne utjecaje na bioraznolikost i generirati širok raspon usluga ekosustava, uz poseban naglasak na prilagodbu klimatskim promjenama. U izradi kataloga mjera okosnicu su činile tzv. prirodne mjere za zadržavanje voda (eng. Natural Water Retention Measures, NWRM) koje su osmišljene za potrebe Europske komisije, a usklađene su s konceptima zelene infrastrukture i usluga ekosustava. Radi osiguravanja što konkretnijih informacija o pojedinim mjerama te razmatranja specifičnosti hidroloških pojava u Republici Hrvatskoj konzultirane su i brojne druge publikacije, što je omogućilo stvaranje preciznijih smjernica za projektiranje mjera zelene infrastrukture i pratećih mjera u obrani od poplava.

Katalog se sastoji od 18 mjera zelene infrastrukture koje direktno doprinose smanjenju opasnosti od poplava te 8 pratećih mjera koje mogu uključivati zelena i siva rješenja te kombinaciju istih, a implementiraju se radi osiguravanja visoke funkcionalnosti mjera zelene infrastrukture u sustavu obrane od poplava. Mjere zelene infrastrukture čine:

- mjere povećanja kapaciteta okoliša za prihvat vode (obnova i reintegracija poplavnog područja s vodotokom, obnova meandara, obnova i reintegracija periodičnih rukavaca i mrtvaja, obnova jezera, obnova močvara, retencijski bazeni i bare, pošumljavanje i održavanje šumskog pokrivača u izvorišnim područjima, čišćenje i održavanje ponora i ponorskih zona);
- mjere za upravljanje intenzitetom fluvijalne erozije i neželjenim taloženjem nanosa (revitalizacija korita vodotoka, revitalizacija obala vodotoka, obnova i održavanje riparijske vegetacije, sedimentacijski bazen);
- mjere uređenja bujičnih slivova (pošumljavanje i održavanje šumskog pokrivača u zoni prikupljanja, bujične pregrade, drenažne fašine, stabilizacijsko-retencijske konturne strukture, pokosi jaruga ojačani ozelenjivanjem);
- druge mjere u obrani od poplava (obrana obalnih područja od poplava), te
- prateće mjere (obaloutvrda, regulacijska pera, prag, paralelna građevina i traverza, stepenica, propust, riblja staza, ustava).

Za svaku mjeru zelene infrastrukture u katalogu dan je tehnički opis koji uključuje informacije relevantne za projektiranje mjere, projektne parametre, podatke o primjenjivosti i ograničenjima, vrste radova i održavanje te povezane troškove kao i relevantne ekološke aspekte mjere, zatim pregled koristi od mjere sa stanovišta upravljanja rizicima od poplava, upravljanja stanjem voda te ostalih usluga ekosustava i na kraju primjeri implementacije te mjere u hrvatskom i/ili svjetskom kontekstu.

## 1.6 Summary

These Guidelines are drafted as part of the VEPAR Project – Improvement of Non-Structural Measures of Flood Risk Management in the Republic of Croatia. They aim to display the possibilities of implementing green infrastructure measures in the flood defence system with an emphasis on reducing flood risk and climate change adaptation. Namely, the 20<sup>th</sup> century was characterised by attempts to tame the rivers by constructing structural buildings such as dams, and levees, straightening and canalising the riverbeds using artificial, primarily concrete materials. Negative consequences of such interventions on

hydromorphology and aquatic and water-related ecosystems became evident in the following decades. Hence in the 21<sup>st</sup> century, there is a tendency to replace traditional hydrotechnical approaches with green solutions which, besides protection from floods, can simultaneously provide numerous other ecological, social, and economic benefits.

It is clear that green infrastructure cannot provide the required protection in absolutely all situations and that, in some cases, it is necessary to combine traditional and green solutions for the sake of achieving as effective a flood protection system as possible. To be considered green infrastructure, the measures proposed in these Guidelines need to have favourable effects on biodiversity and generate a broad range of ecosystem services, with special emphasis on climate change adaptation. The backbone in drafting the measures catalogue was Natural Water Retention Measures (NWRM) designed for the European Commission, which is compliant with the green infrastructure and ecosystem services concepts. For the sake of ensuring as specific information about individual measures as possible and considering specificities of hydrologic phenomena in the Republic of Croatia, we consulted numerous other publications, which facilitated the creation of comprehensive guidelines for planning and designing green infrastructure and accompanying measures for flood protection.

The catalogue consists of 18 green infrastructure measures that directly contribute to reducing the flood risk and 8 accompanying measures, which can include green and grey solutions as well as a combination of both. The latter are implemented to ensure high functionality of the green infrastructure measures in the flood defence system. Green infrastructure measures entail:

- measures for increasing the environment's capacity for water retention (restoration and reconnection of floodplains with the watercourse, re-meandering, restoration and reconnection of seasonal streams and oxbow lakes, lake restoration, wetland restoration, retention basin/pond, (re)afforestation and forest cover maintenance in headwaters, sinkhole zone cleaning and maintaining);
- measures for mitigating the intensity of fluvial erosion and unwanted sediment deposition (stream/river bed re-naturalisation, riverbank re-naturalisation, riparian buffer restoration and maintenance, sediment capture basin)
- measures for regulating torrential watersheds ((re)afforestation and forest cover maintenance in upper torrent watersheds, torrent barriers, drainage fascines, stabilisation-retention contour structures, vegetated reinforced soil slopes);
- other measures for flood defence (protection of coastal zones from flooding);
- accompanying measures (bank stabilisation, groynes, weir, parallel structure and traverse, drop structure, culvert, fish passage, sluice).

For each green infrastructure measure in the catalogue we give technical description, including information relevant for measure planning and design, project parameters, data on applicability and limitations, types of works, maintenance, related costs, as well as relevant ecological aspects, then an overview of benefits from the measure from flood risk management, water condition and other ecosystem services viewpoints, and in the end we give examples of measure implementation in Croatian and/or global context.

## 2 Pristup i metodologija

### 2.1 Poplave

Poplave su prirodne pojave koje mogu uzrokovati gubitke ljudskih života, velike materijalne štete, devastiranje kulturnih dobara i ekološke štete. Poplava se definira kao privremena pokrivenost vodom zemljišta koje obično nije prekriveno vodom [1]. Fluvijalne poplave uzrokovane izlivanjem iz vodotoka i pluvijalne poplave uzrokovane velikom količinom oborina, hazardi su s najvećom pojavnošću i štetama u Europi i Hrvatskoj. Procjenjuje se da poplave potencijalno ugrožavaju oko 15 % državnoga kopnenog teritorija Republike Hrvatske od čega je veći dio danas zaštićen na različitim razinama sigurnosti [1].

Plan upravljanja vodnim područjima navodi da su u razdoblju 1935.–2016. godine Republiku Hrvatsku pogodile 262 poplave od čega je tri četvrtine locirano na vodnom području rijeke Dunav. Dok tamo dominiraju pluvijalne poplave (76%), u jadranskom vodnom području prevladavaju poplave mora (43%). Kronološki pregled učestalosti poplava pokazuje da se one pojavljuju sve češće, a prospekti klimatskih promjena ukazuju da će njihova učestalost i intenzitet u budućnosti vjerojatno porasti [2].

S obzirom na razmjere učinaka fluvijalnih poplava, zahvati usmjereni na njihovu kontrolu započeli su čim je to tehnološki razvoj omogućio. Građene su akumulacije i retencije na vodotocima te nasipi usporedno s obalama kako bi se zaštitila za ljude vrijedna područja, dok su istovremeno močvare isušivane i pretvarane u obradive i izgrađene površine, što je rezultiralo prekidom veze između vodotoka i njihovih poplavnih područja [3] zbog prenamjene zemljišta.

Iako se zahvati na vodotocima poduzimaju s ciljem unaprjeđenja njegovog vodnog režima i/ili postizanja neke druge koristi, s vremenom se pokazalo da većina takvih zahvata uz pozitivne ima i negativne efekte koji dugoročno nerijetko premašuju postignute koristi [4]. Dok su tzv. siva infrastrukturna rješenja<sup>1</sup> pružila zaštitu od poplava, u kontekstu ekosustava imala su često opsežne i trajne negativne učinke uključujući smanjenje kapaciteta terena za apsorpciju površinskih voda i degradaciju ili gubitak staništa za lokalne biocenoze. K tome je zaštita od poplava često imala lokalni učinak dok je opasnost od poplava samo premještena dalje nizvodno, gdje je ponekad i povećana uslijed većih, akumuliranih količina i veće brzine vode [3].

#### 2.1.1 Opasnost i rizik od poplava

Direktiva o poplavama razlikuje opasnost i rizik od poplava. Opasnost od poplava podrazumijeva vjerojatnost potencijalno štetnog događaja poplavlivanja u određenom razdoblju. Karte opasnosti od poplava izrađuju se za sljedeće scenarije:

- (a) poplave male vjerojatnosti ili scenariji ekstremnih događaja;
- (b) poplave srednje vjerojatnosti (vjerojatnost da će se ponoviti u razdoblju  $\geq 100$  godina);

---

<sup>1</sup> Siva infrastruktura odnosi se na antropogeno izgrađenu infrastrukturu, a naziv siva odabran je jer asocira na osnovni materijal takve gradnje – beton. U kontekstu obrane od poplava, siva infrastruktura obuhvaća brane, nasipe, kanale, lukobrane, betonske obloge i druge.

(c) poplave velike vjerojatnosti.

Pritom za svaki scenarij karte prikazuju opseg poplava, a prema potrebi i dubinu vode ili vodostaj te brzinu toka ili odgovarajući protok vode [5].

Rizik od poplava podrazumijeva kombinaciju vjerojatnosti poplave i moguće štetne učinke poplavnih događaja na ljude, okoliš, kulturnu baštinu i gospodarstvo. Karte rizika od poplava prikazuju moguće štetne posljedice koje se povezuju s gore navedenim scenarijima, a izražene su kao [5]:

- (a) okvirni broj potencijalno ugroženih stanovnika;
- (b) vrsta gospodarske aktivnosti na potencijalno pogođenom području;
- (c) postrojenja navedena u Prilogu I. Direktivi Vijeća 96/61/EZ od 24. rujna 1996. o cjelovitom sprečavanju i kontroli onečišćenja (1) koja bi mogla prouzročiti iznenadno onečišćenje u slučaju poplava te potencijalno pogođena zaštićena područja utvrđena u Prilogu IV. stavku 1. točkama i., iii. i v. Direktive 2000/60/EZ;
- (d) ostale informacije koje država članica smatra korisnima, poput navođenja područja na kojima se mogu javiti poplave sa značajnim pronosom nanosa i naplavina te informacije o drugim značajnim izvorima onečišćenja.

Upravljanje rizicima od poplava je pristup koji se bazira na konceptu smanjenja/ograničavanja opasnosti od poplava s jedne strane i smanjenja ranjivosti odnosno osjetljivosti odnosno izloženosti poplavama s druge strane. Razvoj građevinske i negrađevinske infrastrukture za zaštitu od štetnog djelovanja voda je preventivna kategorija te ove Smjernice ulaze u okvir te kategorije [1].

Na temelju odredbi Zakona o vodama (NN 66/19, 84/21) (u nastavku skraćeno: ZoV) i pripadajućih podzakonskih akata, Hrvatske vode izrađuju Prethodnu procjenu rizika od poplava, kao prvi korak u pripremi i donošenju Plana upravljanja poplavnim rizicima koji se donosi zajedno s Planom upravljanja vodnim područjima kao jedinstveni planski dokument kojim se određuje politika i utvrđuje razvojni okvir integralnog upravljanja vodama u šestogodišnjim planskim ciklusima. Prethodna procjena rizika od poplava 2018. podloga je za izradu Plana upravljanja vodnim područjima za razdoblje 2022.–2027.

Plan upravljanja vodnim područjima sastoji se od dviju komponenti: upravljanje stanjem voda i upravljanje rizicima od poplava. Upravljanje stanjem voda sadrži novelirani pregled stanja voda, pregled sustava praćenja stanja voda te program mjera za upravljanje kakvoćom voda na vodnim područjima u planskom razdoblju 2016.–2021. godina, koje su usmjerene na dostizanje ciljeva zaštite voda kako je to propisano člankom 40. ZoV. Upravljanje rizicima od poplava sadrži zaključke Prethodne procjene rizika od poplava, prikaz karata opasnosti od poplava i karata rizika od poplava, ciljeve za upravljanje rizicima od poplava te program mjera za ostvarenje tih ciljeva, uključujući preventivne mjere, zaštitu, pripravnost, prognoziranje poplava i sustave za obavješćavanje i upozoravanje, s ciljem smanjenja mogućih štetnih posljedica poplava na ljudsko zdravlje i sigurnost, na vrijedna dobra i imovinu te na vodni i kopneni okoliš [2].

## 2.1.2 Procjena rizika od poplava

Rizik od poplava procjenjuje se za područje svakog pojedinačnog naselja kao najznačajnijeg receptora, a klasificira se na: visoki rizik, uključujući i daljnju kategorizaciju na vrlo veliki i veliki rizik, umjereni rizik, mali rizik te zanemarivi rizik od poplava. Klasifikacija rizika prilagođena je potrebi operativne obrane od poplava i različitom pristupu efikasnom, okolišno osjetljivom i financijski prihvatljivom rješavanju zaštite od poplava [2]:

- Za područja za koja je ocijenjeno da su područja s visokim rizikom od poplava izrađuju se karte opasnosti i karte rizika od poplava te se utvrđuje poseban sustav interventnih mjera u slučaju poplavnog događaja u okviru Operativnog plana obrane od poplava.
- Za područja umjerenog rizika od poplava izrađuju se karte opasnosti i karte rizika od poplava.
- Za područja malog i zanemarivog rizika od poplava po potrebi se provode dodatne analize.

Na osnovi prethodne procjene iz 2018. g. utvrđeno je da je preko 50 % površine Republike Hrvatske pod umjerenim do vrlo velikim rizikom od poplava. Pri tome treba napomenuti da je veći rizik na vodnom području rijeke Dunav gdje ukupna površina naselja za koja je preliminarno procijenjeno da se nalaze u riziku od poplava doseže gotovo 55 %. Oko 8 % područja za koje je ocijenjeno da su područja sa značajnim rizikom od poplava, odnose se na međunarodna vodna tijela i uglavnom se nalaze u vodnom području sliva rijeke Dunav. Upravljanje rizicima od poplava na takvim područjima obavlja se u skladu s odredbama protokola i sporazuma koji uređuju postupanje pri rješavanju međunarodnih pitanja [2].

## 2.2 Zelena infrastruktura

Dok je 20. stoljeće bilo obilježeno nastojanjima da se vodotoci obuzdaju izgradnjom strukturnih građevina poput brana, nasipa, izravnavanja i kanaliziranja korita koristeći različite umjetne, prije svega betonske materijale, 21. stoljeće zasigurno će biti obilježeno revitalizacijom vodotoka korištenjem prirodnih i okolišno prihvatljivih konstrukcija i materijala. Naime, drugu polovicu 20. stoljeća obilježilo je povećanje svijesti javnosti o ograničenjima tradicionalnih hidrotehničkih praksi te zahtjevi za očuvanjem prirode i okoliša, kao i zahtjevi za prilagodbu klimatskim promjenama. To je rezultiralo i promjenama u pristupima gospodarenju vodnim tijelima. Mnoge takve promjene formalizirane su u EU Direktivi o staništima i Okvirnoj direktivi o vodama (u nastavku skraćeno: ODV) [6]. U tom se pogledu zelena infrastruktura istaknula kao pristup koji bi mogao pružiti potrebnu zaštitu koju pružaju klasična, siva rješenja dok istodobno može pružiti brojne druge ekološke, socijalne i ekonomske koristi.

Europska komisija definira zelenu infrastrukturu kao strateški planiranu mrežu visokokvalitetnih prirodnih i doprirodnih područja koja je osmišljena i kojom se upravljanje na način da generira širok raspon usluga ekosustava i štiti bioraznolikost u urbanim i ruralnim sredinama [7]. Sukladno tome, ne mogu se sve zelene površine i elementi okoliša smatrati dijelom zelene infrastrukture, već trebaju biti velike kvalitete i pružati više od puke zelene površine. Drugim riječima, trebaju moći pružiti niz raznovrsnih usluga

ekosustava dok istodobno doprinose bioraznolikosti, smanjuju učinke na klimatske promjene i povećavaju kvalitetu života [8].

### 2.2.1 Zelena infrastruktura u funkciji obrane od poplava

Istraživanja i primjeri iz prakse pokazuju da ulaganja u zelena rješenja u problematici obrane od poplava mogu biti barem jednako učinkovita kao i konvencionalna, siva rješenja dok istodobno pružaju niz drugih ekoloških, socijalnih i ekonomskih koristi [3]. Donosioci odluka i privatni investitori sve češće shvaćaju da tradicionalna rješenja sive infrastrukture poput valobrana, nasipa, odvodnih sustava i sl. nisu nužno najefikasnije investicije u rješavanju okolišnih izazova, posebice u kontekstu ubrzanih klimatskih promjena.

Ipak, treba naglasiti kako primjenjivost mjera zelene infrastrukture značajno ovisi o lokalnim karakteristikama prostora [9]. Upravo stoga pristupi koji kombiniraju zelenu i sivu infrastrukturu često mogu biti poželjniji u obrani od poplava. Siva infrastruktura takvim pristupima daje učinkovitost dok im zelena infrastruktura povećava dugoročne pozitivne i okolišno prihvatljive učinke te multifunkcionalnost.

Budući da zelena infrastruktura u obrani od poplava često zahtijeva veće površine od sive infrastrukture, dolazi do kompeticije s drugim oblicima korištenja zemljišta, odnosno konfrontacije javnog i privatnog interesa. S obzirom na to da su kvantifikacija i monetizacija koristi od zelene infrastrukture teže mjerljive i često se koristi pojavljuju s vremenskim odmakom u odnosu na koristi od sive infrastrukture te u odnosu na privatne gospodarske djelatnosti, njihovo uvođenje može doživjeti otpor, kako vlasnika potrebnog zemljišta, tako i javnosti. Stoga bi uvođenje takvih mjera trebalo naći svoj put kroz zakonske odredbe i poticajne politike [10].

### 2.2.2 Zelena infrastruktura u funkciji prilagodbe klimatskim promjenama

Klimatske promjene predstavljaju rastuću prijetnju u 21. stoljeću i izazov za cijelo čovječanstvo jer utječu na sve aspekte okoliša i gospodarstva te ugrožavaju održivi razvoj društva. Klimatske promjene utječu na učestalost i intenzitet ekstremnih vremenskih nepogoda (ekstremne padaline, poplave i bujice, erozije, oluje, suša, toplinski valovi, požari) i na postepene klimatske promjene (porast temperature zraka, tla i vodenih površina, podizanje razine mora, zakiseljavanje mora, širenje sušnih područja) [23]. Iz tog razloga, sve su aktualnije teme o prilagodbi klimatskim promjenama i smanjenju rizika od katastrofa koje se aktivno ugrađuju u ključne politike i strategije Europske unije, uključujući one za zaštitu infrastrukture i okoliša, financijske instrumente kohezijske politike te strukturnih i investicijskih fondova EU, poljoprivredu, sigurnost hrane i integralno upravljanje obalnim područjem [3].

Klimatske promjene prepoznate su kao sigurna prijetnja, rizik i izazov i za Republiku Hrvatsku, stoga je Hrvatski sabor na sjednici 7. travnja 2020. usvojio prvi strateški dokument koji daje procjenu promjene klime za Hrvatsku do kraja 2040. i 2070. godine, moguće utjecaje i procjene ranjivosti, pod nazivom *Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu (NN 46/2020)*. U prvoj nacionalnoj Strategiji prilagodbe obrađeni su sektori koji su

prema dosadašnjim spoznajama najviše izloženi i ranjivi klimatskim promjenama: vodni resursi, poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo, bioraznolikost, energetika, turizam i zdravlje, kao i dva međusektorska tematska područja: prostorno planiranje i uređenje te upravljanje rizicima. Strategija prilagodbe rezultat je integralnog pristupa koji, polazeći od analize stanja u odabranim sektorima i međusektorskim tematskim područjima, rezultira pregledom utjecaja, ranjivosti i skupom mjera. U pristupu planiranja i provedbi mjera potrebno je uzeti u obzir ranjivost prostora s aspekta bioraznolikosti i usluga ekosustava te dati prednost rješenjima temeljenim na prirodi [23].

Prema tome, primjena zelene infrastrukture uz rješenja temeljena na prirodi, predstavlja efikasan način za ublažavanje rizika od prirodnih opasnosti i jačanje otpornosti društva u rješavanju prilagodbe klimatskim promjenama i smanjenju rizika od katastrofa [3].

### 2.2.3 Poteškoće u uspoređivanju zelene i sive infrastrukture

Publikacija *Green Infrastructure and Flood Management* Europske okolišne agencije (2017) navodi niz razloga zbog kojih je teško uspoređivati rješenja iz domena zelene i sive infrastrukture. Razlozi su dani u nastavku [3].

Prvo, tradicionalni fokus na troškove i koristi primjenjivan na evaluaciju sivih rješenja predstavlja izazov u evaluaciji zelenih rješenja budući da zelena infrastruktura pruža niz koristi, poput čiste vode, sekvestracije ugljika i stvaranja uvjeta za rekreaciju, koje nisu uvijek direktno mjerljive niti se mogu izraziti u financijskom smislu. Taj je fokus bio učinkovit u evaluaciji sive infrastrukture koja je često projektirana za jednu funkciju i generirala je s njom vezanu korist odmah nakon izgradnje, iako često s rastućim troškovima održavanja kroz starenje te infrastrukture.

Drugo, procjena isplativosti pojedinih mjera trebala bi se provoditi od slučaja do slučaja uzimajući u obzir značajke predmetnih lokaliteta. Nijedno rješenje – ni sivo, a posebice zeleno – nije direktno primjenjivo na svakoj lokaciji. Analiza prikladnih rješenja za pojedinačne lokalitete omogućila bi precizno određivanje troškova i isplativosti primjene različitih varijanti, uključujući kombinacije zelenih i sivih rješenja, koje mogu u nekim slučajevima biti znatno povoljnije od primjene isključivo zelenih ili sivih rješenja.

Treće, direktna usporedba koristi od zelene i sive infrastrukture zahtijeva usporediva vremenska razdoblja. Međutim, to je obično otežano uslijed činjenice da koristi od zelene infrastrukture obično rastu s vremenom kako se ekosustav prilagođava i razvija dok siva infrastruktura obično pruža koristi odmah nakon izgradnje, a daljnje pružanje ovisi o održavanju infrastrukture.

Četvrto, metodologija evaluacije sposobnosti zelene infrastrukture da pruži relevantne koristi kroz svoj životni vijek trebala bi biti ujednačena u cijeloj Europi kako bi se osigurala usporedivost metoda vrednovanja i, kad je to relevantno, financijskih aspekata u odlučivanju o ulaganjima.

### 2.2.4 Renaturalizacija i revitalizacija vodnih tijela

Primjena zelene infrastrukture u obrani od poplava u suvremenoj Europi podrazumijeva renaturalizaciju i revitalizaciju vodnih tijela odnosno zamjenu sivih rješenja primjenjivanih

kroz protekla stoljećima novim, zelenim ili kombiniranim zeleno-sivim rješenjima. Uspješnu renaturalizaciju i revitalizaciju vodnih tijela karakteriziraju povećanje bioraznolikosti, krajobrazne vrijednosti i kapaciteta vode za autopurifikaciju [11]. Revitalizirani vodotok ne smije povećati ni rizik od poplava u naseljenim i drugim kultiviranim područjima, a kod primjene revitalizacije u svrhu smanjenja opasnosti od poplava, upravo je smanjenje opasnosti i rizika od poplava ključna tražena karakteristika zahvata.

U kontekstu obrane od poplava, zelena infrastruktura obuhvaća niz povezanih prirodnih i doprirodnih područja i prostornih elemenata koji doprinose smanjenju opasnosti od poplava dok istodobno doprinose funkcioniranju i kvaliteti ekosustava. Primjena zelene infrastrukture u obrani od poplava bi stoga također trebala biti sustavni pristup kojim se ne primjenjuju parcijalna rješenja već se riječni slivovi promatraju holistički kao integralne hidrološke i prostorne jedinice. Još uvijek se, međutim, odabir lokacija za revitalizaciju prečesto odvija na *ad hoc* osnovi, umjesto kroz strateško i prostorno planiranje, zbog čega mnogi takvi projekti nisu samoodrživi već zahtijevaju konstantno upravljanje, primjerice oponašanje geomorfoloških procesa, kako bi se kompenzirao nedostatak zelenih rješenja na uzvodnim i nizvodnim dionicama [12].

### 2.2.5 Koncept „prostor za rijeku“

Integralno upravljanje riječnim slivovima kroz korištenje zelene infrastrukture objedinjeno je u konceptu „prostor za rijeku“ (eng. *Room for the River*). Taj izvorno nizozemski pristup je umjesto jačanja strukturnih građevina poput nasipa i betonskih obaloutvrda usmjeren na njihovo uklanjanje i ponovnu integraciju poplavnog područja s vodotokom te obnovu vodene i riparijske vegetacije. Cilj tog pristupa je osigurati dugoročnu sigurnost od poplava uz istodobno povećanje kvalitete prostora i okoliša te posljedično kvalitete života u prostoru [13].

Konačni cilj koncepta „prostor za rijeku“ je otporniji riječni sustav s poplavnim područjima koja funkcioniraju na prirodniji način i okolišem koji pruža brojne nove koristi široj populaciji. Koncept pritom nije isključiv u pogledu sivih mjera već naglašava važnost primjene zelene infrastrukture tamo gdje je to moguće, a osnaživanje sive infrastrukture ondje gdje obilježja prostora ne omogućuju primjenu zelene infrastrukture koja bi pružila dostatnu obranu od poplava [14].

Budući da primjena zelenih rješenja u obnovi prirodnih funkcija vodnih tijela općenito podrazumijeva renaturalizaciju odnosno vraćanje vodnog tijela u prirodno ili doprirodno stanje, to najčešće iziskuje dodatne površine koje su povijesno „oduzete“ vodnom tijelu radi dobivanja obradivih površina. U tom će pogledu u primjeni velikog broja mjera zelene infrastrukture biti potrebno otkupljivanje vlasničkih prava nad zemljištima potrebnim za provedbu mjera i/ili uspostavljanje programa kojim se privatne vlasnike zemljišta potiče na primjenu mjera zelene infrastrukture koje oni mogu sami primijeniti [15]. Takve mjere obično uključuju manje zahvate poput promjena u načinu korištenja zemljišta i sadnje i održavanja riparijske vegetacije.

Promjene u načinu korištenja zemljišta mogu biti od presudne važnosti za dugoročno funkcioniranje primijenjenih mjera zelene infrastrukture i njihov učinak na obranu od poplava. Kad se promjene u načinu korištenja zemljišta uvjetuju na privatnim zemljištima, projekti bi trebali predvidjeti i osigurati nadoknadu za izgubljene prihode. Gubitak

produktivnog zemljišta treba nadoknaditi vlasnicima odnosno zemljoposjednicima u obliku kompenzacije budući da promjene u obliku korištenja zemljišta mogu dovesti do gubitaka u njihovom poslovanju [16].

## 2.2.6 Prirodne mjere za zadržavanje voda

Prirodne mjere za zadržavanje voda (eng. *Natural Water Retention Measures*, NWRM) su multifunkcionalne mjere čija je svrha zaštita i upravljanje vodnim resursima kroz korištenje prirodnih procesa i posljedično doprinos stvaranju mreže zelene infrastrukture. NWRM mjere imaju potencijal pružiti niz koristi među kojima se posebno ističu smanjenje rizika od poplava, povećanje kvalitete vode, punjenje podzemnih vodonosnika i unaprjeđenje kvalitete staništa. Kao takve, NWRM mjere mogu doprinijeti ostvarenju ciljeva Europske unije definiranih u ODV, Direktivi o poplavama, Direktivi o staništima i Direktivi o pticama [17].

NWRM mjere osmišljene su od strane Glavne uprave za okoliš EU, a u suštini podrazumijevaju obnovu ekosustava te promjene i prilagodbe u načinu korištenja zemljišta i gospodarenju vodnim resursima. U tom pogledu, te se mjere smatraju komplementarnima sa sivom infrastrukturom te se polazi od pretpostavke da u slučajevima kada prirodni procesi sami ne mogu osigurati prirodnu retenciju voda, siva infrastruktura može podržati primjenu NWRM mjera. Na taj način NWRM mjere mogu ublažiti razmjere i intenzitet negativnih utjecaja sive infrastrukture na ekosustave [17].

Ako se integriraju u prostorno planiranje i planiranje zelene infrastrukture, NWRM mjere mogu doprinijeti rješavanju problema fragmentacije i međusobne povezanosti staništa koji se smatraju glavnim pokretačima gubitka bioraznolikosti. Pored toga one pružaju raznovrsne usluge ekosustava koje imaju pozitivne učinke na čitavo europsko društvo. Ipak, njihova primjena u praksi je često ograničena dostupnim financijskim resursima, a EU kontinuirano radi na povećanju mogućnosti financiranja primjene takvih rješenja [17].

Planiranje i primjena NWRM mjera temelji se na četiri osnovna načela [18]:

- prioritiziranje rješenja utemeljenih na prirodi,
- predviđanje zajedničkih potencijalnih koristi koje proizlaze iz skupa mjera,
- iskorištavanje prilika koje omogućuju integraciju politika i koje će doprinijeti ostvarenju ciljeva različitih politika,
- od samog početka planiranje skupova više mjera koji mogu uključivati i zelene i sive mjere.

## 2.3 Metodologija za izradu i korištenje Smjernica

### 2.3.1 Uvod

Smjernice su namijenjene, sukladno Projektnom zadatku, prije svega stručnjacima vezanim uz djelatnosti Hrvatskih voda, ali su zbog svrhe i značajki mjera zelene infrastrukture u području vodnog gospodarstva one namijenjene i drugim strukama, kao što su primjerice:

- stručnjaci iz područja zaštite prirode i okoliša,
- prostorni planeri,
- biotehničke struke koje sudjeluju u projektiranju: krajobrazni arhitekti,
- stručnjaci iz područja zemljišnih politika (poljoprivreda, šumarstvo, lovstvo),
- stručnjaci iz područja hidroenergetike i drugih područja vezanih uz korištenje voda (primjerice vodoopskrba, navodnjavanje poljoprivrednih površina, ribnjačarstvo),
- ekonomski i financijski stručnjaci,
- geografi, demografi i sociolozi,
- djelatnici nadležnih javnih uprava,
- javni djelatnici i djelatnici iz područja javnog priopćavanja,
- pripadnici udruga i organizacija civilnog društva,
- ostala zainteresirana javnost.

Zbog toga su u nastavku prikazani pristup i korištene metodologije prilagođeni, u smislu razumijevanja, svim dionicima koji će sudjelovati u osmišljavanju i provedbi mjera zelene infrastrukture u području zaštite od štetnog djelovanja voda.

### 2.3.2 Okvirni pristup uspostavi mjera

Uspostava mjera zelene infrastrukture u funkciji zaštite od štetnog djelovanja voda (zaštita od poplava, obrana od leda na vodotocima i zaštita od erozija i bujica) povezana je prije svega s upravljanjem rizicima od štetnog djelovanja voda, u ovom slučaju izravno s uređenjem voda i zaštitom od erozije i bujica, a neizravno i sa svim ostalim postupcima zaštite od voda (kako su definirani u ZoV, članak 119.). Posebno se naglašava kako je sastavni dio upravljanja ovim rizicima provedba ograničenja prava vlasnika i drugih posjednika zemljišta, a koja su vezana uz uređenje voda i zaštitu od erozije i bujica.

Međutim, mjere zelene infrastrukture u području zaštite od štetnog djelovanja voda se za razliku od ostalih tehničkih mjera zaštite uvode u prostor kao višenamjenske mjere, koje osim što povećavaju zaštitu u području vodnog gospodarstva također povećavaju ukupnu vrijednost područja na kojem se primjenjuju i to kroz obnovu njegovih prirodnih i ekoloških vrijednosti te kroz uspostavu ukupno održivog upravljanja tim prostorom.

Zbog boljeg razumijevanja ovih mjera, u prethodnim poglavljima opisane su njihove glavne značajke, koje je moguće u kraćem obliku prikazati i objediniti, kroz sljedeća načela:

- zelena infrastruktura općenito je po definiciji strateški planirana mreža visokokvalitetnih prirodnih i doprirodnih područja koja je osmišljena i kojom se upravljanja na način koji generira širok raspon usluga ekosustava i štiti bioraznolikost u urbanim i ruralnim sredinama,
- mjere zelene infrastrukture vezane uz područje vodnog gospodarstva, u ovom slučaju vezane uz upravljanje ukupnim sustavom zaštite od štetnog djelovanja voda, složeni su zahvati u prostoru koji osim osnovne funkcije zaštite od voda ispunjavaju i niz drugih funkcija, kao što su poboljšanje ukupnog stanja voda, zatim poboljšanja usluga ekosustava, obnova i zaštita biološke raznolikosti, prilagodba

klimatskim promjenama, poboljšanje kakvoće života lokalnog stanovništva, kao i druge posebne funkcije vezane uz područje zahvata,

- zbog osnovne funkcije zaštite od voda ove mjere najčešće obuhvaćaju mjere sive infrastrukture, ali su zbog ostalih funkcija od posebnog značaja njihove prostorne odrednice,
- zbog mjera sive infrastrukture koje su vezane uz osnovnu funkciju te zbog zaposjedanja prostora radi ispunjavanja ostalih funkcija vezanih uz mjere zelene infrastrukture, vrijednost građevina sive infrastrukture i vrijednost zaposjednutog prostora čine glavne troškove ovih mjera, pri čemu se u troškove zaposjedanja prostora treba uključiti i razrješavanje svih mogućih konflikata s postojećim korisnicima,
- dok su za utvrđivanje koristi od glavne funkcije zelene infrastrukture već uvriježene metode i postupci za određivanje novčanih izravnih i neizravnih dobitaka od izbjegnutih šteta od poplava, za ostale koristi koje su najčešće neizravne, odnosno indirektno, njihovo vrednovanje uobičajeno polazi od ocjenjivanja njihovih vrijednosti kao oblika kvantifikacije, dok se novčane vrijednosti takvih koristi mogu u pojedinim slučajevima odrediti zamjenskim metodama kojima se simuliraju tržišni odnosi,
- kod planiranja mjera zelene infrastrukture, uz njihove ključne značajke kao što su njihova složenost i njihovo višenamjensko korištenje, u obzir treba uzeti i vremenske odrednice tih mjera (potrebno duže razdoblje za uspostavljanje svih planiranih funkcija), kao i složene interakcije tih mjera sa širim prostorom (primjerice s hidrologijom i hidromorfologijom sliva, promjenama u korištenju šireg prostora i prometnica, utjecajima na socijalne i ekonomske odnose, pa i na demografska kretanja), zbog kojeg je potreban sustavni, odnosno cjeloviti i sveobuhvatni pristup (holistički pristup) u njihovom osmišljavanju,
- mjere zelene infrastrukture izravno su povezane s konceptom vraćanja prostora rijeci i pristupom uspostave prirodnih mjera zadržavanja voda (eng. *Natural Water Retention Measures, NWRM*), koji se provodi kroz primjenu ODV Europske unije. Ovim se pristupom traži gdje je to moguće zamjena sive sa zelenom infrastrukturom, a gdje nije moguće prilagodba sive infrastrukture načelima na kojima počivaju mjere zelene infrastrukture te se traži integracija različitih prostornih politika i politike zaštite od štetnog djelovanja voda, uz prioritarno poštovanje zahtjeva politike zaštite prirode.

Integrirani planovi upravljanja vodnim područjima i planovi upravljanja poplavnim rizicima, koji se izrađuju sukladno ODV i Direktivi o poplavama, kao ključnu dodirnu točku imaju hidromorfološko stanje voda. Hidromorfološko stanje vodnih tijela površinskih voda s jedne strane podržava njihovo ukupno ekološko stanje, odnosno utječe na fizikalno-kemijske i biološke procese u tim vodnim tijelima, a s druge strane zbog nužnosti sustava zaštite od štetnog djelovanja voda pod stalnim je antropogenim pritiscima. ODV propisano je postizanje i očuvanje dobrog i vrlo dobrog stanja vodnih tijela na svim vodnim područjima država članica EU, što izravno ili neizravno zahtijeva popravljivanje i očuvanje i njihovog hidromorfološkog stanja. To može biti nespojivo sa zahtjevima Direktive o poplavama i zahtjevima zaštite ljudskih i materijalnih dobara u područjima izloženim poplavama, eroziji

i bujicama. Zbog toga su člankom 4. ODV definirana moguća izuzeća od postizanja ciljeva ODV, koji daje mogućnost:

- da države članice proglase neko tijelo površinskih voda umjetnim ili znatno promijenjenim,
- produženja rokova do kojih je potrebno postići okolišne ciljeve za pojedina vodna tijela,
- da se države članice mogu usmjeriti na postizanje manje strogih okolišnih ciljeva za pojedina vodna tijela,
- primjene uvjeta za pogoršanje stanja vodnih tijela koja se mogu smatrati privremenim i ne smatraju se kršenjem zahtjeva Direktive,
- primjene uvjeta koje novonastale promjene fizičkih karakteristika moraju zadovoljiti, a kako bi se dopustila promjena, odnosno postizanje manje strogih ciljeva zaštite okoliša na vodnim tijelima na kojima se nalaze.

Pri tome države članice EU moraju osigurati da se primjenom ovih odredbi članka 4. ODV trajno ne isključi ili ne dovede u pitanje održanje ili postizanje ciljeva zaštite okoliša na drugim vodnim tijelima i da primjena bude konzistentna s ostalim propisima koji se odnose na zaštitu okoliša i prirode.

Ovim se člankom ODV, osim omogućavanja uključivanja sive infrastrukture u ciljeve zaštite voda također stvara i okvir za uključivanje mjera zelene infrastrukture u rješenja za poboljšanje zatečenog hidromorfološkog stanja pojedinih vodnih tijela na kojima se provode mjere zaštite od voda, ali i okvir za budući razvoj novih mjera zelene infrastrukture na vodnim tijelima na kojima je nužno smanjiti rizike od štetnog djelovanja voda (vidjeti: Prijedlog kriterija za izmjene ciljeva okoliša, Elektroprojekt, 2022.).

Postupak traženja najboljeg rješenja, sukladno svemu prethodno navedenom, a kao dopuna prikazu pristupa iz poglavlja 2.2.6 *Prirodne mjere za zadržavanje voda*, te uz primjenu načela projektiranja i provedbe višenamjenskih vodnogospodarskih sustava (obvezno uključivanje i u pripremu i u provedbu i u održavanje sustava svih njegovih korisnika), zahtijevao bi u najopćenitijem obliku sljedeće korake:

- preliminarno uključivanje u postupak svih dionika pod nadzorom prostornih planera,
- pripremanje podloga za zadanu mjeru zelene infrastrukture,
- određivanje zainteresiranih dionika vezanih uz zadanu mjeru zelene infrastrukture,
- sagledavanje svih mogućih rješenja uspostave mjere, pri čemu prioritet imaju ona moguća rješenja koja su vezana uz zaštitu prirode i ekosustava,
- sagledavanje za svako od rješenja svih zahtjeva zainteresiranih dionika, uključujući i zahtjeve za postizanje pojedinih uvjeta i za oblikovanje pojedinih elemenata rješenja, te uključujući ostvarivanje mogućih pojedinačnih koristi,
- integriranje svih zahtjeva zainteresiranih dionika u konačne varijante rješenja,
- provedba usporedbe varijanata uz korištenje višekriterijske analize ili pojednostavljene analize koristi i troškova (eng. *Cost Benefit Analysis*, u nastavku skraćeno: CBA), pri čemu u kriterije za usporedbu treba uključiti osim obrane od

poplava i zaštite voda još i usluge ekosustava, vodeći pri tome računa i o vremenskoj komponenti svake inačice rješenja,

- novčano vrednovanje izabranog rješenja u svim elementima, koliko je to moguće dostupnim metodama, te prema novčano iskazivim izravnim i neizravnim koristima raspodjela troškova po svim uključenim zainteresiranim dionicima (primjerice metodom „separatnih troškova-preostalih koristi“, prema R.K. Linsley, J.B. Franzini (1979): *Water - Resources Engineering*, str. 368),
- uključivanje u daljnju provedbu i daljnje održavanje izabranog rješenja kontinuirano svih zainteresiranih dionika koji od usvojenog rješenja imaju izravne ili neizravne koristi.

U nastavku se ovaj općeniti metodološki pristup razrađuje prvo kroz pristup sagledavanju i usporedbi mogućih rješenja, a zatim i kroz sagledavanje nekih ključnih elemenata usporedbe mogućih rješenja i pripreme izabranih mjera, kao što su postupci određivanja troškova pripreme, provedbe i održavanja mjera zelene infrastrukture, zatim postupci određivanja koristi od provedbe mjera zelene infrastrukture i postupci kvantifikacije i određivanja novčanih vrijednosti tih koristi te postupci i načela povezivanja mjera zelene infrastrukture sa sustavom zaštite od štetnog djelovanja voda.

### 2.3.3 Sagledavanje i usporedba mogućih rješenja

Mjere zelene infrastrukture vezane uz sustave zaštite od štetnog djelovanja voda moguće je, ovisno o njihovoj vrsti, položaju, višenamjenskim ulogama i drugim uvjetima, provesti na više mogućih načina te je potrebno izabrati za svaku takvu mjeru najbolje rješenje.

Analize za potrebe izbora najboljeg rješenja između pretpostavljenih varijanata, kao i za potrebe izrade studije izvedivosti za izabrano rješenje predviđa se provoditi prema Vodiču za analizu troškova i koristi investicijskih projekata (Europska komisija, prosinac 2014.) (eng. *Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014 – 2020*, European Commission, December 2014).

Kod odabira varijanti uobičajeno se koriste sljedeći pristupi:

- Ako različite varijante imaju isti cilj i slične eksterne troškove i koristi, izbor se može temeljiti na rješenju s najmanjim troškovima realizacije. To uključuje diskontirani zbroj svih mjerodavnih troškova u ekonomskom vijeku projekta (troškova provedbe, operativnih troškova, troškova održavanja i sl.).
- Ako se troškovi realizacije i/ili koristi u različitim varijantama razlikuju (uz pretpostavku da imaju isti cilj), provodi se pojednostavljena CBA za sve varijante, uz cilj odabira najbolje. Pojednostavljena CBA obično podrazumijeva fokusiranje na prve procijene troškova i koristi (ovdje troškova realizacije i koristi od izbjegnutih šteta zbog realizacije svake pojedine varijante obrane od poplava) i grube procjene ključnih financijskih i ekonomskih parametara. U troškove se uključuju investicijski i operativni troškovi. Izračun ekonomskih pokazatelja uspješnosti u pojednostavljenoj CBA mora biti za sve varijante proveden za isto razdoblje, svi troškovi i koristi trebaju biti usporedivi u smislu istog vremenskog „horizonta“, te se u CBA moraju uključivati samo dodatni troškovi i koristi zbog realizacije svake od varijanata.

- Ako se varijante uspoređuju prema skupini različitih ciljeva koji ne mogu biti vrednovani prema tržišnim pokazateljima provodi se višekriterijska analiza (MCA). Pri tome ciljevi moraju biti iskazani u nekom obliku mjerljivih varijabli ili moraju biti kvalitativno usporedivi, a ciljevi pri tome ne smiju biti alternativni (ostvarenje jednog cilja ne smije sprječavati ili umanjivati ostvarenje drugog cilja). Ciljevi također moraju imati određene „pondera“ ili „težine“, koji određuju relativni značaj ispunjenja svakog pojedinog cilja. Za usporedbu varijanata s aspekta ostvarenja socioekonomskih ciljeva može se koristiti CBA.

Rezultati analize troškova ili CBA po varijantama/opcijama mogu biti samo jedan od više kriterija prema kojima se odabire najbolje rješenje. Ostali kriteriji su utjecaji razmatranih opcija na stanje voda, na usluge ekosustava, a mogu se koristiti i drugi kriteriji, ukoliko ih nije moguće uključiti u prethodne kriterije. Primjerice, aspekt klimatskih promjena najbolje je u ovom slučaju uključiti pod analize izbjegnutih šteta od poplava, erozija i bujica, a aspekti utjecaja na okoliš, na lokalno stanovništvo i na zaštitu prirode mogu biti obuhvaćeni u kriteriju usluga ekosustava.

Ukoliko su ovi kriteriji vezani uz stanje voda i usluge ekosustava značajni ili su ciljevi poboljšanja stanja voda i poboljšanja usluga ekosustava različiti od ciljeva zaštite od štetnog djelovanja voda, nakon analize troškova ili nakon CBA po varijantama provodi se i višekriterijska analiza (eng. *Multi-criteria analysis*, u nastavku skraćeno: MCA) po varijantama i tek zatim se provodi odabir optimalne varijante.

U prvom koraku analize troškova ili analize koristi i troškova usporedivost troškova i koristi osigurava se njihovim svođenjem na istu godinu razmatranja uz pomoć diskontiranja. Svođenje troškova, odnosno svođenje koristi i troškova na istu godinu razmatranja, odnosno na neto sadašnju vrijednost provodi se prema sljedećem izrazu:

$$K = \sum_{i=1}^n \frac{K_i}{(1+p)^i}$$

gdje je:

K – sadašnja vrijednost koristi (troška) u razdoblju razmatranja od n godina

$K_i$  - vrijednost koristi (troška) u i-toj godini

p – diskontna stopa

n – broj godina razdoblja analize

U načelu element troškova uključuje troškove ulaganja (pripreme troškove, troškove zaposjedanja zemljišta i troškove izgradnje), operativne troškove i troškove održavanja, ali i eksterne troškove, ukoliko projekt primjerice nepovoljno utječe na druge korisnike prostora.

Isto tako u element ekonomskih koristi osim izravnih uključuju se i eksterne ekonomske koristi, te također i preostala vrijednost zahvata nakon razdoblja u kojem se razmatraju ukupni troškovi i koristi.

Cilj analize troškova je odrediti opciju s najmanjim troškovima realizacije, dok je cilj analize troškova i koristi odrediti ekonomsku održivost projekta izračunom dodatnih koristi koje nastaju kao rezultat provedbe projekta, u ovom slučaju provedbe mjera zelene infrastrukture.

Također, CBA ili ekonomskom analizom ocjenjuje se doprinos projekta/mjera ekonomskom blagostanju regije ili države. Opseg projekta, odnosno mjera, trebao bi se promatrati u široj perspektivi, odnosno trebaju se promatrati korisni učinci na čitavo društvo.

Pri određivanju pokazatelja najniže cijene ili ekonomske uspješnosti treba napraviti određene korekcije:

Fiskalne korekcije: Moraju se kod izravnih novčanih troškova i koristi odbiti neizravni porezi (npr. PDV), subvencije i obični transferi (npr. uplate za socijalno osiguranje). Međutim, cijene trebaju biti u bruto iznosima s izravnim porezima. Uz to, ako se za korekciju eksternih troškova i koristi planiraju specifični neizravni porezi/subvencije, onda i oni trebaju biti uključeni.

Tržišne cijene uključuju poreze i subvencije i neka transferna plaćanja, koja mogu djelovati na relativne cijene. I dok bi u nekim slučajevima bilo teško procijeniti neto cijene bez poreza, mogu se postaviti neka općenita pravila za korekciju takvih distorzija. Najčešće su u ekonomskoj analizi:

- cijene inputa i outputa razmatrane za analizu troškova ili analizu troškova i koristi kao neto cijene bez PDV-a i ostalih neizravnih poreza (osim kada je PDV prihvatljiv trošak, vidjeti u nastavku);
- izostavljena su obična transferna plaćanja pojedincima, poput uplata za socijalno osiguranje;
- izostavljeni su nepredviđeni fizički i financijski troškovi.

Cilj ove korekcije je odrediti stupac faktora konverzije za pretvaranje tržišnih cijena u obračunske cijene. Na taj se način pored financijskih troškova i koristi uzimaju u obzir i socijalni troškovi i koristi projekta. Odnosno, faktori konverzije omogućuju korekciju tržišnih cijena od distorzija koje vrijednost udaljuju od vrijednosti dugoročne ravnoteže (transferi, državna pomoć itd.). Faktori konverzije omogućuju izračun socijalnih troškova uslijed ulaganja, tekućih troškova i obnovu kratkotrajne opreme.

Tekuće cijene inputa i outputa ne mogu odraziti njihovu socijalnu vrijednost zbog tržišnih distorzija. Može se dogoditi da tekuće cijene koje proizlaze iz nesavršenih tržišta i politike javnog sektora o određivanju ne uspiju odraziti oportunitetni trošak inputa. U nekim slučajevima to može biti važno za ocjenu projekata/mjera, odnosno financijski podaci, kao pokazatelji blagostanja, mogu dovesti do krivih zaključaka.

Izračun standardnog faktora konverzija za distorziju cijena inputa i outputa provodi se u skladu s metodologijom propisanom u *Vodiču za analizu troškova i koristi investicijskih projekata*. Za pretvaranje cijena iz financijske analize koristi se najčešće standardni faktor konverzije u visini 1.

Korekcije za eksterne troškove i koristi: Provedbom projekta/mjere mogu se stvoriti neki učinci koji prelaze s projekta na druge gospodarske subjekte bez ikakve nadoknade. Ti učinci mogu biti ili negativni ili pozitivni. Po definiciji, eksterne koristi i troškovi

(eksternalije) javljaju se bez monetarne nadoknade, pa ih je stoga potrebno procijeniti i vrednovati.

Eksternalije koje se ne mogu kvantificirati treba ipak pobrojati, kako bi se donositelju odluka dalo više elemenata za donošenje odluke ponderiranjem aspekata koji se mogu kvantificirati, izraženih kroz ekonomsku stopu povrata, nasuprot onih koji se ne mogu kvantificirati. Eksternalije se iskazuju u novčanim/monetarnim vrijednostima koliko god je to moguće, a ako ne postoje tržišni pokazatelji za njihovo monetarno vrednovanje, mogu se koristiti i različite metode kojima se „simulira“ djelovanje tržišta u smislu procijene vrijednosti takvih eksternalija.

Analiza troškova i koristi koristi ocjenjuje varijantu projekta/mjere uzimajući u obzir kvantificirane eksterne učinke. Samo se dio eksternih učinaka može procijeniti u monetarnom smislu, kad su za izračun korištene važeće tržišne cijene. Ostale koristi povezane s projektom/mjerom, koje se ne mogu jednostavno kvantificirati u monetarnom smislu, mogu se izračunati uz pomoć cijena u sjeni ili uz pomoć metoda kojima se simuliraju tržišni odnosi.

Iz tržišnih u obračunske cijene (cijene u sjeni): Pored fiskalnih distorzija i eksternih troškova i koristi, cijene od konkurentne (učinkovite) tržišne ravnoteže mogu udaljiti i drugi faktori: monopolistički režimi, trgovinske zapreke, propisi o radu, nepotpune informacije itd. U svim takvim slučajevima zapažene tržišne cijene su zavaravajuće i umjesto njih treba koristiti obračunske cijene (cijene u sjeni) koje odražavaju oportunitetne troškove inputa i spremnost potrošača da plate za outpute. Obračunske se cijene izračunavaju primjenom faktora konverzije na financijske cijene.

Svrha korištenja cijena u sjeni je ukloniti tržišne poremećaje iz računovodstvenih (financijskih) cijena. Cijene u sjeni se koriste kao faktor za troškove (i koristi, gdje je primjenjivo). Mogu se koristiti ili primjenom jedinstvenog standardnog konverzijskog faktora ili se može koristiti razrađeniji pristup na razini sektora ili faktori konverzije komponente troška. Ovo potonje zahtijeva detaljno razumijevanje kapitalnih i redovitih (operativnih) troškova projekta, uključujući sastav troškova (kapitalni i operativni) između kvalificiranog i nekvalificiranog rada i uvezene i domaće robe. Takve su informacije rijetko dostupne, pa se stoga u fazi pripreme projekta pretpostavke korištene za ovakvu raščlambu često mogu smatrati izrazito subjektivnima. U većini država članica cijene u sjeni se ne koriste (koristi se faktor 1) uz argument pripadnosti jedinstvenom otvorenom konkurentnom tržištu koje omogućuje slobodan transfer dobara i usluga.

Prema tome, postupak CBA ili ekonomskog vrednovanja počinje od utvrđivanja svih troškova i svih koristi od provedbe mogućih varijantnih rješenja. Kod analize troškova razmatraju se samo troškovi koji nastaju kod provedbe projekta. Troškovi i koristi utvrđuju se u najopćenitijem obliku kao:

- troškovi pripreme, zaposjedanja zemljišta i izvedbe zahvata/mjere (u nastavku: Tz)
- troškovi nadoknade izgubljenih vrijednosti stanovništvu i drugim zatečenim korisnicima prostora na lokaciji izgradnje i utjecaja zahvata/mjere (u nastavku: Ti),
- troškovi izgubljenih vrijednosti idućih generacija zbog zahvata/mjere (Tb),
- direktne/izravne koristi koje nastaju iz provedbe zahvata (Dv),
- indirektne/neizravne koristi koje proizlaze iz pratećih koristi zahvata (Iv),

- moguće koristi koje će zahvat/mjera dati budućim generacijama (Mv),
- neuporabne vrijednosti prostora koje se gube zahvatom/mjerom (Tv),
- neuporabne vrijednosti koje se dobivaju provedbom zahvata/mjere (Nv).

S motrišta najnižih troškova varijanta zahvata/mjere je najprihvatljivija ukoliko je ukupna suma svih troškova najniža.

S motrišta ekonomije okoliša može se smatrati da je zahvat društveno opravdan ukoliko se uspostavi sljedeći vrijednosni odnos (pri čemu su u svaku pojedinu vrijednost uključeni i njeni vremenski i prostorni aspekti, kao i rizici odstupanja od točne procjene):

$$Dv + Iv + Mv + Nv > Tz + Ti + Tb + Tv$$

Troškovi izgradnje/provedbe zahvata/mjere, koji uključuju i pripremu i zaposjedanje zemljišta (Tz) određuju se na temelju projektnih rješenja zamišljenog zahvata, u kojima su se troškovnički iskazala potrebna istraživanja, izgradnja i opremanje, a u ove se troškove uključuju i troškovi monitoringa, održavanje, kontrola, izbjegavanja šteta, smanjenja rizika i drugi troškovi vezane uz različite funkcije zahvata, s time što se moraju razlikovati jednokratne investicije (koje nastaju tijekom godina izgradnje zahvata) i redoviti godišnji troškovi koji u načelu nastaju tijekom korištenja zahvata/mjere.

Troškovi naknade izgubljenih vrijednosti (Ti) prema korisnicima zemljišta koje se zaposjeda i prema lokalnom stanovništvu određuju se u načelu na temelju utvrđivanja socijalno- demografske strukture i povijesnih (prirodnih) prava lokalnog stanovništva, odnosno kroz procjenu vrijednosti izgubljenih prava tradicionalnog korištenja područja zahvata, a ostalim korisnicima preko troškova njihove prilagodbe nametnutim ograničenjima ili novim zadanim uvjetima korištenja prostora.

Troškovi izgubljenih vrijednosti budućih generacija (Tb) javljaju se u slučajevima kada se zahvatom nepovratno gubi ili postupno troši neko od prirodnih dobara koje potpada pod neobnovljive resurse, kada se predviđa da će zbog toga buduće generacije biti za njih prikraćene ili će trošiti dodatna sredstva za njihovo nadomještanje drugim dobrima ili će skuplje plaćati preostale resurse. U slučaju mjera zelene infrastrukture ovi se troškovi nastoje potpuno izbjeći.

Troškovi zbog gubitka nekih neuporabnih vrijednosti prostora (Tv) do kojih dolazi izgradnjom zahvata su vrijednosti kojima nije određena tržišna cijena, budući se u načelu radi o takvoj vrsti dobara kao što su npr. krajobraz, način života lokalnog stanovništva, biološka raznolikost, koja su se uvijek smatrala zajedničkim dobrima, ali kojima se novčane vrijednosti ipak mogu odrediti nekim posrednim metodama. U slučaju mjera zelene infrastrukture i ovi se troškovi nastoje potpuno izbjeći.

U izravne ili direktne koristi (Dv) ili uporabne vrijednosti zahvata ulaze sve vrijednosti koje se ostvaruju kroz izgradnju i korištenje zahvata, odnosno kroz realizaciju mjere zelene infrastrukture. Ove se vrijednosti uglavnom procjenjuju prema analizama njihovih tržišnih vrijednosti.

U neizravne ili indirektno koristi (Iv) ili indirektno uporabne vrijednosti zahvata ulaze uglavnom koristi za druge korisnike istog prostora, koji neovisno o glavnim funkcijama

zahvata koriste i neke njegove druge uloge. I ove se vrijednosti uglavnom procjenjuju prema analizama njihovih tržišnih vrijednosti.

U moguće koristi zahvata primjerice za buduće generacije (Mv) ulaze koristi od otvaranja prilike za razvitak nekih novih djelatnosti u budućnosti, vezane uz sam zahvat, koje u vrijeme njegovog izvođenja nemaju trenutnog korisnika ili mogući korisnik u početno vrijeme uspostave zahvata nije zainteresiran ili ne sagledava svoje interese u njegovoj realizaciji. U moguće koristi zahvata/mjere treba ubrojiti i prilike koje taj zahvat otvara boljem korištenju nekih prirodnih resursa, posebno neobnovljivih.

U neuporabne vrijednosti koje se dobivaju zahvatom (Nv) ulaze kao koristi one vrijednosti kojima nije određena tržišna cijena, a kojima se izgradnjom zahvata poboljšavaju zatečeni uvjeti na općim dobrima.

Sve ove skupine troškova i koristi zahvata sadržavat će i specifične stavke jednokratnih, ali i višegodišnjih, pa i kontinuiranih troškova i koristi tijekom cijelog razdoblja korištenja zahvata, odnosno provedbe mjere.

Za ekonomsku analizu diskontiranje se vrši odabirom ispravne socijalne diskontne stope za izračun interne ekonomske stope povrata (ERR) od ulaganja. Preporuke Europske Komisije za socijalnu diskontnu stopu za države koje dobivaju sredstva iz Kohezijskih fondova kreću se od 2 do 5%.

U slučaju mjera sive infrastrukture u sustavima zaštite od voda, a ponekad i kod mjera zelene infrastrukture sve varijante imaju isti cilj, ali različite izravne i eksterne troškove i koristi pa se izbor u načelu može temeljiti na pojednostavljenoj analizi troškova i koristi (CBA). To uključuje diskontirani zbroj svih mjerodavnih troškova i koristi u ekonomskom vijeku projekta/mjere (troškova provedbe, operativnih troškova, troškova održavanja, izravnih, neizravnih, mogućih i neuporabnih koristi).

Specifičnost mjera zelene infrastrukture je međutim u tome što varijante najčešće trebaju objediniti postizanje različitih ciljeva, koji su s jedne strane vezani uz zaštitu od štetnog djelovanja voda i zaštitu voda, a s druge strane uz zaštitu usluga ekosustava. Uz to ove mjere mogu, osim značajnih troškova provedbe i zanemarivih budućih i neuporabnih troškova, imati i značajne izravne i neizravne ekonomske, socijalne i ekološke, u načelu povoljne učinke, odnosno eksternalije. Tako se za izbor najbolje varijante rješenja u obzir trebaju uzeti i zahtjevi postizanja različitih ciljeva i eksternalije, odnosno najznačajnije ostale izravne, neizravne, moguće i neuporabne koristi mjere. Varijante se mogu ispravno usporediti jedino kad se i svi ciljevi i svi učinci eksternalija uzmu u obzir, budući da eksternalije često imaju ključnu ulogu u donošenju odluka.

Polazeći od zbirnog pregleda koristi od provedbe mjera kod definiranja varijanata razmatraju se utjecaji svake pojedine vrste koristi na izbor najpovoljnije opcije te se zatim provodi vrednovanje onih koristi koje se po opcijama značajno razlikuju.

Provedbom pojednostavljene CBA utvrđuju se za sve varijante njihovi aspekti zaštite od štetnog djelovanja voda, kao gospodarski aspekti, dok se aspekti utjecaja na zaštitu voda, odnosno na stanje voda te na usluge ekosustava posebno razmatraju, te se varijante uspoređuju i prema ovim kriterijima, ukoliko njihovi ciljevi nisu jednaki za sve varijante. U tim slučajevima u izbor najbolje varijante usporedbe uključuju i višekriterijsko vrednovanje.

U tablici u nastavku (Tablica 3) prikazuje se mogući pristup višekriterijskom vrednovanju varijanata i načina njihovog rangiranja, bodovanja i ponderiranja njihovog značaja u ukupnoj ocjeni. Napominje se kako se kod zelene infrastrukture cilj poboljšanja usluga ekosustava smatra prioritarnim pa je za taj aspekt određen najviši ponder. Kako je kroz ODV i primjenu članka 4 ODV reguliran odnos ciljeva zahvata za zaštitu od štetnog djelovanja voda i ciljeva postizanja dobrog stanja voda, aspektu zaštite od voda pridodan je viši ponder.

**Tablica 3. Elementi za provedbu višekriterijske analize**

	Varijanta 1	Varijanta 2	Varijanta 3
Aspekt zaštite od voda			
Ponder	40%	40%	40%
Aspekt stanja voda			
Ponder	10%	10%	10%
Aspekt usluga ekosustava			
Ponder	50%	50%	50%
RANG			

#### Legenda:

Bodovi: 3 – najbolja varijanta; 1 – najslabija varijanta

Rang: 1 – najbolja varijanta; 3 – najslabija varijanta

Prvi korak u odabiru najbolje varijante je osim postavljanja varijanata/opcija i utvrđivanje svih elemenata potrebnih za usporedbu. Kod usporedbe varijanata prema aspektu zaštite od štetnog djelovanja voda koristi se CBA, dok se varijante po ostala dva aspekta uspoređuju temeljem kvantifikacije utjecaja u slučaju postizanja cilja dobrog stanja voda, odnosno temeljem ocjene utjecaja pojedinih elementa koji čine ukupne usluge ekosustava.

Varijante/opcije se postavljaju unutar područja razmatranja te se svi elementi utvrđuju za odabrano razdoblje razmatranja, koje u slučaju vodnogospodarskih projekata i mjera iznosi 30 do 50 godina (uključujući i razdoblje provedbe ukupnog zahvata).

Aspekti klimatskih promjena razmatraju se u okviru aspekta zaštite od štetnog djelovanja voda, preko koristi od izbjegnute štete, a aspekti zaštite usluga ekosustava uključeni su i u troškove rješenja i u neuporabne koristi. Odnosno, s obzirom na specifičnosti mjera zelene infrastrukture te na specifičnosti varijanata, aspekti zaštite okoliša, zaštite prirode, zaštite voda i zaštite lokalnog stanovništva sastavni su dio tehničkih elemenata varijanata i prema tome su obuhvaćeni u troškovima, a u koristima se, ukoliko ih nije moguće novčano vrednovati, iskazuju kroz kvalitativno vrednovanje i uspoređuju kroz višekriterijsku analizu.

U nastavku će se prvo prikazati, odnosno opisati pristup određivanju troškova provedbe mjera zelene infrastrukture te zatim pristup određivanju koristi od realizacije tih mjera, uključujući i pristup njihovoj kvantifikaciji i novčanom vrednovanju. Na kraju će se prikazati i pristup u povezivanju mjera zelene infrastrukture sa sustavom upravljanja mjerama zaštite od štetnog djelovanja voda, kako je to postavljeno u okviru Projekta VEPAR.

## 2.3.4 Razrada tehničkih elemenata rješenja i utvrđivanje troškova mjera

Tehnička rješenja pojedinih mjera zelene infrastrukture koje su vezane uz zaštitu od štetnog djelovanja voda nisu tipska i razlikuju su od slučaja do slučaja, ovisno o cijelom nizu uvjeta, kao što su:

- prirodni uvjeti,
- demografski, socijalni, kulturno-povijesni i ekonomski uvjeti,
- prostorni uvjeti,
- specifični vodni i vodnogospodarski uvjeti,
- ostali specifični uvjeti,

te njihovi međutjecaji i utjecaji njihovih kombinacija, ovisno o korisnicima. Kod toga treba uvijek voditi računa o prethodno navedenim načelima vezanim uz mjere zelene infrastrukture.

Zbog ovih se uvjeta tehnička rješenja pojedinih mjera zelene infrastrukture ne mogu unaprijed definirati pa se unaprijed ne mogu procijeniti niti okvirni troškovi njihove provedbe. Moguće je međutim sagledati i raščlaniti načela i postupke za određivanje troškova pripreme, provedbe i održavanja takvih mjera, te samo gdje je to moguće i opravdano iz sličnih primjera preuzeti okvirne ukupne troškove. Ovi okvirni troškovi prikazuju se jedino radi ukazivanja na troškovnu zahtjevnost provedbe pojedinih vrsta mjera zelene infrastrukture.

Sukladno tome u daljnjim razradama pojedinih mjera zelene infrastrukture (Knjige 2 do 5 ovih Smjernica) neće se posebno navoditi niti jedinične cijene pojedinih specificiranih elemenata ukupnog rješenja niti okvirne ukupne cijene za svaku mjeru, već će se naznačiti kako se za određivanje troškova mjera trebaju koristiti ove, u nastavku dane upute, koje su podijeljene prema vrstama troškova.

Kod utvrđivanja troškova mjera potrebno je razlikovati vrste troškove koji nastaju u okviru pripreme svake pojedine mjere, zatim troškove koji nastaju kod zaposjedanja zemljišta i uređenja zemljišta, pa troškove izvedbe pripadajućih vodnih građevina te operativne troškove i troškove održavanja svake razmatrane mjere. Najznačajniji troškovi provedbe su:

- troškovi pripreme projekta uključujući vođenje i nadzor projekta,
- troškovi zaposjedanja i uređenja zemljišta na području projekta i troškovi naknada korisnicima zemljišta na području zahvata,
- troškovi izgradnje,
- operativni troškovi i troškovi održavanja,
- ostali troškovi zaštite voda o poboljšanja usluga ekosustava.

### Pripremni troškovi

Pripremni troškovi u načelu obuhvaćaju sve troškove koji nastaju do početka zaposjedanja i uređenja zemljišta i do početka radova na izgradnji pripadajućih vodnih građevina. To su općenito sljedeći troškovi:

- organizacije i vođenja projekta, ishođenja potrebnih dozvola i uvjeta te osiguranja potrebnih financijskih sredstava,
- prikupljanja podloga,
- provedbe istražnih radova, uključujući i različite oblike ispitivanja i modelskih analiza,
- priprema geodetskih podloga i utvrđivanje vlasničkih prava,
- izrade studijske i projektne dokumentacije,
- izrade studije izvodljivosti i tenderske dokumentacije za izvedbu radova.

Ovisno o složenosti mjere za koju se provode pripremni radovi uključeni u ove pripremne troškove svaka pojedina vrsta ovih troškova može imati vrlo široki raspon vrijednosti.

Primjerice, zbog prostornog obuhvata i višenamjenskih značajki ovih mjera troškovi istražnih radova mogu biti izrazito visoka stavka u ovim troškovima. Napominje se pri tome kako prioriteta u zaštiti prirode mogu zahtijevati velike i dugotrajne troškove istraživanja. S tim troškovima mogu biti ravnopravni i troškovi pripreme geodetskih podloga vezano uz utvrđivanje granica obuhvata mjere i utvrđivanje vlasničkih prava.

Kako niti jednu od ovih stavki nije moguće procijeniti i prikazati u pouzdanom obliku, u nastavku, u prikazu svake pojedine mjere zelene infrastrukture (u podpoglavljima knjiga 2 do 5 Smjernica pod naslovom „Projektiranje mjere“), samo će se razraditi okvirni opseg potrebne pripreme podloga, istraživanja i ispitivanja, odnosno proračuna, kao najčešće najvećih stavki troškova pripreme.

Za preostale stavke troškova pripreme može se samo okvirno i za prvi korak u planiranju mjere procijeniti njihov utjecaj na ukupne troškove mjere u rasponu od 0,5 do 5% cijelog iznosa investicije, ovisno o veličini obuhvata i o složenosti mjere. U pojedinim slučajevima moguća su i odstupanja od tog raspona.

### Troškovi zaposjedanja i uređenja zemljišta

Većina mjera zelene infrastrukture vezane uz zaštitu od štetnog djelovanja voda imaju značajni prostorni obuhvat, a posebice se to odnosi na mjere povećanja kapaciteta okoliša za prihvatanje vode (obnova meandara, obnova i reintegracija rukavaca i mrtvaja, obnova poplavnih područja, retencijski bazeni i bare, ponorske zone, obnova jezera, obnova močvara, šumski pokrivač u izvorišnim područjima, obrana obalnih područja od poplava). Kod ovih i drugih sličnih mjera troškovi zaposjedanja i uređenja zemljišta radi provedbe mjere mogu biti ključni kod razmatranja mogućih rješenja.

Prvi korak u postupku određivanja ovih troškova je utvrđivanje prostora obuhvata mjere, kod kojeg se razlučuje prostor obuhvata pripadajućih građevina i prostor obuhvata redovitog godišnjeg plavljenja od preostalog obuhvata područja mjere, a koji se određuje kao poplavno područje koje se plavi povremeno, u 10, 25, 100 ili 1000-godišnjim povratnim razdobljima. Prema tome određuju se u prvom slučaju površine koje ulaze u otkup zemljišta i u drugom slučaju površine na kojima se zadržava postojeća djelatnost uz

određene prilagodbe i uz kompenzacije, odnosno naknade korisnicima tih površina u slučajevima povremenih plavljenja.

Područje otkupa i područje kompenzacija određuju se kroz razradu tehničkog rješenja i kroz proračune poplavnih događaja sa i bez provedbe razmatrane mjere. Primjerice kod formiranja retencije za smanjivanje poplavnih valova u nizvodnom području tehničkim rješenjem brane i pripadajućih objekata određuje se područje otkupa, a proračunom potrebnog retencijskog kapaciteta prema morfologiji prostora uzvodno od brane određuju se granice obuhvata područja kompenzacije.

Granice obuhvata otkupa određuju se prema granicama pripadajućih građevina, koje uključuju i koridore za izgradnju i buduće koridore za radove na održavanju. Troškovi otkupa određuju se prema utvrđenim katastarskim česticama, njihovim površinama i njihovom udjelu u obuhvatu, te prema tržišnoj vrijednosti zemljišta takve i slične namjene u širem okruženju. Tržišna vrijednost zemljišta može se odrediti prema cijenama po m<sup>2</sup> ili ha registriranih novijih kupoprodaja ili prema utvrđenim godišnjim prihodima na tim ili sličnim parcelama, sve sukladno važećim zakonskim uvjetima.

Granice obuhvata kompenzacijskih troškova određuju se prema proračunatim ili utvrđenim granicama dosega mjere zelene infrastrukture, kao što je primjerice doseg područja plavljenja kod retencija ili obnovljenih poplavnih područja. Podloge za utvrđivanje kompenzacijskih troškova su iste kao i kod određivanja troškova otkupa (katastarske čestice, površine, udjeli u obuhvatu), ali se cijena kompenzacije određuju isključivo prema utvrđenim ili mogućim prihodima vlasnika parcela koje ulaze u obuhvat. Pri tome se uspostavljaju rasponi naknada za kompenzacije uslijed povremenog plavljenja, ovisno o pojavi plavljenja (izvan ili tijekom vegetacijskog razdoblja) i ovisno o trajanju plavljenja.

Kako kompenzacijski troškovi ovise i o vrstama kultura i o načinu poljoprivredne proizvodnje koju koriste vlasnici parcela u obuhvatu, osim izravnih kompenzacija moguće su i neizravne, kojima se vlasnicima pomaže u uspostavi otpornijih i profitabilnijih kultura prilagođenih novim uvjetima korištenja područja obuhvaćenih mjerama zelene infrastrukture.

Kompenzacijski troškovi mogu se odnositi i na troškove vezane uz zaštitu okoliša i zaštitu prirode, te ih se u takvim slučajevima određuje kroz postupke ocjene prihvatljivosti mjere za okoliš i prirodu.

Po svojim značajkama troškovi otkupa su jednokratni i javljaju se na početku realizacije mjere, dok su kompenzacijski troškovi povremeni (nastupaju s poplavnim događajima) ili kontinuirani kraćeg trajanja (u slučaju neizravnih kompenzacija).

Napominje se kako i troškove otkupa i troškove kompenzacija treba određivati od slučaja do slučaja, jer primjerice jedinična cijena poljoprivrednog zemljišta ovisi o regiji, namjeni i korištenju i može se višestruko razlikovati (okvirno od 0,5 do preko 200 €/m<sup>2</sup>), kao što se mogu razlikovati i godišnji prihodi od kultura (okvirno od 500 do preko 15.000 €/ha).

### Troškovi izgradnje vodnih građevina

Troškovi izvedbe za mjere zelene infrastrukture, a koje su vezane uz sustave zaštite od štetnog djelovanja voda, odnose se prije svega na troškove izgradnje vodnih građevina, koje su najčešće u nekom obliku sastavni dio tih mjera zelene infrastrukture.

Svi mogući oblici vodnih građevina vezanih uz zaštitu od štetnog djelovanja voda prikazani su u okviru *Općih tehničkih uvjeta za radove u vodnom gospodarstvu* u obliku opisa i uvjeta oblikovanja i sastavnih konstruktivnih elemenata svake od prikazanih vodnih građevina, uključujući i njihove grafičke prikaze [24].

Način njihovog izbora, uklapanja, oblikovanja i dimenzioniranja za potrebe rješenja mjera zelene infrastrukture predmet je projektantskih radova, temeljenih na podlogama, istraživanjima, proračunima, načelima struke i iskustvu, ali uz napomenu kako se u slučaju višenamjenskih rješenja kod njihovog osmišljavanja treba voditi računa ne samo o uvjetima upravljanja vodama već i o uvjetima drugih korisnika ovih mjera.

U okviru projektnih rješenja, osim što se za vodne građevine određuju njihove dimenzije, također se određuju i vrste radova, materijala i opreme, kakvoća materijala, opreme i izvedbe te ostali tehnički uvjeti bitni za funkcionalnost, stabilnost, sigurnost i trajnost takve građevine. Također u okviru projektnih rješenja iz utvrđenih dimenzija i ostalih tehničkih uvjeta za svaku se vodnu građevinu određuju količine potrebnih radova i količine potrebnih materijala, kao i posebni tehnički uvjeti za njihovu izvedbu te se za sve vrste radova definiraju troškovničke stavke (vrste radova povezane s tehničkim opisom elemenata rješenja, s posebnim tehničkim uvjetima i s uvjetima osiguranja i kontrole kakvoće izvedbe, te s određenim mjernim jedinicama, količinama radova i pripadajućih materijala i opreme).

Za tako definirane količine radova i materijala prema troškovničkim stavkama provodi se kalkulacija za određivanje troškova po svakoj od stavki. Kalkulacije se provode temeljem posebnog stručnog priručnika (primjerice vidjeti: *Standardna kalkulacija radova u vodogradnji, Hrvatske vode, 2004.*) u kojem su za sve vrste radova i materijala koji se koriste u vodogradnjama definirane njihove jedinične cijene usklađene s važećim tržišnim odnosima.

Budući da izvedba vezana uz mjere zelene infrastrukture ovisi o izboru vrste i uloge vodnih građevina u svakoj od razmatranih mjera te o dimenzijama i općim i posebnim uvjetima izgradnje, nije moguće procijeniti niti okvirne troškove takve izvedbe.

Napominje se međutim kako je izvođenje ovih radova moguće raščlaniti na uobičajene faze izgradnje, koje polaze od pripremnih radova (kao što su primjerice iskolčenje, čišćenje terena, priprema gradilišta, osiguranje pristupnih putova, osiguranje priključaka gradilišta), zatim zemljanih radova (iskopi, nasipavanja, građevne jame, otvaranje nalazišta materijala), preko radova visokogradnje (postavljanje oplata, armiranje i betoniranje) do obrtničkih radova, montaže opreme i završnih radova (čišćenje gradilišta, krajobrazno uređenje). Sukladno takvoj raščlambi za okvirne količine radova i materijala moguće je provesti, radi preliminarnih analiza, a prema iskustvu, procjenu vrijednosti pojedinih faza izgradnje. Tako je u nastavku za pojedine mjere zelene infrastrukture u knjigama 1 do 5 Smjernica, vezano uz provedenu raščlambu faza izgradnje, ostavljena mogućnost određivanja okvirne jedinične vrijednosti pojedinih ključnih radova.

Napominje se također kako je uobičajeno kod određivanja troškova izvedbe predvidjeti i troškove nepredviđenih radova, naknadnih radova te povećanja predviđenih količina radova. Ovi troškovi obračunavaju se prema troškovnicima izvedenih radova, a prema složenosti izvedbe procjenjuje ih se na iznose 5 do 10% ukupne cijene glavnih radova.

#### Operativni troškovi i troškovi održavanja

Operativni troškovi i troškovi održavanja izvedenih i uspostavljenih mjera zelene infrastrukture nastupaju po završetku izvedbe, a procjenjuju se temeljem usvojenih tehničkih rješenja, zadanih funkcija i posebnih uvjeta. Ovi se troškovi u načelu objedinjavaju i provode kroz plan upravljanja svakom pojedinom mjerom zelene infrastrukture.

Operativni troškovi po svojoj su koncepciji i strukturi slični operativnim troškovima sustava obrana od poplava. Takvi troškovi nastupaju u vrijeme poplavnih događaja i traju dok se ne saniraju sve štete nastale tijekom takvih događaja. U njih ulaze troškovi nadležnih službi zaduženih za upravljanje pojedinim mjerama zelene infrastrukture, kao i troškovi zbog prekida gospodarskih aktivnosti, rada hitnih službi, evakuacija i drugih smetnji za korisnike prostora i lokalno stanovništvo, čišćenja nakon poplava, smetnji u prometu te izgubljenih prilika, koje je teško utvrditi jer se poplavni događaji u prošlosti nisu pratili na takav način te zbog toga nedostaju pouzdani podaci za procjene.

U načelu se koriste literaturni podaci, a na raspolaganju su i neke preporuke. Tako se za preliminarnu procjenu predlaže ove troškove odrediti u odnosu na moguće direktne štete od poplava na područjima obuhvata mjere zelene infrastrukture u iznosu od 7 do 15 % direktnih šteta (prema *VPB & Euronatur: „Sava environmental impact assessment of the Sava river flood control project“, 2001.* i *Hrvatske vode: Projekt Sava-nastavak vodnogospodarskog uređenja sustava obrane od poplava u Srednjoj Posavini, 1999.*, odnosno prema *Kates R.W.: „Hazard and Choice Perception in Flood Plain Management“, University of Chicago, Department of Geography Research, Paper No. 78, 1962.*).

Napominje se i kako se ranije opisani kompenzacijski troškovi vezani uz zaposjedanje i uređenje zemljišta mogu podvesti pod operativne troškove, a u njih se mogu uključiti i drugi troškovi vezani uz zaštitu okoliša i zaštitu prirode predviđeni posebnim uvjetima.

U troškove održavanja treba uključiti troškove redovitog održavanja funkcionalnosti sustava (primjerice košnja i uklanjanje raslinja s poplavnih površina i iz korita vodotoka, održavanje vodnih građevina, održavanje protočnosti kanala i drugih elemenata odvodnje područja), zatim troškove praćenja stanja ukupnog sustava te troškove praćenja okolišnih i prirodnih značajki (provedba monitoringa) važnih za uspostavu i održavanje poželjnih usluga ekosustava na području provedbe mjera zelene infrastrukture.

Samo za preliminarne procjene ovih troškova preporuča se, ovisno o složenosti razmatrane mjere, predvidjeti iznos u rasponu od 0,5 do 4 % troška ukupne investicija.

#### Ostali troškovi

Ostali troškovi, kako je naprijed navedeno, mogu biti vezani uz ostvarivanje drugih ciljeva mjera zaštite, odnosno cilja postizanja dobrog stanja voda i cilja poboljšanja ukupnih usluga ekosustava. U utvrđivanju ovih troškova sudjeluju svi zainteresirani dionici, kroz utvrđivanje posebnih zahtjeva za tehnička rješenja i način korištenja razmatrane mjere, nakon čega se ovi zahtjevi uključuju kao sastavni dio rješenja u sve naprijed navedene grupe troškova.

### **2.3.5 Određivanje ukupnih koristi provedbe mjera**

Koristi od implementacije mjera zelene infrastrukture i pratećih mjera analizirane su sa stanovišta:

- upravljanja rizicima od poplava;
- upravljanja stanjem vodnih tijela;
- poboljšanja ostalih usluga ekosustava.

Koristi se analiziraju u odnosu na koristi koje bi proizašle implementacijom sivih, odnosno klasičnih mjera zaštite od štetnog djelovanja voda, ako se mjere zelene infrastrukture primjenjuju na područjima koja su već zaštićena od poplava, erozija i/ili bujica. Ako se mjere zelene infrastrukture izvode na nebranjanim područjima tada se koristi određuju u odnosu na zatečeno stanje.

#### Koristi u sustavu zaštite od štetnog djelovanja voda

Koristi koje se pojavljuju u mjerama zelene infrastrukture vezano uz upravljanje rizicima od poplava i drugim rizicima od štetnog djelovanja voda dijele se na sljedeće vrste koristi:

- izravne koristi od izbjegnutih šteta od poplava, erozije i bujica na materijalnoj imovini,
- neizravne koristi od izbjegnutih mjera i postupanja tijekom i nakon nastupanja štetnih događaja,
- neizravne koristi od izbjegnutih gubitaka ljudskog kapitala.

Ove vrste koristi moguće je kvantificirati, te u prvom i drugom slučaju odrediti njihovu novčanu vrijednost prema stvarnim tržišnim odnosima, a u trećem slučaju kvantifikacija je moguća uz primjenu metoda kojima se simuliraju tržišni odnosi. Postupak pripreme podloga za njihovu kvantifikaciju i vrednovanje ukratko je opisan u nastavku.

Napominje se kako uz ove izravne i neizravne koristi mjere zelene infrastrukture osiguravaju i neuporabne koristi od poboljšanja stanja voda i od poboljšanja usluga ekosustava. One se u načelu sagledavaju metodama kojima se simuliraju tržišni odnosi, u slučajevima kada se ove koristi uključuju u višenamjenska rješenja, ali najčešće ove su koristi uključene u posebnu kvantifikaciju ili ocjenjivanje aspekata zaštite voda i usluga ekosustava.

Kod pripreme projekata zaštite od štetnog djelovanja voda, uključujući i projekte za realizaciju mjera zelene infrastrukture u funkciji zaštite od voda, polazi se od analize rizika od poplava (erozija, bujica) za postojeće stanje sustava zaštite na ukupnom slivu koji se razmatra. Analize rizika od poplava za postojeće stanje pri tome obuhvaćaju:

- izradu karata opasnosti od poplava (karata obuhvata poplava i dubina, odnosno brzina vode za različite vjerojatnosti pojave poplava),
- izradu karata ranjivosti od poplava (karata s prikazom broja stanovnika, materijalnih dobara i gospodarskih aktivnosti, te izvora onečišćenja okoliša koji ulaze u obuhvat poplava za različite vjerojatnosti njihove pojave),
- izradu karata šteta, odnosno potencijalnih štetnih posljedica poplava različite vjerojatnosti njihove pojave,
- numerički izračun rizika od poplava na područjima obuhvata poplava različite vjerojatnosti njihovog pojavljivanja.

Ukupna analiza rizika od poplava za postojeće stanje polazi od prethodnih prostornih analiza ukupnog sliva, kroz koje su utvrđeni „glavni“ sadržaji u prostoru važni za izradu

karata ranjivosti, te od hidrološko-hidrauličkih obrada i analiza razmatranih vodotoka na slivu, temeljem kojih su za odabrana povratna razdoblja hidrološko-hidrauličkim analizama proračunate razine velikih voda, te tako određeni obuhvati poplava koji su podloga za izradu karata opasnosti od poplava.

Povratna razdoblja, odnosno vjerojatnosti pojavljivanja velikih voda, koje su izabrane za prikaze i za daljnje analize rizika od poplava, najčešća su za male i srednje vjerojatnosti pojavljivanja za 1000 i 100-godišnje velike vode, dok se temeljem rezultata hidrološko-hidrauličkog modela za velike vjerojatnosti pojavljivanja velikih voda najčešće odabiru za prikaz povratna razdoblja za 25-godišnje i 10-godišnje velike vode.

Karte opasnosti za sve razmatrane dijelove ukupnog sliva prikazuju obuhvate od poplava i dubine vode za pojedine vjerojatnosti pojavljivanja te se one dalje koriste za prikaze, odnosno izradu karata ranjivosti (broj stanovnika, materijalnih dobara i gospodarskih aktivnosti te izvori onečišćenja okoliša u obuhvatu poplava pojedinih vjerojatnosti pojavljivanja). Karte ranjivosti za sve razmatrane dijelove ukupnog sliva izrađene su također sukladno pristupu i uputama, a na temelju prethodnih prostornih analiza izvršenih u GIS-u, ali i na temelju metodologije koja je primijenjena za izradu karata šteta.

Metodologije koje se primjenjuju za izradu karata šteta zbog svoje složenosti neće se posebno opisivati. Dovoljno je napomenuti kako je za izračun šteta Republika Hrvatska usvojila za makro i mezo razinu analiza model NACER (SLconsult, 2014.).

Štete se grafički prikazuju na kartama šteta, kao prostorna raspodjela potencijalnih štetnih posljedica poplavnih događaja iskazanih po jedinici površine i u funkciji povratnog razdoblja poplavnog događaja. Potencijalne štetne posljedice su umnožak ranjivosti, odnosno procijenjene vrijednosti određene vrste materijalnih dobara na razmatranom elementu poplavnog područja iskazane novčano, zatim osjetljivosti, odnosno vjerojatnosti određene posljedice iskazane faktorom u vrijednosti između 0 i 1, te izloženosti, odnosno vjerojatnosti da je određeno dobro prisutno na poplavnom području u vrijeme poplave, iskazana faktorom u vrijednosti između 0 i 1.

Karte šteta kako je navedeno koriste se za izračun šteta od poplava po pojedinim razmatranim dijelovima ukupnog sliva za različita povratna razdoblja velikih voda, te su na temelju tih rezultata određeni i rizici od poplava, integracijom funkcija šteta u ovisnosti o vjerojatnosti njihove pojave. Ovim se proračunom utvrđuje prosječna godišnja šteta od poplavnih događaja po pojedinim dijelovima ukupnog sliva, odnosno iznos izravnih/direktnih i novčano mjerljivih štetnih posljedica od poplava (štetnih posljedica isključivo na materijalnim dobrima) za sadašnje stanje obrane od poplava na slivu. Isti se postupak može primijeniti i za određivanje drugih oblika štetnog djelovanja voda (bujice, erozije). Utvrđene prosječne godišnje štete kod izvedbe sustava zaštite od štetnog djelovanja voda postaju izbjegnute štete, odnosno izravne koristi od izgradnje sustava, u ovom slučaju mjera zelene infrastrukture.

Napominje se međutim kako osim izravnih/direktnih treba odrediti i indirektno/neizravne novčano mjerljive štete od poplava (prekid gospodarskih aktivnosti, rad hitnih službi, evakuacije i druge smetnje za lokalno stanovništvo, čišćenja nakon poplava, smetnje u prometu, izgubljene prilike i drugo), koje je pak teško utvrditi jer se poplavni događaji u prošlosti na slivovima najčešće nisu pratili na takav način te zbog toga nedostaju pouzdani podaci za procjene. U načelu se koriste literaturni podaci i iskustva s drugih sličnih slivova.

Izgradnjom sustava zaštite od štetnog djelovanja voda ove neizravne štete se izbjegavaju te postaju neizravne koristi od uspostave mjera.

Osim novčano mjerljivih šteta u analize rizika u načelu treba uključiti i neizravne novčano nemjerljive štete, koje obuhvaćaju ona dobra u prostoru ugrožena poplavama koja nemaju tržišnu vrijednost, a to su ljudsko zdravlje i životi ljudi, odnosno gubitak ljudskog kapitala, te također kulturna dobra i prirodne vrijednosti. Prema *Floods and Economics: appraising, prioritising and financing flood risk management measures and instruments, Report on proceedings & key recommendations, October 2010, Ghent, Belgium, Common Implementation Strategy Working Group F for Floods*, u nedostatku podataka, a kada se radi o dobrima koja nemaju tržišnu vrijednost (ljudski životi, kulturna dobra, ekosustavi) preporuča se u vrednovanje uz CBA uključiti i MCA, odnosno nematerijalne štete vrednovati prema kriterijima koji nisu ekonomski.

Kako je u slučaju zaštite od štetnog djelovanja voda dominantni utjecaj izbjegnutih štetnih događaja osim na materijalna dobra još i na ljudske živote i ljudsko zdravlje, u analizama rizika težište se često stavlja na ovaj utjecaj. Utjecaj na kulturna dobra može se procijeniti tek nakon pripreme karata ranjivosti (utvrđivanjem vrste i broja kulturnih dobara u obuhvatu poplava), a utjecaj na ekosustave tek po određivanju zatečenog stanja tih ekosustava koja ulaze u razmatranje poplavnih rizika.

Sve ove novčano nemjerljive koristi bez usvojenih smjernica u novčanom se smislu ne određuju, ali se radi cjelovitosti procjena ukupnih šteta i dokazivanja ukupne ekonomske opravdanosti ulaska u izgradnju skupih i složenih sustava za obranu od poplava, bujica i erozije, a u nedostatku vlastitih podataka i istraživanja, mogu uzeti preliminarno procjene vrijednosti i takvih šteta kod sličnih događaja na drugim slivovima (primjerice, prema izvještaju *Penning-Rowell EC, Chatterton JB, Wilson T, and Potter E 2002 Autumn 2000 floods in England and Wales: assessment of national economic and financial losses FHRC, London*).

Kao dodatni element procjene rizika od štetnih događaja vezanih uz zaštitu od voda za postojeće stanje razmatra se utjecaj klimatskih promjena na hidrološke prilike i posljedično na poplavne događaje. Načelno se očekuje nepovoljan utjecaj klimatskih promjena na poplavne događaje, budući da se očekuje povećanje vjerojatnosti ekstremnih hidroloških pojava pa tako i velikih voda. Kako će se klimatske promjene odražavati na poplavne događaje preko promjena oborina i preko promjene uvjeta otjecanja na slivu, za što bi bile potrebne posebne analize, mogu se primijeniti posredne procjene ovih utjecaja.

#### Koristi u zaštiti voda

Koristi od mjera zelene infrastrukture u zaštiti voda pojavljuju se kao povoljni utjecaji tih mjera na popravljajanja kakvoće voda, odnosno sukladno ciljevima ODV, kao koristi od postizanja dobrog stanja voda.

U analizi koristi od provedbe mjera zelene infrastrukture sa stanovišta postizanja dobrog stanja voda, odnosno dobrog stanja vodnih tijela, načelno se razmatra utjecaj zahvata/mjera na elemente ocjene ekološkog stanja vodnog tijela propisane Uredbom o standardu kakvoće voda (NN 96/19) [20]. Pri tome se razmatraju povoljni utjecaji na biološke, fizikalno-kemijske i hidromorfološke elemente stanja površinskih voda (Tablica 4), dok se procjenjuje da zelena i zeleno-siva rješenja nemaju značajnijeg utjecaja na kemijsko stanje voda. Napominje se kako u pojedinim slučajevima utjecaj zelene

infrastrukture može imati utjecaj i na stanje podzemnih voda, odnosno na količinsko stanje vodnih tijela podzemnih voda.

**Tablica 4. Elementi ekološkog stanja voda na koje mjere zelene infrastrukture pozitivno djeluju**

elementi ekološkog stanja voda	skupine elemenata ekološkog stanja
1.1. sastav i brojnost vodene flore (fitoplankton, fitobentos i makrofita)	biološki elementi
1.2. sastav i brojnost makrozoobentosa	
1.3. sastav, brojnost i starosna struktura riba	
2.1. hidrološki režim: <ul style="list-style-type: none"> <li>količina i dinamika vodnog toka</li> <li>veza s podzemnim vodama</li> </ul>	hidromorfološki elementi
2.2. kontinuitet rijeke	
2.3. morfološki uvjeti: <ul style="list-style-type: none"> <li>varijacije širine i dubine rijeke</li> <li>struktura i sediment dna rijeke</li> <li>struktura obalnog pojasa</li> </ul>	
3.1. osnovni fizikalno-kemijski elementi: <ul style="list-style-type: none"> <li>temperatura</li> <li>režim kisika</li> <li>sadržaj iona</li> <li>pH, m-alkalitet</li> <li>hranjive tvari</li> </ul>	fizikalno-kemijski elementi
3.2. specifične onečišćujuće stvari: <ul style="list-style-type: none"> <li>nesintetske</li> <li>sintetske</li> <li>ostale</li> </ul>	

Sve ove utjecaje moguće je kvantificirati, prema načelima kojima se kroz ODV određuje stanje voda, kroz svrstavanje u stanja: vrlo dobro, dobro, umjereno, loše i vrlo loše, kako prema fizikalno-kemijskim, tako i prema hidromorfološkim i biološkim parametrima. Međutim, novčano vrednovanje ovih stanja moguće je samo neizravno, preko različitih načina korištenja voda ili preko metoda simulacije tržišnih odnosa.

Kako je već prethodno navedeno, novčano vrednovanje se provodi samo u slučajevima kada su ovi povoljni utjecaji značajni i uključeni u višenamjensko rješenje, prije svega zbog složene pripreme podloga, te također specifičnosti sagledavanja neizravnih koristi. Primjerice, povoljni utjecaj mjera na hidrološko, odnosno hidromorfološko stanje vodnih tijela površinskih voda tekućica ili na količinsko stanje vodnih tijela podzemnih voda moguće je posredno novčano vrednovati preko smanjenih troškova zahvata podzemnih voda i smanjenih rizika od suša, što zahtijeva uključivanje u utvrđivanje ovih koristi podloga koje nisu izravno povezane s razmatranom mjerom.

Dodatni problem vezan uz određivanje koristi od mjera zelene infrastrukture s aspekta njihovog utjecaja na stanje voda je nepouzdanost procjene i kvantifikacije tih utjecaja na fizikalno-kemijske i biološke parametre. Odnosno, te je utjecaje moguće kvantificirati u specifičnim slučajevima, kada su na raspolaganju pouzdana dugoročna mjerenja zatečenog stanja vodnih tijela na potezu zahvata/mjere i kada su dostupni pouzdani rezultati kod izvedenih sličnih mjera i koji su primjenjivi u razmatranom slučaju.

Zbog toga se preporuča koristiti dva pristupa. Prvi pristup je ocjenjivanje razine pozitivnih utjecaja mjera zelene infrastrukture na sve elemente ekološkog stanja voda, posebno u slučajevima kada mjere nemaju dominantan utjecaj na hidromorfološko stanje vodnih tijela.

U drugom se pristupu za određivanje koristi od varijanata mjera zelene infrastrukture s aspekta stanja voda kao pouzdanu kvantifikaciju koristiti postupak ocjene hidromorfološkog stanja razmatranih vodnih tijela prije i nakon provedbe mjere. Napominje se kako značajne promjene hidromorfološkog stanja vodnog tijela dovode i do postupnih promjena i u fizikalno-kemijskim i biološkim pokazateljima, te se posredno kvantifikacijom i usporedbom hidromorfoloških parametara mogu utvrditi i očekivanja promjena u svim elementima koji određuju ukupno ekološko stanje vodnog tijela.

Postupak kvantifikacije hidromorfološkog stanja vodnih tijela površinskih voda posebno je razrađen u okviru Projekta VEPAR, u posebnom podprojektu: *Analiza utjecaja građevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava na hidromorfološko stanje vodnih tijela, Metodologija za procjenu utjecaja građevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava na hidromorfološko stanje vodnih tijela, Elektroprojekt, 2021.* (u nastavku skraćeno: Analiza građevinskih mjera).

U knjigama 2 do 5 Smjernica će se neovisno o prethodnom prikazu predloženih pristupa u određivanju koristi s aspekta zaštite voda radi općenitosti koristiti pristup ocjenjivanja svih elemenata koji određuju ukupno ekološko stanje voda (uz hidromorfološke ocjenjivanje i fizikalno-kemijskih i bioloških elemenata), prema prethodnoj tablici (Tablica 4).

#### Koristi od unaprjeđenja usluga ekosustava

Za analizu koristi sa stanovišta usluga ekosustava koje je se ostvaruju implementacijom zelenog odnosno zeleno-sivog rješenja primjenjuje se CICES (eng. *The Common International Classification of Ecosystem Services*) klasifikacija usluga ekosustava, aktualna verzija 5.1. (2018), koju je za Europsku okolišnu agenciju izradila konzultantska britanska tvrtka Fabis Ltd. [21, 22]. Prema navedenoj se klasifikaciji usluge ekosustava kategoriziraju na:

- opskrbbne;
- regulacijske i podržavajuće/podupirajuće;
- kulturološke.

Svaka kategorija dalje je podijeljena na biotičke i abiotičke usluge. Opskrbbne usluge ekosustava uključuju dobrobiti za ljude vezane uz prehranu, građu i energiju. Regulacijske i podržavajuće/podupirajuće usluge odnose se na ublažavanje štetnog djelovanja otpadnih, toksičnih i drugih štetnih tvari, a koje se odvija kroz životne procese, primjerice razgradnju štetnih tvari, koju provode živa bića. U ovu kategoriju također spada ublažavanje odrona, poplava i zračnih strujanja, npr. oluja, kao i održavanje fizikalnih, kemijskih i bioloških uvjeta na ukupnom području zahvata. Kulturološke usluge predstavljaju različite nematerijalne i nepotrošne vrste dobrobiti za stanovništvo, kao što su primjerice fizičke i intelektualne interakcije, kao i duhovne, simboličke i ostale interakcije s prirodom, a koje su vezane uz živa bića ili prirodne procese, uključujući različite biljne i životinjske vrste, staništa ili cijele ekosustava. Pojašnjenje svake usluge ekosustava dano je u tablici u nastavku (Tablica 5).

Napominje se kako se ove usluge samo u manjem broju slučajeva mogu kvantificirati, a novčano vrednovanje moguće je uglavnom uz korištenje metoda simulacije tržišnih odnosa. Zbog toga se u načelu koristi od usluga ekosustava samo ocjenjuju, kako je to prikazano u nastavku.

Tablica 5. Usluge ekosustava prema CICES klasifikaciji

kategorija	odjeljenje	grupa	razred	
1. opskrbne biotičke usluge	1.1. biomasa	1.1.1. kultivirane kopnene biljke za prehranu, materijale ili energiju	1.1.1.1. kultivirane kopnene biljke (uključujući gljive i alge) za prehranu	
			1.1.1.2. vlakna i drugi materijali iz kultiviranih kopnenih biljaka, gljiva, algi i bakterija za direktnu upotrebu ili obradu (ne uključuje genetski materijal)	
			1.1.1.3. kultivirane kopnene biljke (uključujući gljive i alge) za izvor energije	
		1.1.2. kultivirane vodene biljke za prehranu, materijale ili energiju	1.1.2.1. kultivirane vodene biljke uzgojene za prehranu	
			1.1.2.2. vlakna i drugi materijali iz kultiviranih vodenih biljaka uzgojenih za direktnu upotrebu ili obradu (ne uključuje genetski materijal)	
			1.1.2.3. vodene biljke uzgojene za izvor energije	
		1.1.3. kultivirane kopnene životinje za prehranu, materijale ili energiju	1.1.3.1. kopnene životinje uzgojene za prehranu	
			1.1.3.2. vlakna i drugi materijali iz kopnenih životinja uzgojenih za direktnu upotrebu ili obradu (ne uključuje genetski materijal)	
			1.1.3.3. kopnene životinje uzgojene za izvor energije (uključujući mehaničku)	
		1.1.4. kultivirane vodene životinje za prehranu, materijale ili energiju	1.1.4.1. vodene životinje uzgojene za prehranu	
			1.1.4.2. vlakna i drugi materijali iz vodenih životinja uzgojenih za direktnu upotrebu ili obradu (ne uključuje genetski materijal)	
			1.1.4.3. vodene životinje uzgojene za izvor energije	
		1.1.5. divlje biljke (kopnene i vodene) za prehranu, materijale ili energiju	1.1.5.1. divlje biljke (kopnene i vodene, uključujući gljive i alge) za prehranu	
			1.1.5.2. vlakna i ostali materijali iz divljih biljaka za direktnu upotrebu ili obradu (ne uključuje genetski materijal)	
			1.1.5.3. divlje biljke (kopnene i vodene, uključujući gljive i alge) za izvor energije	
		1.1.6. divlje životinje (kopnene i vodene) za prehranu, materijale ili energiju	1.1.6.1. divlje životinje (kopnene i vodene) za prehranu	
			1.1.6.2. vlakna i ostali materijali iz divljih životinja za direktnu upotrebu ili obradu (ne uključuje genetski materijal)	
			1.1.6.3. divlje životinje (kopnene i vodene) za izvor energije	
	1.2. genetski materijal			1.2.1.1. sjeme, spore i ostali biljni materijal za održavanje ili osnivanje populacija

kategorija	odjeljenje	grupa	razred
	(uključujući proizvodnju sjemena, spora ili gameta)	1.2.1. genetski materijal biljaka, algi ili gljiva	1.2.1.2. niže i više biljke (čitavi organizmi) za stvaranje novih sorta ili varijeteta
		1.2.2. genetski materijal životinja	1.2.1.3. individualni geni izolirani iz viših ili nižih biljaka za stvaranje novih vrsta
			1.2.2.1. životinjski genetski materijal za održavanje ili osnivanje populacija
			1.2.2.2. divlje životinje (čitavi organizmi) za stvaranje novih sorta ili varijeteta
	1.2.2.3. individualni geni izolirani iz životinja a stvaranje novih vrsta		
1.3. druge vrste opskrbnih usluga iz biotičkih izvora	1.3.x. drugo	1.3.x.x. drugo	
2. regulacijske i podržavajuće /podupirajuće biotičke usluge	2.1. transformacija biokemijskih ili fizičkih unosa u ekosustav	2.1.1. smanjenje količine otpada ili toksičnih tvari antropogenog porijekla živim procesima	2.1.1.1. bioremedijacija od strane mikroorganizama, algi, biljaka i životinja
			2.1.1.2. filtracija / sekvestracija / skladištenje / akumulacija od strane mikroorganizama, algi, biljaka i životinja
		2.1.2. smanjenje štetnog djelovanja antropogenog porijekla	2.1.2.1. smanjenje neugodnih mirisa
			2.1.2.2. smanjenje buke
			2.1.2.3. smanjenje negativnog vizualnog doživljaja
		2.2. regulacija fizičkih, kemijskih i bioloških uvjeta	2.2.1. regulacija osnovnih tokova materije i ekstremnih uvjeta
	2.2.1.2. smanjenje kretanja mase		
	2.2.1.3. regulacija hidrološkog ciklusa i toka vode (uključujući kontrolu poplava i zaštitu obale)		
	2.2.1.4. zaštita od vjetrova		
	2.2.1.5. zaštita od požara		
	2.2.2. održavanje životnog ciklusa, zaštita staništa i genetskog bazena		2.2.2.1. oprašivanje (ili rasprostranjivanje gameta u morskom ekosustavu)
			2.2.2.2. rasprostranjivanje sjemenki
			2.2.2.3. održavanje staništa za razmnožavanje i rast (uključujući zaštitu genetskog bazena)
	2.2.3. kontrola štetnika i bolesti		2.2.3.1. kontrola štetnika (uključujući invazivne vrste)
			2.2.3.2. kontrola bolesti
	2.2.4. regulacija kvalitete tla		2.2.4.1. procesi razgradnje stijena i utjecaj na kvalitetu tla
			2.2.4.2. procesi razgradnje i fiksacije i utjecaj na kvalitetu tla
	2.2.5. svojstva vode		2.2.5.1. regulacija kemijskih svojstava slatke vode
			2.2.5.2. regulacija kemijskih svojstava slane vode
	2.2.6. sastav i svojstva atmosfere		2.2.6.1. regulacija kemijskog sastava atmosfere i oceana
		2.2.6.2. regulacija temperature i vlažnosti, uključujući prozračivanje i transpiraciju	

kategorija	odjeljenje	grupa	razred
	2.3. druge vrste regulacijskih i podržavajućih / podupirajućih usluga živim procesima	2.3.x. drugo	2.3.x.x. drugo
3. kulturološke biotičke usluge	3.1. direktne, in-situ i u otvorenom prostoru interakcije sa živim sustavima koje ovise o prisutnosti u okolišnim uvjetima	3.1.1. fizičke i eksperimentalne interakcije s prirodnim okolišem	3.1.1.1. svojstva živih sustava koja omogućuju aktivnosti promoviranja zdravlja, oporavka ili uživanja kroz aktivne ili virtualne interakcije
			3.1.1.2. svojstva živih sustava koja omogućuju aktivnosti promoviranja zdravlja, oporavka ili uživanja kroz pasivne ili promatrajuće interakcije
		3.1.2. intelektualne i reprezentativne interakcije s prirodnim okolišem	3.1.2.1. svojstva živih sustava koja omogućuju znanstveno istraživanje ili stvaranje tradicionalnog ekološkog znanja
			3.1.2.2. svojstva živih sustava koja omogućuju edukaciju i usavršavanje
			3.1.2.3. svojstva živih sustava koja su važna u kontekstu kulture i nasljeđa
			3.1.2.4. svojstva živih sustava koja omogućavaju estetske doživljaje
	3.2. indirektne, udaljene i često u zatvorenom prostoru interakcije sa živim sustavima koje ne zahtijevaju prisutnost u okolišnim uvjetima	3.2.1. duhovne, simbolične i druge interakcije s prirodnim okolišem	3.2.1.1. elementi živih sustava koji imaju simbolično značenje
			3.2.1.2. elementi živih sustava koji imaju sveto ili religiozno značenje
			3.2.1.3. elementi živih sustava korišteni za zabavu ili predstavljanje
	3.2.2. druge biotičke karakteristike koje nemaju uporabnu vrijednost	3.2.2.1. karakteristike ili elementi živog sustava koje imaju vrijednost zbog postojanja	
3.2.2.2. karakteristike ili elementi živog sustava koje imaju vrijednost nasljedstva (baštine)			
3.3. druge karakteristike živih sustava koje imaju kulturološko značenje	3.3.1. drugo	3.3.1.1. drugo	
4. opskrbne abiotičke usluge	4.2. voda	4.2.1. površinska voda za prehranu, materijale ili energiju	4.2.1.1. površinska voda za piće
			4.2.1.2. površinska voda kao materijal (ne za piće)
			4.2.1.3. površinska slatka voda kao izvor energije
			4.2.1.4. obalne i morske vode kao izvor energije
		4.2.2. podzemna voda za prehranu, materijale ili energiju	4.2.2.1. podzemna voda za piće
			4.2.2.2. podzemna voda kao materijal (ne za piće)
			4.2.2.3. podzemna voda kao izvor energije
4.2.x. druge vrste usluga vodenih ekosustava	4.2.x.x. drugo		

kategorija	odjeljenje	grupa	razred	
	4.3. ne-vodene prirodne abiotičke usluge ekosustava	4.3.1. Mineralne tvari za prehranu, materijale ili energiju	4.3.1.1. mineralne tvari za prehranu	
			4.3.1.2. mineralne tvari kao izvor materijala	
			4.3.1.3. mineralne tvari kao izvor energije	
		4.3.2. ne-mineralne tvari ili karakteristike ekosustava za prehranu, materijale ili energiju	4.3.2.1. ne-mineralne tvari ili karakteristike ekosustava za prehranu	
			4.3.2.2. ne-mineralne tvari kao izvor materijala	
			4.3.2.3. energija vjetra	
			4.3.2.4. sunčana energija	
		4.3.2.5. geotermalna energija	4.3.2.6. drugo	
		5. regulacijske i podržavajuće /podupirajuće abiotičke usluge	5.1. transformacija biokemijskih ili fizičkih unosa u ekosustav	5.1.1. smanjenje količine otpada ili toksičnih tvari antropogenog porijekla neživim procesima
5.1.1.2. razrjeđivanje atmosferom				
5.1.1.3. smanjenje drugim kemijskim ili fizičkim načinima (npr. filtracijom, sekvestracijom, skladištenjem ili akumulacijom)				
5.2. regulacija fizičkih, kemijskih i bioloških uvjeta	5.2.1. regulacija osnovnih tokova materije i ekstremnih uvjeta		5.2.1.1. tokovi krutih tvari	
			5.2.1.2. tokovi tekućina	
5.3. druge vrste regulacijskih i podržavajućih / podupirajućih usluga abiotičkim procesima	5.3.x. drugo		5.2.1.3. tokovi plina	
			5.2.2. održavanje fizičkih i kemijskih abiotičkih uvjeta	5.2.2.1. održavanje i regulacija anorganskim prirodnim kemijskim i fizičkim procesima
6. kulturološke abiotičke usluge	6.1. direktne, in-situ i u otvorenom prostoru interakcije s prirodnim fizičkim sustavima koje ovise o prisutnosti u		6.1.1. fizičke i eksperimentalne interakcije s prirodnim abiotičkim komponentama okoliša	5.3.x.x. drugo
				6.1.2. intelektualne i reprezentativne
				6.1.2.1. prirodne, abiotičke karakteristike prirode koje omogućuju intelektualne interakcije

kategorija	odjeljenje	grupa	razred
	okolišnim uvjetima	interakcije s abiotičkim komponentama prirodnog okoliša	
	6.2. indirektna, udaljene i često u zatvorenom prostoru interakcije s prirodnim fizičkim sustavima koje ne zahtijevaju prisutnost u okolišnim uvjetima	6.2.1. duhovne, simbolične i druge interakcije s abiotičkim komponentama prirodnog okoliša	6.2.1.1. prirodne, abiotičke karakteristike prirode koje omogućuju duhovne, simboličke i druge interakcije
		6.2.2. druge abiotičke karakteristike koje nemaju uporabnu vrijednost	6.2.2.1. prirodne, abiotičke karakteristike ili elementi prirode koji imaju vrijednost zbog postojanja ili vrijednost nasljedstva (baštine)
	6.3. druge abiotičke karakteristike prirode koje imaju kulturološko značenje	6.3.x. drugo	6.3.x.x. drugo

### 2.3.6 Kvantifikacija i novčano vrednovanje mjera

Kako je prethodno prikazano, koristi od mjera zelene infrastrukture u području zaštite od štetnog djelovanja voda nije moguće u cijelosti kvantificirati i odrediti njihovu novčanu vrijednost. Dok se za usporedbu mogućih varijanata mjera koristi u sustavu zaštite od štetnog djelovanja voda mogu iskazati u obliku kvantificiranih i novčano vrednovanih izbjegnutih šteta, koristi od utjecaja mjera na stanje voda moguće je po varijantama uspoređivati samo kroz kvantifikaciju tih utjecaja, primjerice kvantifikaciju hidromorfoloških promjena, a koristi od utjecaja mjera na usluge ekosustava moguće je po varijantama uspoređivati samo temeljem usporedbe ocjena utjecaja svake pojedine usluge u razmatranoj varijanti.

#### Koristi u sustavu zaštite od štetnog djelovanja voda

Za vrednovanje koristi od provedbe mjera zelene infrastrukture u sustavu zaštite od štetnog djelovanja voda iz računa izbjegnutih šteta izazvanih djelovanjem voda na materijalna dobra usvojena je metodologija (vidjeti prethodno poglavlje) koja daje prosječne godišnje štete od poplavnih i drugih štetnih događaja vezanih uz zaštitu od voda po pojedinim dijelovima ukupnog sliva. Odnosno, tom se metodom utvrđuje iznos izravnih/direktnih novčano mjerljivih štetnih posljedica isključivo na materijalnim dobrima na područjima izloženim štetnom djelovanju voda, koje se mjerama zelene infrastrukture treba spriječiti i time ostvariti korist u obliku izbjegnutih prosječnih godišnjih šteta. Usvojenim modelom se površinama u području zahvata i području njegovog utjecaja, na kojima su utvrđene građevine, infrastruktura i proizvodna područja, pridodaju prosječne tržišne cijene po vrstama nekretnina, te su te cijene promjenjivi element u sagledavanju izbjegnutih šteta. Primjerice, sadašnje cijene ha poljoprivrednog zemljišta koje se prosječno kreću od oko 1.800 € za pašnjake i livade do >3.300 € za oranice (za 2022.,

prema: [www.poljoprivredno-zemliste.hr](http://www.poljoprivredno-zemliste.hr)) vjerojatno će ubrzo doživjeti korekcije zbog promjene statusa dostupnosti takvog zemljišta svim zainteresiranim subjektima u zemljama članicama EU.

Napominje se također kako se u okviru utvrđivanja koristi od izravnih izbjegnute štete u obzir uzimaju i utjecaji hidroloških pojava koje ih izazivaju, a najčešće se izabiru, uz trajanje plavljenja, još i dubine i brzine vode. Ukratko, veće dubine i brzine vode mogu izazvati veće pa i 100%-tne štete na građevinama, a duže trajanje plavljenja može značajno smanjiti prinose na poljoprivrednim površinama.

Osim izravnih/direktnih treba odrediti i indirektne novčano mjerljive izbjegnute štete koje nastaju tijekom i nakon pojave štetnih događaja (prekid gospodarskih aktivnosti, rad hitnih službi, evakuacije i druge smetnje za lokalno stanovništvo, čišćenja nakon poplava, smetnje u prometu, izgubljene prilike i drugo). Budući je njih teško utvrditi, jer se događaji nastali štetnim djelovanjem voda u prošlosti nisu pratili, te zbog toga nedostaju pouzdani podaci za procjene, u načelu se koriste literaturni podaci i iskustva sa sličnih slivova. Na raspolaganju su primjerice neke preporuke:

- prema Kates R.W.: Hazard and Choice Perception in Flood Plain Management, University of Chicago, Department of Geography Research, Paper No. 78, 1962., indirektne štete treba procijeniti u iznosu 15% direktnih šteta za stambene, 35% za poslovne i 45% za industrijske površine,
- prema Bureau of Transport Economics, BTE: Economic Costs of Natural Disasters in Australia, Canberra, Australia, 2001., procijenjene indirektne štete iznosile bi 43% od troška ukupnih direktnih poplavnih šteta za poplavne događaje 100-godišnje povratnog razdoblja i 37% za poplavne događaje 20-godišnjeg povratnog razdoblja,
- prema više izvora (Kates 1965, USA Army Corps of Engineers Department of Agriculture, Brisbane, SMEC, 1975) predlaže se indirektne štete procijeniti u iznosu 15% ukupnih direktnih šteta,
- prema VPB&Euronatur: Sava environmental impact assessment of the Sava river flood control project“, 2001. i Hrvatske vode: Projekt Sava-nastavak vodnogospodarskog uređenja sustava obrane od poplava u Srednjoj Posavini, 1999., moguće je koristiti iznos od 7% ukupnih direktnih šteta.

Za preliminarnu procjenu predlaže se ove indirektne izbjegnute štete odrediti u odnosu na moguće direktne štete na područjima obuhvata mjere zelene infrastrukture u iznosu od 7 do 15 % direktnih šteta. Napominje se kako se ove vrijednosti od koristi od izbjegnute šteta, iako su preuzete iz istih literaturnih podataka i s istim postotnim iznosima kao i operativni troškovi mjera zelene infrastrukture, u stvarnim iznosima i u primjeni bitno razlikuju od tih troškova. U ovom su slučaju iznosi vezani uz direktne štete od štetnih događaja kada ne bi bilo mjera zelene infrastrukture, a u drugom slučaju uz direktne štete koje nastaju tijekom korištenja mjera

Osim novčano mjerljivih izravnih i neizravnih izbjegnute šteta u analize i usporedbe varijanata treba uključiti i novčano nemjerljive izbjegnute štete i novčano nemjerljive koristi, koje obuhvaćaju ili izbjegnute štete ili nove koristi na onim dobrima u prostoru koja su ugrožena štetnim djelovanjem voda, a koja nemaju tržišnu vrijednost. To su prije svega ljudsko zdravlje i živote ljudi, te također kulturna dobra i prirodne vrijednosti. Prema *Floods and Economics: appraising, prioritising and financing flood risk management measures and*

*instruments, Report on proceedings & key recommendations, October 2010, Ghent, Belgium, Common Implementation Strategy Working Group F for Floods*, u nedostatku podataka, a kada se radi o dobrima koja nemaju tržišnu vrijednost (ljudski životi, kulturna dobra, ekosustavi) preporuča se u vrednovanje uz CBA uključiti i MCA, odnosno nematerijalne štete vrednovati prema kriterijima koji nisu ekonomski.

Ipak, radi cjelovitosti procjena ukupnih izbjegnutih šteta i dokazivanja ukupne ekonomske opravdanosti ulaska u izgradnju skupih i složenih sustava za zaštitu od štetnog djelovanja voda, uključujući i mjere zelene infrastrukture, a u nedostatku vlastitih podataka i istraživanja, mogu se uzeti u usporedbe preliminarno procijenjene vrijednosti i takvih izbjegnutih šteta, prema primjerima sličnih događaja na drugim slivovima. Primjerice, prema izvještaju *Penning-Rowse EC, Chatterton JB, Wilson T, and Potter E 2002 Autumn 2000 floods in England and Wales: assessment of national economic and financial losses FHRC, London*, ove se neuporabne vrijednosti izbjegnutih šteta mogu procijeniti u iznosu 5% ukupnih direktnih šteta.

Moguće je za gubitak ljudskog kapitala koristiti i metode procjene njegove novčane vrijednosti. Određivanje vrijednosti izbjegavanja ljudskih gubitaka kao koristi od sustava zaštite od štetnog djelovanja voda, odnosno vrijednosti izbjegnutih troškova ljudskog kapitala, predmet je mnogobrojnih istraživanja.

Često se koristi jedna od metoda za simulaciju tržišnih odnosa, poznata kao metoda određivanja konvencionalnih troškova, pri čemu se primjenjuju troškovi osiguranja ljudskog života prema procjeni Ministarstva prometa SAD-a (U.S. Department of transportation). Izračuni su prikazani u priručniku *“Guidance of treatment of the Economic Value of a Statistical Life (VSL) in U.S. Department of transportation Analyses – 2014 Adjustment”*. Prema toj procjeni troškovi osiguranja ljudskog života kreću se za 2013. između 5,2 i 13,0 milijuna američkih dolara. S obzirom da je 2013. hrvatski BDP bio 4,5327 puta manji, za izračun se za našu zemlju može uzeti za toliko umanjena vrijednost minimalnog iznosa osiguranja od 5,2 miliona USD, što iznosi oko 7.650.000 kn.

Nakon što se kroz postupke utvrdi ranjivost razmatranog područja na štete po ljudski kapital i rizik pojave takve štete, procjenjuju se odnosi između ozljeđivanja i stradavanja sa smrtnim ishodom, prema iskustvima i pokazateljima iz ranijih razdoblja ili sa sličnih slivova. Prosječni godišnji broj mogućih stradavanja sa smrtnim ishodom množi se s punim iznosom osiguranja, a prosječni godišnji broj trajnog ozljeđivanja ili izazvanih trajnih zdravstvenih tegoba množi se s uvećanim faktorom od 30%.

#### Koristi u zaštiti voda

Kako se prethodno u prikazu koristi već navedeno, kod određivanja i vrednovanja koristi od mjera zelene infrastrukture s aspekta njihovog utjecaja na stanje voda problem je nepouzdanost kvantifikacije tih utjecaja na fizikalno-kemijske i biološke parametre. Najopćenitiji pristup je vrednovanje ukupnih koristi od mjera zelene infrastrukture na ekološke elemente stanja voda provedbom ocjenjivanja razine povoljnog utjecaja svake od razmatranih varijanata, sukladno tablici u nastavku (Tablica 6).

Tablica 6. Tablica ocjena koristi od zahvata

ocjena koristi
nema koristi
vrlo mala korist
mala korist
umjerena korist
velika korist
vrlo velika korist

Drugi pristup, koji je u načelu potrebno koristiti vezan je uz vrednovanje povoljnih utjecaja mjera samo na hidromorfološke elemente ekološkog stanja voda. Budući da dominantne promjene u hidromorfološkom stanju vodnog tijela dovode postupno i do promjena u fizikalno-kemijskim i biološkim pokazateljima, zaključeno je kako se posredno kvantifikacijom i usporedbom samo hidromorfoloških parametara mogu utvrditi i očekivanja promjena u svim elementima koji određuju ukupno ekološko stanje vodnog tijela.

Postupak vrednovanja u obliku kvantifikacije promjena hidromorfološkog stanja vodnih tijela površinskih voda posebno je razrađen u okviru Projekta VEPAR, u posebnom ranije navedenom podprojektu: Analiza građevinskih mjera. Usvojen je te posebnostima RH prilagođen pristup MQI (Indeks morfološke kvalitete tekućica, odnosno MQI indeks (eng. *Morphological Quality Index*), Rinaldi i dr., 2013.).

Prema tom pristupu se za procjenu uzdužnog (longitudinalnog) i bočnog (lateralnog) kontinuiteta vodnog tijela površinskih voda tekućica, tlocrtnog oblika korita, poprečnog presjeka korita, strukture i supstrata korita i vegetaciju u priobalnoj zoni razradilo ukupno 28 indikatora, koji se analiziraju u smislu tri komponente procjene: funkcionalnosti (eng. *functionality*), neprirodnosti (eng. *artificiality*) i prilagodbama korita (eng. *channel adjustments*).

Prije procjene, istraživani odsječci moraju se podijeliti po tipovima tekućica jer se neki indikatori ocjenjuju samo za pojedine tipove. Osnovna podjela temelji se na obilježju reljefne ograničenosti korita (Tablica 7), čija se vrijednost određuje pomoću „stupnja ograničenosti“ (postotka obala koje nisu u izravnom kontaktu s aluvijalnom ravnicom nego su u izravnom kontaktu s padinama ili starim riječnim terasama) i „indeksa ograničenosti“ (omjera širine aluvijalne ravnice i širine korita). Razlikuju se reljefno ograničene tekućice (tokovi u kanjonu ili klancu), djelomično reljefno ograničene tekućice i reljefno neograničene tekućice (tokovi u aluvijalnim ravnicama).

Daljnja podjela u tipologiji uključuje obilježja morfologije korita, odnosno tlocrtnog oblika. Razlikuju se jednostavna i složena korita<sup>2</sup>, ravnog, vijugavog, meandrirajućeg, isprepletenog ili razgranatog (anastomozirajućeg) tlocrtnog oblika.

Konačna tipologija, odnosno delineacija odsječaka, još može uključivati informacije o promjenama u reljefnim oblicima u koritu, diskontinuitetima u nagibu korita, umjetnim

<sup>2</sup> Složena korita (engl. *multi-thread channels*) se sastoje od glavnog i sekundarnih korita koja su odijeljena otocima s vegetacijom ili prudovima, kod nas u Hrvatskoj su rijetka.

pregradama (brane i sl.), pritokama, širini poplavne ravnice i veličini sedimenta dna korita (Rinaldi i dr., 2016).

**Tablica 7. Definiranje tipova reljefne ograničenosti tekućica na temelju stupnja i indeksa ograničenosti (prema Rinaldi i dr., 2016)**

Tip reljefne ograničenosti	Opis
Reljefno ograničena tekućica	Stupanj ograničenosti > 90%
	Stupanj ograničenosti od 10 do 90% i indeks ograničenosti $\leq 1.5$
Reljefno djelomično ograničena tekućica	Stupanj ograničenosti od 10 do 90% i indeks ograničenosti > 1.5
	Stupanj ograničenosti < 10% i indeks ograničenosti $\leq n$ ( $n=5$ za jednostavna korita i $n=2$ za složena korita)
Reljefno neograničena tekućica	Stupanj ograničenosti < 10% i indeks ograničenosti > $n$ ( $n=5$ za jednostavna korita i $n=2$ za složena korita)

Važno je napomenuti da je objekt istraživanja u MQI metodi odsječak rijeke, odnosno određeni morfološko homogeni segment na kojem su granični (morfološki) uvjeti dovoljno uniformni, duljine najčešće nekoliko kilometara (Rinaldi i dr., 2013). Na istraživanom odsječku se procjenjuje morfološko stanje pomoću navedenih indikatora funkcionalnosti, neprirodnosti i prilagodbe korita.

Indikatorima funkcionalnosti procjenjuje se jesu li procesi i reljefni oblici koji su potrebni za ispravno funkcioniranje rijeke onemogućeni ili promijenjeni zbog umjetnih elemenata ili prilagodbi korita. Proces koji se ocjenjuje uključuju: kontinuitet toka sedimenta i drvnih ostataka, eroziju obala, plavljenje poplavne ravnice, morfološku raznolikost korita, pokretljivost sedimenta dna i interakciju s priobalnom vegetacijom.

Indikatori neprirodnosti procjenjuju prisutnost i učestalost građevina ili antropogenih intervencija, neovisno o njihovim učincima na procese. Prema tome, umjetne građevine se dvojako ocjenjuju, tj. na temelju njihove funkcije ili učinaka koji su zabilježeni indikatorima funkcionalnosti (npr. zaštita obale koja sprječava bočnu eroziju) i na temelju njihove prisutnosti i gustoće (tj. umjetni elementi kao takvi koji se ne očekuju u nepromijenjenim rijekama, neovisno o njihovim učincima). Drugim riječima, neki elementi imaju višestruke učinke na različite komponente ocjene (tj. funkcionalnost i neprirodnost), a ponovljene ocjene korisne su u prepoznavanju utjecaja tih elemenata na različite komponente (Rinaldi i dr., 2013).

Indikatori prilagodbe korita (promjene u tlocrtnom obliku i širini korita od 1950-ih i razini dna u posljednjih 100 godina) nisu značajni za analizu utjecaja hidrotehničkih građevina.

Morfološko stanje odsječaka procjenjuje se pomoću 13 indikatora funkcionalnosti, 12 indikatora neprirodnosti i 3 indikatora prilagodbe korita. U ovom pregledu prikazani su svi indikatori koji se smatraju najrelevantnijim za analizu utjecaja hidrotehničkih građevina. Indikatorima neprirodnosti se procjenjuje tip, broj, dimenzije, prostorna gustoća i slivno područje (slijev) relevantnih građevina koje utječu na promjene u protoku, morfologiji i prekid u toku sedimenta i drvnih ostataka (Tablica 8). Indikatori su podijeljeni na uzvodne (kumulativne) promjene i na promjene na odsječku.

**Tablica 8. Opis indikatora i parametara koji se procjenjuju za longitudinalnu povezanost i utjecaj hidrotehničkih građevina u koritu na morfologiju (prema Rinaldi i dr., 2016)**

Opis indikatora koji se ocjenjuju
<p><b>F1 – Longitudinalna povezanost toka sedimenta i drvnih ostataka</b> Prisutnost poprečnih građevina (stepenica, sedimentacijskih brana, mostova itd.) koji potencijalno mogu promijeniti tok sedimenta i drvnih ostataka na odsječku.</p>
<p><b>F2 – Prisutnost poplavne ravnice</b> Širina i duljina današnje poplavne ravnice</p>
<p><b>F3 – Povezanost padina i rijeke</b> Prisutnost i duljina elemenata koji dovode do nepovezanosti (npr. ceste) unutar buffera od 50m na svakoj obali</p>
<p><b>F4 – Proces erozije (povlačenja) obala</b> Prisutnost/nepprisutnost erozije obala</p>
<p><b>F5 – Postojanje potencijalno erodivnog koridora</b> Širina i duljina erodivnog koridora, tj. područja bez relevantnih građevina (obaloutvrda itd.) ili infrastrukture (ceste).</p>
<p><b>F6 – Konfiguracija dna korita – nagiba doline</b> Identifikacija konfiguracije dna (tj. kaskade, step-pool i dr.) u slučaju prisutnosti poprečnih struktura i usporedba s očekivanom konfiguracijom korita na temelju nagiba doline</p>
<p><b>F7 – Oblici i procesi tipični za tlocrtni oblik korita</b> Postotak duljine odsječka s antropogenim promjenama u prirodnoj heterogenosti oblika koji se očekuju za taj tip rijeke</p>
<p><b>F8 – Postojanje tipičnih fluvijalnih oblika na poplavnoj ravnici</b> Prisutnost/nepprisutnost fluvijalnih oblika na poplavnoj ravnici (npr. mrtvice, sekundarna korita itd.)</p>
<p><b>F9 – Varijabilnost poprečnog presjeka</b> Postotak duljine odsječka s promjenom u prirodnoj heterogenosti poprečnog presjeka koji se očekuje za taj tip tekućice zbog antropogenih utjecaja</p>
<p><b>F10 – Struktura dna korita</b> Prisutnost/odsutnost promjena u sedimentu dna (armouring, clogging, obloge)</p>
<p><b>F11 – Prisutnost velikih drvnih ostataka u koritu</b> Prisutnost/nepprisutnost velikih drvnih ostataka</p>
<p><b>F12 – Širina funkcionalne vegetacije</b> Prosječna širina funkcionalne vegetacije u riječnog koridoru koja je potencijalno povezana s procesima u koritu</p>
<p><b>F13 – Linearna rasprostranjenost funkcionalne vegetacije</b> Duljina funkcionalne vegetacije uz obale s direktnom povezanosti s koritom</p>
<p><b>A1 – Uzvodne promjene protoka</b> Količina promjene protoka koja je uzrokovana uzvodnim građevinama (brane, diverzije, retencijski bazeni, itd.).</p>
<p><b>A2 – Uzvodne promjene u protoku sedimenta</b> Prisutnost, tip i lokacija (slivno područje) relevantnih građevina koje utječu na prekid u toku vučenog nanosa (brane, sedimentacijske brane, stepenice).</p>
<p><b>A3 – Promjene protoka na odsječku</b> Količina promjena protoka uzrokovana intervencijama unutar odsječka.</p>
<p><b>A4 – Promjene protoka sedimenta na odsječku</b> Tipologija i prostorna gustoća građevina koje prekidaju tok vučenog nanosa (sedimentacijske brane, stepenice) na odsječku.</p>

<p><b>A5 – Građevine za prijelaz</b>          Prostorna gustoća građevina za prijelaz (mostovi, propusti, gazovi).</p>
<p><b>A6 – Građevine za zaštitu obala</b>          Duljina zaštićenih obala (zidovi, gabioni, obaloutvrde, bioinženjerske mjere).</p>
<p><b>A7 – Umjetni nasipi</b>          Duljina i udaljenost umjetnih nasipa od korita.</p>
<p><b>A8 – Umjetne promjene riječnog toka</b>          Postotak duljine odsječka s dokumentiranim umjetnim promjenama riječnog toka (presijecanje meandara, relokacija korita itd.).</p>
<p><b>A9 – Druge građevine za stabilizaciju dna korita</b>          Prisutnost, prostorna gustoća i tipologija drugih građevina za stabilizaciju dna korita (rampe, engl. <i>sills?</i>) i umjetne obloge korita</p>
<p><b>A10 – Uklanjanje sedimenta</b>          Postojanje i relativni intenzitet prethodnih uklanjanja sedimenta (jaružanja) (od 1950-ih, pogotovo u posljednjih 20 godina)</p>
<p><b>A11 – Uklanjanje drvnih ostataka</b>          Postojanje i relativan intenzitet (parcijalni ili ukupni) uklanjanja drvnih ostataka iz korita u posljednjih 20 godina</p>
<p><b>A12 – Upravljanje vegetacijom</b>          Postojanje i relativni intenzitet (selektivni ili ukupni) uklanjanja vegetacije u posljednjih 20 godina</p>
<p><b>CA1 – Prilagodbe u tlocrtnom obliku korita</b>          Promjene u tlocrtnom obliku korita od 1950-ih na temelju promjena u indeksu vijugavosti, isprepletenosti i anastomoziranja</p>
<p><b>CA2 – Prilagodbe u širini korita</b>          Promjene u širini korita od 1950-ih</p>
<p><b>CA3 – Prilagodbe u razini dna korita</b>          Promjene u razini dna korita u posljednjih 100 godina</p>

Ukupni indeks računa se kao zbroj ocjena svih 28 indikatora za sve tri komponente (funkcionalnost, neprirodnost, prilagodbe korita). Prvo se definira indeks morfoloških promjena (eng. *Morphological Alteration Index*, MAI) na sljedeći način:

$$MAI = S_{tot} / S_{max}$$

gdje je  $S_{tot}$  zbroj svih ocjena, a  $S_{max}$  maksimalan rezultat koji se može postići kada su svi odgovarajući indikatori u klasi C (tj. vrlo promijenjeni u odnosu na referentno stanje). Stoga se MAI kreće od 0 (bez promjene) do 1 (maksimalna promjena).

Morfološki indeks kvalitete (eng. *Morphological Quality Indeks*, MQI) se definira kao:

$$MQI = 1 - MAI$$

Ovaj je indeks stoga izravno proporcionalan kvaliteti odsječka i obrnuto proporcionalan promjenama, varirajući od 0 (minimalna kvaliteta) do 1 (maksimalna kvaliteta).

Razredi morfološke kvalitete se definiraju kao: (i) vrlo dobra ili visoka,  $0,85 \leq MQI \leq 1$ ; (ii) dobra,  $0,7 \leq MQI < 0,85$ ; (iii) umjerena,  $0,5 \leq MQI < 0,7$ ; (iv) loša,  $0,3 \leq MQI < 0,5$ ; (v) vrlo loša,  $0 \leq MQI < 0,3$ , te se tako usklađuju ocjene prema MQI metodi s ocjenama hidromorfološkog stanja prema ODV (Tablica 9).

Tablica 9. Bodovni raspon klasa i opis hidromorfološke ocjene

Ocjena	Klasa	Opis	Boja na karti
1 do < 1,5	1	Prirodno	Plava
1,5 do < 2,5	2	Neznatno izmijenjeno	Zelena
2,5 do < 3,5	3	Umjereno izmijenjeno	Žuta
3,5 do < 4,5	4	Značajno izmijenjeno	Narančasta
4,5 do 5,0	5	Jako izmijenjeno	Crvena

Napominje se kako se ovom metodom utvrđuju i ocjenjuju svi zatečeni hidromorfološki utjecaji na svim vodnim tijelima površinskih voda tekućica na vodnim područjima RH u okviru Projekta VEPAR, pa je primjena ove metode kod ocjenjivanja utjecaja mjera zelene infrastrukture na stanje vodnih tijela opravdana i provjerena u primjeni (u okviru studije: Prijedlog kriterija za izmjene ciljeva okoliša, Elektroprojekt, 2022.)

#### Koristi od unaprjeđenja usluga ekosustava

Vrednovanje koristi od provedbe mjera zelene infrastrukture sa stanovišta usluga ekosustava polazi od primjene CICES (eng. *The Common International Classification of Ecosystem Services*) klasifikacija usluga ekosustava, koja je prikazana u jednoj od prethodnih tablica (Tablica 5). Primjena ove klasifikacije nije jednaka za sve vrste mjera zelene infrastrukture, a ovisno o lokacijama, višenamjenskim potrebama i drugim uvjetima može se razlikovati u primjeni za iste vrste mjera. Tako je prvi korak u vrednovanju ovih koristi od mjera zelene infrastrukture izbor mjerodavnih grupa usluga ekosustava prema klasama i odjeljcima te obrazloženje mjerodavnosti izabranih grupa usluga. U knjigama 2 do 5 ovih Smjernica za svaku vrstu obrađenih mjera zelene infrastrukture provedeni su preliminarno izbori mjerodavnih grupa usluga ekosustava koji ulaze u vrednovanje, svakako uz napomenu kako se od slučaja do slučaja ovaj izbor treba uskladiti s rješenjem koje se vrednuje.

Kako je navedeno ove se usluge u nekim slučajevima mogu kvantificirati, ali je njihovo novčano vrednovanje moguće uglavnom uz korištenje različitih metoda simulacije tržišnih odnosa. Za takav pristup potrebno je pripremiti niz specifičnih podloga i analiza, a često je potrebno provesti i ciljano istraživanje. Zbog toga se ovaj pristup koristi rijetko i ciljano, ukoliko se radi o značajnim uslugama ekosustava koje u ekonomskom i provedbenom smislu utječu na realizaciju izabrane mjere.

Za usporedbe varijanata tako se u načelu vrednovanje koristi vezanih uz usluge ekosustava provodi samo ocjenjivanjem, kako je to prikazano u nastavku, prema relativnoj skali navedenoj u tablici (Tablica 6). Ocjenjivanje se provodi po kategorijama i odjeljcima usluga, tako što se izdvajaju pripadajuće grupe mjerodavne za specifične utjecaje razmatrane mjere na usluge ekosustava, te se zbirno za sve grupe koje pripadaju klasi ili odjeljku daje ocjena utjecaja. Uz ocjenu obvezno je i navođenje detaljnih objašnjenja mjerodavnosti ocijenjenih grupa i dodijeljene ocjene.

## 2.3.7 Povezivanje mjera zelene infrastrukture sa sustavom upravljanja mjerama zaštite od štetnog djelovanja voda

S ciljem prevencije katastrofalnih poplavnih događanja koncipiran je projekt „Unaprjeđenje negrađevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava u Republici Hrvatskoj“, koji će unaprijediti **Vodno i Ekološko Praćenje, Analize i Rješenja** iz tog područja, te je stoga za projekt odabran akronim VEPAR (vidjeti: [www.voda.hr](http://www.voda.hr)).

Provedbom projekta VEPAR doprinijet će se smanjenju rizika od poplava; postići će se unaprjeđenje u praćenju, analizama i iznalaženju optimalnih rješenja za integralno i održivo upravljanje vodama, vodnim okolišem i rizicima od poplava; osigurat će se i sistematizirati nedostajući podaci vezani uz slivove, vodotoke te regulacijske i zaštitne vodne građevine; modernizirat će se i dograditi mreža hidroloških mjernih postaja; poboljšat će se prognostički modeli; izradit će se i poboljšati studije upravljanja rizicima od poplava; nabavit će se potrebna oprema za provedbu mjera opreme od poplava, provesti mjere promidžbe i vidljivosti te educirati i informirati javnost.

Projekt VEPAR odvija se kroz suradnju Hrvatskih voda i Državnog hidrometeorološkog zavoda te je podijeljen na devet podprojekata (vidjeti: [www.meteo.hr](http://www.meteo.hr)):

- Podprojekt A: Prikupljanje i analiza podataka za upravljanje rizicima od poplava
- Podprojekt B: Unaprjeđenje studijskih i modelskih osnova za upravljanje rizicima od poplava
- Podprojekt C: Unaprjeđenje sustava za prognoziranje poplava
- Podprojekt D: Unaprjeđenje sustava za hidrološko praćenje površinskih voda
- Podprojekt E: Unaprjeđenje sustava za praćenje Regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina (RiZVG)
- Podprojekt F: Oprema za obranu od poplava
- Podprojekt G: Unaprjeđenje sustava za informiranje javnosti i edukaciju dionika
- Podprojekt H: Unaprjeđenje centra za upravljanje rizicima od poplava
- Podprojekt I: Analiza svih provedenih aktivnosti I faze i izrada programa radova za sljedeću fazu Programa

U okviru Podprojekta B: „Unaprjeđenje studijskih i modelskih osnova za upravljanje rizicima od poplava“, koji je u obvezi Hrvatskih voda, predviđena su tri podprojekta, koji su vezani uz postizanje unaprjeđenja u praćenju, analizama i iznalaženju optimalnih rješenja za integralno i održivo upravljanje vodama, vodnim okolišem i rizicima od poplava, s naglaskom na integralno i održivo upravljanje vodama, rizicima od poplava i vodnim okolišem:

- Mogućnost šire implementacije mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava,
- Smjernice za tehničko projektiranje i procjenu socioekonomske izvedivosti mjera zelene infrastrukture u smanjenju rizika od poplava,
- Analiza utjecaja građevinskih mjera upravljanja rizicima od poplava na hidromorfološko stanje vodnih tijela.

Ovi se podprojekti nadopunjuju s ranije izrađenim dokumentima RH vezanim uz upravljanje vodama u području zaštite od štetnog djelovanja voda (Plan upravljanja vodnim područjima u RH, Karte opasnosti od poplava i karte rizika od poplava, Prethodna procjena rizika od poplava, Državni plan obrane od poplava, Glavni provedbeni plan obrane od poplava, Provedbeni planovi obrane od poplava branjenih područja), ali se također usklađuju i međusobno.

Ukratko, prvim se podprojektom utvrđuju područja i lokacije na kojima je moguća ili potrebna provedba mjera zelene infrastrukture, a koja se određuju prema utvrđenim područjima koja su u riziku od poplava, sa ili bez izgrađenih zahvata za zaštitu od štetnog djelovanja voda. Drugim se podprojektom, odnosno ovim Smjernicama razrađuju moguće mjere zelene infrastrukture, kako bi se postavio okvir za djelovanje. Trećim se podprojektom razrađuju mjere sive infrastrukture, koje mogu biti ili zamijenjene mjerama zelene infrastrukture ili mogu biti u njih uključene.

Svi navedeni podprojekti Projekta VEPAR usklađuju se također s općim uvjetima upravljanja vodama, koji su regulirani Zakonom o vodama RH te EU direktivama: ODV i Direktivom o procjeni i upravljanju poplavnim rizicima (u nastavku skraćeno: Direktiva o poplavama).

Okvirnom direktivom o vodama propisano je postizanje i očuvanje dobrog i vrlo dobrog stanja vodnih tijela na svim vodnim područjima država članica EU, što izravno ili neizravno zahtijeva popravljavanje i očuvanje i njihovog hidromorfološkog stanja. To može biti nespojivo sa zahtjevima Direktive o poplavama i zahtjevima zaštite ljudskih i materijalnih dobara u područjima izloženim poplavama, eroziji i bujicama, gdje zahtjevi zaštite traže izmjene prirodnih hidromorfoloških uvjeta. Zbog toga su člankom 4 ODV definirana moguća izuzeća od postizanja ciljeva ODV, a koji daje mogućnost:

- da države članice proglase neko tijelo površinskih voda umjetnim ili znatno promijenjenim,
- produženja rokova do kojih je potrebno postići okolišne ciljeve za pojedina vodna tijela,
- da se države članice mogu usmjeriti na postizanje manje strogih okolišnih ciljeva za pojedina vodna tijela,
- primjene uvjeta za pogoršanje stanja vodnih tijela koja se mogu smatrati privremenim i ne smatraju se kršenjem zahtjeva Direktive,
- primjene uvjeta koje novonastale promjene fizičkih karakteristika moraju zadovoljiti, a kako bi se dopustila promjena, odnosno postizanje manje strogih ciljeva zaštite okoliša na vodnim tijelima na kojim se nalaze.

Pri tome države članice EU moraju osigurati da se primjenom ovih odredbi članka 4 ODV trajno ne isključi ili ne dovede u pitanje održanje ili postizanje ciljeva zaštite okoliša na drugim vodnim tijelima i da primjena bude konzistentna s ostalim propisima koji se odnose na zaštitu okoliša i prirode.

Ovim se člankom ODV, osim omogućavanja uključivanja sive infrastrukture (vodnih građevina u funkciji zaštite od štetnog djelovanja voda) u ciljeve zaštite voda (vidjeti: Prijedlog kriterija za izmjene ciljeva okoliša, Elektroprojekt, 2022.), također stvara i okvir:

- za uključivanje mjera zelene infrastrukture u postojeća rješenja sive infrastrukture a radi poboljšanja zatečenog hidromorfološkog stanja pojedinih vodnih tijela na kojima se provode mjere zaštite od voda,
- za budući razvoj novih mjera zelene infrastrukture na vodnim tijelima na kojima je nužno smanjiti rizike od štetnog djelovanja voda.

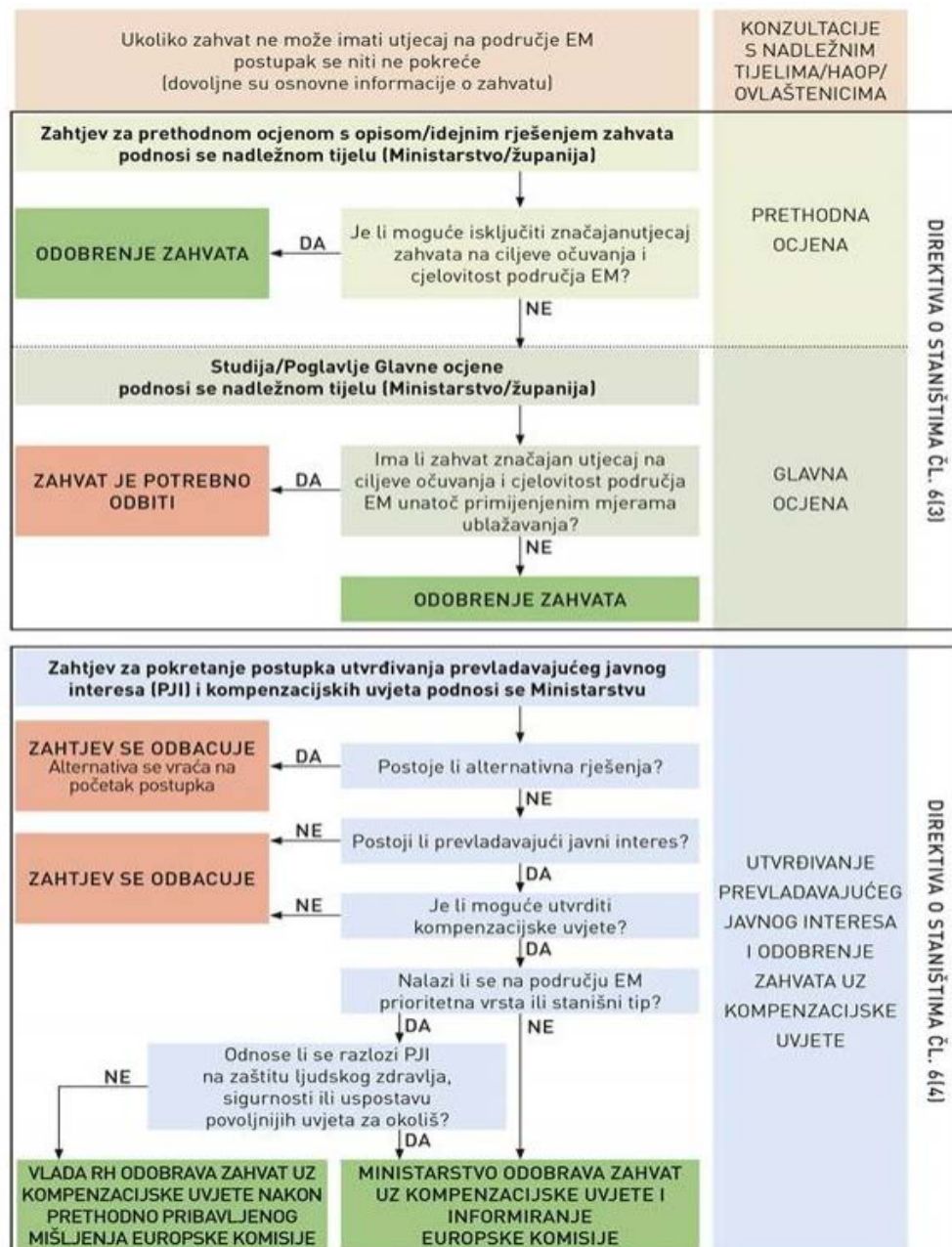
Usvajanjem dokumenta „*Policy Document on Natural Water Retention Measures*“ državama članicama EU u cijelosti daju upute kojima se povezuju ciljevi ODV s ciljevima uvođenja mjera zelene infrastrukture u sustave zaštite od štetnog djelovanja voda, kroz koncept vraćanja prostora rijeci i pristup uspostavljanju prirodnih mjera zadržavanja voda (eng. *Natural Water Retention Measures*, NWRM). Ovim se pristupom traži:

- gdje je to moguće zamjena sive sa zelenom infrastrukturom,
- gdje to nije moguće prilagodba sive infrastrukture načelima na kojima počivaju mjere zelene infrastrukture,
- integracija različitih prostornih politika i politike zaštite od štetnog djelovanja voda, uz prioritarno poštivanje zahtjeva politike zaštite prirode.

Primjena članka 4 ODV s ocjenom mogućih promjena hidromorfološkog stanja vodnih tijela prikazana je na nizu realnih primjera na vodnim tijelima vodnih područja RH, u okviru studije: *Prijedlog kriterija za izmjene ciljeva okoliša*. Ti se primjeri mogu primijeniti i na većinu mjera zelene infrastrukture, zbog čega će se samo ukratko naznačiti ključni elementi u primjeni ovih postupaka na mjere zelene infrastrukture, kako slijedi:

- u okviru Projekta VEPAR provodi se utvrđivanje vrste, lokacija i osnovnih značajki vodnih građevina na svim vodnim tijelima površinskih voda u RH,
- temeljem metodologije ocjenjivanja hidromorfološkog stanja prema *Analizi građevinskih mjera na svim vodnim tijelima površinskih voda u RH* utvrđuje se njihovo sadašnje stanje,
- svaka izmjena bitnih značajki izvedenih i izvedba novih vodnih građevina i drugih građevinskih mjera koje će imati utjecaj na hidromorfološko stanje pripadajućih vodnih tijela kvantificira se i prema istoj usvojenoj metodologiji vrši se usporedba prijašnjeg i novog stanja,
- svako odstupanje od dobrog ili vrlo dobrog hidromorfološkog stanja razmatranog vodnog tijela usklađuje se s ciljevima ODV prema članku 4 ODV, a sukladno postupcima i primjerima razrađenim u okviru studije: *Prijedlog kriterija za izmjene ciljeva okoliša*.

Najčešći očekivani slučaj u realizaciji budućih mjera zelene infrastrukture bit će vezan uz primjene izuzeća od ciljeva ODV prema članku 4(7), kojim se regulira primjena uvjeta koje novonastale promjene fizičkih karakteristika moraju zadovoljiti, a kako bi se dopustila promjena, odnosno postizanje manje strogih ciljeva zaštite okoliša na vodnim tijelima na kojim se nalaze. Kako u RH još nema dovoljno primjera provedenih postupaka određivanja prevladavajućeg javnog interesa u realizaciji takvih novih zahvata i mjera, može se koristiti sličan postupak predviđen za primjenu za zahvate i mjere na područjima ekološke mreže, koji je razrađen i prikazan na stranici Ministarstva gospodarstva i održivog razvoja (vidjeti: <http://www.haop.hr/hr/tematska-podrucja/odrzivo-koristenje-prirodnih-dobara-i-ekoloska-mreza/ekoloska-mreza>). Navedeno je prikazano i na slici u nastavku (Slika 1).



Slika 1. Prikaz postupka i ishoda ocjene prihvatljivosti zahvata i mjera za ekološku mrežu

S aspekta provedbe mjera u sustavu upravljanja mjerama zaštite od štetnog djelovanja voda važno je navesti i kako je u okviru Projekta VEPAR, odnosno posebnog Podprojekta E: „Unaprjeđenje sustava za praćenje Regulacijskih i zaštitnih vodnih građevina (RiZVG)“ predviđeno uspostaviti sustav praćenja stanja svih vodnih građevina iz područja zaštite od štetnog djelovanja voda u RH.

Praćenje stanja, koje je ključno za upravljanje i održavanje svih građevina i mjera uključenih u sustave zaštite od štetnog djelovanja voda, počivat će na bazama podataka o svim građevinama/mjerama sive infrastrukture, a u koje se predviđa s istim ciljem i prema istom postupku unijeti nove zahvate/mjere zelene infrastrukture.

## 2.4 Literatura i izvori podataka

- [1] *Prethodna procjena rizika od poplava 2018.*, Hrvatske vode, Zagreb, 2018.
- [2] Plan upravljanja vodnim područjima 2016.–2021., NN 66/2016
- [3] *Green Infrastructure and Flood Management: Promoting Cost-Efficient Flood Risk Reduction via Green Infrastructure Solutions*, European Environment Agency, Luxembourg, 2017.
- [4] Bonacci, O., Erceg, O. (2019): Hidrološki i ekohidrološki vidovi vodotoka koji presušuju i povremenih vodotoka, *Hrvatske vode* 27, 237-244
- [5] Direktiva 2007/60/EZ Europskog parlamenta i vijeća od 23. listopada 2007. o procjeni i upravljanju rizicima od poplava, *Službeni list Europske unije* 15, 186-193, 2007.
- [6] Rohde, S. (2004): *River Restoration: Potential and Limitations to Re-Establish Riparian Landscapes. Assessment & Planning*, doktorska disertacija, Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, Zürich
- [7] *Green Infrastructure (GI) — Enhancing Europe's Natural Capital: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions*, European Commission, Brussels, COM/2013/0249 final, 2013.
- [8] *Building a Green Infrastructure in Europe*, European Commission, Bruxelles, 2013.
- [9] Alves Beloqui, A. (2020): *Combining Green-Blue-Grey Infrastructure for Flood Mitigation and Enhancement of Co-Benefits*, doktorska disertacija, Delft University of Technology, Delft
- [10] Wahren, A., Schwärzel, K., Feger, K.-H. (2012): Potentials and Limitations of Natural Flood Retention by Forested Land in Headwater Catchments: Evidence from Experimental and Model Studies, *Journal of Flood Risk Management* 5, 321-335
- [11] Lüderitz, V., Jüpner, R., Müller, S., Feld, C. (2004): Renaturalization of streams and rivers — the special importance of integrated ecological methods in measurement of success. An example from Saxony-Anhalt (Germany), *Limnologica* 34 (3), 249-263
- [12] Rohde, S., Hostmann, M., Peter, A., Ewald, K. (2006): Room for rivers: An integrative search strategy for floodplain restoration, *Landscape and Urban Planning* 78 (1-2), 50-70
- [13] Yu, S., Brand, A. D., Berke, P. (2020): Making Room for the River: Applying a Plan Integration for Resilience Scorecard to a Network of Plans in Nijmegen, The Netherlands, *Journal of the American Planning Association* 86, 417-430
- [14] *Conservation and Restoration of Rivers and Floodplains*, World Meteorological Organization, Global Water Partnership, 2012.
- [15] Strategija upravljanja vodama, NN 91/2008
- [16] Forbes, H., Ball, K., McLay, F., (2015): *Natural Flood Management Handbook*, Scottish Environment Protection Agency, Stirling
- [17] *EU policy document on natural water retention measures* by the drafting team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM), Technical Report – 2014-082, European Commission, 2014.



[18] Strosser, P., Delacámara, G., Hanus, A., Williams, H., Jaritt, N. (2015): *A guide to support the selection, design and implementation of Natural Water Retention Measures in Europe: Capturing the multiple benefits of nature-based solutions*, Directorate-General for Environment, Bruxelles.

[19] *Karte opasnosti od poplava 2019 – obuhvati 3 scenarija vjerojatnosti pojavljivanja*, WMS servis, Hrvatske vode, Zagreb, 2021.

[20] Uredba o standardu kakvoće voda, NN 96/19

[21] Haines-Young, R., Potschin, M.B. (2018): *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*, Fabis Consulting Ltd., Nottingham

[22] *CICES (Common International Classification of Ecosystem Services)*, European Environment Agency, Copenhagen, <https://cices.eu>

[23] Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu, NN 46/2020

[24] *Opći tehnički uvjeti za radove u vodnom gospodarstvu*, Knjiga 1, Hrvatske vode, Zagreb, 2010.