

# Eksterni troškovi zagađenja brodova za kružna putovanja na području Republike Hrvatske

---

**Dundjer, Tomislav**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Economics and Business / Sveučilište u Zagrebu, Ekonomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:148:111490>

*Rights / Prava:* [Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported/Imenovanje-Nekomercijalno-Dijeli pod istim uvjetima 3.0](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-25**



*Repository / Repozitorij:*

[REPEFZG - Digital Repository - Faculty of Economics & Business Zagreb](#)



**Sveučilište u Zagrebu**

**Ekonomski fakultet**

**Analiza i poslovno planiranje**

**EKSTERNI TROŠKOVI ZAGAĐENJA BRODOVA ZA  
KRUŽNA PUTOVANJA NA PODRUČJU REPUBLIKE  
HRVATSKE**

**Diplomski rad**

**Tomislav Dundjer**

**Zagreb, rujan, 2023.**

**Sveučilište u Zagrebu**

**Ekonomski fakultet**

**Analiza i poslovno planiranje**

**EXTERNAL COSTS OF CRUISE SHIP IN THE  
TERRITORY OF THE REPUBLIC OF CROATIA**

**Diplomski rad**

**Tomislav Dundjer, 0035163540**

**Mentor: Izv. prof. dr. sc. Lucija Rogić Dumančić**

**Zagreb, rujan, 2023.**

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz necitiranog izvora te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

---

(vlastoručni potpis studenta)  
Zagreb, 15.09.2023

---

(mjesto i datum)

## **Sažetak i ključne riječi**

Cilj ovoga rada je kvantifikacija eksternih troškova koje nautičke luke uzrokuju svojim radom u turističkoj gospodarskoj grani kružnih putovanja. U radu se analizira tržište i okolina rada turističkih luka za kružna putovanja u Hrvatskoj, te su se prikazali eksterni efekti njihovoga rada. Postavio se matematički model broda za kružna putovanja s kojim je izračunato zagađenje zraka i voda uzrokovano kružnim putovanjima u Hrvatskoj. Navedeni rezultati su korišteni za izračun i kvantifikaciju eksternih troškova kružnih putovanja. Prema dobivenim rezultatima, zaključuje da turizam kružnih putovanja u Hrvatskoj nije ekonomski isplativ, niti održiv.

Ključne riječi: Održivi razvoj; Nautičke luke; Kružna putovanja; Matematički model; Eksterni trošak.

## **Summary and key words**

This paper aims to scrutinize the quantification of external costs caused by nautical ports of tourism sector of cruise voyages. Moreover, this paper analyzed the market and working environment of tourist ports for cruises in Croatia and external effects of their work. A mathematical model of a cruise ship was presented, with which air and water pollution caused by cruise voyages in Croatia was calculated. The above results were used to calculate and quantify the external costs of cruise voyages. In conclusion, obtained data shows that cruise tourism in Croatia is neither economically profitable nor sustainable.

Key words: Sustainable development; Nautical ports; Cruise voyages; Mathematical model; External cost.

## Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Predmet i cilj istraživanja .....	1
1.2. Metode istraživanja i izvor podataka.....	2
1.3. Struktura rada .....	2
2. Održivi razvoj i cjelovito planiranje .....	4
2.1. Poimanje održivoga razvoja .....	4
2.2. Ciljevi održivoga razvoja.....	5
2.3. Cjelovito planiranje održivim razvojem.....	7
3. Analiza nautičkoga turizma kružnih putovanja .....	9
3.1. Tehnološke značajke pomorske plovidbe.....	9
3.2. Značajke nautičkoga turizma za kružna putovanja.....	11
3.3. Analiza poslovanja luka za nautički turizam na Jadranu.....	12
3.3.1. Ekonomski učinci kružnih putovanja u Hrvatskoj .....	13
3.3.2. Društveni i ekološki utjecaji kružnih putovanja.....	17
3.3.3. Zakoni i propisi vezani za plovidbu i zagađenje .....	17
4. Analiza životnoga vijeka broda .....	19
4.1. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda .....	19
4.2. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda prema ekonomskoj teoriji ....	19
4.3. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda prema industrijskom menadžmentu.....	21
4.4. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda prema ekološkom menadžmentu	22
4.5. Matematički model životnoga vijeka velikog putničkoga broda.....	24
4.5.1. Životni vijek velikog putničkoga broda za kružna putovanja .....	24
4.5.2. Matematički model životnoga vijeka velikog putničkoga broda .....	24
5. Eksterni troškovi zagađenja .....	30

5.1.	Teoretska osnova eksternih troškova.....	30
5.2.	Eksterni troškovi zagađenja zraka .....	34
5.2.1.	Eksterni troškovi smanjenje kvalitete zraka.....	34
5.2.2.	Eksterni troškovi klimatskih promjena .....	35
5.3.	Eksterni troškovi zagađenja mora .....	35
5.4.	Zagađenje zraka u metodi nacionalnog računovodstva.....	36
5.5.	Kvantifikacija eksternih troškova zagađenja zraka i mora kružnih putovanja u Hrvatskoj	38
6.	Zaključak .....	41

# 1. Uvod

## 1.1. Predmet i cilj istraživanja

Tema rada je izračun eksternih troškova zagađenja uzrokovanih brodovima za kružna putovanja na području Republike Hrvatske. Aktualnost teme proizlazi iz dva razloga. Prvi razlog leži u činjenici da je utjecaj zagađenja, znanstveno i medijski, najčešće popraćen s gledišta globalnog zatopljenja, tj. dugoročnih posljedica. Iako bitno, zagađenje ima direktne i trenutne posljedice na pojedinca, društvo i okoliš. Drugi razlog leži u činjenici da je pomorski promet na području Republike Hrvatske jedan od najbrže rastućih u Europi. Glavnina toga rasta otpada na nautički turizam, a centralni dio toga turizma jesu kružna putovanja. Ovime će se radom, s toga, pokušati dati uvid u eksterne troškove jedne od najvažnijih sastavnica najvažnije ekonomske grane u Hrvatskoj.

Predmet rada je analiza poslovanja luke za nautički turizam, uz posebni naglasak za izračunu i prikazu eksternih troškova zagađenja poslovanja luke specijalizirane za kružna putovanja. Glavnina toga troška otpada na analizu eksternih troškova samoga broda za kružna putovanja. Proučiti će se oblici zagađenja specifični za pomorski promet. Predočiti će se problematika ekonomske kvantifikacije različitih aspekata zagađenja.

Značajka turističke industrije u RH proizlazi iz primarne potrošnje prirodnih resursa – zrak, pitka voda, čisto more, prostor i zdravlje pojedinca. Navedeni resursi se izrazito sporo obnavljaju. Dodatna značajka je da se prilikom analize turističkih investicija na području Hrvatske često ne provodi cjelokupna ekonomska analiza. Poglavitito se zanemaruju eksterni troškovi zagađenja investicija. Autor smatra da navedene značajke nisu jasno promišljene jer zrak, pitka voda, čisto more i prostor su društvena i prirodna dobra, stoga svaka investicija koja rezultira trošenjem istih rezultira troškovima društva, pojedinca i okoliša, mora biti cjelokupno ekonomski analizirana. A cjelokupna ekonomska analiza jedne investicije u turizmu je nezamisliva bez analize eksternih troškova zagađenja.

Cilj rada je ekonomski kvantificirati utjecaj brodova za kružna putovanja koja pristaju u velikim hrvatskim turističkim lukama, prikazati koji je eksterni trošak za zajednicu navedene turističke grane, analizirati glavne značajke poslovanja turističke luke, te pružiti uvid u mogućnosti cjelovitoga razvoja turističke luke. Problematika zagađenja pomorskih luka se umnožava ako je luka specijalizirana kao turistička luka. Prvo, zagađenje uzrokovano



turističkim brodovima često narušava samu bit privlačnosti turističke luke. Drugo, eksterni troškovi prouzrokovani bolestima su troškovi koje snosi cjelokupna zajednica, dok je novčani dohodak turističkih luka često kanalizirani u privatnim vlasnicima marina i lokaliziranim lučnim poduzećima.

## **1.2. Metode istraživanja i izvor podataka**

Metode koje se koriste u ovome radu su različite. Od glavnih metoda je potrebno izdvojiti: metodu deskripcije, metodu klasifikacije, metodu komparacije, metodu indukcije, metodu dedukcije, metodu analize, metodu sinteze.

Izvori korišteni za izradu diplomskoga rada na temu „Eksterni troškovi zagađenja brodova za kružna putovanja na području Republike Hrvatske“ su međunarodni i nacionalni sekundarni izvori. Prema obliku ti izvori su stručne knjige i istraživanja, izvješća i članci znanstvenih radova, izvješća međunarodnih i nacionalnih organizacija i državnih tijela, Internet objave te stručni žurnali i magazini.

## **1.3. Struktura rada**

Rad je strukturno podijeljen na 6 poglavlja, uključujući uvod i zaključak. Prvo poglavlje je uvodno u kojem se predstavlja uvod u kojemu se pružaju predmet i cilj rada, metode istraživanja i izvor podataka, te struktura rada.

Drugo poglavlje je teoretska deskripcija održivoga razvoja i cjelovitoga planiranja. Pružiti će se osnovni pojmovi održivoga razvoja, te njegova povijesnoga razvoja. Ponuditi će se uvid u trenutno aktualne metode i smjerove cjelovitoga upravljanja razvoja.

Treći dio predstavlja analizu nautičkoga turizma putničkih brodova. U sklopu toga će klasificirati osnovne značajke pomorske plovidbe i nautičkoga turizma, potrebne za razumijevanje predmeta rada. Nakon toga će se ući u deskriptivno analizirati poslovanja nautičkih luka na Jadranu – obilježja, promet i problemi vezani uz mogućnosti analize.

Četvrto poglavlje je analiza životnoga vijeka broda. Pružiti će se teoretski temelji životnoga vijeka proizvoda. Podrobnije će se opisati tri vrste analize životnoga vijeka proizvoda – prema ekonomskoj teoriji, prema gledištima industrijskog inženjerstva i prema postulatima ekološkoga menadžmenta. Induktivno i deduktivno će se pružiti sinteza navedenih pojmova

u jedan kompletni model – životni vijek velikoga putničkoga broda za kružna putovanja koji će poslužiti za izračun eksternih troškova kružnih putovanja.

Peto poglavlje će opisati teoretske temelji eksternih troškovima zagađenja. Podrobnije će se analizirati eksterni troškovi za dvije najveće stavke zagađenja prema autoru –zagađenja zraka i mora. Pružiti će se kratki opis i prijedlog metoda za cjelovitom raspodjelom eksternih troškova na razini nacionalnog računovodstva. Za kraj će se kvantificirati eksterni troškovi zagađenja, bazirani na modelu životnoga vijeka velikoga putničkih broda za kružna putovanja, iznesenog u 4. poglavlju.

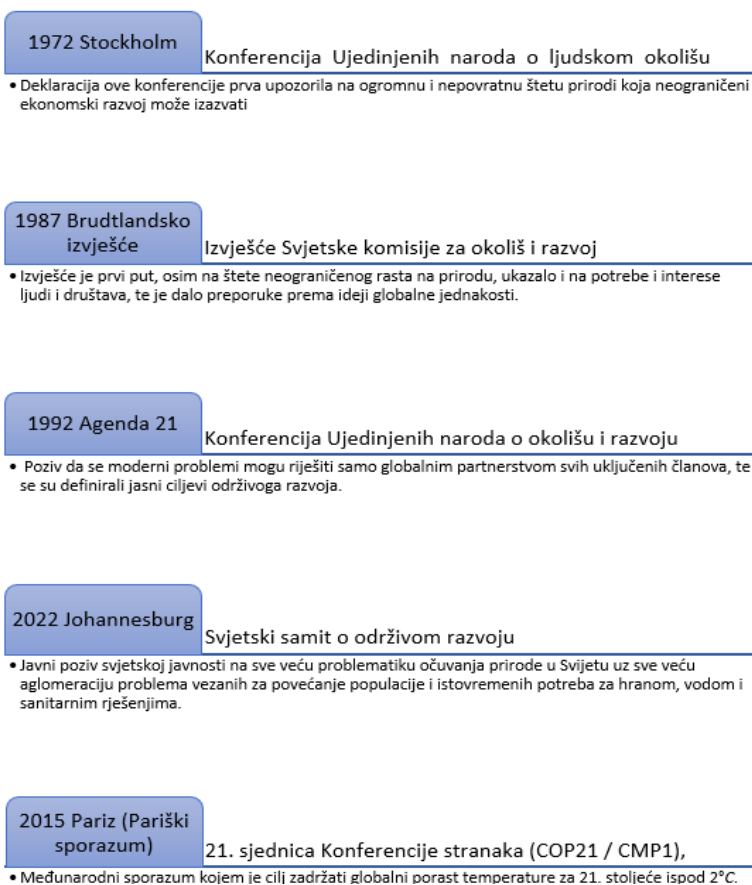
Zadnje, šesto poglavlje, predstavlja zaključak. U njemu će se sustavno sažeti sve spoznaje u kojima se došlo u ostalim podglavljima.

## 2. Održivi razvoj i cjelovito planiranje

### 2.1. Poimanje održivoga razvoja

Održivi razvoj je skup ideja i koncepata koji nastoje pružiti modernu dimenziju upravljanju ekonomskoga razvoja društva. Najopćenitije se može definirati: „Održivi razvoj je razvoj koji zadovoljava potrebe sadašnjosti bez ugrožavanja sposobnosti budućih generacija da zadovolje vlastite potrebe“ (The World Commission on Environment and Development, 1987.). Povijesni tok razvoja toga shvaćanja je tekao objavljivanjem dijaloga, članaka i istraživanja na teme društvenih i ekoloških posljedica dominantnog ekonomskoga razvoja Sjeverne Amerike i Europe (Slika 1.).

Slika 1. Povijesni tok održivoga razvoja



Izvor: Autor

Održivi razvoj u je shvaćanje da se sva globalna društva trebaju razvijati, ali na način da razvoj ne može samo slijediti ekonomske parametre. Iako sve zemlje u razvoju moraju proći kroz određene slične ekonomske i industrijske faze, cilj ne može biti razvoj po sebi, već

mora biti maksimizacija blagostanja cjelokupnog društva. Navedeno blagostanje se ne odnosi samo na trenutne generacije, već i na buduće generacije. Može se reći da je održivost optimalna razina blagostanja trenutne sadašnje, ali i generacija koje slijede.

## **2.2. Ciljevi održivoga razvoja**

Ciljevi održivoga razvoja se temelje na shvaćanju da budući razvoj mora usko biti povezan sa pravilnim očuvanjem prirode, ali i istovremenim razvojem i očuvanjem ljudskih i društvenih kapaciteta. Ciljevi održivog razvoja do 2030. godine su sljedeći (Agenda za održivi razvoj 2030, 2015.):

1. Svijet bez siromaštva
2. Svijet bez gladi
3. Zdravlje i blagostanje
4. Kvalitetno obrazovanje
5. Rodna ravnopravnost
6. Čista voda i sanitarna rješenja
7. Jeftina energija iz obnovljivih izvora
8. Dostojanstven rad i ekonomski rast
9. Industrija, inovacije i infrastruktura
10. Smanjenje nejednakosti
11. Održivi gradovi i zajednice
12. Odgovorna potrošnja i proizvodnja
13. Zaštita klime
14. Očuvanje vodenog svijeta
15. Očuvanje života na zemlji
16. Mir, pravda i snažne institucije
17. Partnerstvom do cilja

Cilj Svijeta bez siromaštva je okončati siromaštvo na globalnoj razini, te kako pronaći ekonomske modele koji navedeni cilj ispunjavaju, pogotovo za najranjivije skupine stanovništva. Cilj Svijeta bez gladi je pronaći optimalne oblike distribucije hrane kako bi se jednom za uvijek ukinula glad. Cilj zdravlja i blagostanja je poticati aktivan i zdrav život svih ljudi i dobni skupina, jer su zdravlje i blagostanje temelj sretnog i dostojnog ljudskoga života. Cilj kvalitetnog obrazovanja leži u shvaćanju činjenice da je obrazovanje temelj

napretka, te je nužno za postizanje ciljeva Svijeta bez gladi i siromaštva. Cilj rodne ravnopravnosti se bazira na shvaćanju kako napredak nije moguć ako ne uključuje sve skupine društva, te je potrebno osnažiti žene kako bi se sinergijski iskoristili svi ljudski potencijali.

Ciljevi čiste vode i sanitarnih rješenja, te cilj jeftine energije iz obnovljivih izvora, se vežu na shvaćanje da se moraju ljudskim društvima osigurati tehnički minimumi. Bez čiste vode i ispravne kanalizacije nema zdravog života. Energija iz obnovljivih izvora je realnost svijeta u kojem se događaju klimatske promjene i nestaju resursi. Cilj dostojanstvenog rada je poticati uključiv i održiv gospodarski rast i zaposlenje, za cjelokupno ljudsko stanovništvo. Navedene ciljeve nije moguće ispuniti bez cilja industrije, inovacije i infrastrukture. Cilj smanjenja nejednakosti se bazira na ideji da pravedna raspodjela blagostanja pospješuje protok ideja i inovacija, što dovodi do ukupno razvijenijih društva. Cilj održivih gradova i zajednica se temelji na shvaćanju da gradski život predstavlja najbolji način pružanja uključivog, modernog i dostojanstvenog života za velike populacije. Cilj odgovorne potrošnje i proizvodnje je osigurati ekonomske modele održive potrošnje i proizvodnje.

Ciljevi zaštite klime, očuvanja vodenoga svijeta i očuvanja života se temelji shvaćanju da je ovaj planet jedini koji imamo, te se hitno moraju pronaći održivi načini upravljanja resursima da se zaustave klimatske promjene, zaustavi uništenje vodenih ekosistema i općenito očuva život na Planeti. Cilj mira, pravde i snažnih institucija se bazira na potrebi za promocijom miroljubivih, pravednih, sigurnih i inkluzivnih društava. Cilj partnerstvom do cilja ima za ideju učvrstiti globalnu suradnju, pošto globalni problemi traže globalno zajedništvo.

Vidljivo je da su ciljevi održivoga razvoja interdisciplinarni. Moderno shvaćanje održivoga razvoja je zasebna znanstvena grana, koja za je rezultat tri interdisciplinarna, međusobno povezana, faktora – ekološki, ekonomski i društveni (Bogdanović, 2020.).

Nadalje, vidi se da su ciljevi održivoga razvoja usko povezani sa temom rada, pošto je potrebno svaki ljudsku djelatnost, te svaku gospodarsku granu, preispitati na njezinu održivost. Ekonomski alat za tu analizu su upravo eksterni troškovi pojedinih gospodarskih grana.

## 2.3. Cjelovito planiranje održivim razvojem

Vidljivo je iz prethodnih poglavlja da se održiv razvoj odlikuje izrazitom kompleksnošću. Planiranje procesa koji pokušava zadovoljiti toliki raspon ciljeva predstavlja izrazito kompleksnu zadaću. Upravljanje tim procesom predstavlja još kompleksniju zadaću, jer su ciljevi održivoga razvoja međusobno dinamički povezani. Stoga se kao jedina ispravna mogućnost ostvarenja održivoga razvoja nameće cjelovito planiranje i upravljanje (Clark & Harley, 2020.).

Cjelovito planiranje i upravljanje je naziv za uključiv proces donošenja odluka ekonomskoga razvoja, pri kojem se teži višedimenzionalnim odlukama kada je u pitanju ekonomski razvoj koji ima utjecaja na društvenu zajednicu i okoliš. Prema Clark, et al. (2003.) potpuna bi definicija bila: „Cjelovito planiranje, poznato i kao glavno planiranje, temelj je iz kojeg bi trebalo donositi sve odluke, reguliranje, kapitalne izdatke i izvršavanje programa u zajednici“.

Cjelovito planiranje ima više obilježja. Prvo obilježje je da je rukovodstvo odgovorno često samoj organizaciji, te se odluke donose na razine same organizacije. Drugo obilježje je dugoročnost planiranja. Planiranje se provodi na srednjoročan vremenski raspon, često 10-20 godina. Treće obilježje je da se omogućuje se uključenost društvene zajednice, često kroz javne tribine i forume. U običajno je da rukovodstvo organizacije zakazuje navedene tribine i forume, gdje je participacija dobrodošla, ali ne nužna. Takav oblik društvene participacije često dovodi do četvrtoga obilježja – nepotpuno preispitivanje međusobnih veza između ekonomskih, socijalnih i ekonomskih ciljeva.

Ispunjavanje ciljeva održivoga razvoja, i njihovo dodavanje cjelovitome planiranju, dodaje nove dimenzije cjelovitome planiranju. Ciljevi održivoga razvoja se ne mogu pomiriti sa uobičajenim, „tradicionalnim“, načinom planiranja. Za njihovo potpuno ispunjavanje je potreban puno pregledniji proces poslovnoga planiranja, puno šire postavljeni temeljni faktora odluka. Nadalje, Bogdanović (2020.) ističe kako održivo cjelovito planiranje ima 3 značajke:

1. Uključiv proces građana na samom početku (npr. upravljački odbor) kroz tri sektora zajednice (ekonomski, društveni i ekološki) pomažući u izbjegavanju nenamjernih posljedica odlučivanja.

2. Poticanje planera i stanovnika da paze na buduće generacije i istiskuje proces u trajanju od 50 ili više godina za razliku od tradicionalnog planiranja koje često koristi vremenski okvir od 10 do 20 godina.
3. Uporaba višedimenzionalnih pokazatelja i uključuje razvoj jasno iskazanih indeksa ili mjerenja napretka, pomažući zajednici da utvrdi koliko dobro napreduju prema ostvarenju svojih zajedničkih ciljeva i vizije.

Prema smjernicama održivog razvoja, cjelovito planiranje mora omogućiti poslovni model, proizvod i uslugu koje trebaju zadovoljavati potrebe korisnika na društveno najprihvatljiviji način, sa najnižim troškovima i utjecajima na okoliš. Ekonomski, okolišni i društveni učinci poslovanja poduzeća, održivi razvoj, briga za okoliš i stupanj društveno odgovornog poslovanja sastavni su dijelovi vizije i inovacijskih strategija poduzeća uz tradicionalno važne čimbenike uspješnosti na tržištu kao što su konkurentnost poduzeća i prepoznavanje prilika na tržištu.

**Tablica 1. Razlike između tradicionalnog i održivoga cjelovitoga planiranja**

<b>Tradicionalno cjelovito planiranje</b>	<b>Održivo cjelovito planiranje</b>
Planiranje za sljedeća desetljeća unaprijed - 10 do 20 godina uobičajeni je vremenski okvir	Generacijsko planiranje - 50 godina ili dvije generacije
Sudjelovanje građana provodilo se kroz javne sastanke i forume, obično se održavaju na središnjim mjestima u zajednici i u vremenima koja određuje rukovodstvo plana	Uključenost - uključuje zajednicu u izradu plana tako što će ići tamo gdje se ljudi okupljaju i smanjuje prepreke sudjelovanju
Vodstvo usmjereno	Vizija usmjerena - plan vodiča o konsenzusu zajednice
Odjeljci plana često nisu međusobno povezani i mogu nenamjerno djelovati u unakrsnim svrhama	Namjerno uravnotežuje i povezuje društvene, ekološke i ekonomske ciljeve zajednice
Evaluacija može ili ne mora ispitati međusobnu povezanost između socijalnih, okolišnih i ekonomskih ciljeva	Višedimenzionalni pokazatelji koji se koriste za ocjenu postignuća kako bi se osigurala ravnoteža i međusobno povezivanje

Izvor: Bogdanović (2020.)

### 3. Analiza nautičkoga turizma kružnih putovanja

#### 3.1. Tehnološke značajke pomorske plovidbe

Današnja globalizirana tržišta se zasnivaju na činjenici da je moguće jeftino i sigurno prevesti velike količine robe sa različitih lokacija, na različite lokacije. Neprikosnoveni primat u ukupnom obujmu prevezene robe u svijetu ima pomorski trgovački promet. Poseban oblik pomorskoga prometa predstavlja nautički turizam. Iako dijeli većinu značajki s trgovačkim pomorskim prometom (brodarstvom) upitna je njegova održivost i ekološki utisak. Pomorska plovidba je neizbježna i ekološki iznimno prihvatljiva, dok nautički turizam ne dijeli te značajke.

Zagađenje brodarstva nije općenito vezano samo na plovidbu, već se može podijeliti na:

1. Faza brodogradnje – indirektno zagađenje korištenjem značajne količine sirovina i energije
2. Faza uporabe (plovidbe), i njime vezano održavanje
3. Faza zbrinjavanja (rezanje) – značajno onečišćenje okoliša oslobađanjem plinova rezanja, indirektno zagađenje korištenjem značajne količine sirovina i energije

Zbog očite kompleksnosti predmeta rada, potrebno je detaljnije analizirati poslovanje ekonomske grane nautičkoga turizma. Pri tome će se koristiti analiza okoliša (Tablica 2.).

**Tablica 2. Analiza tržišta nautičkoga turizma kružnih putovanja**

<b>Tehnološki faktori</b>	Troškovi gradnje broda za kružna putovanja Vrste brodova za kružna putovanja
<b>Ekonomski faktori</b>	Sastav tržišta Putnici i ciljne skupine Destinacije za kružna putovanja Varijabilni troškovi održavanja i uporabe
<b>Društveni i ekološki faktori</b>	Zagađenje okoliša Smanjenje kvalitete života stanovništva
<b>Politički i pravni faktori</b>	Pravni okvir vezan za plovidbu i onečišćenje
<b>Globalni faktori</b>	Nova tržišta Azije Pandemija Korona virusa

Izvor: Autor



Brodovi su kompleksni tehnički proizvodi koji se u osnovi se grade prema narudžbi. Vlasnik broda definira tehničke karakteristike broda prema ekonomskim parametrima i daje brod u narudžbu u brodogradilište izbora. Prosječno vrijeme gradnje broda, od faze razvoja do isporuke brodovlasniku, je 2-6 godina. Vrijeme gradnje i razvoja ovisi o tehničkim zahtjevima, vrsti broda, stanju sirovina itd. Cijena brodova ovisi:

- Troškovima brodogradilišta - troškovi brodogradilišta se svode na troškove rada, sirovina, troškove opreme.
- Stanju tržišta - osnovni faktori su globalna potražnja, cijena transporta robe, starost flote i regulatorni zahtjevi.
- Vrsti broda - kompleksnost vrste broda određuje njegovu cijenu. Glavni faktori koji utječu na kompleksnost su veličina, opremljenost i inovacije.

Brodovi za kružna putovanja predstavljaju jedan od tipova najskupljih brodova. Tehničkih ih karakterizira što su ujedno veliki, luksuzno opremljeni, te svaki brodovlasnik teži ponuditi novine na tržištu klijenteli nove usluge radi postizanja konkurentne prednosti (Tablica 3.). Najbitniji faktor u određivanju cijene je opremljenost i luksuz. Cijena novogradnje broda za kružna putovanja je narasla sa prosječno 260 milijuna eura 1975. godine (cijene za 2020. godinu), na prosječno 750 milijun eura 2020. godine (Camosse, 2020.).

**Tablica 3. Pregled i karakteristike različitih tipova brodova za kružna putovanja**

<b>VRSTA BRODA</b>	<b>KARAKTERISTIKE</b>
Obični	Standardno opremljen, 850 - 2500 putnika
Megabrod	Preko 300 m duljine, preko 3000 putnika
Prekooceanski	Specijalna konstrukcija za oceanska putovanja
Luksuzni	Obični brod za kružna putovanja, ali sa najsofisticiranijom opremom za luksuznu klijentelu
Mali	Nekoliko stotina putnika, intimna putovanja
Ekspedicijski	Ekskluzivne destinacije poput arktičkih područja
Riječni	Bitno manji od morskog, ne zahtjevnija konstrukcija

Izvor: Autor

U gradnji trgovačkih brodova dominiraju azijska brodogradilišta, gdje se isporučuje 94% nove brodograđevne tonaže (UNCTAD, 2021.), dok gradnjom brodova za kružna putovanja dominira europska gradnja. Prema USWE (2020.) prosječni direktni prihodi od europske brodogradnje u razdoblju 2012.-2016. godine iznose 42,9 milijarda eura i zapošljavaju

285.000 zaposlenika. Indirektni prihodi u istome razdoblju se navode u iznosu 50,2 milijarde eura, dok inducirani se prihodi procjenjuju na 31 milijarde eura. Iako europska brodogradnja čini samo 5% ukupne svjetske isporučene tonaže novogradnje, brodograđevni sektor s prihodima od 128 milijarde eura ima udio od 27% u svjetskoj brodograđevnoj industriji.

### 3.2. Značajke nautičkoga turizma za kružna putovanja

„Nautički turizam je ukupnost aktivnosti i odnosa koji su uzrokovani boravkom turista nautičara u lukama nautičkog turizma ili izvan njih, te korištenjem plovnih objekata i drugih objekata vezanih za nautičku turističku djelatnost, radi rekreacije, športa, razonode i drugih potreba” (Luković & Gržetić, 2007.). Nautički turizam se može kategorizirati na više kriterija, kao što su vlasništvo, veličina polovila, motiv dolaska, itd.

Turistička grana kružnih putovanja je koncentrirana u 5 velikih kompanija za kružna putovanja, koja čine preko 85% tržišta kružnih putovanja. Udijeli kompanija na tržištu 2022. godine prema broju putnika su (Carnival Corporation, 2023.):

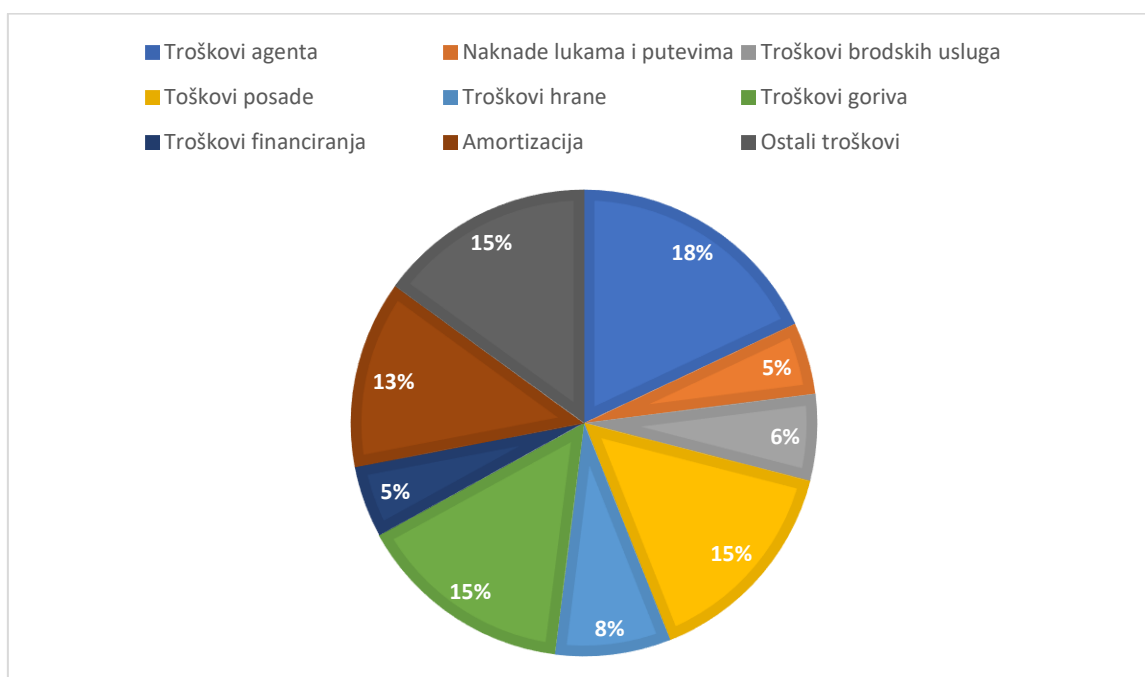
1. *Carnival Corporation* – 47,4%
2. *Royal Caribbean Group* – 23,0%
3. *MSC Crociere* – 10,2%
4. *Norwegian cruise line*– 9,5%
5. *Disney Cruise Line* – 2,5%
6. Ostali – 7,4%

**Tablica 4. Potražnja za kružnim putovanjima u razdoblju 2013.-2023. godine, u milijunima putnika**

	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.	10-g. rast
Sjeverna Amerika	11,82	12,21	12,20	12,40	13,02	14,24	15,41	3,01	2,22	12,59	6,53%
Europa	6,40	6,39	6,58	6,79	6,94	7,17	7,71	1,35	1,75	5,73	-10,53%
Azija	1,21	1,55	2,00	3,37	4,05	4,24	3,74	0,50	0,63	0,79	-34,36%
Ostatak Svijeta	1,89	2,19	2,40	2,59	2,71	2,87	2,85	0,95	0,21	1,29	-31,51%
Ukupno	21,31	22,34	23,18	25,16	26,72	28,52	29,70	5,80	4,80	20,40	-4,27%

Izvor: Autor (prema godišnjim izvješćima *Cruise Lines International Association* – CLIA)

**Tablica 5. Struktura varijabilnih troškova kružnih putovanja**



Izvor: Autor prema podacima Cruise Market Watch (2022.)

Od 2013. do 2019. godine tržište kružnih putovanja je značajno raslo – 39,4 %. Glavna tržišta su Sjeverna Amerika i Europa. Azijsko tržište je u tome razdoblju bilo najvažnije novo tržište i doživjelo je 50,7% rast. Pojavom pandemije korona virusa tržišta su reducirana, te se tek narednih godina očekuje trend rasta na broj putnika predpandemijskih godina (Tablica 4.).

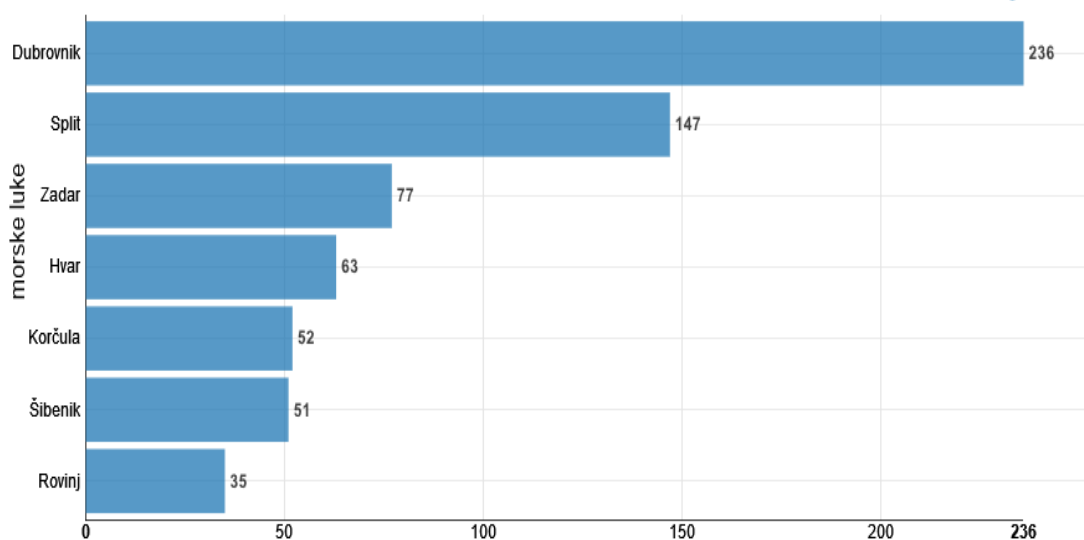
Operativni troškovi broda su također značajni. *Royal Caribbean* navodi u svojim izvješću operativni trošak svoje flote od 9,5 milijarde eura za 2018. godinu. Prema obliku varijabilni troškovi se mogu podijeliti: naknade i troškovi plovidbe; troškove brodskih usluga; troškovi posade; troškove hrane; troškove goriva; kamate, deprecijacija / amortizacija i ostale troškove (Tablica 5.).

### **3.3. Analiza poslovanja luka za nautički turizam na Jadranu**

Mediterran predstavlja drugu najpopularniju destinaciju za kružna putovanja na svijetu (Carić & Mackelworth, 2014.). Jadransko more se pozicioniralo na tržištu kružnih putovanjima Istočnoga Mediterana, prema grčkim otocima i Turskoj. Najznačajnije luke za kružna putovanja su Venecija i Dubrovnik, te se nalaze u top 10 destinacija u Mediteranskome moru (Carić & Mackelworth, 2014.). Specijalizirane Jadranske luke su članice udruge *MedCruise*.

Kružna putovanja u Hrvatskoj odlikuje da su duga kružna putovanja međunarodnoga karakterima. Nadalje, preferirana destinacija je Jadransko more (Slika 2). Kružna putovanja Dunavom su tranzitne naravi. Prema podacima DZS najpopularnije luke za kružna putovanja su Dubrovnik i Split. Prosječni brod za kružno putovanje boravi 1,96 dana u Hrvatskoj. Potrebno je naglasiti da dani boravka se definiraju kao dani provedeni u teritorijalnom moru Republike Hrvatske. Ako se uzme u obzir struktura plovidbe od ulaska u teritorijalno more, do izlaska, može se zaključiti da brod za kružna putovanja provede prosječno manje od jednog dana u luci za kružna putovanja.

*Slika 2. – Broj posjeta prema lukama za kružna putovanja u republici Hrvatskoj od siječnja do srpnja 2023. godine*



Izvor: DZS Republike Hrvatske

Kao i na svjetskoj razini, tako se za vrijeme pandemije korona virusa je iznimno smanjio broj putovanja i putnika u Hrvatskoj. Tako se broj putovanja i broj putnika u odnosu na pred pandemijsku 2019. godinu smanjio prema podacima DZS:

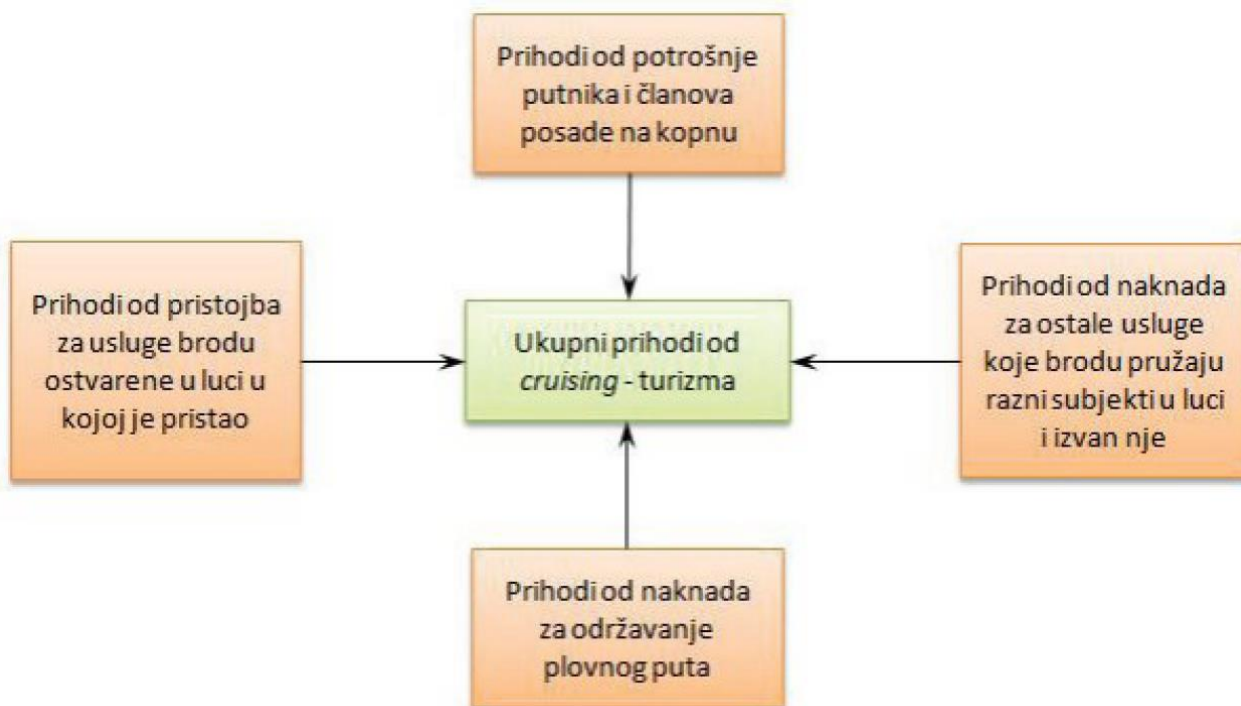
- 2019: Broj putovanja 726, Broj putnika 1.120.727
- 2020: Broj putovanja 26, Broj putnika 4.138
- 2021: Broj putovanja 208, Broj putnika 193.911
- 2022: Broj putovanja 632, Broj putnika 633.697.

### **3.3.1. Ekonomski učinci kružnih putovanja u Hrvatskoj**

Turističko tržište potražnje posredno i neposredno potiče razvitak brojnih gospodarskih grana i djelatnosti, uz ostvarivanje dodatnih prihoda za lokalno stanovništvo, većom

mogućnošću zapošljavanja (Perić & Oršulić, 2011.). Nadalje, Benić (2011.) dijeli prihode kružnih putovanja na: izravne prihode, neizravne prihode, inducirani prihodi.

Slika 3. – Struktura direktnih prihoda od brodova za kružna putovanja



Izvor: Perić i Oršulić (2011.)

Izravni prihodi su u najvećoj mjeri turističke luke i marine, ali i prodavači usluga i dobara izravno brodovima na pomorskim krstarenjima, putnicima i posadi. Prihodi od brodova vezuju se uz lučke troškove, pristojbe i naknade, gorivo, vodu, održavanje i različite druge usluge. Putnici ukupnom prihodu pridonose kroz potrošnju u prijevozu, kupnju taksi usluga, suvenira, kupnju nakita, izleta, hrane i pića. Potrošnja posade je slična onoj putnika iako obično u različitom omjeru uz naglasak na usluge prijevoza, kupnju elektronike i roba različite potrošnje, hranu i piće.

Indirektni prihodi za gospodarstvo se vežu uz potrošnju dobara i usluga lokalnog biznisa (turoperatora, agencija, dobavljača) koji pružaju usluge brodovima na pomorskim krstarenjima. Ostale koristi koje ima destinacija od međunarodnih kružnih putovanja su: otvaranje novih radnih mjesta vezanih uz potrebe kružnih putovanja, opći poticaj razvoju kao rezultat prihoda od kružnih putovanja, promocija destinacije (novi gosti i posjetitelji) i sl.

Inducirani prihodi su u određenom odnosu proporcionalni ostvarenju izravnih i neizravnih prihoda, a njima se mogu dodati i prihodi od povećane potrošnje stanovnika koja je rezultat ostvarenog prihoda od turizma kružnih putovanja (Benić, 2011.).

Dodatna značajka kružnih putovanja je da je sezonalnost manje izražena nego kod stacionarnog turizma. Broj putovanja, doplova u luku, te duljina trajanja sezone su duže nego kod stacionarnog turizma (Matković Dražica, 2018.). U stručnoj literaturi se spominje maksimalni period od 40 operativnih tjedana tijekom jedne godine, no navedeni maksimalni period samo jaki mali broj luka i operater ostvaruje (Pallis, 2015.).

Ne postoje recentni službeni podaci od ijedne javne institucije o prihodima kružnih putovanja. Jedini poznati podaci su iz Instituta za Turizam (2007.) prema kojoj prihodi od turizma iznose:

- 25-28 milijuna eura ukupnih prihoda od potrošnje putnika i članova posade
- 1,16 do 1,31 milijuna eura ukupnih prihoda lučkih pristojbi
- Oko 2,6 milijuna eura prihoda od lučkih naknada
- Oko 160.200 eura za održavanje plovnih puteva.

Ukupno prihodi od putnika su stoga bili 25 milijuna, a od usluga brodovima 3,92 milijuna (konzervativne procjene). Prema DZS u Hrvatsku su 2006. godine su uplovili 547 kružna putovanja sa 575.000 putnika do 10-2006 g. Prema DZS u za isto razdoblje u 2019. godini je bilo 672 kružna putovanja, s 1 056.130 putnika. Prihodi 2019. godine se dobiju:

$$PR_{Buk2019} = PR_{Buk2006} \times \frac{CPI_{2019}}{CPI_{2006}} \times \frac{X_{2019}}{X_{2006}} \quad [1]$$

$$PR_{Puk2019} = PR_{Puk2006} \times \frac{CPI_{2019}}{CPI_{2006}} \times \frac{Y_{2019}}{Y_{2006}} \quad [2]$$

pri čemu su:

$PR_{Buk2019}$  – prihodi usluga brodovima iz 2019. godine;

$PR_{Buk2006}$  – prihodi usluga brodovima iz 2006. godine;

$PR_{Puk2019}$  – prihodi od putnika iz 2019. godine;

$PR_{Puk2006}$  – prihodi od putnika iz 2006. godine;

$X_{2019}, X_{2006}$  – broj putovanja iz 2019. i 2006. godine;

$Y_{2019}, Y_{2006}$  – broj putnika iz 2019. i 2006. godine;

$CPI_{2019}, CPI_{2006}$  – indeksi cijena prema HNB, baza 2015. godina.

Prema [1] i [2] dobiva da su prihodi od usluga brodova 2019. godine bili 6,04 milijuna eura, a prihodi od putnika 57,58 milijuna eura. Ukupni izravni prihodi od kružnih putovanja u Hrvatskoj su u 2019. godini iznosili 63,42 milijuna eura. Ako se konzervativno pretpostavi da direktni prihodi generiraju isti iznos u indirektnim i induciranim приходima, dobiva se ukupni prihod od nautičkoga turizma u iznosu od 127 milijuna eura za 2019. godinu. Stvarna dobit je znatno manja, pošto se od navedenoga ukupnoga iznosa još moraju oduzeti privatni troškovi gospodarskih agenata uključenih u pružanje usluga za kružna putovanja.

Ako se sastav prihoda promatra kvalitativno sa stajališta cjelovitoga planiranja, stvarna dobit za lokalnu zajednicu su dobiti u lokalnim gradskim poduzećima uključenim u usluge kružnih putovanja na destinacijama, lokalni porezi, te stvorena radna mjesta. S obzirom na mali broj javnih gradskih poduzeća uključenih u pružanje usluge kružnih putovanja, te s obzirom na činjenicu da su lokalni porezi izrazito volatilne naravi, te da neke destinacije nautičkoga turizma i ne naplaćuju lokalne poreze (npr. Dubrovačko-Neretvanska županija), kao najveći korist lokalnoj zajednici ostaju generirana radna mjesta. Kako niti o приходima ni stvarnoj dobiti nautičkoga turizma kružnih putovanja nema nikakvih ažuriranih i provjerenih podataka, tako nema ni podataka o broju radnih mjesta koji je indirektno generiran kružnim putovanjima u Hrvatskoj. Radi toga se prava vrijednost stvorenih radnih mjesta ne može kvantificirati.

Na razini cjelokupnog društva Hrvatske sa stajališta cjelovitoga planiranja, ostvarena korist usluga kružnih putovanja su porezi na dohodak za stvorena radna mjesta, porezi na dobit poduzeća uključenih u pružanje usluga, te porezni prinosi kroz porez na dodanu vrijednost u potrošnji. S obzirom da su prihodi procijenjeni na 127 milijuna eura, jasno je da je ukupna korist za društveni zajednici samo mali dio navedenoga iznosa.

Ovom kvalitativnom analizom se može zaključiti da većinu dobiti sadržavaju gospodarski agenti u privatnome vlasništvu.

### **3.3.2. Društveni i ekološki utjecaji kružnih putovanja**

Jadransko more je poluzatvoreno more unutar Mediteranskoga mora. Za izmjenu voda u Jadranskomu moru je potrebno u prosjeku pet godina. Glavni utjecaj na Jadransko more ima okolna geografija, kopnene mase i priljevi. Glavni priljev je rijeka Po, na kojoj leže industrijski centri Turina i Milana, te predstavlja jednu od ekološki najugroženijih regija Mediterana (Horvat, et al., 1999.).

Specifičnost turizma kružnih putovanja leži u ogromnom priljevu putnika koji u isto vrijeme okupiraju destinaciju. U nekim lukama, nastupanjem sezone kružnih putovanja, nastaje situacija u kojoj broj putnika s broda znatno premašuje broj lokalnih stanovnika. Takvo stanje, osim što otežava svakodnevni život lokalnog stanovništva, umanjuje i zadovoljstvo turista destinacijom, a što proizlazi upravo iz negativnog odnosa rezidenata prema više brojnijim turistima kružnih putovanja (Matković Dražica, 2018.).

Turizam kružnih putovanja ima manju sezonalnost. No čest je slučaj skupih javno-privatnih investicija u lučke kapaciteta, poput dodatnih lučkih usluga ili čak zasebnih terminala za brodove za kružna putovanja, koji u konačnici veliku većinu vremena su potpuno neiskorišteni. Inicijalne investicije se rijetko rekuperiraju, a ostvarena infrastruktura zahtjeva troškove održavanje te zauzima vrijedno pomorsko dobro.

### **3.3.3. Zakoni i propisi vezani za plovidbu i zagađenje**

Za zagađenja zraka najvažniji propis je količina sumpora u korištenom gorivu, čime se želi smanjiti količina sumporovih dioksida i čestica u ispušnim plinovima. Ta se količina postepeno smanjivala. Na teritoriju Europske unije je trenutno važeća direktiva EU 2016/802 s kojom se količina smanjila na 0,5% (sa prijašnjih 5%) u svim teritorijalnim lukama Europske Unije. Nadalje, za određene zone u Europskoj uniji (La Manche, Sjeverno i Baltičko more) istom direktivom je uvedeno da maksimalni udio sumpora od 0,1%. Navedeno količina od 0,1% je na snazi za sve obale SAD-a. Postoje naznake da bi uskoro također cjelokupni Mediteran mogao postati ekskluzivna zona sa 0,1% udjelom sumpora.

Vezano za zagađenje voda, postoje mnogobrojni propisi. Na snazi je IMO rezolucija vezanu za sprječavanje zagađenja mora zauljenim vodama i kanalizacijskom vodom (MARPOL). Njime se 12 nautičkih milja od obale veže sve brodove da ili ne ispuštaju nijednu od tih voda, ili da ispuštena voda ima određenu kvalitetu (koja se ostvaruje pročišćivanjem). Nadalje, 2021. godine je IMO usvojio propis vezan uz balastne vode. Njime slično kao i za



zauljene i kanalizacijske vode, unutar 12 nautičkih milja zabranjena izmjena balastnih voda direktno u more, ili balastna voda mora biti pročišćena.

Potrebno je naglasiti da ovi propisi vrijede najčešće samo u blizini obale. Na otvorenom moru brodovi nisu ograničeni nijednim propisom. Nadalje, čest je slučaj ilegalnih aktivnosti.

## 4. Analiza životnoga vijeka broda

### 4.1. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda

Analiza životnoga vijeka se provodi na proizvodima koje se uvode na tržište. Predstavlja dinamički prikaz različitih akcija i radnji vezanih za razvoj, uvođenje i povlačenje nekoga proizvoda na tržište. Postoje tri dominantne teorija životnoga vijeka proizvoda (eng. *Product life cycle*) – PLC:

- Teorija životnoga vijeka proizvoda prema ekonomskoj teoriji
- Teorija životnoga vijeka proizvoda prema industrijskom menedžmentu (eng. *Product Lifecycle Management* – PLM)
- Teorija životnoga vijeka proizvoda prema ekološkom menedžmentu.

Proizvod je široki pojam za veliki broj raznovrsnih konačnih produkata poduzeća, od kojih svaki ima različite značajke. Proizvodi se mogu klasificirati prema:

- Obliku - nematerijalni proizvod (usluge) i materijalni proizvod.
- Složenosti - jednostavni ili složeni. Jednostavni proizvodi su proizvodi koji se ne mogu rastaviti na sastavne dijelove. Složeni proizvodi se sastoje od više sastavnih dijelova.
- Funkcionalnosti – (prema ISO 9000) procesne, hardverske, softverske i usluge.

### 4.2. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda prema ekonomskoj teoriji

Todić (2016.) definira životni vijek prema ekonomskoj teoriji: „Ekonomski ciklus proizvoda obuhvaća vrijeme od uvođenja u proces proizvodnje do opadanja plasmana i prodaje na tržištu, odnosno povlačenja proizvoda sa tržišta. Vreme ekonomskog ciklusa, dakle vrijeme prisustva proizvoda na tržištu, koristi se za predviđanje i realizaciju određenih mogućnosti i povećanja prihoda od prodaje i profita, poduzimanjem različitih marketinških i poslovnih poduhvata“.

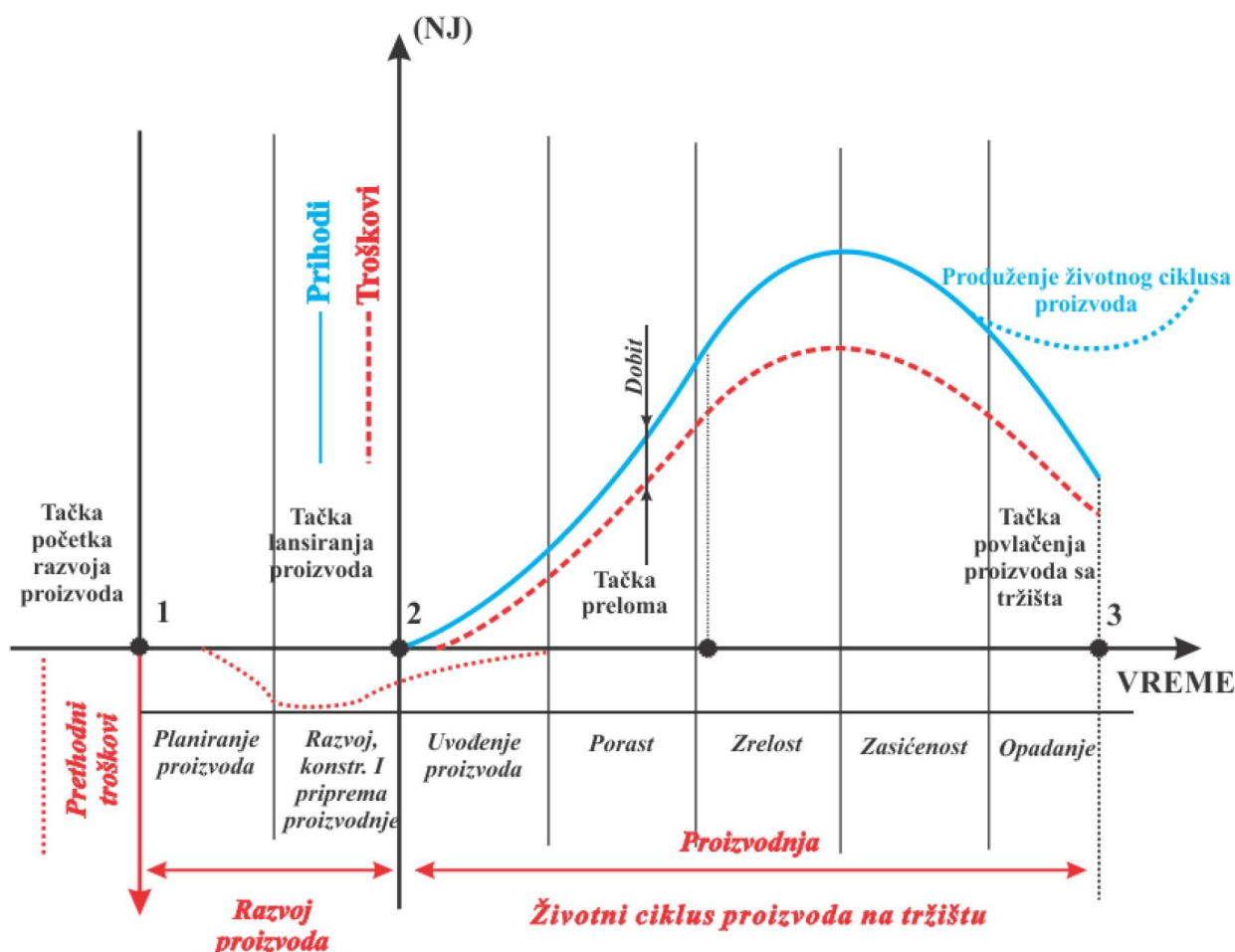
Prema klasičnoj ekonomskoj teoriji proizvod prolazi kroz nekoliko karakterističnih ekonomskih faza. Navedene ekonomske faze se oslikavaju karakterističnom S-krivuljom dobiti (Slika 4.). Svaka od tih faza je ekonomski karakterizirana, konkretnije, uključuje

određene stupnjeve prihoda i rashoda. Klasični ekonomski ciklusi su: uvođenje proizvoda, porast, zrelost, zasićenost, opadanje.

U fazi uvođenja proizvoda počinje ekonomski život proizvoda. Proizvod se stavlja na tržište. Kupci tek upoznaju proizvod, broj kupaca je mali, te je rast prodaje spor. Faza uvođenja je iznimno bitna, jer se u ovoj fazi određuju dugoročna uspješnost proizvoda. Potrebno je odrediti optimalnu ponudu proizvoda, cijenu te doprijeti do što većeg tržišta. Dobit u ovoj fazi je minimalna. Većina dobiti se koristi za pokrivanja troškova marketinga, otklanjanje grešaka i pokrivanje troškova razvoja.

Ako je faza uvođenja uspješna – povoljno određena cijena, volumen proizvodnje i kvaliteta - slijedi faza porasta. Tržište se širi, broj kupaca se povećava, te se obujam proizvodnje povećava radi veće potražnje, te je potrebno postići optimalni omjer ponude i potražnje.

Slika 4. – Dijagram životnoga ciklusa proizvoda



Izvor: Todić (2016.)

Dobit koja se ostvaruje se ostvaruje na pridobivanje novih tržišta i promotivne aktivnosti, povećanje proizvodnje, pokrivanje tekućih troškova i troškova razvoja i uvođenja

Faza zrelosti se postiže maksimalna dobit od proizvoda. Proizvodni procesi su optimirani, tržišna prisutnost stabilna, konkurencija predvidljiva. Često se u fazi zrelosti koriste brojne mogućnosti usavršavanja i osvježanja proizvoda, u cilju povećanja prodaje ili očuvanja tržišne pozicije. Ostvarena dobit se može usmjeriti u razvoj novih ili produžetak postojećih životnih ciklusa.

U praksi je faza zrelosti često vremenski ograničena. Dolazi do pojave konkurentskih ili zamjenskih proizvoda, zasićenja tržišta, regulatornih promjena, troškova kapitala, promjena preferencija na tržištu. Dobit od prodaje počinje rasti sporije. Pojava te točke se naziva točka prijeloma (točka infleksije). Ova točka je indikator da je potrebno prilagoditi poslovni model novim ulaganjima u razvoj novih proizvoda ili intenziviranje marketinških aktivnosti.

U fazi opadanja proizvod se manje plasira na tržište, jer se broj kupaca smanjuje. Ovaj period je karakteriziran izrazito niskim obujmom prodaje, a time i ostvarenog profita.

### **4.3. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda prema industrijskom menedžmentu**

Dok u klasičnim ekonomskim teorijama je fokus primarno na gotov proizvod koji se stavlja na tržište, te se prati dinamika dobiti i rashoda, industrijski menedžment sagledava proizvod od začetne ideje, projektiranja, izrade, proizvodnje i odstranjivanja (reciklaže). Industrijski menedžment s toga ulazi u faze koje klasična ekonomska teorija ne sagledava, te omogućuje detaljniji opis problematike životnoga vijeka proizvoda. Suvremeni način upravljanja se zasniva na računalno integriranim programima – *Product Lifecycle Managment (PLM)*. PLM programi koriste široku integriranu bazu podataka koja omogućuje pribavljanje pravilnih parametara dizajniranja, korištenja i dizajniranja. PLM sistemi su nadograđeni različitim alatima, poput simultanog upravljanja ljudskim resursima, proizvodnim procesima, alatima, budžetom, validacijom koncepata.

Osim u vremenu trajanja, druga razlika prema klasičnoj ekonomskoj teoriji je u samom fokusu promatranja. U ekonomskoj teoriji perspektiva je na kreiranju uspješnih poslovnih procesa, dok industrijskim menedžmentu perspektiva se stavlja na organizaciju tehnološkog procesa – organizaciji i planiranju, analizi dizajna, planu razvoja, itd. Međutim, obje teorije

su u osnovi komplementarne, jer u svojoj osnovi žele optimizirati troškove proizvodnje. Sinergija između ekonomskog i industrijskog pristupa životnom vijeku je korak prema dobro vođenom poduzeću.

Stoga, analogno ekonomskoj teoriji, životni vijek proizvoda se može podijeliti u na upravljanje troškovima u četiri faze (Aldinger, et al., 2009.): razvoj proizvoda, proizvodnja, uporaba i reciklaža.

Razvoj proizvoda predstavlja fazu od ključnoga značaja u životnome vijeku proizvoda. U fazi razvoja određuju većina značajki koji će odrediti sve daljnje faze životnoga vijeka, bilo da li se radi o novom proizvodu ili poboljšanom proizvodu. To ujedno i predstavlja razlog zašto je ova faza životnoga vijeka najdugotrajnija, ali najproblematičnija. Faza razvoja proizvoda se može opisati kao postepeno, kumulativno i iterativno približavanja zahtjevima tržišta i traženjem najpovoljnijeg kompromisnog rešenja u prostoru odlučivanja.

Faza proizvodnje je proces u kojem se realiziraju sve vrijednosti zahtijevane od proizvoda, tj. sve prikupljeni zahtjevi, ideje i informacije se moraju transformirati u realni proizvod.

Uporaba je faza životnoga ciklusa čije je trajanje određeno za kupca ili potrošača, te se vremenski podudara sa promatranim razdobljem klasične ekonomske teorije.

Zadnja faza životnoga vijeka proizvoda je odstranjivanje. U procesu napravljenom na temeljima održivosti i ekološičnosti, proizvod se reciklira. U ovoj fazi su mogući troškovi i prohodi, ovisno o poslovnoj politici poduzeća.

#### **4.4. Teoretska osnova životnoga vijeka proizvoda prema ekološkom menedžmentu**

Ekološki menedžment objedinjuje klasičnu ekonomsku i industrijsku teoriju životnoga vijeka. Nastoji pružiti metodiku ostvarenja ekološki i društveno prihvatljivoga proizvoda. Ekološki menedžment je strukturirani proces razvoja proizvoda u kojemu je često potrebno razmotriti i ispuniti različite zahtjeve glede ekološke prihvatljivosti, ali i uskladiti ih s ciljevima razvoja. Konačni rezultat mora bit proizvod koji nastoji minimizirati ekološki utisak, dok istovremeno mora omogućiti stopu profitabilnosti.

Navedeni proces je iterativan i dinamičan, te na kraju životnoga vijeka proizvoda se mora postaviti pitanje da li je narednim tehnološkim i organizacijskim napretkom moguće napraviti ekološki i društveno još bolji proizvod. Strukturirani procesi koji su vezani za

tehničku stranu stvaranja ekološki i društveno prihvatljivoga proizvoda se nazivaju ekodizajn. Strukturirani procesi koji odgovaraju na pitanje kako poduzeće može održati profitabilnost, ali istovremeno zadovoljiti ekološke i društvene zahtjeve, je u domeni održivoga razvoja, tj. cjelovito planiranje.

**Tablica 6. Strategije poboljšanja ekološke prihvatljivosti proizvoda**

Stupanj poboljšanja ekološke prihvatljivosti	Faktor X	Vrijeme za razvoj ekoinovacije [Godine]	Tehnološka inovativnost	Utjecaj na promjenu životnoga stila potrošača	Zahtijevana razina uvođenja izmjena infrastrukturne potpore razvojnom procesu
Razina 1: Inkrementalno poboljšanje proizvoda	Do 3 puta (5-20 %)	0-2	niska	minimalna	minimalna
Razina 2: Rekonstrukcija proizvoda	3 - 5 puta (20 - 50%)	0-5	srednja	niska	minimalna
Razina 3: Razvoj novoga koncepta proizvoda	5 - 10 puta (50 - 75%)	0-10	visoka	visoka	visoka
Razina 4: Razvoj novoga sustava proizvoda	10 - 20 puta (20 - 50%)	0-30	vrlo visoka	vrlo visoka	vrlo visoka

Izvor: Midžić (2018.)

Svrha ekodizajna preventivno smanjiti ili potpuno izbjeći potencijalno štetne učinke proizvoda na okoliš, a to se čini u fazama procesa konstruiranja u kojima postoji najveći potencijal za razvoj ekološki prihvatljivih proizvoda i usluga. Potrebno je naglasiti da ciljevi dani cjelovitom razvojem poput povećanja profitabilnosti i smanjenje troškova razvoja, su često u direktnom konfliktu sa ciljevima ekodizajna (Midžić, 2018.).

Prema Midžić (2018.) u procjeni ekodizajna se koriste tri osnovna pojma:

- **Ekoeffikasnost** – Omjer kvalitete proizvoda ili usluge u odnosu na njegov utjecaj na okoliš.
- **Ekoeffektivnost** – Mjera učinka korištenja resursa i materijala tijekom cijeloga životnoga vijeka. Poboljšanje ekoeffektivnosti utječe na poboljšanje ekoeffikasnosti.
- **Faktor X** – Omjer ekoeffikasnost proizvoda ili usluge nakon prije i nakon poboljšanja.

Ekodizajn zahtjeva značajnu fazu razvoja proizvoda. Vidljivo je iz Tablica 6. da značajne ekološke inovacije zahtijevaju izrazito duge faze razvoja. No istovremeno, faza razvoja koja omogućuje najveći potencijal za smanjenje ekološkoga utjecaja na prirodu i društvo.

## **4.5. Matematički model životnoga vijeka velikog putničkoga broda**

### **4.5.1. Životni vijek velikog putničkoga broda za kružna putovanja**

Analizom životnoga vijeka, putnički brod ima sljedeće faze:

- Faza dizajna i izgradnje
- Faza korištenja
- Održavanje
- Reciklaža (rezanje).

#### Faza izgradnje putničkoga broda

Analiza životnoga vijeka ove faze uključuje analizu eksternih troškova dizajna broda, nabavke sirovina, te zagađenje vezano za proces gradnje - zagađenje zraka i voda.

#### Faza korištenja putničkoga broda

Analiza životnoga vijeka uključivala analizu plovidbe sa putnicima, te intersezonalnu plovidbu bez putnika. Potrebno je analizirati ekološki utjecaj plovidbe – zagađenje zraka i voda, zagađenje bukom, utjecaj na biodiverzitet, itd.

#### Održavanje putničkoga broda

Analiza ove faze uključuje potrošnju sirovina za održavanje i preinake, potrošnju kemikalija za skidanje obraštanja, te zagađenje zraka i voda radovima održavanja.

#### Reciklaža

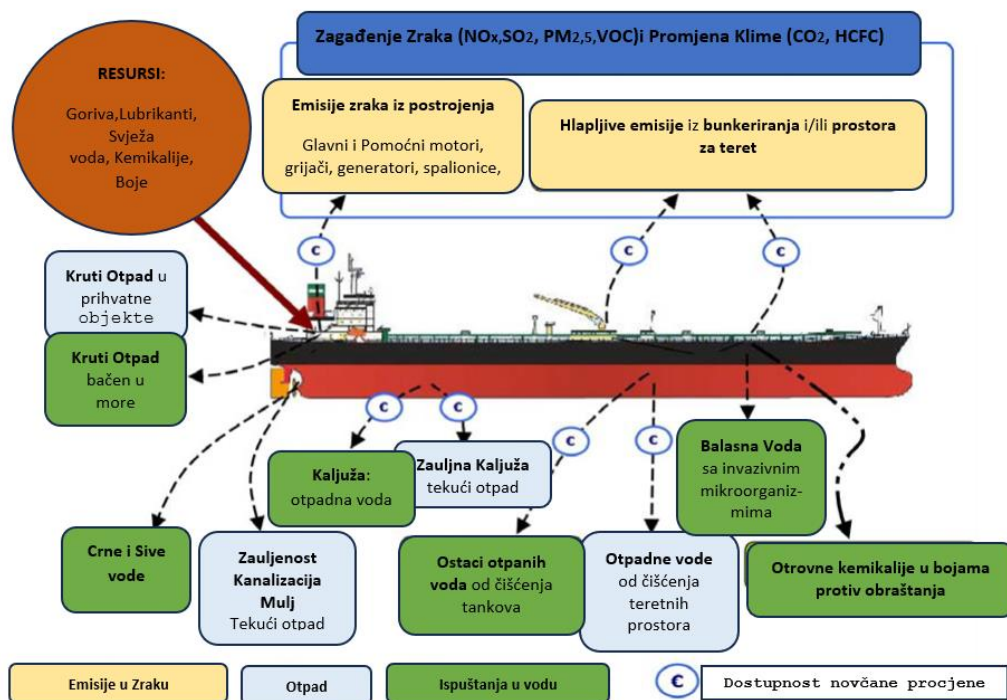
Analiza životnoga ove faze uključuje zagađenje okoline oslobađanjem štetnih plinovi, prašine, i fine čestice štetnih za prirodu, te utjecaj istih na zdravlje ljudi.

### **4.5.2. Matematički model životnoga vijeka velikog putničkoga broda**

U ovome poglavlju će se pružiti matematički model s kojim će se kvantificirati ekološki utjecaj broda za kružna putovanja na području Hrvatske. Koristiti će se podaci za 2019. godinu, tako da bi se isključio utjecaj pandemije Korona virusa.

Životni vijek putničkoga broda na području Republike Hrvatske je ograničen na fazu korištenja (Slika 5.). U Hrvatskoj ne postoje faze gradnje broda za kružna putovanja, niti se obavlja njegovo održavanje i reciklaža.

Slika 5. – Tipovi zagađenja u fazi korištenja broda



Izvor: TRT Trasporti e Territorio Srl (2007.)

### Zagađenje zraka

Zagađenje zraka se događa emisijom dimnih ispušnih plinova izgaranja i ispuštanjem plinova rashladnih sustava. Plinovi rashladnih sustava, iako štetni, čini zanemariv dio ukupnoga zagađenja, te se neće analizirati.

Putnički brodovi u Republici Hrvatskoj dolaze sa putnicima, te se ne plove pod balastom.

Potrošnja goriva se s toga izražava:

$$F_j = 1,4 \times K_F \times \left( \frac{P_P D_P}{v_P} + P_L T_L + P_D T_D \right) \times N_P \div 1000 \quad [3]$$

pri čemu su:

$F_j$  – potrošnja goriva za dani pogon [tona];

$K_F$  – specifična potrošnja vrste goriva [kg/kWh];

$P_P$  – snaga pri plovnoj brzini [kW];

$D_P$  – plovna udaljenost [km];

$v_P$  – plovna brzina [km/h];



$P_L$  – snaga u luci [kW];

$T_L$  – vrijeme u luci [h];

$P_D$  – snaga pri sporoj plovidbi [kW];

$T_D$  – vrijeme spore plovidbe [h];

$N_P$  – broj plovidbi, tj. putovanja [-].

Faktor 1,4 u formuli [3] je iskustvena vrijednost koja izražava činjenicu da je dana formula prilagođena za teretne brodove, gdje ukupna količina proizvedene energije približno jednaka snazi potrebnoj za pogon broda. No brodovi za kružna putovanja imaju veliku potrebu za opskrbom pomoćnih sustava (klimatizacija, rashladni sustavi, sanitarije, itd.).

Dodatno pojednostavljenje je što se promatra da brod za kružno putovanje tijekom cijelog putovanja troši samo jednu vrstu goriva. Mnogi brodovi tijekom boravka u lukama, umjesto teškog goriva koje se koristi za pogon, troše laka goriva, s manje štetnih tvari u ispušnim plinovima, te neki brodovi samo plove lakim gorivima.

Ukupna količina CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> i PM u ispušnim plinovima se dobiva:

$$\varepsilon_x = F_{HFO} \times \kappa_{HFO,x} + F_{MDO} \times \kappa_{MDO,x} + F_{LNG} \times \kappa_{LNG,x} \quad [4]$$

$\varepsilon_x$  – ukupna količina pojedine komponente emisije [kg];

$F_{HFO}, F_{MDO}, F_{LNG}$  – potrošnja goriva za dani pogon [tona];

$\kappa_{HFO,x}, \kappa_{MDO,x}, \kappa_{LNG,x}$  – specifični emisijski faktor [kg/tona], vidi Tablica 7.

Za dobivanje rezultata iz formula [3] i [4] je potrebno poznavati strukturu uplovljenih brodova za kružna putovanja u teritorijalne vode. Podaci koji je točno brod uplovio u koju luku su vjerojatno dostupni pojedinačnim lučkim kapetanijama, ali ne postoji centralna baza podataka gdje bi se mogao dobiti uvid svakoga pojedinačnoga broda. Prema izvješću DZS iz 2020. godine, brodovi za kružna putovanja su u 2019. godinu napravila 726 putovanja u teritorijalnim vodama Hrvatske. Ukupnu su u Hrvatskoj proveli 1.466 dana, i prevezli 1.120.727 putnika. Pomoću tih podataka će se regresivno određuje tipični putnički brod koji je ostvario navedenih 726 putovanja:

*Rhapsody of the Seas* – obični brod za kružno putovanje

Kapacitet: maksimalno 1998 putnika, prosječno u 2019 g. na teritoriju Hrvatske od 1544 putnika

Instalirana propulzijska snaga: 34 MW;

$v_p = 22,3$  čv, 41,3 km/h

$N_p = 722$

$P_p = 85\%$  instalirane propulzijske snage = 28,9 MW

$P_L = 15\%$  instalirane propulzijske snage = 3,4 MW

$P_D = 50\%$  instalirane propulzijske snage = 17 MW.

**Tablica 7. Emisijski faktori  $\kappa$  [kg/tona]**

Vrsta goriva	Komponenta	Emisijski faktor
HFO	CO2	3144
	NOx	77,26
	SOx	47,73
	PM	7,25
	CH4	0,05
MDO	CO2	3206
	NOx	54,88
	SOx	2,15
	PM	0,95
	CH4	0,05
LNG	CO2	2750
	NOx	8,28
	SOx	0,03
	PM	0,11
	CH4	8,27

Izvor: International Maritime Organization (2021.)

Nije poznato koliki udio uplovljenih brodova za kružna putovanja ima koji pogon. S toga će se pretpostaviti da je 40% putovanja ostvareno korištenjem teškog goriva (HFO), 30% laki dizel (MDO) i 30% LNG gorivo.

Pošto je prosječno vrijeme retencije broda za kružno putovanje u teritoriju Hrvatske 1,96 dana (47h), mogu se preostali podaci o strukturi plovidbe odrediti iskustveno. Prosječan brod za kružno putovanje provede u luci 16-20h. Spora plovidba se veže za doplov i otplov iz luke, te smanjenje brzine u blizini otoka. Ako se uzme u obzir da je velika većina kružnih

putovanja na teritoriju Hrvatske vezana za početak ili kraj putovanja u Veneciji, može se odrediti dužina putovanja od približno 350 km. S obzirom na plovnu brzinu ovdje određenog tipičnoga broda za kružno putovanje od putovanja od  $v_p = 22,3$  čv, dobivaju se:

$$T_L = 20 \text{ h}$$

$$T_D = 10 \text{ h}$$

$$D_p = 350 \text{ km.}$$

### Zagađenje voda

Zagađenje voda se događa radi široka spektra razloga, koji uključuju:

- ispuštanjem ostataka goriva i ulja
- ispuštanje sive i crne voda (sanitarna voda)
- ispuštanje kaljužne vode
- ostaci čišćenja tankova goriva i ulja
- ispuštanje kemikalija u bojama trupa
- balastne vode, čijom izmjenom se u eko sustav unose invazivni organizmi
- otpad i smeće koje se baci u vode, umjesto da se preda u luci
- nesreće, pri kojima se ispuštaju goriva i ulja.

Za putnički brod je daleko najveća i najvažnija stavka ispuštanje sivih i crnih voda. Ostali uzroci onečišćenja će se odrediti kao faktor ispuštanje sivih i crnih voda, pošto je njihovu količinu ili nemoguće odrediti bez detaljnih tehničkih specifikacija, ili je nepoznata direktna fizikalno-biološka povezanost između ispuštene količine i onečišćenja, ili se ispuštanje događa kao ilegalna aktivnost. Ispuštanje kaljužnih voda i onečišćenje prilikom nezgoda su slučajevi nužde, te se neće promatrati.

Količine sive i crne vode se prema (Perić, 2019) prema broju putnika na brodu za kružna putovanja, mogu odrediti:

$$GBW = L \times f_{BW} \times t_r \div 1000 \quad [5]$$

$$GGW = L \times f_{GW} \times t_r \div 1000 \quad [6]$$

pri čemu su:

$GBW$  – količina crnih voda [ $\text{m}^3$ ]

$GGW$  – količina crnih voda [ $m^3$ ]

$L$  – prosječan broj putnika, za određeni tipski brod  $k = 1544$

$f_{BW} = 1,325$  [l/h] - konstanta crnih voda za brod za kružna putovanja

$f_{GW} = 10,54$  [l/h] - konstanta sivih voda za brod za kružna putovanja.

### Crpljenje resursa

U fazi korištenja se ostvaruje ekološka šteta trošenjem neobnovljivih resursa. S obzirom da samo zanemarivi dio neobnovljivih izvora se crpi iz Hrvatske, ovaj ekološki utisak će se zanemariti.

## 5. Eksterni troškovi zagađenja

### 5.1. Teoretska osnova eksternih troškova

Svaka radnja u korištenju neke usluge ili proizvoda proizvodi efekt za samoga korisnika, ali i okolinu oko njega. Ti efekti se mogu izraziti kao troškovi. Te troškove snosi korisnik (interni ili privatni troškovi, internalije) ili okolina korisnika (eksterni troškovi, eksternalije), kao i odgovornost za nastalu štetu.

Kaplanović (2012.) ističe kako se eksterni efekt, i time troškovi, dijele na: mjerljive i nemjerljive, proizvođačke i potrošačke, direktne i indirektne, pozitivne i negativne.

Eksterni efekti mogu biti lako uočljivi i mjerljivi, kao na primjer zagađenje petrokemijske tvornice koja ispušta zagađenja u okolnu rijeku. Društveno i ekološki sistemi su općenito gledano kompleksni sustavi, sa velikim stupnjem složenosti, te nije uvijek jednostavno spoznati sve poveznice. No iako iznimno teško mjerljivo, potrebno je navedene eksternalije analizirati. Jer ako se to propusti, tržište ima tendenciju eksternom efektu pridati vrijednost nula, i zanemariti.

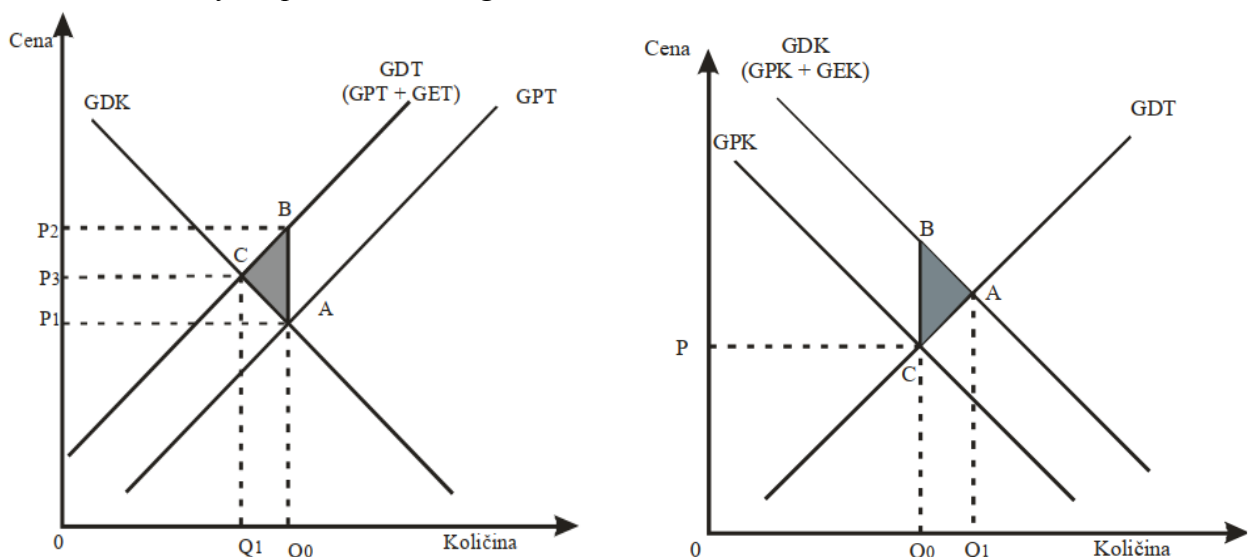
Eksterni efekti se mogu pojaviti u potrošnji i u proizvodnji. Primjer pozitivnih potrošačkih eksternih efekata odnosio bi se npr. na turističke mogućnosti koje nudi geografska regija s lijepo uređenim vinogradima. Slično je i sa proizvođačkim efektima. Negativni eksterne efekte snose na primjer cjelokupna ribarska industrija zbog zagađenja mora uzrokovano s hlađenjem termoelektrane. No ista termoelektrane može toplu otpadnu vodu isporučiti kao toplana, i opskrbljivati lokalno urbano središte jeftinom toplinskom energijom.

Direktni eksterni efekti su najpoznatiji eksterni efekti, te su u ovome poglavlju već navedeni kao primjeri, poput petrokemijske tvornice koja zagađuje rijeku. Indirektni eksterni efekti su oni gdje ne postoji jednoznačna povezanost s okolinom. Radnja jednog agenta u promjeni jedne varijable ne ulazi u sferu shvaćanja i odlučivanja okolnoga agenta. Indirektni efekti su vjerojatno ekonomsko najznačajniji.

Podjela eksternih efekata prema negativnim ili pozitivnim efektima je podjela prema kojoj se dodjeljuje vrijednost efektu. Ako je ta vrijednost monetarna, onda se govori o eksternom trošku ili dobiti (Slika 6.). Linija GPT je granični privatni trošak (GPT), dok linija GDT predstavlja granični društveni trošak (GDT). GDT se dobiva ukupnim zbrojem svih privatnih graničnih troškova i graničnih eksternih troškova (GET). Granični eksterni trošak

je povećanje cijene (troškova) koje snose drugi agenti prilikom jediničnoga povećanja prvoga agenta. Sa lijevoga grafa na Slika 6. je vidljivo da je za količinu  $Q_0$ , pri kojoj je prvi agent odredio cijenu  $P_1$  prema svojim graničnim privatnim troškovima, cijena graničnog društvenog troška na sve druge agente cijena  $P_2$ . Razlika između cijene  $P_1$  i  $P_2$  predstavlja upravo granični eksterni trošak, a površina na ordinati ispod  $P_1$  i  $P_2$  (četverokut  $P_1 P_2 AB$ ), prikazuje ukupan iznos eksternih troškova ili ukupne negativne eksterne efekte neke proizvodnje. Društveni trošak konkurentnog tržišta predstavljen je šrafiranom površinom  $ABC$ . Maksimizacija društvenog blagostanja koje bi uzelo u obzir i negativne eksterne efekte, zahtjeva ograničavanje aktivnosti na nivo  $Q_1$  i formiranje više cijene  $P_3$ , do nivoa gdje se granični društveni troškovi izjednačavaju sa graničnim društvenim koristima. Analogno, na desnog grafa na Slika 6. je prikazan primjer eksterne dobiti. Granične društvene koristi ( $GDK$ ) sada su veće od granične privatne koristi ( $GPK$ ). Granične društvene koristi dobivaju se kao zbroj graničnih privatnih i graničnih eksternih koristi ( $GEK$ ). Granične eksterne koristi su povećanje koristi za druge agente na osnovu jediničnog povećanja proizvodnje. Društvene koristi izgubljene u uvjetima konkurentnog tržišta predstavljene su šrafiranim trokutom  $ABC$ . U ovom slučaju, maksimizacija društvenog blagostanja i postizanje efikasnog rešenja zahtjeva povećanje aktivnosti i njeno podizanje do nivoa  $Q_1$ .

Slika 6. – Grafički prikaz eksternoga troška i dobiti



Izvor: Kaplanović (2012.)

U poglavlju 3. se pružila analiza tržišta nautičkoga turizma kružnih putovanja. Sažeto se može izvesti da su korisnici brodova za kružna putovanja luke za nautički turizam (destinacije), te s njima vezane lokalne zajednice, koje sa poduzećima za kružna putovanja ugovaraju broj dolazaka brodova za kružno putovanje, tj. broj putovanja u teritorijalnim vodama Hrvatske. U idealnom ekonomskom modelu sa savršenim agentima na tržištu, prihodi koji luke za nautički turizam ostvaruju su minimalno određeni po optimalnoj cijenu za ponuđeni kapacitet prema graničnome privatnome trošku.

S rashodovno strane, turističke destinacije imaju privatne (interne) troškove i eksterne troškove pri ugovaranju kružnih putovanja. Indirektni troškovi nisu tema ovoga rada. Eksterni troškovi kružnih putovanja i njime vezanih brodova su:

- smanjenja kvaliteta zdravlja stanovnika u turističkoj destinaciji
- smanjenja kvaliteta života stanovnika
- smanjenja kvaliteta doživljaja turističke destinacije i pad atraktivnosti destinacije
- onečišćenje okoliša
- uništenje materijalne urbane baštine
- crpljene i gubitak urbanih resursa.

Smanjenje kvaliteta zdravlja stanovnika u destinaciji nautičkoga turizma dovodi do direktnih eksternih troškova radi povećanja broja plućnih i kardiovaskularnih bolesti u samoj destinaciji (Viana, et al., 2014.; Viana, et al., 2020.; Bencs, et al., 2020.). Navedene eksterne troškove, u slučaju Republike Hrvatske, snose svi platni nosioci zdravstvenog osiguranja, bez obzira dali imaju direktne, indirektno ili inducirane prihode od kružnih putovanja. Nadalje, postoje indirektni troškovi kroz veću smrtnost stanovnika i time vezani gubitak poreznih primanja lokalne i državne zajednice.

Smanjenja kvaliteta života stanovnika je vezana za gužve koje se stvaraju putnici na kružnim putovanja prilikom pristanka broda, buke, povećanih cijena usluga prilagođenih putnicima veće kupovne moći. Veliki priljev velikoga broja putnika se odražava i na urbanu infrastrukturu poput opskrbe pitkom vodom i dostupnost primjerene kanalizacije stanovnicima destinacije. Sve to dovodi do indirektnih troškova gubitka poreznih primanja na lokalnoj razini kroz pad atraktivnosti destinacije za dugoročni život stanovnika, i time vezane raspoložive radne snage potrebne za vitalnost ostalih gospodarskih grana.

Smanjenja kvaliteta doživljaja turističke destinacije je uzrokovana sličnim razlozima kao smanjenom kvalitetom života samih stanovnika destinacije. Gužve i buka uzrokovana konstantnim pristankom brodova za kružna putovanja u udarnim turističkim vremenima, smanjuju kvalitetu doživljaja samih putnika kružnih putovanja, ali i istovremeno svih ostalih turista u turističkoj destinaciji. To dovodi do indirektnih eksternih trošak radi gubitka budućih primanja radi pada atraktivnosti destinacije putnika zbog buke, gužve i pretrpanosti.

Onečišćenje okoliša se veže na utjecaj brodova za kružna putovanja na ekološku ravnotežu, poput zagađenje tla, kvalitete zraka, smoga, kalcifikacije padalina, unosom buke u morske ekosustave. Za granu kružnih putovanja posebno se ističu onečišćenje vodenih ekosustava ispuštanjem raznih otpadnih voda (Carić & Mackelworth, 2014.). To dovodi do direktnih troškova za druge industrijske grane, poput poljoprivrede i ribarstva. Postoje i indirektni eksterni troškovi onečišćenja okoliša brodovima za kružna putovanja, koja su vezani za pad kvalitete života stanovnika destinacije i pad turističke atraktivnosti. Ovdje je isto potrebno naglasiti da su od svih vrsta eksternih troškova, troškovi onečišćenja okoliša, izuzev onečišćenja zraka, najteže mjerljivi, i samim time stručno opisani. Onečišćenje zraka je znanstveno istraženo kroz više decenija, te postoji metode kvantificiranja monetarnih troškova toga oblika zagađenja. Ostali oblici onečišćenja okoliša nemaju tako dugu znanstveno istraživačku povijest, te je radi toga teško pridodati tim oblicima onečišćenja kvantificirane monetarne vrijednosti.

Onečišćenje materijalne kulturne baštine na destinacijama se odnosi na eroziju materijalne baštine kroz onečišćenje zraka smogom i teškim česticama (PM). To dovodi do direktnih eksternih troškova održavanja baštine, te indirektnih troškova radi pada atraktivnosti turističke destinacije. Primjer toga je stara gradska jezgra Grada Dubrovnika, koja je trenutno svjetska UNESCO baština. No taj status je čak kratkoročno upitan.

Crpljene i gubitak urbanih resursa se odnosi na gubitak urbane površine, radi kapaciteta koji se moraju izdvojiti za korištenje kružnih putovanja. Navedeno dovodi do indirektnog troška, jer se druga urbana infrastruktura mora premjestiti na druge lokalitete, te lokaliteti u blizini kapaciteta postaju manje pogodni za urbani život. Ovi eksterni troškovi su izrazito lokalni i teže mjerljivi.



## 5.2. Eksterni troškovi zagađenja zraka

Zagađenje zraka i atmosfere se dijeli na dva jednako bitna dijela – zagađenje koje uzrokuje manju kvalitetu zraka, te zagađenje zraka staklenim plinovima, koje uzrokuju efekt globalnoga zatopljenja i klimatskih promjena.

### 5.2.1. Eksterni troškovi smanjenje kvalitete zraka

Eksterni troškovi prikazani u ovome radu pokrivaju negativne eksterne efekte onečišćenja zraka:

- zdravstveni efekti – smanjenja kvaliteta zdravlja i smrtnost
- smanjeni poljoprivredni prinosi
- oštećenje zgrada zbog naslaga čestica i korozije građevnih materijala
- gubitak biodiverziteta – najznačajniji efekti su povećanje kiselosti tla, padalina i voda, te eutrofikacija.

Pri kvantificiranju eksternih troškova zagađenja zraka brodova za kružnih putovanja se koriste u literaturi dva metodološka pristupa – statistički (TRT Trasporti e Territorio Srl, 2007.) i direktni (Miola, et al., 2009.). U ovome se radu koristi statistički pristup.

Statistički pristup se koristi općenito u analizi eksternih troškova prometa. Ulazni podaci su totalna količine komponenti koji smanjuju kvalitetu zraka ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , partikularne čestice - PM) samog prometnoga sredstva i faktori troškova na promatranom lokalitetu. Emisije se mogu proračunavati za pojedinačno prometno sredstvo, ili cjelokupnu flotu ili park prometnih sredstava. Pomoću obrade statističkih metavrijednosti, se onda dobiva trošak pojedine komponente emisije za pojedini lokalitet ili državu. Primjer ovakve statističke obrade su normirani proračuni NEEDS i CAFE-CBA. Statistički proračuni uzimaju u obzir disperziju ispušnih plinova na lokalitetu, utjecaj na lokalitetu poput pojave astmatičkih bolesti, te na kraju svakoj emisijskoj komponenti pridaju monetarnu vrijednost (eksterni trošak). Marginalni troškovi se mogu praktično uzeti kao istovjetni prosječnim troškovima, pošto povećane komponenti zagađenje je u linearnoj vezi korelacija sa troškovima efekta smanjenje kvalitete zraka (Europska komisija, 2019.).

U ovome radu će se za izračun eksternih troškova zagađenja zraka kružnih putovanja na teritoriju Hrvatske koristiti statistički pristup. Ulazni podaci za proračun će se dobiti

matematičkim modelom opisanim u poglavlju 4.5.2. Monetizacija eksternih troškova će se izvršiti prema (Europska komisija, 2019.).

### **5.2.2. Eksterni troškovi klimatskih promjena**

U opsegu eksternih troškova kružnih putovanja, ponovo će se promatrati kružna putovanja kroz pristup prometa. U metodologiji proračuna eksternih troškova klimatskih promjena se isključivo koriste statističke metode, pa tako i u prometnome pristupu. Ulazni podaci su slični kao i prilikom proračuna eksternih troškova smanjenje kvalitete zraka (poglavlje 5.2.1). Potrebno je izračunati totalna količine komponenti koje utječu na klimatske promjene (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>), koje onda se koriste u statističkome proračunu, koji obuhvaćaju kompleksne modele distribucije u atmosferi, te međutjecaj na planetarne efekte.

Razlike postoje u odabiru prikaza izlaznih podataka, tj. načinu monetizacije troškova. Postoji monetizacija prema troškova prema šteti i prema izbjegavanju. Troškovi štete monetiziraju troškove kao štetu u sadašnjosti, dok troškovi izbjegavanja monetiziraju troškove kao cijenu koja se mora platiti da bi se negativni efekt izbjegao. Više detalja o obje metode se mogu pronaći npr. u TRT Trasporti e Territorio Srl (2007.) i Europska komisija, (2019.).

U ovome radu će se koristiti će se za izračun eksternih troškova klimatskih promjena kružnih putovanja na teritoriju Republike Hrvatske koristiti monetizacija prema troškovima štete. Razlog leži u činjenici da se pokušava prikazati eksterni trošak za kružna putovanja u Hrvatskoj u 2019.g, te ih usporediti s drugim eksternim troškovima za istu godinu. Ulazni podaci za proračun će se dobiti matematičkim modelom opisanim u poglavlju 4.5.2., dok će se monetizacija izvršiti prema vrijednostima iz TRT Trasporti e Territorio Srl (2007.), prilagođenih cijenama za 2019. g.

### **5.3. Eksterni troškovi zagađenja mora**

Zagađenje mora je podskupina zagađenja voda. No kontekstu kužnih putovanja u Republici Hrvatskoj, gdje su riječna kružna putovanja zanemarivoga karaktera, u ovome radu će se promatrati samo zagađenje mora.

Kako je navedeno u poglavlju 4.5.2., zagađenje mora radi kružnih putovanje se u najvećoj mjeri odnosi na zagađenje uzrokovano brodovima za kružna putovanja radi ispuštanja ostataka goriva i ulja; ispuštanjem sive i crne vode (sanitarna voda), ispuštanjem ostataka

čišćenja tankova goriva i ulja; ispuštanjem kemikalija u bojama trupa; izmjenom balastnih voda.

Sva navedena onečišćenja su prisutna, ali teško mjerljiva. Literatura koja monetizira navedena onečišćenja je malobrojna. Jedan kompletan pregled je dan u Hayman, et al., (2000.) sa fokusom na procjenu ekološke štete, ali bez monetizacije troškova zagađenja. Primjeri monetizacije zagađenja mora je dan u Miola, et al., (2009.) i TRT Trasporti e Territorio Srl, (2007). Ti radovi ili ne sagledavaju sve aspekte onečišćenja mora ili samo daje ukupne vrijednosti.

U sklopu ovoga rada će se s toga eksterni trošak zagađenja mora uzeti kao 1% ukupnih troškova klimatskih promjena, s istim odnosima prema prosječnih i marginalnih vrijednosti u korelaciji s brojem putnika.

#### **5.4. Zagađenje zraka u metodi nacionalnog računovodstva**

U ovome će se poglavlju dati kratki pregled koji alati nacionalnom računovodstvu stoje na raspolaganju sa svrhom stvaranja primjerenog održivoga razvoja. Fokusirati će se na eksterne troškove zagađenja zraka, pošto je ono samo po sebi najviše znanstveno istraženo, te su nacionalna računovodstva najranije počeli uvoditi politike za adresiranje ovoga zagađenja, kao na primjer opisano u Hueting & de Boer (2019.).

Ugovoru o Europskoj uniji (EC Treaty, Article 174.2), stoji da je princip internalizacije troškova zagađenja osnovni princip na kojem se baziraju sve europske ekološke politike („zagađivač plaća“). Ekonomski instrumenti se, u tom kontekstu, javljaju kao osnovni instrumenti koji trebaju da omoguće implementaciju ovog principa, a istovremeno i da osigura opći okvir za internalizaciju različitih ekoloških eksternih efekata.

Zagađenje zraka uzrokovano prometom, a time i kružnim putovanjima, treba posjedovati tri osnovna elementa pri formiranju cijena (Kaplanović, 2012.):

- Promjene ponašanje kako bi se unaprijedila efikasnost prometnog sistema i smanjilo zagađenje
- Stvaranje prihoda za financiranje nove infrastrukture, pokrivanja troškova upravljanja sadašnje, financiranje mjera ublažavanja eksternih efekata te financiranje javnog budžeta
- Povećanje pravednosti

- Prisiliti da zagađivač/korisnik plaća
- Uravnotežiti raspodjelu dohotka ili izbjeći preopterećenje socijalno ugroženih grupa
- Ublažiti promjene u raspodjeli dohotka.

Način na koji se mogu formirati cijene i kriteriji efikasnosti po kojima bi se mogle vrjednovati su kompleksni, što je vidljivo na primjer u Hueting & de Boer (2019.). No ako se kriteriji suze na eksterne troškove zagađenja zraka koje uzrokuje rad luke za nautički turizam za kružna putovanja, nameću se sljedeće radnje ako se želi provesti održivi rad luka i cjelovito usmjeriti njihovu dobit na cjelokupno društvo:

- a) Primjena naplate poreza destinacijama za nautički turizam u ovisnosti o potrošnji goriva broda za kružno putovanje
- b) Uvođenje koncesija za luke nautičkoga turizma na državnoj razini.

Primjena naplata posebnoga poreza lukama nautičkoga turizma, tj. lokalnim zajednicama koje se bave tom vrstom usluge, u ovisnosti potrošene količine goriva broda za kružno putovanje, predstavlja optimalni način distribucije eksternih troškova. Prvo, tako bi se u potpunosti slijedila temeljna smjernica Europske Unije pri kojoj internalizacija eksternog troška mora biti snesena od zagađivača. Drugo, pošto bi se porez uplaćivao u nacionalni državni proračun, omogućio bi pravedniju alokaciju posebnih poreznih prihoda u zajednice koje od prihoda luka za turizam imaju samo marginalnu dodanu vrijednost, ali snose neproporcionalno više troškove u vidu troškova zdravstvenog sustava. Treći argument je da svi brodovi za kružna putovanja u službi imaju kontinuirano mjerenje potrošnje goriva u stvarnome vremenu, te bi se digitalizirani brodski dnevnik s označenom potrošnjom mogao bez većih poteškoća isporučiti prilikom izlaska i ulaska u teritorijalne vode Hrvatske.

Nažalost, realnost provedbe ovakvoga poreza je upitna. U poglavlju 5.5 je pokazano da eksterni troškovi rada luka za kružna putovanja višestruko nadmašuju podatke o sadašnjoj dobiti.

Kao suboptimalno rješenje se onda nameće izdavanje posebnih državnih koncesija lokalnim zajednicama koje se bave, ili planiraju baviti, nautičkim turizmom kružnih putovanja.

## 5.5. Kvantifikacija eksternih troškova zagađenja zraka i mora kružnih putovanja u Hrvatskoj

Prema modelu iz poglavlja 4.5.2, tipični putnički brod s 1544 putnika, koji je napravio 726 putovanja duljine 350 km (ukupna prijeđena plovidba je iznosila 254.100 km) u teritorijalnim vodama Hrvatske u 2019. godini.

Pri tome je ukupna potrošnja goriva prema formuli [3]

$$F_{uk} = 100.130 \text{ tona .}$$

Navedeni rezultat odgovara realnim iskustvenim vrijednostima za ukupnu prijeđenu plovidbu od 254.100 km sa instaliranom snagom od 34 MW..

Prema formuli [4] i vrijednostima iz Tablica 7., se dobivaju sljedeće ukupne količine pojedinih komponenata emisije ispušnih plinova:

$$\varepsilon_{CO_2} = 314.809.830 \text{ kg;}$$

$$\varepsilon_{NO_X} = 7.736.071 \text{ kg;}$$

$$\varepsilon_{SO_X} = 4.779.222 \text{ kg;}$$

$$\varepsilon_{PM_{2.5}} = 725.945 \text{ kg;}$$

$$\varepsilon_{CH_4} = 5.007 \text{ kg.}$$

### Eksterni troškovi zagađenja zraka

Dobivene ukupne količinske vrijednosti se mogu koristiti kao ulazni podaci u proračunu eksternih troškova zagađenja zraka (Europska komisija, 2019), te koristiti statističke vrijednosti prikazane u navedenom izvori za Republiku Hrvatsku (Slika 7.). Dobivaju se navedeni iznosi eksternih troškova:

$$ET_{ZZ_{NO_X}} = \varepsilon_{NO_X} \times 18,5 = 7.736.071 \times 18,5 = 143.117.315 \text{ €;}$$

$$ET_{ZZ_{SO_X}} = \varepsilon_{SO_X} \times 8 = 4.779.222 \times 8 = 38.233.774 \text{ €;}$$

$$ET_{ZZ_{PM_{2.5}}} = \varepsilon_{PM_{2.5}} \times 95 = 725.945 \times 95 = 68.964.781 \text{ €;}$$

$$ET_{ZZ_{UK2016}} = 250.315.870 \text{ € , prema cijenama za 2016. godinu}$$

$$ET_{ZZ_{UK2019}} = 259.624.098 \text{ € , prema cijenama za 2019. godinu.}$$

S obzirom da ulazni rezultati odgovaraju iskustvenim vrijednostima, te uzevši u obzir činjenicu da pojedinačni koeficijenti cijena troška dani u Slika 7. zadani prema navedenome izvoru, ne postoji razlog za drugačiju interpretaciju dobivenih vrijednosti.

### Eksterni troškovi klimatskih promjena

Prema Tablici 9. iz TRT Trasporti e Territorio Srl (2007.) koeficijent eksternih troškova klimatskih promjena brodova za kružna putovanja, u ovisnosti o broju prevezenih putnika i udaljenosti, iznosi:

$$K_{KP_{2006}} = \frac{3523}{9982} \times 23,77 = 0,0962 \frac{\text{€}}{\text{km} \times \text{putnika}}; \text{ za cijene iz 2006. godine.}$$

Prilagođeno na cijene za 2019. godinu, koeficijent eksternih troškova klimatskih promjena iznosi

$$K_{KP_{2019}} = 0,1215 \frac{\text{€}}{\text{km} \times \text{putnika}}.$$

Eksterni troškovi se s toga dobivaju množenjem koeficijenta s brojem putnika tipškoga broda (1544) i ukupne prevaljene plovidbe za 2019. godinu (254.100 km)

**$ET_{KP} = 0,1215 \times 1544 \times 254.100 = 47.655.841 \text{ €}$** , prema cijenama iz 2019. godine.

S obzirom da su plovna udaljenost i broj putnika za tipski brod zadane vrijednosti, te uzimajući u obzir da eksternih troškova prema (TRT Trasporti e Territorio Srl (2007.) ovise samo o tim vrijednostima, ne postoji razlog za drugačiju interpretaciju dobivenih vrijednosti.

*Slika 7. – Troškovi zagađenja zraka prema državama [€/kg]*

€/2016/kg	NH <sub>3</sub>	NM VOC	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub> transport city*	NO <sub>x</sub> transport rural*	PM <sub>2.5</sub> transport metropole*	PM <sub>2.5</sub> transport city*	PM <sub>2.5</sub> transport rural*	PM <sub>10</sub> average*
Austria	27.8	2.3	16.2	41.4	24.3	466	151	87	30,9
Belgium	38.2	3.6	17.1	26.1	15.1	479	155	114	47,2
Bulgaria	5.6	0	4.2	10	5.9	191	61	30	5,4
Croatia	17.9	0.9	8	18.5	11.4	292	95	54	12,2
Cyprus	3.8	-0.4	7.8	8.1	4.5	n.a.**	71	17	8,2

Izvor: Europska komisija (2019.)

### Eksterni troškovi zagađenja mora

Prema poglavlju 5.3., eksterni troškovi zagađenja mora kružnim putovanjima se uzimaju kao 1% vrijednosti eksternih troškova klimatskih promjena, što iznosi

***ET\_MO* = 476.558 €**, za cijene iz 2019. godine.

Ukupni eksterni troškovi zagađenja zraka i mora kružnih putovanja u Hrvatskoj za 2019. godinu iznose

***ET* = 307.756.497 €**.

## 6. Zaključak

U poglavlju 3.3.1. je radi nedostataka točnih i ažuriranih podataka ukupni prihod od kružnih putovanja u Republici Hrvatskoj procijenjen na 127 milijuna eura, za 2019. godinu. Kvalitativnom analizom je iznesen zaključak da društvena korist lokalne i nacionalne zajednice je jako mali udio te dobiti.

U poglavlju 5. su eksterni troškovi zagađenja zraka i mora proračunati na iznos od približno 308 milijuna eura. Dobivena vrijednost je otvorena znanstvenoj interpretaciji. Matematički model koji se koristio u poglavlju 4.5.2. je grubo pojednostavljeno, uvjetovan raspoloživim podacima. Metodika za monetizaciju eksternih troškova zagađenja zraka su isto jednostavne naravi, s primarnim ciljem dobivanja brzih interpretacijskih vrijednosti. Nadalje u poglavlju 5. je prikazano kvalitativnom analizom da eksterne troškove kružnih putovanja ne čine samo eksterni troškovi zagađenja zraka i mora. To upućuje da je dobivena vrijednost od 308 milijuna eura premala, jer se moraju uračunati još dodatni eksterni troškovi. Sve ovo upućuje da je navedeni iznos samo gruba procjena, te je za temeljiti proračun potrebna sistematska nabavka podataka i potpuna znanstvena metodika. Navedeno bi morali se izvršiti na višoj akademskoj stručnoj razini.

No iako su iznosi prihoda od kružnih putovanja u Hrvatskoj u iznosu od 127 milijuna, te eksterni troškovi kružnih putovanja u Hrvatskoj 308 milijuna, mora se zaključiti da turizam kružnih putovanja nije ekonomski isplativ, nit održiv. Nijedna restrukturizacija agenata u grani kružnih putovanja neće tu uslužnu granu učiniti održivom ako su navedeni iznosi dobiti i eksternih troškova i približno točni.

Za kraj, sa stajališta održivoga razvoja treba primijetiti, da većina prihoda od kružnih putovanja završi u gospodarskim agentima kružnih putovanja s privatnim vlasništvom. Istovremeno skoro cijeli eksterni trošak gospodarske grane kružnih putovanja, koji je mnogostruku veći od dobiti, završi kao trošak lokalne i nacionalne društvene zajednice nepovezane sa industrijskom granom.



## Popis literature

1. Agenda za održivi razvoj 2030, 2015. *17. ciljeva održivoga razvoja*, s.l.: an.
2. Aldinger, L., Alzaga, A., Baguley, P. & Bittner, T., 2009. *Design of Sustainable Product Life Cycles*. 1 ed. Heidelberg: Springer Verlag.
3. Bencs, L. i dr., 2020. Seasonality of ship emission related atmospheric pollution over coastal and open waters of the North Sea. *Atmospheric Environment*, X7(1).
4. Benić, I., 2011. Utjecaj pomorskih krstarenja na turističku destinaciju. *Poslovna izvrsnost: časopis za promicanje kulture kvalitete i poslovne izvrsnosti*, 5(2).
5. Bogdanović, M., 2020. *Cjelovito planiranje i održivi razvoj u suvremenim poduzežima*. zagreb: Ekonomski fakultet.
6. Camosse, J., 2020. *Gangwaze*. [Online]  
Available at: <https://gangwaze.com>  
[Accessed 25 08 2022].
7. Carić, H. & Mackelworth, P., 2014. Cruise tourism environmental impacts – The perspective from the Adriatic Sea. *Ocean and Coastal management*, 102(3).
8. Carnival Corporation , 2023. *Carnival Corporation 2022*, s.l.: Carnival Corporation & PLC.
9. Clark, J., Sharp, J., Irwin, E. & Libby, L., 2003. *Growth and Change at the Rural-Urban Interface*. s.l.:Ohio State University.
10. Clark, W. & Harley, A., 2020. Sustainability Science: Toward a Synthesis. *Annual Review of Environment and Resources*, 3 Kolovoz.
11. CLIA, 2022. *Cruise lines international association*. [Mrežno]  
Available at: <https://cruising.org>  
[Pokušaj pristupa 25 08 2022].
12. Cruise Market Watch, 2022. *Cruise Market Watch*. [Mrežno]  
Available at: <https://cruisemarketwatch.com>  
[Pokušaj pristupa 25 08 2022].
13. Europska komijsija, 2019. *Handbook on the external costs of transport*, Bruxells: Odijel za transport i mobilnost.

14. Hayman, B., Dogliani, M. & Kvale, I., 2000. *Technologies for reduced environmental impact from ships: ship building, maintenance and dismantling aspects*. Newcastle upon Tyne, ENSUS 2000.
15. Horvat, M., Covelli, S. & Faganeli, J., 1999. Mercury in contaminated coastal environments - a case study : the Gulf of Trieste. *Science of the Total Environment*, Issue 237-238.
16. Hueting, R. & de Boer, B., 2019. *National Accounts and environmentally sustainable national income*. 1 ur. Amsterdam: Eburon Academic Publishers.
17. Institut za turizam, 2007. *Studija održivog razvoja krizing turizma*, Zagreb: Institut za turizam.
18. International Maritime Organization, 2021. *Fourth IMO GHG Study 2020*, London: International Maritime Organization.
19. Kaplanović, S., 2012. *Internalizacija eksternih troškova u funkciji obezbeđenja održivoga razvoja drumskog saobraćaja*. Beograd: Ekonomski fakultet, Univerzitet u Beogradu.
20. Kristić, N., 2019. *Utjecaj brodova za kružna putovanja na lokalnu ekonomiju*. Dubrovnik: Sveučilište u Dubrovniku.
21. Luković, T. & Gržetić, Z., 2007. *Nautičko turističko tržište u teoriji i praksi Hrvatske i europskog dijela Mediterana*. Split: Hrvatski hidrografski institut.
22. Matković Dražica, T., 2018. *Krizing turizam u funkciji održivoga turističkoga razvoja grada Splita*. Split: Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet.
23. Midžić, I., 2018. *Vrednovanje ekološke prihvatljivosti u konceptualnoj fazi razvoja tehničkih sustava - Doktorska dizertacija*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu - Fakultet strojarstva i brodogradnje.
24. Miola, A. i dr., 2009. *External costs of Transportation - Case study: Maritime transport*, Ispra: Europska komisija - Institut za okoliš i održivi razvoj.
25. Pallis, T., 2015. *Cruise shipping and urban development: State of the art of the industry and cruise ports*. Paris, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

26. Perić, T., 2019. Evaluation model of marine pollution by wastewater from cruise ships. *Brodgradnja*, 70(3).
27. Perić, T. & Oršulić, M., 2011. Cruising-turizam u Republici Hrvatskoj u funkciji održivog razvoja. *Naše more*, 5/6(58).
28. Soriani, S., Bertazzon, S. & Cesare, F., 2009. Cruising in the Mediterranean: structural aspects and evolutionary trends. *Maritime Policy & Management*, Issue 36 (3).
29. The World Commission on Environment and Development, 1987. *Our Common Future*, s.l.: The World Commission on Environment and Development.
30. Todić, V., 2016. *Hibridni model upravljanja troškovima životnog ciklusa proizvoda - Doktorska disertacija*. 1 ur. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu - Fakultet tehničkih nauka.
31. TRT Trasporti e Territorio Srl, 2007. *External cost of maritime transport*, Brussels: Europski parlament .
32. UNCTAD, 2021. *e-Handbook of Statistics 2021*. [Mrežno]  
Available at: <https://hbs.unctad.org/merchant-fleet/>  
[Pokušaj pristupa 23 08 2022].
33. USWE, 2020. *Forecasting trends & challenges for a 4.0 Shipbuilding Workforce in Europe*, s.l.: Upskilling Shipbuilding Workforce of Europe.
34. Viana, M. i dr., 2014. Impact of maritime transport emissions on coastal air quality in Europe. *Atmospheric Environment*, 90(3).
35. Viana, M. i dr., 2020. Estimated health impacts from maritime transport in the Mediterranean region and benefits from the use of cleaner fuels. *Environment International*, 138(3).
36. Vuletić, K., 2017. *Turizam kružnih putovanja u Hrvatskoj*. 1 ur. Split: Sveučilište u Splitu - Ekonomski fakultet.

## Popis tablica

Tablica 1. Razlike između tradicionalnog i održivoga cjelovitoga planiranja .....	8
Tablica 2. Analiza tržišta nautičkoga turizma kružnih putovanja .....	9
Tablica 3. Pregled i karakteristike različitih tipova brodova za kružna putovanja .....	10
Tablica 4. Potražnja za kružnim putovanjima u razdoblju 2013.-2023. godine, u milijunima putnika.....	11
Tablica 5. Struktura varijabilnih troškova kružnih putovanja .....	12
Tablica 6. Strategije poboljšanja ekološke prihvatljivosti proizvoda.....	23
Tablica 7. Emisijski faktori $\kappa$ [kg/tona].....	27

## Popis slika

Slika 1. Povijesni tok održivoga razvoja .....	4
Slika 2. – Broj posjeta prema lukama za kružna putovanja u republici Hrvatskoj od siječnja do srpnja 2023. godine .....	13
Slika 3. – Struktura direktnih prihoda od brodova za kružna putovanja .....	14
Slika 4. – Dijagram životnoga ciklusa proizvoda.....	20
Slika 5. – Tipovi zagađenja u fazi korištenja broda .....	25
Slika 6. – Grafički prikaz eksternoga troška i dobiti.....	31
Slika 7. – Troškovi zagađenja zraka prema državama [€ / kg ] .....	39

## Popis oznaka

<b>Oznaka</b>	<b>Jedinica</b>	<b>Opis</b>
<i>CPI</i>	<i>[-]</i>	<i>Indeks cijene</i>
<i>D</i>	<i>[m]</i>	<i>Udaljenost</i>
<i>ET</i>	<i>[€]</i>	<i>Eksterni trošak</i>
<i>F</i>	<i>[kg]</i>	<i>Potrošnja goriva</i>
<i>f</i>	<i>[-]</i>	<i>Konstanta potrošnje sivih/crnih voda</i>
<i>GBW</i>	<i>[m<sup>3</sup>]</i>	<i>Količina crnih voda</i>
<i>GGW</i>	<i>[m<sup>3</sup>]</i>	<i>Količina sivih voda</i>
<i>K</i>	<i>[kg/kWh]</i>	<i>Koeficijent potrošnje goriva</i>
<i>k</i>	<i>[-]</i>	<i>Koeficijent</i>
<i>L</i>	<i>[-]</i>	<i>Broj putnika</i>
<i>N</i>	<i>[-]</i>	<i>Broj putovanja</i>
<i>P</i>	<i>[W]</i>	<i>Snaga</i>
<i>PR</i>	<i>[€]</i>	<i>Prihod</i>
<i>T</i>	<i>[s]</i>	<i>Duljina trajanja</i>
<i>v</i>	<i>[m/s]</i>	<i>Brzina</i>
<i>ε</i>	<i>[-]</i>	<i>Masa komponente izgaranja</i>
<i>κ</i>	<i>[-]</i>	<i>Emisijski faktor</i>

<b>Indeks</b>	<b>Opis</b>
<i>BW</i>	<i>Crne vode</i>
<i>CH4</i>	<i>Metan</i>
<i>CO2</i>	<i>Ugljični dioksid</i>
<i>GW</i>	<i>Sive vode</i>
<i>HFO</i>	<i>Teško gorivo</i>
<i>j</i>	<i>Pojedinačna komponenta potrošnje goriva</i>
<i>L</i>	<i>Luka</i>
<i>LNG</i>	<i>Ukapljeni plin</i>
<i>MDO</i>	<i>Lako gorivo</i>
<i>MO</i>	<i>More</i>
<i>P</i>	<i>Spora plovidba</i>
<i>PM</i>	<i>Partikularne čestice</i>
<i>KP</i>	<i>Klimatske promjene</i>
<i>SOX</i>	<i>Sumporovi oksidi</i>
<i>uk</i>	<i>Ukupno</i>
<i>x</i>	<i>Pojedinačna komponenta izgaranje</i>
<i>ZZ</i>	<i>Zagađenje zraka</i>

## Prilog A - Proračun

PP 28900 kW  
DP 350 km  
vp 41,3 km/h  
PL 3400 kW  
TL 20 h  
PD 17000 kW  
TD 10 h  
Np 726 /  
Kf-HFO 0,18 kg/kWh  
Kf-MDO 0,18 kg/kWh  
Kf-LNG 0,15 kg/kWh  
D\_uk 254100  
L 1544

Fuk 100130 tona

eta CO2 uk 314809830 kg  
eta NOX uk 7736071 kg  
eta SOX uk 4779222 kg  
eta PM uk 725945 kg  
eta CH4 uk 5007 kg

ET\_ZZ NOx 143.117.315,05 €  
ET\_ZZ SOx 38.233.774,04 €  
ET\_ZZ PM2,5 68.964.780,72 €  
ET\_ZZ 2016 250.315.870 €  
ET\_ZZ 2019 259.624.098 €

k\_KP 0,1215 €/km\*pp  
ET\_PP 2019 47.655.841 €

ET\_MO 2019 476.558 €

ET 2019 307.756.497 €

## Životopis

Tomislav Dundjer je rođen 1987. godine u Zenici, Bosna i Hercegovina. Osnovnu i srednju školu završava u Aachenu i Zagrebu. Preddiplomski studij Strojарstva (specijalizacija Brodostrojарstvo) završava 2010. godine s temom „Analiza mogućnosti predopremanja brodske sekcije“ na Fakultetu Strojарstva i Brodogradnje u Zagrebu. Diplomski studij Strojарstva (specijalizacija Brodostrojарstvo) završava 2012. godine s temom „Matematički model i simulacija broskog motora“ na Fakultetu Strojарstva i Brodogradnje u Zagrebu.

Tijekom više od 10 godina radnog iskustva autor je radio na projektiranju i vođenju projekta vezanih za trgovačke i ratne brodove, te pomorske objekte, za klijente u Hrvatskoj i Njemačkoj.

Trenutno živi u okolici Hamburga.