# Utjecaj betonizacije na Jadransko more

**Vuković, Tea**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:169916

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-23**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek

Tea Vuković

# Utjecaj betonizacije na Jadransko more

Završni rad

Zagreb, 2022.

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology

Tea Vuković

# The impact of concrete on Adriatic sea

Bachelor thesis

Zagreb, 2022.

Ovaj završni rad je izrađen u sklopu studijskog programa Biologija na Zoologijskom zavodu Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom Izv. Prof. Dr. Sc. Petra Kružića.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek Završni rad

# Utjecaj betonizacije na Jadransko more

Tea Vuković

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Sažetak: Sredozemno more kao značajna točka bioraznolikosti je od samih početaka mjesto razvoja ljudske civilizacije. Antropogenim pritiskom obalne urbanizacije, turizmom, prekomjernim izlovom, zagađivanjem i klimatskim promjenama ekosustav Sredozemlja ima smanjene mogućnosti pružanja dobara i usluga društvu. U Jadranskom moru kao najsjevernijem ogranku Sredozemnog mora također su vidljivi štetni utjecaji čovjeka na morski okoliš.

Ključne riječi: urbanizacija, bioraznolikost, utjecaj čovjeka

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: Izv. Prof. Dr. Sc. Petar Kružić

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Biology
Bachelor thesis

# The impact of concrete on Adriatic sea

Tea Vuković

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

Abstract: the Mediterranean Sea as one of the important biodiversity hotspots was the cradle of western civilization. With anthropogenic pressures such as coastal urbanisation, tourism, over-fishing, pollution and climate change there is a reduced capacity for the Mediterranean ecosystem to provide essential goods and services to society. In the Adriatic Sea the northernmost arm of the Mediterranean Sea we can also see a human deteriorating effect on the marine ecosystem.

Keywords: urbanisation, biodivesity, anthropogenic influence

Thesis is deposited in Central Biological Library.

Mentor: Izv. Prof. Dr. Sc. Petar Kružić

SADRŽAJ

1. UVOD .....5
2. BIORAZNOLIKOST .....5
3. UTJECAJ ČOVJEKA .....6
    3.1. OBALNA URBANIZACIJA .....6
    3.2. TURIZAM .....7
    3.3. MORSKI OTPAD I ONEČIŠĆENJE .....9
4. "EKO" BETON .....12
5. ZAKLJUČAK .....13
6. LITERATURA .....14

## 1.UVOD

Iako znamo da je u geološkoj prošlosti život na Zemlji prošao kroz 5 velikih izumiranja uzrokovanih vulkanskim erupcijama, padom kometa, ledenim dobima, pomicanjem tektonskih ploča, može nas zabrinuti što se ubrzano krećemo prema 6. velikom razdoblju izumiranja. Ovog puta znanstvenici kao vodeći razlog novog izumiranja vrsta navode izraziti utjecaj čovjeka na prirodu. Antropogeni pritisak na okoliš je svakim danom sve veći i veći. Čovjek koristi apsolutno sve resurse u enormnim količinama iz prirode, pri tom često zaboravljajući ili ne mareći za načela ekološke održivosti i očuvanja bioraznolikosti.

## 2. BIORAZNOLIKOST

Prema konvenciji o biološkoj raznolikosti Ujedinjenih naroda bioraznolikost je sveukupnost svih živućih organizama koji su sastavni dijelovi ekosustava i ekoloških kompleksa; te uključuje raznolikost unutar vrsta, između vrsta, te raznolikost između ekosustava. Sredozemno more kao značajnija "vruća"-točka bioraznolikosti broji između 15000-20000 morskih vrsta, od kojih je gotovo 1/4 endemična. (C. N. Bianchi i sur., 2012.). Razlog velike bioraznolikosti Sredozemlja možemo pronaći u turbulentnoj geološkoj prošlosti Sredozemnog bazena tokom razdoblja Tercijara, te prirodnim klimatskim promjenama tijekom Kvartara. Kao rezultat međudjelovanja danas u Sredozemnom moru možemo pronaći vrste različitog biogeografskog podrijetla.

Danas smo svjedoci da je Sredozemno more, a time i živi organizmi u njemu pod izrazitim utjecajem čovjekovog djelovanja. Povećanje temperature i visoka antropogena emisija $CO_2$ dovodi do zakiseljavanja mora i mijenjanja životnih uvjeta. Također unošenje stranih, invazivnih vrsta dovodi do nastanka stresa među autohtone vrste koje se i ovako teško prilagođavaju promjenama u okolišu. Među najznačajnije trenutke uvođenja stranih vrsta u Mediteran svakako se ubraja otvaranje Sueskog kanala i gradnja Asuanske brane. Prokopavanje kanala je fizički dalo mogućnost vrstama iz Crvenog mora da osvoje nova područja u Mediteranu, no je tek gradnjom Asuanske brane nakon nekog vremena omogućena i fiziološka mogućnost prelaska vrsta iz Crvenog mora u Sredozemno. Prethodno vrste nisu mogle podnijeti razliku u salinitetu između ekstremno slanih Gorkih jezera i izrazito smanjenog saliniteta na izlazu iz kanala uzrokovanog dotokom slatke vode iz rijeke Nil. Današnjim globalnim povećanjem temperature mora čovjek i dalje povećava šansu širenja

termofilnih vrsta, na štetu hladnokrvnih vrsta koje se ne mogu tako brzo prilagoditi zagrijavanju svog prirodnog staništa ili nisu u mogućnosti migrirati u druga hladnija područja.

## 3.UTJECAJ ČOVJEKA

Značajan utjecaj čovjeka na obalu je vidljiv kroz proces litoralizacije. Iako je to proces koji je zahvatio većinu svjetskih obala uslijed rasta broja stanovnika obalnih naselja, razvoju prometa i industrije, u novije vrijeme i snažan rast turizma kao gospodarske djelatnosti pridonosi jačanju utjecaja čovjeka na more. Zbog povećanog broja stanovnika smanjuju se slobodne površine koje se koriste za gradnju kuća, apartmana, hotela, luka i ostalih sadržaja često u nekontroliranim uvjetima u vidu pretjerane betonizacije. Također zbog sezonalnosti turizma na Jadranu dolazi i do prenapučenosti obalnih područja u ljetnim mjesecima što povećava količinu otpada i otpadnih voda koje imaju utjecaj na eutrofikaciju mora, samim time i potencijalni pomor morskih organizama.

### 3.1. OBALNA URBANIZACIJA

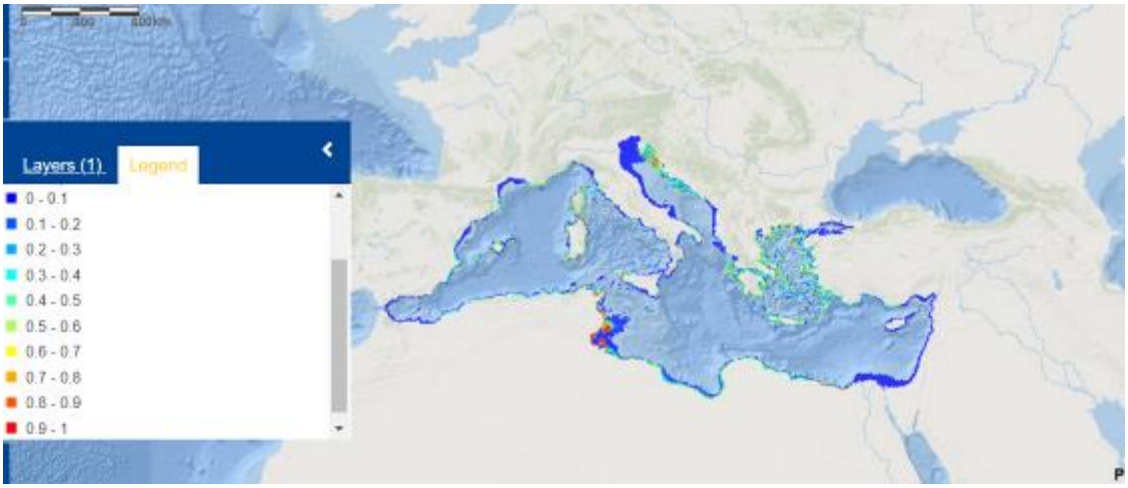
Već navedena povećana urbanizacija je najznačajniji faktor iskorištavanja prirodnih resursa obale Mediterana. Prema procjenama do 2025. godine broj stanovnika na obalama Mediterana bi mogao doseći 529 miliona. (UNEP/MAP, 2016). Uz gubitak tla povećan broj stanovnika dovodi do direktne ili indirektne erozije obale, smanjenje dostupnosti pitke vode, onečišćenja podzemnih i površinskih voda, smanjenju bioraznolikosti mora, fragmentaciji ekosustava, povećanju rizika od poplava. Također u prenaseljenim područjima Mediterana uključujući Jadransku obalu očekuje se znatan utjecaj povećanja razine mora, samim time i utjecaj na turizam te migracije stanovništva. (Koutsopoulos, K.C., i Stel, J.H., 2021).

## 3.2. TURIZAM

Iako turizam značajno doprinosi ekonomskoj produktivnosti Mediteranske regije, što je u Jadranskom moru posebno vidljivo duž obale Slovenije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Albanije, turizam također doprinosi uništavanju morskog okoliša. Na žalost, države prioritiziraju brzu ekonomsku dobit prije dugotrajnog očuvanja i održivosti okoliša. (Zahedi, 2008).

Gradnja luka i uvala, rekreativna plovidba, otpuštanje balasta i sidrenje jedan su od glavnih uzroka uništavanja prirodnog habitata i unošenja invazivnih vrsta. Primjer je sidrenje unutar cvjetnica Posidonije (*Posidonia oceanica*) koje ima utjecaj na samo stanište i na povezane organizme. Također sidrenje može oštetiti individualno vrste kao što je zabilježeno kod masovnog izumiranja Periske (*Pinna nobilis*).

Slika 1. Ugroženost Mediteranske endemskih vrsta *Posidonia oceanica* i *Pinna nobillis* je direktni učinak ljudskog djelovanja na okoliš. Photo: H. Čižmek).




Slika 2. Rasprostranjenost *Posidonia oceanica* u Mediteranu (vjerojatnost pojavljivanja je označena bojom i numerički od odsutna 0 do prisutna 1). (Photo: EMODnet).

Slika 3. Uvećani prikaz rasprostranjenosti *Posidonia oceanica* za područje Jadrana. (Photo: EMODnet).

Kao što je vidljivo na slikama Posidoniju je moguće pronaći duž cijele hrvatske obale Jadrana, naročito u moru kod Kvarnera i Kvarnerskih otoka, sjevernog djela Zadarske županije te na južnim otocima Hvaru, Visu i Lastovu. Pošto cvijetnice Posidonije imaju značajnu ulogu u poboljšanju kvalitete morske vode, apsorbciji $CO_2$ iz atmosfere, zaštiti obale od udara valova,

te pruža sigurno mjesto za hranjenje i mrijest mnogim morskim organizmima izrazito je važno očuvati područja njene rasprostranjenosti.

## 3.3. MORSKI OTPAD I ONEČIŠĆENJE

Iako je morski otpad zabrinjavao znanstvenike od sedamdesetih godina prošlog stoljeća danas smo suočeni s kritičnim i kompleksnim problemom za cijelo područje Mediterana. Morski otpad nalazimo izbačen uz obale, kao plutajuće nakupine u stupcu mora, te kao pokrivač na morskom sedimentu. Na obalama najveći postotak otpada čak preko 80% čini plastika. Izmjerene koncentracije čestica mikroplastike u Mediteranu spadaju među najveće na svijetu. (Suaria i sur., 2016.).

Slika 4. Česta pojava na Mediteranskim plažama. Plastična boca koja će se razgraditi na čestice mikroplastike. (Photo: Informare)

Konzumacija i zapletanje u morski otpad ima izrazito značajan utjecaj na život u moru. Točnije zooplanktonskom konzumacijom mikroplastike čestice plastike ulaze u morski hranidbeni lanac. Zooplanktivori (ribe mezopelagijala, kitovi usani) su izloženi direktnom unošenju mikroplastike putem kontaminiranog zooplanktona ili slučajnom unošenju tokom hranjenja. Pošto mikroplastika sadrži toksične spojeve koji se akumuliraju tokom hranidbenog lanca to ima izrazit ekotoksikološki učinak na sve karike u lancu prehrane, uključujući i čovjeka. Slučajno zapletanje u morski otpad je identificirano kao najveća prijetnja opstanku najugroženije vrste tuljana na svijetu Sredozemne medvjedice (*Monachus monachus*). (Karamandilis i sur., 2008.). Više od polovice zabilježenog otpada na morskom dnu čini odbačena ili izgubljena ribarska oprema, koja direktno utječe na morske bentoske organizme, primarno gorgonije kao i spužve. Posljedično morski otpad u Mediteranu ima dalekosežne posljedice na bioraznolikost i ekosustav Sredozemnog mora.

Slika 5. Mediteranska crvena gorgonija (*Paramuricea calvata*). (Photo:Informare).

Osim plastike veliki uzrok onečišćenja mora je prevelik dotok nutrijenata, pretežito otopljenog dušika i fosfora ispranih sa nagnjojenih zemljišta i kao ispust gradskih kanalizacija. Velike količine nutrijenata dovode do već spomenute eutrofikacije, koja dovodi do smanjenja

populacije morskih makrofita, a pogoduje bujanju vrsta kratkoživućih algi, točnije cvjetanju mora. Neke vrste algi koje su odgovorne za cvjetanje mora stvaraju i toksične spojeve koji se kao i čestice mikroplastike mogu bioakumulirati u organizmima preko hranidbenog lanca.

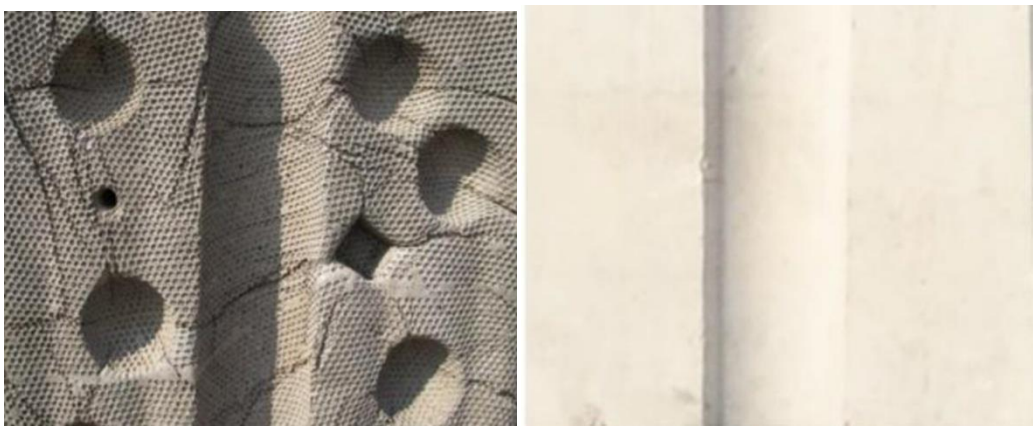
Zbog svog poluzatvorenog položaja i dotoku nutrijenata iz rijeke Po sjeverni dio Jadrana je najizloženiji mogućim posljedicama eutrofikacije. Eutrofične vode imaju smanjene količine otopljenog kisika što može dovesti do pomora naročito bentoskih vrsta, te narušiti kvalitetu vode te osim negativnih posljedica na životne zajednice također ugroziti i turizam. (Boesch. 2019.).

# 4. "EKO" BETON

Danas u više od 50% Mediteranske obale dominiraju betonske strukture. Daljnjim rastom gradova, luka i industrije povećava se trend betoniranja obale koja zamjenjuje prirodnu strukturu i vizuru obale. (Bulleri i Chapman, 2010, Dugan i sur., 2011).

Nekoliko studija je proučavalo rast morskih organizama na betonskoj morskoj infrastrukturi (CMI) te je otkriveno da se skupine obrasle na betonskim podlogama znatno razlikuju od prirodno naseljenih staništa. U skupinama raslim na betonskim strukturama vidljiva je manja raznolikost vrsta, te povećan broj invazivnih vrsta u obraštaju. (Glasby i sur., 2007.). Glavni uzrok su fizikalno kemijska svojstva betona od kojeg se većinom grade sve morske infrastrukture. Betonske strukture su gotovo uvijek izrazito kose, homogene površine koje sužavaju zonu plime i oseke na uski pojas kojem su prilagođene samo jako tolerantne vrste. Također više od 50% CMI je izgrađeno od Portlandskog cementa kojeg karakterizira visoka alkalnost (pH~13, u usporedbi s pH~8 morske vode) što također može imati učinak u lošem obraštaju vrstama. (Chapman i Underwood, 2011.)

Inženjeri su provodeći ekološka načela pokušali poboljšati svojstva betona, tako da prvenstveno struktura površine bude što sličnija prirodnom staništu. Pilot-projekt se odvio u istočnom Mediteranu (Haifa, Izrael). Tom prilikom izgrađen je lukobran čiji su djelovi bili sastavljeni od standardnog betona, te ekološki "poboljšanog" betona. Dvogodišnje praćenje dvije betonske sekcije u moru, dovelo je do potvrde hipoteze da će na ekološki poboljšanom betonu biti povećan broj različitih vrsta, te smanjen omjer invazivnih i autohtonih vrsta u odnosu na tradicionalni beton. (Ido, S. i Shimrit, P, 2015.).



Slika 5. Razlika u strukturi između „eko“ betona-lijevo i običnog betona-desno (Ido, S. i Shimrit, P., 2015.).

Slika 5. Kvadrat 30x30 cm2 korišten kod praćenja flore i faune na "eko" betonu-lijevo i običnom-desno. (Ido, S. i Shimrit, P., 2015.).

# 5.ZAKLJUČAK

Porastom broja stanovništva, te povećanim gospodarskim djelatnostima dolazi do sve veće urbanizacije i korištenja obalnih resursa te je to proces kojeg ne možemo zaustaviti. No potrebna je edukacija o važnosti očuvanja bioraznolikosti, te o novim tehnologijama koje će minimalno utjecati na prirodu.

## 6. LITERATURA


Bianchi C. N., Morri C., Chiantore M., Montefalcone M., Parravicini V., Rovere A. (2011) Mediterranean Sea biodiversity between the legacy from the past and a future of change.In book: Life in the Mediterranean Sea: A Look at Habitat Changes Publisher: Nova Publisher

Bulleri, F. & Chapman, M. G. (2010) The introduction of coastal infrastructure as a driver of change in marine environments. Journal of Applied Ecology, 47, 26-35.

Boesch DF (2019) Barriers and bridges in Abating Coastal Eutrophication. Front Mar Sci 6:25p

Chapman, M. G. & Underwood, A. J. (2011) Evaluation of ecological engineering of

"armoured" shorelines to improve their value as habitat. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 400, 302-313.

Dugan, J. E., Airoldi, A., Chapman, M. G., Walker, S. & Schlacher, T. (2011) Estuarine and coastal structures: environmental effects. A focus on shore and nearshore structures. IN WOLANSKI, E., ELLIOTT, M. & DUGAN, J. E. (Eds.) Treatise on Estuarine and Coastal Science: 8. Human-induced problems (uses and abuses). New York, Elsevier

Glasby, T. M., Connell, S. D., Holloway, M. G. & Hewitt, C. L. (2007) Nonindigenous biota on artificial structures: could habitat creation facilitate biological invasions? Marine Biology,151, 887-895.

Karamanlidis AA, Androulaki E, Adamantopoulou S, Chatzispyrou A, Johnson WM, Kotomatas S, Papadopoulos A, Paravas V, Paximadis G, Pires R, Tounta E, Dendrinos P (2008) Assessing acci dental entanglement as a threat to the Mediterranean monk seal Monachus monachus. Endanger Species Res 5:205–213.

Koutsopoulos, K. C., & Stel, J. H. (Eds.). (2021). Ocean Literacy: Understanding the Ocean. Key Challenges in Geography.

Sella I. & Shmirit P. F. (2015) Ecologically Active Concrete for Coastal and Marine Infrastructure: Innovative Matrices and Designs. From Sea to Shore- Meeting the Chalanges of the Sea.

Suaria G, Avio CG, Mineo A, Lattin GL, Magaldi MG, Belmonte G, Moore CJ, Regoli F, Aliani S, (2016) The Mediterranean plastic soup: synthetic polymers in Mediterranean surface waters. Scientific Reports 6:10p

UNEP/MAP (2016) Mediterranean strategy for sustainable development 2016–2025. Plan Bleu, Regional Activity Centre, Valbonne

Zahedi S (2008) Tourism impact on coastal environment. WIT Trans Built Environ 99:45–57