

Geografske posljedice suvremenih klimatskih promjena na niskim obalama

Josipović, Sara

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:845841>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Sara Josipović

Geografske posljedice suvremenih klimatskih promjena na niskim obalama

Prvostupnički rad

Mentor: prof. dr.sc. Anita Filipčić

Ocjena: _____

Potpis: _____

Zagreb, 2021.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geografski odsjek

Prvostupnički rad

Geografske posljedice suvremenih klimatskih promjena na niskim obalama

Sara Josipović

Izvadak: Niske obale često su vrlo gusto naseljena područja, kojima prijete opasnost od porasta razine mora. Stopa porasta razine mora ubrzano raste, a gotovo se ništa ne poduzima kako bi se posljedice klimatskih promjena smanjile. Pacifički otoci i delte rijeka jedna su od najugroženijih mjesta od posljedica porasta razine mora. Međutim, često si upravo najugroženija mjesta ne mogu priuštiti kvalitetnu adaptaciju. Tamo gdje do adaptacije neće doći, nastupiti će migracije. Kako bi se posljedice klimatskih promjena što više ublažile biti će potrebna međunarodna suradnja.

25 stranica, 15 grafičkih priloga, 0 tablica, 44 bibliografskih referenci; izvornik na hrvatskom jeziku

Ključne riječi: porast razine mora, klimatske migracije, niske obale, klimatske promjene

Voditelj: prof. dr. sc. Anita Filipčić

Tema prihvaćena: 14. 1. 2021.

Datum obrane: 23. 9. 2021.

Rad je pohranjen u Središnjoj geografskoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Marulićev trg 19, Zagreb, Hrvatska.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geography

Undergraduate Thesis

Geographical Consequences of Contemporary Climate Change in Low-Lying Coastal Areas

Sara Josipović

Abstract: Low-lying coastal areas are often very densely populated areas, at risk of rising sea levels. The rate of sea level rise is rising rapidly, and almost nothing is being done to reduce the effects of climate change. The Pacific islands and river deltas are one of the most endangered places due to rising sea levels. However, often the most endangered places cannot afford a quality adaptation. Where no adaptation will occur, migration will follow. International cooperation will be needed to reduce the effects of climate change as much as possible.

25 pages, 15 figures, 0 tables, 44 references; original in Croatian

Keywords: sea level rise, climate migration, low-lying coastal areas, climate change

Supervisor: Anita Filipčić, PhD, Full Professor

Undergraduate Thesis title accepted: 14/01/2021

Undergraduate Thesis defense: 23/09/2021

Thesis deposited in Central Geographic Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Marulićev trg 19, Zagreb, Croatia

SADRŽAJ

| | |
|---|-----------|
| 1.UVOD..... | 1 |
| 2. KLIMATSKE PROMJENE..... | 2 |
| 3.KOPNJENJE LEDA I PORAST RAZINE MORA..... | 6 |
| 4.GEOGRAFSKE POSLJEDICE PODIZANJA RAZINE MORA..... | 8 |
| 4.1. PACIFIČKI OTOCI..... | 8 |
| 4.2. VAŽNA TURISTIČKA PODRUČJA: VENECIJA, BAHAMI I MALDIVI..... | 10 |
| 4.3. DELTE RIJEKA..... | 13 |
| 5. ADAPTACIJA PORASTU RAZINE MORA..... | 17 |
| 6. KLIMATSKE MIGRACIJE..... | 19 |
| 7.ZAKLJUČAK..... | 22 |
| 8.IZVORI I LITERATURA..... | 24 |
| 9. POPIS GRAFIČKIH PRILOGA..... | IV |

1. UVOD

Klimatske promjene i njihove posljedice predstavljaju sve veću opasnost za stanovništvo. Već je odavno poznato kako se klima kroz stotine tisuća godina mijenja. Međutim, promjene koje se događaju danas, događaju se puno brže nego što su se događale u povijesti. Znanstvenici okupljeni u Međuvladino povjerenstvo za klimatske promjene (IPCC) smatraju da je to posljedica čovjekova djelovanja. Jedan od najvećih ljudskih uzročnika suvremenih klimatskih promjena su staklenički plinovi. Staklenički plinovi apsorbiraju dugovalnu radijaciju koja zbog toga ne izlazi iz Zemljine atmosfere, te ju tako dodatno zagrijava (Šegota i Filipčić, 1996). Posljedica klimatskih promjena na koju će se staviti najveći naglasak u ovom radu je porast razine mora. Smatra se kako do porasta razine mora dolazi najvećim dijelom zbog povlačenja leda i ledenjaka, te zbog zagrijavanja oceanske mase koja se sa zagrijavanjem širi (Cazenave i Le Cozannet, 2013). Više je nego očito kako će porast razine mora negativno utjecati na niske obale. Zabrinjava podatak kako stopa porasta razine mora sve više raste s godinama. Ipak, valja napomenuti da taj porast nije linearan, tj. postoje i međugodišnji padovi razine mora. Također, zabrinjavajuće je predviđanje porasta razine mora za 2,5 m do 2100. godine u odnosu na 2000. godinu, ako ne dođe do smanjenja emisije stakleničkih plinova. Kada bi došlo do takvog scenarija brojne niske obale bile bi potopljene (NOAA Climate.gov, 2021). Na niskim obalama će se osim porasta razine mora osjetiti i ostale posljedice klimatskih promjena, a to su sve jači i učestaliji tropski cikloni, olujna nevremena, intenzivni pljuskovi, poplave i slične pojave. Sve ove posljedice detaljnije će se razraditi na nekoliko primjera. Objasniti će se neka od najugroženijih mjesta niskih obala poput delta većih rijeka i pacifičkih otoka. Također, biti će pružen i primjer nekoliko važnih turističkih destinacija i njihove opasnosti od posljedica suvremenih klimatskih promjena. Na kraju rada prikazati će se nekoliko mogućih načina adaptacije posljedicama klimatskih promjena. Na mjestima gdje adaptacija neće biti izvršena ili gdje ju jednostavno nije moguće izvršiti, nastupiti će migracije. Mnogo ljudi koji žive na niskim obalama biti će prisiljeni migrirati zbog posljedica klimatskih promjena, a neki bi mogli ostati i bez vlastitih država.

2. KLIMATSKE PROMJENE

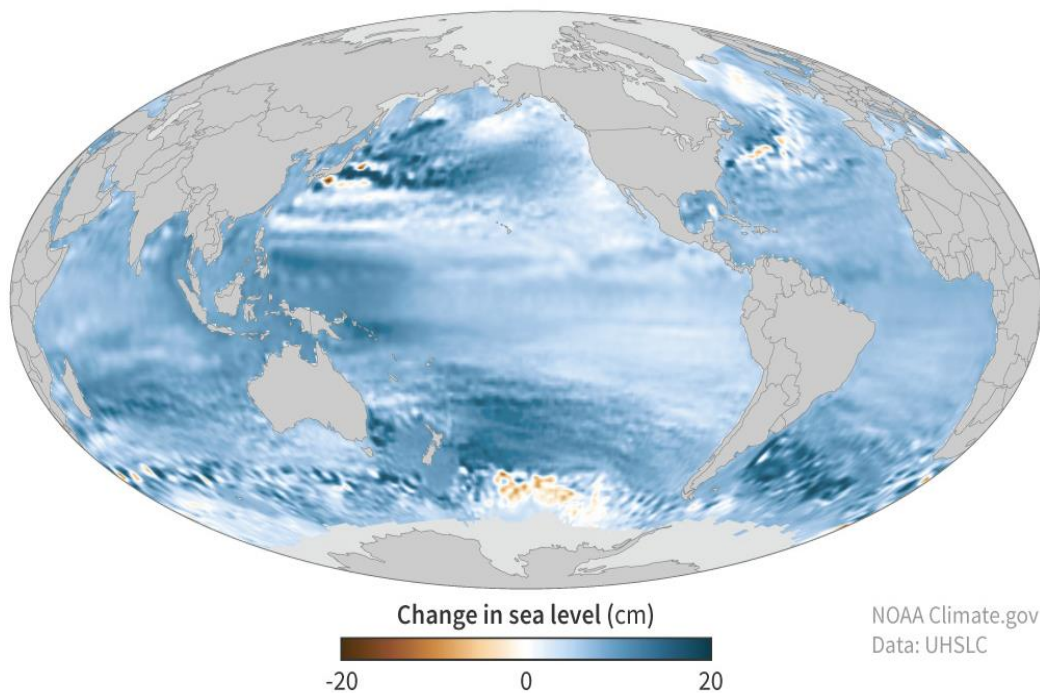
Klima je promjenjiva. Kroz povijest Zemlje u klimi su se izmjenjivala hladna i vruća razdoblja. Zadnje hladno razdoblje koje se još naziva i malo ledeno doba trajalo je od 1400. do 1850. godine. Nakon tog razdoblja počinje zatopljenje klime (Šegota i Filipčić, 1996). Promjene klime posljedica su međusobnih djelovanja klimatskih, geofizičkih i meteoroloških elemenata, te su tako posljedica prirodnih, a u zadnje vrijeme i sve više ljudskih utjecaja. One promjene klime koje će biti relevantne u ovom radu su suvremene promjene klime. „Suvremena promjena klime je promjena klime koja je nastala u posljednjim desetljećima, ali ne prije početka 20. stoljeća“ (Šegota i Filipčić, 1996, 337). Kako bi se klimatski podaci mogli uspoređivati, te kako bi se mogla ustvrditi promjena u klimi morao se uvesti standardni period. Dogovoreno je da se za taj period koristi razdoblje od 30 godina, od kojih je prvo počelo 1901. godine. Posljednje standardno razdoblje je ono od 1991. do 2020. godine. Posljedice suvremenih klimatskih promjena mogu se najbolje vidjeti u povlačenju ledenjaka, podizanju snježne granice, sve nepravilnijoj rasprostranjenosti padalina u svijetu, u porastu razine svjetskog mora, povećanju temperature i kiselosti oceana. Razna mjerenja i istraživanja dokazala su porast morske razine kroz cijeli holocen, ali se taj porast u zadnjim desetljećima ubrzava. Tijekom glavnine 20. stoljeća (1901.-1971.) prosječni godišnji porast razine svjetskog mora iznosio je 1,3 mm. U razdoblju 1971.-2006. povećao se na 1,9 mm godišnje, a do 2018. g. na čak 3,7 mm godišnje (IPCC, 2021). Pretpostavlja se da je glavni uzrok tomu porast temperature koji za posljedicu ima smanjenje ledenjaka i dijelova ledenih pokrova. Do promjene klime dolazi kada se svi klimatski elementi promijene, a već i sama promjene temperature utječe na promjenu ostalih elemenata. Ono što se otkrilo iz brojnih istraživanja je to da su suvremene klimatske promjene vjerojatno posljedica djelovanja čovjeka. Zato ih neki nazivaju antropogenim klimatskim promjenama. Ne mora biti da je čovjek zaslužan za ukupno zatopljenje klime posljednjih nekoliko desetljeća, ali zasigurno je doprinio ubrzavanju tog prirodnog procesa. Štoviše, u Šestom izvješću IPCC-a tvrdi se s vrlo visokom sigurnošću da je ljudsko djelovanje odgovorno za globalno zatopljenje od sredine 20. stoljeća, prvenstveno zbog emisije stakleničkih plinova. (IPCC, 2021). Među njima se najviše ističe ugljikov dioksid. CO₂ ili ugljikov dioksid apsorbira dugovalnu radijaciju, odnosno toplinu koju emitira podloga, pa tako ta toplina ne napušta Zemljinu atmosferu i doprinosi povećanjima temperature (Šegota i Filipčić, 1996). Većina stručnjaka smatra kako su ljudske aktivnosti glavni krivci za povećanje količina ugljikovog dioksida u atmosferi. Osim ugljikovog dioksida i ostali staklenički plinovi djeluju na isti način na povećanje temperature, a naziv su dobili iz razloga što poput staklenika zarobljuju toplinu

unutar atmosfere. Ljudi na koncentraciju stakleničkih plinova u atmosferi utječu još od industrijske revolucije (Rudolph i dr., 2018). Zbog najveće isplativosti u industriji se za dobivanje energije najviše koriste fosilna goriva poput ugljena, nafte i plina, čijom potrošnjom dolazi do velike emisije CO₂ u atmosferu (Hossain, 2011). Osim kroz industriju, ljudi još utječu na povećanje ugljikovog dioksida smanjenjem šuma i povećanjem obradivih površina (Branković, 2014). Moglo bi se zaključiti kako je ekonomsko usporenje koje je uzrokovano pandemijom COVID-19 virusa doprinijelo usporenju klimatskih promjena, međutim to nije tako. Razdoblje od 2011. do 2020. najtoplije je razdoblje od kada postoje mjerenja, a 2020. godina jedna je od tri najtoplije godine ikad izmjerene. Smatra se kako će se negativan trend u klimi nastaviti i u budućnosti neovisno o našim naporima. Zbog toga mnogi smatraju kako je više potrebno ulagati u prilagodbu na postojeće i nadolazeće klimatske promjene i njihove posljedice (DHMZ, 2021). Zbog velikih problema i opasnosti koje klimatske promjene predstavljaju, rastu istraživanja i rasprave na ovu temu.

3. KOPNJENJE LEDA I PORAST MORSKE RAZINE

Kopnjenje leda, odnosno ledenih pokrova posljedica je klimatskih promjena. Razlog zašto će se ovom problemu posvetiti posebno poglavlje je taj što ono direktno utječe na porast razine mora. Općenito, na porast morske razine najvećim dijelom utječu dva faktora. Prvi je povećanje volumena morske vode zbog termalne ekspanzije do koje dolazi zagrijavanjem vode. Drugi faktor je povećanje mase morske vode zbog kopnjenja leda. Zbog porasta temperature zraka ledenjaci ljeti izgube više leda nego što ga zimi mogu akumulirati. Konačan rezultat je višak vodene mase u oceanu (EPA, 2021; Cogley, 2009; Meier i dr. 2007; Kaser i dr., 2006). Ledenjaci i ledeni pokrovi pohranjuju mnogo slatke vode, njihovim kopnjenjem voda otječe u oceane i mora te tako utječe na porast razine svjetskog mora. Veće i ubrzano kopnjenje leda i ledenih pokrova u svijetu zaslužno je za više od 50% porasta prosječne razine svjetskog mora. Od 2000. godine sve više se povećava utjecaj kopnjenja leda na porast razine mora, njegov udio sve više raste u 21. stoljeću (Cazenave i Le Cozannet, 2013). Pojavljivanje preciznih satelitskih mjerenja i preciznih mjerenja gravitacije omogućilo je praćenje gubitka kopnenog leda. Precizna mjerenja samo su potvrdila neovisne procjene o gubitku mase ledenih pokrova (Oppenheimer i dr., 2019). Prema nekim procjenama, kada bi nestao sav led na Zemlji, odnosno svi ledenjaci i ledeni pokrovi, razina mora narasla bi za 70 metara (USGCRP, 2017). Međutim, razina mora ne raste jednako u svim dijelovima Zemlje (sl.1.). To je zato jer u obzir valja uzeti

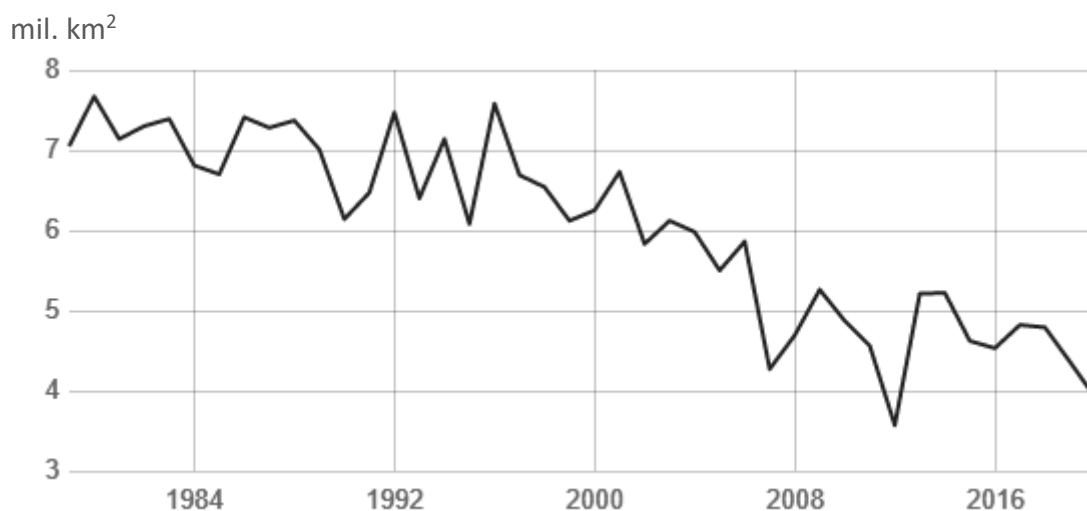
i lokalne faktore kao što je slijeganje terena, erozija, lokalne morske struje, izdizanje terena oslobođenog od tereta leda, utjecaj tlaka zraka, gravitacijski odnosi između oceana i ledenih pokrova i dr.



Sl.1. Promjena razine mora od 1993.-2019. godine

Izvor: NOAA Climate.gov, 2021.

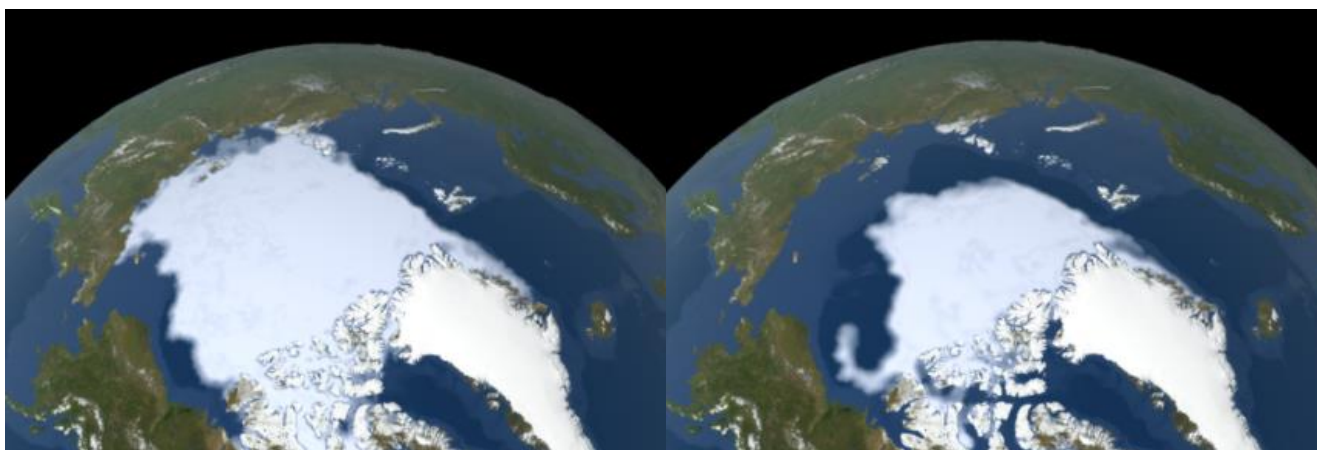
Gubitak leda uzrokuje pad razine mora blizu ledenih pokrova, dok s druge strane u tropima dolazi do porasta razine mora koje je uzrokovano otapanjem ledenjaka, vidljivo na slici 1. U područjima oko ekvatora porast razine mora veći je za oko 20% od globalnog prosjeka (NASA, 2021). Procjenjuje se da se svake godine otopi i izgubi oko 200 Giga tona leda na Grenlandu i isto toliko na Antarktici. U 2020. godini minimalna površina morskog leda nakon ljetnog otapanja iznosila je 3,74 milijuna km², to je bio drugi put da je izmjerena površina bila manja od 4 milijuna km². Ledene površine na Zemlji drastično se smanjuju, što može prouzročiti katastrofalne posljedice (DHMZ, 2021).



Sl.2.Prosječna minimalna površina arktičkog morskog leda u rujnu, 1979.-2020.

Izvor: NASA Climate Change, 2021.

Kao što je i vidljivo na slici 2 minimalna rujanska površina arktičkog morskog leda gotovo da se prepolovila od 1979. do 2020. godine. Prosječno smanjenje leda u Arktiku je 13.1% po desetljeću (NASA Climate Change, 2021). Promjena leda najbolje se može pokazati iz satelitskih snimaka, što je jasno vidljivo na slici 3.



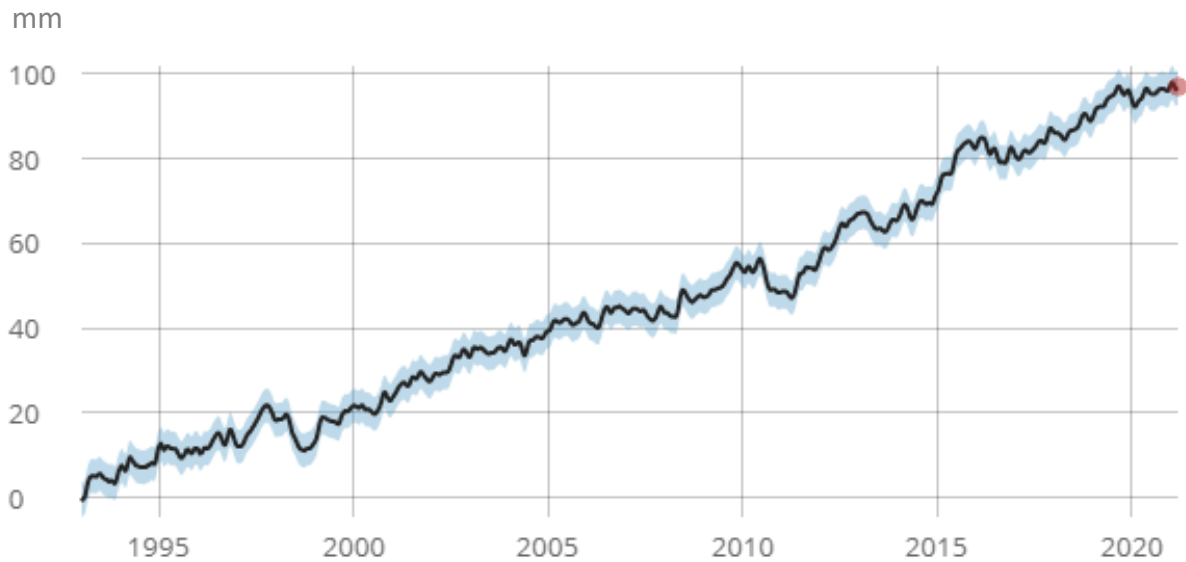
Sl.3. Satelitske snimke arktičkog morskog leda 1979. (lijevo) i 2020. (desno)

Izvor: NASA Climate Change, 2021.

Ubrzano kopnjenje leda uzrokovano globalnim zatopljenjem sve je važniji čimbenik porasta morske razine. Rast razine mora dovesti će do gubitka određenih obalnih područja i samim time i do problema za brojno stanovništvo koje živi na niskim obalama. Osim podizanja razine mora,

prijetnju za stanovništvo na niskim obalama predstavljati će i sve „učestalije i intenzivnije vremenske nepogode poput tropskih ciklona, obilnih padalina, poplava i porast učestalosti suša i nestašica vode“, koji su također posljedica klimatskih promjena (Tandarić, 2014, 90). Srednja razina mora može se definirati kao nulta ploha, odnosno geoid koji označava mirnu površinu mora i oceana okomitu na smjer sile teže. Geoid predstavlja početnu plohu od koje se mjere visine (Rezo i dr., 2010). „Srednja razina mora na obalama definira se pomoću mareografa tijekom određenog razdoblja“ (Skočić i dr., 2015, 66). Iznad plohe koju predstavlja razina mora prevladava trošenje stijena, dok ispod razine mora prevladava akumulacija sedimenata. Razina mora mijenja se, a te promjene mogu biti globalne i regionalne. Globalne promjene razine mora su one promjene gdje dolazi do istovremenog podizanja ili spuštanja razine mora na cijeloj Zemlji. Regionalne promjene morske razine nastaju najčešće zbog regionalnih tektonskih poremećaja kada dolazi do spuštanja ili izdizanja pojedinih obalnih prostora (Juračić, 2013). Povezano s time, promjena razine mora može biti u dugom periodu i kratkom periodu. One promjene uzrokovane vjetrom, oceanskim strujama, te plimom i osekom primjer su promjena razine mora koje se događaju u kratkom periodu, dok se one u dugom periodu traju i po nekoliko stotina godina (Skočić i dr., 2015). Razinu mora precizno možemo pratiti tek od 1992. godine kada su se pojavila precizna satelitska mjerenja. Prije toga su se mjerenja razine mora uglavnom oslanjala na mjerenja plime i oseke. Zapisi plime i oseke na pojedinim mjestima postoje čak od 1700. godine, što nam može pružiti uvid u povijesne trendove razine mora (Oppenheimer i dr., 2019). Razina mora porasla je 21-24 centimetra od 1880. godine. Godine 2019. globalna razina mora bila je 87,6 mm iznad prosjeka iz 1993. godine, što je i vidljivo na slici 4. (NOAA Climate.gov, 2021). Zbog kopnjenja leda koji je nastao u zadnjem ledenom dobu, smatra se kako se srednja razina mora od tog razdoblja prije 20000 godina podigla za 120 metara. Prosječno povećanje globalne srednje razine mora prije 6000 godina bilo je 0,5 milimetara godišnje. Isti izvor navodi da je vrijednost trenutne brzine povećanja srednje razine mora 1-2 milimetra godišnje (Skočić i dr., 2015). Stopa porasta razine mora ubrzava, više se nego udvostručila s 1,4 milimetra godišnje tijekom većeg dijela dvadesetog stoljeća na 3,6 milimetara godišnje u razdoblju od 2006. do 2015. godine. Čak i ako svijet slijedi put s niskim emisijama stakleničkih plinova, globalna razina mora do 2100. godine vjerojatno će porasti najmanje 0,3 cm iznad razine zabilježene 2000. godine. Ako slijedimo put s visokim emisijama, ne može se isključiti najgori scenarij da do 2100. godine razina mora bude čak 2 -2,5 metara veća od one zabilježene 2000. godine (NOAA Climate.gov, 2021). Prema predviđanjima brojnih znanstvenika izgledno je kako će upravo doći do najgoreg scenarija gdje će do 2100. godine razina mora porasti za 2 metra, što predstavlja veliku opasnost za brojno stanovništvo koje živi

na niskim obalama (Union of Concerned Scientist, 2013). Danas na područjima koja su niža od jednog metra nadmorske visine živi oko 230 milijuna ljudi. Svi oni u izravnoj su opasnosti od podizanja razine mora do 2100. godine. Broj ljudi u ovoj zoni još se povećava tako da će biti potrebno uvesti brojne mjere za njihovo spašavanje (Kulp i Strauss, 2019).



Sl.4. Promjena razine mora 1993.-2021. godine, crno- mjerenja, plavo- mjerna nesigurnost

Izvor: NASA EarthData, 2021.

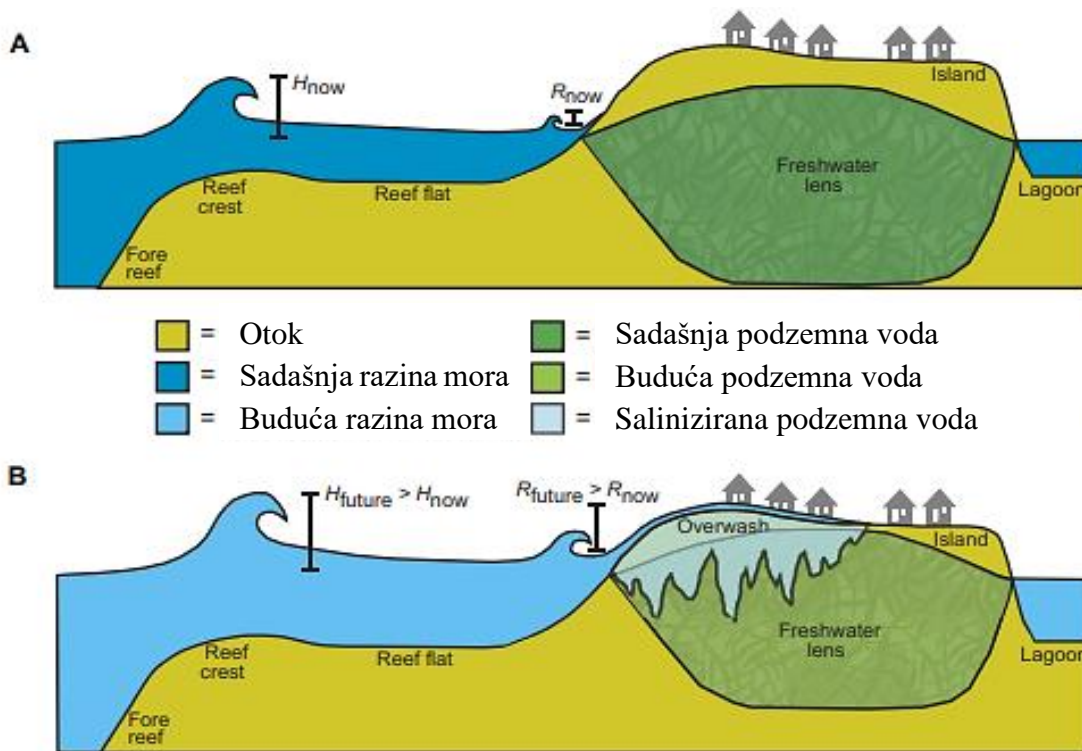
4. GEOGRAFSKE POSLJEDICE PORASTA RAZINE MORA

Niskim obalama prijete potpuno nestajanje ako se trend podizanja razine mora nastavi. Zastrašujuća činjenica je ta da većina stanovnika živi uz obalu mora, a samim time se i većina ljudske infrastrukture nalazi ondje. Stanovništvo koje živi na niskim obalama biti će prisiljeno na migraciju, a neke će države možda i potpuno nestati. Obale koje su niže od 10 metara čine samo 2% kopnene površine (McGranahan i dr., 2007). Međutim, na niskim obalama 2010. godine živjelo je čak 680 milijuna ljudi, što je tada iznosilo oko 10% svjetske populacije. Procjenjuje se da će do 2050. godine taj broj dosegnuti više od jedne milijarde stanovnika (IPCC, 2019). Najveća gustoća stanovnika u zonama niskih obala živi na malim otočnim državama i u deltamama većih rijeka. Također, slabije razvijene zemlje imaju veći postotak stanovništva koje živi na niskim obalama. Zemlje u razvoju doživljavaju nagli proces litoralizacije, što uzrokuje konstantno pojačavanje gustoće naseljenosti obala. Proces

litoralizacije postoji i u razvijenim zemljama ali u nešto manjoj mjeri (McGranahan i dr., 2007). U nastavku poglavlja detaljnije će se razraditi geografske posljedice klimatskih promjena na određenim područjima niskih obala.

4.1. PACIFIČKI OTOCI

Upravo su otoci najugroženiji od podizanja razine mora. Do kraja ovog stoljeća otoci niži od jednoga metra vrlo vjerojatno će biti preplavljeni. Ovakvih otoka postoji na desetke tisuća, a na njima živi oko 150 milijuna ljudi (Piguet, 2008., prema Tandarić, 2014) . Upravo su otoci u Tihom ili kako ga neki nazivaju Pacifičkom oceanu jedni su od najugroženijih područja od posljedica podizanja razine mora. Velik broj otoka nalazi se upravo u tropima gdje je podizanje razine mora, kao što je i ranije navedeno, puno veće od globalnog prosjeka. Problem predstavlja nekoliko tisuća otoka i otočića koji se nalaze upravo u tropima Tihog oceana, čija je prosječna visina manja od 2 metra nadmorske visine. Prema prije spomenutim, najgorim predviđanjima do 2100. godine razina mora podignuti će se 2 metra, što je i više nego dovoljno za nestanak brojnih pacifičkih otoka (Storlazzi i dr., 2018). Specifičnu prijetnju za pacifičke otoke predstavljaju i fenomeni El Niño i La Niña. Tijekom jakog El Niña na tropskim otocima zapadnog Pacifika razina mora padne za 20 do 30 centimetara. Taj pad morske razine ugrožava koralje koji se više ne nalaze ispod mora. Za to vrijeme u istočnom Pacifiku oko ekvatora morska razina raste. Za vrijeme La Niñe proces se obrne, tada razina mora raste na zapadnim, a pada na istočnim pacifičkim otocima (Widlansky i dr., 2015). Većina pacifičkih otoka male je površine i stoga imaju ograničene mogućnosti za naseljavanje, te ograničene vodne i poljoprivredne resurse. Osim toga na mnogim otocima nalazimo ekosustave koji su vrlo osjetljivi svojstva morske vode, te su brojni otoci okruženi koraljima koji su osjetljivi na promjene temperature i razine mora. Sve navedeno predstavlja velike izazove, a izazovi se sa klimatskim promjenama kroz godine samo povećavaju. Probleme pacifičkim otocima predstavljaju i visoki valovi.



Sl.5. Prikaz sadašnjeg stanja (A) i budućeg utjecaja (B) valova na podzemnu vodu na otocima
Izvor: Storlazzi i dr., 2018.

Valovi mogu nastati kao posljedica raznih tropskih oluja, ciklona i slično, koji s godinama postaju sve izraženiji. Sa povećanjem razine mora i povećanjem visine valova, otocima počinju prijetiti poplave koje nastaju naletom većih valova. Ove poplave, kao što je i vidljivo na slici 5., mogu rezultirati salinizacijom svježije podzemne vode. Zbog mogućih uništavanja vodnih resursa na mnogim pacifičkim otocima neće postojati uvjeti za život, te će se stanovništvo morati iseliti i prije nego što razina mora drastično poraste. Smatra se kako će neki otoci biti zahvaćeni velikim poplavama već 2060-ih godina (Storlazzi i dr., 2018). Osim što poplave mogu salinizirati podzemnu vodu, isto tako mogu promijeniti sastav rijeka, povećati eroziju, ugroziti ekosustave i slično. Geografske posljedice klimatskih promjena na pacifičkim otocima biti će i jesu brojne. Ipak nisu samo niski pacifički otoci u opasnosti. Postoji mnogo visokih otoka u Tihom oceanu, većina njih građena je od magmatskih stijena koje su vrlo otporne na valove i ostale prirodne nepogode koje mogu biti posljedica klimatskih promjena. Moglo bi se zaključiti kako upravo ti otoci nisu u opasnosti od posljedica klimatskih promjena. Međutim, populacija na većini ovakvih otoka je koncentrirana na niskim i uskim obalnim pojasevima. Osim stanovništva i većina ekonomskih aktivnosti smještena je na nižim visinama i vrlo često se i glavni gradovi država nalaze na ovakvim zonama. Opasnost raste jer glavni gradovi rastu i u njih se zbog ekonomskih razloga naseljava stanovništvo sa drugih otoka i manje pristupačnih

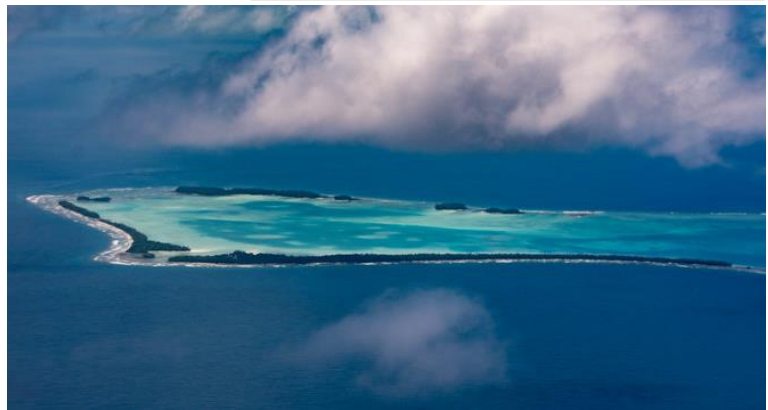
područja. Jedan od najugroženijih i najpoznatijih otoka kojem prijeti opasnost od podizanja razina mora i drugih posljedica klimatskih promjena je Tuvalu. Prosječna visina otoka je 1.5 metara iznad morske razine. Zbog tako niske nadmorske visine i male površine, ovaj otok vrlo je ugrožen, ne samo od podizanja razine mora, nego i od većih valova, oluja i ostalih prirodnih nepogoda (sl.6.) (Mimura, 1999).

Tuvalu je jedna od najmanjih država na svijetu (sl.7.) i smatra se kako će upravo njezini stanovnici biti jedni od prvih klimatskih migranata. Iako Tuvalu gotovo uopće ne sudjeluje u globalnoj emisiji ugljika, njegove će posljedice za ovu državu biti drastične. Procjenjuje se da



Sl.6. Prikaz dijela države Tuvalu
Izvor: Everything Everywhere, n.d.

će stanovnici već 2050. morati početi iseljavati, prvo zbog nedostatka pitke vode, a nakon toga zbog podizanja razine mora (Đurková i dr., 2012, prema Tandarić, 2014). Stanovnici ne žele iseliti sa svojih otoka. Preseljenje im predstavlja posljednju opciju iako je država već sada u velikoj opasnosti od uragana, valova i sličnih nepogoda. Vode se rasprave



Sl.7. Država Tuvalu iz zraka
Izvor: Everything Everywhere, n.d.

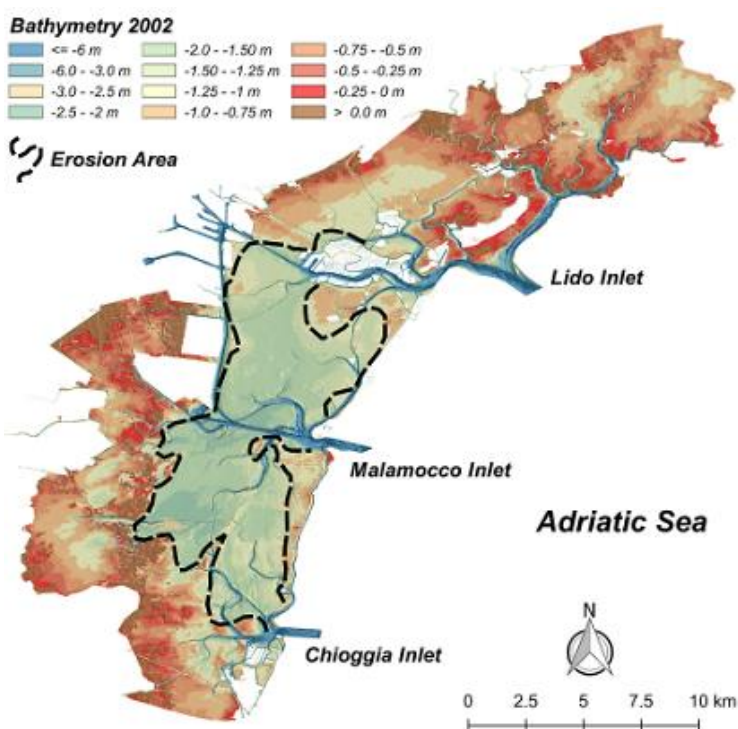
kamo bi se stanovništvo Tuvalua moglo preseliti kada dođe do porasta razine mora koje će preplaviti otoke. Na nekim UN-ovim raspravama o klimatskim promjenama predloženi su određeni otoci u Fidžiju koji imaju veću nadmorsku visinu. Stanovništvo Tuvalua ne želi se preseliti na Fidži jer smatraju kako bi imali veće šanse za zaposlenje i kvalitetnije školovanje na nekim drugim mjestima poput Novog Zelanda. U svakom slučaju preseljenje stanovništva jedne cijele države važan je i kompliciran pothvat, gdje je teško zadovoljiti potrebe i želje svih stanovnika. Gdje god se stanovništvo Tuvalua preseli, oni će izgubiti svoj teritorij i svoju državu. Mnogo stanovnika emocionalno je vezano za svoj otok i mjesto gdje žive, a klimatske promjene to će im uništiti. Iako će stanovništvo na nekom drugom mjestu imati možda više mogućnosti za zaradu i bolji život, živjeti će u drugoj državi sa drugačijom kulturom, tradicijom i jezikom.

Zbog toga će kultura i tradicija stanovništva i same države Tuvalu nestati, a uz nju će u budućnosti na isti način i brojne druge države nestati (Stratford i dr., 2013).

4.2. VAŽNA TURISTIČKA PODRUČJA: VENECIJA, BAHAMI I MALDIVI

Područja niskih obala vrlo su privlačna za kupališni turizam, pogotovo u tropima. Osim za kupališni turizam, na niskim obalama nastali su brojni povijesni gradovi koji danas privlače brojne turiste. Na primjeru tri vrlo važna turistička mjesta, koji se ujedno nalaze na vrlo niskim obalama, u ovom poglavlju detaljnije će se razraditi utjecaj koji će posljedice klimatskih promjena ostaviti na ove turističke destinacije.

Venecija je jedna od najvećih europskih turističkih destinacija, ali nalazi se na vrlo niskoj obali (sl.8.) i već joj prijete posljedice klimatskih promjena. Smatra se kako je područje na kojem je izgrađena Venecija nastalo taloženjem riječnih sedimenata koji su formirali brojne sprudove, otoke i otočiće. Već je u 6. stoljeću ovo močvarno mjesto bilo naseljeno. U 15. stoljeću Venecija je dosegla svoj vrhunac kada je bila najveći lučki grad i središte svjetske trgovine. Bogata povijest i lijepe građevine danas privlače turiste u Veneciju, koja je i pod zaštitom UNESCO-a. U prošlosti se htjelo postići to da mulj iz rijeka ne zatrpava dodatno ovo područje. Stoga su se izgradili brojni kanali i preusmjerile delte rijeka tako da se ovo područje ne pretvori u močvaru. To danas stvara probleme jer se sada sedimenti gube i otočići se smanjuju. Venecija zato imao oko 150 kanala, a pojedini dijelovi grada čak su ispod morske razine. Posljedice klimatskih promjena mogu se već i danas vidjeti u Veneciji i to najviše kroz poplave. U 17. stoljeću u gradu gotovo da i nije bilo poplava, danas grad poplavljuje oko 50 puta na godinu zbog plimnih valova. Većinom poplavljuju samo oni dijelovi ispod morske razine, ali ponekad dođe do poplave u cijelom gradu. Kada razina mora naraste, poplave u cijelom gradu biti će sve učestalije. Nakon određenog vremena grad će zbog povećanja razine mora postati i stalno



Sl.8. Batimetrijska karta Venecijanske lagune

Izvor: Zaggia et al, 2017.

potopljen. Zbog velike opasnosti od poplavlivanja u Veneciji angažirala se talijanska Vlada i međunarodna zajednica. Venecija predstavlja dio svjetske baštine, zbog toga se ulažu brojni naponi za njezinu zaštitu. Tako je došlo do jedinstvenog rješenja. Osmišljen je projekt „Mose“ koji obuhvaća nekoliko pokretnih brana koje bi za vrijeme plime odvajale Venecijansku lagunu od Jadranskog mora. Brane će štiti Venecijansku lagunu od plimnih valova do čak tri metra visine. Nakon što prođe opasnost od plimnog vala barijere se spuštaju, što dopušta plovidbu i strujanje vode iz Venecijanske lagune. Projekt je započet 2003. godine, a smatra se da će ove barijere moći čuvati Veneciju i sljedećih sto godina (Nadilo, 2014). Ovo je samo jedan od primjera kako bi se neke niske obale mogle zaštititi od nadolazećih povećanja razine mora. Međutim, nisu sva mjesta toliko turistički značajna i ne nalaze se svi u razvijenim zemljama. Otocima koji se nalaze na otvorenom moru ili oceanu prijete brojne opasnosti od posljedica klimatskih promjena, a rješenja nisu tako lako rješiva kao što je bilo u slučaju Venecije. Osim toga te države većinom nemaju dostatna sredstva za financiranje takvih pothvata. Iako su se arhitektura i povijesni karakter Venecije uspjeli sačuvati, te će ona još dugo moći biti jedna od glavnih talijanskih turističkih destinacija, druga popularna turistička mjesta vjerojatno ne čeka jednaka sudbina. Tako za primjer možemo uzeti i Bahame.

Bahami su izrazito popularna turistička destinacija, gdje većina stanovnika u potpunosti ovisi o turizmu. Bahami su otočna država sastavljena od nekoliko stotina otoka u Atlantskom oceanu. Više od 80% stanovnika živi u niskim obalnim zonama, koje su niže od 10 metara nadmorske visine. Bahami su područje koje je vrlo ugroženo uraganima, koji ponekad nanesu štete koje se broje u stotinama milijuna dolara. Olujni vjetrovi često uništavaju turističku infrastrukturu i smanjuju zaradu od turizma koji ovoj državi donosi više od 40% BDP-a. Zbog klimatskih promjena olujni vjetrovi i visoki valovi postaju sve češći i njihove posljedice često mogu postati sve gore. To može dovesti u opasnost ovu malu otočnu državu koja se sama ne može obraniti protiv ovakvog problema. Osim olujnih vjetrova i visokih valova, posljedica klimatskih promjena je i povećanje temperature oceana. Povećanje temperature uzrokuje izumiranje koralja, koji su također vrlo bitni za turizam Bahama. Razne prirodne nepogode loše utječu na turizam Bahama, a samim time i na zaradu i zaposlenje lokalnog stanovništva. Bahami, ne samo da se moraju boriti sa posljedicama klimatskih promjena i ulagati sredstva u njihovo sprječavanje ili smanjivanje, nego u isto vrijeme se moraju boriti sa smanjenjem turizma koji donosi glavninu prihoda državi. Sve to uzrokuje manjak novaca i lošije uvjete za život stanovništva. Na Bahamima postoji velika opasnost od poplava, velikih oluja i podizanja razine mora. Mnogo je stanovništva i infrastrukture na Bahamima ugroženo u središtima i na višim dijelovima otoka, koji su sigurniji, gotovo da nema stanovnika. Kako Bahamima prijete brojne

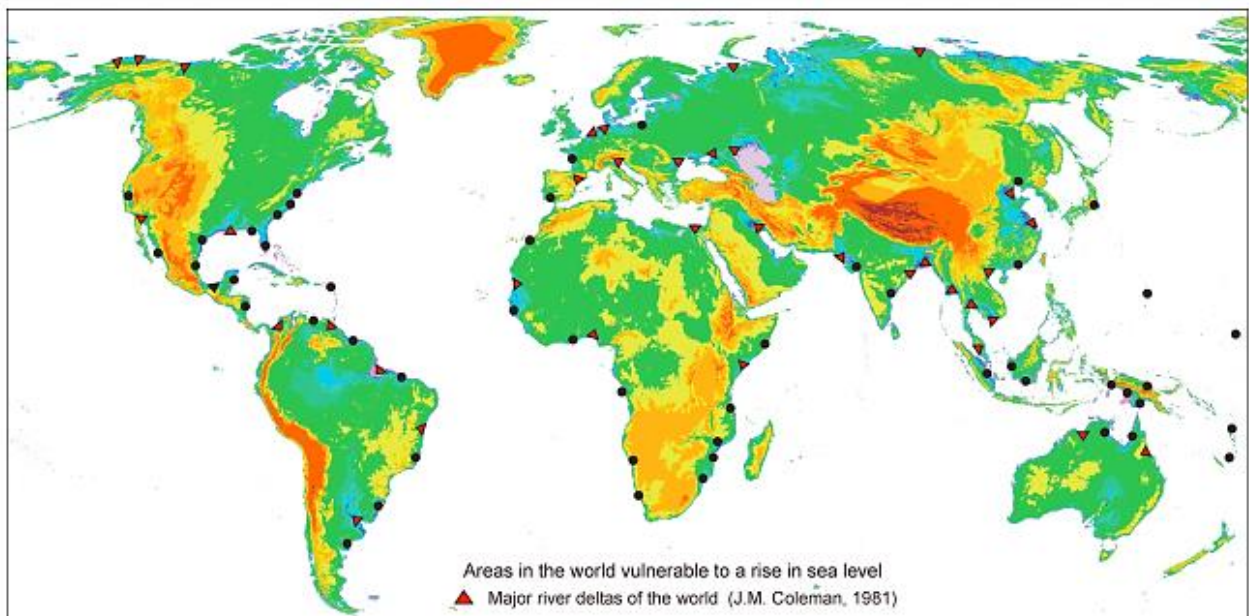
posljedice klimatskih promjena, koje će se s godinama samo povećavati, problem će biti vrlo teško riješiti. Vrlo je izgledno kako će se jedno od najpopularnijih turističkih mjesta u sljedećim godinama značajno promijeniti zbog klimatskih promjena (Pathak i dr., 2021).

Jednake probleme kao i Bahami doživljavaju Maldivi. Maldivi se smatraju jednom od najnižih država na svijetu s prosječnom visinom 1.5 metara, a najvećom visinom tek 2.4 metara. Kao i na Bahamima i na Maldivima je turizam glavna djelatnost koja donosi 34% BDP-a. Maldivi predstavljaju primjer održivog turizma, ali neki stručnjaci se ne slažu s ovom titulom. Maldivima prijete nestajanje, zbog njihove vrlo male visine i velike opasnosti od valova, poplava i podizanja razine mora. Mnogi Maldivi smatraju prekrasnom destinacijom, ali problemi s klimatskim promjenama počinju odbijati turiste. Slika Maldiva počinje izgledati više kao mjesto koje će ubrzo nestati, a ne privlačno i održivo turističko mjesto. Država ništa ne poduzima kako bi smanjili posljedice klimatskih promjena, ne donose projekte za preseljenje stanovništva ili za zaštitu, što se ne poklapa sa održivim karakterom ovog mjesta. Također, sve ovo moglo bi utjecati i na investicije u turizmu. Mnogi investitori mogli bi se uplašiti ulagati milijune u razne resorte i komplekse koji bi mogli nastradati od posljedica klimatskih promjena. Popularne kućice iznad mora na Maldivima napravljene su kako bi se uštedio prostor na samom kopnu. Međutim, one se nalaze izravno iznad vode, te su tako u direktnoj opasnosti od visokih valova i ostalih klimatskih nepogoda. Paradoks se javlja kada investitori ulažu u brojne održive kućice i resorte na Maldivima, ali glavni prioritet im nije smanjenje posljedica klimatskih promjena, nego zarada (Shakeela i Becken, 2015). Maldivi, zbog njihove izoliranosti u Indijskom oceanu, ne dohvaća tropski ciklon (Ali Khan i dr., 2002). Tropski ciklon obuhvaća vrtložno strujanje zraka, s obilježjima vrlo velikih brzina vjetera, ponekad su brzine veće od 200 km/h i većim količinama kiše (Šegota i Filipčić, 1996). Međutim, Maldivi ponekad mogu zahvatiti visoki valovi. Na primjer, krajem 20. stoljeća Maldivi su zahvatili valovi visoki i po 2.5. metara, koji su uzrokovali velike štete i odnijeli velike nanose pijeska s plaža. Kada bi se takvo što dogodilo danas posljedice bi bile katastrofalne, pogotovo u kućicama iznad vode. Ovakav događaj zasigurno bi otjerao i zaprepastio turiste. Osim visokih valova, koji bi zbog klimatskih promjena mogli postati još i veći, turiste zasigurno neće zadiviti niti olujni vjetrovi ili obilna kiša, koji mogu ostaviti velike posljedice. Maldivi moraju, kako bi bili prava održiva destinacija, ulagati i u adaptaciju i smanjenje rizika od posljedica klimatskih promjena. Koncentracija mora biti na klimatskim promjenama, a ne na turizmu i zaradi (Ali Khan i dr., 2002). Na kraju ovog poglavlja može se zaključiti kako su brojne turističke destinacije u opasnosti od posljedica klimatskih promjena. Na nekim turistički važnim područjima provode se razne prevencije, kako bi posljedice bile što manje, a negdje se ne fokusira dovoljno na

spriječavanje posljedica. Ipak, turistička područja imaju veliku važnost ne samo za državu u kojoj se nalaze, već i za ostale države koje žele zaštititi njihove posebnosti. Iz tog razloga, može se reći kako se stavlja velik naglasak na zaštitu turistički privlačnih područja od posljedica klimatskih promjena, dok ona siromašna i neprivlačna mjesta ne dobivaju dovoljno pažnje.

4.3.DELTE RIJEKA

Više od 500 milijuna ljudi živi na deltama. Delte rijeka vrlo su privlačne za život, pogotovo tijekom povijesti, zbog izvora vode i plodnog tla. Na slici 9. jasno je vidljivo kako su gotovo sve veće delte svijeta u opasnosti od porasta razne mora. Deltama rijeka, osim povećanja razine mora, prijeti i slijeganje tla. Slijeganje tla dijelom je posljedica antropogenog djelovanja. Zemljište postaje niže kada ljudi koriste velike količine podzemne vode na deltama ili kada ljudske aktivnosti uzrokuju smanjenje dovoda sedimenta iz rijeke. Prirodno vrlo niska područja riječnih delta, stoga često postaju još niža. Dakle, ljudska aktivnost još više ugrožava područje delta od porasta razine mora (Tessler i dr., 2018).



Sl. 9. Područja ugrožena od porasta razine mora s naglaskom na svjetske delte

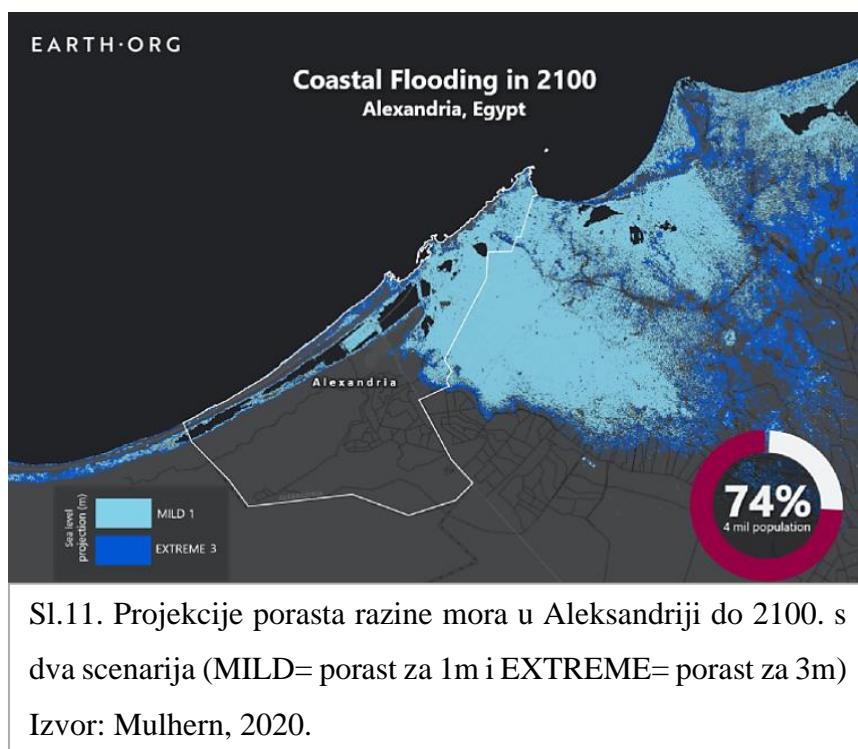
Izvor: Coleman, 1981., prema Oude Essink i dr., 2010.

Ugroženost delta objasniti će se na nekoliko primjera. Prvi primjer biti će jedna od najvećih delti na svijetu, delta rijeke Nil u Egiptu. Gustoća naseljenosti u Egiptu upravo je najveća u delti Nila. Iako delta Nila zauzima samo 2.5% površine Egipta predstavlja glavno područje naseljenosti ove države (Elsharkawy i dr., 2009). U delti živi 40% stanovnika Egipta, a gustoća naseljenosti dostiže 2000 stanovnika na jedan kilometar kvadratni (Encyclopædia Britannica, n.d.). Ovo područje vrlo je bitno danas, kao što je i bilo u egipatskoj povijesti. Preko 70 milijuna stanovnika u Egiptu ovisi o poljoprivredi. Upravo je delta Nila jedno od glavnih poljoprivrednih područja i jedno od najstarijih intenzivno kultiviranih područja na svijetu. Većina od 50 kilometara duge obale delte Nila niža je od dva metra. Ova obala je dijelom zaštićena pješčanim pojasom od Sredozemnog mora. Međutim, taj pješčani pojas sve više erodira što počinje predstavljati veliki problem. Smatra se kako će porast razine mora uništiti one slabije dijelove pješčanog pojasa. Pješčani pojas nužan je za zaštitu jezera i zemlje koja ima malu nadmorsku visinu. Porast razine mora utjecao bi na kvalitetu voda i na ribe koje žive u slatkim vodama. Problem postaje još i veći kada se spomene podatak da se čak jedna trećina egipatskog ribolova temelji na hvatanju riba iz jezera koja se nalaze u delti Nila i koja su ugrožena od porasta razine mora. Osim ribolova, povećanje razine mora ugrozilo bi i većinu poljoprivrednih proizvoda koji se uzgajaju blizu obale u delti Nila i većinu pitke podzemne vode. Sve navedeno utjecalo bi na živote brojnih ljudi, od kojih bi mnogi ostali bez glavnih prihoda za život. Prema nekim procjenama smatra se kako je Egipat jedna od prvih država u svijetu koje će biti zahvaćene posljedicama podizanja razine mora od jednog metra (Elsharkawy i dr., 2009).



Sl. 10. Delta Nila 2002. godine (lijevo) i delta Nila nakon porasta razine mora za 1 metar (desno)
Izvor: Simonett, 2002., prema Elsharkawy i dr., 2009.

Kao što je i vidljivo na slici 10, povećanje razine mora od samo jednog metra jako će utjecati na deltu Nila. Točnije, kada bi razina mora porasla za jedan metar to bi uništilo oko 4500 kvadratnih kilometara obradivih površina u delti. Gledajući cijeli Egipat, kada bi razina mora porasla za samo jedan metar to bi utjecalo na oko 12,5% poljoprivredne proizvodnje cijele države. Pošto je poljoprivreda bitna djelatnost za Egipat porast razine mora utjecao bi na više od 6% BDP-a. Na slici 10. je vidljivo kako će brojni gradovi postati uništeni i neuseљjivi. Zbog toga se predviđa da će samo u delti Nila oko 6.1 milijun ljudi morati preseliti iz mjesta njihova prebivališta. Osim, infrastrukture i zemljišta i brojna će povijesna nalazišta biti izgubljena, te će mnogi povijesni gradovi poput Aleksandrije nestati. Dakle porast razine mora znatno će utjecati na sve sektore, a pogotovo na poljoprivredu i turizam. Od izgradnje Asuanske brane na Nilu donos sedimenata u deltu značajno se smanjio. Asuanska brana vrlo je značajna za Egipat i donosi mu puno prijeko potrebne energije. Međutim, uzrokovala je prodor slane vode u deltu zbog smanjene sedimentacije u delti i povećane erozije obale. Osim toga, ljudski utjecaji također su još više ugrozili deltu Nila. Izgradnjom umjetnih kanala za navodnjavanje i transport u delti se još više povećava erozija. Iz ovih razloga je delta Nila jedna od najugroženijih područja od posljedica podizanja razine mora. Stanovništvo u Egiptu i delti Nila ubrzano raste i smatra se kako će se samo do 2050. godine udvostručiti. Toliki porast stanovnika zahtjeva značajno povećanje poljoprivredne proizvodnje i industrije, kako bi se stanovništvo moglo prehraniti i zaposliti. Sa većinom poljoprivredne proizvodne u delti Nila i budućim povećanjem razine mora na ovom području to će biti teško postići. Osim toga i brojne industrije i turistička područja u delti će biti uništena, što će uzrokovati smanjenja zaposlenja, a ne potrebno povećanje. Obrana obala vrlo je skupa i zahtijevala bi žrtvovanje brojnih privatnih posjeda i prirodnih resursa. Za državu koja nije razvijena i mora osigurati dovoljna sredstva za svoje brzorastuće stanovništvo, teško je pronaći novac za očuvanje obala od posljedica podizanja razine mora. Stanovništvo koje se nalazi uz obale delte Nila već je i danas ugroženo od posljedica obalne erozije, brzog demografskog rasta, zagađenja, uništenja ekosustava, te pritiska na iskorištavanje zemljišta. Uz sve to još im prijeti i porast razine mora. Ovakvo stanje nije tipično samo za deltu Nila, ovi problemi vrlo su česti i u ostalim većim deltama koje se nalaze u zemljama u razvoju. Teško je uz toliko problema fokusirati se i riješiti samo onaj problem koji predstavlja porast razine mora. Ipak, mnogo je gradova u velikoj opasnosti od nestanka ako dođe do porasta razine mora, pa se neke mjere moraju poduzeti (Elsharkawy i dr., 2009).



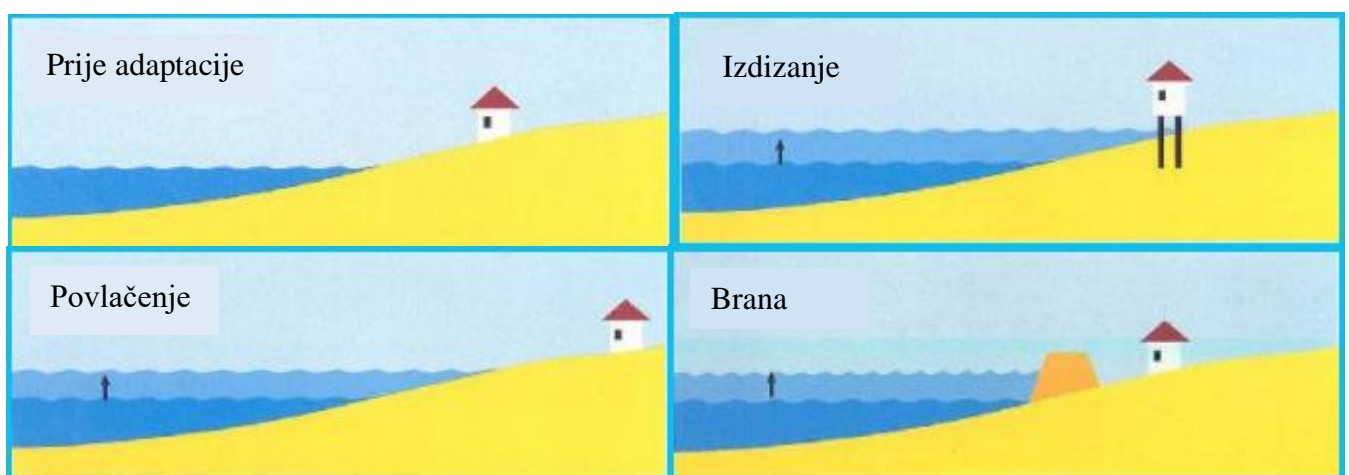
Na primjer u Aleksandriji, koja je jedno od najvažnijih industrijskih i ekonomskih središta Egipta, grade se betonski zidovi koji će zaštititi grad od porasta razine mora. Osim toga, plan je preseliti siromašno stanovništvo iz ranjivih područja u područja koja su sigurna. Bez planova za kontrolu poplava ili

velikog plana preseljenja, građani Aleksandrija biti će suočeni s porastom razine mora i razornim štetama prouzrokovane poplavama, što je prikazano na slici 11 (Mulhern, 2020). Egipatska vlada uz međunarodnu pomoć provodi mjere kako bi zaštitila ugrožene obale od posljedica klimatskih promjena. U delti Nila najviše se radi na smanjenju erozije i gradnji brana koje bi ju zaštitile od utjecaja Sredozemnog mora (Elsharkawy i dr., 2009). Delta Nila, kao i ostale velike i važne delte kojima prijete rizik od posljedica klimatskih promjena, mogu učiti na primjeru Nizozemske. Jedna trećina površine Nizozemske nalazi se ispod prosječne morske razine. Probleme koje Nizozemska danas doživljava, a posebno područja uz delte, vrlo vjerojatno će biti i problemi sa kojima će se delte svijeta suočavati u budućnosti. Kao i ostale delte, delte u Nizozemskoj privlačne su za naseljavanje sa brojnim lukama i poljoprivrednih zemljištima. Kao i diljem svijeta, na ovim deltama podzemna voda se intenzivno iskorištava za poljoprivredu, industriju i ostale potrebe stanovnika. Zbog toga iskorištavanja podzemne vode Nizozemska dodatno tone, iako se njezin velik dio već nalazi ispod morske razine (Oude Essink i dr., 2010). U Nizozemskoj postoji nekoliko delta, a najveća i najvažnija je ona rijeke Rajne. Pošto je ovo relativno mala država s mnogo riječnih tokova i niskih područja, rizik od poplava velik je, a sa ubrzanjem klimatskih promjena taj rizik se još i više povećava. Međutim, razvijena zemlja poput Nizozemska ne može si dopustiti dovođenje određenih dijelova države do katastrofe. Zato Nizozemska provodi brojne mjere za zaštitu svog vrlo ugroženog zemljišta od posljedica klimatskih promjena. Tako je na primjer Rotterdam, jedna od najvažnijih luka svijeta, zaštićen od posljedica olujnih nevremena barijerama. Barijere funkcioniraju slično kao one u

Veneciji te se aktiviraju samo onda kada prijete opasnost, što je od prilike kada je lokalna morska razina 3 metra veća nego prosječna lokalna morska razina. Prema procjenama smatra se kako će se takve barijere, ako se ostvare najgori scenariji podizanja razine mora, morati aktivirati i do pedeset puta više nego što se aktiviraju danas (Katsman i dr., 2011). Na kraju može se zaključiti kako su delte svijeta u iznimnoj opasnosti od posljedica podizanje razine mora. Ne samo da je većina zemljišta u i oko delte niske nadmorske visine, već se u deltama vrlo često podzemna voda pretjerano iskorištava što uzrokuje dodatno tonjenje zemlje. Rizik postaje još i veći kada se u obzir uzme to da na svjetskim deltama živi velik postotak stanovništva i one su često vrlo važna poljoprivredna područja. Razvijene države provode razne mjere zaštite područja svojih delta kako bi ih zaštitili. Međutim, delte zemalja u razvoju po tom su pitanju u zaostatku. One delte u iznimnoj opasnosti od posljedica klimatskih promjena dobivaju međunarodnu pomoć kako bi mogli zaštititi područja velike naseljenosti od nestanka. Ipak, brojne delte u nerazvijenim zemljama ne dobivaju jedan tretman, a mnoge od njih imaju puno veći broj stanovnika koje može biti ugroženo porastom razine mora.

5. ADAPTACIJA PORASTU RAZINE MORA

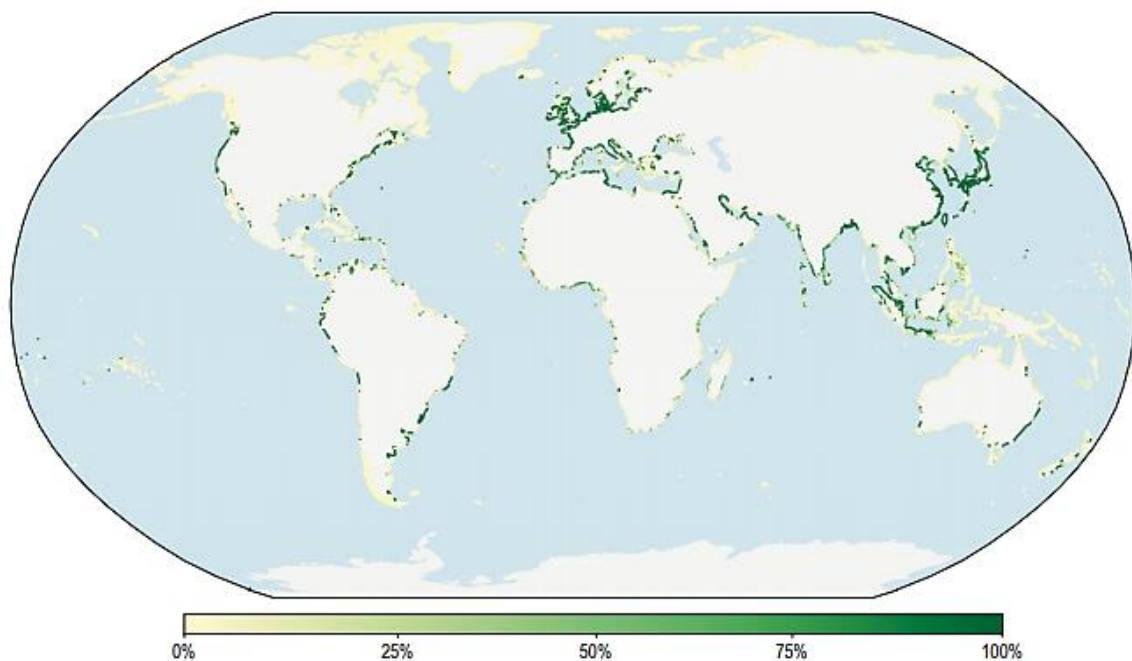
Prije nego što dođe do porasta razine mora potrebno je poduzeti mjere prilagodbe koje bi omogućile spašavanje ljudi i infrastrukture. Postoji nekoliko načina adaptacije za povišenje morske razine. Ovdje će se razraditi tri najčešća rješenja.



Sl. 12. Najčešći načini adaptacije podizanju razine mora

Izvor: Dronkers i dr., 1990.

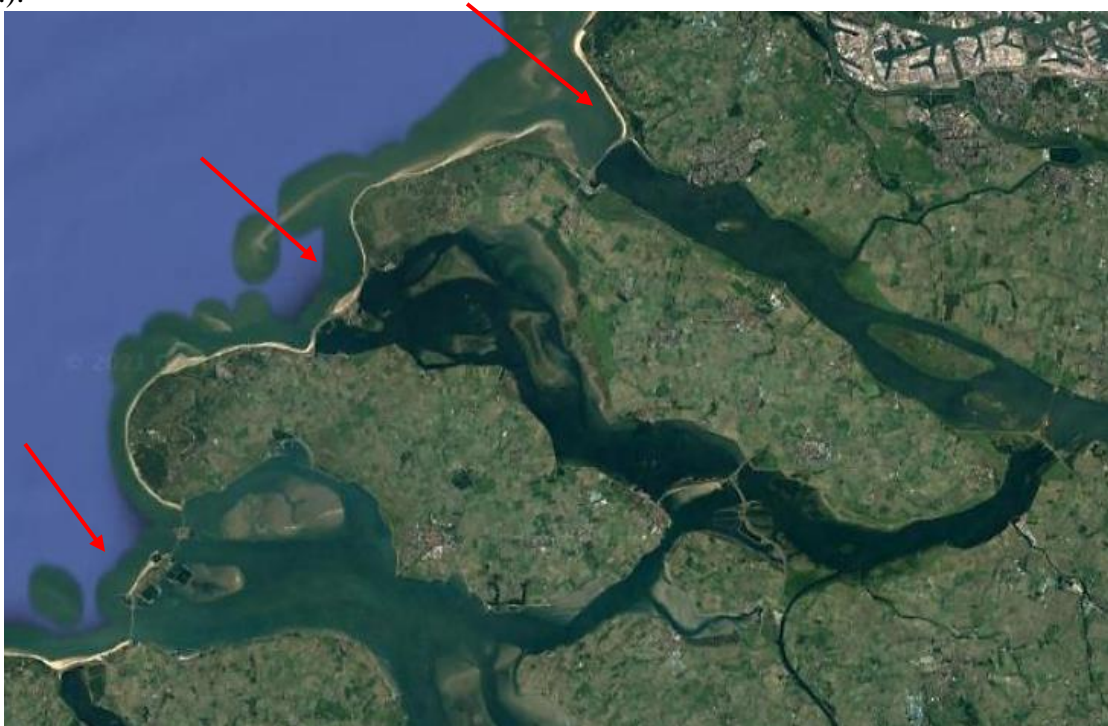
Na slici 12. vidljiva su tri najčešća oblika adaptacije, a to su povlačenje, izdizanje i brane. Povlačenje podrazumijeva premještanje stanovništva i imovine iz rizične obalne zone u unutrašnjost. Povlačenje ne obuhvaća zaštitu zemljišta koje se nalazi u rizičnoj zoni od povećanja razine mora. Izdizanje se odnosi na podizanje imovina na višu razinu ili na plutajuće kuće. Izdizanje obuhvaća ostanak na rizičnom mjestu, ali kao i povlačenje ne obuhvaća zaštitu tog područja. Zadnji način adaptacije uz pomoć brana uključuje zaštitu uz pomoć raznih zidova i nasipa. Brane omogućuju, za razliku od prva dva načina adaptacije, zaštitu zemljišta od podizanja razine mora i mogućnost nastavka korištenja zemljišta. Zaštita zemljišta bitna je, pogotovo na određenim mjestima. Na primjer obalne močvare vrlo su bitne za ulov riba. Kada se ne bi provodila adekvatna adaptacija udio obalnih močvara znatno bi se smanjio kao i ribolov. Za očuvanje močvara i sličnih bitnih obalnih staništa najbolji način adaptacije su brane. Prirodne brane od pijeska, šljunka i sličnog materijala zadržava prirodne karakteristike ekosustava. Međutim, iskopavanje pijeska i ostalih prirodnih materijala dovodi do narušavanja drugih ekosustava, pa je možda i bolje rješenje uvesti brane od proizvedenih materijala. Povlačenje i brane načini su koji zahtijevaju intervenciju vlade ili državnih službi, dok se izdizanje može provesti i bez miješanje državnog vodstva (Dronkers i dr., 1990).



Sl.13. Prikaz isplativosti izgradnje brana u postocima (Lincke i Hinkel, 2018).

Izvor: Oppenheimer i dr., 2019.

Jedan od najpoznatijih načina adaptacije, koji je već spomenut u ovom radu, je onaj u Nizozemskoj. Kao što je vidljivo na slici 14, gradnja brana izuzetno je isplativa u Europi, pogotovo na nizozemskim obalama, zbog zatvorenosti samih obala. Projekt Delta ime je projekta koji je obuhvaćao sustav brana i nasipa koji su kreirani kako bi zaštitili delte Rajne, Meuse i Scheldt, kao i okolno nizinsko područje Nizozemske od porasta razine mora i poplava. Ovaj projekt može poslužiti kao dobar prikaz posljedica koje ostavlja ovakav način adaptacije i služiti kao primjer ostalim državama koje tek trebaju provesti slične projekte. Delta projekt je u prošlosti prouzročio nestanak plime i oseke, narušavanje flore i faune, te zasićenje rijeka muljem. Sve to posljedica je toga što više nije postojao otvoreni prolaz iz morske u slatku vodu. Zbog toga uvedene su pokretne brane koje štite obale Nizozemske od olujnih valova. Delta projekt predstavlja dobar primjer zaštite od podizanja razine mora, ali isto tako pokazuje kako i brojni načini adaptacije nisu savršeni, te će ih se u budućnosti zasigurno morati usavršavati (VanKoningsveld i dr., 2008). Delta projekt danas predstavlja najveći sustav zaštite od poplava na svijetu i obuhvaća provincije Zeeland i Južna Holandija u Nizozemskoj. Ovaj projekt toliko je impresivan da se smatra jednim od sedam svjetskih čuda modernoga svijeta (Holland.com, n.d.).



Sl.14. Brane u sklopu Delta projekta

Izvor: Google Maps, 2021.

Uz to, brojne niske obale svijeta razlikuju se po svojim karakteristikama i zato se ne mogu svugdje primijeniti jednaki načini adaptacije. Ponegdje će se morati nalaziti neka potpuno nova rješenja gdje od ranije poznati načini adaptacije neće biti mogući.

Jedan od jedinstvenih načina adaptacije, koji postaje sve popularniji su plutajuće kuće (sl.15). Plutajuće kuće predstavljaju jedan od načina kako omogućiti stanovništvu da sigurno ostane živjeti na području gdje su i prije živjeli, nakon porasta razine mora. Plutajuće kuće, koje čine ponegdje čak i manja sela mogu se naći već danas u Vijetnamu. U Vijetnamu su područja ulijevanja rijeka u more vrlo bitna za ribolov i uzgoj riže. Međutim, brojne rijeke okružene su visokim planinama na kojima nema baš uvjeta za naseljavanja. Tako su se pojavile plutajuće kuće. Plutajućim kućama u Vijetnamu pala je popularnost i brojna plutajuća sela nestaju. Međutim, zbog sve veće zabrinutosti oko porasta razine mora razmišlja se o njihovom ponovnom uvođenju. Plutajuća naselja u Vijetnamu ne samo da bi osigurala smještaj ljudima koji se nalaze u rizičnoj zoni, već bi i sačuvali dio povijesti i kulture Vijetnama (Trang, 2016).



Sl.15. Plutajuća tržnica (lijevo) i plutajuća kuća (desno) u Vijetnamu

Izvor: Trang, 2016.

6. KLIMATSKE MIGRACIJE

Posljedice suvremenih klimatskih promjena natjerati će brojno stanovništvo na preseljenje. Na nekim mjestima provode se razne zaštitne mjere kako se kopno ne bi potopilo. Međutim, nije moguće zaštititi sve niske obale koje su u opasnosti. Tamo gdje nije moguće provesti kvalitetan sustav obrane od porasta razine mora i ostalih posljedica klimatskih promjena, stanovništvo će morati iseliti. Stanovništvo na obalama će od porasta razine mora biti ugroženo na dva načina. Prvi način je onaj očiti kada će more prodrijeti i uništiti zemljišta, kuće i infrastrukturu, koji se nalaze na dovoljno niskim obalama. Drugi način je taj da će porast razine uzrokovati jači prodor olujnih nevremena, tsunamija, većih plima i sličnih pojava u unutrašnjost. Raseljavanje se već

dogođa na područjima niskih obala koje je zahvatila snažna erozija. Preseljenja će s godinama postati sve češća. Vlade država morati će razviti brojne planove za organizirano preseljenje stanovništva iz rizičnih područja. Mnoge države i gradovi si ne mogu priuštiti kvalitetnu obranu od posljedica klimatskih promjena poput Nizozemske, Venecije ili čak Londona. Mnoge države nemaju dovoljno novaca niti za kvalitetan zdravstveni i sanitarni sustav. Stanovništvo je u takvim državama vrlo često toliko siromašno da si ne može priuštiti kvalitetno stanovanje. U ovakvim uvjetima država si ne može priuštiti plansko preseljenje stanovništva, niti sustav obrane od podizanja razina mora. Isto tako si ni stanovništvo ne može priuštiti preseljenje. Ovakve situacije mogle bi dovesti do pojave klimatskih izbjeglica. Kada bi more uništilo brojne domove ljudi u nerazvijenim zemljama, mnogi bi pokušalo pronaći novu priliku u Europi, SAD-u i ostalim razvijenim zemljama. Ipak, brojni stručnjaci predviđaju da neće doći do velikog vala migranata. Smatra se kako će migracije u susjedne države biti puno češće jer su daleka inozemna putovanja vrlo skupa i većina stanovništva si ih ne može priuštiti (McLeman, 2018). Migracije koje su posljedica klimatskih promjena mogu biti unutar države, odnosno preseljenje s obale u unutrašnjost ili izvan države. Kao što se i prije naglasilo mnoge države su u opasnosti potpuno nestati od posljedica podizanja razine mora. To su najčešće otočne države, ali i poneke obalne države (Tandarić, 2014). Prisilno preseljenje velikog broja stanovnika izvan države moglo bi postati veliki problem. Ne samo da velik problem predstavlja pronalaženje države gdje će se stanovništvo migrirati, već će se to stanovništvo suočavati s velikim jezičnim i kulturnim razlikama. Može doći do rasnih i vjerskih diskriminacija i mnogo doseljenog stanovništva moglo bi imati problema s pronalaženjem zaposlenja (Dronkers i dr., 1990). Trenutačno stanovništvo koje se mora preseliti zbog porasta razine mora nije pod zaštitom međunarodnog zakona. Tako da kada će ljudi biti prisiljeni preseliti izvan granica svoje države zbog posljedica klimatskih promjena pomoć od UN-ove konvencije za izbjeglice im neće biti dostupna. Migranti čije je preseljenje potaknuto posljedicama klimatskih promjena ne zadovoljavaju status izbjeglica prema trenutačnom međunarodnom zakonu, iako se njihova migracija može smatrati prisilnom. Stoga, pojam klimatski migranti još uvijek nije u službenoj uporabi. Vrlo je važno da dođe do međunarodnog dogovora, tako da svi prisiljeni klimatski migranti mogu živjeti kvalitetnim životom. Jedan od prijedloga kako ostvariti dostojanstveno preseljenje stanovništva koje je pod rizikom je taj da se prvo počinje seliti mlado stanovništvo u razvijene zemlje. To mlado stanovništvo trebalo bi imati znanje i dovoljno vještina za rad u razvijenoj zemlji u koju će se preseliti. Kada bi se opasnost od povećanja razine mora drastično povećala i ostalo stanovništvo preselilo bi se u državu gdje već živi i zarađuje dio njihovog naroda (McLeman, 2018). Ugroženost od posljedica klimatskih promjena veća je u zemljama

u razvoju zbog ekonomske, socijalne i okolišne situacije u ovim državama. Nedostatak sredstava samo pojačava osjetljivost na negativne utjecaje klimatskih promjena i sposobnost sprječavanja i prilagođavanja istima. Osim toga, već se naglasilo kako su posljedice klimatskih promjena nepovoljnije u nižim geografskim širinama, gdje se nalazi većina zemalja u razvoju. Podizanje razine mora moglo bi uništiti određene resurse hrane i vode na nekim područjima, što ne bi bilo tako drastično za razvijene zemlje. Međutim, siromašno stanovništvo kojima su ti resursi vrlo značajni bi moglo ostati bez osnovnih uvjeta za život. Zbog toga bitno je razviti plan prilagodbe prijetnjama klimatskih promjena za cijelu Zemlju, a ne za određene države koje si to mogu priuštiti kako ne bi došlo do masovnih klimatskih migracija. Klimatske promjene predstavljaju problem za sve države, jer će njezine posljedice biti vidljive svugdje (Elsharkawy i dr., 2009).

7. ZAKLJUČAK

Niske obale jedna su od najgušće naseljenih područja na svijetu, gdje se nalaze brojni veliki gradovi. Ova zona u velikoj je opasnosti od porasta razine mora i ostalih posljedica suvremenih klimatskih promjena, poput većih olujnih nevremena, poplava i slično. Klima postaje sve toplija, a samim time se i posljedice klimatskih promjena i njihov utjecaj na ljude povećava. Stopa porasta razine mora ubrzano raste, a gotovo se ništa ne poduzima kako bi se posljedice klimatskih promjena smanjile. Brojna područja niskih obala svjesna su problema, ali ne mogu sami riješiti problem visokih emisija stakleničkih plinova. Jedna od najugroženijih područja na svijetu od porasta razine mora su pacifički otoci i brojne delte rijeka. Riječne delte uglavnom imaju dugu povijest naseljenosti, te su danas vrlo gusto naseljena područja. Na riječnim deltama vrlo često se nalaze i veliki, milijunski gradovi, te vrlo važna poljoprivredna područja koja je potrebno sačuvati. Ipak, brojne delte se nalaze u slabije razvijenim zemljama gdje nema dovoljno resursa za izgradnju sustava obrane. U velikoj opasnosti nalaze se i pacifički otoci. pacifički otoci vrlo često su otoci male površine i vrlo male visine. Za razliku od riječnih delta na pacifičkim otocima teže je provesti kvalitetnu adaptaciju koja bi zaustavila posljedice klimatskih promjena. Osim toga pacifički otoci izloženi su i fenomenu El Nino, poplavama, ciklonama, visokim valovima i slično. Brojnim pacifičkim otocima prijete potpuno nestajanje, a samim time i migracije njihovog stanovništva. U radu se stavio naglasak i na nekoliko važnih turističkih područja Venecije, Bahama i Maldiva. Ova područja nalaze se, također, u opasnosti od podizanja razine mora. Međutim, pošto su ovo vrlo važna turistička područja i od brojnog su međunarodnog interesa, njima se možda pridaje više pažnje nego što to dobivaju pojedina mjesta koja se nalaze u većem riziku. Kako bi se stanovništvo niskih obala zaštitilo od rastuće razine mora, potrebno je provesti adaptaciju. Adaptacija se najčešće provodi na tri načina. Prvi način je povlačenje, kada se stanovništvo i imovina preseljavaju u unutrašnjost. Drugi je izdizanje, kada se kuće postavljaju na višu razinu ili stvore plutajuće kuće. Treći je način uz pomoć brana. Brane jedine štite i stanovništvo i zemljište na kojem oni obitavaju. Međutim, nisu isplative u cijelom svijetu. Na brojnim mjestima na svijetu adaptacija će biti ili preskupa, jer se radi o slabije razvijenim zemljama, ili jednostavno ne isplativa. Tamo gdje do adaptacije neće doći, morati će nastupiti migracije. Migracije mogu biti unutar države, samo preseljenje u unutrašnjost, ali ako dođe do potpunog nestajanja države ili velikog iseljenja siromašnog stanovništva, moglo bi doći do masovnih klimatskih migracija. Trenutačno oni koji će morati preseliti zbog posljedica klimatskih promjena nisu ni pod kakvom međunarodnom zaštitom. Podizanje razine mora predstavlja velik problem koji će se dogoditi ubrzo, a čini se kako se

samo države koje su u riziku brinu o ovom problemu. Razvijene države imaju dovoljna sredstva za postizanje kvalitetne adaptacije kako bi posljedice za ljude bile što blaže. Međutim, to nije tako u većini svijeta gdje su slabije razvijene države. U slabije razvijenim državama stanovništvo ubrzano raste i upravo je velika većina njih na obalama. Stanje pogoršava i činjenica da je većina slabije razvijenih zemalja u tropskom pojasu gdje će porast razine mora biti najveći. Slabije razvijene zemlje ne mogu bez međunarodne pomoći ostvariti manje emisije stakleničkih plinova i tako usporiti stopu rasta razine mora. Isto tako one si ne mogu priuštiti adekvatnu adaptaciju koja bi zaštitile svoje brojno stanovništvo, mnoge države ne mogu ni prehraniti većinu tog stanovništva. Za kraj može se zaključiti kako porast razine mora napreduje brzo i mnoge su države svjesne toga. Međutim, teško je boriti se s time i u kratkom vremenu postići drastično smanjenje stakleničkih plinova koje je prijeko potrebno. Razvijene zemlje moraju pomoći cijelom svijetu u borbi s posljedicama suvremenih klimatskih promjene. Te će se posljedice osjetiti u cijelom svijetu, a ne samo u onim državama koje su krive za njihovo rapidno ubrzanje.

8. IZVORI I LITERATURA

Ali Khan, T.M., Quadir, D.A., Murty, T. S., Kabir, A., Aktar, F. and Sarker, M.A., 2002: Relative Sea Level Changes in Maldives and Vulnerability of Land Due to Abnormal Coastal Inundation, *Marine Geodesy*, 25(1-2), 133-143.

Branković, Čedo, 2014: Klima i klimatske promjene, *Matematičko-fizički list*, 64(14), 152-162.

Cazenave, A. and Le Cozannet, G., 2013: Sea level rise and its coastal impacts, *Earth's Future*, 2(2), 15–34.

Cogley, J.G., 2009. Geodetic and direct mass-balance measurements: Comparison and joint analysis, *Annals of Glaciology*, 50, 96–100.

DHMZ, 2021: Pokazatelji klimatskih promjena i učinaka pogoršali su se u 2020. godini, https://meteo.hr/objave_najave_natjecaji.php?section=onn¶m=objave&el=priopcenja&daj=pr21042021 (2.8.2021.)

Dronkers, J., Gilbert, J.T.E., Butler, L.W., Carey, J.J., Campbell, J., James, E., McKenzie, C., Misdorp, R., Quin, N., Ries, K.L., Schroder, P.C., Spradley, J.R., Titus, J.G., Vallianos, L. and von Dadelszen. J., 1990: Strategies for Adaptation to Sea Level Rise, *Report of the IPCC Coastal Zone Management Subgroup: Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change.*

Elsharkawy, H., Rashed, H. and Rached, I., 2009: Climate change: the impacts of sea level rise on Egypt, 45th ISOCARP Congress 2009.

Encycloaedia Britannica, n.d.: Demographic trends, <https://www.britannica.com/place/Egypt/Rural-settlement> (31.8.2021.)

Everything Everywhere, n.d.: 8 Interesting Facts About Tuvalu, <https://everything-everywhere.com/8-interesting-facts-about-tuvalu/> (31.8.2021.)

EPA (United States Environmental Protection Agency), 2021: Climate change indicators: Glaciers. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-glaciers> (29.8.2021.)

Holland.com, n.d.: Delta Works, <https://www.holland.com/global/tourism/destinations/provinces/zeeland/delta-works.htm> (2.9.2021.)

Hossain, M.S., 2011: Panel estimation for CO₂ emissions, energy consumption, economic growth, trade openness and urbanization of newly industrialized countries, *Energy Policy*, 39 (11), 6991-6999.

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press.

In Press.. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf

Juračić, M., 2013: Morska razina, obale i njihove promjene <http://geol.pmf.hr/~mjuracic/predavanja/Geol%20mora%2007%20obale.pdf> (29.7.2021.)

Kaser, G., J.G. Cogley, M.B. Dyurgerov, M.F. Meier, and A. Ohmura. 2006. Mass balance of glaciers and ice caps: Consensus estimates for 1961–2004. *Geophysical Research Letters* 33(L19501); DOI : [10.1029/2006GL027511](https://doi.org/10.1029/2006GL027511)

Katsman, C.A., Sterl, A., Beersma, J.J., Van den Brink, H.W., Church, J.A., Hazeleger, W., Kopp, R.E., Kroon, D., Kwadijk, J., Lammersen, R., Lowe, J., Oppenheimer, M., Plag, H.-P., Ridley, J., von Storch, H., Vaughan, D.G., Vellinga, P., Vermeersen, L. L. A., van de Wal R.S.W and Weisse, R., 2011: Exploring high-end scenarios for local sea level rise to develop flood protection strategies for a low-lying delta—the Netherlands as an example. *Climatic change*, 109(3), 617-645.

Kulp, S. A. i Strauss, B. H., 2019: New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding. *Nature communications*, 10(1), 1-12.

Lincke, D. and Hinkel, J., 2018: Economically robust protection against 21st century sea level rise, *Global Environ. Chang.*, 51, 67, 73.

McGranahan, G., Balk, D. and Anderson, B., 2007: The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones, *Environment & Urbanization*, 19(1), 17–37.

McLeman, R., 2018: Migration and displacement risks due to mean sea-level rise, *Bulletin of the Atomic Scientists*, 74(3), 148-154.

Meier, M.F., M.B. Dyurgerov, U.K. Rick, S. O’Neel, W.T. Pfeffer, R.S. Anderson, S.P. Anderson, and A.F. Glazovsky. 2007. Glaciers dominate eustatic sea-level rise in the 21st century. *Science* 317:1064–1067; DOI: [10.1126/science.1143906](https://doi.org/10.1126/science.1143906)

Mimura, N., 1999: Vulnerability of island countries in the South Pacific to sea level rise and climate change, *Climate Research*, 12(2-3), 137-143.

Mulhern, O., 2020: Sea Level Rise Projection Map – Alexandria, https://earth.org/data_visualization/sea-level-rise-by-the-end-of-the-century-alexandria/ (31.8.2020.)

Nadilo, B., 2014: Zaštita Venecija od poplava: Vrtoglavi iznosi za gradnju i korupciju, *Građevinar*, 66(7), 673-680.

NASA Climate Change, 2021: Arctic Sea Ice Minimum, <https://climate.nasa.gov/vital-signs/arctic-sea-ice/> (24.7.2021.)

NASA EarthData, 2021: Sea Level Change: Global Mean Sea Level, <https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/key-indicators/global-mean-sea-level> (9.7.2021.)

NOAA Climate.gov, 2021: Climate Change: Global Sea Level, <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-global-sea-level> (8.7.2021.)

Oppenheimer, M., Glavović, B.C., Hinkel, J., van de Wal, R., Magnan, A.K., Abd-Elgawad, A., Cai, R., Cifuentes-Jara, M., DeConto, R.M., Ghosh, T., Hay, J., Isla, F., Marzeion, B., Meysignac, B. and Sebesvari, Z., 2019: Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities, *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, 321-445.

Oude Essink, G. H. P., Van Baaren, E. S. and De Louw, P. G., 2010: Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modeling study in the Netherlands, *Water resources research*, 46(10).

Pathak, A., van Beynen, P. E., Akiwumi F.A. and Lindeman K.C., 2021: Impacts of climate change on the tourism sector of a Small Island Developing State: A case study for the Bahamas, *Environmental Development*, 37.

Rezo, M., Špoljarić, D. i Šljivarić, M., 2010: Promjene razine mora i varijacije Mjesečevih deklinacija u nutacijskom razdoblju na četiri mareografa u Hrvatskoj, *Geodetski list*, 64(87), 263–278.

Rudolph, L., Harrison, C., Buckley, L. & North, S., 2018: Climate Change, Health, and Equity: A Guide for Local Health Departments. Oakland, CA and Washington D.C., Public Health Institute and American Public Health Association.

Shakeela, A. and Becken, S., 2015: Understanding tourism leaders' perceptions of risks from climate change: an assessment of policy-making processes in the Maldives using the social amplification of risk framework (SARF), *Journal of Sustainable Tourism*, 23(1), 65-84

Skočić, Š., Šimić, T., Tokić, M. i Vardić, K., 2015: Primjena satelitskih misija u proučavanju kriosfere, *Ekscentar*, 18, 64-67.

Storlazzi, C.D., Gingerich, S. B., van Dongeren, Cheriton, O. M., Swarzenski, P. W., Quataert, E., Voss, C. I., Field, D. W., Annamalai, H., Piniak, G. A. and McCall, R., 2018: Most atolls

will be uninhabitable by the mid-21st century because of sea-level rise exacerbating wave-driven flooding, *Science Advances*, 4(4).

Stratford, E., Farbotko, C. and Lazrus, H., 2013: Tuvalu, sovereignty and climate change: considering feuna, the archipelago and emigration.

Šegota, T. i Filipčić, A., 1996: *Klimatologija za geografe, Školska knjiga*, Zagreb.

Tandarić, N., 2014: Prsilne migracije uslijed klimatskih promjena, *Holon*, 4(1), 89-96.

Tessler, Z. D., Vörösmarty, C. J., Overeem, I. and Syvitski, J. P., 2018: A model of water and sediment balance as determinants of relative sea level rise in contemporary and future deltas. *Geomorphology*, 305, 209-220.

Trang, N.T.T. 2016: Architectural Approaches to a Sustainable Community with Floating Housing Units Adapting to Climate Change and Sea Level Rise in Vietnam. *International Journal of Civil, Environmental, Structural, Construction and Architectural Engineering*, 10(2), 168-179.

Union of Concerned Scientist, 2013: Causes of Sea Level Rise, https://www.ucsusa.org/sites/default/files/legacy/assets/documents/global_warming/Causesof-Sea-Level-Rise.pdf (31.8.2021.)

USGCRP, 2017: Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 470 pp.

VanKoningsveld, M., Mulder, J.P.M., Stive, M. J. F., VanDerValk, L. van der, Weck and VanDerWeck, A.W., 2008: Living with Sea-Level Rise and Climate Change: A Case Study of the Netherlands, *Journal of Coastal Research*, 24 (2 (242)), 367–379, DOI: [10.2112/07A-0010.1](https://doi.org/10.2112/07A-0010.1)

Widlansky, M. J., Timmermann, A. and Cai, W., 2015: Future extreme sea level seesaws in the tropical Pacific, *Science advances*, 1(8).

Zaggia, L., Lorenzetti, G., Manfé, G., Scarpa, G.M., Molinaroli, E., Parnell, K.E., Rapaglia, J.P., Gionta, M. and Soomere, T., 2017: Bathymetric map of the Lagoon of Venice, DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187210.g002>

9. POPIS GRAFIČKIH PRILOGA

- Sl.1. Promjena razine mora od 1993.-2019. godine (str. 4)
- Sl.2. Prosječna minimalna površina arktičkog morskog leda u rujnu, 1979.-2020 (str. 5)
- Sl.3. Satelitske snimke arktičkog morskog leda 1979. (lijevo) i 2020. (desno) (str. 5)
- Sl.4. Promjena razine mora 1993.-2021. godine, crno- mjerjenja, plavo- mjerna nesigurnost (str. 7)
- Sl.5. Prikaz sadašnjeg stanja (A) i budućeg utjecaja (B) valova na podzemnu vodu na otocima (str. 9)
- Sl.6. Prikaz dijela države Tuvalu (str. 10)
- Sl.7. Država Tuvalu iz zraka (str. 10)
- Sl.8. Batimetrijska karta Venecijanske lagune (str. 11)
- Sl.9. Područja ugrožena od porasta razine mora s naglaskom na svjetske delte (str. 14)
- Sl.10. Delta Nila 2002. godine (lijevo) i delta Nila nakon porasta razine mora za 1 metar (desno) (str. 15)
- Sl.11. Projekcije porasta razine mora u Aleksandriji do 2100. s dva scenarija (MILD= porast za 1m i EXTREME= porast za 3m) (str. 17)
- Sl.12. Najčešći načini adaptacije podizanju razine mora (str. 18)
- Sl.13. Prikaz isplativosti izgradnje brana u postotcima (str. 19)
- Sl.14. Brane u sklopu Delta projekta (str. 20)
- Sl.15. Plutajuća tržnica (lijevo) i plutajuća kuća (desno) u Vijetnamu (str. 21)