

Priručnik

za jačanje otpornosti
obala Jadrana



Priručnik za jačanje otpornosti obala Jadrana

Napomena:

Ovaj priručnik pripremljen je 2021. godine u sklopu INTERREG AdriAdapt projekta (www.adriadapt.eu) s ciljem da lokalnim i regionalnim vlastima s hrvatske i talijanske strane Jadrana ponudi ideje, rješenja i mjere za jačanje otpornosti obala.

Izdavač:	PAP/RAC, 2021.
Uredništvo (abecednim redom):	Hudi, Ana Irena; Povh Škugor, Daria; Sekovski, Ivan
Autori (abecednim redom):	Belamarić, Igor – Zelene mjere (Poglavlje 5) Berlengi, Gojko – Socijetalne mjere (Poglavlje 4) Breil, Margaretha – Socijetalne mjere (Poglavlje 4) Lay, Vladimir – Socijetalne mjere (Poglavlje 4) Margeta, Jure – Zelene mjere (Poglavlje 5), Sive mjere (Poglavlje 6) Pernek, Milan – Zelene mjere (Poglavlje 5) Povh Škugor, Daria (Poglavlja 2.2; 3; 4; 5 i 7) Pranzini, Enzo – Zelene mjere (Poglavlje 5.4), Sive mjere (Poglavlje 6) Scoccimarro, Enrico – Podaci i projekcije o klimatskim promjenama (Poglavlje 2.1) Sekovski, Ivan (Poglavlja 1; 2.2; 5 i 6) Srnc, Lidija – Podaci i projekcije o klimatskim promjenama (Poglavlje 2.1) Tomozeiu, Rodica – Podaci i projekcije o klimatskim promjenama (Poglavlje 2.1)
Recenzenti (abecednim redom):	Ivčević, Ante; Škaričić, Željka
Lektura:	Ana Irena Hudi
Grafičko oblikovanje:	Slobodan Pavasović
Naslovna ilustracija:	Luka Duplančić
Tisak:	Tiskara Zelina d.d.

IZJAVA O ODRICANJU ODGOVORNOSTI: Ova publikacija odražava stavove autora; tijela Programa nisu odgovorna za bilo kakvu upotrebu informacija sadržanih u ovoj publikaciji.

ISBN: 978-953-6429-71-4

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 001108247.

Molimo citirajte ovaj dokument kao:

PAP/RAC (2021) „Priručnik za jačanje otpornosti obala Jadrana“, INTERREG AdriAdapt projekt, Split.

Sadržaj

Predgovor	1
1 Jadranska obala.....	3
1.1 Geografija, geologija, priroda i prirodni procesi	3
1.2 Demografija, obalna urbanizacija, obalni kopneni i morski krajobrazi, tipologija	3
1.3 Djelovanje i utjecaji čovjeka.....	4
1.4 Tipologija obalnog područja	5
2 Klimatske promjene u jadranskom obalnom području	7
2.1 Podaci i projekcije o klimatskim promjenama	7
2.2 Uočeni utjecaji klimatskih promjena u jadranskim gradovima Hrvatske i Italije.....	10
3 Otpornost.....	12
3.1 Definicija otpornosti.....	12
3.2 Putevi otpornosti na klimatske promjene	13
3.3 Odabir primjerenog odgovora	15
4 Socijetalne mjere prilagodbe	17
4.1 Governance	17
4.2 Planiranje i upravljanje.....	18
4.3 Prostorno planiranje	19
4.4 Održivi prostorni razvoj obalnog područja	23
4.5 Društvene mjere	29
5 Zelene mjere.....	33
5.1 Mjere za obalne gradove i naselja	33
5.2 Mjere za područja dužobalne linearne urbanizacije.....	37
5.3 Mjere za zaobalna područja	38
5.4 Mjere za prirodne obale.....	40
5.5 Mjere za uski obalni pojas	42
5.6 Obalni vodonosnici – podzemne vode	48
6 Sive mjere.....	50
6.1 Obalne poplave i mjere zaštite.....	50
6.2 Građevine za zaštitu i obranu obale	51
6.3 Podizanje i proširenje obale	59
6.4 Prilagodba komunalne obalne infrastrukture.....	62
7 Zaključci	68
8. Reference	70

Popis slika

Slika 1.	Područje AdriAdapta na kojem su provedene simulacije.....	8
Slika 2.	Globalne planirane emisije ugljičnog dioksida (CO ₂) na temelju planirane proizvodnje fosilnih goriva	14
Slika 3.	Utjecaj odluka na put prema otpornosti.	14
Slika 4.	Putevi prilagodbe prikazani u originalnom konceptu autorice Haasnoot.....	14
Slika 5.	Odgovori na podizanje razine mora	16
Slika 6.	Shematski prikaz obalnog odmaka	20
Slika 7.	Primjer komercijalne turističke zone u kojoj je primjena odmaka omogućila formiranje obalne šetnice i zelenog pojasa u zaleđu plaže s rekreacijskim sadržajima koji su izuzetno doprinijeli kvaliteti turističke ponude i ukupnog života naselja (Bol, otok Brač)	21
Slika 8.	Shematski prikaz primjene preparcelacije za dobivanje obalnog odmaka (Prilagođeno prema JICA)	22
Slika 9.	Trend potrošnje hrvatske obale kao rezultat izgradnje antropogenih struktura u uskom obalnom pojasu	24
Slika 10.	Primjeri linearne urbanizacije obale kao neracionalnog načina širenja naselja kojim se polako, ali nepovratno „troši“ prirodna obala kao važno javno dobro i bitan element turističke atrakcijske osnove	25
Slika 11.	Primjer neracionalnog korištenja građevinskog područja naselja raspršenom izgradnjom, bez adekvatne osnovne ulične mreže i minimalnih elemenata urbanističkog reda (dijelom potaknuto i bespravnom izgradnjom)	25
Slika 12.	Pozitivan primjer racionalnog širenja naselja u formi kompaktne izgradnje uz izbjegavanje dužobalnog širenja na način da je obalni pojas pretežno neizgrađen i namijenjen zajedničkim zelenim i rekreacijskim sadržajima.	25
Slika 13.	Primjer sačuvanog kulturnog krajobraza kombiniranog s ekološkim uzgojem i turističkom ponudom.....	26
Slika 14.	Obrađene površine zaustavile su požar	26
Slika 15.	Primjer projekta kampa (projekt Južni Jadran, UNDP, 1971) kojim se zatečene krajobrazne strukture (mreža suhozidova) čuvaju i koriste kao autentični lokalni krajobrazni elementi koji uz to pridonose i funkcionalnosti kampa kroz stvaranje intimnijih mikrocjelina i detalja uređenja.....	27
Slika 16.	Primjeri neprimjerenih praksi i substandardnih rješenja uređenja obalnih naselja	27
Slika 17.	Detalji uređenja istog naselja koji pokazuju brigu o javnim površinama, korištenje lokalnih i tradicionalnih materijala (podzidi, popločanja), odnos prema okolišu (upojne pristupne površine) i zatečenom zelenilu, kao i općenito bogato privatno i javno zelenilo	28
Slika 18.	Medov dolac, zaseok Raosi	29
Slika 19.	Drašnice, zaseok Alači.....	29
Slika 20.	Primjeri dobre prakse planiranja urbanog zelenila i zelenih površina koje su ujedno i važne mjere prilagodbe na utjecaje klimatskih promjena u naseljima.....	35
Slika 21.	Primjer vrijednog „zapuštenog“ zelenila otpornog na utjecaj soli.....	36
Slika 22.	Višestruke funkcije urbane zelene infrastrukture	36
Slika 23.	Gradnja i učvršćivanje obalnih dina u okolici Ravenne (Bevano Sud, Emilija i Romanja, Italija).....	43
Slika 24.	Primjer tzv. mekog rješenja minimalno invazivnog po prirodni okoliš kojim se olakšava pristup i omogućuje korištenje obale.....	43
Slika 25.	Shematski prikaz umjetnog grebena	44
Slika 26.	Zaštita obalnog klifa mrežom na plaži Firule u Splitu	45
Slika 27.	Evolucija stjenovite obale uslijed podizanja razine mora	46
Slika 28.	Podizanje razine mora i obalni vodonosnici	48
Slika 29.	Nekoliko primjera tradicionalne zaštite obala	52
Slika 30.	Prikaz nekih od konstrukcija za zaštitu obale i odgovarajući odgovor na dinamiku plaže	53
Slika 31.	Obalni zid između Miramarea i Trsta.....	54
Slika 32.	Obalni zidić na rivi u Splitu, Hrvatska.....	54
Slika 33.	Novi obalni zid, čija visina ovisi o lokalnim uvjetima.....	55
Slika 34.	Valobrani na plaži Torre Mucchia, Italija.....	55
Slika 35.	Obalna pera u Misanu, Italija (gore) i Supetru, Hrvatska (dolje).....	57
Slika 36.	Profil plaže nakon dohranjivanja.....	58
Slika 37.	Alternativa nasipanju na stjenovitoj obali	59
Slika 38.	Izgradnja nove obale i proširenje obalnog pojasa	60
Slika 39.	Proširenje obale u zaljevu Lone, pokraj Rovinja (Hrvatska) – prethodno stanje iz 2009. godine (lijevo) i stanje od 2018. godine (desno).....	60
Slika 40.	Primjeri potencijalnih budućih rješenja podizanja i proširenja obalnog zemljišta Grada Kaštela	61

Slika 41. Alternativne plaže za stjenovite obale	62
Slika 42. Dužobalni pomak ravnotežnih točaka uslijed erozije na području delte	66
Slika 43. Mostovi i s njima povezane prometne linije podižu se uslijed povišenja riječnih nasipa.....	66
Slika 44. Shematski prikaz postupaka regulacije površinskih voda u naselju	67

Popis tablica

Tablica 1. Ključni parametri za obalna područja iz izvještaja IPCC-a (2019.)	7
Tablica 2. Rezultati upitnika o uočenim utjecajima klimatskih promjena u jadranskim regijama, gradovima i općinama.....	10

Popis okvira

Okvir 1. Kome vjerovati?	7
Okvir 2. Otpornost	12
Okvir 3. Suočavanje s neizvjesnošću	13
Okvir 4. Načela jačanja otpornosti.....	15
Okvir 5. Posljedice uragana Irma na Varadero.....	23
Okvir 6. Prostorno planiranje i požari	29
Okvir 7. Morska cvjetnica i obalna prilagodba	47
Okvir 8. Inverzija dužobalnog prijenosa sedimenata uslijed rotacije vjetra i valova	57
Okvir 9. Mišljenje struke: određivanje kote polaganja obalne kanalizacije otpadnih i oborinskih voda u uvjetima novih razina mora	64
Okvir 10. Mišljenje struke: određivanje kote polaganja obalne vodoopskrbne infrastrukture u uvjetima novih razina mora	64

Predgovor

Ovaj priručnik proizvod je projekta Interreg CBC Italija – Hrvatska „AdriAdapt“ kojem je cilj dati preporuke, smjernice i praktične savjete za djelovanje kao odgovor na posljedice klimatskih promjena u obalnim područjima, gradovima i naseljima uz obale Jadrana. Kako će ovakvi i slični izazovi u narednim godinama biti još intenzivniji – najbolja investicija u obalnim područjima je ona u jačanje otpornosti.

Kroz projekt „AdriAdapt“, Centar za regionalne aktivnosti Programa prioritetnih akcija (PAP/RAC) dobio je priliku razraditi preporuke za jačanje otpornosti izrađene još 2015. godine za „Obalni plan Šibensko-kninske županije“, autora Jure Margete i Gojka Berlegija, pripremljene u okviru projekta „MedPartnership“ Svjetskog fonda za okoliš. Bio je to prvi obalni plan s fokusom na klimatske promjene izrađen nakon stupanja na snagu Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja¹. Ideja projekta „AdriAdapt“ jest proširiti i produbiti stečene uvide i prilagoditi ih potrebama jedinica lokalne i regionalne uprave diljem jadranskih obala Italije i Hrvatske. Talijanske i hrvatske obale Jadrana su morfološki, geološki, oceanografski, hidrološki, ekološki i društveno-ekonomski različite. Zato priručnik treba primjenjivati u skladu s lokalnim značajkama prirodnog i izgrađenog okoliša. Jedna od najvećih razlika hrvatske i talijanske obale jest erozija, koja na talijanskoj strani Jadrana već desetljećima predstavlja glavni problem. Iz tog razloga, danas Italija ima veliko i vrijedno iskustvo u tom području, koje će biti dragocjeno svima, jer će se zbog podizanja razine mora i oni koji se nikad nisu borili s obalnom erozijom morati s njom suočiti. Tijekom izrade Obalnog plana, kroz brojne radionice iskristalizirala se najneposrednija prijetnja – požari. Područje Šibensko-kninske županije jest specifično jer obiluje raslinjem,

a indeks širenja požara najveći je upravo na takvim područjima. Međutim, nakon požara u Australiji u sezoni 2019./2020. i nakon najave Svjetske meteorološke organizacije iz siječnja 2020. o porastu rizika od požara zbog porasta temperature i suša, promatrajući požarnu sezonu 2020. kao i ovu novu 2021. zaključujemo da ovu opasnost treba posebno imati na umu. Jedan od važnih razloga nemogućnosti svladavanja požara koji je 2018. u grčkoj obalnoj regiji Atici odnio 102 ljudska života bila je neplanska gradnja koja je onemogućila pristup protupožarnim snagama. Taj problem dijele brojna obalna područja duž Jadrana, u kojima su investitori u turističke objekte bili brži od prostornih planova, odnosno službi zaduženih za kontrolu njihove provedbe.

Gledajući u budućnost, jedan od najvećih izazova vjerojatno će biti poplave, kako s mora, tako i u kombinaciji s bujičnim vodama i vodama iz zaleđa. U okviru projekta „MedPartnership“ izrađena je procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku. Problemi plavljenja nekretnina na niskim obalama rezultat su utjecaja mora i ostalih voda i nekontrolirane gradnje u poplavama izloženom području bez odgovarajuće zaštite. Zato problem treba rješavati integralno, kroz mjere upravljanja prostorom i primjenu mjera zaštite od utjecaja mora i kopnenih voda. Ta procjena pokazala je i da područja s najvećim očekivanim štetama nisu ona s najvećim brojem stanovnika.² Razlog tomu leži u činjenici da velik broj nekretnina nije primarno izgrađen za stanovanje, već za turizam, i da se koristi samo nekoliko mjeseci godišnje. Kako u ovom području odrediti prioritete za investicije u prilagodbu bit će pitanje na koje je teško dati jednoznačan odgovor.

¹ Obalni plan usvojen je na sjednici Županijske skupštine u travnju 2016. godine. 2019. godine na najvećoj europskoj konferenciji u Lisabonu Šibensko-kninska županija za ovaj Obalni plan dobila je nagradu „Mediterranean Adaptation Award“ kao najbolji projekt za prilagodbu klimatskim promjenama na Mediteranu. Iste godine dovršen je Obalni plan za Kaštela te je započela izrada obalnih planova za Splitsko-dalmatinsku županiju i za Grad Vodice, a pripremu obalnog plana najavila je i Primorsko-goranska županija.

² Najveće štete očekuju se u područjima s najvećim brojem nekretnina, bez obzira na to jesu li to nekretnine za stanovanje ili apartmani za turizam.

Dramatične poplave u studenom 2019., kada je 80% Venecije bilo pod vodom, kao i poplave u brojnim mjestima duž obale Jadrana, upozoravaju nas da s izradom planova prilagodbe treba započeti odmah.

Važno je imati na umu i da, ako ne smanjimo emisije stakleničkih plinova, uspješnost prilagodbe može biti upitna. Zato je i svaka predložena mjera razmotrena s više aspekata kako bi se integralnim pristupom osiguralo da će se svakim djelovanjem u smjeru prilagodbe istovremeno djelovati i na smanjenje emisija, odnosno ići prema jedinom rješenju – sveobuhvatnoj zelenoj tranziciji društva.

1 Jadranska obala

Jadransko more najsjeverniji je dio Sredozemnog mora. Okružuju ga obale šest država: Albanije, Bosne i Hercegovine, Hrvatske, Italije, Crne Gore i Slovenije. Hrvatski i talijanski dio obale čini oko 90 posto duljine jadranske obale. Dok je hrvatska obala Jadrana najdulja, s duljinom od 6.278 km, od čega se otočni dio proteže na 4.398 km (Duplančić i sur., 2004), talijanska jadranska obala zauzima drugo mjesto s duljinom od 1.272 km (Blake i sur., 1996).

1.1 Geografija, geologija, priroda i prirodni procesi

Hrvatski, istočni dio Jadrana nosi titulu druge najrazvedenije europske obale (Pikelj i Juračić, 2013). Većinu njegove obale karakteriziraju krški topografski i hidrološki sustavi, s visokom stjenovitom obalom, strmim spuštanjem morskog dna i velikim dubinama, kojima uglavnom nedostaju plaže, posebno one pješčane. Nakon posljednjeg ledenog doba, otapanje leda uzrokovalo je porast razine mora za otprilike 120 metara, uslijed čega je došlo do djelomičnog potapanja krškog reljefa, a vrhovi nekadašnjih planina postali su otoci (Surić i sur., 2005). U Jadranskom moru leži više od 1300 otoka i otočića, od kojih se većina nalazi na hrvatskom dijelu obale s 1246 otoka (Duplančić i sur., 2004).

Za razliku od hrvatskog dijela, talijanski, zapadni dio jadranske obale relativno je nizak, gladak (s vrlo malo izbočenja i otoka) i pravilan, posebno u sjevernom dijelu sliva, dok u obalnom dijelu južno od poluotoka Gargano do Otranta prevladavaju stijene. Sedimenti morskog dna u sjevernom i srednjem Jadrano pretežno su pjeskoviti i muljeviti, na što najvećim dijelom utječe pronos sedimenta iz rijeke Po i drugih manjih rijeka. Zbog toga je šire područje delte rijeke Po poznato po slijeganju, što znači da podnožje i morsko dno tonu, i to ne samo zbog prirodnih procesa, već i zbog crpljenja podzemnih voda i plina iz podmorja (Teatini i sur., 2005.). Budući da gotovo 70% cjelokupnog teritorija jadranskih obalnih općina u Italiji čine ravne

formacije (močvare i različite vrste obalnih ravnica), niske i pješčane plaže i ravno zaleđe, područje se smatralo atraktivnim za izgradnju infrastrukture i naselja (Romano i Zullo, 2014).

Jadranske obale kao dio Mediterana izuzetno su vrijedna područja bioraznolikosti. Na Mediteranu uspijeva više od 30.000 različitih samoniklih biljnih vrsta, dok u isto vrijeme možemo reći da uz obale Jadranskog bazena, u mediteranskom i submediteranskom području, raste više od 10% ukupnog broja tih vrsta. Najveće prijetnje obalnim ekosustavima predstavljaju pritisak urbanizacije, obalna erozija i invazivne vrste. Možemo pretpostaviti da će se uslijed daljnjeg porasta temperature nekim invazivnim vrstama otvarati nova potencijalna staništa, dok će oluje i podizanje razine mora jačati obalnu eroziju i sve više ugrožavati urbanizirane obale.

1.2 Demografija, obalna urbanizacija, obalni kopneni i morski krajobrazi, tipologija

Na obali Jadranskog mora postoje brojna naselja s nizom velikih gradova. Devet od deset najvećih gradova na jadranskoj obali nalazi se u Italiji (Bari, Venecija, Trst, Rimini, Pescara, Ancona, Pesaro) ili u Hrvatskoj (Split, Rijeka). U obje zemlje obala je ljudima prilično privlačna. Općine na talijanskoj strani Jadrana pokrivaju samo 3,2% ukupnog državnog teritorija, dok u njima prema popisu stanovništva iz 2011. godine živi gotovo 6% cjelokupnog talijanskog stanovništva (Romano i Zullo, 2014).

Od početka šezdesetih godina prošloga stoljeća, hrvatska obala bilježi dramatičan urbani rast i popratne okolišne pritiske. 1960. godine urbanizirano je oko 120-150 kilometara obale, dok je duljina urbanizirane obale 2010. godine iznosila 1.033 kilometra. U međuvremenu, broj stanovnika Hrvatske ostao je gotovo nepromijenjen: većina novih objekata izgrađena je kao nekretnina za

odmor ili apartman za iznajmljivanje turistima. Najnoviji prostorni planovi županija predviđaju daljnju urbanizaciju. Prema podacima dostupnima u županijskim zavodima za prostorno uređenje na obali, u slučaju realizacije svih planova, planirana duljina urbanizirane obale iznosi oko 1.562 km (MGIPU, 2013). Na otocima je urbanizacija obale manja.

U zaleđu, kao i na otocima (posebno na onim udaljenijima), došlo je do depopulacije, što je dovelo do prilično heterogene gustoće naseljenosti obalnih područja. Stanovništvo je koncentrirano u obalnome pojasu, ukupan udio urbanog stanovništva smanjen je, dok je obalna urbanizacija bez urbanosti desetljećima predstavljala jednu od ključnih prijetnji obalnim područjima.

U Italiji, pritisak urbanizacije na obalu Jadrana nije bio znatno drugačiji. Između 1950-ih i 2001. godine, stupanj urbanizacije obalnih općina povećao se četiri puta (Romano i Zullo, 2014). Tijekom proteklih 50 godina, prethodno navedene značajke stvorile su izvanredan poticaj za transformaciju, uslijed čega se ovo obalno područje, zajedno s dolinom rijeke Po, pretvorilo u jedno od područja u Italiji koja su najviše podlegla artificijalizaciji i preopterećenju. Takav primjer predstavlja konurbacija koja se proteže na 55 kilometara, od Lido di Classe do Cattolica. Danas je neurbanizirano manje od 30% talijanske obale Jadrana koja se suočava s važnim pitanjima teritorijalne organizacije, ali i pitanjima kontrole i oporavka preostalih kvaliteta ekosustava i krajobraza (Romano i Zullo, 2014).

1.3 Djelovanje i utjecaji čovjeka

Ključne gospodarske djelatnosti duž cijele jadranske obale su turizam, ribarstvo, akvakultura i pomorski promet. Na talijanskoj strani od važnosti je i industrija. Kao što smo vidjeli u prethodnom poglavlju, porast turizma donio je transformaciju obalnih krajolika Jadranskog mora u Hrvatskoj i Italiji, stvarajući pritiske urbanizacije. U Hrvatskoj,

obalni turizam jedini je sektor koji bilježi stalan rast, čak i usred gospodarske krize koja je zahvatila gotovo sve druge sektore. Međutim, problem stvara sezonalnost turizma: 84% ukupnih noćenja u RH bilježi se između lipnja i rujna, dok se u samo dva „vršna“ mjeseca, tj. u srpnju i kolovozu ostvari oko 58% ukupnih noćenja (temeljeno na MINT, 2019). Postojeća dominacija privatnog smještaja u Hrvatskoj jedan je od uzroka sezonalnosti. Uz to, nedostatak osmišljene ponude izvan vrhunca sezone dodatno pridonosi problemu. Sezonalnost stvara ogromne pritiske na komunalnu infrastrukturu, kao što je vodoopskrba, odvodnja, promet, potrošnja električne energije i stvaranje otpada. U nekim obalnim gradovima zabilježeni su i ljetni pritisci na zdravstvene službe te hitnu medicinsku pomoć.

Talijanska strana Jadrana također se u velikoj mjeri oslanja na sezonski turizam, posebno na njegovoj sjeverozapadnoj obali na kojoj se nalaze neke od najduljih europskih plaža. Tijekom 2018. godine, u jadranskoj regiji Emilija i Romanja ostvareno je više od 40 milijuna noćenja, a u regiji Veneto ostvareno ih je više od 60 milijuna (*istat.it*). Za usporedbu, u čitavoj Jadranskoj Hrvatskoj tijekom 2018. ostvareno je nešto manje od 85 milijuna noćenja (DZS, 2019).

Pomorski promet još je jedna značajna gospodarska grana na tom području – na obali Jadranskog mora postoji 19 morskih luka u kojima se godišnje pretovari više od milijun tona tereta. Industrija kruzera ostvaruje značajan rast u obje zemlje, ali značajan broj brodova za krstarenje posljednjih desetljeća izaziva veliku zabrinutost zbog njihovog utjecaja na morski okoliš u smislu otpada, opasnih emisija (otpadna kaljuga, pepeo, ispuštanje onečišćujućih tvari u zrak), otpadnih voda, balastnih voda, biocida, fizičkih oštećenja/sudara, onečišćenja bukom i svjetlosnog onečišćenja.

Morski ribolov bio je i ostao dio kulture i tradicije u mnogim naseljima u obalnim područjima Italije i Hrvatske. Danas, usprkos tome što se glavne ciljne vrste razlikuju (inćun u Italiji i srdela u Hrvatskoj), obje zemlje bilježe pad ulova^{3,4}.

³ <https://www.eurofish.dk/croatia>

⁴ <https://www.eurofish.dk/italy>

1.4 Tipologija obalnog područja

Da bismo ponudili rješenja za jačanje otpornosti obalnog područja na utjecaje klimatskih promjena, opredijelili smo se za razlikovanje nekoliko kategorija obalnog područja sa sličnim karakteristikama, onih u kojima se pojavljuju slični problemi te onih za koja možemo ponuditi i određena slična rješenja. Na taj način lakše se mogu strukturirati i prioritarizirati teme i područja koja su direktno ugrožena klimatskim promjenama. Kako bismo to postigli, slijedili smo članke 8. i 10. Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, na temelju kojih razlikujemo sljedeće kategorije obalnih područja:

- urbano obalno područje;
- područja s dužobalnom linearnom urbanizacijom;
- više ili manje prirodna područja otvorene obale, kako bez gradnje, tako i bez ikakve razine zaštite u smislu zakona o zaštiti prirode;
- zaštićena područja; i
- zaobalna područja.

Pod **urbanim obalnim područjima** podrazumijevamo gradove i naselja kompaktne strukture, koji teže polukružnom obliku, dobro su povezani sa svojim zaleđem i otocima, zadovoljavaju kriterije optimalne gustoće naseljenosti i urbaniteta. Obalni gradovi i naselja uglavnom su usmjereni na more, odnosno na obalnu crtu; u novije vrijeme, često su građeni poput pozornice za predstavu u kojoj glavnu ulogu igra *more*. Taj suodnos mora i kopna uvjetuje društveni i gospodarski razvoj. Upravo iz tog razloga, često se najvrjednija gradska područja, kao i kulturno-povijesno naslijeđe, nalaze u neposrednoj blizini mora, gotovo na samoj obalnoj crti. Upravo na tom mjestu, prva su na udaru očekivanog porasta razine mora, odnosno većih valova i visokih plima.

Dužobalna linearna urbanizacija predstavlja koncentraciju izgradnje i stanovnika duž obala, fenomen koji često susrećemo u područjima ugodne klime i toplog mora, kao što je Mediteran. U turističkim obalnim područjima često se događa da je izgradnja daleko veća od broja stalnih stanovnika. Blizina plaže i pogled na more jedan su od glavnih

prioriteta turističkih objekata, pa time i jedan od snažnih pokretača urbanizacije koja se sastoji od jednog ili više redova kuća uz more koje se protežu kilometrima s istočne, ali i sa zapadne strane Jadrana. Ponekad su ovakve zone dijelovi grada i naselja, prigradska ili neplanski izgrađena naselja, a ponekad su i zasebne administrativne jedinice. Ovakav oblik urbanizacije problematičan je s obzirom na to da je izuzetno skup za opremanje urbanom infrastrukturom i potiče na veliku upotrebu osobnog prijevoza, budući da niska koncentracija stanovnika onemogućava učinkovit javni prijevoz. Ovakav oblik urbanizacije problematičan je i s aspekta potencijala za financiranje mjera za zaštitu od poplava s mora.

Područja otvorene obale definirana su člankom 8.3.a Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja kao obale koje nisu ni pod kakvim stupnjem zaštite te se ističe važnost njihovog očuvanja, posebice od urbanističkog razvoja i drugih ljudskih aktivnosti. Naime, zbog litoralizacije i dužobalnog linearnog razvoja, takvih otvorenih obala sve je manje. U članku 10. ovog Protokola ističe se važnost očuvanja specifičnih obalnih ekosustava, kao što su močvare, ušća, morska staništa, obalne šume, šumarci i dine, posebice kad ona nisu obuhvaćena zaštitom. Isto za vrijedne obalne krajobraze zahtijeva i članak 11.

Zaštićena područja u načelu su morske ili kopnene zone s iznimno visokom razinom netaknutosti, odnosno prirodnosti. Prema značaju pojedinog područja – a posredno i visini razine zaštite – uobičajena nacionalna kategorizacija dijeli ih na stroge rezervate, nacionalne parkove i parkove prirode, zaštićene krajobraze i objekte prirode. Njihova uloga je višestruka: očuvanje kompletnosti prirodnih struktura unutar zone obuhvata, očuvanje ideala o izvornom (premda, primjerice, u Europi ne postoji potpuno netaknuti ekosustav), ali i djelovanje kao živi lakmus papir na kojem se očitavaju promjene koje su na drugim područjima teže uočljive. Uz klasične nacionalne zaštite, najveća *nova* mreža zaštite na svijetu uspostavljena je upravo u Europi tijekom posljednja tri desetljeća, a odnosi se

na morska i kopnena staništa, kao i područja od iznimne važnosti za ptice.

Zaobalna područja izuzetno su važna za održivi razvoj obalnih regija. Ponekad se baš tu trebaju primijeniti mjere koje će omogućiti uravnoteženi razvoj, odnosno ponuditi model u kojem je usko obalno područje lokomotiva koja solidarno služi regiji, a ne isključivo kao poligon za privatne investitore. Od sredine prošlog stoljeća, s istočne strane Jadrana na djelu je trend priljeva stanovništva u obalne gradove i demografskog pražnjenja zaobalja. Ova neravnoteža jedna je od ključnih prepreka održivom razvoju. U perspektivi prilagodbe na klimatske promjene ova područja postaju još važnija. S jedne strane, tu se nalazi prva linija obrane od bujičnih poplava, najčešće i od požara, ali i vrijedan prostor koji može pružiti mogućnosti za povlačenje od obale.

S obzirom na karakteristike i korištenje obalnog područja Jadrana, kao i u skladu s Protokolom o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, za potrebe ove publikacije koristit će se sljedeća prostorna podjela:

- obalna crta koju su definirale Republika Hrvatska i Talijanska Republika;
- zona odmaka, definirana člankom 8. Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, odnosno 100 metara s obje strane crte;
- uski obalni pojas (do 300 metara s obje strane crte);
- usko obalno područje (do 1000 metara s obje strane obalne crte);
- obalno područje (područje obalnih gradova i općina) te s morske strane vanjska granica teritorijalnog mora; kao i
- šire obalno područje (obalne regije, odnosno županije i provincije) do vanjske granice teritorijalnog mora.

2 Klimatske promjene u jadranskom obalnom području

2.1 Podaci i projekcije o klimatskim promjenama

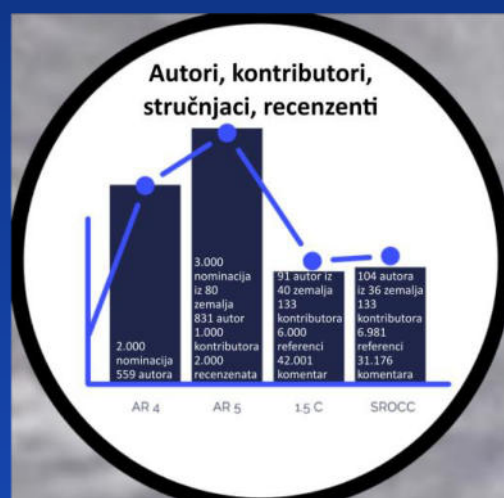
Glavno obilježje svih klimatskih projekcija jest neizvjesnost razmjera promjena. Klima je rezultat cijelog niza prirodnih i antropogenih čimbenika za koje je teško točno predvidjeti kako će se mijenjati, kako globalno, tako i lokalno. Neizvjesnost scenarija, odnosno budućih emisija i koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi i njihov kompleksan utjecaj na klimu, kao posljedicu ljudskog ponašanja, ne možemo spriječiti. Osim toga, i klimatski sustav posjeduje svoju unutarnju varijabilnost. Naizgled male promjene mogu dovesti do snažnih utjecaja. Zasad je jedino trend promjena pouzdano poznat i stoga je važno da se adekvatno pripremimo za trendove koji dolaze, odnosno i za najgore scenarije. Moguća rješenja trebaju biti etapno prilagodljiva i izvodiva za sve scenarije.

Prema posljednjim izvještajima Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (engl. IPCC), u posljednjim desetljećima, pored porasta srednje temperature zraka, intenzitet, učestalost i trajanje toplinskih valova povećalo se, kao i ekstremne količine oborina, ali i suše (IPCC, 2019). IPCC odavno je prepoznao Mediteran kao jedno od žarišta klimatskih promjena, i to zbog toga što se zagrijava brže od ostatka planeta, a to je potvrđeno i najnovijim izvještajem MedECC – Mreže mediteranskih stručnjaka za promjene klime i okoliša (MedECC, 2020).

Prema IPCC-ovom posebnom izvješću o oceanu i kriosferi iz 2019. godine (IPCC, 2019), porast srednje razine mora obalama i otocima donosi prijetnju od poplava s mora (Tablica 1).

Okvir 1. Kome vjerovati?

IPCC je UN-ovo tijelo koje su 1988. osnovali UNEP i WMO da bi donositeljima odluka pripremio podloge za planiranje i upravljanje na temelju najboljega iz znanosti. Od 1990. godine, svakih 6 godina IPCC objavljuje svoja redovita analitička izvješća na čijoj pripremi sudjeluje tisuće znanstvenika. Osim redovitih izvješća, IPCC priprema i posebna izvješća za koje zemlje izraze potrebu.

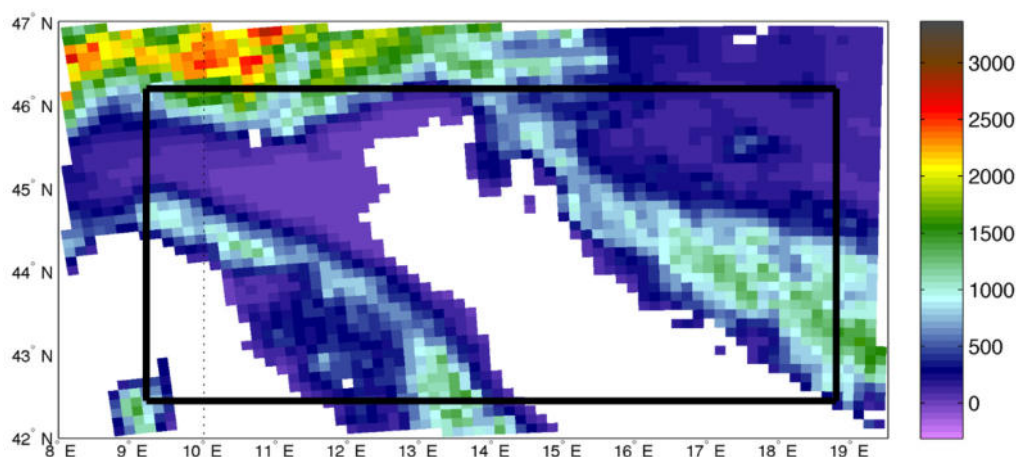


Tablica 1. Ključni parametri za obalna područja iz izvještaja IPCC-a (2019.)

Očekivane globalne promjene u ključnim parametrima za obalna područja do 2100. godine		
Parametar	Očekivana vrijednost RCP 4.5	Očekivana vrijednost RCP 8.5
Odstupanje srednje globalne površinske temperatura zraka u odnosu na 1850.–1900. (u °C)	2,5 (1,7–3,3)	4,3 (3,2–5,4)
Globalni prosječni porast srednje razine mora u odnosu na 1986.–2005. (u metrima)	0,55 (0,39–0,72)	0,84 (0,61–1,10)
Stopa porasta globalne razine mora (u mm/godina)	7 (4–9)	15 (10–20)

No, osim porasta razine mora, koji se relativno sporo mijenja, važno je imati na umu ekstremne vremenske uvjete. Za olujnog nevremena, uglavnom uz jako i dugotrajno jugo te niski tlak, dolazi do visokog mora i velikih valova koji se uspinju na obale. Kako se uglavnom radi o ciklonama, često istovremeno imamo i obilne kiše. U kombinaciji s drugim faktorima, ovi događaji mogu uzrokovati značajne obalne poplave, posebno kod niskih obala te onih na kojima se događa i slijeganje tla. Takav primjer imali smo u Veneciji, gdje je u prosincu 2019. izmjereno visokih 187 cm iznad uobičajene razine mora. Tom prilikom poplavili su i brojni gradovi duž Jadrana. Iako je uzrok ovog plavljenja bio prilično rijetko specifično vremensko stanje, napomenimo da je najviša razina mora u Splitu izmjerena samo nekoliko tjedana ranije.

Klimatski podaci i projekcije izrađeni u sklopu projekta AdriAdapt obuhvaćaju razdoblje od 1986. do 2100. godine. Podaci su pratili povijesna ostvarenja do 2005. i dva scenarija razvoja koncentracije stakleničkih plinova do 2100. godine: scenarij umjerenih emisija (RCP4.5), koji uključuje budućnost u kojoj su uloženi znatni naponi u politike ublažavanja, i scenarij visokih emisija (RCP8.5) koji uključuje budućnost bez značajnih politika ublažavanja klimatskih promjena. Simulacije su izrađene za područje koje pokriva projekt AdriAdapt i koje se proteže duž sjeverne obale Italije i većim dijelom hrvatske obale (Slika 1).



Slika 1. Područje AdriAdapta na kojem su provedene simulacije

Glavni zaključci projekta AdriAdapt o budućnosti klimatskih promjena na Jadranu su:

- **Porast sezonske i godišnje srednje temperature zraka** očekuje se do 2100. godine; najveće promjene mogu se dogoditi tijekom ljeta, porast srednje temperature za 2°C za scenarij RCP4.5 i 4.5°C za scenarij RCP8.5 mogao bi se dogoditi do kraja stoljeća.
- **Porast maksimalne i minimalne temperature zraka** očekuje se do 2100. godine; očekuje se da će porast godišnje maksimalne temperature biti veći od godišnje minimalne temperature; promjene do 3,3°C za scenarij RCP4.5 i 6,5°C za scenarij RCP8.5 očekuju se kod godišnje maksimalne temperature do kraja stoljeća.
- Predviđa se pomak cjelokupne raspodjele minimalne i maksimalne temperature zraka prema toplijim vrijednostima tijekom svih godišnjih doba s vršnim intenzitetom tijekom ljeta.
- Predviđa se **smanjenje broja hladnih dana** tijekom zime, proljeća i jeseni; očekuje se izraženo smanjenje na ravninama i lokalno s tendencijom prema potpunom nestanku hladnih dana, posebno za scenarij RCP8.5 i prema kraju stoljeća. Tijekom zime, kad su hladni dani najčešći, očekivana promjena sredinom stoljeća iznosi oko 7,5 hladnih dana

manje po sezoni (od prosinca do veljače) u odnosu na polazno razdoblje u kojemu se očekuje do 30 hladnih dana, za oba scenarija emisija stakleničkih plinova. Krajem stoljeća, predviđa se da bi prema scenariju RCP4.5 bilo oko 12,5 hladnih dana manje, dok bi prema scenariju RCP8.5 ta brojka iznosila čak 25 dana manje u odnosu na polazno razdoblje; lokalno, signal može biti čak i intenzivniji.

- Očekuje se **porast sezonskog trajanja toplinskog vala**, za oba scenarija emisije u cijeloj regiji do 2100. godine; vrhunac signala nalazi se u urbanim pilot područjima, posebno tijekom ljetnih mjeseci.
- Također, očekuje se da će **broj tropskih noći porasti** na cijelom području, s visokim intenzitetom u urbanim područjima, posebno tijekom ljeta (od lipnja do kolovoza); projekcije ukazuju na mogući porast od oko 20 tropskih noći za scenarij RCP4.5 i 30 tropskih noći za scenarij RCP8.5 do kraja stoljeća, što je dvostruko više od polazne vrijednosti; promjene koje se predviđaju na lokalnoj razini mogle bi biti intenzivnije.
- Projekcije količina **oborina** nisu homogene na cijelom području. Signal predviđenih promjena vrlo je slab **zimi** kod scenarija umjerenih emisija (RCP4.5), dok bi se blagi porast oborina mogao dogoditi na sjeveroistočnom dijelu područja kod scenarija visokih emisija (RCP8.5). Predviđa se smanjenje **ljetnih** oborina, znatnije do kraja stoljeća.
- Projekcije **intenzivnih i ekstremnih oborina** prate signal promjene ukupnih oborina; **zimi će se intenzivne oborine najviše povećavati** za scenarij RCP8.5 – duž istočne strane Jadrana (ali i u unutrašnjosti Hrvatske) oko 4 mm dnevno i oko 10 mm dnevno u planinskim područjima u slučaju ekstremnih oborina. Suprotan signal može se očekivati **tijekom ljeta** kada će **smanjenje intenzivnih oborina** iznositi do 4 mm dnevno uz istočni dio jadranske obale i unutrašnjost južnog dijela Italije razmatran u sklopu scenarija RCP8.5. Ekstremne oborine ljeti ne pokazuju jasan obrazac promjena, i to kod oba scenarija.
- Predviđa se **povećanje maksimalnog broja uzastopnih sušnih dana**, s vršnim vrijednostima tijekom ljeta.

2.2 Uočeni utjecaji klimatskih promjena u jadranskim gradovima Hrvatske i Italije

U sklopu projekta AdriAdapt provedeno je istraživanje među jedinicama lokalne uprave u Hrvatskoj i Italiji. Istraživanje je provedeno putem online upitnika od travnja do studenog 2019. godine. Uočeni utjecaji klimatskih promjena po učestalosti u odgovorima prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Rezultati upitnika o uočenim utjecajima klimatskih promjena u jadranskim regijama, gradovima i općinama

Jadranske regije, gradovi i općine: uočeni utjecaji klimatskih promjena (po broju odgovora)

Poplave uzrokovane oborinskim vodama: 31
Štete uzrokovane ekstremnim vremenskim događajima (redom učestalosti: stabla, krovovi, ceste, automobili, rive, plaže, brodovi, odroni): 30
Poplave kuća i drugih objekata za stanovanje i turizam: 25
Poplave s mora uslijed ekstremnih vremenskih događaja: 24
Porast broja požara otvorenog prostora: 19
Pojačano propadanje obalne infrastrukture uslijed ekstremnih vremenskih događaja: 17
Nedostatak vode za navodnjavanje poljoprivrednih površina: 17
Utjecaj promjene temperature i/ili oborina na dolazak turista u predsezoni i postsezoni: 17
Povećan broj ljudi koji traže hitnu medicinsku pomoć uslijed vremenskih neprilika: 16
Promjene u broju nametnika i neželjenih vrsta: 16 (HR Mediteranski potkornjak: 8)
Porast neugodnih mirisa ljeti uslijed porasta temperature (kanalizacija, odlagalište, itd.): 16
Nedostatna opskrba pitkom vodom ljeti: 16
Pad prinosa u poljoprivredi te opadanje kvalitete tla uzrokovano sušama: 15
Povećanje šteta u poljoprivredi od ekstremnih vremenskih prilika: 15
Promjene u životnom ciklusu vegetacije: 15
Porast propadanja ostale infrastrukture zbog ekstremnih vremenskih događaja: 14
Pad električnog napona zbog velike potrošnje električne energije: 13
Pojava invazivnih vrsta: 13
Promjene morfologije obala uslijed erozije plaža i obala: 12
Promjene u brzini širenja i intenzitetu požara: 12
Pad u ulovu komercijalnih vrsta: 11
Porast brojnosti toploljubnih ribljih i drugih vrsta: 11
Pojačano propadanje drveća: 10
Propadanje autohtone vegetacije uslijed suše: 10
Pad kakvoće mora za kupanje: 10
Nedostatak kapaciteta za zbrinjavanje svih koji traže liječničku pomoć u sezoni: 8

Kao što se može vidjeti, najčešće zabilježen utjecaj predstavljaju poplave uzrokovane oborinskim vodama, štete od utjecaja ekstremnih vremenskih neprilika i poplave s mora. Plavljenje je rezultat vremenskog stanja (klime), ali i kvalitete urbanizacije te topografskih značajki izgrađene obale (visine obale), kao i stanja izgrađenosti i učinkovitosti postojeće obalne zaštitne infrastrukture, ako ona uopće postoji. Klima nije jedini krivac za nastalo stanje, ali je dobar pokazatelj trenda promjena koji će se događati na nekim obalama.

Neki od zamijećenih utjecaja u gornjoj tablici znatno su prisutniji u Hrvatskoj, poput primjerice porasta neugodnih mirisa ljeti, pojave mediteranskog potkornjaka, promjene u brzini širenja i intenzitetu požara te svih negativnih utjecaja vezanih za poljoprivredu. Zabilježeni su još neki utjecaji, ali u manje od pet odgovora, iz kojeg razloga nisu prikazani u gornjoj tablici. Među njima zanimljivo je zaslanjenje izvora pitke vode koje je primijećeno u četiri grada. S obzirom na to da se radi o važnom utjecaju, taj broj nije zanemariv. Erozija opožarenog tla zamijećena je kod sedam jedinica lokalnih samouprava.

Doista, najveći utjecaj na prirodnu i izgrađenu obalu ima plavljenje, zajedno s obalnom erozijom. Na talijanskoj strani Jadrana, posebno u njegovom sjevernom nizinskom dijelu, obalna erozija predstavlja ozbiljan problem zbog sitnijih i nekonsolidiranih sedimenata, što pridonosi češćoj pojavi obalnih poplava uslijed porasta razine mora i oluja na moru. U okolici plaža na području oko delte rijeke Po, ali i plaža oko manjih delta (npr. rijeka Biferno, Trigno i Metaurno), stopa erozije može doseći i do 10 metara godišnje (Pranzini, 2013). U nedavnoj studiji, scenariji ekstremnih vrijednosti visina valova za razdoblje između 2070. i 2100. godine predviđaju opasnosti od vrlo visokih valova za područje koje se proteže od Venecije do delte rijeke Po, posebno u zimskom tromjesečju (siječanj/veljača/ožujak) (Torresan i sur., 2019; Gallina i sur., 2019).

U Hrvatskoj, povećani rizik od obalnih poplava nastalih uslijed olujnih uspora, kao i gubitka tla zbog povećane obalne erozije uslijed podizanja razine mora (SLR), procijenjen je korištenjem alata DIVA (modela dinamičke procjene ranjivosti) 2015.

godine (UNEP MAP PAP/RAC, 2015). Procjena je pokazala da će učinci podizanja razine mora u Hrvatskoj u 21. stoljeću biti značajni ako se ne poduzmu mjere prilagodbe. Površina hrvatskog obalnog područja izloženog stogodišnjem ekstremnom vodostaju povećat će se sa sadašnjih 240 km² na 320-360 km² krajem 21. stoljeća. Očekivani broj osoba izloženih poplavama na godišnjoj razini povećat će se sa 17.000 u 2010. na 43.000-128.000 u 2100. godini. Ova studija otkrila je brojne zanimljive spoznaje: primjerice, u Hrvatskoj, predjeli u kojima prevladava velika izloženost imovine obalnim poplavama nisu nužno oni koje karakterizira velika izloženost stanovništva, i obrnuto.

Iako u Hrvatskoj problem obalne erozije nije toliko izražen kao u Italiji, pojavljuje se na određenim područjima, primjerice, na mekim flišnim obalama otoka Raba, minijaturnim plažama između Splita i Ploča (djelomično zbog izgradnje Jadranske magistrale koja je presjekla naslage fliša), kao i na području delte rijeke Neretve (Pikelj i Juračić, 2013). Napokon, problem obalne erozije sve je izraženiji na novim proširenjima obale, izgrađenima kako bi se zadovoljile potrebe turističkog gospodarstva.

Što se tiče **požara**, u Hrvatskoj je napuštanje zaleđa, a time i poljoprivrede i stočarstva na tim područjima, tijekom druge polovine 20. stoljeća dovelo do bujanja makije, gariga te najvećim dijelom borovih šuma – visoko zapaljivog goriva. Porast srednjih temperatura uz porast suša produljuje i pogoršava požarnu sezonu i taj već prisutan trend u budućnosti će se samo pogoršavati. U požarima, osim što gubimo vrijedne resurse za pohranu ugljika, oslobađa se velika količina pogubnih plinova, a kao posljedicu toga imamo i eroziju i dezertifikaciju. Tome još možemo pribrojiti i troškove gašenja koji znaju biti izuzetno veliki.

Svi ostali utjecaji klimatskih promjena uočeni od strane jedinica lokalne uprave u Hrvatskoj i u Italiji (npr. poplave zbog oborinskih voda, pad u režimu padalina i pojavnost suša, promjene u broju nametnika i sl.) služili su kao vodilja u izradi ovog dokumenta, tj. odredili su kojim prioritetnim klimatskim utjecajima će se dokument baviti, i na koje opcije prilagodbe će se fokusirati.

3 Otpornost

3.1 Definicija otpornosti

Pojmovi *otpornost* i *prilagodba* ključni su pojmovi u ovom priručniku. Postavlja se pitanje na što se otpornost točno odnosi: otpornost na za ljude, naselja i živi svijet nepovoljne procese i situacije u obalnim područjima uzrokovane klimatskim promjenama i njihovim posljedicama. Koncept otpornosti potječe iz ekologije još od sedamdesetih godina prošlog stoljeća i odnosi se na kapacitet sustava da apsorbira poremećaje te da unatoč tome zadrži istu strukturu i funkcije, odnosno da se oporavi. Otad se promišljanje o otpornosti proširilo na različita područja i postalo posebno važno u području prilagodbe na klimatske promjene.

Da bismo mogli raditi na jačanju otpornosti obalnih područja, trebamo razumjeti procese koji se na obali događaju pod utjecajem klimatskih promjena. Potrebno je analizirati ranjivost obalnog područja i svih dimenzija življenja na obalnom području, odnosno njegovih prirodnih, društvenih i ekonomskih podsustava. U tu svrhu koriste se različite metode procjene ranjivosti, na temelju kojih stječemo uvid i o osjetljivosti i izloženosti utjecajima klimatskih promjena i otpornosti na njih. Analizirajući kapacitete prilagodbe, istovremeno razmatramo i kako povećati taj kapacitet, a time i smanjiti ranjivost i ojačati otpornost.

Kad razmišljamo o otpornosti obalnih područja na negativne utjecaje klimatskih promjena, u obzir uzimamo pojave kao što su poplave s mora, poplave oborinskim vodama, suše, porast rizika od požara, porast zaraza uzrokovanih patogenim organizmima, poremećaji izazvani stranim vrstama, urbani toplinski otoci, i druge pojave. Utjecaje promatramo u čitavom području koje uključuje obalu, zaobalje, more i otoke (u skladu s člankom 3. Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem) te čovjeka i prateći društveno-ekonomski sustav. Otpornost različito tumačimo ako govorimo o samoj obalnoj crti, koja je zapravo najotpornija ako je prirodna.

Okvir 2. Otpornost

Otpornost – sposobnost sustava i njegovih sastavnih dijelova da pravovremeno i učinkovito predviđa, apsorbira, prihvati ili se oporavi od posljedica opasnog događaja, uključujući osiguranje očuvanja, obnove ili poboljšanja osnovnih struktura i funkcija sustava.

Izvor: IPCC

Otpornost obalnog područja predstavlja kapacitet ovog sustava, sa svim njegovim društveno-ekonomskim i prirodnim podsustavima, da pravovremeno učinkovito predviđi, apsorbira, prihvati ili se oporavi od posljedica poremećajima uzrokovanih klimatskih promjena. Da bi to bilo moguće, obalna područja trebaju reagirati kao sustav, i to planski, vođeno i upravljano. Zbog toga se kao osnovni preduvjet otpornosti naseljenog obalnog područja predlaže integralno planiranje prilagodbe u obalnom području.

Brojni su razlozi zbog kojih pozivamo na **suradnju** svih skupina aktera, počevši od veličine razmjera izazova s kojim se susrećemo do neizvjesnosti koje ovi izazovi nose. Neizvjesnost je možda i najteži aspekt suočavanja s klimatskim promjenama.⁵ Pritom nije riječ o tome hoće li se sve ovo dogoditi, već o tome kada, kako, koga i u kolikoj mjeri će nas nadolazeće promjene pogoditi. Razne dimenzije neizvjesnosti prikazane su u Okviru 3.

⁵ Scenariji promjena ovise o ljudskom ponašanju diljem planeta. Osim toga, postavljaju se pitanja i o prijelomnim točkama, lančanim utjecajima, povratnim spregama i brojnim nepovratnim promjenama.

Okvir 3. suočavanje s neizvjesnošću

- Neizvjesnost u klimatskim projekcijama
- Neizvjesnost utjecaja na biofizičke sustave
- Tehnička neizvjesnost
- Društveno-ekonomska neizvjesnost
- Politička neizvjesnost
- Financijska i ekonomska neizvjesnost

Izvor: UNEP-WCMC i UNEP, 2019.

Pri primjeni bilo kojeg rješenja važno je da ona budu etapno **prilagodljiva** u budućnosti, važan je kontinuiran monitoring promjena, stanja i uzroka, kao i brza reakcija u slučaju udaljavanja od poželjnog stanja okoliša. To znači da i sustav upravljanja treba biti prilagodljiv, brz, u stanju se suočiti, uvijek iznova učiti, stalno inovirati, odgovarati na probleme. Takav sustav može biti samo onaj koji obuhvaća velik i raznolik društveni, ekonomski, fizički i prirodni kapital (Chapin i sur., 2009).

Kvaliteta naših odgovora na klimatske promjene u potpunosti ovisi o suradnji i umrežavanju znanstvenih, adekvatnih i osposobljenih društvenih snaga i resursa. Klimatske promjene zadiru u sve dimenzije našeg života, pa su stoga promjene i rješenja potrebni u svim dimenzijama. Organiziranost društva prema sektorima koja je kroz uske specijalizacije u svim segmentima doživjela porast efikasnosti (raditi stvari na pravi način), ali ne i efektivnosti (raditi prave stvari), u odgovoru na ovako sveobuhvatan izazov češće je prepreka nego vrlina. Integralna rješenja, sinergije i holistički pristup neizbježni su za postizanje kvalitetnih odgovora na klimatske promjene kao najveći izazov koji nam kuca na vrata.

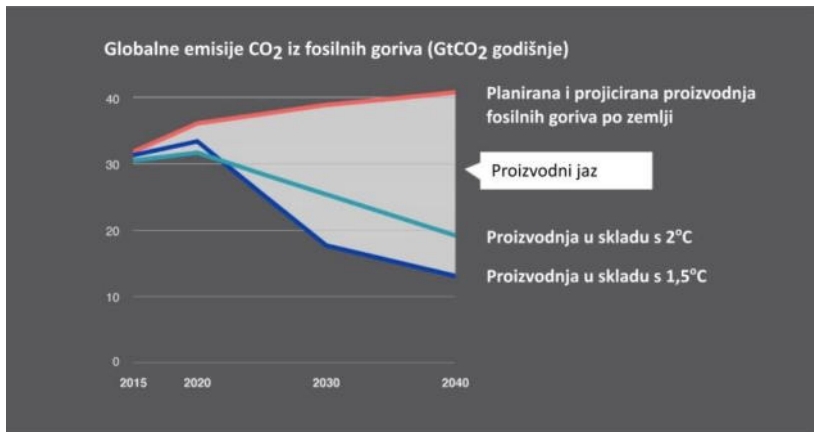
3.2 Putevi otpornosti na klimatske promjene

Klimatske promjene tjeraju nas na pristup održivom razvoju, na potpuni obuhvat složenih međudodosa u sustavima klime, društva i prirodnog okoliša. Putevi otpornosti na klimatske promjene predstavljaju razvojne transformacije koje kombiniraju prilagodbu i ublažavanje posljedica da bi se ostvarili ciljevi održivog razvoja (IPCC, 2019). Na slici 2. prikazane su globalne planirane emisije ugljičnog dioksida (CO₂) na temelju planirane proizvodnje fosilnih goriva. Možemo uočiti da u ovom trenutku postoji priličan jaz između planirane proizvodnje i one dogovorene Pariškim sporazumom, no još lošije izgledaju projekcije proizvodnje za 2030. ili 2040. Ovakvo stanje pokazuje da zasad idemo prema najgorim scenarijima.

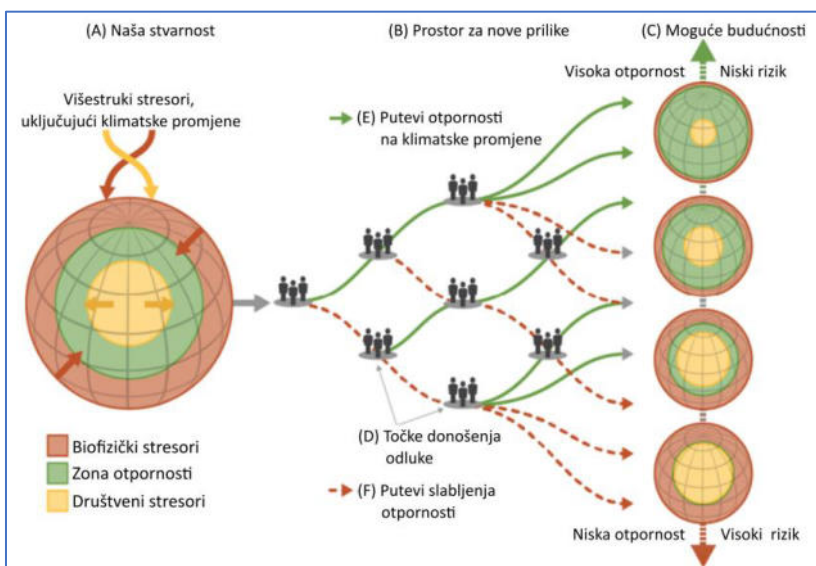
Integralni pristup, koji zagovaramo kod upravljanja obalnim područjima, ima za cilj integraciju različitih sustava planiranja i upravljanja, kao što su prostorno, regionalno, socijalno, ekološko, itd. u jedinstven sustav, na isti način kao što je i stanište – *oikos* integracija živih organizama i prirodne sredine (Filipić i Šimunović, 1993).

Prilagodba predstavlja strategiju kojom predviđamo i ublažavamo utjecaje klimatskih promjena koji se ne mogu (ili se nisu) izbjegli pod različitim scenarijima klimatskih promjena. Jasno je da je prilagodba lakša što smo bliže održivom razvoju, odnosno teža što smo lošiji u ublažavanju klimatskih promjena i udaljeniji od održivog razvoja. Integralni pristup obuhvaća i prilagodbu i ublažavanje klimatskih promjena. Svaka odluka koju donesemo utječe na našu poziciju na putu prema otpornosti; može nas podići i približiti cilju ili spustiti i udaljiti od njega. Ta je situacija prikazana na slici 3.

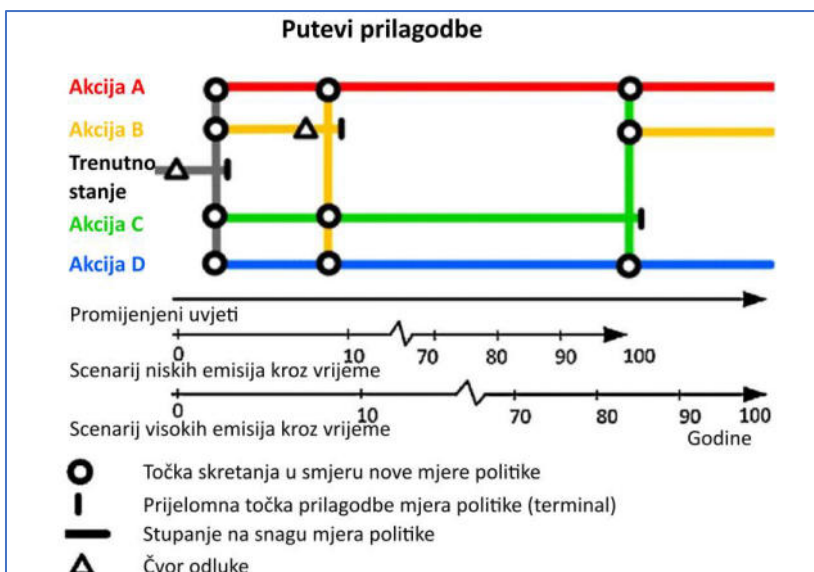
Podizanje razine mora jedna je od posljedica klimatskih promjena koju ne možemo zaustaviti, čak i kada bismo ostvarili najpovoljnije scenarije, ali ga možemo usporiti. Stoga je prilagodba naseljenih niskih i nezaštićenih obalnih područja imperativ. Pitanje je samo koliko, i koliko brzo će se podizati razina mora. Zbog toga, predlaže se razvijanje planova prilagodbe u obalnim područjima koji će predviđati različite mjere u odnosu na situaciju u danom vremenu. Realizacija predloženih rješenja treba ići etapno, u skladu s najnovijim spoznajama i utvrđenim potrebama.



Slika 2. Globalne planirane emisije ugljičnog dioksida (CO₂) na temelju planirane proizvodnje fosilnih goriva (Izvor: UN Environment. Global goals for sustainable development. <http://productiongap.org/>)



Slika 3. Utjecaj odluka na put prema otpornosti. (Izvor: IPCC, Izvješće AR5)



Slika 4. Putevi prilagodbe prikazani u originalnom konceptu autorice Haasnoot s četiri različite akcije i prijelomnim točkama za donošenje odluka te scenarijima niskih i visokih emisija na x osi (Haasnoot i sur., 2013)

Razumijevanju otpornosti i lakšoj primjeni koncepta pomoći će i načela, odnosno naputci za jačanje otpornosti, prikazani u okviru 4.

Okvir 4. Načela jačanja otpornosti

- Održavajte raznolikost i obilje da biste osigurali nadoknade gubitaka u društveno-prirodnim sustavima.
- Upravljajte povezivanjem i promovirajte fleksibilnost, jer dobro povezan sustav bolje savladava i brže se oporavlja od poremećaja.
- Upravljajte sporim varijablama i povratnim vezama kako biste osigurali oporavak društveno-prirodnog sustava, i nastavak pružanja ekosustavnih usluga.
- Potičite sustavno razmišljanje o prilagodbi jer se društveno-prirodni sustavi temelje na složenom spletu veza i međudnosa.
- Potičite učenje, osiguravajući uzimanje u obzir različitih vrsta i izvora znanja prilikom izrade rješenja.
- Proširite sudjelovanje kroz aktivno uključanje relevantnih dionika da bi se izgradilo povjerenje i proširilo znanje potrebno u procesu odlučivanja.
- Promičite policentrične sustave „*governancea*“, u kojima više državnih tijela surađuje da bi se postiglo djelovanje prije poremećaja i promjena.

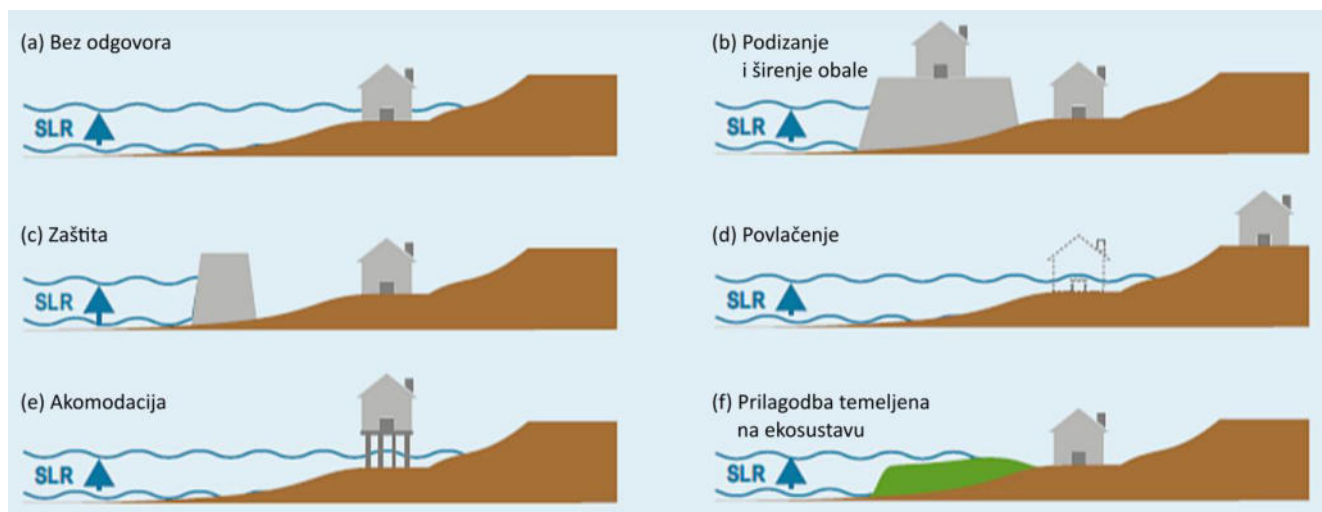
Prilagođeno iz UNEP-WCMC and UN Environment. (2019) Guide to Ecosystem-based Adaptation in Projects and Programmes

3.3 Odabir primjerenog odgovora

Da bismo određeno područje uspješno vodili prema otpornosti, treba poduzimati različite mjere prilagodbe. Mjere prilagodbe predstavljene u ovom priručniku podijeljene su na tri kategorije: mjere za društvo (socijalne mjere), prilagodba temeljena na ekosustavu (zelene mjere) i inženjerske (sive) mjere. O ove tri kategorije mjera prilagodbe detaljno će se raspravljati u narednim poglavljima. Mjere mogu biti i hibridne ili kombinirane. Odabir mjera koje ćemo poduzimati ovisit će o brojnim faktorima. Svakako se predlaže etapna primjena mjera, uzimajući u obzir posljednje znanstvene spoznaje brzine i jačine promjena te korištenje modela puteva prilagodbe, poput onih prikazanih na slici 4.

Pitanje jačanja otpornosti u uvjetima porasta razine mora poseban je izazov za niska obalna područja. Usporavanje rasta razine mora uslijedilo bi dugo nakon smanjenja emisija stakleničkih plinova. Dakle, porast razine mora potpuno je izvjestan u narednim desetljećima, pitanje je samo kojom će brzinom i koliko rasti srednja razina mora. Već mali porast srednje razine mora mnogostruko povećava broj poplavlivanja obalnih područja. U izvještaju SROCC (IPCC, 2019) definirano je šest mogućih globalnih odgovora na podizanje razine mora koje treba prilagoditi lokalnoj situaciji, odnosno izloženosti i osjetljivosti obala. Kod odabira mjera prilagodbe treba voditi računa i o vodama koje na obalu dolaze s kopna i voda koje se slijevaju s nepropusnih površina urbane sredine. Zbrajanje ovih utjecaja ključno je za odabir primjerenog odgovora.

Odgovori na podizanje razine mora prikazani na slici 5 bit će obrađeni u narednim poglavljima. Osim prvog, svi predstavljaju mjere kojima se može jačati otpornost obalnog područja. Mjere zaštite obala od poplava uglavnom su skupe, a bitno ovise o željenoj i planiranoj razini zaštite (primjerice, pedesetogodišnji, stogodišnji ili petstogodišnji scenariji poplave).



Slika 5. Odgovori na podizanje razine mora (Izvor: IPCC, 2019)

U pravilu, gušće naseljena područja, koja ostvaruju veće prihode po kilometru obale, moći će financirati pouzdanija i bolja rješenja zaštite od plavljenja. Koji će odgovor na kraju biti odabran ovisit će s jedne strane o razmjeru potencijalnih šteta u nekom vremenskom razdoblju u skladu s projektiranim zaštitom, broju ugroženih, prirodnoj konfiguraciji i karakteristikama obale, izgrađenosti obale, ekonomskoj moći stanovništva i njegovim preferencijama, a s druge strane, o razini izloženosti djelovanju mora (poplavama). Ako se radi o jako urbaniziranim, gusto naseljenim obalnim područjima i izgrađenoj obali, tzv. sive – inženjerske mjere poput mjera označenih slovima (b), (c) ili (e) s gornje slike možda će biti konačan odabir. Faktori poput topografije obale i batimetrije morskog dna također će igrati ulogu u odabiru rješenja. Za neke obalne gradove, posebice one u područjima plitkog mora, sve više se predviđaju rješenja temeljena na ekosustavu (f). Svakako, na područjima ušća i delta te područjima niskih obala ovakva rješenja mogu barem odgoditi poplave s mora. Napokon, organizirano povlačenje (d) ponekad će biti troškovno najučinkovitije rješenje. Tu će se krenuti u smjeru stvaranja gradova i obala budućnosti.

Za hrvatsku obalu napravljene su dvije procjene troškova nastalih uslijed podizanja razine mora korištenjem metode DIVA. Studija iz 2020. (Lincke i sur., 2020) pokazala je da se troškovi od poplava uslijed podizanja razine mora mogu smanjiti do 39% ako bi se kombiniralo zaštitne strukture i zonu odmaka. No, ako se primijeni kombinacija zaštitnih struktura i organiziranog povlačenja, buduće štete

od poplava mogu se smanjiti i do 93%. Studija iz 2015. (Hinkel i sur., 2015) nije uzimala u obzir ni zone odmaka ni organizirano povlačenje. Ta je studija pokazala da područja s najvećim brojem ugroženog stanovništva nisu ista kao područja s najvećim brojem ugroženih nekretnina. Zanimljivo je da je studija iz 2015. temeljena na pretpostavci da se štite segmenti obale s gustoćom naseljenosti većom od 30 stanovnika/km²; dok je nova studija preuzela model UK-a po kojem se štite samo ona područja kod kojih je omjer troškova i koristi veći od 5. Ove studije jasno su pokazale razmjere odluka koje ćemo trebati donositi: koju gustoću naseljenosti ili izgrađenosti ćemo štititi; koliki omjer troškova i koristi primijeniti, kako vrednovati povijesno-kulturna dobra – sve će to biti strateške i političke odluke koje će trebati donijeti u nadolazećem vremenu. Pretpostavljamo da ćemo gusto naseljena područja, građevine i sredine vjerojatno braniti kombinacijom inženjerskih mjera i drugih rješenja. Trebat će donijeti procjene, planove i odluke. Trebat će odgovoriti na pitanja kao što su: kako zbrinuti stanovnike područja koja će poplavljivati; kako zbrinuti područje nakon njegovog napuštanja; kako se nositi s novim izazovima za očuvanje kvalitete mora nakon poplava obalnog područja; kao i s brojnim drugim pitanjima koja danas teško možemo i zamisliti.

4 Socijetalne mjere prilagodbe

Socijetalne mjere ili mjere za društvo (lat. *societas*) mjere su društvenih aktera koje se tiču aktivnosti odlučivanja o razvoju, planiranja i upravljanja razvojem, zakonodavstva, institucija, obrazovanja i podizanja svijesti i sl. U literaturi o prilagodbi na klimatske promjene često se nazivaju i *soft* mjerama, tj. mekim mjerama. Taj naziv u potpunosti ograničava s jedne strane potencijal, a s druge složenost uspješne primjene ovih mjera. Iz tog razloga, posebnu pozornost posvetili smo upravo ovim mjerama jer smatramo da su one zapravo najvažnije i jedine koje u stvarnosti mogu dovesti do potpune transformacije društva, nužne za uspješno hvatanje ukoštac s klimatskim promjenama i za budućnost čovječanstva na planetu Zemlji.

Ove mjere odnose se na posljednji, 17. UN-ov cilj održivog razvoja koji glasi „Partnerstvom do cilja“. Moglo bi se reći da je posljednji, ali ne i manje važan, no ovom prilikom i ovdje ističemo – ovaj cilj je taj koji ima snagu promijeniti sve – stoga ga stavljamo u fokus prve grupe mjera.

U kategoriji socijetalnih mjera predstaviti ćemo sljedeće:

1. *governance* (engl.);
2. planiranje i upravljanje, uključujući i sustave specifičnog upravljanja i ranog upozoravanja o nadolazećim nevoljama (požari, poplave i slično);
3. prostorno uređenje/planiranje teritorija države, uključujući i zonu odmaka, odnosno zabrane gradnje u uskom obalnom pojasu i konačno organizirano povlačenje kao odgovor na podizanje razine mora;
4. društvene mjere poput edukacije, podizanje razine svijesti i individualnu promjenu ponašanja.

4.1 Governance

Jednostavna definicija pojma *governance* bila bi – tko zapravo ima moć, autoritet i odgovornost da doneše i provodi odluke; kako se te odluke donose, koliko su učinkovite i djelotvorne i vidimo li učinke provođenja tih odluka. Vidimo da ovaj koncept nema primjeren ekvivalent u hrvatskom jeziku. Do sada se koristio termin *dobro upravljanje*, međutim taj termin ne odražava dovoljno potencijal ovog koncepta. Možda bi ga mogao primjeren opisati termin *vladavina* – s jedne strane, vladavina prava, a s druge strane vladavina bezakonja. Ključ za razumijevanje razlike bio bi u odgovoru na pitanja – tko je zaslužan za vladavinu prava, odnosno tko je kriv za vladavinu bezakonja. Slično kao kod razumijevanja koncepta *genius loci* koji obuhvaća različite slojeve materijalnog i nematerijalnog; nevidljivo iskustvo mjesta kreirano u ljudskom umu (Vecco, M., 2019).

Governance čine odnosi među institucijama, procesi i običaji koji određuju način na koji se moć realizira, kako se donose odluke na temama od javnog, ali i privatnog interesa, kao i kako građani i drugi akteri daju svoj glas. Odnosno kraće – *governance* određuje tko ima moć, tko donosi odluke, što ostali igrači čine da se njihov glas čuje te kako se procjenjuju učinci provedenih odluka.⁶ *Governance* također uključuje pitanje kako se odluke provode, odnosno opipljive i neopipljive načine i procese potrebne da bi *governance* bio operativan. U svojoj srži, *governance* tako čine i razni odbori i savjeti jer se preko njih najlakše može povezati s upravljanjem.

Realnost *governancea* također je i kompleksna mreža lokalnih uvjeta, razumijevanja i nesporazuma, dobre i loše komunikacije, uz (dobru i lošu) alokaciju moći i resursa – što zajedno stvara i uspjehe i neuspjehe između politika i prakse. Cilj treba biti maksimizacija prvih i minimizacija drugih (PAP/RAC, 2019). *Governance* definitivno nije kratkoročni projekt. **Naime, *governance* podrazumijeva dugoročan kontekst; izgradnju povjerenja, odnosa, podršku lokalne zajednice, realizaciju dogovorenih planova**

⁶ <https://iog.ca/what-is-governance/>

i programa akcija, ali i postojanje konsenzualnog dijela upravljanja koji ide dalje bez obzira na političke promjene, jedne zajedničke i stabilne platforme za izgradnju povjerenja i partnerstva.

Jačanje *governancea* za akciju za klimu zadatak je koji nadmašuje upravljačke strukture države te za uspješno provođenje traži široko društveno partnerstvo. Razmjer i neizvjesnost izazova koje klimatske promjene donose zahtijeva temeljitu transformaciju društva koja se može postići jedino mijenjanjem životnih stilova, vladavinom znanja, suradnjom i planiranjem te prihvaćanjem održivosti i otpornosti kao najvažnijih zajedničkih ciljeva. S obzirom na složenost izazova, vodeći partner u odgovoru treba biti znanost. Suradnja donositelja odluka sa znanstvenicima jedna je od ključnih premisa za uspjeh prilagodbe, kao i za borbu protiv klimatskih promjena. Jačanje *governancea* za akciju za klimu traži stvaranje tijela koja će se ovim zadacima primarno baviti. Ta tijela trebaju osigurati kontinuiranu suradnju donositelja odluka i znanstvenika, stoga njihov institucionalni okvir kao i ljudski kapital treba odgovarati zadatku. Kako se akcija za klimu uglavnom događa na lokalnoj i regionalnoj razini, potrebna je mreža centara koja bi zajedno s donositeljima odluka u gradovima i regijama svakodnevno provodila aktivnosti prilagodbe i niskouglijčnog razvoja.

4.2 Planiranje i upravljanje

Upravljanje obalnim područjem predmet je Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem, koji su ratificirale Europska unija i Republika Hrvatska, ali još ne i Italija. Italija je 2008. godine potpisala odluku o Protokolu, čime se obavezala da neće kršiti njegove odredbe, a obaveze iz Protokola ima i kao članica EU-a, jer je EU ratificirala Protokol 2010. godine.

Protokol definira integralno upravljanje obalnim područjem (IUOP) kao dinamički proces održivog upravljanja i korištenja obalnih područja, uzimajući istovremeno u obzir krhkost obalnih ekosustava i krajobraza, raznolikost aktivnosti i korištenja, njihovo međusobno djelovanje, pomorsku usmjerenost pojedinih aktivnosti i korištenja i njihov utjecaj na

pomorske i kopnene dijelove. Protokol je pripremljen i pregovaran kao zakonska osnova za sve zemlje Mediterana, zbog čega je često općenit i ostavlja zemljama mogućnost odlučivanja o konkretnim pitanjima. Jedno od takvih je i tko upravlja obalnim područjem kao područjem od velike vrijednosti s usloženim i preklapajućim interesima i nadležnostima. Stoga je razgraničavanje odgovornosti jedno od najvažnijih pitanja, a efikasno organiziranje i integracija u upravljanju neizbježna.

Planiranje kao metoda za određivanje budućnosti i kao podloga za upravljanje od izuzetne je važnosti za obalna područja. Kada tome pridodamo klimatske promjene, koje budućnost čine još neizvjesnijom, plan postaje presudno sredstvo za održivi razvoj. Složenosti suživota na obalnom području treba se pristupiti integralno, sustavnim pristupom kroz interakciju prirode, društva i ekonomije. Plan je sredstvo kojim ćemo dogovoriti kakvu budućnosti želimo za svoja obalna područja i kojim ćemo pažljivo odabrati mjere i aktivnosti koje će nas zajedničkim djelovanjem svih nadležnih i odgovornih voditi prema željenoj budućnosti.

Obalni plan, ili plan upravljanja obalnim područjem, ili IUOP plan temelji se na članku 18. Protokola o IUOP-u. Dobar primjer jednog takvog plana obalni je plan za Šibensko-kninsku županiju⁷, nagrađen 2019. kao najbolja akcija prilagodbe na Mediteranu. Pripremljen je tipičnim pristupom integralnog upravljanja obalnim područjima, s posebnim fokusom na klimatske promjene. Planiranju je posvećena publikacija „Uključivanje prilagodbe u upravljanje obalama“, stoga ovdje nećemo ulaziti u detalje samog planskog procesa. Kako se na obalnom području u uvjetima promijenjene klime susrećemo sa stalno rastućim rizicima od plavljenja, posvetit ćemo nešto više pažnje toj temi.

4.2.1 Upravljanje obalnim rizicima

Obalnim rizicima treba upravljati jer su klimatski i antropogeni pritisci na obale sve izraženiji. Da bi se njima učinkovito upravljalo, najprije ih treba prepoznati, razumjeti i što je moguće točnije predvidjeti. Za to je potrebno znati kada, gdje i kako djeluju na obalu, prirodni i izgrađeni okoliš. Treba uočiti i analizirati trendove, sagledavajući pokretače,

⁷ <https://iczmplatform.org/storage/documents/WXMq1FV13VtV5aa919SW3iss18eMem5nZoBxsulx.pdf>

pritiske, stanje i posljedice nastalih promjena. U tu svrhu provode se različite aktivnosti:

- analize na terenu, uključujući monitoring kamerama, mareografima i sl., obrada podataka te korištenje istih za kalibraciju i verifikaciju modela i izračuna;
- analize pomoću računalnih programa/modeliranja u svrhu predviđanja budućih opasnih događaja i/ili stope obalne erozije temeljem očekivanih trendova promjena klime i stanja mora;
- statističke analize i analize trendova promjena, korelacije procesa i međusobne povezanosti;
- izrada karata plavljenja;
- preklapanja područja rizika s prostornim planovima;
- izrade karata obalne erozije.

Rezultati analize obalnih hazarda podloga su za učinkovito upravljanje obalama kojim će se očuvati okoliš i prirodna dinamika ovog važnog privrednog resursa. Za učinkovito upravljanje obalama potrebno je:

- provesti relevantna terenska istraživanja;
- identificirati, analizirati i mapirati ugrožena područja i te nalaze uključiti u prostorne planove;
- procijeniti ranjivost na klimatske promjene i utjecaje mora i voda s kopna te obalnih aktivnosti čovjeka;
- educirati stanovništvo, lokalnu i regionalnu upravu te druge dionike;
- uspostaviti sustav trajnog informiranja javnosti;
- smisliti učinkovit sustav upozoravanja u slučaju opasnosti;
- donijeti odgovarajuće građevinske propise, smjernice, zabrane, itd.
- razviti lokalne i regionalne strategije prilagodbe na klimatske promjene i trendove promjena te zadovoljiti strategije prilagodbe koje su usvojene na državnoj razini, kao i razini Europske unije i Mediterana;
- redovito razmjenjivati podatke i iskustva među institucijama i regijama te sudjelovati u zajedničkim projektima za upravljanje obalama i obalnim rizicima.

Upravljanje obalnim rizicima složen je i skup zadatak koji se mora trajno provoditi kako bi se ojačala sigurnost prirodnih i izgrađenih obala, a time i

održivost dobrog standarda okoliša, življenja i rada u obalnim područjima.

Posebno je tu aktualan rizik od požara. U posljednje vrijeme u Europi se ističe važnost preusmjerenja fokusa sa suzbijanja požara na prevenciju požara i oporavak terena, čime se sugerira integracija upravljanja prije i poslije požara kako bi se smanjio rizik od požara i njegovi utjecaji. Na žalost, što se tiče spremnosti na katastrofe, u Hrvatskoj se u preventivu ulaže samo 2% sredstava, dok se 98% troši na operativne kapacitete za reagiranje u katastrofama (Vlada RH, 2019).

4.2.2 Sustavi ranog upozoravanja

Među sustavima ranog upozoravanja istaknuli bismo dva primjera dobre prakse; prvi se odnosi na grad Veneciju, a drugi na Šibensko-kninsku županiju. Prvi sustav ranog upozoravanja odnosi se na velike plime i visoku razinu mora u venecijanskoj laguni, a drugi na sustav upozoravanja na požare. Oba sustava najveću važnost imaju u smanjenju rizika za ljudske živote, a istovremeno mogu, bar donekle, ublažiti materijalne štete. Ove mjere izuzetno su važne danas, kada još uglavnom nismo spremni na izazove koje nam nose klimatske promjene, no one ipak imaju bitno ograničen doseg.

4.3 Prostorno planiranje

U obalnim područjima jedan od najvrjednijih resursa je prostor. Upravo iz tog razloga prostorno planiranje i svi njegovi instrumenti imaju veliku važnost za postizanje prilagodbe, otpornosti i održivog razvoja. Prostorno planiranje izuzetno je važno i za smanjenje rizika od katastrofa, počevši od rizika od poplava s mora kojim se bavimo u sljedećem poglavlju, ali i za smanjenje rizika od poplava oborinskim vodama, kopnenim vodama iz zaleđa, do protupožarnih putova, koridora, heliodroma i pristupa strateškoj infrastrukturi i drugog.

4.3.1 Obalni odmak

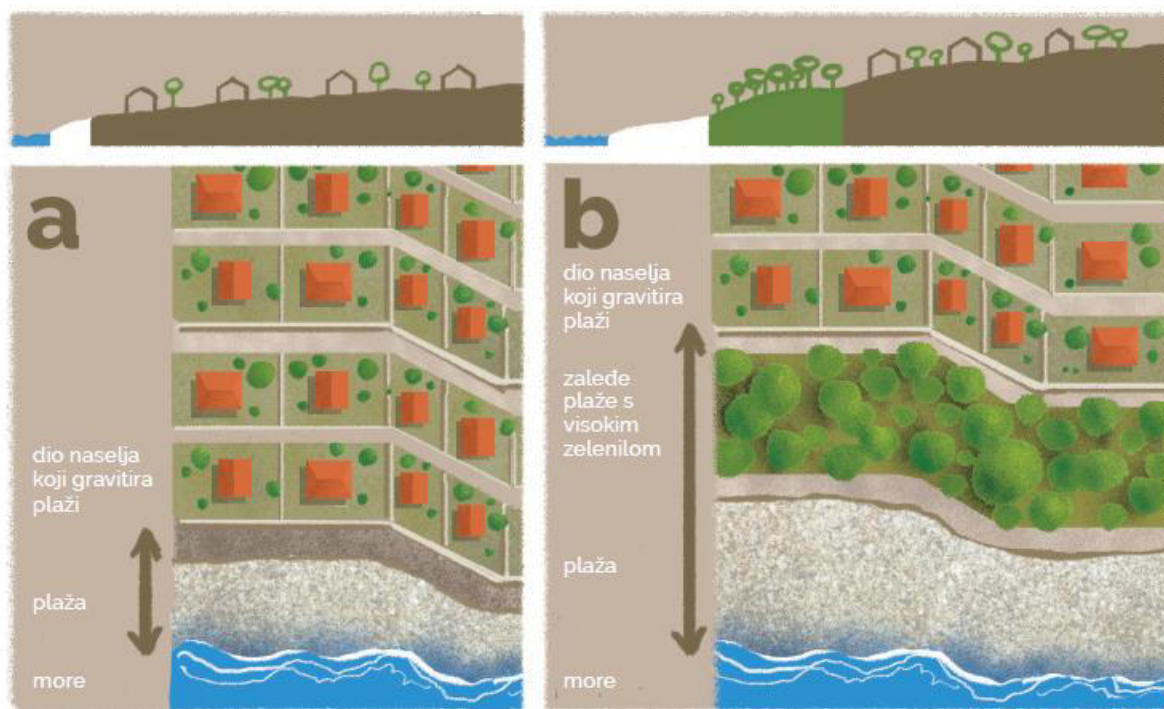
Obalni odmak označava širinu pojasa od obalne crte u kojem gradnja nije dozvoljena ili je značajno ograničena. Koncept i obaveza primjene obalnog odmaka jedna je od najvažnijih odredaba Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem. Razlozi za propisivanje odmaka ciljevi su i opća

načela Protokola utvrđeni posebno člancima 5. i 6., a uključuju:

1. Očuvanje prirodnih i krajobraznih vrijednosti obale te ukupne prirodne dinamike od značaja za ove vrijednosti;
2. Izbjegavanje rizika kojima je izloženo obalno područje, posebno izbjegavanje šteta koje mogu nastati zbog prirodnih procesa kao što je erozija, prirodne katastrofe te klimatske promjene;
3. Osiguranje slobodnog pristupa moru i obali što, ovisno o lokalnim uvjetima, uključuje i omogućavanje prihvatljivih oblika rekreativnog korištenja.

U kontekstu porasta razine mora, ova mjera može se svrstati u grupu tzv. *low-regret* mjera, odnosno

mjera koje za društvo imaju male troškove i potencijalno velike koristi. Osim što je obalni odmak mjera prilagodbe na klimatske promjene kod nove gradnje u zonama poplavnog rizika, on je i važna *win-win* mjera, odnosno mjera koje daje višestruke ekonomske i društvene koristi. Na slici 6. prikazana je kratka analiza socioekonomskih učinaka razvoja naselja na obali s plažom za shematski tip „a“, bez obalnog odmaka, i tip „b“, gdje je primijenjen odmak od obalne crte. Tip „b“ nudi veću sigurnost od poplava kućama u prvom redu izgradnje, gotovo trostruki plažni kapacitet i veći prostor za različite ekonomske aktivnosti u obliku pratećih sadržaja. Osim što služi kao resurs koji povećava kvalitetu življenja lokalnom stanovništvu, predstavlja i izniman turistički resurs.



Slika 6. Shematski prikaz obalnog odmaka

Postojanje bogatijih javnih – plažnih, rekreacijskih i sličnih – pratećih sadržaja za koje je preduvjet obalni odmak, osim veće kvalitete same turističke ponude (dakle, potencijalno višeg prihoda) omogućava i veće ukupne stambene i turističke kapacitete u zaleđu, jer će tada svi koristiti zajedničke sadržaje u obalnom pojasu kojem gravitiraju. Zeleni pojas uz plažu omogućava bitno udobniji boravak na plaži, pogotovo u vrlo izvjesnom scenariju rasta prosječnih temperatura u ljetnom periodu na jadranskoj obali. U društvenom smislu, naselje dobiva plažne i druge javne prostore i sadržaje

dostupne svim stanovnicima, a ne samo onima u prvom redu izgradnje uz obalu. U ekonomskom smislu, zona odmaka sa svojim javnim sadržajima postaje važan resurs koji, pridonoseći kvaliteti života stanovnika i posjetitelja, podiže cijenu nekretnina, a u urbanističkom smislu omogućava širenje naselja u dubinu u odnosu na morsku obalu, a bez adekvatnog odmaka, ima za posljedicu bitno smanjenje kapaciteta plaže i *de facto* njezinu privatizaciju, a broj mogućih korisnika po jedinici duljine obale bitno se smanjuje.



Slika 7. Primjer komercijalne turističke zone u kojoj je primjena odmaka omogućila formiranje obalne šetnice i zelenog pojasa u zaleđu plaže s rekreacijskim sadržajima koji su izuzetno doprinijeli kvaliteti turističke ponude i ukupnog života naselja (Bol, otok Brač). (Izvor: Gojko Berlengi)

Značajnu teškoću u primjeni ove mjere čini otpor vlasnika zemljišta (posebno kod usitnjene parcelacije) koji gube pravo građenja i u neravnopravnom položaju su u odnosu na vlasnike zemljišta izvan zone odmaka. Ovaj problem može se rješavati nekim od instrumenata prijenosa građevinskih prava ili planske preparcelacije, odnosno urbane komasacije. To je najvažniji instrument upravljanja građevinskim zemljištem i provodi se radi preoblikovanja naslijeđene parcelacije u području obuhvata u građevne čestice, vodeći računa o tome da se građevinska prava **pravedno raspodijele**. Istovremeno, urbana komasacija osigurava realizaciju površina u javnom korištenju (ulice, trgovci, zelene površine, dječja igrališta itd.) bez troškova za lokalnu samoupravu. U korijenu problema disfunkcionalnih dijelova naselja prikazanih na prethodnim stranicama upravo je nedostatak ovakvog instrumenta. Radi se o nezamjenjivom instrumentu koji, primjerice, Njemačka uspješno koristi od 1902. godine, a koriste ga i brojne druge razvijene zemlje, uključujući i one bitno drugačijih kultura i politika uređenja prostora, kao što su Japan, Koreja i druge. Kao ilustracija, dolje je prikazan prilagođen shematski prikaz Japanske agencije za međunarodnu suradnju (JICA, Japan International Cooperation Agency).

Na slici 8 prikazan je primjer korištenja instrumenta zemljišne politike – **urbane preparcelacije**. U gornjem redu slika prikazana je tipična situacija nepravilne izvorne parcelacije, gdje je za javnu upotrebu ostavljen samo najuži obalni pojas. Prenamjenom u građevinsko zemljište nove građevine grade se uz minimalni pojas pomorskog dobra i neuvjetnu prometnicu, generirajući tipičnu dužobalnu linearnu

izgradnju. Širina plaže je minimalna, dostatna za jedan ili najviše dva reda građevina, što potiče daljnje širenje istog tipa izgradnje.

Preparcelacija prikazana na donjim slikama omogućuje odmak prvog reda izgradnje i stvaranje pojasa kvalitetnih javnih, plažnih, rekreacijskih i sličnih pratećih sadržaja. Osim veće kvalitete same turističke ponude (dakle, i potencijalno višeg prihoda), ovo rješenje omogućava i veće ukupne stambene i smještajne turističke kapacitete u zaleđu, koji će svi koristiti zajedničke sadržaje u obalnom pojasu kojem gravitiraju. Preparcelacija se provodi tako da svi vlasnici prepuštaju isti postotak zemljišta za zonu odmaka i druge površine u javnom korištenju. Pri tome vlasnici parcela iz prvog reda ostaju u novoformiranom prvom redu građevnih parcela (jednako i za sljedeće redove parcela), čime se osigurava distribucijska pravednost uz očuvanje lokacijskih odnosa.

Ovim rješenjem svi proporcionalno doprinose tome da naselje bude urbanistički funkcionalno i povoljnije za komunalno opremanje, ima atraktivniju plažu s puno visokog zelenila, šetnicu, biciklističku stazu, rekreacijske i slične prateće sadržaje. Iako su sve novoformirane građevne parcele nešto manje, njihova je ukupna tržišna vrijednost veća od vrijednosti parcela na prethodnim slikama. Ovo rješenje, kojim se izbjegava *de facto* privatizacija obale i njena enormna linearna potrošnja, ujedno je klimatski značajno otpornije na rast razine mora, pogotovo za niske obale, te omogućava bitno udobniji boravak na plaži, u neizbježnom scenariju rasta prosječnih temperatura u ljetnom periodu na hrvatskoj i talijanskoj obali.

Zanimljivo je da se radi o instrumentu zemljišne politike koji je općeprihvaćen u brojnim razvijenim zemljama širom svijeta. Njegovu važnost posebno naglašava program UN HABITAT i njegovi dokumenti, a u kojem aktivno sudjeluju i Republika Hrvatska i Talijanska Republika. Uz obavezu obalnog odmaka, važnost instrumenata zemljišne politike za uređenje obalnih naselja naglašava i Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, koji su ratificirale RH i EU.



Slika 8. Shematski prikaz primjene preparcelacije za dobivanje obalnog odmaka (Prilagođeno prema JICA)

4.3.2 Organizirano povlačenje

Organizirano povlačenje opcija je prilagodbe za izgrađene obale na kojima vrijednost nekretnina ekonomski ne opravdava izgradnju skupih zaštitnih struktura. Ono umanjuje obalne rizike izmještanjem izloženih ljudi, imovine i ljudskih aktivnosti izvan obalne zone rizika. Organizirano povlačenje mjera je koja podrazumijeva inicijativu vlasti, bilo nacionalnih, regionalnih ili lokalnih, a koja je dosad bila usmjerena na manje lokacije i zajednice (Hino i sur., 2017; Mortreux i sur., 2018; IPCC, 2019.). Primjerice, takva situacija već je prisutna na obalama južnog Walesa i u Francuskoj. Za očekivati je da ćemo se kod dužobalnog linearnog razvoja često naći u takvoj situaciji. Pravodobno organizirano povlačenje osigurat će manje štete i lakšu prilagodbu, a iznad svega će umanjiti mogućnost gubitka ljudskih života⁸ i vrijedne imovine. Organizirano povlačenje tako će osigurati bolje uvjete života generacijama koje dolaze. Povlačenje će vjerojatno biti i odabir za pojedinačne građevine na prirodnim obalama. U posljednjim desetljećima trend obalne urbanizacije u obje zemlje nepovoljan je jer se

dužobalna gradnja nastavlja, a obale često neadekvatno nasipaju. To je specifičan problem čije će rješavanje biti složeno i skupo, posebice na niskim obalama direktno izloženima djelovanju mora.

Pravilno organizirano povlačenje osigurat će da napuštene obale budu sanirane te će ta nova prijelazna područja ublažavati energiju valova, štititi od poplava i postati nova vrijedna staništa, prostor za rekreaciju i turizam. Povrh toga, ove će zone djelovati kao ponori ugljika i metana koje, osim što doprinose sigurnosti stanovništva, doprinose i borbi protiv klimatskih promjena. Ovakva područja mogu pomoći i održavanju kvalitete vode, kao i smanjenju opasnosti od salinizacije tla uzrokovane neodgovarajućim korištenjem zemljišta (Zhu i sur., 2010).

Organizirano povlačenje provedeno je i na dvije ceste na Mediteranu, i to u Francuskoj, između Setea i Marseillana, kao i u Sloveniji, gdje je cesta između Kopra i Izole povučena u unutrašnjost. Oba slučaja prikazana su na platformi znanja o prilagodbi [AdriAdapt](#).

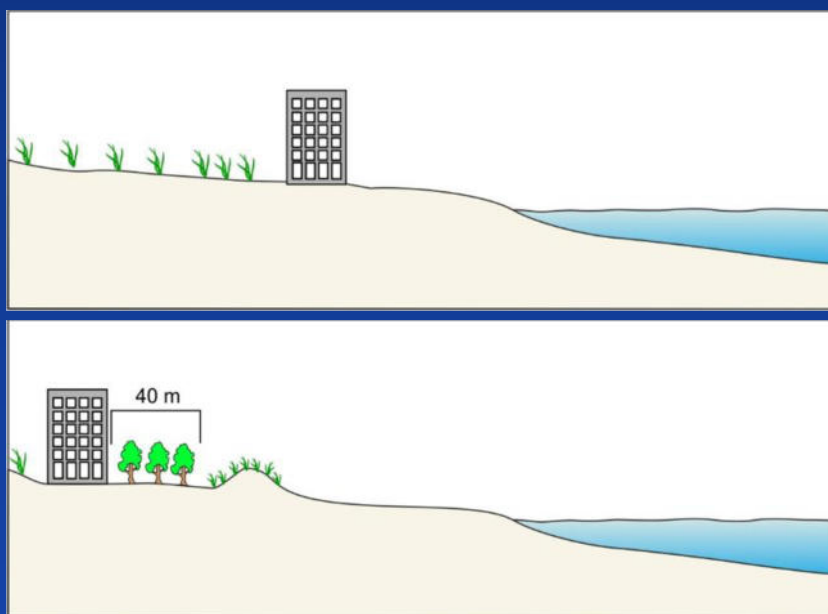
⁸ U veljači 2010. godine oluja Xynthia poplavila je niska obalna područja regije Vendée i Charente-Maritime na atlantskoj obali Francuske i odnijela živote 41 osobe. Nakon nesreće, francuska je vlada definirala drugačije kriterije za procjenu ugroženosti od poplava. Ova je zona proglašena ekstremno ugroženom od poplava, kuće je otkupila država te su potom postepeno uklonjene.

Okvir 5. Posljedice uragana Irma na Varadero

Prvi izgrađeni objekti turističke namjene u Varaderu (na Kubi) izgrađeni su krajem 19. stoljeća što bliže obali. Privatne kuće i hoteli nastavili su se širiti obalom do 1959. godine, kada je većina prešla u državno vlasništvo.

Krajem 1980-ih izgrađeni su veliki hoteli s četiri i pet zvjezdica za smještaj stranih turista, a međunarodni turizam osigurao je značajan udio prihoda u kubanskom BDP-u.

Od 1987. do 2012. godine na obali Varadera provedeno je umjetno dohranjivanje postavljanjem pijeska iz kontinentalnog predjela u ukupnom volumenu od 3,4 M m³, čime je omogućeno održavanje plaže bez čvrstih obalnih struktura, bez obzira na eroziju koju je izazvalo nekoliko uragana. Istovremeno, započelo je strateško povlačenje, rušenje konstrukcija i njihova gradnja u unutrašnjosti, najmanje 40 metara iza obnovljene dine. Hoteli i plaže povezani su drvenim, često povišenim šetnicama.



Uragan Irma teško je pogodio obalu u mjestu Varadero, s posve različitim posljedicama za sektore u kojima je proveden obalni odmak i za one koji su ostali u izvornoj konfiguraciji: kod prvih nije došlo do značajnih šteta, dok su drugi pretrpjeli značajne ekološke i ekonomske gubitke.

4.4 Održivi prostorni razvoj obalnog područja

Imajući u vidu koncentraciju stambene i turističke izgradnje u uskom obalnom području te očekivani porast razine mora, nameće se važnost upravljanja prostornim razvojem. S obzirom na značaj krajobraznih i ekoloških vrijednosti obalnog područja, posebnu pažnju posvetit ćemo trima temama: racionalnoj potrošnji obalnog prostora, očuvanju integralnih krajobraznih vrijednosti i poboljšanju kvalitete izgrađenog okoliša.

4.4.1 Racionalna potrošnja obalnog prostora

Potrošnju obalnog zemljišta možemo promatrati kroz sljedeće dimenzije:

- ukupnu potrošnju zemljišta (antropogenizacija), posebno kao posljedicu širenja građevinskih područja, i potrošnju obalne crte (kolokvijalno poznati kao betonizacija i apartmanizacija obale);
- neracionalno korištenje predimenzioniranih građevinskih područja, posebno kroz raspršenu izgradnju koju ne prati komunalno opremanje naselja.

Dobar pokazatelj neodrživog prostornog razvoja upravo je potrošnja obale, odnosno brzina i trend rasta urbanizacije obale, koje ćemo ilustrirati na primjeru hrvatske obale. Slika u nastavku pokazuje trend potrošnje hrvatske obale, gdje se vidi da je u razdoblju od 40 godina jedna generacija potrošila četiri puta više obale od svih prethodnih generacija zajedno.



Slika 9. Trend potrošnje hrvatske obale kao rezultat izgradnje antropogenih struktura u uskom obalnom pojasu (Izvor: Gojko Berleghi, prema podacima Izvješća o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2003.)

Ako se ovaj trend usporedi s realnim rastom stanovništva, vidimo da je stanovništvo ovog prostora u razdoblju od 1961. do 2011. godine poraslo za oko 25%, dok je u istom periodu urbanizirana, dakle izgrađena obala narasla za gotovo 500%. Očito je da ovolika potrošnja obalnog zemljišta daleko nadilazi potrebe lokalnog stanovništva i da su glavni razlozi turistički razvoj te posebno masovna izgradnja u funkciji sekundarnog odnosno povremenog stanovanja. Ako se i prihvati da su turistički kapaciteti i turistička infrastruktura izgrađeni u obalnom području postali temelj najvažnije gospodarske grane u RH (udio se bliži 20%), ne smije se zaboraviti da cijena za to, u smislu potrošnje prostornih resursa primarno u funkciji povremenog stanovanja, nikako nije niska. Isto tako, očita je značajna neujednačenost u stupnju uređenosti i funkcionalnosti naseljskih struktura na obali, pri čemu su brojni vrijedni obalni prostori uzurpirani i nasilno izgrađeni bespravnom građevinama.

Najvažnija preporuka vezano za prostorni razvoj obalnog područja obaveza je odgovornijeg planiranja buduće potrošnje zemljišta za razvoj naselja i druge namjene, a posebno odgovornija izgradnja u najužem obalnom pojasu, tj. u Zakonom o prostornom uređenju definiranom prostoru ograničenja od 1 kilometra od obalne crte. No, osim što omogućava odstupanje od obaveze obalnog odmaka, ovaj

zakon ne postavlja nikakva ograničenja vezano za topografiju područja, odnosno za buduće rizike od poplava s mora te stavlja veliku odgovornost za planiranje na lokalne uprave.

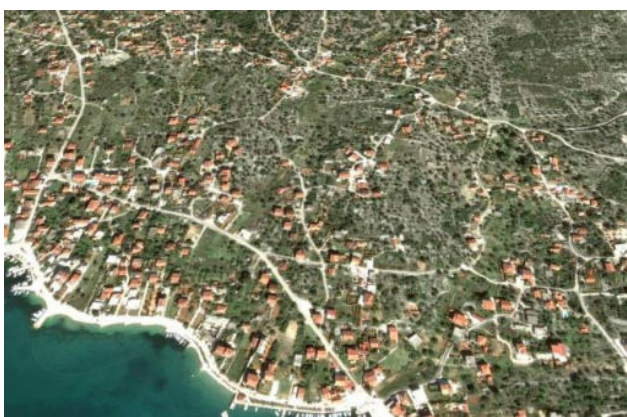
Vezano za pretjeranu potrošnju uskog obalnog pojasa posebno je važno izbjegavati dužobalnu izgradnju. Ovoj temi posvećen je članak 8.3 Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem, a isto u RH propisuje važeći Zakon o prostornom uređenju. Nažalost, te se odredbe nedovoljno čvrsto primjenjuju u praksi, s obzirom na to da se ne propisuju nikakvi pokazatelji kojima bi se primjena ove odredbe kontrolirala. S gledišta zaštite od mogućih poplava s mora uzrokovanih novim razinama mora i ekstremnim vremenskim događajima, ovo je vjerojatno najmanje racionalan oblik obalnog prostornog razvoja. U zaključcima studije „Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za RH“ (Hinkel i sur., 2015) također se ističe važnost ograničavanja daljnje urbanizacije duž obalne linije. Studija ističe da, kada se ekonomičnost mjera zaštite obale uzme u obzir na razini obalnih segmenata, postaje jasno da su mjere zaštite ekonomske samo za veća urbana područja s visokom gustoćom stanovništva i imovine. Može se zaključiti da uski urbanizirani pojas ne može stvoriti dovoljnu količinu potražnje za sigurnošću, odnosno dovoljan broj subjekata spremnih snositi troškove mjera zaštite od poplavlivanja s mora. Ove su mjere izuzetno skupe, no skupa je i alternativa – povlačenje. U ovom slučaju, najpovoljnija i najmudrija mjera upravo je preventiva, odnosno čvrsto provođenje zakona i izbjegavanje daljnje linearne urbanizacije obale. S ciljem lakšeg praćenja provedbe ove obaveze, Obalni plan Šibensko-kninske županije predložio je i novi ciljani pokazatelj racionalnosti potrošnje obalne crte.

Druga tema odnosi se na neracionalno korištenje građevinskih područja, posebno kroz raspršenu izgradnju. Raspršena izgradnja ukazuje na predimenzionirana građevinska područja i nizak stupanj održivosti lokalnog prostornog razvoja, kao i na neuspješnost lokalne uprave u usmjeravanju i koncentraciji izgradnje u za to najpovoljnije zone. Rezultat je uzurpacija prostora i odsustvo suvisle tipologije i fizionomije naselja, nepotrebni gubitak prirodnog ili kultiviranog krajobraza, skupo ili nemoguće komunalno opremanje i opremanje javnim/društvenim sadržajima, kao i posljedični nepotrebni

pritisci na okoliš. Ovo je posebno važno u odnosu na automobilski i ostali promet, u svjetlu potrebnog smanjenja emisija CO₂ radi ublažavanja klimatskih promjena. Dugoročno, velika je vjerojatnost da će se ovom problemu efikasno doskočiti jedino stavljanjem poreza na emisije. To će bitno povećati i troškove prometa, što će dodatno opteretiti one koji budu živjeli na ovako izgrađenim prostorima.



Slika 10. Primjeri linearne urbanizacije obale kao neracionalnog načina širenja naselja kojim se polako, ali nepovratno „troši“ prirodna obala kao važno javno dobro i bitan element turističke atrakcijske osnove. Jasno je da će biti teško pronaći mogući izvor sredstava za zaštitu ovako malog broja nekretnina, raspoređenog duž dugačke hrvatske obale. Osim samih nekretnina, bit će potrebno osigurati i zaštitu od zagađenja mora kod poplavljanja ovih područja, odnosno njihovo zbrinjavanje. (Izvor: Google Earth)



Slika 11. Primjer neracionalnog korištenja građevinskog područja naselja raspršenom izgradnjom, bez adekvatne osnovne ulične mreže i minimalnih elemenata urbanističkog reda (dijelom potaknuto i bespravnom izgradnjom). Radi se o području koje bi zahtijevalo mjere urbane sanacije kojima će se pokušati stvoriti prihvatljiviju fizionomiju naselja te doprinijeti funkcionalnosti kroz racionalniju uličnu mrežu i ukupno komunalno opremanje. (Izvor: Google Earth)

4.4.2 Očuvanje vrijednosti obalnih krajobraza

Različiti su uzroci ugroze krajobraznih vrijednosti u obalnom području. Najčešće je to rezultat neprimjerene izgradnje i korištenja prostora, uključujući i zahvate izvan građevinskih područja koji su prijetnja očuvanju vrijednih obalnih, posebno kulturnih krajobraza. Kumulativni utjecaj brojnih i prostorno disperziranih, iako pojedinačno malih, zahvata na vrijedne prirodne krajobraze dugoročno može biti poguban. Izazov za lokalne i regionalne uprave je kako poticati i omogućavati razvoj i istovremeno sačuvati i unaprijediti vrijednosti koje baštinimo. Pri tome je ključno razumjeti da očuvanje krajobraznih i okolišnih vrijednosti znači i povećanje ekonomske vrijednosti nekretnina ili poduzetničkih poduhvata jer tržište ove vrijednosti prepoznaje i cijeni. Najvažniji alat za ostvarenje ovih ciljeva prostorni su planovi koji krajobrazne vrijednosti trebaju prepoznati i propisati odgovarajuće uvjete njihove zaštite i održivog korištenja, uzimajući u obzir i rizike koje donose klimatske promjene.

Poseban problem za očuvanje integralnih krajobraznih vrijednosti predstavljaju procesi degradacije vrijednih poljoprivrednih kulturnih krajobraza. Više je uzroka njihove degradacije i nestajanja, počevši od depopulacije ruralnih područja, zapuštanja tradicionalne poljoprivrede, ali i prenamjene poljoprivrednih zemljišta u građevinska.



Slika 12. Pozitivan primjer racionalnog širenja naselja u formi kompaktne izgradnje uz izbjegavanje dužobalnog širenja na način da je obalni pojas pretežno neizgrađen i namijenjen zajedničkim zelenim i rekreacijskim sadržajima. (Izvor: Google Earth)

Depopulacija ruralnih područja složen je izazov koji zahtijeva sustavne odgovore. Poljoprivredni kulturni krajobrazi, da bi bili sačuvani, zahtijevaju održavanje tradicionalnih poljoprivrednih aktivnosti. S druge strane, radi se o područjima s otežanim uvjetima gospodarenja koji zahtijevaju dodatne poticaje da bi se približili isplativosti. Važno je, između ostalog, omogućiti skraćivanje opskrbnih lanaca odnosno plasman proizvoda na mjestu proizvodnje, posebno kao dio integrirane turističke ponude (agroturizam). Isto tako, važna je orijentacija na autohtone sorte i pasmine, kao i na ekološku proiz-

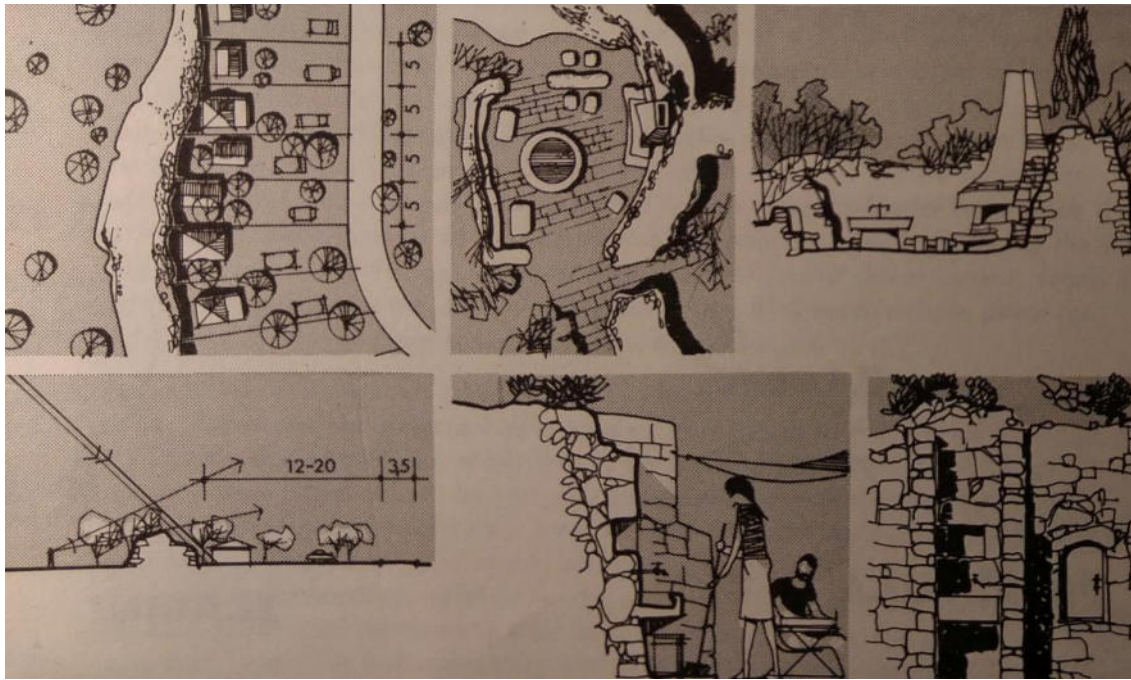
vodnju koja daje dodatnu vrijednost lokalnim proizvodima. S ovom se problematikom susreće većina sjevernih mediteranskih zemalja te se mogu pronaći različita uspješna rješenja. Jedna od teških posljedica depopulacije i zapuštanja poljoprivrednih aktivnosti zarastanje je ovih područja u makiju i šumu (često borovu), a tako i porast opasnosti od požara. Ta činjenica još važnijim čini zaustavljanje procesa depopulacije ruralnih područja. Sve navedeno zahtijeva sustavne poticajne mjere i koordinaciju resora poljoprivrede, turizma, zaštite prirode, kulturne baštine te protupožarne zaštite.



Slika 13. Primjer sačuvanog kulturnog krajobraza kombiniranog s ekološkim uzgojem i turističkom ponudom (Izvor: Gojko Berlengi)



Slika 14. Obradene površine zaustavile su požar. (Izvor: Nikola Tramontana)



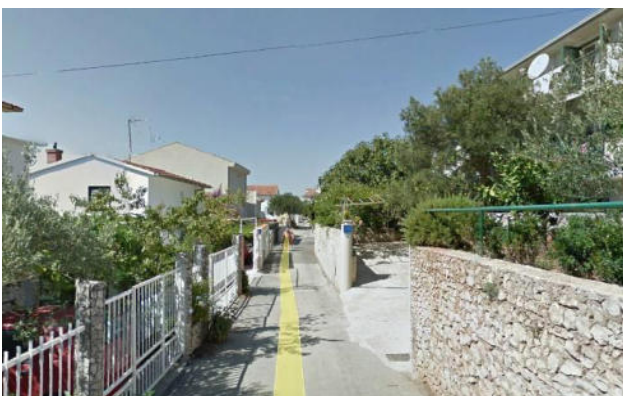
Slika 15. Primjer projekta kampa (projekt Južni Jadran, UNDP, 1971) kojim se zatečene krajobrazne strukture (mreža suhozidova) čuvaju i koriste kao autentični lokalni krajobrazni elementi koji uz to pridonose i funkcionalnosti kampa kroz stvaranje intimnijih mikrocjelina i detalja uređenja.

4.4.3 Unapređenje kvalitete izgrađenog prostora

Pojam kvalitete izgrađenog okoliša odnosi se na funkcionalna i fizionomsko-morfološka obilježja izgrađenog okoliša, kao i opremljenost komunalnom infrastrukturom. Važan element funkcionalnosti naselja i izgrađenog okoliša čini sustav javnih površina i sadržaja. Fizionomsko-morfološka obilježja odnose se na kvalitetu oblikovanja prostora, kompozicijske vrijednosti matrice naselja, poštovanje zatečenih krajobraznih vrijednosti i vrijednih elemenata lokalne tradicijske tipologije naselja. Na donjim slikama dani su primjeri manje dobrih i

dobrih praksi uređenja naselja, pri čemu treba imati na umu da je dio loših primjera u manjoj ili većoj mjeri posljedica bespravne gradnje.

O zelenilu, posebno javnom (parkovi, drvoredi) važnom elementu funkcionalnog uređenja, dobrog oblikovanja i zaštite okoliša naselja može se više saznati u poglavlju o zelenim mjerama. Na kraju, za ocjenu kvalitete izgrađene sredine važno je i arhitektonsko oblikovanje pojedinačnih građevina i njihovog neposrednog okruženja.



Slika 16. Primjeri neprimjerenih praksi i substandardnih rješenja uređenja obalnih naselja. Uočljiv je nedostatak koncepta u osmišljavanju fizičke strukture naselja, nedostatak odmaka od mora koji bi omogućio bilo kakvo javno korištenje i pristup obali, neadekvatna ulična mreža i manjak elemenata urbanističke regulacije i prostornog reda. (Izvori Google Earth; i Gojko Berleghi)



Slika 17. Detalji uređenja istog naselja koji pokazuju brigu o javnim površinama, korištenje lokalnih i tradicionalnih materijala (podzidi, popločanja), odnos prema okolišu (upojne pristupne površine) i zatečenom zelenilu, kao i općenito bogato privatno i javno zelenilo. Uspješno je i rješenje i vizualno „pokrivanje“ (kao i zaštita od sunca) parkirališnih površina korištenjem prirodnog zelenog sjenila. Sve navedene dobre prakse oblikovanja naselja ujedno su i kvalitetne mjere prilagodbe na utjecaje klimatskih promjena, kao što su toplinski otoci ili ekstremne oborine koje ne mogu biti zbrinute kroz sustave oborinske odvodnje. (Izvor: Gojko Berlengi)

Posebno su pritiscima nove gradnje izložena tradicijska naselja u krajobrazno privlačnom okruženju očuvanog prirodnog okoliša u blizini obale i s atraktivnim pogledom na more. Kod fizičkih zahvata u zonama tradicijske gradnje, sustav se oslanja na propisivanje uvjeta kroz prostorne planove u koje se ugrađuju konzervatorski uvjeti. Važan instrument može biti i neki oblik smjernica za oblikovanje (engl. *design guidelines*), što je uobičajeni instrument u praktično svim razvijenim sustavima prostornog uređenja. Dobar primjer takvog instrumenta, iako neformalnog u smislu obaveze korištenja, u Hrvatskoj su „Pouke baštine za gradnju u hrvatskome priobalju“ (2007.), priručnika namijenjenog unapređenju kulture građenja, posebno unutar ili u

blizini područja zaštićene baštine. Kao što i ime govori, ovakvi priručnici pripremaju se za prostore slične graditeljske tradicije, a ne za potrebe obuhvata pojedinog planskog dokumenta. Ono što je za njih bitno je da maksimalno komuniciraju grafičkim jezikom i posebno primjerima dobre (kao i loše) prakse kojima se pokazuje kako se uz oblikovanje koje poštuje ili je inspirirano graditeljskom tradicijom uspješno intervenira u okruženju vrijedne baštine i ujedno rješavaju zahtjevi modernih programa gradnje.

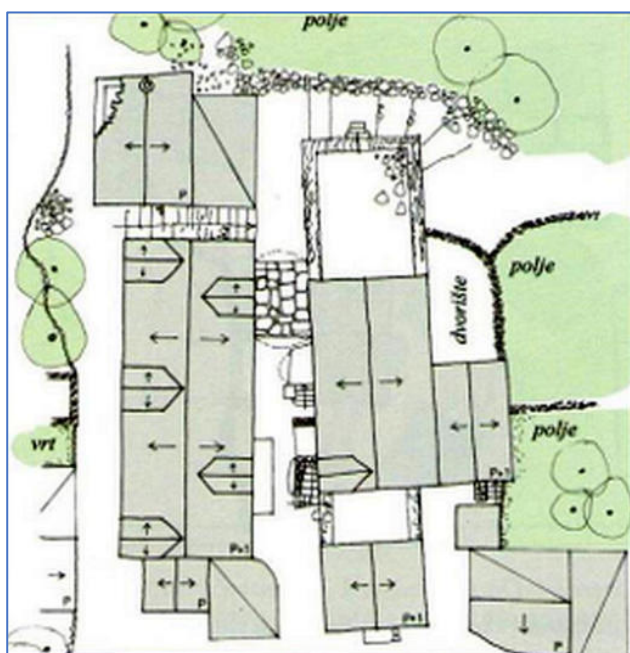
Stambeni sklopovi u ruralnim cjelinama građeni su rubom polja, na manje kvalitetnom terenu, a nikada na obradivim površinama. Primjeri iz smjernica

„Pouke baštine za gradnju u hrvatskome priobalju“ (Belamarić J. i sur., 2007) prikazuju odnos između stambenog sklopa i obradivih površina.

Također, moguće je primjerice na razini županija ili regija razraditi i specifične smjernice za investitore i poduzetnike koje uzimaju u obzir kako lokalne tradicijske graditeljske posebnosti tako i klimatske promjene.



Slika 18. Medov dolac, zaseok Raosi. Zaseok je smješten između dvije plodne vrtače koje mještani obrađuju



Slika 19. Drašnice, zaseok Alači. Stambeno-gospodarski sklop smješten uz rub obradivih površina. Polja su položena terasasto zbog nagiba terena i ograđena suhozidima.

Okvir 6. Prostorno planiranje i požari

Preventivne aktivnosti zaštite od požara velika očekivanja polažu na prostorno planiranje. U Hrvatskoj se izdavanje pravilnika o uključenju ovakvih mjera u prostorno planiranje očekuje već dugi niz godina. Osiguranje prostora za strateški raspoređene, dovoljno široke i dobro održavane protupožarne proseke i putove, heliodrome, akumulacije vode, pristupne putove prema kritičnoj infrastrukturi i šumskim kompleksima – sve to treba biti osigurano svim razinama prostornih planova.

4.5 Društvene mjere

Društvene mjere kao dio socijetalnih mjera fokusiraju se na:

- Pitanja omogućavanja stanovništvu koje živi na obalama mora da sukreira svoju buduću životnu sredinu;
- Pitanja stvaranja povoljnih psihosocijalnih uvjeta za izgradnju i razvoj otpornosti na posljedice klimatskih promjena. Ovdje je riječ o raznovrsnim aktivnostima podizanja svijesti stanovnika na obalama mora o problemima življenja pod utjecajem klimatskih promjena i organiziranja javnih kampanja koje zagovaraju i podupiru iznalaženje rješenja. Temeljni posao nedvojbeno je moderna, atraktivna i praktično i aktivistički orijentirana edukacija za održivost i otpornost u kontekstu problema globalnog zagrijavanja i njegovih posljedica na obalna područja;
- Poticanje procesa promjene ponašanja pojedinca: od onog koji svjesno ili nesvjesno svojim načinom života u sferi obitavanja, prometovanja i u aktivnostima u radnoj sferi sudjeluje u nastanku i rastu ispuštanja stakleničkih plinova, a time i njegovih posljedica, do onoga koje je osviješteno i koje sudjeluje u smanjenju stvaranja stakleničkih plinova.

Na koga se odnose ove mjere jačanja otpornosti?

1. na teritorije (neke države ili regije), na naselja (od velegrada i grada do malih naselja);
2. na institucije stvaranja znanja (fakulteti, instituti...);

3. na sustave i organizacije vlasti i upravljanja društvenim, prostornim, ekološkim i drugim pitanjima;
4. na poduzetničke sustave i organizacije proizvodnje roba i usluga;
5. na organizacije civilnog društva i napokon,
6. na građane, obitavatelje obalnih područja kao pojedince.

Iz jednog malo drugačijeg ugla gledanja možemo reći da se mjere jačanja otpornosti u ovome priručniku odnose na:

- ljude koji žive na obalnom području;
- ljude koji ne žive, ali rade na obalnom području u proizvodnji roba i usluga;
- ljude koji upravljaju užim administrativnim jedinicama duž talijanskih i hrvatskih obalnih područja s neposrednim zaleđima, i na kraju,
- ljude koji promišljaju o budućnosti obalnog područja (obrazovanje, znanost).

Prema višegodišnjim sociološkim uvidima tvrdimo kako ljudi pretežno ne znaju što ih čeka u vezi s klimatskim promjenama: znaju malo ili ništa o globalnom zagrijavanju i promjeni klime. Osnovni opći stav suvremenog čovjeka je da je to nešto čije će se posljedice osjećati u nekoj daljnjoj budućnosti i da nas to danas još ne treba zabrinjavati. Dakako, to je pogrešno i vrlo loše za razvoj i jačanje otpornosti – sada i ovdje.

4.5.1 Omogućavanje stanovništvu koje živi na obalama mora sukreirati svoju buduću životnu sredinu

Stanovništvo na obalama Jadrana stoljećima je stvaralo svoju životnu sredinu, gradilo svoja obitavališta, radne pogone, svoja plovila, svoj način života. Pred obalnim područjima i njegovim stanovništvom nalaze se izazovi prilagodbe na novodolazeće klimatske, vjerojatno rastuće nevolje. Naime, teško je od suvremenog potrošačkog svijeta očekivati brzi pad emisija stakleničkih plinova. Vjerojatnije je da će još nekoliko godina udio stakleničkih plinova rasti. Osim toga, podizanje razine mora jedna je od sporih posljedica klimatskih promjena te će se i nakon zaustavljanja emisija još dugo događati. Kreiranje života i životne sredine na obalama Jadrana stoga traži jačanje otpornosti kakvo dosad nije bilo viđeno ni prakticirano. Potrebna prilagodba

nije tek neznatno prilagođavanje klimatskim nevoljama, već mijenjanje niza dosadašnjih obrazaca u obitavanju, prometu, proizvodnji roba i usluga te zaštiti flore i faune od koje se hranimo i živimo. Sukreiranje vlastite buduće životne sredine bit će golem i izazovan posao dug nekoliko desetljeća. Bit će to neki novi, prilično drugačiji svijet.

4.5.2 Podizanje svijesti i razvijanje sustavne edukacije ljudi u obalnim područjima i šire

Temperatura na našem planetu već godinama sustavno raste. Klimatske promjene kao posljedica zagrijavanja dotiču raznovrsne životne situacije, djelatnosti, prostore. Njihov intenzitet raste – kroz požare, poplave, topljenje leda, promjene u flori i fauni, a nisu pošteđeni ni ljudi ni njihovi prostori obitavanja. Kao posebno osjetljive prostore potrebno je istaknuti naseljene i niske obale mora diljem svijeta.

S obzirom na prethodno navedeno, postavlja se cijeli niz pitanja. Koji nam ljudski i društveni alati stoje na raspolaganju da bi se ovi pretežno nepovoljni procesi promijenili? Kakve nam političke i upravne odluke trebaju? Kakve financijske i investicijske mogućnosti, projekti, izvori sredstava postoje kako bi se inicirale nove tehnologije – prijateljske prema okolišu i klimi? Kakvi bi se novi modeli aktivnosti i akcija jačanja otpornosti mogli poduzeti na regionalnim i lokalnim gradskim razinama? Sa stanovišta društvenih mjera, smatramo da ulaganje u sustavno informiranje i obrazovanje o klimatskim promjenama postojećih i nadolazećih generacija u ovoj fazi razvoja svijesti i znanja suvremenih ljudi ima apsolutni primat. Slabo informiran čovjek, svojevrsna klimatska neznalica, ne može ništa na ovom problemskom polju niti shvatiti, niti mijenjati nabolje.

Kakve sustavne, a ne tek sporadične aktivnosti na širenju svijesti, informacija, znanja o uzrocima i posljedicama klimatskih promjena njegujemo u suvremenim državama i društvima? Uči li se u našim osnovnim i srednjim školama generacije koje dolaze i kojih će se klimatske promjene i njihove posljedice itekako ticati sustavno o održivom razvoju, globalnom zagrijavanju i klimatskim promjenama? Zasad,

uglavnom, još ne!⁹ Ljudi u prosjeku vrlo malo znaju o uzorcima i posljedicama klimatskih promjena. Većini je to nepoznato, maglovito, veliko, udaljeno, nejasno. Najčešći, povremeni izvor površnog informiranja medijske su informacije o šokantnim događajima povezanim s klimatskim promjenama! Dakle, postajemo svjesni klimatskih promjena onda kada gore velike površine u Australiji ili Kaliforniji, ali i u blizini Splita, kada bujične poplave odnose kuće u nizu gradova i naselja diljem svijeta, kada tornada u Americi ili drugdje satiru cijela naselja ili kada povremeno dođe do šokantnih lomova velikih količina leda na područjima Arktika i Antarktike.

Ako je tomu tako, među glavne društvene mjere, dakle mjere izravno okrenute ljudima, njihovoj svijesti, znanju i volji za akcijom pripadaju:

- aktivnosti podizanja svijesti o problemu za različite grupe stanovništva;
- sustavno obrazovanje za javne službenike, odgovorne za hitnu transformaciju društva;
- kroz obrazovni sustav za mlade generacije; te
- inovativno, kroz tečajeve, seminare, predavanja i sl. – građansko obrazovanje za različite kategorije odraslog stanovništva.

Dakle, drugim riječima, polazišna stvar u ovim društvenim mjerama sustavno je osvještavanje ljudi o suvremenim problemima koje izazivaju klimatske promjene, a posebno sustavno klimatsko opismenjavanje ljudi suvremenih društava. U našem slučaju, u okviru projekta „AdriAdapt“ riječ je o klimatskom opismenjavanju ljudi u obalnim područjima Jadranskog mora s obje njegove strane.

Sustavno, višegodišnje obrazovanje tema je koja je u nadležnosti prosvjetnih vlasti svake države. Sama lokalna i regionalna obalna područja ne mogu pokretati tako nešto jer nemaju niti materijalno financijske, niti infrastrukturne, a niti ljudske obrazovane resurse. Ovo opismenjavanje kao dio tema moralo bi uključivati lokalne probleme i nevolje vezane za klimatske promjene, uzroke njihova nastajanja, posljedice i tome slično.

Uzgred, recimo ovdje da je klimatski pismena osoba:

- ona koja razumije osnovna načela planetarnog klimatskog sustava;
- ona koja zna kako doći do znanstveno vjerodostojnih informacija o klimatskim promjenama;
- ona koja komunicira o klimi i klimatskim promjenama na razumljiv način;
- ona koja je sposobna donijeti utemeljene i odgovorne odluke/poduzeti korake koji mogu utjecati na ovladavanje globalnim zagrijavanjem i klimatskim promjenama i lokalno i globalno.

Ovo je možda prava prilika da se zapitamo koliko je ljudi na području jadranske talijanske i hrvatske obale u tome smislu klimatski pismeno. Koja je vaša razina klimatske pismenosti?

4.5.3 Poticanje procesa promjene ponašanja pojedinca

Što to može potaknuti promjenu ponašanja pojedinca prema problemima uzrokovanim klimatskim promjenama? Prije svega, porast svijesti i porast znanja i razumijevanja. Pojedinač mijenja stavove ovisno o svom interesu za određeno pitanje, u ovom slučaju, za pitanje utjecaja klimatskih promjena na obalno područje Jadranskog mora. Interes i motivacija za informiranjem, saznavanjem, a kod nekih i učenjem o ovim temama nešto je što tek treba sustavno poticati, provocirati i aktivno i sustavno razvijati. Nešto ćemo, nažalost, naučiti i od nevolja kao što su: razaranja imovine, kuća, poljoprivrednih površina, samih obala, plovila na toj obali itd. To će biti plavljenja naselja uz more uzrokovana specifičnim spletom okolnosti vezanim za plimu i vjetrove, poplave koje dolaze bujičnim oborinama, erozije obale, puzajuća, ali napredujuća pojava podizanja razine mora koja već ugrožava stambene i turističke objekte, prometnice suviše blizu moru. Jedna od korisnih promjena ponašanja će biti prestanak agresivnog i pohlepnog osvajanja tla uz samo more, tzv. „poplave nekretnina“ čemu su danas još mnogi, često mimo prostornih planova, vrlo skloni.

⁹ Tijekom studenog 2019. iz Italije stigla je informacija da se od jeseni 2020. planira uvođenje predmeta „Održivi razvoj i klimatske promjene“ u talijanske škole. To je inicijativa Ministarstva okoliša, točnije samog ministra. U Hrvatskoj o tako nečemu još nema riječi.

Zaključna razmatranja o društvenim mjerama

Zamislimo ove procese: u narednim godinama sustavno se kroz sustav obrazovanja i djelovanje nevladinih udruga podižu svijest i znanje o uzorcima i konkretnim posljedicama klimatskih promjena na području obale Jadrana. Ljudi uče i na nevoljama, ne žele da se štete koje su se dosad događale više ponavljaju. Političari i poduzetnici poduzimaju određene korake, ulaganja u preventivu, zaštitu od poplava, plavljenja mora, požara na obali, građevinskog ugrožavanja samih obalnih zona.

Međutim, državnog, regionalnog i lokalnog organiziranog sustava obrane od posljedica klimatskih promjena još nema. Nameće se pitanje: tko nas sprečava, osim vlastite kratke pameti, da se takav sustav uspostavi?

Zamislimo sljedeću situaciju: hrvatska i talijanska vlada, zatim i županije (Hrvatska), *commune* i *provinzie* (Italija) 2020. godine za početak uspostavljaju inicijalni sustav centara za akciju za klimu (engl. Climate Action Centers). Čime bi se ovi centri bavili?

- obavljali bi redoviti monitoring procesa uzrokovanih klimatskim promjenama na regionalnim i lokalnim razinama;
- analizirali bi djelatnosti, tehnologije, ponašanja koja potiču globalno zagrijavanje i klimatske promjene i analizirali i politički i gospodarski afirmirali djelatnosti, tehnologije, ponašanja koja doprinose smanjenju ispuštanja stakleničkih plinova te davali upozorenja i preporuke za smanjenje prvih i za jačanje drugih;
- analizirali bi kontinuirano i sustavno konkretne lokalne oblike i slučajeve ekoloških ugroza uzrokovanih klimatskim promjenama;
- uspostavljali bi sustave ranog upozoravanja na opasnosti povezane s klimatskim promjenama i na štete koje su pretrpjeli ljudi i imovina;
- organizirali bi povezivanje institucija i lokalnih ljudi u situacijama ugroze i aktivnosti „spašavanja“ ugroženih područja, kuća, obitelji, ljudi;
- rješavali bi organizirano probleme nastale ugrozom zdravlja i imovine uzrokovanih konkretnim lokalnim posljedicama klimatskih promjena;

- davali bi preporuke u vezi s građevinskim, poljoprivrednim i drugim aktivnostima u budućnosti koje bi sa stanovišta klimatske neizvjesnosti bile u konkretnom lokalnom obalnom području riskantne, pa čak i negativne.

Osnivanje ovakvih centara zadatak je socijetalnih mjera, prije svega inoviranja *governance* modela, pri čemu bi društvene mjere imale svoj konstruktivan i važan edukacijski udio.

5 Zelene mjere

Zelene mjere, odnosno rješenja temeljena na prirodi, podrazumijevaju široku paletu rješenja za prilagodbu na klimatske promjene, koja se temelje na uslugama ekosustava.

Kad se govori o obalnom području, zelene mjere uključuju teme kao što su ekološko očuvanje i ekološka obnova, odnosno mjere planiranja i upravljanja za očuvanje i obnovu. U ovom poglavlju promotrit ćemo ove teme u obalnim gradovima i naseljima, dužobalnoj urbanizaciji, zaobalju, na prirodnoj obali, na samoj obalnoj crti te u obalnom moru. U obalnim gradovima posebno ćemo se dotaknuti zelene i plave infrastrukture te ostalih zelenih rješenja u borbi protiv poplava i protiv toplinskih otoka. Osim poplava, najveći izazov u zaobalju predstavljaju nam požari. Kod prirodnih obala poseban potencijal imaju očuvanje i obnova, pa nam tu zelene mjere nude izniman potencijal za ublažavanje klimatskih promjena. Sama obalna crta dosta je različita s dvije strane Jadrana. Tako će nam na zapadnoj obali Jadrana najzanimljivije biti mjere koje pomažu u borbi protiv erozije. Predstaviti ćemo i zelene mjere za obalno more tj. „plave“ mjere, koje osim što nas čuvaju od obalne erozije, imaju i fascinantne mogućnosti kao alat u borbi protiv klimatskih promjena. Na kraju ćemo promotriti i mjere vezane za zaštitu i očuvanje obalnih vodonosnika. Neke od ovih mjera u domeni su lokalnih, a neke u domeni regionalnih, pa i nacionalnih vlasti. Da bi njihova primjena bila uspješna, osnovni preduvjet je suradnja različitih razina uprave.

Zelene mjere mogu se primijeniti u svim obalnim situacijama, odnosno u obalnim gradovima, u dužobalnoj urbanizaciji, u zaobalnim područjima, dok su za prirodnu obalu one troškovno najučinkovitija rješenja. Obalno područje, kao susretno područje između mora i kopna, između dvaju različitih ekosustava i krajobraza¹⁰ ima izuzetnu vrijednost. S biološke strane, prijelazna područja odlikuju se većim brojem biljaka i životinja te su kao takva od posebnog ekološkog značaja. S

krajobrazne strane, područje susreta dvaju potpuno različitih krajobraza nudi posebno bogatstvo doživljaja i mogućnosti. Sve navedeno potvrđuje se, s obje strane Jadrana, kroz visoku koncentraciju stanovnika, aktivnosti, pa tako i izgrađenosti, gdje su sve ove vrijednosti najviše u neposrednoj blizini mora. Upravo u toj zoni dolaze nam i najveće prijetnje s mora, ali i s kopna. Vode u obalnom području ključni su resurs za sigurnost prirodnog okoliša, stoga svaka promjena značajki i dostupnosti voda neminovno mijenja prirodni okoliš, a time u konačnosti i uvjete i sredstva za život. Cilj ovih mjera u gradovima jest da smanje rizik od nepogoda, posebice poplava i toplotnih udara, odnosno fenomena toplinskih otoka u gradovima, ali i da podignu kvalitetu života stvarajući čist zrak, čisto more, te ugodnije uvjete za život. Imajući u vidu da ove mjere bitno pridonose i borbi s klimatskim promjenama, pa su tako održivije, robusnije, a uglavnom i troškovno učinkovitije od npr. inženjerskih mjera, potrebno je u novom svjetlu razmotriti značaj očuvanja i obnove postojeće vegetacije, odnosno postojećih ekosustava na obalnim područjima, uključivo i u priobalnom moru.

5.1 Mjere za obalne gradove i naselja

U obalnim gradovima i naseljima more je ključan element urbanog ekosustava koji se integrira s kopnenim elementima sustava u specifični obalni urbani ekosustav. Voda kao element ekosustava ima važnu ulogu u njegovoj sigurnosti i održivosti. Voda, zajedno s hranom i energijom, čini egzistencijalne resurse svakog prirodnog sustava, pa tako i urbanog. Kod planiranja gradova o tome se mora voditi računa ako grad želi biti zelen, zdrav i siguran. Da bi grad bio *zelen*, mora istovremeno biti i *plav*, osigurati dovoljno vode za biocenozu. Klimatske promjene mijenjaju režim oborina i otežavaju opstanak biocenoze. Zbog toga je primjenom tzv. plave urbane infrastrukture (restauracija

¹⁰ Stručni naziv – ekoton

lokalnog urbanog hidrološkog sustava) potrebno ojačati upravljanje vodama u urbanim sredinama i tako podržati sigurnost biocenoze te time ojačati otpornost. Ovo poglavlje pozabavit će se mjerama i instrumentima koji nam mogu pomoći da to i postignemo. Ne smije se zaboraviti da obalno more i obalni procesi u tome imaju značajnu ulogu.

Zelene mjere od posebne su važnosti za gradove i naselja jer nam pružaju višestruke koristi. Gradska obalna područja općenito možemo karakterizirati znatno višim postotkom izgrađenih, tvrdih, manje ili više horizontalnih površina i u visokoj mjeri tvrdih okomitih obala. U prvom slučaju, uglavnom se radi o potpunom zatvaranju zemlje betonom i asfaltom, ali i o površinama pod šljunkom ili snažno zbijenom (utabanom) zemljom – plohamama s na minimum reduciranim zelenim pokrovom, dok u potonjem promatramo izmijenjen sustav odbijanja morskih valova, za razliku od onoga koji je postojao prije zahvata gradnje. Zatvorene površine te zelenilo u obalnim gradovima dobrim dijelom uvjetuju i kvalitetu obalnog mora.

U upitniku koji su ispunile lokalne uprave hrvatskih i talijanskih gradova u okviru projekta AdriAdapt **poplave** su prepoznate kao najčešća negativna posljedica klimatskih promjena, i to oborinskim vodama s jedne, i morem s druge strane. Jedan od čestih razloga ranjivosti gradova i naselja na poplave od kiša jest njihova izgrađenost, uz vrlo nizak udio upojnih površina.

Osim toga, sve češće se suočavamo s ekstremnim vremenskim nepogodama, praćenim snažnim i obilnim pljuskovima. Postojeći sustavi odvodnje uglavnom nisu kapacitirani za tolike količine oborina, što uz nizak udio upojnih površina uzrokuje površinsko sakupljanje oborinskih voda i poplave praćene štetama na objektima i ostaloj imovini. Poplavne vode u konačnici završavaju u moru, pa na taj način utječu na pad kakvoće obalnog mora.

S druge strane, uz sve manje kiša ljeti, a i u drugim sušnim razdobljima, gradovi se suočavaju i s **prebrzim otjecanjem vode** s površina ulica, krovova, parkirališta i sličnim. Tako gubimo vodu iskoristivu za mnoge druge moguće svrhe, važan prirodni resurs bez kojeg nema zelenih gradova. Ne radi se ovdje toliko o gubljenju potencijalno pitke vode, iznimno važnog prirodnog resursa, koliko o brzom

nestajanju vode koja bi postupnim isparavanjem ublažavala **temperaturne oscilacije**. U ovom slučaju, za gradska područja možemo reći da nisu dobro prilagođena uvjetima oskudnih oborina.

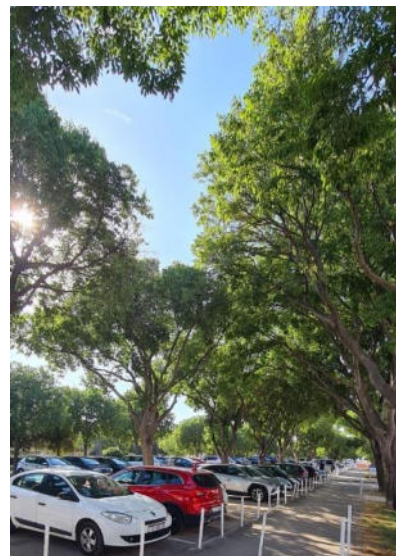
Rješenja postoje za oba slučaja, no provedba mjera zavisi o tome koliko uprava razumije potrebe za prilagodbom te o snazi instrumenata prostornog uređenja. U oba slučaja važno je posvetiti se otvaranju zatvorenih površina pretvarajući ih u procjedne, i to ne samo da zemlja prodiše, nego i uz višeslojno strukturirano zeleno nadgrađe. Što se tiče prebrzog otjecanja vode, sustav odvodnje treba se više temeljiti na nadzemnim rješenjima za zadržavanje vode. Od urbanih poplava branimo se i kroz provedbu prostornih planova širih područja usmjerenih prema rješavanju ovih problema. Na temelju prošlih iskustava i konkretnih podataka o nastalim štetama – potrebno je doći do **retencijskih područja** (brazilski grad Curitiba u dobroj je mjeri transformiran upravo zahvaljujući ovakvom pristupu). Ovo je još jedan zadatak u kojem kvaliteta suradnje regionalnih i lokalnih vlasti određuje uspješnost provođenja zaštite od poplava.

Gradska zelenilo pomaže i u borbi sa zagađenjem zraka koje uz povišene temperature ima još veće posljedice po ljudsko zdravlje. Ovo je posebno opasno za djecu, počevši od utjecaja na razvoj do alergija i bolesti respiratornog sustava. Osim što nam ga uglavnom po gradovima treba više no što ga imamo, nameće se potreba njegovog kvalitetnijeg održavanja. Naime, AdriAdapt upitnik za lokalne uprave pokazao je također da je učestalost šteta nastalih po materijalnu imovinu, a ponekad čak i gubitak ljudskih života, zbog palih stabala ili grana velika. Stoga gradska poduzeća za upravljanje zelenim površinama moraju i u tom smislu intenzivirati svoje aktivnosti. Kontrola zdravlja stabala te njihova redovita zamjena u novim klimatskim uvjetima bit će sve zahtjevniji zadatak.

Opisani negativni utjecaji u znatnoj su mjeri uzrokovani lošim odlukama u našim društvenim sustavima, u prostornim i urbanističkim planovima ili slabostima provođenja tih planova, nepostojanjem nužne obalne infrastrukture te neprepoznavanjem važnosti ciljeva održivog razvoja. Posljedično, kao što smo već spomenuli u poglavlju o socijetalnim mjerama, prostorno planiranje, ali i brojne druge mjere imaju alate kojima ovakvi negativni utjecaji

mogu biti i značajno umanjeni. Osim toga, navedene spoznaje u kratkom vremenu postojanja znanstvene discipline urbane ekologije, a zahvaljujući alatima krajobrazne arhitekture i srodnih disciplina urbanog šumarstva i inženjerske ekologije, potaknule su pozitivne reakcije diljem svijeta, pa možemo uživati u pravoj paleti zelenih dizajnerskih rješenja zadržavanja vode u manjim gradskim parkovima, mini retencijskim zonama uz ceste i

parkirališta, pa i ciljanog zadržavanja vode u podzemnim tankovima – kako bi se u raznim vremenskim fazama ona otpuštala za potrebe napajanja korijenja stabala. Primjenom horizontalnog i vertikalnog ozelenjivanja stvaraju se uvjeti za povoljnu mikroklimu i povećava energetska učinkovitost objekata, a povećava se i njihova tržišna vrijednost.



Slika 20. Primjeri dobre prakse planiranja urbanog zelenila i zelenih površina koje su ujedno i važne mjere prilagodbe na utjecaje klimatskih promjena u naseljima. Radi se o tzv. višestrukim win-win mjerama kojima se uz poboljšanje kvalitete zraka u naseljima ujedno povećava udio upojnih površina koje smanjuju pritisak na sustave oborinske odvodnje te većim udjelom zelenih površina smanjuje nastajanje toplinskih otoka za vrijeme velikih vrućina. (Fotografije: Gojko Berlengi i Daria Povh Škugor)

Poplave s mora predstavljaju poseban rizik za obalne gradove i naselja jer izravno ugrožavaju sve niske nezaštićene kopnene obalne površine, ali ujedno i utječu na sustave odvodnje. Površinske i podzemne vode iz šireg obalnog područja otječu prema obali i tu se ulijevaju u more. Mjesto izlivanja, odnosno „sudara“ s morem je uski obalni pojas. Međusobnim djelovanjem i zbrajanjem utjecaja ovih voda za vrijeme jakih kiša u obalnoj zoni stvara se krajnje nepovoljno stanje, kao i značajne negativne posljedice za čovjeka i njegov okoliš. S istočne strane Jadrana, zbog strmih padina zaobalnih područja, hidrodinamična energija vode je ogromna, tako da su učinci oborinskih voda u obalnom urbanom području izuzetno brzi i značajni. Pritisci i posljedice će u budućem razdoblju biti veće jer će klimatske promjene generirati veće razine, ali i pritiske mora (valove) te veće količine

voda s kopna. Poplave će biti velik problem, klimatski hazard za obalne gradove i naselja s obje strane Jadrana, no doprinos oborinskih voda s istočne strane imat će poseban značaj.

Za samu gradsku obalnu crtu, odnosno njezinu novu, uglavnom betonsku inačicu, teže možemo pronaći svrsishodne zelene mjere. U tom slučaju, inženjerska ili siva rješenja nudit će brojnije mogućnosti koje treba primjenjivati kad god je moguće u kombinaciji sa zelenim rješenjima. Mekše obale zapadne strane Jadrana, uz gradske plaže, ali zasigurno i buduća širenja obale pružat će mogućnosti za primjenu zelenih mjera. Isto tako, gledajući stometarsku zonu odmak po članku 8. Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, posebice u projekcijama budućnosti, tu će postojati određene mogućnosti za zelene mjere koje bi u svakom smislu oplemenile obalne

gradove i naselja. Napokon, zelene mjere mogu se primijeniti i u samom moru, kao i na preostalim dijelovima prirodnih obala u gradovima na kojima očuvanje postojećih ekosustava, i po potrebi obnova, postaje još važniji zadatak.

Gradovi su, bez sumnje, generatori specifične urbane **bioraznolikosti**; u njima obitava veći broj životinjskih i biljnih vrsta nego u njihovoj okolini. S obje strane Jadranskog mora dokazana je stara tvrdnja Herberta Sukoppa, jednog od doajena urbane ekologije, da pogotovo stara središta gradova nose visok stupanj bioraznolikosti (mogli bismo ih nazvati i zelenim otocima), pa je potrebno posebnu brigu posvetiti njihovoj zaštiti. Kako je uloga zelenila u gradovima donedavno uglavnom bila estetske prirode, nije se vodilo mnogo računa o prirodnosti i drugim pozitivnim utjecajima na čovjeka i prirodni okoliš. Uloga zelenila u gradovima dosad se nije često razmatrala s aspekata potrebe za borbom s toplinskim otocima, zagađenjem zraka ili poplavama. Danas nam upravo ove nepogode nameću potrebu drugačijeg definiranja zelenila i njegove funkcije u gradovima. Vegetacija je ključna

za održavanje razine vlažnosti, balansa kisika i ugljičnog dioksida u atmosferi te kao uporište za razvoj faune. S obzirom na stanje bioraznolikosti, ne govorimo samo o zelenilu, već i o svim životinjskim vrstama koje bi mogle oplemeniti gradove te u suživotu s čovjekom pomoći u uspostavi prirodne ravnoteže radi jačanja sigurnosti prirodnog okoliša i održivosti življenja. Stvaranjem **ekoloških koridora** u gradovima omogućuje se stalan i aktivan prijenos genetskog materijala potrebnog za obnovu životnog potencijala. Tako se nastoji uvesti što veći udio zelenila u ukupno gradsko tkivo, osigurati ekološke koridore za povezivanje gradskih područja međusobno, a pogotovo za povezivanje s prirodnom okolinom izvan samog grada. **Urbana zelena infrastruktura** trebala bi tako biti sastavljena od gotovo prirodnih i izgrađenih prostora, planiranih i održavanih na način da čitava infrastruktura nudi visoku kvalitetu u smislu utilitarnosti, bioraznolikosti i pojavnice slike, dok istovremeno isporučuje veliki broj usluga ekosustava. Bez obzira na vlasništvo ili podrijetlo, svi tipovi lokacija i individualnih elemenata karakteriziranih vegetacijom ili vodom mogu postati dijelovima zelene infrastrukture.



Slika 21. Primjer vrijednog „zapuštenog“ zelenila otpornog na utjecaj soli (Fotografija: Igor Belamarić)



Slika 22. Višestruke funkcije urbane zelene infrastrukture (Fotografija: Igor Belamarić)

Veliki potencijal leži u naizgled zapuštenim područjima unutar gradova. S obje strane Jadrana viđamo takve gradske dijelove za koje se kaže da „nisu privedeni svrsi“. Ponekad su to područja namijenjena zelenilu, sportu, ponekad neke rubne zone, ili nešto slično. Na tim područjima buja vegetacija – upravo oni prirodni dijelovi koji u kombinaciji s posađenim zelenilom omogućavaju lakšu organizaciju ekoloških koridora u gradovima. Često se baš na tim područjima mogu uočiti brojne ptice, insekti, vjeverice, ježeви, i slično. To je veliki potencijal koji gradska uprava i poduzeća koja brinu o zelenilu mogu i trebaju iskoristiti. Da bi ovakve zadatke uspješno mogla obavljati, gradska poduzeća trebaju u tom smislu ojačati svoje kadrove.

Moderna lokalna administracija razumije novu ulogu prirode u gradovima te će kroz uključenje zelene infrastrukture u prostorne planove, kroz ojačane planove održavanja i sadnje omogućiti transformaciju svog grada u mjesto poželjno za život. Postoji brojna literatura koja se bavi rješenjima temeljenima na prirodi za **gradove i naselja**. Strategija EU-a o zelenoj infrastrukturi otvorila je vrata za široku primjenu ovih rješenja koja bi integracijom u ostale EU propise trebala postati standardnim elementom teritorijalnog razvoja širom EU-a. Uključenje zelene infrastrukture te rješenja temeljenih na prirodi u planove prilagodbe klimatskim promjenama jedan je od neizostavnih koraka. U tom smislu, jedan od ključnih zadataka za lokalnu administraciju smanjivanje je vodonepropusne površine da bi se biljkama osiguralo dovoljno vlage te odgovarajućom gradnjom objekta osiguralo dovoljno sunčeve svjetlosti, odnosno primijenilo tehnike s niskom razinom utjecaja na okoliš¹¹, odnosno one tehnike, sustave i prakse koji koriste ili oponašaju prirodne procese te rezultiraju infiltracijom, evapotranspiracijom ili korištenjem oborinskih voda kako bi sačuvale kvalitetu voda i o njoj ovisna vodna staništa. Sve navedene zelene mjere mogu pomoći i u unapređenju kvalitete izgrađenog okoliša, jedne od važnih karakteristika obalnih gradova u kojima turizam igra važnu ulogu, kao što smo već istaknuli u poglavlju o prostornom planiranju.

U okviru projekta AdriAdapt provedeno je detaljno modeliranje utjecaja klimatskih promjena na kvalitetu obalnog mora na području Šibenika, Tribunja, Vodica i Srime. Jedna od preporuka za jačanje otpornosti kakvoće mora jest da je potrebno smanjiti udio nepropusnih površina u ovim gradovima za barem 50% (Ružić, I. i sur., 2021).

Napokon, uključenje lokalne zajednice, kao što smo u prethodnom poglavlju obrazlagali, od ključne je važnosti, i to kako u gradovima, tako u cijelom slivnom području obale, bez obzira na administrativne granice ili razinu tehničke naobrazbe. Lokalne administracije trebaju poticati poželjna ponašanja svim dostupnim instrumentima, kao što su npr. ekonomski (primjerice, varijabilna komunalna naknada za one koji doprinose ekološkim ciljevima) te kroz zajedničke akcije suradnje i podizanja svijesti. Akcije sadnje (poput akcije „Zasadi stablo, ne budi panj!“ u Hrvatskoj), inicijativa posvajanja, kumstva i sl. ili akcije uključanja građana u *citizen science* (poput aplikacije iNaturalist) razvijaju jačanje svijesti o važnosti prirode i bioraznolikosti te unapređuju prirodu u gradovima. Nove industrije poput umjetne inteligencije, igrifikacije i sl. pružaju ogromne mogućnosti modernim upravama. Ovakvim aktivnostima na većoj razini mogla bi se povećati ukupna vrijednost usluga ekosustava. Međutim, možda ono najvažnije što će proizaći iz ovakve aktivacije gradova bit će uključenje i transformacija svijesti građana, bolje razumijevanje važnosti prirode i svih usluga ekosustava te konačno naše ovisnosti o zdravlju našeg ukupnog ekosustava.

5.2 Mjere za područja dužobalne linearne urbanizacije

Ovakav specifičan oblik urbanizacije ima i svoje specifične izazove vezano uz prilagodbu na klimatske promjene. Za razliku od, na primjer, tajlandskih i malajskih mekih obala, stjenovite vapnenačke krške obale istočne strane Jadrana teško će se prilagodavati novoj klimi isključivo zelenim mjerama. Istaknimo da ovakva urbanizacija kod strmih obala

¹¹ Low Impact Development (LID) techniques

poput onih na istočnom Jadranu predstavlja prepreku sedimentima koji su prije izgradnje nošeni oborinama hranili obale mora, u ovom slučaju uglavnom šljunkom.

Prigradska i općenito neplanski izgrađena naselja – linijske kompozicije rasporeda – uglavnom su dosad svoje prirodne vodotoke proveli u kanale koji su u nekim slučajevima i nadsvođeni čvrstim betonom, dočim morska obala uglavnom sadrži manje ili više učvršćenu, izgrađenu frontu. Treću važnu sastavnicu sustava čine fragmentirani dijelovi koji u mnogočemu podsjećaju na prirodna područja iz idućih poglavlja.

Stare karte vodotokova trebalo bi revidirati zbog mogućnosti renaturiranja. Fazna izvedba ovakvog projekta donijela bi razne dobrobiti za vodotok i njegovu okolinu. Sprečavanje brzog otjecanja ponovno će imati blagotvoran utjecaj na klimu, a poslat će i stanište za izgubljenu floru i faunu, pa će učinak na bioraznolikost lokacije biti znatan. Dosađajna europska iskustva ukazala su na razmjerno brz povratak elemenata viših pozicija hranidbenog lanca, što se onda načelno opisuje kao indikator dobrih stanišnih uvjeta.

Istočna obala Jadrana pretrpjela je mnoge transformacije prostora iz otvorenih u područja ovakvih linearnih ekstenzija, koje su u najvećoj mjeri ovisile o geomorfološkom obliku i rasporedu pojedinog terena. Kao nuspojava svakog duljeg zadržavanja (stanovanja) u uskom obalnom području, nerijetko zatičemo i isturene nasipe, uglavnom nastale tijekom posljednjih četrdeset godina. Njihova uloga u lokalnoj ekologiji može se tumačiti dvojako: za vrijeme i poslije nasipanja dolazi do erozije tla (mineralnog i humusnog horizonta, do neke mjere i razlomljene matične stijene) koje treba izbjeći zbog zatrpavanja listova posidonije nasipanim materijalom i zbog posredne ugroze za održavanje mrijetilišta ribe. S druge strane, na ovakvim nasipima nerijetko se otvaraju tzv. *sekundarna staništa*, izrazito važna *human-made* staništa koja podržavaju novo naseljavanje i služe kao utočište za ugrožene vrste (primjerice, tankorepaša *Parapholis incurva*). Ovakva područja trebalo bi sustavno ozelenjavati, po mogućnosti dugogodišnjim biljnim vrstama koje će zasigurno smanjiti buduću eroziju.

5.3 Mjere za zaobalna područja

Zaobalna područja izuzetno su važna za održivi razvoj obalnih regija. Ovdje se često odvijaju ključne aktivnosti prve linije obrane od poplava oborinskim (površinskim) vodama (posebice važno za strme padine istočnog Jadrana), ali i preventivne aktivnosti zaštite od požara.

Obrana od poplava započinje u zaleđu obalnih gradova i naselja, odnosno u pripadajućem slivnom području obale. To zaleđe može biti u administrativnim granicama grada, no često tome i nije tako. Potrebna je suradnja s regionalnom razinom, odnosno suradnja na razini ekosustava – vodne cjeline.

Rješenja za površinske vode mogu se svrstati u tri osnovne kategorije:

- zadržati i retencirati vodu u slivu;
- sigurno odvesti vodu iz zaleđa kroz naselje u more, po mogućnosti koristeći zaobilaznice i zelenu infrastrukturu za regulaciju tokova; te
- kombinacija ovih dviju mjera uz kontrolirano retenciranje i zadržavanje vode u naselju i zaleđu.

Zadržavanje vode u slivu kao i u naselju treba se temeljiti na tzv. zelenim i plavim rješenjima. Zelena rješenja vezana su za transport vode procesima evapotranspiracije u atmosferu, a plava rješenja sastoje se od jačanja prirodnih procesa kretanja vode u lokalnom hidrološkom ciklusu. Ova rješenja ekološki su prihvatljiva, učinkovita, fleksibilna i jeftina, ali mogu se uspješno realizirati samo odgovarajućim planiranjem namjene i uređenja prostora. Glavna značajka ovih mjera jest da su otporne na klimatske promjene i da im se dobro prilagođavaju. Primjerice, veće oborine znače veće količine površinskih voda, ali istovremeno više temperature zraka znače i veće isparavanje, pa je bilanca voda nepromijenjena ili značajno manje promijenjena.

Druge standardne mjere kao što su izgradnja površinskih retencija, odvodnih kanala, površinskih i podzemnih ispusta u more isto su tako učinkovite, ali također i manje fleksibilne, skuplje u izgradnji i održavanju, vidljive u prostoru te manje ekološki prihvatljive. Te mjere teže se prilagođavaju klimatskim promjenama, a njihovo planiranje prilično je

nesigurno zbog toga što razmjernost klimatskih promjena još uvijek nije potpuno pouzdana za dimenzioniranje ovih građevina. Ako se predimenzioniraju, tada se nepotrebno troše financijska sredstva, odnosno uzimaju nepotrebni krediti i teže ih je održavati, a ako se poddimenzioniraju, tada neće biti učinkovite u zaštiti obalne zone. Detalji vezani za izgradnju ovih građevina mogu se naći u standardnoj hidrotehničkoj literaturi.

Što se tiče **jačanja otpornosti na požare**, tu u prvom redu vidimo preventivne aktivnosti, u smislu odabira vrsta otpornih na požare u svim akcijama pošumljavanja, obnove, renaturalizacije, itd. te strateški raspoređenih, dovoljno širokih i dobro održavanih protupožarnih prosjeka i putova, prirodne i umjetne akumulacije vode, pristupnih putova prema kritičnoj infrastrukturi i šumskim kompleksima. S obje strane Jadrana najčešće šume su borove, uglavnom sastavljene od alepskog bora (*Pinus halepensis*). Pinjoli (*Pinus pinea*) u većem broju uspijevaju na talijanskoj strani jer preferiraju kisela, pjeskovita tla. Koristeći alepski bor kao pionirsku vrstu, njime se pošumljavalo i danas se pošumljavaju brojna područja, bilo da se radi o obnovi opožarenog terena ili drugo. Njegove prednosti zaista jesu ostvarivanje pionirskog učvršćivanja tla i zaštita od erozije. Međutim, na mnogim mjestima pokazali su se nedostaci ovakvih monokulturnih nasada, počevši od niske razine bioraznolikosti pa do još većeg problema, nekontroliranog širenja ove pirofitne – lako zapaljive vrste na velikom broju zapuštenih polja i vinograda. Borovi su sađeni prvenstveno s ciljem gradnje slojeva supstrata koji bi potom poslužili kao podloga za dobivanje kvalitetnije šumske sastojine, mješovite šume s mediteranskim elementom hrastova crnike ili medunca (*Quercus ilex* ili *Quercus pubescens*), zajedno s listopadnim i zimzelenim grmljem i nižim stablima. Međutim, nakon inicijalne sadnje rijetko se provodi osnovna kontrola stabala, a još manje ciljane dosadnja i pogotovo očuvanje vrsta dendroflora koje su se u međuvremenu pojavile na terenu, poput bijelog graba, crnog jasena i ostalih sastavnica prvotne šume kojoj bi se u ovoj imitaciji trebalo približiti. Češće se dogodi da borova šuma izgori, pa bor iskoristi svoju dominaciju za još gušći rast i naknadno dodatno snizi razinu bioraznolikosti. Na ovaj način bivaju potisnuti mnogobrojni

ostali pripadnici autohtone flore, dok je stupanj izloženosti obolijevanju ili napadu nametnika (kao u slučajevima s mediteranskim potkornjakom), a posebice rizik od požara, izrazito visok.

Za uspostavu vrednijih šumskih sastojina važno je iskoristiti pojavu prirodnih elemenata dendroflora, kao i općenito korištenje većeg broja vrsta. Pozitivna iskustva – primjerice s rogačem i ostalim širokolisnim vazdazelenim stablima – kod požara ukazuju na potrebu njihove bolje zaštite i potrebe za češćim korištenjem u šumarstvu. Veći kompleksi borove šume trebale bi se ispresijecati zonama s manje zapaljivom vegetacijom te odgovarajućim protupožarnim prosjecima, akumulacijama vode i pristupnim putovima. Teško je očekivati da će se ove mjere provesti ako nisu uključene u prostorno planiranje.

Kontrolirano izazivanje požara koristi se kao alat u pripremama požarne sezone, kako bi se izbjegla povezanost većih cjelina gorive mase, odnosno postiglo razmjerno brzo i učinkovito lokaliziranje u idućem požaru. Na ovaj način reduciraju se moguće štete izazvane većim požarima, čuvaju i unapređuju staništa i restauriraju prirodni ekosustavi. Isto ima opravdanja samo ako zahvaća relativno male površine.

Za istočne obale Jadrana posebno je opasna pojava erozije tla nakon požara, kad uslijed intenzivnih oborina na strmom terenu dolazi do ispiranja tla. Zbog toga je obnova nakon požara od izuzetne važnosti. Kako smo već napomenuli, u Republici Hrvatskoj dosad nisu provedena ozbiljnija znanstvena istraživanja vegetacijske sukcesije poslije pojave požara, a ni ispitivanja raznovrsnog utjecaja požara na pojedine veće vegetacijske kategorije (makija, šibljak, suhi travnjaci itd.), u smislu intenziteta i brzine sagorijevanja. Ova saznanja zasigurno bi mogla doprinijeti izradi simulacija i modela za predviđanje procesa širenja vatre, a u konačnici i kvalitetnijoj kontroli tih rizičnih pojava. Također, trebalo bi urediti pitanja vezana za sadnju i pošumljavanje, u smislu izbjegavanja pirofita i veće korištenje biljaka koje svojim habitusom i kemijskim sastavom biomase sporije gore. Ovo pitanje traži bolju suradnju znanstvene zajednice i donositelja odluka.

5.4 Mjere za prirodne obale

Prirodna obalna područja kao prijelazna područja u ekologiji imaju posebnu važnost. Često se takvi prostori razlikuju od susjednih, intaktnih ekosustava, a ta činjenica odražava se i u većem broju vrsta biljaka i životinja. Ovakvi rubni biotopi zdravi su za okoliš općenito, pa se prema njihovom broju određuje i ukupna ocjena jednog krajobraza u smislu njegove vrijednosti i potrebe za zaštitom. Krajobrazi obalnog područja na Jadranu često su i temeljna osnovica za razvoj turizma. Očuvanje krajobraza tako je i iz ove perspektive izuzetno važan zadatak za obalne uprave. Raznovrsnost dijelova određenog krajobraza u konačnici utječe na ukupnu raznolikost biljnog i životinjskog svijeta, a čovjek je otvarajući nove prostore (primjerice, deforestacijom) dugo sudjelovao u koevoluciji života na Zemlji. Aktivnosti čovjeka nisu se oduvijek negativno odražavale na okolinu – upravo suprotno – tisućljećima su se odvijale ukorak s prirodom, dočim se promjena u sadašnjem, lošem smjeru počela razvijati tek prije nešto više od stotinu godina. Mediteranski pojas, prema svim dosadašnjim spoznajama, bez prisustva čovjeka danas bi u dobroj mjeri bio prekriven šumama hrasta crnike (*Quercus ilex*), izuzev uskih linija uz obale mora i rijeka. Ipak, zbog degradacije zelenog pokrivača u svrhu korištenja drvne građe ili kao posljedica požara i drugih utjecaja, na ovom području razvili su se drugačiji oblici vegetacije: primjerice, kamenjarski travnjaci, bušici, makija itd. U nedostatku plodnog tla ispranog erozijama crnika nema mogućnost povratka, a njezino mjesto zauzele su mnoge druge biljne vrste. Prema osnovnoj logici, bilo bi najvažnije zaštititi područja koja svojom strukturom nose najviše sličnih elemenata sa šumom hrasta crnike ili medunca. Potrebno je stoga u budućem održavanju okoliša, imajući u vidu klimatske promjene, nastojati koristiti stare, tradicionalne metode u kombinaciji s modernim načinima utemeljenima na novim znanstvenim spoznajama.

Da bismo mogli ispuniti ciljeve članka 8., 10. i 11. u vezi s očuvanjem **otvorene obale** i **obalnih krajobraza** trebamo razumjeti što je to prirodna obala. Kako razumijevanje ovih pojmova nije uvijek jednoznačno, pomoć nam može ponuditi krajobrazna arhitektura. Razinu negativnog utjecaja čovjeka na

određeni dio terena moguće je izmjeriti na razne načine, a jedan od glavnih jest ocjenjivanje prema stupnju prirodnosti (stručni naziv – skala heme-robije). U direktnoj vezi s klasifikacijom staništa koristi se pridavanje ocjena (1-najprirodnije do 9-gotovo umjetno) naslonjeno na terenske studije i analize metodama vegetacijske ekologije. Radi se, dakle, o detaljno tumačenim vegetacijskim snimcima postojećeg stanja prema kojima se dobiva uvid o općim karakteristikama, ali i mogućim specifičnim nedostacima unutar prirodnih struktura. Stupanj prirodnosti može pomoći lokalnim administracijama da prepoznaju vrijedna obalna prirodna i krajobrazna područja koja nisu pod nikakvom zaštitom te da osiguraju njihov opstanak i ne dozvole izgradnju na tim područjima koja baš takva kakva jesu predstavljaju izuzetan društveni i turistički resurs koji se može iskoristiti za podizanje kvalitete uvjeta za život i turističke ponude.

Za **ekološko očuvanje** prirodnih područja ključan je vegetacijski pokrov. Vegetacija je ključna za održavanje razine vlažnosti, balansa kisika i ugljičnog dioksida u atmosferi, kao uporište za razvoj faune; pa se tako i čitava klasifikacija staništa uglavnom naslanja na znanost o vegetaciji. Visok postotak izgrađenosti jadranskih obala direktno ugrožava vegetacijski pokrov i sigurnost prirode. Stare su šume već zbog svog volumena daleko učinkovitije u apsorpciji ugljika nego one tek posađene. Isto tako, starija autohtona vegetacija daleko je otpornija na vremenske ekstreme od novoposađene.

U posljednje vrijeme zabilježen je masovni mortalitet stabala uzrokovan naglim povećanjem populacija štetnih organizama. Klimatske i okolišne promjene mogu utjecati na širenje područja rasprostranjenosti i promjenu sezonske fenologije štetnih kukaca, što rezultira bržim razvojem i većom količinom konzumirane hrane te izravno negativno utječe na zdravlje šumskih ekosustava. U novoj strategiji prilagodbe na klimatske promjene, iznimne gradacije potkornjaka navode se kao negativni efekti klimatskih promjena (EC, 2021). Naglo povećanje populacije mediteranskog potkornjaka (*Orthotomicus erosus*) u Hrvatskoj i ogromne štete koje donosi (Pernek i sur., 2019), noviji je primjer ulančavanja nepovoljnih čimbenika povezanih s

klimatskim promjenama. U takvim uvjetima, biologija i populacija štetnika mijenja se na dosad nepoznati način te širenjem ugrožava šumski ekosustav. Također, novija kompleksna bolest povezana s klimatskim promjenama nedavno je registrirana i na hrastu crniki (*Quercus ilex*), a odnosi se na napad krasnika (*Agrius* sp.) s kojima su asociirane bakterije. Bolest se teritorijalno širi i prijetnja je autohtonim šumama hrasta crnike. Negativni utjecaji okolišnih i klimatskih promjena na šume djeluju i kroz fiziološke promjene stabala zbog kojih slabi njihova obrambena sposobnost.

S obzirom na to da su spomenute pojave nove i neistražene, manjak informacija i znanja predstavlja velik problem, zbog čega je reakcija spora, a intervencija zakašnjela. Negativan utjecaj na mediteranske šume vjerojatno će se ubrzati s povećanjem temperature te učestalosti i intenziteta suše s produljenim vegetacijskim periodom. Već i blagi rast temperature može stimulirati promjene u brzini razvoja kukaca, broju generacija, gustoći populacije, veličini, genetskoj konstituciji, opsegu i načinu iskorištavanja biljke domaćina te longitudinalnoj i latitudinalnoj distribuciji (Lieutier i Paine, 2016). Sasvim drugu skupinu štetnih organizama čine invazivne vrste (Jactel i sur., 2020), koje nisu nužno povezane s klimatskim promjenama, međutim, također imaju potencijal izazivanja velikih šteta u šumama i trebalo bi ih uzeti u obzir prilikom nadzora. One su uglavnom pod nadzorom državnih tijela specijaliziranih za biljne bolesti (National Plant Protection Organisations, NPPO), međutim i tu se pokazuje sve više slabih točaka.

Rano otkrivanje štetnih organizama stoga je od presudne važnosti za suzbijanje ili ublažavanje štetnih posljedica nakon njihove gradacije. Iako postoji sustav nadzora štetnih organizama u šumama na razini država (monitoring), na lokalnoj razini ne vodi se posebna briga o tome. Uključivanje stručnog kadra na lokalnoj razini koji ima osnovna saznanja o simptomima prisustva štetnih organizama jedna je od mogućnosti za bržu reakciju na iznenadne gradacije. Sezonski pregled šuma i evaluacija uzoraka te provjera sa znanstvenom ustanovom trebali bi biti temelj kako bi se informacija o pojavi nove štete brzo procesuirala, identificirao problem i odredile mjere suzbijanja. U posljednje se vrijeme uz takav aktivan nadzor sve više primjenjuje i onaj 'pasivni', pri čemu građani izvještavaju o uočenim

simptomima na unaprijed pripremljenim platformama, koristeći pametne telefone i uređaje (*citizen science*). Pokazalo se da se time može značajno povećati vjerojatnost rane detekcije štetnih organizama (Baker i sur., 2018). Druga mogućnost je identifikacija problema kroz aplikacije koje su dostupne široj javnosti i koje javljaju neuobičajene promjene te aktiviraju mehanizam identifikacije štetnog organizma.

Najugroženija područja pod zaštitom, a unutar naše obalne linije, svakako su tršćaci, rogozici i šašici. Uz vrste spomenute u ranijim poglavljima, od iznimne su nam važnosti i suhi travnjaci, koji su zbog promjene načina života ljudi ugroženi i podložni obrastanju u druge vegetacijske formacije (npr. makiju), pa ih je potrebno zaštititi i provesti mjere njege krajobraza u vidu njihovog očuvanja – uklanjanju pojedinih trajnijih i robusnijih biljaka. Radi se, naime, o jednoj od najdinamičnijih i najpromjenjivijih biocenoza na svijetu čija je floristička raznolikost rezultat dugoročnih migracija i prilagodbi vrsta na dramatične promjene kvalitete tla te na promjene klime. Čvrsta je sprega između djelovanja čovjeka u prostoru i širenja područja pod suhim travnjacima, pa se opravdano može govoriti o kulturno-prirodnom nasljeđu, odnosno baštini tradicionalne kulture razvijane dulje od deset tisuća godina. Potrebno je, stoga, sustavno provoditi mjere kako bi se održalo ovo stanište, koje između ostalog pruža utočište i mnogim vrstama orhideja, od kojih su mnoge zaštićene zakonom. Najveća prijetnja i pritisak za ovaj tip zelenog pokrivača uglavnom su modifikacije kultivacijskih praksi – u ovom slučaju, napuštanje ispaše (u nekim drugim područjima intenziviranje poljoprivredne proizvodnje), što neposredno dovodi do zarastanja dugotrajnijim i snažnijim vrstama.

Ekološka obnova predstavlja proces obnove degradiranog, oštećenog ili uništenog obalnog sustava nadoknađivanjem izgubljenih struktura. Pritom treba obuhvatiti funkcionalnu jedinicu ekosustava, odnosno dinamičku zajednicu biljaka, životinja i mikroorganizama u međusobnoj vezi s fizičkim okolišem i klimom. Brojni znanstvenici ističu **obnovu šuma** kao potencijalno najjači i najjeftiniji instrument za skladištenje ugljika. Rezultati istraživanja objavljenog prošle godine na Swiss University ETH

Zurich pokazali su da je pošumljavanje i restauracija daleko najjači instrument za borbu protiv klimatskih promjena (Bastin i sur., 2019). Druga studija analizirala je potencijal skladištenja ugljika te zaključuje da šume koje se sastoje od više vrsta mogu skladištiti dvostruko više ugljika od monokulturnih šuma (Liu i sur., 2018). Na temelju ovih studija preporuke brojnih institucija idu u smjeru poticanja obnove šuma, i to mješovitim vrstama, preferirajući brzorastuće, autohtone vrste, no uzimajući u obzir očekivane promjene klime. Pritom pri odabiru vrsta kao i pri prostornom rasporedu uvijek treba imati na umu rastući rizik od požara.

Renaturiranje predstavlja provedbu ideja zasnovanih na znanjima iz područja primijenjene biologije. Ono znatno pridonosi očuvanju bioraznolikosti, i kao takvo predstavlja kulturni doseg uprave i zajednice koja ga provodi. Renaturiranje se može lakše provesti koristeći skalnu prirodnosti. Napokon, sam uspjeh zahvata može se ocjenjivati ukupnom ocjenom *prirodnosti*. Što je niža ocjena, to je zahvat zahtjevniji: na koji način renaturirati oštećeni ekosustav unutar područja pod dominacijom vrste *Posidonia* koja je ocijenjena najnižim mogućim ocjenama? Dok kopneni prostori zbog nedostatka intaktnih hrastovih šuma na pojedinim područjima mogu dobiti minimalnu ocjenu 3, ona biva ocijenjena još nižom ocjenom. Dakle, prirodnost morskog tla na mjestima s posidonijom veća je od *najprirodnijih* cjelina kopnenog dijela.

Slatkovodne cjeline, posebice močvare i ušća pod visokim su stupnjem ugroženosti, pogotovo u područjima bliže gradovima. Putanje potoka i rijeka uglavnom bivaju regulirane čvrstim barijerama koje ubrzavaju tok vode i samom svojom izgradnjom brišu *prirodnije* i dugoročno stabilnije, šire obale. Umjesto neprobojne barijere koja priječi kontakt između vode i korijena biljaka, potrebno je nakon oslobađanja korita s ciljem renaturiranja potoka osnažiti ga zelenim strukturama koje odgovaraju zoni u kojoj se zahvat obavlja. Tekućicama je općenito potrebno ponovno osiguravanje dovoljno velikog prostora, da bi se uspješno vratila dinamika razvoja njihovog toka, naspram pravocrtnih kanala.

Stvaranje zelenih površina trebalo bi pratiti smjernice ekološke restauracije da bismo bili najbliže pomaganju u obnovi uništenog ekosustava. U ovom slučaju izbjegava se kreiranje monotonih nasada s

malim brojem vrsta radi izloženosti jednakom reagiranju u slučaju bilo kakve nepogode. Obzirom na abiotske faktore i ukupnu sliku postojećeg stanja, planom se predviđa kreiranje tematskih zona, a zatim i lista potrebnih vrsta podijeljenih prema glavnim slojevima vegetacije. Nacrt se razrađuje po fazama, a nastoji se i modelirati na desetogodišnjem ili dvadesetogodišnjem planu. U sve planove treba unijeti očekivanu promjenu klime.

Pojedinačni planovi upravljanja i prilagodbe potrebni su radi jasnijeg razumijevanja slike postojećeg stanja sa svim njegovim atributima. Za holistički pristup, koji je u obalnom području posebno učinkovit, važan alat predstavljaju Geografski informacijski sustavi – GIS te integralni prikaz, kao i prikaz u tematskim slojevima koje GIS omogućava. Planovi upravljanja tako služe i usmjeravanju budućih aktivnosti s ciljem poboljšanja općeg stanja na određenom području i jačanju otpornosti na klimatske promjene.

5.5 Mjere za uski obalni pojas

Posebnu pozornost treba posvetiti prirodnim rješenjima za uski obalni pojas. Ovakve mjere štite obalu tako što:

- ublažavaju valove te u slučaju močvara kod olujnih uspora djeluju kao prepreke i retencijske površine;
- smanjuju stopu erozije putem hvatanja i stabiliziranja obalnih sedimenata te putem nakupljanja organske tvari i ostataka, te podižu razinu morskog dna (u slučaju posidonije) i obalnog tla (u slučaju obalnih močvara).

Iako su erozijski procesi znakovitiji za talijansku, „pješčaniju“ stranu Jadrana, i na hrvatskoj strani potrebno je bolje se pripremiti za ovu pojavu koju nam donosi podizanje razine mora kod niskih obala. Zelena rješenja za uski obalni pojas često uključuju umjetnu dohranu i primjenjuju se s ciljem održavanja dovoljne širine plaže. Isplativost jamči turistička namjena plaže, međutim, nužno je osigurati pravilnu pripremu i provedbu ovakvih intervencija.

U uski obalni pojas pripadaju i područja koja su i bez klimatskih promjena rijetka i ranjiva poput

močvara i ušća. Renaturiranje predstavlja mogućnost za jačanje prirodnih obrana koju za obalna područja treba dodatno istražiti.

5.5.1 Povećanje volumena zelenila uz samu obalu

Povećanje volumena zelenila uz samu obalu jedan je od načina umanjivanja štetnosti utjecaja porasta razine mora. Obalna linija u svom izvornom, netaknutom dijelu sadržava različite prirodne strukture obilježene evolucijski prilagođenim organizmima za život u prilično surovim uvjetima izloženosti insolaciji, vjetru, valovima i posolici (npr. motar, mrižica, tamaris). U užem obalnom pojasu, uz blagodati za mikroklimatske uvjete (umanjivanje temperature te zasjenjivanje), ozbiljno se računa na pomoć zelenog ogrtača u isušivanju, putem evapotranspiracije, jedne od osnovnih osobina biljaka. Kako je prikazano u poglavlju o socijetalnim mjerama, obalni odmak daje priliku za razvoj višeslojnog planiranog zelenog pokrivača kako za sigurnost građana u prvom redu do mora, tako i za današnju korisnu upotrebu lokalnog stanovništva i turista. Razumijevanje ovih razloga od strane lokalne zajednice ključno je za uspostavu zone odmaka. Prisutnost čovjeka u većoj ili manjoj mjeri utječe na promjene unutar ustroja zelenog pokrivača, pa ih u nedostatku njihovih glavnih komponenti čini ranjivijima, odnosno podložnijima daljnjoj degradaciji, pogotovo unutar kompleksne mreže ekosustavnih veza (od kojih nam neke nisu ni poznate). Uklanjanje ili narušavanje jednog dijela ekosustava



Slika 23. Gradnja i učvršćivanje obalnih dina u okolici Ravenne (Bevano Sud, Emilija i Romanja, Italija) (Fotografija: Beatrice Giambastiani)

može se negativno odraziti na druge sastavne dijelove i u konačnici ugroziti funkcioniranje ukupnog ekosustava.

5.5.2 Gradnja i učvršćivanje dina

Erozija dina rezultat je djelovanja vjetra i valova, a može se pogoršati djelovanjem čovjeka, primjerice, sravnjivanjem dina radi izgradnje urbanih naselja, parkirališta, šetnica, itd. To pridonosi manjku plažnog sedimenta potrebnog za prevladavanje razdoblja intenzivnih oluja, budući da dine djeluju kao spremnici pijeska na obali. Osim toga, uklanjanje vegetacije s dina ili nepropisno uređenje pristupa plaži može štetno djelovati na dine.

Gradnja i revitalizacija dina jedna su od najvažnijih tehnika u borbi protiv erozije obale i utjecaja porasta razine mora duž pješčanih plaža, kao i očuvanja funkcija dina, ne samo kao spremnika pijeska, već i kao važnih ekosustava. Gradnja dina obuhvaća gradnju umjetnih dina oponašanjem oblika prirodnih dina, često prema lančanom načinu gradnje. Metode učvršćivanja dina uključuju sadnju vegetacije na površini pješčane dine (s ciljem nakupljanja i zadržavanja pijeska radi stabilizacije i zaštite od oštećenja uslijed oluje); prekrivanje površine dine (prekrivanje površine dine ostacima bilja i granjem radi stabilizacije pijeska, poticanja nakupljanja pijeska i zaštite vegetacije dina); i ograđivanje dina (kako bi se potaknulo taloženje nanesenog sedimenta i stvorila zaštitna barijera koja ublažava udare vjetra i valova).



Slika 24. Primjer tzv. mekog rješenja minimalno invazivnog po prirodni okoliš kojim se olakšava pristup i omogućuje korištenje obale (Fotografija: Gojko Berlengi)

Učvršćivanje dina i tehnike njihove gradnje kombiniraju ciljeve obrane obale s drugim koristima, kao što su očuvanje staništa, bioraznolikost i ekoturizam. Intervencije na dinamika učinkovitije su kada su sadržane u planu revitalizacije ili izgradnje cjelovitog obalnog pojasa.

Gradnja i učvršćivanje obalnih dina u okolici Ravenne prikazana je na platformi znanja o prilagodbi AdriAdapt, kao primjer iz prakse.

5.5.3 Zaštita i revitalizacija obalnih močvarnih područja

Obalna močvarna područja osiguravaju prirodnu obranu od obalnih poplava i olujnih uspora, prvenstveno rasipanjem energije valova. Radi se o jednom od najučinkovitijih prirodnih obalnih staništa kada je riječ o smanjenju visine valova (Seddon i sur., 2020). Stabilizacijom obalnih sedimenata obalna močvarna područja također smanjuju obalnu eroziju, djelujući kao retencijska područja. Zdrava močvarna područja pripadaju u skupinu najučinkovitijih ponora ugljika na planetu, važno su stanište za ptice, školjke i ribe, a značajno doprinose i pročišćavanju vode.

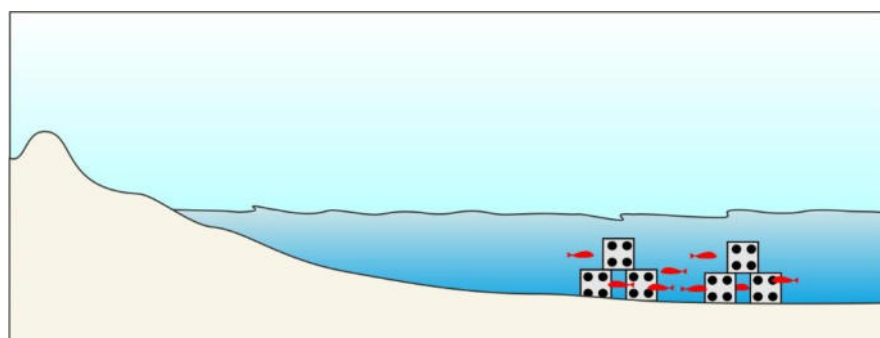
Preostala obalna močvarna područja trebalo bi **zaštititi** od svih vrsta degradacije, posebno ako je poznato da su samo isušivanje i prenamjena u poljoprivredno zemljište površinu močvarnih područja u Europi smanjili za otprilike 60% (EC, 2007). S druge strane, **revitalizacija** već degradiranih obalnih močvara ima za cilj ponovno uspostavljanje prirodnih funkcija degradiranih močvarnih područja. Jedan od načina revitalizacije močvara dodavanje je sedimenta kako bi se zemljište podiglo iznad razine vode i omogućilo kolonizaciju močvarnih biljaka. Drugi način je vraćanje vlažnosti isušanim obalnim močvarama zaustavljanjem

odvodnje i smanjenjem crpljenja podzemne vode (radi se o učinkovitoj tehnici revitalizacije bočatih močvara). Nešto zahtjevnija tehnika u pogledu resursa bilo bi presađivanje vegetacije iz zdravih močvara ili specijaliziranih rasadnika. Organizirano povlačenje obalnih močvara tehnika je postavljanja čvrste linije obrane od poplava na novi položaj, dalje prema unutrašnjosti i/ili na povišene predjele tla, kako bi se omogućilo ponovno nastajanje međuplimnih staništa u prostoru između stare i nove linije obrane. Na taj će način močvara imati funkciju zaštitne zone koja će ublažiti olujne uspare. Organizirano povlačenje također pomaže u vraćanju važnih staništa i očuvanju bioraznolikosti, a može se koristiti i za rekreaciju i ekoturizam.

5.5.4 Umjetni grebeni

Montažni elementi za izgradnju umjetnih grebena izvorno su građeni kako bi se stvorili uvjeti za uzgoj riba u dubljim vodama i kako bi se spriječilo koćarenje. Osim toga, korišteni su u izgradnji obalnih potopljenih valobrana s pukotinama za zaklon riba ili poticanje naseljavanja morskog biljnog i životinjskog svijeta.

S gledišta hidraulike, nema bitne razlike između umjetnih grebena i tradicionalnih stjenovitih struktura, koje odlikuju transparentnost i diskontinuitet, ali uvijek ih treba svrstati u skupinu čvrstih struktura. Umjetni greben lako se i brzo kolonizira, stvarajući svojevrstni živi greben, koji se može koristiti i kao turistička atrakcija. Umjetni grebeni smanjuju energiju valova i time štite plažu od erozije. Smatra se da imaju slabo intruzivno djelovanje i, ovisno o orijentaciji, mogu imati manji utjecaj na obalne procese. U ovom trenutku, provedeno je vrlo malo neovisnih nadzora s ciljem procjene njihove učinkovitosti u zaštiti obale.



Slika 25. Shematski prikaz umjetnog grebena

5.5.5 Odvodnja oborinskih voda s plaže

Odvodnja oborinskih voda s plaže metoda je koja se posljednjih 20 godina primjenjuje u različitim zemljama. Infiltracija vode u zoni svoša vala (engl. swash zone) smanjuje povratno ispiranje, uslijed čega dolazi do premještanja sedimenata daleko od obale. Isušivanje plaže može povećati infiltraciju, a za tu svrhu razvijeni su uređaji koji se koriste u različitim zemljama, s upitnim rezultatima. Prednosti odvodnje čine nulti utjecaj na krajolik te na kvalitetu i korištenje plaže; među nedostatke ubrajaju se troškovi održavanja, umjerena ili upitna učinkovitost – posebno za vrijeme jakih oluja.

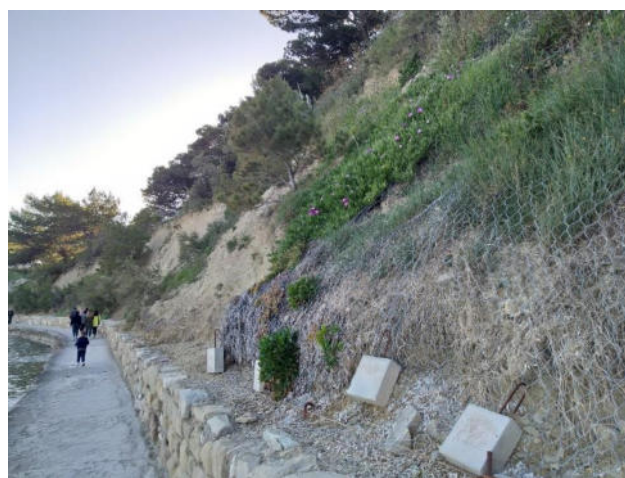
5.5.6 Upravljanje/zaštita stjenovitih obala (i klifova)

Podizanje razine mora i povećanje učestalosti ekstremnih događaja imaju slabiji utjecaj na obalne stijene. Međutim, u upravljanju obalnim područjima ne smijemo zanemariti ovo pitanje, između ostaloga, i zato što je ova vrsta obale izrazito česta duž Jadranskog mora (pogotovo duž njegove istočne obale) i zastupljene su sve njezine tipologije. Klifovi koji se obrušavaju u more (Slika 27A), koje je toliko duboko da valovi ne mogu pronositi sedimente, zbog čega je erozija vrlo spora, neće promijeniti svoju dinamiku uslijed predviđenog podizanja razine mora; što je slučaj na jugu Puglije, na jugu Dubrovačko-neretvanske županije, nekoliko hrvatskih otoka i nekim predjelima Istre.

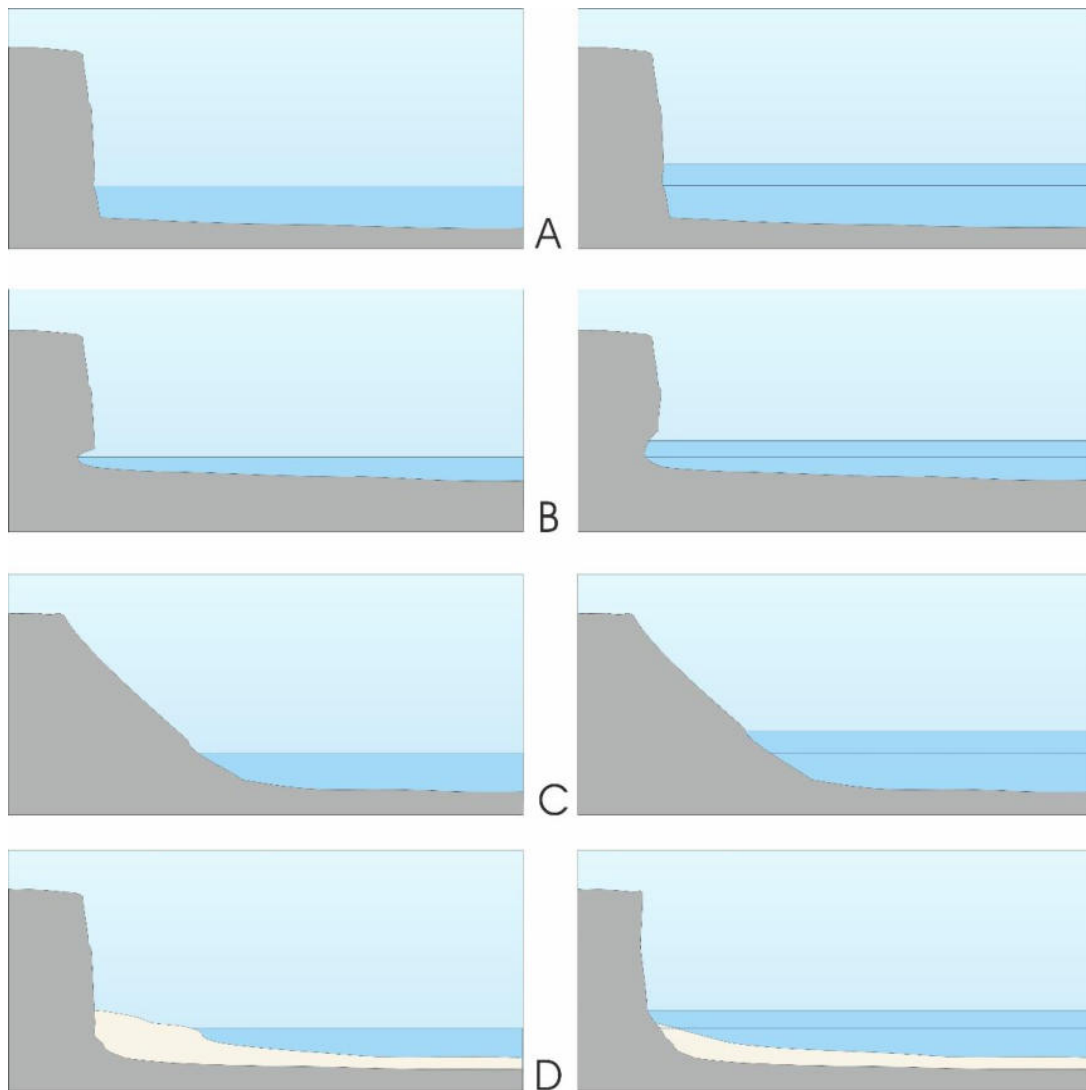
U slučaju prisutnosti platforme (Slika 27B), erozija u podnožju klifa bit će nešto snažnija, potkapina (ako je formirana) će porasti, ali neće doći do značajnijeg povećanja povlačenja klifa. Kod kosih klifova (Slika 27C), na reakciju obale utjecat će profil nagiba, ali ne očekuju se značajne promjene, a trend promjene će regulirati energija valova i trenutna čvrstoća stijene. Kod neaktivnih klifova (Slika 27D), situacija je drugačija jer zbog uloge plaže u zaštiti klifova oni nisu podložni udaru valova; u ovom slučaju, valovi bi mogli doseći padinu stijene, što bi pokrenulo brže promjene i moglo izazvati urušavanje zgrada i objekata smještenih na vrhu.

Tehnike stabilizacije obalnih klifova (kao što su obnova vegetacije i sanacija obalnog pojasa dohrom) predstavljaju „zelene“ mjere za smanjenje erozije obalnih klifova i njezinih posljedica – odronjavanja, urušavanja, padanja kamenja.

S druge strane, postoje brojna kompaktna rješenja za zaštitu stjenovitih obala i klifova, poput postavljanja obalnih zidova, nabačaja, potpornih zidova s različitim elementima postavljenima kod nožice (betonskim zidom, stijenom, gotovim blokovima, gabionskim zidom, itd.), i/ili stabilizacija klifa primjenom svih tradicionalnih i inovativnih metoda geotehnike razvijenima za konsolidaciju (preoblikovanja/profiliranja klifa, drenaže; zatezanja/pričvrščivanja stijena; betonskog zaštitnog zida i kamenih nabačaja; i ojačane geomreže i mat mreže za zaštitu od erozije).



Slika 26. Zaštita obalnog klifa mrežom na plaži Firule u Splitu (Fotografija: Ivan Sekovski)



Slika 27. Evolucija stjenovite obale uslijed podizanja razine mora

5.5.7 Uloga morskih cvjetnica u sprečavanju erozije

U slučaju erozije plaže/obale, važnu zaštitnu ulogu imaju morske cvjetnice. One zadržavaju sedimente, stabiliziraju morsko dno i na taj način sprečavaju eroziju obale. Zadržavanjem sedimenta u morskim cvjetnicama dno postaje povišeno, a valovi se udaljavaju od obale, što će ublažiti eroziju obale tijekom olujnog nevremena. Morske cvjetnice također usporavaju kretanje oceanskih struja između morskog dna i svojih listova. Nedavna ispitivanja pokazala su da je visina valova u predjelima prekrivenima gustim livadama morskih cvjetnica 10-20% niža u usporedbi s golim morskim dnom¹².

Morske cvjetnice također imaju važnu ulogu u ublažavanju klimatskih promjena jer imaju značajan potencijal pohrane ugljika, kako vlastitom biomasom, tako i filtriranjem sitnog organskog materijala iz okolne vode. Na globalnoj razini, livade morske cvjetnice odgovorne su za više od 10% ugljika pohranjenog u oceanu, iako obuhvaćaju tek 0,2% ukupne površine dna svjetskih mora (Fourqurean i sur., 2012).

U Jadranskom moru prisutne su četiri vrste morske cvjetnice, od kojih je najrasprostranjenija *Posidonia*

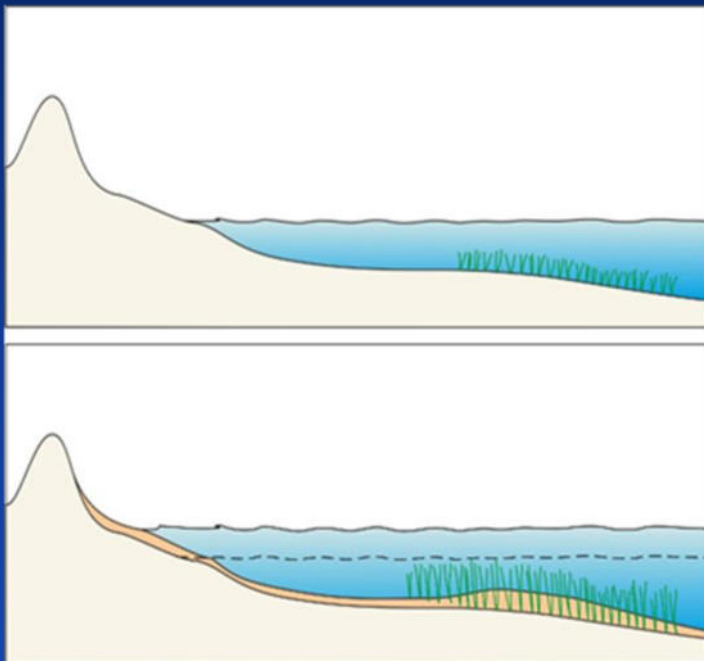
¹² <https://phys.org/news/2016-06-seagrass-crucial-weapon-coastal-erosion.html>

oceanica. Livade posidonije posebno su vrijedna staništa za Jadran, stoga je ključno osigurati njegu i zaštitu. Istovremeno, livade posidonije ugrožene su na područjima izravno izloženima aktivnostima čovjeka poput sidrenja, zagušenja i povećane zamućenosti od građevinskog materijala za izgradnju objekata na obali, eutrofikacije i drugih vrsta onečišćenja; nepropisnog ribolova mrežama potegacima kočarenjem i ribolova drugom opremom koja se povlači po morskom dnu te širenja invazivnih vrsta. Nadalje, posidonija raste vrlo sporo (svega 1 cm na godinu). Zbog sporog rasta, oporavak oštećenih naselja posidonije dugotrajan je proces. Dosad je na Mediteranu provedeno nekoliko projekata sadnje posidonije, s različitim uspjehom. Presađivanje može zahtijevati znatne troškove i mnogo uloženog truda; stoga je zaštita morske cvjetnice daleko isplativija mjera. Važnost zaštite morske cvjetnice prepoznata je na nekoliko razina: posido-

nija je Direktivom o zaštiti prirodnih staništa i mrežom zaštićenih područja Natura 2000 uvrštena u prioritetna staništa. U Hrvatskoj, uspostavljena su područja od posebne važnosti za zaštitu prirode (ASCI) (na temelju Bernske konvencije) koja obuhvaćaju sve vrste morskih cvjetnica, i to u sklopu „Smaragdne mreže“. Osim toga, sve vrste morskih cvjetnica na nacionalnoj razini u Hrvatskoj zaštićene su Zakonom o zaštiti prirode kao strogo zaštićene vrste. Italija je također ratificirala niz međunarodnih propisa (primjerice, Bernsku konvenciju, Direktivu o staništima, Okvirnu direktivu o vodama, Okvirnu direktivu o pomorskoj strategiji) kako bi zaštitila livade posidonije i drugih vrsta morskih cvjetnica.

Zaštita morskih cvjetnica dosad nije bila motivirana njihovom ulogom u zaštiti obale ili pohrani ugljika. Zapravo, radi se o novom izazovu za lokalne i regionalne uprave nadležne za obalu.

Okvir 7. Morska cvjetnica i obalna prilagodba



Livade morskih cvjetnica rasipaju energiju valova i ublažuju nalet valova na obalu; osim toga, staništa su za bogatu zajednicu proizvođača karbonatnog pijeska.

Njihovo korijenje stvara usku mrežu, a njezinim vertikalnim rastom (mogu doseći i nekoliko metara u širinu) nastaje svojevrsni prirodni greben (mat), koji traje dugo nakon odumiranja livada posidonije i štiti obalu.

Livade rastu i podižu razinu morskog dna kako bi nastavile osiguravati svoju zaštitnu funkciju. Zaštita morskih cvjetnica jedna je od najzelenijih strategija za ublažavanje učinaka olujnih valova.

5.6 Obalni vodonosnici – podzemne vode

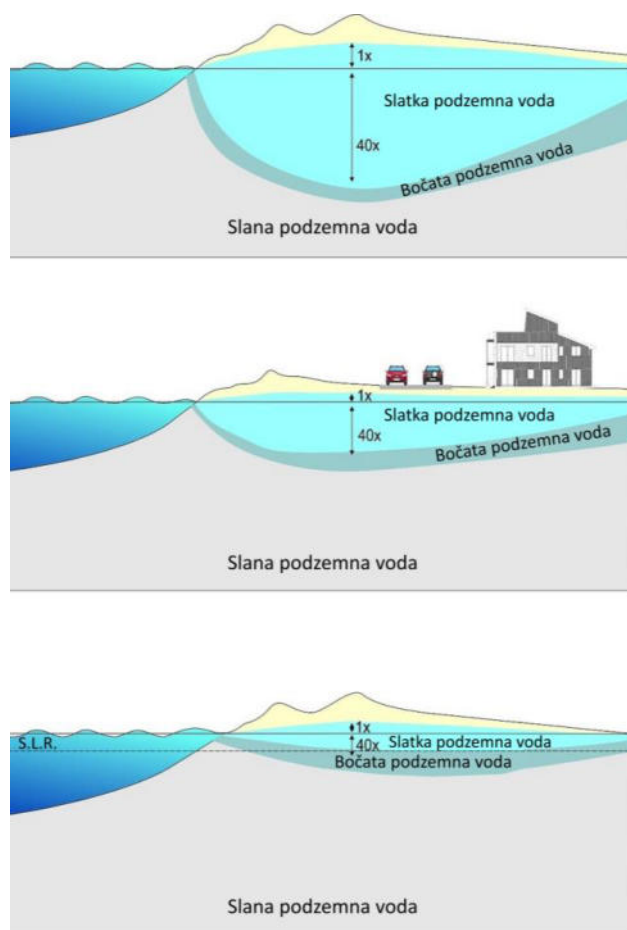
Izuzetno je važno koristiti prirodna rješenja za očuvanje **obalnih vodonosnika (akvifera)**. I tu se situacija razlikuje za različite obale, istočne krške i zapadne pješčane obale.

Kod kamenih krških obala istočne obale Jadrana prevladavaju krški hidrogeološki procesi otjecanja kod kojih je protok podzemne vode iz zaleđa prema moru brz i odvija se kroz brojne pukotine i otvore. Zbog toga se krški vodonosnici tijekom zime (u kišnom periodu godine) brzo pune i potom prazne tako da su do ljeta uglavnom ispražnjeni. Tijekom ljeta kiše je vrlo malo pa su raspoložive količine vode vrlo male, posebno na otocima. Na dijelovima istočne obale, kod kojih se duž obale proteže vodonepropusna flišna barijera, u zaleđu se formiraju značajnije podzemne vode i izvori vode (Ombla, Jadro itd.). Ovi vodonosnici u kontaktu su s morem putem podmorskih i obalnih vrulja te manjih pukotina i otvora. Kontakt je uglavnom točkast. Neposredno uz samu obalu nalaze se lokalni zaobalni vodonosnici koji su u značajno većem kontaktu s morem (točkasto i linijski) i uglavnom su vrlo malog kapaciteta, a zbog miješanja s morem i povećane slanosti, istovremeno su od manjeg značaja za korištenje. Na zapadnoj obali Jadrana hidrogeološki uvjeti su drugačiji te su vodonosnici u kontaktu s morem drugačijih značajki, s pretežito linijskim karakterom kontakta duž pješčanih obala, i većeg kapaciteta.

Zbog različitih gustoća slatke i slane vode, prva pluta iznad druge, a vodonosnik ispod dine za svaku jedinicu iznad razine mora ima približno 40 jedinica ispod razine mora (Ghyben-Herzbergov zakon – Slika 28). Spuštanje dine, ili čak presijecanje prolaza, određuje znatan gubitak vodnog resursa, što je ključno za različite aktivnosti koje se obavljaju duž obale, uz njihove sezonske oscilacije.

Nepropusnost kopnene površine u blizini obale, koja nastaje uslijed urbane ekspanzije, smanjila je infiltraciju vode koja se nizom ispusnih cijevi često usmjerava prema plažama: dokazano je da se radi o jednom od uzroka erozije plaža i dina na urbanim plažama. Porast ekstremnih kiša pospješit će ovaj

proces. Propusno popločavanje cesta, nogostupa, parkirališta i igrališta pogodovalo bi upijanju vode, postojanje vegetacije istu bi pročišćavalo, te uz popratnu korist ponovnog punjenja podzemnih voda. Tokove otjecanja oborinskih voda treba usmjeriti prema novim akumulacijama, pri čemu bi fitoremedijacija mogla pomoći u povećanju zaliha vode za svrhe koje ne uključuju sanitarnu uporabu.



Slika 28. Podizanje razine mora i obalni vodonosnici

Slatka voda pluta iznad slane vode (pri čemu se između njih formira sloj bočate vode) zahvaljujući nižoj specifičnoj težini (gustoći). Ghyben-Herzbergov model prikazuje što se doista događa, uz omjer uzgona 1:40 (na jednu jedinicu vode iznad razine mora dolazi četrdeset jedinica podzemne vode). Spuštanjem dine za jedan metar gubi se 40 metara vode. Isto vrijedi i za podizanje razine mora, koje prijete obalnom slatkovodnom ribljem fondu.

Bude li smanjenje godišnje količine oborina duž mediteranske obale popraćeno ekstremnim događajima, široke i visoke dine, koje odlikuje velika poroznost i propusnost do razine freatika, bit će nalik spužvi koja može apsorbirati velike količine vode i smanjiti plavljenje obalne ravnice na kopnu.

U krškim hidrogeološkim uvjetima koji prevladavaju na istočnoj obali takav učinak vrlo je malen. Prodor morske vode u površinske tokove i vodonosnike dovodi do njihovog zaslanjivanja, što nadalje rezultira zaslanjivanjem tala i problemima u poljoprivredi. U Hrvatskoj, problem zaslanjenosti tla najizrazitiji je:

- u dolini donje Neretve u Dubrovačko-neretvanskoj županiji;
- na području Vranskog polja u Zadarskoj županiji;
- u dolini Mirne u Istarskoj županiji.

Zaslanjenost se prostorno i vremenski mijenja ovisno o promjeni razine mora, udaljenosti od mora, hidrološkom režimu, intenzitetu korištenja vode za navodnjavanje. Monitoringom je utvrđeno da nastavak procesa zaslanjivanja može dovesti do smanjenja prinosa, trajnog gubitka poljoprivrednih površina, a u konačnici i do iseljavanja stanovništva. Rezultat je i promjena staništa, a time i značajki biocenoze – ekosustava. Prognozirano podizanje srednje razine i ekstremnih razina mora će ubrzati navedene negativne procese. Isti negativni učinak imat će i nagla prodiranja mora uzrokovana vremenskim i klimatskim promjenama (niski tlak, visoke plime, olujni uspori). Sve veći problem će biti i prognozirane dulje i veće ljetne suše i time izazvana pojačana eksploatacija slatkih voda te veće temperature zraka i mora/vode i time izazvani brži biokemijski procesi u zemljištu koji uzrokuju postepeno slijeganje tla. Snižavanjem razine tla prostor potencijalno postaje sve ugroženiji od mora i površinskih voda, čime se negativni trend ubrzava.

6 Sive mjere

Obalna infrastruktura mora na primjeren način osiguravati svoje primarne i sekundarne funkcije tijekom razumnog vijeka trajanja i uz razumne troškove. Klimatske promjene utjecat će na funkcionalnu i strukturnu adekvatnost takve infrastrukture, trajnost i troškove održavanja postojećih konstrukcija, kao i na projektiranje novih konstrukcija. Zbog plavljenja i erozije uzrokovanih klimatskim promjenama, konstrukcije treba prilagoditi novim uvjetima rada, a nove treba planirati i projektirati prema novim uvjetima, kako bi se ispunili ciljevi njihove izgradnje i postigli željeni kriteriji.

Sive mjere prilagodbe odnose se na tehnološka i inženjerska rješenja za poboljšanje prilagodbe teritorija, infrastrukture i čovjeka na utjecaje klimatskih promjena. U obalnim gradovima s umjetnom obalom, odgovor na podizanje razine mora i oluje na moru primjenom inženjerskih rješenja često će biti odabir koji može blokirati širenje mora prema kopnu. Tehnološka i inženjerska rješenja neophodna su za zaštitu i prilagodbu obalne crte. Međutim, inženjerska rješenja potrebna su čak i kada se odlučimo za mjeru povlačenja ili prilagodbe temeljene na ekosustavu, jer postojeće obalne konstrukcije ne bi trebalo napustiti, već zbrinuti. Primjeri sivih mjera uključuju mjere za zaštitu obale, mjere zaštite od poplava, podizanje i proširenje obalnog tla, prilagodbu komunalne obalne infrastrukture i druga tehnološka i inženjerska rješenja s ciljem osiguravanja otpornosti urbaniziranih obala.

6.1 Obalne poplave i mjere zaštite

Određena područja, posebno na sjevernoj obali Jadrana, nalaze se ispod razine mora i zaštićena su obalnim zidovima/nasipima. Međutim, prilikom planiranja zaštite obalnih područja od poplava nije dovoljno uzeti u obzir samo porast razine mora. Ekstremni vremenski događaji, poput olujnih uspora i jakih kiša stvaraju dodatne probleme urbaniziranim obalama. Kad uzmemo u obzir plimu, niski tlak zraka, vjetar, valove, olujne uspore, uz bujične

vode, može doći do dramatičnih promjena plavljenja u odnosu na samo podizanje razine mora. Sve to treba uzeti u obzir prilikom planiranja zaštite obalnih područja od poplava.

Visoke razine mora ne uzrokuju samo plavljenje obalne crte i objekata na njoj, nego negativno utječu i na sustav odvodnje vode iz zaleđa i s time povezanog plavljenja. Trajanje obalnih poplava je kratko, ali zato nastupa brzo. Obično se javljaju kod visoke plime uzrokovane niskim tlakom i uz jak vjetar koji puše prema obali. Djelovanjem klimatskih promjena, poplave bi mogle postati sve češće i sve većih razmjera, a štete su najveće kad dođe do interakcije visokih razina mora i intenzivnih oborina, kao i porasta razine podzemnih voda i otjecanja površinskih voda prema obali. Visoka razina mora uz jak vjetar prema obali uzrokuje sve dublje zapljuskivanje obale, a time i štetu na obalnim objektima. Ovakvo stanje pojačava eroziju obale, zbog čega su niske obale još ugroženije jer može doći do podlokavanja, a time i klizanja objekata prema moru, odnosno njihovog urušavanja. Valobrani i obalni nasipi mogu zaustaviti djelovanje valova na obalu, ali ne i porast razine mora i utjecaj vjetra na zapljuskivanje obale morskom vodom.

Neke od mogućnosti zaštite od poplave koje su nedavno došle u središte pozornosti upravo su zapornice za obranu od olujnih uspora i protupoplavne barijere. Riječ je o fiksnim instalacijama koje omogućuju prolazak vode u normalnim uvjetima i imaju zapornice ili pregrade koje se mogu zatvoriti u slučaju olujnih uspora ili visokih plima s ciljem sprečavanja poplave. Izgrađene su radi zaštite urbanih područja i infrastrukture u područjima u kojima bi olujni uspori i poplave s mora mogli imati značajan utjecaj. Zbog troškova koje zahtijevaju i potencijalnih utjecaja, zapornice za obranu od olujnih uspora/protupoplavne barijere relativno su rijetke. Na Jadranu, najpoznatiji primjer čine protupoplavne barijere u Veneciji (sustav „Mose“) koje čine najveću konstrukciju ovog tipa, ali i mobilne barijere „Porte Vincipiane“ na obalnom području Cesenatica. Na hrvatskoj obali takve mjere trenutno ne postoje, uglavnom zbog različitih geoloških karakteristika

tla, odnosno bitno manjeg slijeganja tla, pa time i bitno manjih poplava s mora.

Plavljenje obale složen je problem, posebno kad se uzme u obzir i utjecaj voda s kopna, tako da se mora integralno sagledavati i rješavati. Nema mnogo jasnih pravila i smjernica. Jedno od jasnih pravila koje se moraju primijeniti zaštita je od stogodišnjih velikih voda mora. Međutim, što je točno stogodišnje veliko more ili stogodišnja velika voda koja dotječe s kopna prema obali te koji je međusobni odnos ovih dvaju veličina – uglavnom je nepoznato i teško pouzdano izračunati. Ova problematika uglavnom je lokalno neistražena i stoga nije toliko poznata. Uz proračun stogodišnje razine mora, potrebno je izračunati i lokalnu stogodišnju visinu udara mora i valova. To je složen i skup zadatak. Naime, podizanjem srednje razine mora mijenjaju se i uvjeti za nastajanje valova te je iste teško prognozirati.

Nema jasnih smjernica, a kao siva rješenja uglavnom se koriste:

- izgradnja čvrstih zaštitnih konstrukcija oko područja koje se štiti uz izvedbu sustava odvodnje;
- podizanje razine obala i visine građevina uz obalu kroz izmjenu urbanističkih planova i ostale dokumentacije; te
- stabilizacija obalnih građevina (dublje temeljenje i slično).

Općenito, nužna je primjena cijelog niza mjera te dugotrajan i uporan rad kako bi se umanjile opasnosti i štete. Zaštita niskih obala od poplava mora se integralno rješavati, zajedno s odvodnjom površinskih voda koje teku prema obali, s obzirom na to da će osnovna razina biti viša od sadašnje, uključujući razinu podzemnih voda.

Uzimajući u obzir da se brojna urbana područja nalaze na niskim obalama i aluvijalnim ravninama, potrebni su viši nasipi i obalni zidovi, ali treba imati na umu da će oni istovremeno snažno utjecati na krajobraz, ograničavanje pristupa i ometanje pogleda na more. Budući da će u službi svoje glavne funkcije biti u pogonu nekoliko dana u godini, njihova upotreba mogla bi se usmjeriti na višenamjensku funkciju: šetališta, stube, platforme, molovi. Ispiranje će se spriječiti konkavnim profilom i sustavom odvodnje koji će preusmjeriti vodu nazad u

more. Potrebno je primijeniti tehnike otpornosti na poplave kako bi se smanjila oštećenja konstrukcija koja nastaju zbog plavljenja. *Pretpostavlja se da su povećani troškovi jačanja otpornosti na utjecaj poplava na novim građevinama značajni u usporedbi s ukupnim troškovima ponovne gradnje* (Kirshen i sur., 2008). Konačno, zelena i plava rješenja vrlo su poželjna na obalnim urbanim područjima, posebno za pitanja vezana za vode, jer mogu poslužiti u situacijama od infiltracije do otjecanja voda, ovisno o lokalnim uvjetima i potrebama (vidi poglavlje 5).

6.2 Građevine za zaštitu i obranu obale

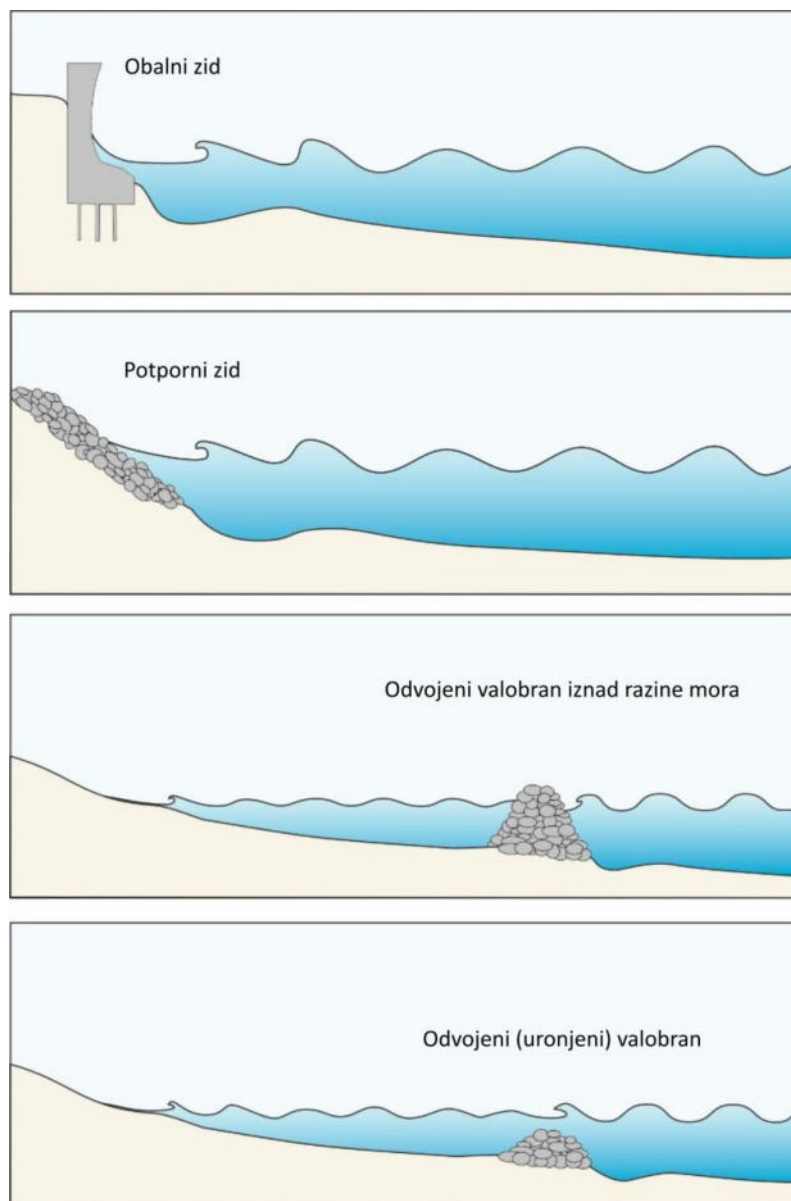
Građevine za zaštitu i obranu obale široko su rasprostranjene duž zapadne obale Jadrana, ali u posljednje vrijeme sve se češće pojavljuju i oko istočnojadranske obale. Takve su konstrukcije osigurale egzistenciju milijunima ljudi koji žive na obali, kao i održavanje kanala komunikacije i zaštitu od poplave velikih poljoprivrednih površina, u doba kada vrijednost obale sa stajališta ekologije i turizma nije bila prepoznata. Otkako je plažni turizam doživio procvat, obalna područja počela su se smatrati 'zlatnom kokom', primjena određenih konstrukcija naglo je porasla, da bi na kraju počeli izlaziti na vidjelo svi njihovi negativni utjecaji. Svaka plaža je drugačija, a rješenja moraju biti prilagođena lokaciji, uzimajući u obzir morfologiju, sedimentologiju, energiju valova, kulturne, društvene i gospodarske prilike. Međutim, duga povijest zaštite obale duž mediteranske obale i raznolikost primijenjenih rješenja, kao i iskustva pojedinih zemalja (koje su imale tu nesreću da se prve moraju suočiti s ovom vrstom problema) izvrsna su prilika da se izvuku pouke iz dosadašnjih uspjeha i pogrešaka.

Imajući u vidu predstojeće podizanje razine mora, za očekivati je da će se i dalje graditi čvrste zaštitne konstrukcije, barem u gusto naseljenim obalnim gradovima. Stoga je važno da donositelji odluka postanu svjesni načina na koji te konstrukcije funkcioniraju, sa svim pozitivnim i negativnim učincima koji su se pojavili tijekom desetljeća ili čak stoljeća njihove primjene. Bez obzira na različitost njihovog oblika, položaja i načina rada, zajedničko im je sljedeće:

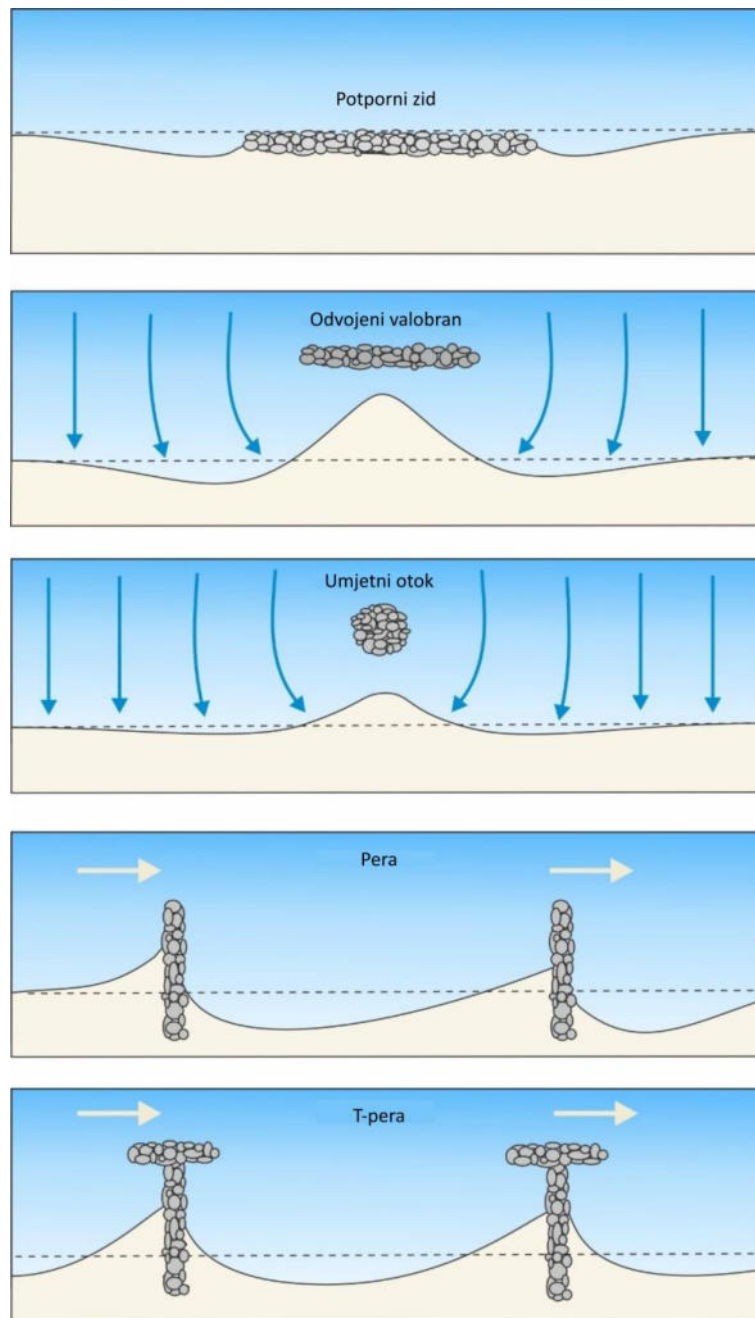
- snažno smanjuju otpornost obale kada su građeni na netaknutoj obali;
- obalne zajednice podijeljene su u procjeni njihove prihvatljivosti za okoliš te pristup i korištenje plaže i mora. Jedinstvena strategija za rješavanje pitanja obalnih poplava i erozije, u okviru izazova klimatskih promjena, mora se temeljiti na zajedničkim ciljevima, zajedničkim protokolima i zajedničkim participativnim procesima, a mora snažno uzeti u obzir ekološke, društvene i ekonomske razlike različitih obalnih područja.

Klimatski scenariji porasta razine mora i ekstremnih vremenskih uvjeta mogu dovesti do preispitivanja sigurnosnih zahtjeva i izgradnje novih, odnosno povišenje, ojačanje i preoblikovanje postojećih konstrukcija za zaštitu obale.

Sve gore navedeno relevantnije je za zapadnu obalu Jadrana, koju odlikuje plitko more i duge, niske pješčane obale. U izgrađenim područjima istočne obale češći su obalni zidovi različite namjene i izvedbe, kao i valobrani koji štite luke i lučke objekte od snažne energije valova. Međutim, neke od zaštitnih građevina sve se češće pojavljuju na pojedinim lokacijama radi zaštite novonastalih plaža.



Slika 29. Nekoliko primjera tradicionalne zaštite obala



Slika 30. Prikaz nekih od konstrukcija za zaštitu obale i odgovarajući odgovor na dinamiku plaže

6.2.1 Obalni zidovi, zidići i slične konstrukcije (kamena nabačaji (ripraps), potporni zidovi, nasipni lukobrani)

Obalni zidovi su konstrukcije od čvrstog materijala (npr. kamena, betona, zidanog ispuna i sl.), izgrađene s ciljem zaštite kopnenog područja od djelovanja valova i umanjivanja obalne erozije. Obalni zidovi također služe za stabilizaciju klifova (obalnih strmaca) koji erodiraju, kao i za zaštitu obalnih prometnica i naselja. Grade se paralelno s obalom na

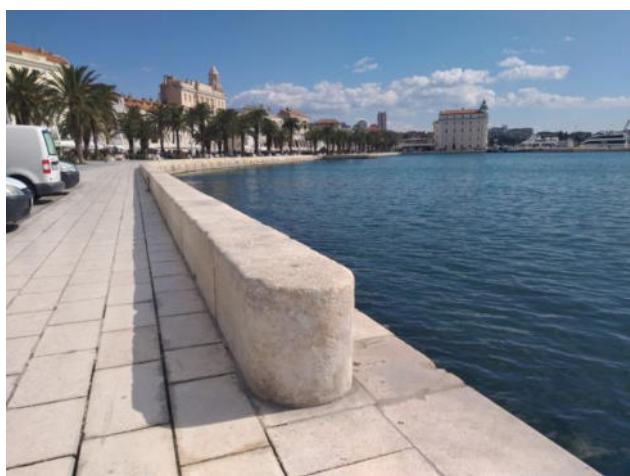
prijelazu između plaža i kopna ili između plaža i dina (sipina).

Obalni zidovi najčešće su masivne građevine, često konkavne i dovoljno visoke da zaštite kopno od prelijevanja valova, hrapave površine da bi smanjile brzinu povratnog ispiranja. Ponekad se također koristi stepenasti profil radi smanjenja brzine povratnog ispiranja, ali i radi funkcije sunčališta, obalne šetnice ili biciklističke staze. Primjerice, biciklistička staza u Pedasu (Marche) izgrađena je na potpornom zidu koji štiti željezničku prugu.



Slika 31. Obalni zid između Miramarea i Trsta
(Fotografija: Enzo Pranzini)

Na obalne zidove moguće je naići u gotovo svakoj zemlji duž jadranske obale, ali su njihova visina i proširenja općenito ograničeni zbog slabije energije valova u Jadranskom moru. Venecijanski Murazzi, koji su danas kompleksne konstrukcije ispred kojih se nalazi plaža, smatrali su se remek-djelom tradicionalnog znanja obalnog inženjerstva. U većini slučajeva na jadranskoj obali radi se o manjim potpornim zidovima izgrađenima s ciljem zaštite prometnica ili kuća u blizini mora. U obalnim naseljima i gradovima smještenim unutar zaljeva nailazimo na **obalne zidice**, često na hrvatskoj strani Jadrana. To su strukture s funkcijom valobrana, nešto niže od „klasičnih“ obalnih zidova. Izgrađene su zato da služe kao zaštita za kuće, šetnice i prometnice, a u nekim slučajevima, i kao pristaništa za manje brodove.



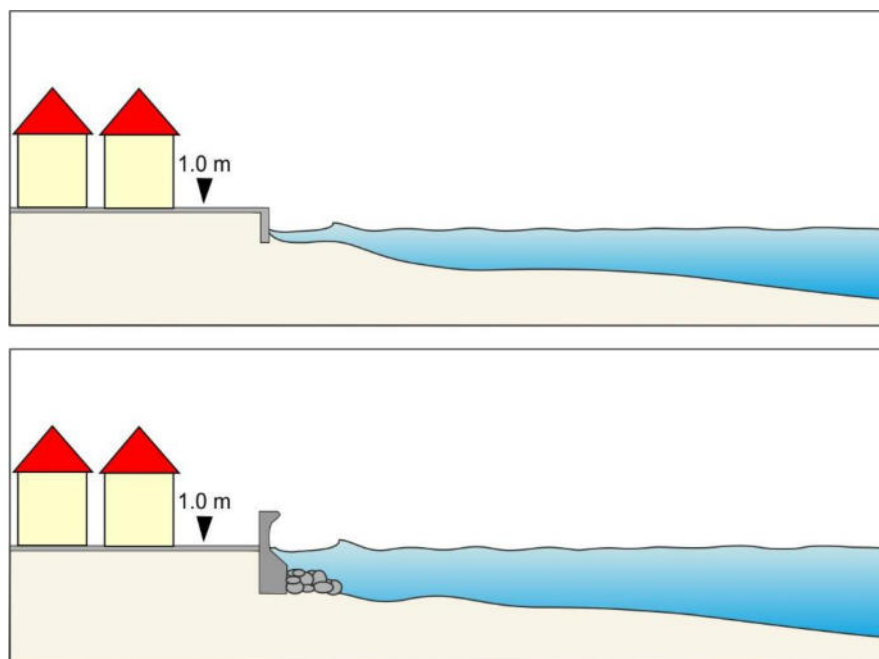
Slika 32. Obalni zid na rivi u Splitu, Hrvatska
(Fotografija: Ivan Sekovski)

Troškovi izgradnje obalnih zidova mogu biti visoki, ali ove konstrukcije najčešće ne zahtijevaju velike intervencije održavanja. Troškovi izgradnje razlikuju se ovisno o obliku konstrukcije obalnog zida, ali isto tako i o vrsti konstrukcije, dimenzijama, dostupnosti i blizini građevinskog materijala, očekivanim stopama erozije u budućnosti i valnom opterećenju te objektima kao što su šetnice, stepenice ili navozi.

Obalni zidovi i zidići često ometaju prirodne procese, kao što je migracija organizama u zoni plime i oseke, uzrokujući smanjenje staništa u međuplimnoj zoni. Iako sprečavaju eroziju dina (sipina) i njihovog zaleđa, vertikalni obalni zidovi često odbijaju energiju valova umjesto da je rasipaju, što obalu ispred njih čini podložnom eroziji. Stoga se brojni obalni zidovi odnedavno izvode na način da imaju i nagib. Budući da obalne zidove redovito zapljuskuju valovi (tijekom olujnog nevremena), voda može isprati zemlju ili pijesak koji pridržava zid i oslabiti ga. Također, kontinuiranom erozijom potkopava se podnožje konstrukcije i ugrožava njezina stabilnost.

Obalne zidove i zidiće odlikuju brojne koristi. Zauzimaju manje prostora od ostalih konstrukcija za zaštitu obale, primjerice, nasipa. Iz perspektive prilagodbe na klimatske promjene, prednost obalnih zidova je mogućnost postupne nadogradnje, i to povećavanjem visine konstrukcije kao odgovor na podizanje razine mora. Važno je, međutim, osigurati da nadogradnja obalnog zida ne ugrožava integritet konstrukcije. Visoka razina sigurnosti koju pruža obalni zid/zidica može doprinijeti razvoju zaleđa. Vrh obalnog zida često se proteže uz predjele obalne crte prekrivene kamenom, osiguravajući time i druge funkcije, npr. cestu, šetnicu ili parkiralište.

Što se tiče spomenutog utjecaja na staništa u međuplimnoj zoni, odnedavno se proizvode i postavljaju hrapavi i šuplji montažni blokovi koji pogoduju pričvršćivanju morskih biljaka i životinja.



Slika 33. Novi obalni zid, čija visina ovisi o lokalnim uvjetima

6.2.2 Odvojeni valobrani (iznad i ispod razine mora)

Odvojeni valobrani najčešće su zaštitne konstrukcije duž jadranske obale, ali gotovo isključivo na talijanskoj strani. U nekim su dijelovima Italije odvojeni valobrani prilično česti: primjerice, na sjeveru kod Porto Garibaldija (Emilia Romagna) 74 odvojena valobrana nanizana su na 9 kilometara

obale, dok između Porto San Giorgio i Casabianca (Marche) 61 element štiti 5,5 kilometara plaža, a apsolutni rekord nalazi se u Pescari (Abruzzo), u kojoj 243 lukobrana pokrivaju više od 23 kilometra obale.



Slika 34. Valobrani na plaži Torre Mucchia, Italija (Fotografija: Enzo Pranzini)

S obzirom na posljedični slabiji protok vode, valobrani ponekad dovode do slabije kvalitete morske vode. Novoizgrađeni valobrani odnedavno se postavljaju ispod razine mora (potopljeni valobrani) kako bi se smanjio njihov utjecaj na vizuru krajolika i poboljšala kvaliteta morske vode. Nadalje, more prodire kroz prostore među pukotinama između valobrana, što može potaknuti nastajanje jakih struja koje čak mogu dovesti do ljudskih žrtava, iako kupači i ronionci često misle da je mediteranska obala posve sigurna. Utjecaj na krajolik još je jedna negativna strana valobrana.

U svakom slučaju, morska struja u priobalju prolazi između plaže i odvojenih valobrana, što može dovesti do pronosa pijeska izvan zaštićenog područja. Iz tog se razloga često postavljaju i uronjena pera, s ciljem smanjenja utjecaja morskih struja. Na toj se postavci, na primjer, temelji 8 kilometara duga zaštitna konstrukcija kod Pellestrine (Veneto) koju odlikuju pera s potopljenim nastavkom na svakih 550 metara.

I valobrani iznad površine i uronjeni valobrani mogu biti prirodno stjenoviti, izrađeni od betonskih elemenata ili geotekstila. Veće betonske strukture mogu se u urbanim sredinama povezati molovima s kopnom i prenamijeniti u šetnice ili platforme za sunčanje. Smanjena energija valova nakon prolaska kroz valobran i pronos sedimenta potaknut difrakcijom valova na vrhovima valobrana mogu potaknuti stvaranje izbočina. Kod izduljenih struktura ili struktura u blizini obale uočava se stvaranje takvih izbočina i njihovo pretvaranje u tombolo, tj. pješčanu prevlaku koja spaja valobran s kopnom.

6.2.3 Pera (iznad i ispod razine mora)

Pero je konstrukcija za zaštitu obale izgrađena okomito na obalnu liniju kako bi se smanjio pronos plažnog materijala i kako bi se zadržao sediment. Budući da pera uzrokuju širenje plaže uzvodno, a potiču eroziju nizvodno, uslijed tog domino-efekta pera je često potrebno graditi u nizovima koji djeluju sinergijski s ciljem zaštite plaže („sustav pera“). Što je niz pera duž priobalja dulji, to su pera učinkovitija; u slučaju da sedimenti koji se kreću duž obale prijeđu zaštitnu liniju, gotovo će svi ostati zahvaćeni. U slučaju postavljanja pera, poželjno je tome dodati aktivnosti dohranjivanja plaže, kako bi se postigao maksimum pozitivnih učinaka.

Pera se češće postavljaju na zapadnoj nego na istočnoj obali Jadranskog mora, iako su se u Hrvatskoj počela postavljati odnedavno. Pera su među najpopularnijim obalnim zaštitnim građevinama među dionicima, jer ne ometaju ribolov i sunčanje. Takve se funkcije mogu unaprijediti postavljanjem šetnice na vrhu, koja se može ograditi zaštitnom ogradom ili kamenim oblogama (primjerice, Cavallino, Veneto i Pescara, Abruzzo), a i manjim platformama na vrhu. Ipak, prilikom postavljanja pera, osobito onih većih, potreban je oprez, jer imaju dugoročan i često nedovoljno jasan utjecaj na obalne procese.

Noviju alternativu klasičnim perima predstavljaju uronjena pera koja imaju manji utjecaj na krajolik i ne ometaju prijenos sedimenta nakon formiranja rampe. Ti se sedimenti talože nizvodno, jer se brzina morske struje smanjuje nakon protjecanja preko krune pera. Duž obale Jadranskog mora nije se pribjeglo takvom rješenju, već su dodani uronjeni segmenti kao produžetak tradicionalnih pera, primjerice južno od Eraclea Mare na jugu. Često dopiru do uronjenog valobrana ili valobrana na površini, uslijed čega nastaje svojevrsni „sliv“. Neki od primjera su Pellestrina (Veneto), Punta Marina (Emilia Romagna) i Fano (Marche).

Lukobrani sami po sebi ne predstavljaju mjere prilagodbe, već se mogu kombinirati s obalnim zidovima ili drugom čvrstom obalnom infrastrukturom. Premda zaštita obale najčešće nije njihova glavna funkcija, utječu na pronos sedimenta u priobalju, kao i na ekološke procese: što je lukobran dulji, snažnije utječe na susjedna područja.



Slika 35. Obalna pera u Misano, Italija (gore) i Supetru, Hrvatska (dolje) (Fotografije: Enzo Pranzini i Ivan Sekovski)

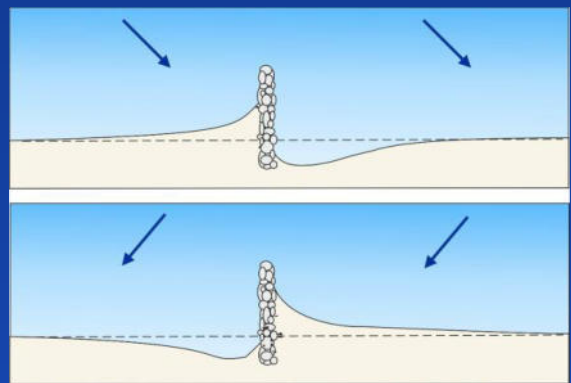
6.2.4 Dohranjivanje plaže

Dohranjivanje plaže umjetno je postavljanje pijeska/šljunka na erodiranu obalu kako bi se materijal zadržao na obali, ublažile posljedice erozije, a područje zaštitilo od olujnih uspora. Nadalje, cilj dohranjivanja najčešće je održavanje ili proširenje plaže u turističke i rekreacijske svrhe (za više pojedinosti, v. poglavlje 6.3).

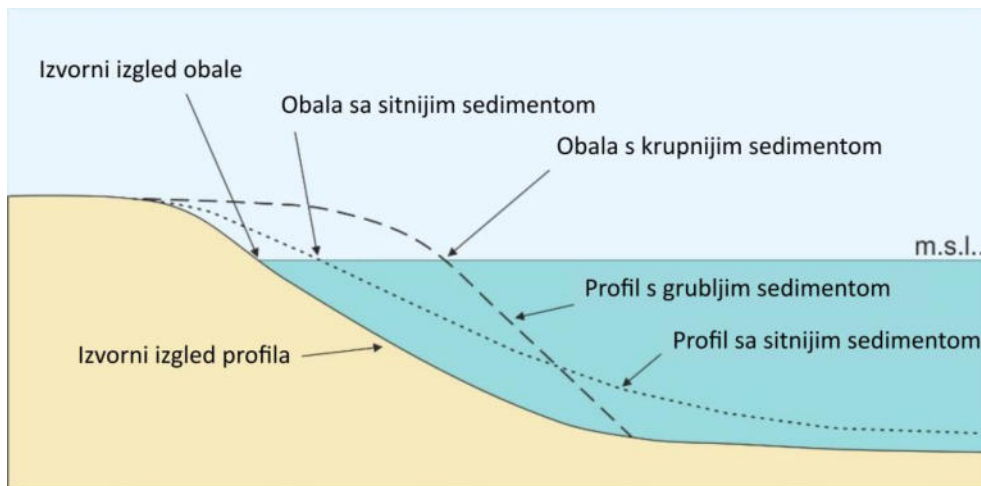
Aktivnosti dohranjivanja potrebno je pažljivo planirati. Plažni materijal koji će se nasipavati trebao bi, s obzirom na većinu svojih karakteristika (boja, mineralni sastav, veličina zrna i sl.), odgovarati lokalnim prirodnim značajkama obale. Očekuje se da sedimenti s jednakom raspodjelom veličine zrna, mineralnog sastava, boje itd. koje odgovaraju izvornom sedimentu neće promijeniti kvalitetu plaže jer se materijal na isti način širi od obale i zadržava isti

Okvir 8. Inverzija dužobalnog prijenosa sedimenata uslijed rotacije vjetrova i valova

Klimatske promjene nisu samo povišenje temperature, promjena oborinskog režima i podizanje razine mora; mijenjaju se i smjer i intenzitet vjetrova, dolazi do inverzije dužobalnog prijenosa; a neki znakovi toga već su vidljivi. Sve se obalne konstrukcije mogu modificirati, a učinak obalnih zaštitnih konstrukcija može se smanjiti, povećati, pa čak i obrnuti. Iz tog razloga, nove konstrukcije za zaštitu obala moraju biti vrlo fleksibilne i prilagodljive nadolazećim uvjetima. Problem neće biti toliko prisutan u nizovima pera, ali će se pojavljivati kod izduljenih pojedinačnih konstrukcija. Isto bi se moglo dogoditi i uzvodno i nizvodno od lukobrana i luka.



nagib. U slučaju plaža dohranjenih sitnijim sedimentima od izvornog, najveći dio pijeska taložiti će se uz obalu, a koristi za suhi dio plaže bit će ograničene. U slučaju dostupnosti takvog sitnijeg materijala, povećana disperzija materijala u priobalnom moru nadoknađuje se češćim ispunama, što je relevantnije za talijansku stranu Jadrana, s obzirom na tip tamošnjih plaža. Ovakav postupak potrebno je provoditi pažljivo, s obzirom na to da sitniji sedimenti mogu dovesti do zagušenja morskih staništa nanosima i do povećane замуćenosti. Međutim, neće se sav materijal odložiti uz samu obalu; dio će otplutati i „hraniti“ susjedne plaže. S druge strane, krupniji sedimenti stabilniji su u srazu s energijom velikih valova i stvaraju strmiji nagib, tako da će veći dio ispunne ostati na kopnu. Ovdje također treba uzeti u obzir određene specifičnosti zbog potencijalnih utjecaja na obalni i morski okoliš.



Slika 36. Profil plaže nakon dohranjivanja

Na zapadnoj strani Jadranskog mora, koju odlikuju duge pješčane plaže i visoka stopa erozije, moguće je realizirati velike projekte, koristeći pijesak i/ili šljunak, budući da su oba materijala tamo dostupna. U regiji Marche, značajan dio dohranjivanja obavlja se pomoću šljunka, dok se u regijama Abruzzo, Emilia Romagna i Veneto u većini slučajeva postavlja pijesak.

Na istočnoj strani Jadrana, plaže su manje, njihovo povlačenje je sporije, a prikladan morski sediment zbog prirodno manjeg donosa materijala rijekama u more nije dostupan. U tim se predjelima najčešće rabi šljunak, također i zato što je sličniji izvornom sedimentu na plaži.

Dohranjivanje plaže najčešće je potrebno provoditi redovito. Porast razine mora i ekstremni vremenski događaji mogu dovesti do kraćeg očekivanog trajanja projekta dohrane.

Kod dohranjivanja plaža postoje određeni ograničavajući čimbenici i čimbenici uspjeha.

Ograničavajući čimbenici:

- Dohranjivanje plaže može imati različite utjecaje na morske ekosustave, uzrokovati modifikacije zajednica organizama koji ih nastanjuju, od manjih intersticijskih do većih pokretnih organizama na različitim trofičkim razinama. Negativni utjecaji na bentoske (makrobentos, meiobentos i mikrobentos) organizme mogu se manifestirati kao značajne promjene u sastavu zajednice, brojnosti vrsta i biološkoj raznolikosti. Štoviše, izravni i neizravni utjecaji dohranjivanja utječu i na

komercijalne vrste (poput školjkaša, rakova, spužvi, pridnenih riba, itd.).

- Može doći do zatrpavanja biote i gubitka staništa na obližnjim pješčanim sprudovima i morskome dnu. Potrebno je paziti i na sitnije sedimente zbog zamućenja vodenog stupca i zagušenja: začepljenje ribljih škrga, štetne utjecaje na ličinke planktona, mekušce itd. Prema nekim istraživanjima, značajne štetne utjecaje imaju primjese čestica manjih od 0,063 mm koje plutaju i pokrivaju široko područje oko plaže.
- Aktivnosti dohranjivanja potrebno je ograničiti u područjima u kojima mogu imati ozbiljan utjecaj na zaštićene vrste (primjerice, *Pinna nobilis*) i važna morska staništa (primjerice, livade vrste *Posidonia oceanica*).
- Odabir odgovarajućeg vremenskog termina dohranjivanja također je važan – dohranjivanje se uobičajeno provodi u proljeće, nakon zimskih oluja (koje erodiraju plažu), a prije ljeta.
- Budući da se radi o kontinuiranom procesu, dohranjivanje s vremenom dovodi do većih troškova i ponavljajućih poremećaja ekosustava.
- Pronalazak izvorišta s dostatnom količinom i kvalitetom materijala može predstavljati izazov. Materijal kojim se dohranjuje plaža trebao bi se podudarati s izvornim materijalom u pogledu veličine, boje i mineralnog sastava.
- Dostupnost sedimenata može predstavljati problem u slučaju porasta potražnje za projektima dohranjivanja plaža. Resursi odobalnih nanosa pijeska mogu biti ograničeni,

a to je, primjerice, posebice slučaj s istočne strane Jadranskog mora. Dohranjivanje plaže dugoročno mora biti integrirano u širi pristup, primjerice, u organizirano povlačenje, definiranje obalnog odmaka, ponovno planiranje i zoniranje obalnih područja, itd., te ne smije biti zlorabljivo.

Čimbenici uspjeha:

- Dohranjivanje plaže fleksibilna je i brza metoda zaštite od erozije u usporedbi sa čvrstim konstrukcijama te se lako prilagođava promjenjivim uvjetima.
- Radi se o mjeri čija priprema ne iziskuje značajna ulaganja, jer se najčešće ne uzimaju u obzir dugoročni kriteriji planiranja (za razliku od postavljanja čvrstih konstrukcija): ako se uvjeti pogoršaju, pristupa se dodatnom dohranjivanju.
- Može služiti kao dopuna drugih sivi mjera, kao što su obalni zidovi ili pera, i zelenih mjera, kao što je ojačanje dina. Izgradnja/ojačanje dina može djelovati čak i kao spremnik pijeska, čime se poboljšava učinkovitost dohranjivanja plaže.
- Uz zaštitu od poplave i erozije, dohranjivanje plaže donosi koristi za obalni turizam i rekreacijske aktivnosti.
- U nekim slučajevima, kod dohranjivanja plaže može se rabiti materijal izvađen za neku drugu svrhu, što omogućuje ponovnu uporabu materijala. U tom slučaju, potreban je poseban oprez, jer je upotreba takvog materijala relativno česta radi smanjenja troškova, no takav materijal često zna biti onečišćen ili na neki drugi način neadekvatan za dohranu.

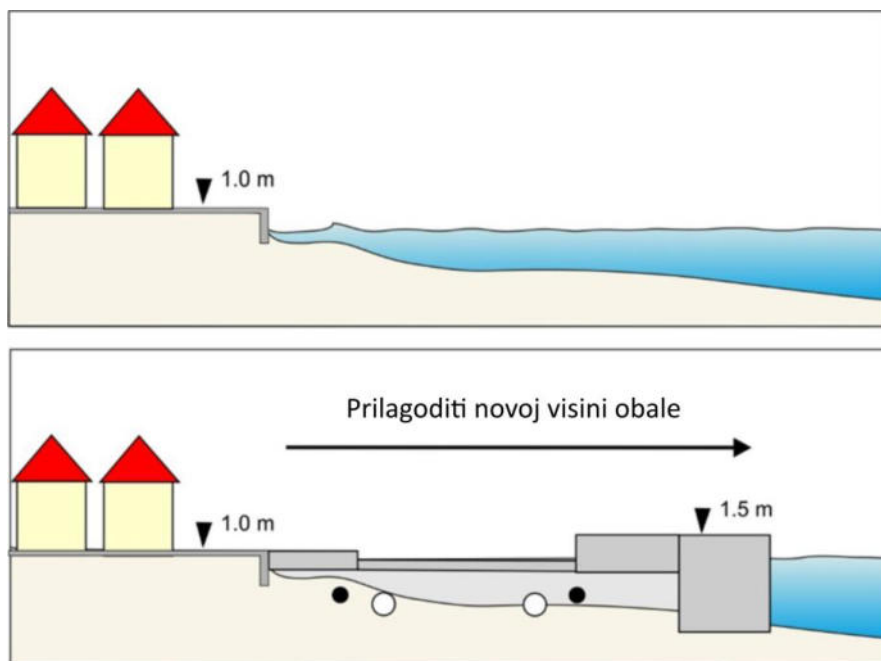


Slika 37. Alternativa nasipanju na stjenovitoj obali.
(Fotografija: Gojko Berlengi)

6.3 Podizanje i proširenje obale

Stvaranjem novog povišenog prostora u smjeru mora smanjuju se rizici od morskih oluja i utjecaja poplava: proširenje obale ima smisla u već izgrađenim područjima na kojima nema javnog prostora u blizini rive (Slika 38) i kao takvo je općenito bolje prihvaćeno u javnosti. Međutim, potrebna je posebna pažnja prilikom izvođenja projekata podizanja i proširenja obale zbog utjecaja takvih projekata na obalne i morske ekosustave. Štoviše, proširenje zemljišta na netaknutim, prirodnim obalama čini ih ranjivijima i pogoršava njihove okolišne i krajobrazne karakteristike, stoga takve prakse na tim područjima ne bi trebalo ni razmatrati. To se naglašava u članku 8., stavku 3. Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, u kojem se navodi da bi otvoreni prostori u kojima je ograničen ili zabranjen urbanistički razvoj i druge aktivnosti trebali biti isključeni iz proširenja plaža.

Proširenje obale također može uključivati nasipavanje plaža. Nasipavanje plaža nije isto što i dohranjivanje: dohranjivanje uključuje zamjenu istrošenog plažnog materijala (zbog djelovanja mora i vjetra) unutar unaprijed određenih granica plaže, dok se nasipavanjem plažni materijal širi izvan površine postojeće plaže.



Slika 38. Izgradnja nove obale i proširenje obalnog pojasa

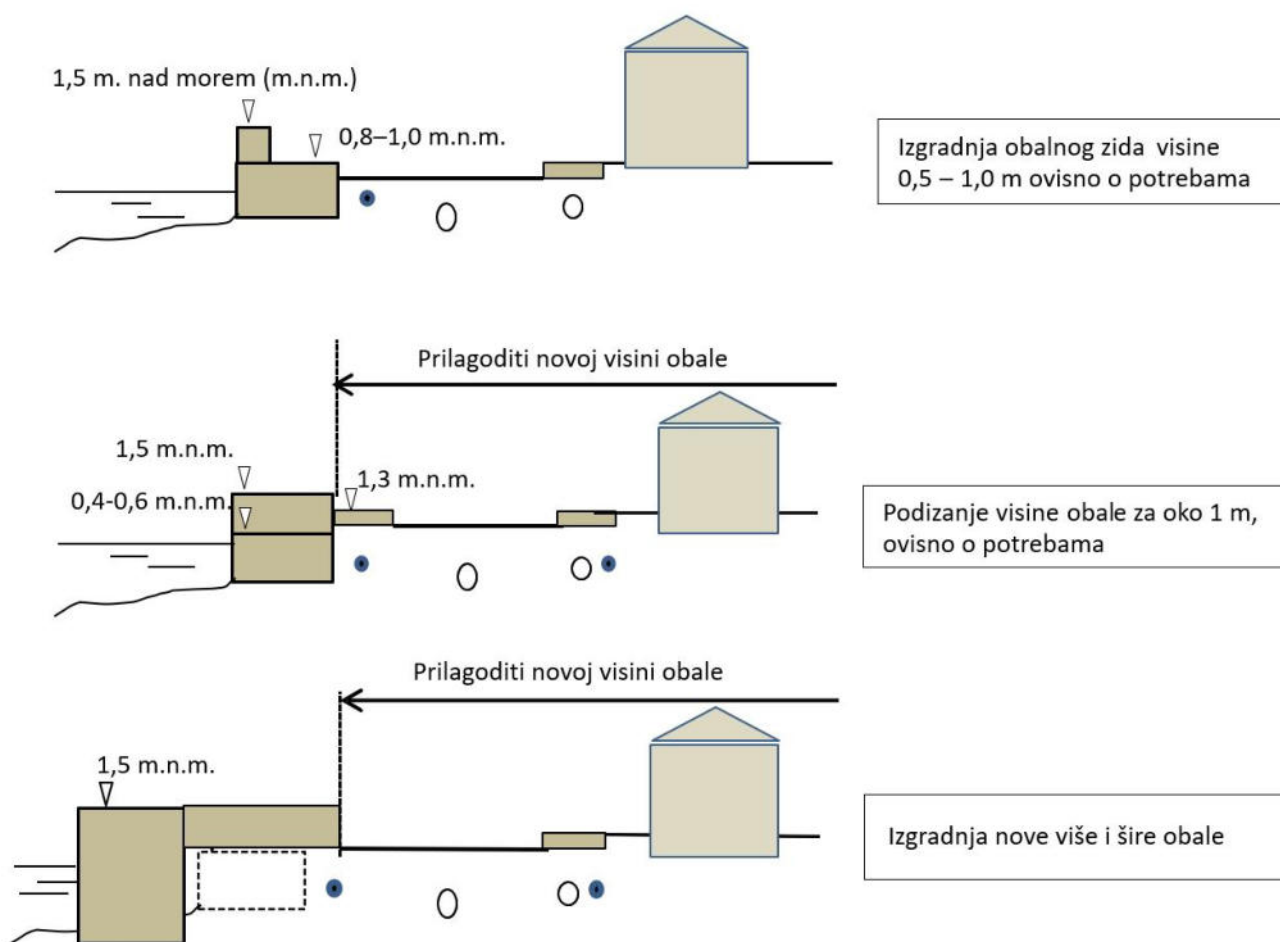


Slika 39. Proširenje obale u zaljevu Lone, pokraj Rovinja (Hrvatska) – prethodno stanje iz 2009. godine (lijevo) i stanje od 2018. godine (desno). Fotografije ustupio: Dalibor Carević (Beachex projekt - <http://grad.hr/beachex>)

U novije vrijeme, razvoj turizma ponovno je pokrenuo praksu širenja obale prema moru kako bi se osigurao prostor za novu turističku infrastrukturu. Premda takva praksa predstavlja transformaciju prirodne obale, ako je glavni motiv za transformaciju turizam, trebalo bi barem donekle žele sačuvati obilježja krajolika i ugodnu atmosferu prostora, plaža i bioraznolikosti, a sve to kako bi bili što konkurentniji na turističkom tržištu. Nažalost, mnoge se takve akcije provode neplanski i bez odgovarajućih dozvola, posebno u slučajevima pojedinačnih građevinskih zahvata, što je značajno smanjilo krajobraznu vrijednost obale.

Danas bi odluke o proširenju/podizanju obale trebalo donositi prema drugačijim kriterijima, polazeći od negativnih utjecaja uzrokovanih klimatskim promjenama, tj. porastom razine mora i olujnim

udarima. S obzirom na relativno visoke ekonomske troškove poduzimanja takvih zahvata i njihovog održavanja, poduzimanje takvih mjera trebalo bi razmatrati u manjem broju slučajeva, kada bi gusto naseljenu obalu ili područje visoke kulturne vrijednosti trebalo zaštititi od rizika od poplave. U Planu upravljanja obalnim područjem Grada Kaštela iz 2019. godine u budućnosti je predviđeno podizanje i proširenje obalnog zemljišta, popraćeno postavljanjem obalnih zidova/valobrana (vidi Sliku 39). U novije vrijeme, kao dio arhitekture otporne na poplave prepoznat je koncept plutajućih kuća (npr. u Amsterdamu, Hamburgu, Kopenhagenu), i može se smatrati alternativom proširenju zemljišta u obalnim područjima zaštićenim od djelovanja valova. Na sličan način moglo bi se razmišljati i o alternativnim plažama.



Slika 40. Primjeri potencijalnih budućih rješenja podizanja i proširenja obalnog zemljišta Grada Kaštela (preuzeto iz Plana upravljanja obalnim područjem. Autor: Jure Margeta)



- | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| ① plutajući pontoni - sunčališta | ③ priobalni šumski pojas | ⑤ porozne staze i suhozidi |
| ② montažni drveni plato | ④ drvorred uz priobalnu stazu | ⑥ sunčalište - autohtona vegetacija |

Slika 41. Alternativne plaže za stjenovite obale (Autor: Luka Duplančić)

6.4 Prilagodba komunalne obalne infrastrukture

Klimatske promjene rezultiraju višim srednjim razinama mora, većim oscilacijama morske razine, većim valovima i dinamičkim utjecajima mora na obalu i sve ono što se na obali i uz obalu nalazi. Infrastruktura koja se nalazi u obalnoj zoni direktno je pod utjecajem mora, primjerice, putem ispusta i preljeva, ili indirektno putem podzemnih voda uz obalu. Naime, more prodire duboko u kopno i ispunjava sve prostore u terenu, ovisno o stanju razine mora. To znači da će sve ono što se na obali nalazi ispod srednje razine mora biti stalno potopljeno u morskoj vodi, dok će ono što se nalazi iznad srednje razine biti potopljeno povremeno za vrijeme plime i olujnih stanja kada dolazi do nabijanja i time dizanja razine mora. Znači, dio komunalne infrastrukture će biti potopljen.

Podizanje srednje razine mora i time uzrokovano podizanje razine podzemnih voda u priobalnom području će dovesti do infiltracije mora u septičke jame, revizijska okna, uređaje za pročišćavanje otpadnih voda i druge kanalizacijske objekte, kao i u same kanale. To će povećati salinitet otpadnih voda i time uzrokovati koroziju i propadanje materijala i dijelova sustava.

Osim mora, na obalnu infrastrukturu negativno će djelovati očekivane promjene temperature zraka te veći intenziteti oborina. Više temperature će uzrokovati dodatno naprezanje materijala, ubrzanje biokemijskih procesa u sustavima odvodnje, koroziju materijala, veće kvarove i druge poteškoće, i time uzrokovati ubrzano propadanje i smanjenje učinkovitosti i pouzdanosti rada obalne infrastrukture. Ako dođe do propadanja, doći će i do istjecanja otpadnih voda u okoliš te do onečišćenja podzemnih voda i obalnog mora. Isto će dovesti i do poremećaja u radu uređaja za biološko pročišćavanje otpadnih voda. Uz to, za vrijeme olujnih stanja vjentar i valovi bacaju more dublje iza obalne crte, što dodatno opterećuje sustave odvodnje i dodatno potapa i vlaži infrastrukturu i sve obalne površine, uzrokujući koroziju i propadanje materijala i objekata.

Odgovarajućim mjerama treba spriječiti istjecanje fekalnih voda na gradske površine. Jedna od najvažnijih mjera razdvajanje je mješovitog tipa kanalizacije u razdjelni tip. Posebno treba voditi računa da se u kanalizaciju otpadnih voda ne puštaju krov-

ne vode objekata u naselju. Uslijed klimatskih promjena zbog povećanja kratkotrajnih intenzivnih kiša te pojave uzastopnih velikih kiša, količine krovne vode mogu biti vrlo velike. Druga važna mjera odnosi se na duljinu kanala kanalizacije koji se trajno nalaze ispod razine podzemnih voda, odnosno mora. Njihova duljina ne smije biti značajnija. Na potopljenim dionicama tijekom vremena zbog popuštanja spojeva dolazi do infiltracije podzemnih voda u kanalizaciju (5.000-50.000 l/ha/dan, ili 500-5.000 l/km/dan, ili 25-50 l/revizijskom oknu/dan).

Prilagodba na klimatske promjene u urbanim obalnim područjima zahtijeva analizu rizika kako bi se ostvarili poželjni standardi uređenja obalne zone u radu urbane vodne i druge infrastrukture te pripremio plan zaštite (*contingency plan*). Utvrđivanje rizika šteta u obalnoj zoni i gradovima može se provesti na različitim razinama obrade, od jednostavne kvalitativne analize do složene kvantitativne analize. U analizi u obzir se mogu uzeti različiti utjecaji. Osim utjecaja ekstremnih kiša te ekstremnih razina mora, postoje i rizici u odnosu na rad sustava odvodnje i druge infrastrukture.

Analiza rizika posebnu pažnju treba posvetiti režimu voda u urbanim sredinama i okolišu, imajući na umu da se najveće štete i problemi očekuju od poplava površinskih voda. Štete nastale višim razinama vode -plavljenjem mogu se svrstati u tri kategorije:

- direktne štete – obično štete uzrokovane potapanjem, određenom razinom vode ili protokom;
- indirektno štete – na primjer, prometne nesreće uzrokovane proklizavanjem vozila na mokrim površinama, poremećaj i gubici u prometu, troškovi rada, gubici u proizvodnji, itd.
- društvene štete – negativni dugoročni utjecaji na ekonomiju, kao što je gubitak vrijednosti imovine u poplavnim područjima, usporevanje ekonomskog rasta i drugo.

Prednost analize rizika je u tome što se svi uzroci plavljenja mogu utvrditi i vrednovati te se na temelju toga mogu primijeniti odgovarajuća održiva rješenja.

Ciljevi koji se moraju uzeti u obzir kod analize šteta od plavljenja su sljedeći:

- Spriječiti da stanovništvo dođe u kontakt s mješavinom otpadnih i oborinskih voda zbog izlijevanja/preopterećenja kanalizacijskih sustava;
- osigurati kontinuitet vitalnih komunalnih funkcija, kao što su elektroopskrba, opskrba vodom, komunikacije prema bolnici i slično, za vrijeme plavljenja;
- osigurati minimalan broj (i površinu) poplavnih područja i objekata;
- osigurati minimalnu duljinu električnih kablova, kao i druge infrastrukture pod vodom;
- osigurati minimalan utjecaj na promet.

Problemi uzrokovani plavljenjem složeni su i različiti za pojedinu infrastrukturu te je teško dati univerzalne smjernice. Stoga ćemo se u nastavku usmjeriti samo na smjernice za obalnu vodnu infrastrukturu.

6.4.1 Opcije za rješavanje vodne infrastrukture

Rješenja za smanjenje negativnih utjecaja klimatskih promjena i jačanje otpornosti obalne infrastrukture ovise o vrsti infrastrukture i njezinim značajkama. Univerzalne su sljedeće dvije preporuke:

- Infrastruktura se treba polagati što dalje od obalne crte;
- Infrastruktura se treba polagati što više iznad srednje razine mora.

Ključno je pitanje koliko dalje od obalne crte i koliko više od srednje razine mora treba polagati infrastrukturu. Udaljenost od obalne crte treba biti tolika da more i valovi izravno ne djeluju na infrastrukturu, a dubina treba biti barem jedan metar iznad sadašnje srednje razine mora. Hoće li to biti dovoljno ovisi o otvorenosti obale prema otvorenom moru, odnosno o izloženosti djelovanju valova te urbanističkom uređenju obalnog pojasa i potrebama u obalnoj zoni. Problem se mora sagledavati i rješavati zajedno s uređenjem obalne crte izgrađene obale, jer mjere i zahvati na obali utječu i na stanje ugroženosti te na zaštitu obalne infrastrukture.

Materijali koji se koriste u obalnoj zoni moraju biti otporni na korozijska djelovanja morske vode. Moraju dobro podnositi visoke temperature te biti

otporni na temperaturne oscilacije. Materijali trebaju biti čvrsti kako bi mogli podnijeti dodatna opterećenja koja mogu nastati zbog različite vlažnosti tla u kojem ili na kojem se nalaze, kao i time uzrokovanog slijeganja terena.

Više temperature će djelovati i na procese u infrastrukturi ovisno o mediju koji se transportira ili od kojeg su izgrađene. Voda u vodnoj infrastrukturi (vodoopskrbnoj, odvodnji otpadnih voda, odvodnji

oborinskih voda) će tijekom ljeta biti toplija, a zimi hladnija. Toplija otpadna voda znači ubranu razgradnju organskih tvari u vodi te veće izdvajanje stakleničkih plinova i neugodnih mirisa iz kanalizacije. Veća temperatura pitke vode znači brže trošenje koncentracije klornog ostataka i manju pitkost vode. Zbog toga je infrastrukturu potrebno dublje polagati, bar 1,5 metar ispod razine terena (visina do tjemena cijevi). Ako se infrastruktura polaže pliće, tada je treba zaštititi na odgovarajući način.

Okvir 9. Mišljenje struke: određivanje kote polaganja obalne kanalizacije otpadnih i oborinskih voda u uvjetima novih razina mora

Očekivani vijek trajanja kanalizacije (podzemnih cjevovoda i kanala) najmanje je 30 godina. Znači, kota polaganja mora se planirati za stanje klimatskih promjena u 2050. godini. Klimatskim promjenama povećava se srednja razina mora za određeno vremensko razdoblje, ali i snaga vjetrova, a time i visine valova i razine mora u zaobalju.

Minimalna kota polaganja cjevovoda i kanala na zaštićenim i otvorenim obalama od direktnog djelovanja valova je „Pravilo struke“ + maksimalna vrijednost predviđene veličine povećanja srednje razine mora za određeno vremensko razdoblje. Primjerice, za stanje u 2050. godini kota polaganja cjevovoda iznosi minimalno $-0,5 \text{ m} + 0,38 \text{ m} = -0,1 \text{ m}$ u odnosu na današnju srednju razinu mora, sigurnije $\pm 0,0 \text{ m}$ ili više.

Najbolje je ako se kanal može položiti bar na razini današnje plime dvadesetogodišnjeg povratnog perioda na razmatranoj lokaciji (obično $+1,0 \text{ m}$).

Napomena: U ovoj preporuci obala je dio terena uz more na kojem se svakodnevno događa promjena razine podzemne vode/mora u skladu s promjenom razine mora (plima i oseka).

Prilagođeno prema Margeta (2009)

Okvir 10. Mišljenje struke: određivanje kote polaganja obalne vodoopskrbne infrastrukture u uvjetima novih razina mora

Očekivani vijek trajanja vodovodne infrastrukture (podzemnih cjevovoda) najmanje je 30 godina. Znači, kota polaganja cjevovoda mora se planirati za stanje klimatskih promjena u 2050. godini. Klimatskim promjenama povećava se srednja razina mora za određeno vremensko razdoblje, ali i snaga vjetrova, a time i visine valova i razine mora u zaobalju.

Minimalna kota polaganja vodovodnih cjevovoda na zaštićenim i otvorenim obalama u odnosu na djelovanja valova je „Pravilo struke“ + maksimalna vrijednost predviđene veličine povećanja srednje razine mora za određeno vremensko razdoblje. Primjerice, za vodovodne cijevi za stanje u 2050. godini kota polaganja iznosi minimalno $0,5 \text{ m} + 0,38 \text{ m} = 0,9 \text{ m}$ u odnosu na današnju srednju razinu mora, sigurnije 1 m ili više.

Najbolje je ako se cjevovod može položiti $0,9 \text{ m}$ iznad razine današnje plime dvadesetogodišnjeg povratnog perioda na razmatranoj lokaciji (obično $+1,0 \text{ m}$).

Napomena: U ovoj preporuci, obala je dio terena uz more na kojem se svakodnevno događa promjena razine podzemne vode/mora u skladu s promjenom razine mora (plima i oseka).

Prilagođeno prema Margeta (2009)

Posebno će biti ugroženi svi ispusti, i to naročito obalni ispusti. Više razine mora znače veće mogućnosti prodiranja mora kroz otvore ispusta u sustav odvodnje. Ispusti se moraju podignuti na sigurnu razinu za sigurno funkcioniranje u svim vremenskim stanjima i razinama mora ili se umjesto direktnog ispusta moraju ugraditi crpne stanice.

Kanalizacija u obalnoj zoni mora biti razdjelnog tipa, što je i preporuka EU-a. To znači da svu postojeću mješovitu kanalizaciju treba zamijeniti razdjelnom. Time se sprečava izravni utjecaj mora na kanalizaciju otpadnih voda i dalje na rad bioloških uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

Kanalizacija oborinskih voda u obalnoj zoni treba biti zasnovana na rješenjima integralnog koncepta odvodnje oborinskih voda (odvodnja bez cjevovoda). Takav sustav usmjerava vodu u okoliš putem prirodnih procesa otjecanja: evaporacije, evapotranspiracije, infiltracije, zadržavanja i spremanja na tlu i u tlu. Time se izbjegava izgradnja cjevovoda i kanala u terenu. Detalji vezani za planiranje, projektiranje i gradnju ovakvih rješenja mogu se naći u specijaliziranoj literaturi. Ovakva rješenja vrlo su fleksibilna i učinkovita, a njihovom primjenom oborinske se vode ujedno i pročišćavaju.

Mjere jačanja otpornosti treba poduzimati na javnim površinama, u samom sustavu i na privatnim površinama. Na privatnim površinama može se poduzeti cijeli niz mjera kojima će se umanjiti površinski tijek vode u naseljima i lokalne štete od površinskih voda:

- Infiltracijom kišnice u lokalno podzemlje, ako je moguće;
- Spremanjem kišnice u spremnike različitih veličina i namjena;
- Ponovnim korištenjem kišnice za razne namjene;
- Zelenim krovovima kojima se voda zadržava u tlu i gubi u atmosferi (zraku) procesima evapotranspiracije;
- Odgovarajućom lokalnom zaštitom podzemnih prostorija od ulaska vode iz okolnog prostora;
- Administrativnim mjerama kojima se zabranjuje ili ograničava kapacitet priključka oborinskih voda na javni sustav odvodnje.

Mjere zaštite provode se prije i za vrijeme samog događaja te poslije njega odgovarajućim mjerama sanacije. Sva tri perioda moraju se integralno sagledavati. Da bi se umanjile štete i osigurao dobar standard rada sustava odvodnje poduzima se cijeli niz različitih mjera prije naselja, u naselju i u sustavu.

Zaključno, **vodnu infrastrukturu treba polagati što dalje od obalne crte, što više iznad srednje razine mora, te dovoljno duboko da se zaštiti od viših temperatura**. Ispusti se moraju podignuti na sigurnu razinu ili se moraju ugraditi crpne stanice. Kanalizacija u obalnoj zoni mora biti razdjelnog tipa, dok odvodnja oborinske vode treba biti zasnovana na rješenjima integralnog koncepta (odvodnja bez cjevovoda), koristeći prirodne procese otjecanja kao što su: evaporacija, evapotranspiracija, infiltracija, zadržavanje i spremanje na tlu i u tlu.

6.4.2 Opcije za rješavanje infrastrukture na ušćima na razini općine

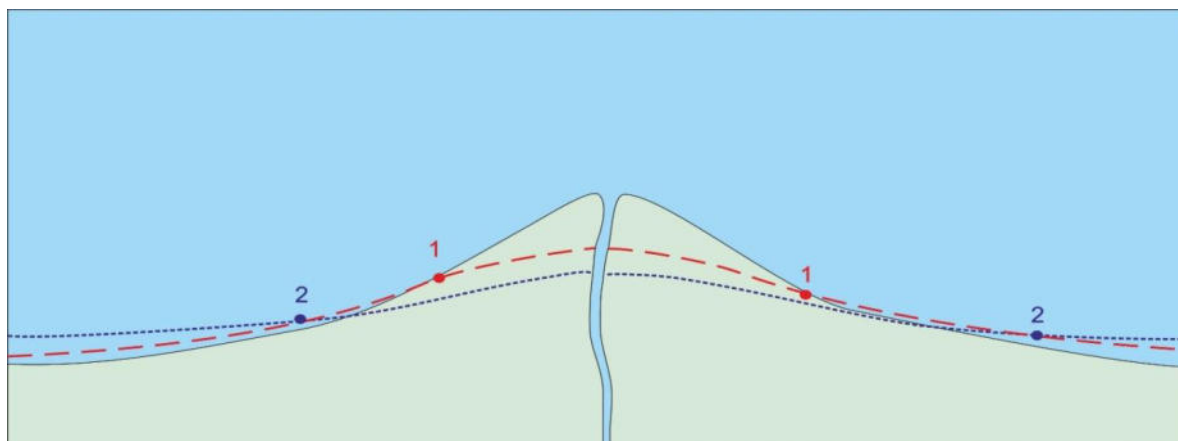
Brojne rijeke na mjestu ulijevanja u more imaju postavljene lukobrane – kako bi se spriječila siltacija odnosno zatrpavanje ušća (a time i smanjio rizik od poplava) i omogućila riječna plovidba. Na taj način potiče se odobalna disperzija sedimenta i onemogućuje dužobalni pronos sedimenta. Dok se protiv prvog procesa nije moguće boriti, potonji se može ublažiti kroz sustave obilaznog toka, koji se mogu sastojati od fiksnog pogona ili sustava za pronos sedimenta kroz vodilicu ili plovilo. Podizanje razine mora povećat će dubinu na kojoj se voda izliva iz riječnog ušća, što će dovesti do povećanja količine izgubljenog sedimenta na tom obalnom području. Pristupit će se povišenju umjetnih nasipa radi suočavanja s podizanjem razine vode i smanjenja rizika od plavljenja, ali će se time promijeniti tok rijeke, čije će plavljenje biti katastrofalnih razmjera zbog brzine njezina protoka i nemogućnosti vraćanja natrag u kanal. Moramo također uzeti u obzir da mnoge rijeke već danas predstavljaju rizik i da će povišenje njihovih obala taj rizik dodatno povećati. Povišenje nasipa podrazumijeva i neke sporedne radove koji se ne uzimaju uvijek u obzir, poput adaptacije mostova i cestovnog i pješačkog prijelaza. Racionalizacija komunikacijske mreže mogla bi se uključiti u analizu troškova i koristi. Stvarne troškove ovih projekata, ovisno o konkretnoj situaciji, nije moguće procijeniti u preliminarnoj fazi bilo

koje od strategija prilagodbe na klimatske varijabilnosti. Alternativa, kao i kod obalnog odmaka, bila bi ustupiti mjesto rijeci.

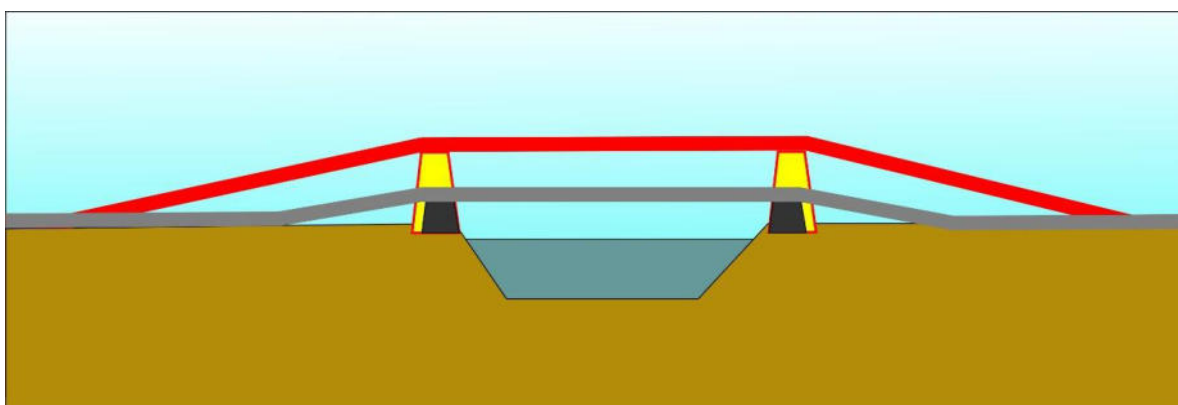
Što se tiče mostova, izrađeni su tako da mogu podnijeti pojavu poplava tijekom određenog vremenskog razdoblja (npr. 100 ili 400 godina). Čak i ako stariji mostovi nisu usklađeni s trenutnom razinom rizika, njihovom se izmjenom traži udovoljavanje ovom pravilu. Uslijed porasta ekstremnih događaja izazvanih klimatskim promjenama, novi mostovi projektirat će se tako da budu opremljeni udaljenijim ležajevima ili većim stupovima; i to neovisno od povišenja nasipa.

Obalne ravnice uglavnom duž zapadne jadranske obale nalaze se u blizini razine mora, pa čak i niže.

Osim promjene morfoloških značajki ovih područja povezanih s porastom razine mora, postoje još neka nedovoljno razmatrana pitanja. Umjetne kanalske mreže, iz kojih voda utječe u more ili rijeke, omogućuju odvodnju i ljudsku uporabu ovih područja. Tamo gdje kopno nije ispod razine mora, odvodnja se događa prirodno ako je prisutan manji nagib kanala, u protivnom, razina vode podiže se pumpama kako bi ušla u kanale povezane s morem. Aluvijalne ravnice većinom nestaju, a odvodnjavanje ovih nizinskih područja svakim danom postaje sve teže i skuplje. Danas blago nagnuti kanali podizanjem razine mora postat će pristupna točka za prodor morske vode, a tamo gdje postoji mehanički sustav za povišenje razine vode, troškovi upravljanja postupno će rasti.



Slika 42. Dužobalni pomak ravnotežnih točaka uslijed erozije na području delte



Slika 43. Mostovi i s njima povezane prometne linije podižu se uslijed povišenja riječnih nasipa

Zaključna razmatranja o sivim mjerama

Primjena takvih rješenja povoljna je ako:

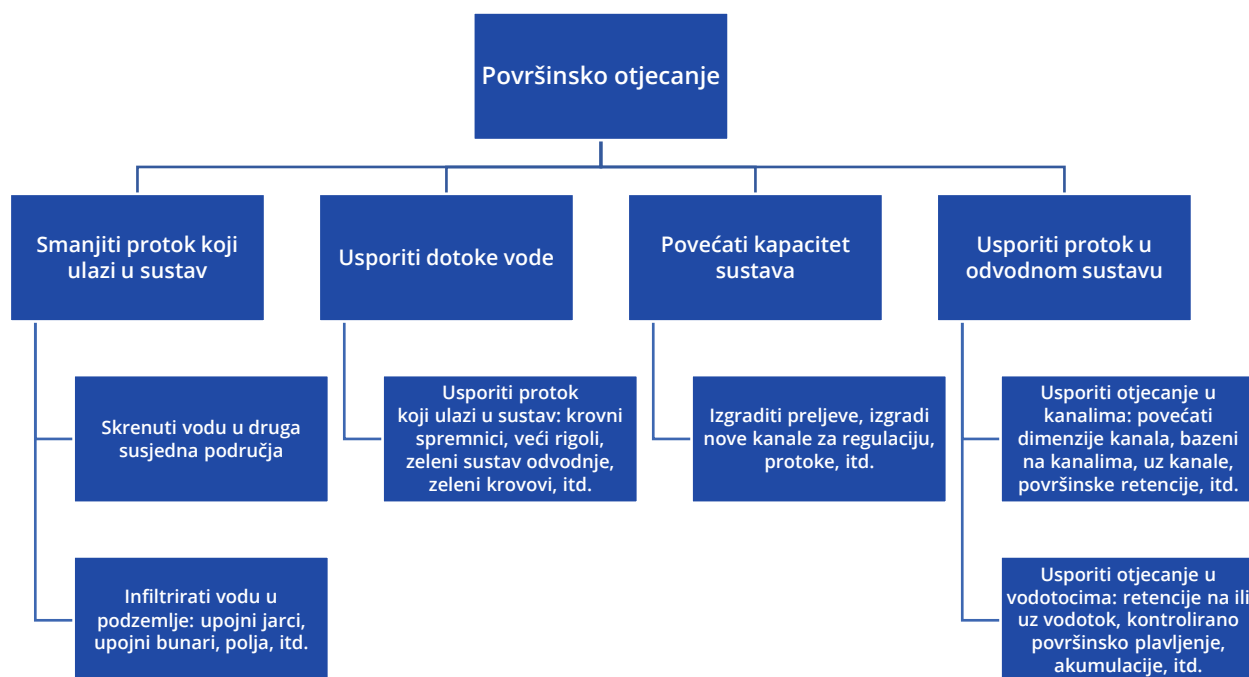
1. funkcioniraju na sličan ili bolji način od tradicionalnih rješenja i ako su ekonomičniji za sadašnje i buduće generacije;
2. poboljšavaju i jačaju ekološke značajke okoliša i ako postoji sklad sa sadašnjim i budućim društvenim zahtjevima i ciljevima; međutim, stanovništvo obalnih naselja također se mora „prilagoditi“ novom stanju kako bi se okolišu i društvu omogućio zajednički napredak, uz održavanje najviših uvjeta održivosti tijekom vremena.
3. su primjereniji s obzirom na očekivane klimatske promjene; i
4. su testirani odgovarajućim istraživačkim projektom koji je potvrdio njihovu vrijednost s obzirom na tri prethodno navedena kriterija. Rješenja koja nisu testirana u lokalnim uvjetima ne smiju se primjenjivati jer to predstavlja prevelik rizik.

Utemeljenost rješenja mora se testirati kroz postavljanje brojnih pitanja:

- Jesu li lokalni prostorni uvjeti primjene prihvatljivi u odnosu na nove tehnologije i njihovu očekivanu djelotvornost?
- Koriste li se već te tehnologije i gdje?
- Pod kojim se uvjetima koriste, na kojoj razini i stanju mora?
- Kakva bi bila njegova uspješnost u slučaju oluje?
- Je li uspješnost bila u skladu s očekivanjima?
- Postoji li fleksibilnost u prilagodbi na promjene razine mora i klimatske promjene?
- Koliki im je životni vijek?
- Koji su troškovi rušenja u slučaju da se mjere ne pokažu zadovoljavajućima?
- Predstavljaju li opasnost za čovjeka?
- Koje su prijetnje okolišu?
- Jesu li mjere zakonski prihvatljive, odnosno u skladu sa zakonom?

Ako su dobiveni odgovori prihvatljivi, takva rješenja treba primijeniti kad god je to moguće.

Na kraju, treba reći da se sive mjere često kombiniraju sa zelenim opcijama, kao što je prikazano na shematskom prikazu postupaka regulacije površinskih voda (Slika 44).



Slika 44. Shematski prikaz postupaka regulacije površinskih voda u naselju

7 Zaključci

Prilagodba klimatskim promjenama, kao i borba protiv klimatskih promjena posao su za sve nas. Znanstvenici su se organizirali kroz IPCC u smislu razumijevanja i predviđanja tijeka klimatskih promjena. Znanost nam nudi rješenja i za smanjenje emisija stakleničkih plinova i za prilagodbu na klimatske promjene. U Hrvatskoj, znanstvenici su uputili apel Vladi Republike Hrvatske tražeći sustavni odgovor i nudeći pomoć. U Italiji se radi na sustavnoj edukaciji o klimatskim promjenama u školama, a u tijeku je i razvoj programa za edukaciju službenika javnog sektora.

Pokret mladih diljem svijeta, onih kojih se ove promjene najviše i tiču, i kojima će one u najvećoj mjeri odrediti živote – sve je snažniji. Prvi put u povijesti svjedoci smo globalnih štrajkova. Milijuni mladih izlaze na ulice i traže svoja prava na budućnost. Štrajkovi su održani i u brojnim hrvatskim i talijanskim gradovima. Globalni štrajk mladih pomaže u jačanju vidljivosti ove teme te jača spremnost za hvatanje ukoštac s ovim teškim izazovom.

Javlja se i drugi različiti procesi koji nam mogu pomoći u bržoj transformaciji društva. Takve su i tužbe bilo grupa djece, bilo odraslih osoba prema njihovim vladama, tužbe gradova koji zbog nacionalnih zakona ne mogu provesti sve što smatraju da bi trebali, tužbe starosjedilaca koji nepovratno gube svoja prava. Ovi procesi još nisu došli ni do Italije ni do Hrvatske, no to će se bez sumnje dogoditi, pitanje je samo vremena. Osnovni zadatak naših vlada jest osigurati sigurnost stanovništva. Ako nam vlade daju dozvole za gradnju, smatramo da je to područje sigurno. Sada već imamo sve jasnije informacije o tome koja područja nisu sigurna. Na takvim područjima ne bi se smjele izdavati dozvole za gradnju, a one službe koje to budu činile unatoč postojanju informacije da je zona ugrožena od poplava, prije ili kasnije za to će snositi odgovornost. Isto vrijedi i za požare. Prostor za protupožarne putove postaje jedan od ključnih faktora za sigurnost stanovništva. Služba koja izdaje dozvolu i takvom se gradnjom onemogućujući pristup vatrogasnom vozilu treba snositi odgovornost za ono što se zbog toga dogodi. To vrlo važno pitanje možda se

ne može staviti na teret postojećim službama. Postavlja se pitanje jesu li službe za prostorno planiranje danas dorasle ovim izazovima? U slučaju da nisu, odgovornost je ponovo na postojećim službama koje bi ovo pitanje trebale nametnuti onima koji o tome odlučuju, ali i široj javnosti. Suradnja sa znanstvenom zajednicom, suradnja među službama na terenu, spremnost na angažman oko prilagodbe i borbe protiv klimatskih promjena omogućit će otvaranje ključnih pitanja te jasniju sliku potreba i prioriteta. Izrada planova na tu temu najvažniji je zadatak lokalnih i regionalnih uprava. Obalni plan izrađen na osnovu Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja omogućuje integralni pristup, omogućuje da se uhvatimo ukoštac s ključnim aspektima akcije za klimu, prilagodbom, smanjenjem emisija te smanjenjem rizika od katastrofa. Prilagodbu treba planirati na načine koji će poticati i omogućavati smanjenje emisija. Prilagodba se radi da bi se izbjegle katastrofe te združujući ove dvije discipline zapravo ujednačavamo njihove vremenske horizonte. U ovom priručniku dan je pregled socijetalnih, zelenih i sivih mjera prilagodbe. U stvarnosti te mjere baš i nisu toliko striktno odvojene, već se primjenjuju „hibridno“, tj. obično se primjenjuje kombinacija tipova mjera koja će biti najučinkovitija uz prihvatljiv trošak.

Europska unija odlučila je biti predvodnik u akciji za klimu. Stoga je naredni programski period 2021. – 2027. umnogome fokusiran na akciju za klimu i očuvanje bioraznolikosti. Sredstva za tu namjenu bitno su povećana. Ono što se sada treba dogoditi jest preuzimanje vodstva naših upravljačkih tijela, akcija unutar javnog, ali i privatnog sektora. Kriza je pred nama, a odgovori se nude. Kako smo u poglavlju o društvenim mjerama predložili, organiziranje *Centara za akciju za klimu* koji bi povezali donositelje odluka sa znanstvenicima, na način da znanost kontinuirano pomaže u prilagodbi te u rješenjima za smanjenje emisija, od najveće je važnosti. Znanost u službi društva, uz široku suradnju i potpunu transparentnost put je koji nas može povesti u smjeru uspjeha. Transparentnost bi omogućila razumijevanje određenih odluka, djelovanje

na polju osvješćivanja, edukacije te jačanje društvene motivacije za promjene. Naglasimo tu ulogu društvenih znanosti, od sociologije i psihologije do znanosti o komuniciranju, od kojih su sve od izuzetne važnosti za postizanje neophodne ukupne transformacije društva. Uspjeh u ovom ogromnom izazovu kojem smo izloženi možemo postići jedino suradnjom. Samo punom suradnjom svih segmenata društva mogli bismo utjecati na negativne trendove koji nam prijete. Posebnu ulogu tu ima i kultura, jer ona ima najveći kapacitet da bude pokretač promjena.

Kako bi *Centri za akciju za klimu* služili kao most između znanosti i donositelja odluka, trebali bi biti organizirani na razini između sveučilišta i pripadajućih gradova. No, kako svi gradovi nemaju sveučilišta, ti bi centri trebali služiti i svom širem okruženju, svojoj županiji, provinciji ili regiji. Kako su izazovi na koje trebamo odgovoriti teški i novi, nećemo na svakom sveučilištu dobiti sve odgovore. Stoga je povezivanje ovih *centara* kako na nacionalnoj tako i na međunarodnoj razini od velike važnosti. Nisu samo sveučilišta centri znanja. Znanje, kao i informacije kriju se u brojnim organizacijama koje upravljaju nekim segmentom ljudskog djelovanja, odnosno provode djelatnost zaštite i očuvanja prirode. *Centri* će predstavljati žarišne točke akcije za klimu, vođene znanjem, iskustvom i informacijama vezanima za prilagodbu i ublažavanje klimatskih promjena.

Priprema informacijske platforme www.adriadapt.eu od velike je važnosti za jačanje otpornosti diljem obala Jadrana. Postojanje informacija na hrvatskom i talijanskom jeziku bit će od velike koristi jedinicama lokalne i regionalne uprave koje uglavnom nemaju znanje ni kapacitete potrebne da se odgovori na ove izazove. Nadamo se da će ova platforma biti inspiracija gradovima, općinama, županijama i nacionalnim vladama da se što uspješnije uhvate ukoštac s izazovom prilagodbe na klimatske promjene te da pritom uvijek na umu imaju smanjenje emisija stakleničkih plinova, očuvanje bioraznolikosti i održivi razvoj.

8. Reference

- Baric, A., Grbec, B., & Bogner, D. (2008). Potential implications of sea-level rise for Croatia. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 299-305.
- Bastin, J. F., Finegold, Y., Garcia, C., Mollicone, D., Rezende, M., Routh, D., ... & Crowther, T. W. (2019). The global tree restoration potential. *Science*, 365(6448), 76-79.
- Belamarić, J. (2007). *Pouke baštine: za gradnju u hrvatskome priobalju*. HGK, Hrvatska gospodarska komora.
- Blake, G. H., & Topalović, D. (1996). *The maritime boundaries of the Adriatic Sea*. Ibru.
- Chapin III, F. S., Kofinas, G. P., & Folke, C. (Eds.). (2009). *Principles of ecosystem stewardship: resilience-based natural resource management in a changing world*. Springer Science & Business Media.
- Duplančić Leder, T., Ujević, T., & Čala, M. (2004). Coastline lengths and areas of islands in the Croatian part of the Adriatic Sea determined from the topographic maps at the scale of 1: 25 000. *Geoadria*, 9(1), 5-32.¹ ESA 2014
- DZS (2019) Dolasci i noćenja turista u 2018. Državni Zavod za Statistiku. Dostupno na https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/publication/2018/04-03-02_01_2018.htm
- EC (2007) LIFE and Europe's wetlands: Restoring a vital ecosystem (available at <https://ec.europa.eu/environment/archives/life/publications/lifepublications/lifefocus/documents/wetlands.pdf>)
- EC (2021) Forging a climate-resilient Europe – the new EU Strategy on Adaptation to climate change (available at https://ec.europa.eu/clima/sites/clima/files/adaptation/what/docs/eu_strategy_2021.pdf)
- Filipić, P., & Šimunović, I. (1993). O ekonomiji obalnih područja: planiranje i upravljanje. Ekonomski fakultet.
- Fourqurean, J. W., Duarte, C. M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A., ... & Serrano, O. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature geoscience*, 5(7), 505-509.
- Gallina, V., Torresan, S., Zabeo, A., Rizzi, J., Carniel, S., Sclavo, M., ... & Critto, A. (2019). Assessment of climate change impacts in the North Adriatic coastal area. Part II: Consequences for coastal erosion impacts at the regional scale. *Water*, 11(6), 1300.
- Haasnoot, M., Kwakkel, J. H., Walker, W. E., & Ter Maat, J. (2013). Dynamic adaptive policy pathways: A method for crafting robust decisions for a deeply uncertain world. *Global environmental change*, 23(2), 485-498.
- Hinkel J, Lincke D, Wolff C, Vafeidis AT (2015) Assessment of cost of sea-level rise in the Republic of Croatia including cost and benefits of adaptation. (Technical Report). PAP/RAC, Split.
- Hino, M., Field, C. B., & Mach, K. J. (2017). Managed retreat as a response to natural hazard risk. *Nature Climate Change*, 7(5), 364-370.
- IPCC (2019). Summary for Policymakers. In: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate – SROCC [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].
- Jactel H., Desprez-Loustau M.L., Battisti A., Brockerhoff E., Santini A., Stenlid J., et al. (2020). Pathologists and entomologists must join forces against forest pest and pathogen invasions. *NeoBiota*;58:107–27.
- Kirshen, P., Knee, K., & Ruth, M. (2008). Climate change and coastal flooding in Metro Boston: impacts and adaptation strategies. *Climatic Change*, 90(4), 453-473.
- Lieutier F., Paine T.D. (2016). Responses of Mediterranean Forest Phytophagous Insects to Climate Change. In: Paine T., Lieutier F. (eds) *Insects and Diseases of Mediterranean Forest Systems*. Springer, Cham.
- Lincke, D., Wolff, C., Hinkel, J., Vafeidis, A., Blickensdörfer, L., & Skugor, D. P. (2020). The effectiveness of setback zones for adapting to sea-level rise in Croatia. *Regional Environmental Change*, 20(2), 1-12.
- Liu, X., Troglisch, S., He, J. S., Niklaus, P. A., Bruehlheide, H., Tang, Z., ... & Ma, K. (2018). Tree species richness increases ecosystem carbon storage in subtropical forests. *Proceedings of the Royal Society B*, 285(1885), 20181240.
- Margeta, J. (2009). Kanalizacija naselja: odvodnja i zbrinjavanje otpadnih i oborinskih voda. Split, Varaždin.
- MedECC (2020). Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin—Current Situation and Risks for the Future. *Union for the Mediterranean, Plan Bleu; UNEP/MAP: Marseille, France*.

- MGIPU (2013) Izvješće o stanju u prostoru Republike Hrvatske 2008 – 2012., NN 61/2013, ministarstvo graditeljstva i prostornoga uređenja
- MINT (2019) Turizam u brojkama 2019. Ministarstvo turizma Republike Hrvatske. Dostupno na https://www.htz.hr/sites/default/files/2020-07/HTZ%20TUB%20HR_%202019%20%281%29.pdf
- Mortreux, C., de Campos, R. S., Adger, W. N., Ghosh, T., Das, S., Adams, H., & Hazra, S. (2018). Political economy of planned relocation: A model of action and inaction in government responses. *Global Environmental Change*, 50, 123-132.
- PAP/RAC (2019). Shipman, B., & Rajkovic, Ž. The Governance of Coastal Wetlands in the Mediterranean- A Handbook. Split, Croatia.
- Pernek M., Lacković N., Lukić I., Zorić N., Matošević D. (2019). Outbreak of *Orthotomicus erosus* (Coleoptera, Curculionidae) on Aleppo Pine in the Mediterranean Region in Croatia. *SEEFOR-South-east European forestry*, 10 (1): 19-27.
- Pikelj, K., & Juračić, M. (2013). Eastern Adriatic Coast (EAC): geomorphology and coastal vulnerability of a karstic coast. *Journal of coastal research*, 29(4), 944-957.
- Pranzini, E., & Williams, A. T. (Eds.). (2013). Coastal erosion and protection in Europe., Routledge, Oxon, pp. 294-323.
- Romano, B., & Zullo, F. (2014). The urban transformation of Italy's Adriatic coastal strip: Fifty years of unsustainability. *Land use policy*, 38, 26-36.
- Ružić, I. i sur. (2021) Analiza ranjivosti obalne infrastrukture na klimatske promjene te definiranje i izvođenje podataka za analizu ranjivosti – projekt AdriAdapt.
- Seddon, N., Daniels, E., Davis, R., Chausson, A., Harris, R., Hou-Jones, X., ... & Wicander, S. (2020). Global recognition of the importance of nature-based solutions to the impacts of climate change. *Global Sustainability*, 3.
- Surić, M., Juračić, M., Horvatinčić, N., & Bronić, I. K. (2005). Late Pleistocene–Holocene sea-level rise and the pattern of coastal karst inundation: records from submerged speleothems along the Eastern Adriatic Coast (Croatia). *Marine Geology*, 214(1-3), 163-175.
- Teatini, P., Ferronato, M., Gambolati, G., Bertoni, W., & Gonella, M. (2005). A century of land subsidence in Ravenna, Italy. *Environmental Geology*, 47(6), 831-846.
- Torresan, S., Gallina, V., Gualdi, S., Bellafigliore, D., Umgiesser, G., Carniel, S., ... & Critto, A. (2019). Assessment of climate change impacts in the North Adriatic coastal area. Part I: a multi-model chain for the definition of climate change hazard scenarios. *Water*, 11(6), 1157.
- UNEP MAP PAP/RAC. 2015. Procjena mogućih šteta od podizanja razine mora za Republiku Hrvatsku uključujući troškove i koristi od prilagodbe. PAP/RAC. Split
- UNEP-WCMC and UN Environment. (2019) Guide to Ecosystem-based Adaptation in Projects and Programmes.
- Vecco, M. (2020). Genius loci as a meta-concept. *Journal of Cultural Heritage*, 41, 225-231.
- Vlada RH (2019). Procjena rizika od katastrofa za Republiku Hrvatsku.
- Zhu, X., Linham, M. and Nicholls, R. (2010) Technologies for Climate Change Adaptation: Coastal Erosion and Flooding. UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development

EU Interreg AdriAdapt projekt ima za cilj jačanje lokalnih kapaciteta za prilagodbu na klimatske promjene u jadranskoj regiji kroz izradu informacijske platforme koja će sadržavati smjernice, podatke i alate za pomoć jedinicama lokalne samouprave u poduzimanju mjera i izradi planova za povećanje otpornosti na klimatske promjene u gradskim i priobalnim područjima. AdriAdapt projekt trajao je od 2019. do 2021. godine. U njemu je sudjelovalo šest partnerskih institucija iz Italije i pet iz Hrvatske.

