Model vrednovanja utjecaja lučkih terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš

Jurić, Majda

Doctoral thesis / Disertacija

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:187:536633

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Image not found or type unknown *Repository / Repozitorij:*

Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository

UNIRI DIGITALNA KNJIŽNICA

Image not found or type unknown

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

MAJDA JURIĆ

MODEL VREDNOVANJA UTJECAJA LUČKIH TERMINALA ZA UKAPLJENE PRIRODNE PLINOVE NA MORSKI OKOLIŠ

DOKTORSKI RAD

RIJEKA, 2019.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

MAJDA JURIĆ

MODEL VREDNOVANJA UTJECAJA LUČKIH TERMINALA ZA UKAPLJENE PRIRODNE PLINOVE NA MORSKI OKOLIŠ

DOKTORSKI RAD

RIJEKA, 2019.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET

MAJDA JURIĆ

MODEL VREDNOVANJA UTJECAJA LUČKIH TERMINALA ZA UKAPLJENE PRIRODNE PLINOVE NA MORSKI OKOLIŠ

DOKTORSKI RAD

Mentor:
prof. dr. sc. Čedomir Dundović

Komentor:
prof. dr. sc. Damir Zec

RIJEKA, 2019.

UNIVERSITY OF RIJEKA
FACULTY OF MARITIME STUDIES

MAJDA JURIĆ

EVALUATION MODEL OF THE IMPACT OF LNG TERMINALS ON MARINE ENVIRONMENT

DOCTORAL THESIS

RIJEKA, 2019.

PODACI ZA BIBLIOGRAFSKU KARTICU

UDK: _____

Ključne riječi: morski okoliš, LNG terminali, vrednovanje utjecaja, skupine kriterija, morske struje, temperatura, model

Znanstveno područje: TEHNIČKE ZNANOSTI

Znanstveno polje: Tehnologija prometa i transport

Institucija u kojoj je rad izrađen: Pomorski fakultet

Mentor rada: dr. sc. Čedomir Dundović, red. profesor

Komentor: dr. sc. Damir Zec, red. profesor

Broj stranica: 200

Broj slika: 61

Broj tablica: 13

Broj korištenih bibliografskih jedinica: 61

Datum obrane: 14. listopada 2019. godine

Povjerenstvo:

dr. sc. Hrvoje Baričević, red. profesor – predsjednik povjerenstva, Pomorski fakultet u Rijeci

dr. sc. Nastjenjka Supić – član povjerenstva, Centar za istraživanje mora u Rovinju

dr.sc. Mathieu Dutour – član povjerenstva, Institut Ruđer Bošković, Zagreb

Institucija u kojoj je rad pohranjen: Pomorski fakultet Sveučilišta u Rijeci

Ovaj doktorski rad posvećujem svom pokojnom,
plemenitom suprugu, Željku Juriću.

ZAHVALA

Najljepše se zahvaljujem mentoru, prof. dr. sc. Čedomiru Dundoviću, kao i komentoru prof. dr.sc. Damiru Zecu na svestranoj pomoći i brojnim, korisnim sugestijama, savjetima, poticajima i stalnoj podršci koju su mi davali za vrijeme izrade ovog rada.

Veliku zahvalnost dugujem umirovljenom prof. dr.sc. Dušanu Marušiću – Fakultet Građevinarsta, arhitekture i geodezije u Splitu, koji mi je nesebično puno pomogao s nizom usmenih i pismenih savjeta, sugestija, kontaktima s drugim znanstvenicima i korisnom literaturom, te usmjeravanjima pri radu. Zahvaljujem se i doc. dr.sc. Nikši Jajac na pomoći, kao i pomoći da uspješno primjenim PROMETHEE analizu.

Također se najljepše zahvaljujem dr.sc. Mathieu Dutouru (Institut Ruđer Bošković u Zagrebu) i dr.sc. Nastjenjki Supić (Centar za istraživanje mora, Institut Ruđer Bošković – Rovinj) na pomoći oko izrade računalnog programa (modela, ROMS) i analize rezultata, koja je izrađena u okviru projekta Ekološki odziv sjevernog Jadrana na klimatske promjene i antropogeni učinak Hrvatske zaklade za znanost.

Velika zahvala mojoj obitelji, koja mi je cijelo vrijeme bila velika potpora u svakom smislu. Roditeljima se zahvaljujem na moralnoj i financijskoj potpori, a posebno se zahvaljujem sinu Duji na njegovom velikom strpljenju i razumijevanju, kao i velikoj nesebičnoj pomoći u tehničkoj izvedbi ovoga rada.

SAŽETAK

Svrha istraživanja doktorske disertacije pod naslovom: „*Model vrednovanja utjecaja lučkih terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš*“ jeste definirati kriterije vrednovanja mogućih utjecaja terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš. U ovoj doktorskoj disertaciji je postavljen cilj istraživanja koji u odnosu na postavljeni problem, za danu metodologiju, zahtijeva uporabu višekriterijske analize, gdje je naglašen sustavni pristup analizi vrednovanja utjecaja terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš. Danom metodologijom, tj. sustavnom analizom omogućena je izrada modela kojim se prati utjecaj pojedinih kriterija na morski okoliš. U tu svrhu su definirani predeliminacijski kriteriji kako bi se smanjilo promatrano područje iz kojeg su odabrane reprezentativne lokacije na kojima su vrednovani prethodno definirani kriteriji. Definirani problemi su rješavani metodama: geografskim informacijskim sustavom, višekriterijskom analizom, ekspertnim odlučivanjem, te primjenom matematičkog modela i regionalnog modela morskog sustava, kao i GIS alatom.

Uporabom GIS-a (Geographic Information System/geografskog informacijskog sustava) omogućeno je smanjivanje cjelokupnog promatranog područja na manja područja iz kojih je višekriterijskom ekspertnom analizom izdvojeno nekoliko reprezentativnih lokacija na kojima je uz definirane kriterije, primjenjena višekriterijska metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method of Enrichmen Evaluation) uz uporabu metode GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) za vizualizaciju karakteristika problema geometrijskom interpretacijom. Prezentiranje rezultata višekriterijske analize elaborirano je verbalnom i grafičkom interpretacijom dobivenih rangova. Na taj način, na odabranoj „optimalnoj“ lokaciji praćen je utjecaj na morski okoliš jednog parametra (promjena temperature mora), koristeći prilagođeni ROMS model (Regional Ocean Model System).

Primjena navedene metodologije provedena je na konkretnim područjima Jadranskog mora Republike Hrvatske s mogućnosti primjene iste na bilo koju lokaciju morskog okoliša. Primjena navedene metodologije omogućava praćenje određenih utjecaja na morski okoliš.

Ključne riječi:
morski okoliš,
LNG terminali,
vrednovanje utjecaja
skupine kriterija
morske struje, temperatura
model

SUMMARY

The purpose of the PhD thesis research entitled: "E*valuation model of the impact of LNG terminals on marine environment"* is to define the criteria for assessing the potential impacts of the terminal for liquefied natural gas in the marine environment. The aim of this thesis is to find a multicriteria analysis in relation of the problem, for a given methodology, where systematic approach to the evaluation of the influence of the terminals for liquefied natural gas on the marine environment is emphasized. Presented methodology, ie systematic analysis, has enabled development of model that monitors the impact of certain criteria on the marine environment. For this purpose, pre-selection criteria were defined to reduce the observed area from which representative locatins were selected on which the previously defined criteria were evaluated. Defined problems were solved by methods:, multi-criteria analysis, expert decision-making, and application of the mathematical model and regional model of the marine system as well geographic information system (GIS) tool. Using of GIS (Geographic Information System) was enabled to reduction of the entire observed area to smaller areas from which multicriteria expert analysis separated several representative locations where the criteria are defined, applying the multicriteria method PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method of Enrichmen Evaluation) using the GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) method to visualize the problem characteristics by geometrical interpretation. Presentation of multi-criteria analysis results are elaborated by the verbal and graphical interpretation of obtained rankings. In this way, the "optimum" location was monitored by the impact on the marine environment of one parameter (sea temperature change), using adjusted ROMS model (Regional Ocean Model System).

The application of this methodology was carried out in concrete areas of the Adriatic Sea of the Republic of Croatia with the possibility of applying it to any location of the marine environment. The application of this methodology enables monitoring of certain impacts on the marine environment.

key words:
marine environment
LNG terminals
impact evaluation
groups of criteria
currents, temperature
model

SADRŽAJ

SAŽETAK ……. x
KLJUČNE RIJEČI …….. xi
SUMMARY ……..... xii
KEY WORDS …….. xiii

1. UVOD 1
1.1. Problem, predmet i objekt istraživanja..... 1
1.2. Hipoteza rada..... 2
1.3. Svrha, ciljevi istraživanja i postavljeni zadaci..... 3
1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja..... 3
1.5. Znanstvene metode ……... ……6
1.6. Metodologija rada ……..…7
1.7. Očekivani znanstveni doprinos istraživanja ……8
1.8. Primjena rezultata istraživanja ……...….9

2. POVIJESNI RAZVOJ LNG TERMINALA I BRODOVA..... 10
2.1. Povijesni razvoj LNG brodova..... 10
2.2. Podjela LNG brodova..... 11
2.3. LNG terminali kroz povijest..... 13
2.4. Vrste LNG terminala …… 14
2.5. Analiza mogućihi LNG terminala u Jadranskom moru ……... …..16

3. PROMET UKAPLJENOG PRIRODNOG PLINA..... 20
3.1. Međunarodni promet i energetske potrebe za ukapljenim prirodnim plinom..... 20
3.2. Prometni pravci prijevoza ukapljenog plina..... 21
3.3. Plinski transportni sustav u republici Hrvatskoj..... 24
3.4. Prirodni ukapljeni plin..... 27
3.4.1. Značajke prirodnog ukapljenog plina …… ……. 27
3.4.2. Utjecaj prirodnog ukapljenog plina na okoliš …… 29
3.5. Međunarodni i nacionalni propisi …… ……30

4. UTJECAJI LNG TERMINALA NA OKOLIŠ..... 33
4.1. Utjecaj izgradnje i zatvaranja/sanacije LNG terminala na okoliš..... 33
4.2. Utjecaji na okoliš prigodom rada LNG terminala..... 34
4.3. Kontinuirano praćenje parametara ……..…. 37
4.4. Povremeni utjecaji ……..…… 38
4.5. Ujtjecaji terminala na okoliš ……..….. 39

5. VREDNOVANJE UTJECAJA LNG TERMINALA NA MORSKI OKOLIŠ I ODABIR POTENCIJALNIH LOKACIJA ……..…..... 41
5.1. Predeliminacijski kriteriji za odabir potencijalnih lokacija za LNG terminale …...……41
5.2. Odabir potencijalnih lokacija uvažavajući predeliminacijske kriterije ..……..... 45
5.3. Određivanje kriterija i vrednovanje ...…….. 55
5.3.1. Višekriterijska analiza 58
5.3.2. Rangiranje po prioritetu ……..…… 59
5.4. Prikaz ocjenjivanja/vrednovanja 60
5.5. Rezultati metde PROMETHEE ..…… 70
5.6. Pravci daljnjeg istraživanja ..…….. 72

5.6.1. Analiza osjetljivosti ……..…. 73
5.6.2. Analiza rizika ……..…. 73

6. MODEL VREDNOVANJA UTJECAJA LNG TERMINALA NA MORSKI OKOLIŠ.... 75
6.1. Teorijske odrednice modela..... 75
6.2. Odabir parametara za promatranje utjecaja LNG terminala na morski okoliš i način praćenja 76
6.2.1. Utjecaj temperature mora koje se vraća putem isputa u morski okoliš..... 76
6.2.2. Raspored temperatura na površini mora, morskom dnu i u vodenom stupcu.....78
6.3. Utjecaji na morski okoliš i morske struje..... 93
6.4. Analiza rezultata modela.....93
6.4.1. Model utjecaja morskih struja ……..…… 94
6.4.2. Analiza prosječnih struja ……. 94

7. REZULTATI ZNANSTVENOG ISTRAŽIVANJA 97
7.1. Rezultati i mogućnosti praktične primjene predloženog modela 97
7.2. Mogućnosti daljnjih znanastvenih istraživanja 98

8. ZAKLJUČAK …….. 99

LITERATURA …… 103
POPIS OZNAKA …….. 109
POPIS SLIKA …….. 111
POPIS TABLICA ……. 115

PRILOG I

PRILOG II

PRILOG III

PRILOG IV

PRILOG V

1. UVOD

Razne aktivnosti na moru i obalnim područjima bitno utječu na morski okoliš, što dovodi do njihova ograničavanja. Stoga je neophodno vrednovati utjecaje na morski okoliš koji su vezani za određene aktivnosti na moru i priobalju. Kako bi se provelo vrednovanje utjecaja na morski okoliš, potrebno je točno definirati kriterije.

U ovom radu je dana metodologija, tj. model vrednovanja utjecaja lučkih terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš, gdje se cijelo promatrano područje Jadranskoga mora RH smanjilo (ograničilo) na manja područja iz kojih su odabrane reprezentativne lokacije. Zatim je na potencijalnoj lokaciji, koja je izdvojena metodom PROMETHEE, promatran utjecaj jednoga od navedenih parametara (temperatura).

1.1. Problem, predmet i objekt istraživanja

Kako bi se u što kraćem roku energenti doveli do potrošača, moraju se osigurati novi izvori opskrbe te proširiti pravci dobave energije, tj. transportna infrastruktura (naftovoda i plinovoda), budući da se rezerve plina i nafte nalaze u regijama udaljenim od velikih potrošača.

Pri izboru lokacije za gradnju LNG terminala (off i on shore, kao i FSRU) važno je sagledati niz čimbenika među kojima se ističu slijedeći: geografski, klimatski, oceanografski (fizički, kemijski i biološki paramteri), hidrografski, seizmološki uvjeti, buka, prometna povezanost, dostupnost plinskih priključaka, krajobraz, akcidentne situacije, sigurnost, potrebe za plinom (isplativost) itd. Navedeni čimbenici i niz drugih, podrobno se obrađuju u raznim studijama za svaku konkretnu lokaciju. Predmet ovog rada nije određivanje lokacije LNG terminala, nego utvrđivanje metodologije vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš, što može pomoći pri odlučivanju u izboru lokacije LNG terminala. Međutim, kako bi se vrednovali utjecaji LNG terminala na morski okoliš, u ovom radu su prvo određeni predeliminacijski kriteriji čime se cijelo promatrano područje Jadranskg mora RH smanjilo (ograničilo) na minimalno prihvatljiva područja iz kojih se pomoću eliminacijskih kriterija izdvojilo nekoliko potencijalnih lokacija (reprezentativne lokacije). Nadalje, određeni su kriteriji koji su vrednovani u trima (3) različitim scenarijima. Vrednovanjem kriterija koji definiraju utjecaj LNG terminala na morski okoliš, na reprezentativnim lokacijama, odabrana je optimalna lokacija na kojoj je praćen utjecaj jednog od određenih kriterija (temperatura).

Niz kriterija utjecaja LNG terminala na morski okoliš, svrstano je u pet grupa. Svakoj grupi se odredila težina. Jednako tako su i kriterijima unutar grupe određene težine

pojedinačno i u njihovim međuodnosima. Sve je promatrano u trima scenarijima, gdje se u svakom scenariju dalo na važnosti jednoj skupini mjerila (kriterija).

Kod određivanja utjecaja pojedinih kriterija, potrebno je podrobno raščlaniti svako do mjerila (kriterija), kako pojedinačo, tako i u mešuodnosu. U ovom radu, zbog vremenskih, tehničkih i drugih ograničenja, obrađen je samo jedan parametar koji je za potrebe ovog rada bitan, a to je *utjecaj promjene temperature mora.*

Za analizu utjecaja temperature, korišten je prilagođeni matematički model ROMS (Regional Ocean Modeling System, Rutgers University – University of California Los Angeles), za koji su korišteni mjerni podaci za morske struje i temperaturu mora, kao ulazni (početni) podaci. Mjerni podaci struja i temperature su preuzeti iz dostupnih podataka raznih projekata. Temeljem raspoloživih podataka, dobiveni su rezultati morskih struja i temperature mora na različitim dubinama.

Iz prethodno utvrđenoga znanstvenoga problema istraživanja postavlja se predmet istraživanja, model vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš.

Objekt istraživanja ovog rada je potencijalni utjecaj LNG terminala na okoliš (morski okoliš). Za LNG terminale (on i off shore, kao i FSRU) određeni su utjecaji LNG terminala na morski okoliš, posebno po pitanju promjene temperature u morskm okolišu.

U prvom dijelu ovog rada, određeni su predeliminacijski i eliminacijski kriteriji, odnosno grupe kriterija utjecaja LNG terminala na morski okoliš, te je na osnovu raznih scenarija, odabrana potencijalna lokacije na kojoj bi se pratio svaki od navedenih parametara.

U drugom dijelu ovog rada korištenjem prilagođenog ROMS modela (Regional Ocean Model System) kojim je, simulirajući promjene temperature u ovisnosti o morskim strujama, praćeno stanje morskog okoliša u slučajima sa i bez LNG terminala.

1.2. Hipoteza rada

Radna hipoteza (1) je da se pogodnost neke lokacije za izgradnju terminala može procijeniti analizom niza kriterija, određenim metodama. Također je pretpostavljeno (2) da je izgradnja terminala na većini lokacija ekološki prihvatljiva obzirom da je jedan od učinaka terminala na morski okoliš, ispuštanje hladne vode u okoliš čime se bitno ne narušava ekosustav područja terminala jer su promjene temperature u prirodnim okvirima.

Na kraju rada je potvrđena hipoteza (1) ali ne i (2). Pokazalo se da promjene temperature u periodu koji slijedi nakon početka ispuštanja hladne vode uzrokuju promjene u sustavu strujanja koje bi se mogle odraziti na raspodjelu kemijskih i bioloških parametara te poremetiti okolnosti u ekosustavu. Zato se preporuča podrobna raščlamba sustava strujanja i

promjena u njemu izazvanih hlađenjem vode na lokaciji koja je izabrana za gradnju terminala, ali i u okolnom području, i to tijekom dužeg vremenskog razdoblja. U interpretaciju rezultata trebali bi se uključiti istraživači iz svih područja (fizike, kemije i biologije) kako bi se ustanovilo jesu li promjene značajne ili nisu.

1.3. Svrha, ciljevi istraživanja i postavljeni zadaci

Svrha znanstvenoga istraživanja je utvrditi može li postojeća metodologija dati informaciju o pogodnosti lokacije za izgradnju LNG terminala u smislu utjecaja na morski okoliš uzimajući u obzir kriterije koji su promatrani s ekonomskoga, ekološkoga i sigurnosnoga aspekta.

Cilj znanstvenoga istraživanja je uspostavljanje (utvrđivanje) metodologije kojom bi bilo olakšano određivanje potencijalne lokacije ne samo za LNG terminale, nego i za bilo koje druge aktivnosti na moru i priobalju s gledišta zaštite morskog okoliša. U tu svrhu su određeni predeliminacijski kriteriji koji su uz pomoć GIS sustava (geografskog informacijskog sustava) smanjili promatrano područje za uspostavu gospodarskih aktivnosti. Višekriterijskom ekspertnom analizom je od izdvojenih područja odabrano šest (6) reprezentativnih lokacija. Nadalje, određeni su kriteriji koji su nakon toga podijeljeni u pet (5) skupina, te na taj način vrednovani u trima scenarijima metodom PROMETHEE, gdje je izdvojena optimalna lokacija. Zatim je na toj lokaciji (u Sjevernom Jadranu), praćen utjecaj samo jednog parametra (temperatura).

Predmet znanstvenog istraživanja je model vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš uz utvrđene kriterije.

1.4. Pregled dosadašnjih istraživanja

Dosadašnja istraživanja stranih i domaćih autora na području LNG terminala, pružila su literaturu koja obrađuje problematiku LNG terminala i LNG brodova na razne načine, u kojima se spominje njihov utjecaj na okoliš i sigurnost. Postoji veliki broj studija koje detaljno opisuju određene prostore, njihove značajke i moguće posljedice, kao i veliki broj radova koji se bave ovom problematikom.

Autori (Vilibić., I; Mihanović., H.; Janeković., I; Šepić., J) u radu „ Modelling the formation of dense water in the northern Adriatic: Sensitivity studies“ (2016), koristili su model ROMS za modeliranje učinka različitog potiskivanja rijeka i nadolaska plime i udara na gustoću formiranja vode (DWF – vodeni otisak (eng. Domestic Fresh Water Footprint, DWF)) i dinamiku u poluzatvorenom moru. Ekstremna DWF epizoda koja se dogodila u zimu

2012. u plitkom Sjevernom Jadranu tijekom produženog događaja izbijanja vjetra s hladnim burama reproducirana je pomoću jednosmjernog modeliranog sustava atmosfere i oceana koji se sastoji od atmosferskog Aladin/HR modela i oceana ROMS modela.

Autori (Yuan Zongming, Cui Mengmeng, Song Rui, Xie Ying and Han Lili) u radu „Performance Improvement of a Boil-off Gas Re-condensation Process with Precooling at LNG Terminals“ (June 2015) bave se temperaturom, tj. prijenosom topline iz okolice na kriogeni sustav. U radu se razmatra direktni proces kompresije, proces ponovne kondenzacije s jednofaznim predhlađenjem i višefaznim procesom kompresije i kondenzacije, proces ponovne kondenzacije s dvofaznim predhlađenjem, s ciljem umanjenja ukupne potrošnje energije. Ovaj rad je podržan od „Oil and gas storage and transportation engineering department in Southwest Petroleum University, China“.

Autori (Nikola Paltrinieri, Alessandro Tugnoli i Valerio Cozzani) u radu „Hazard identification for innovative LNG regasification technologies“ (December 2014) identificiraju glavne opasnosti u industrijskom procesu i na LNG terminalima te definiraju atipične akcidentne scenarije. Aplikacija DyPASI omogućava identificiranje serije LNG specifičnih opasnosti koje se ne odnose samo na kemijska svojstva tvari nego i na fizičko stanje. Štoviše, ova aplikacija pokazuje kako rana upozorenja mogu učinkovito i sustavno biti prevedena na generičke uzorke i dosljedno se asimilirati u već postojećim analizama za identifikaciju opasnosti.

Autori (Marillia Ramos Abilio, Enrique Lopez Drogutter, Marcelo Martins i Henrique Souza) u „Comparison of Possible Consequences of LNG Leakages in Offshore and Onshore Terminals: the Case of the Port of Suape in the Northeastern Brazil“, (November 2014) analiziraju opasnosti i posljedice koje se javljaju kod curenja ukapljenog prirodnog plina na offshore i onshore terminalima. Modeliranje je provedeno pomoću PHAST softvera. Procjene učinaka nesreće su utvrđene pomoću matematičkih modela, od kojih su neki primjenjivani za izračun udaljenosti nastalih posljedica. Rezultati simulacija provedeni u ovom radu mogu se koristiti za određivanje lokacije offshore terminala u luci Suape na način da je stanovništvo zaštićeno od potencijalnih nesreća.

Autori (Ivica Janeković, Hrvoje Mihanović, Ivica Vilibić i Marina Tudor) u radu “Extreme Cooling and Dense Water Formation Estimates in Open and Coastal Regions of the Adriatic Sea During the Winter of 2012”, (2014.), promatrali su vrijednosti temperature i saliniteta u Jadranskom moru (uz promatranje utjecaja rijeka na promatrano morsko područje), gdje su se mjerenja izvodila CTD sondama u obalnom području, a rezultati

dobiveni ROMS modelom (simulacija započela 4 godine ranije). Model je uspješno reproducirao formiranje sezonske termokline, u smislu veličina i dubina.

Autori (O.N. Aneziris, I.A. Papazoglou, M. Konstantinidou i Z. Nivolianitou) u radu „Integrated risk assessment for LNG terminals“ (April, 2014) predstavljaju integrirani okvir za procjenu rizika terminala za ukapljeni prirodni plin (LNG). Osnove za procjenu rizika su bile sljedeće: a) identifikacija opasnosti, b) slijed nesreća, modeliranje, c) prikupljanje podataka, d) procjena posljedica i e) integriranje rezultata. U radu su detaljno obrađeni mogući rizici koji su prisutni na on i off shore terminalima.

Autori (Janeković., I.; Dutour Sikirić., M.; Tomažić., I.; Kuzmić., M.) u radu “Hindcasting the Adriatic Sea surface temperature and salinity: A recent modeling experience” (2010), mjere temperaturu i salinitet CTD sondama, duž istočne Jadranske obale, u okviru Programa praćenja Jadranskog mora, gdje se pokazuje korelacija s modelom u temperaturnom polju između 0,75 i 0,95 ovisno o sezoni, dok se za salinitet vrijednosti kreću između 0,32 i 0,78. Uspoređivani su rezultati ROMS modela s CTD promatranjima u obalnom području, skupljani tijekom četiriju krstarenja na 77 postaja. Autori su u ovom radu pratili prirodne promjene temperature i saliniteta, neovisno o utjecaju LNG terminala i usporedili rezultate ROMS modela i mjerenih vrijednosti CTD sondom.

Autori (Ivančić., I.; Fuks., D.; Najdek., M.; Blažina., M.; Descovi., M.; Šilović., T.; Paliaga., P.; Orlić.) u radu „Long-term changes in heterotrophic prokaryotes abundance and growth characteristics in the northern Adriatic Sea“ (2010), promatraju temperaturu mora, tj. njezine srednjake u Sjevernom Jadranu (područje Istre), za periode od 1990. – 2002. godine i od 2003. do godine 2008. , gdje je vidljivo da su prirodna kolebanja u periodu za ljetne mjesece (svibanj, lipanj i kolovoz) od 2 do 4 °C, a u zimskom periodu od oko 2 °C.

Autori (Malačič., V.; Faganeli., J. i Malej., A.) u radu „Environmental impact of LNG terminals in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic)“ (2008.) analiziraju utjecaj predloženih dvaju LNG terminala u Tršćanskom zaljevu (offshore udaljen manje od 1 km od slovenske granice i onshore u Žavlju). Analiziraju utjecaj LNG terminala na okoliš prateći temperaturu mora, morske struje, koncentraciju klora, koncentraciju žive, otopljeni aluminij korišten kao anoda u galvanskoj zaštiti od korozije, salinitet i promjene cirkulacije mora uz sigurnosna pitanja. U svom radu, koristili su model POM (The Princeton Ocean Model) koji je opći numerički model za cirkulaciju oceana, a može se koristiti za simulaciju i predviđanje oceanskih struja, temperature, saliniteta i drugih svojstava vode. Numeričkom simulacijom promjene temperature mora i područja koja će zahvatiti ta promjena temperature mora, dobili

su dobar uvid u širenje ohlađenoga mora, no još uvijek nedostaju potpune obavijesti o učincima takvih temperaturnih promjena na staništa.

Autori (X.B. Chen, F. Rezende, S. Malenica i J.R. Fournier) u radu „Advanced hydrodynamic analysis of LNG terminals“ (January 2007) prikazuju napredne hidrodinamičke analize plutajućih LNG terminala koristeći ih za procjenu opterećenja, prateći dinamičke efekte tekućeg gibanja u spremnicima.

Autori (Vedran Jelavić i Željko Kurtela) u radu „Raščlamba štetnog djelovanja broda na morski okoliš“ (2007.) sagledavaju onečišćenja s raznih vrsta brodova, ovisno o teretu koji prevoze (prema Lloydovom registru brodova). Također sagledavaju onečišćenja s brodova, samim kretanjem broda (gibanje tekućine, udar trupa, buka, energetska postrojenja na brodu, biocidna zaštita trupa broda, zatim onečišćenja od pogonskih motora, koji su pretežno diesel motori koji onečišćuju zrak). Nadalje, navode probleme povezane s balastnim vodama, sipki i tekući teret, tekućine iz strojarnice, ispušne plinove, kruti otpad s broda (od putnika ili tereta/stoke koja se prevozi), freona i halona (ako se radi o hladnjačama i sl.). Kratko se osvrću na probleme kod prijevoza ukapljenog plina, kao i na pare nekih kemikalija.

Autori (Nastjenka Supić i Ingrid Ivančić) u radu „Hydrographic conditions in the northern Adriatic in relation to surface fluxes and the Po river discharge rates (1966 – 1992)“ (2002), prate prirodna temperaturna kolebanja u moru. U radu su prikazani rezultati mjerenja temperature mora u sjevernom Jadranskom moru. Temperaturne prirodne devijacije, tijekom studenog i prosinca, na morskoj površini i morskom dnu (za period od 1966. do godine 1992.) bile su oko 2 °C, a u ljetnom periodu oko 3 °C.

Analizirajući radove vezane za predmetnu temu, primijećeno je da se u velikom broju radova promatraju razni utjecaji LNG terminala na morski okoliš, ali sagledavajući ih segmentno (procjene učinka nesreće, mogući rizici i nesreće na on i off shore LNG terminalima, temperatura mora, morske struje, valovi, salinitet, koncentracija klora i žive, otopljeni aluminij, kao i promjene cirkulacije mora).

1.5. Znanstvene metode

U ovom radu, korištene su odgovarajuće kombinacije znanstvenih metoda u proučavanju navedene teme istraživanja. Kao polazište za vrednovanje utjecaja LNG terminala na morski okoliš promatrano je cijelo područja Jadranskog mora RH, gdje je bilo potrebno odrediti predeliminacijske kriterije kojima bi se smanjilo promatrano područje, što je provedeno uporabom GIS-a (Geographic Information System/geografski informacijski sustav). Odabir reprezentativnih lokacija iz smanjenog promatranog područja je provedeno korištenjem

višekriterijske ekspertne analize. Nadalje je koristeći višekriterijsku analizu metodom PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) s geometrijskim predstavljanjem rezultata pomoću GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) prikaza izdvojena optimalna (potencijalna) lokacija na kojoj je vrednovan jedan parametar (*promjena temperature mora*) i simuliran u prilagođenom modelu ROMS (Regional Ocean Modeling System, razvijen na Rutgers University, University of California Los Angeles). Simulacija je provedena za lokacije s LNG termianlom i bez njega prateći stanje (promjene) morskoga okoliša. Po tom principu, koristeći navedenu metodologiju, za svaki parametar bi se trebalo provesti praćenje stanja morskog okoliša, kako bi se dobio uvid u kumulativni utjecaj na morski okoliš.

Pri izradi ovog rada korišteni su slijedeći izvori:

- dosadašnja saznanja iz objavljenih radova i razne Studija vezano za utjecaj LNG terminala na morski okoliš;
- podaci dostupni iz raznih projekata;
- anketiranje stručnjaka, znanstvenika (Institut za oceanografiju i ribarstvo – Split, anketirano 5 znanstvenika i stručnjaka; Hrvatski hidrografski institut – Split, anketirano 4 znanstvenika i stručnjaka; Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije – Split, anketirano 3 znanstvenika; Centar za istraživanje mora – Rovinj, anketirana 2 znanstvenika; Kemijsko-tehnološki fakultet – Split, anketirana 2 znanstvenika).

1.6. Metodologija rada

Promatrano područje Jadranskog mora RH je smanjeno na četrnaest (14) područja uzimajući u obzir razne uvjete, koji su definirani predeliminacijskim kriterijima. Predeliminacijski kriteriji su određeni minimalnim uvjetima koje je potrebno zadovoljiti, kako bi se izdvojio manji broj promatranih lokacija. Njihovo definiranje i način odabira potencijalnih lokacija, prikazani su u poglavlju 5. Alat koji je korišten kako bi se izdvojilo tih 14 područja je GIS (geografski informacijski sustav), koji predstavlja oruđe "pametne karte" što omogućava analiziranje prostornih informacija i uređivanje podataka.

Metodom višekriterijske ekspertne analize izdvojeno je šest (6) potencijalnih, tj. reprezentativnih lokacija uzimajući u obzir klimatske i ekonomske uvjete.

Na odabranih šest lokacija, primijenjeni su kriteriji koji su svrstani u pet (5) skupina kriterija, te kako bi se izdvojila jedna lokacija, na kojoj bi se promatrao utjecaj jednog parametra, te je u tu svrhu primijenjena metoda PROMETHEE.

Utjecaj LNG terminala na okoliš (morski okoliš), obrađen je na način da su utjecaji definirani po skupinama kriterija, kako slijedi: ekonomski kriteriji, ekološki kriteriji, sigurnosni kriteriji, prometna povezanost i potrebe za plinom.

Kriteriji su detaljno definirani i opisani, u ovisnosti o njihovim utjecajima (poglavlje 5).

Za odabir „optimalne“ lokacije LNG terminala, na kojoj je promatran parametar temperatura mora, korištena je metoda višekriterijskoga odlučivanja, primjenjujući vrednovanje gore navedenih pet skupina (tablice 5.4.4.a, 5.4.4.b. i 5.4.4.c u Prilogu I). Kao najprikladnija metoda višekriterijskog odlučivanja, odabrana je metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method of Enrichment Evaluation, Unverziteta u Brussel-u, čiji su autori J.P. Brans, B. Mazschal, i P. Vincke).

Nakon definiranja ciljeva koji se žele postići, bilo je potrebno odrediti kriterije koji najbolje opisuju te ciljeve. Svaka skupina daje svoju rang listu prioriteta (varijanti). Odabrana metoda PROMETHEE omogućava da se prioritetna lista formira uzimajući u obzir sve kriterije istodobno s različitim težinama i mjernim jedinicama.

U ovom radu je razvijena metodologija, posebna metodologija, nov pristup odabiru lokacije LNG terminala, na osnovu vrednovanja utjecaja LNG terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš, kao i praćenja određenih parametara. Primjer praćenja određenih parametara koji utječu na okoliš, u ovom radu, dan je za utjecaj temerature mora. Navedeno praćenje, provedeno je korištenjem modela ROMS (Regional Ocean Modeling System), razvijenoga na Rutgers University, University of California, Los Angeles. Za očekivati je da bi ova metodologija bila primjenjiva i za druge gospodarske grane.

1.7. Očekivani znanstveni doprinos istraživanja

Očekivani znanstveni doprinos istraživanja ogleda se u definiranju strukture modela vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš. Navedene skupine kriterija (pet skupina kriterija) i parametri unutar njih, odnose se na tematiku ovog rada, ali su primjenjivi i za neke druge tehnologije koje se primjenjuju na obalnim područjima. U slučaju korištenja metodologije dane u ovom radu za neke druge tehnologije, potrebno je skupine kriterija i kriterije unutar skupina, uskladiti s tim zahtjevima (karakteristikama).

Poseban doprinos ogleda se u definiranju kriterija, izradi i primjeni modela vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš, pomoću kojeg se može utvrditi prihvatljivost izgradnje LNG terminala na nekoj lokaciji.

1.8. Primjena rezultata istraživanja

Metodologiju pruženu u ovom istraživanju, tj. definirane kriterije i predloženi model bit će moguće primijeniti prigodom planiranja izgradnje LNG terminala ili nekih drugih aktivnosti na moru i priobalju, uzimajući u obzir njihove utjecaje na morski okoliš (pojedinačno i u međuodnosu).

Rezultati istraživanja omogućit će primjereno vrednovanje prirodnih, tehničkih, društvenih i gospodarskih potencijala kako bi se zaštitio morski okoliš. Metodologija će se moći koristiti i u projektima vrednovanja drugih resursa, te pri sličnim aktivnostima i projektima. Rezultate predložene u ovom radu, kao i danu metodologiju bit će moguće koristiti u procesu razvoja gospodarskih djelatnosti (druge tehnologije), na određenom području vodeći računa o morskom okolišu i očuvanju morskoga ekosustava.

2. POVIJESNI RAZVOJ LNG TERMINALA I BRODOVA

2.1. Povijesni razvoj LNG brodova

Prvi prijevoz ukapljenog prirodnog plina brodom (prema podacima Tusiani, Shearer, 2007.), koji je imao skladišni prostor od 5.000 m^3 realiziran je godine 1958., a prva ideja o prijevozu ukapljenog prirodnog plina brodovima, javila se godine 1915. (Godfrey L. Cabot u Bostonu patentira teglenice za prijevoz LNG-a rijekama). [43]

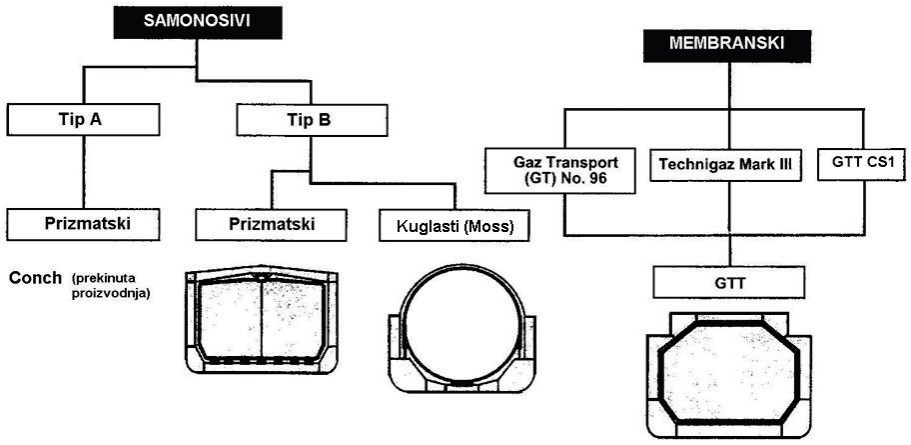
Prvi komercijalni transport LNG-a dogodio se u veljači godine 1959. brodom "Methane Pioneer" (kapaciteta 5.000 m^3) od Lakes Charles-a u SAD do Canvey Island-a u Velikoj Britaniji. U veljači godine 1962. nastavio se prijevoz LNG brodovima "Methane Princess" i "Methane Progress" (pojedinačnih kapaciteta 27.400 m^3). [59]

Značajan razvoj tehnologije izgradnje brodova, što je rezultiralo pojavama brodova za ukapljeni prirodni plin velike zapremine, javio se sedamdesetih godina prošlog stoljeća i do danas je znatno poboljšalo konstrukciju i inovacije same izvedbe LNG brodova.

LNG brodovi se dijele prema tipu spremnika na:

a) samonosive, i

b) membranske.

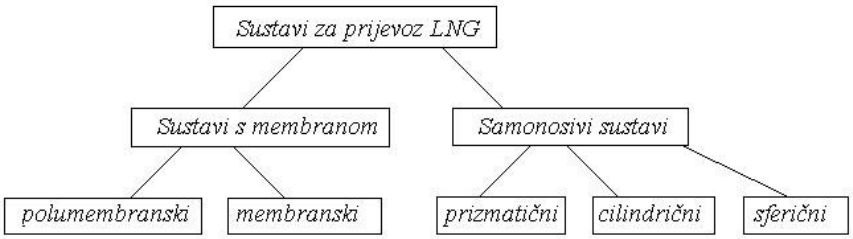


Slika: 2.1.1. Podjela spremnika brodova prema tipu

Izvor: D. Posavec, K. Simon, M. Malnar: „Brodovi za ukapljeni prirodni plin“, Rudarsko-geološko-naftni zbornik, Vol.22 str. 55-62, Zagreb 2010. (str 55) preuzeto od Huang, S., Chiu, C., Elliot, D.: „LNG: Basics of Liquefied Gas“ The University of Texas at Austin, Austin (2007)

Samonosivi spremnici su teški, čvrste konstrukcije i mogu biti u obliku kugle ili prizme. Oni nisu dio brodskoga trupa, ne prenose sile na njega i ne utječu na njegovu čvrstoću, dok

membranski spremnici nisu samonosivi i opterećenjem utječu na čvrstoću brodskoga trupa. Višestruke membrane kompenziraju toplinske dilatacije nastale prijevozom tereta.



Slika: 2.1.2. Podjela brodskih spremnika
Izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/LNG_brod (26.02.2018.)

Obzirom na iznimno niske temperature LNG se prevozi u spremnicima izgrađenim od posebnih materijala, izolirani su debelim slojem toplinske izolacije, kako bi se spriječilo grijanje i isparavanje tereta. Konstrukcija tankova i opreme LNG tankera podliježe pravilima IMO IGC koda (IGC – International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquified Gases in Bulk), prema kojima je maksimalni dopušteni tlak u tankovima LNG tankera 25 kPa. [6]

Do godine 2000. postojalo je oko 120 LNG brodova, a nakon toga perioda dolazi do naglog povećanja broja LNG brodova. Također se povećala veličina i kapacitet LNG brodova, te postoje takozvani Q-max (260 000 m^3) i Q-flex (215 000 m^3) brodovi, koji mogu biti širine 53,8 m, dužine 345 m i visine 34,7 m. [59] Na kraju godine 2016. globalna flota je ukupno brojila 439 LNG tankera. Od tih plovila, 23 se trenutno koriste kao FSRU, a 3 kao FSU. [25]

2.2. Podjela LNG brodova

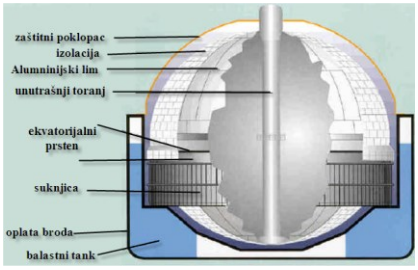
Zbog karakteristika tereta koji prevoze, brodovi za prijevoz prirodnog ukapljenog plina moraju biti izrađeni od posebnih elemenata i materijala, te posada na tim brodovima mora biti bolje osposobljena od posade na drugim brodovima.

Prema vrsti propulzije razlikujemo brodove koji rabe:

1. Parni pogon
2. Motorni pogon
3. Električni pogon [44]

Prema tipu tankovi se dijele na:

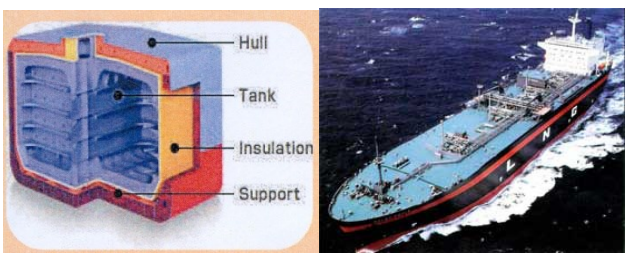
1. Kvaerner-Moss sferični tip tankova – aluminijski tankovi koje obilježava mala osjetljivost na stresove, nema limita kod parcijalnog krcanja (no sloshing limits), udio pothlađivanja je –6 ºC na sat, debljina stjenke je od 28 mm na polovima (do 160 mm na ekvatoru). Tankovi su samostalni (nisu sastavni dio brodske konstrukcije). Najveći nedostatak ovog sustava jest njegova veličina i visina, koja utječe na maritimne sposobnosti broda. [44]



Slika: 2.2.1. Kvaerner-Moss sferični tip tankova
Izvor: Radosavljević, S.: "Prijevoz ukapljenog prirodnog plina (LNG) morem" PFRI (prezentacija); www.pfri.uniri.hr/~rudan/LNG%20PFRI%202012.pdf (26.02.2018.)

Slika: 2.2.2. Kvaerner-Moss sferični tip broda
Izvor: www.poslovni.hr/media/cache/44/5b/445b37843122620c1b5a583d3a117a43.jpg (26.02.2018.)

2. IHI prizmatični tip tankova – izrađeni su od aluminija, najveća prednost je mogućnost parcijalnoga krcanja tereta bez utjecaja slobodnih površina. Samo dva broda (Polar Spirit i Arctic Spirit) izgrađeni su namjenski za područja s olujnim morima. Prednost je ravna i široka paluba, jednostavna upotreba i manji troškovi održavanja, nije potrebno grijati strukturu broda. [44]



Slika: 2.2.3. IHI prizmatični tip tankova i broda
Izvor: Radosavljević, S.: "Prijevoz ukapljenog prirodnog plina (LNG) morem" PFRI (prezentacija); www.pfri.uniri.hr/~rudan/LNG%20PFRI%202012.pdf (26.02.2018.)

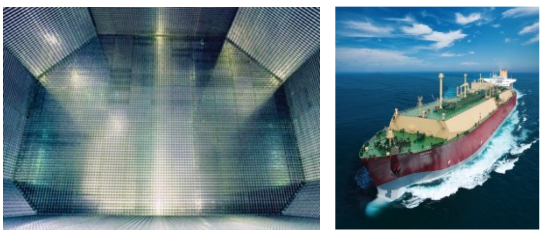
3. Membranski tipovi tankova

- Gaz Transport No 96 – sustav je s dvjema identičnim membranama i dva samostalna sustava izolacije. Membrane su napravljene od invara (36% nikal-čelik), debljine 0,7 mm. Primarna membrana je u doticaju s teretom, dok je sekundarna membrana zadužena za očuvanje strukture broda u slučaju da se primarna membrana ošteti. Izolacija se sastoji od drvenih kutija (šperploča) koje su ispunjene ekspandiranim perlitom. Svaka drvena kutija ima cjevaste prolaze kroz koje prolazi dušik. [44]

Slika: 2.2.4. Gaz Transport No96 (tank i brod)

Izvor: Radosavljević, S.: "Prijevoz ukapljenog prirodnog plina (LNG) morem" PFRI (prezentacija); www.pfri.uniri.hr/~rudan/LNG%20PFRI%202012.pdf (26.02.2018.)

- Technigaz Mark III – sastoji se od primarne i sekundarne membrane, te toplinske izolacije. Primarna membrana je izrađena od nehrđajućeg čelika debljine 1,2 mm i naborana je kako bi se omogućilo termičko rastezanje i skupljanje. Toplinska izolacija je izrađena od slojeva sanduka od šperploče unutar kojih se nalazi poliuretanska pjena. Sekundarna membrana je kompozitni materijal od aluminijske folije i vlakana od fiberglasa. [43]



Slika: 2.2.5. Technigaz Mark III (tank i brod)

Izvor: Radosavljević, S.: "Prijevoz ukapljenog prirodnog plina (LNG) morem" PFRI (prezentacija); www.pfri.uniri.hr/~rudan/LNG%20PFRI%202012.pdf (26.02.2018.)

2.3. LNG terminali kroz povijest

Razvoj morskoga brodarstva nametnuo je potrebu izgradnje specijaliziranih lučkih terminala i uređaja, a veliki troškovi izgradnje i nefleksibilnost takvih uređaja glavna su

zapreka što luke ne mogu slijediti tako nagle promjene u razvoju brodarstva. Najveće promjene događale su se u lukama za prekrcaj suhih rasutih i tekućih tereta, kao posljedica znatnoga povećanja veličine i nosivosti brodova. [15]

Prvi američki patent za dostavu prirodnoga ukapljenoga plina, dodijeljen je godine1914. Prvo komercijalno postrojenje za ukapljivanje prirodnoga plina izgrađeno je 1917. godine u Zapadnoj Virginiji. British Gas Council je godine 1964. započeo s uvozom LNG-a iz Alžira, koji je tako postao prvi izvoznik, a Ujedinjeno Kraljevstvo prvi svjetski uvoznik LNG-a. Nacionalna vatrogasna zaštita SAD-a je godine 1967. usvojila prve LNG sigurnosne standarde, NFPA 59A standard za proizvodnju, skladištenje i rukovanje LNG-om. [22]

Nesreća u Clevelandu zaustavila je razvoj industrije LNG-a u Sjedinjenim Američkim Državama do 1970-ih, ali istodobno su postavljeni temelji suvremenih propisa i dizajna LNG-a, tako da se više pozornosti posvećuje sigurnosti. Nakon nesreće Piper Alpha (1988. u Sjevernom moru, naftne i plinske platforme), gdje je poginulo 167 radnika, postavljeni su standardi za off shore industriju koji su u velikoj mjeri doveli do poboljšanja sigurnosti i zaštite. Izvrsne sigurnosne mjere za LNG, uglavnom su proizašle kao posljedica rezultata preventivnih mjera i kontrole koje su se razvijale desetljećima. [13]

Danas se na tržištu, zahvaljujući donošenju novih propisa u području zaštite okoliša, pojavljuju novi tipovi brodova koji značajno smanjuju potrošnju goriva, te imaju manje štetan utjecaj na okoliš, riječ je o „eko brodovima“. Uz to, ti su brodovi zbog opće krize brodogradnje relativno jeftini, te daleko rentabilniji jer štede skupo gorivo, koje je najveća troškovna stavka današnjega brodarskoga poslovanja. Sve više se naručuju novi brodovi prestižne tehnologije, koji bi trebali zamijeniti klasične brodove, koji zbog konkurencije postaju nerentabilni. [47]

Tako je, godine 2004. odobren prvi offshore LNG terminal (Port Pelican), razvijajući saznanja o sigurnosti kao i razna druga saznanja. Iste godine, Sjedinjene Američke Države uvoze rekordni volumen LNG-a, više od 588 milijardi kubičnih stopa, što ukazuje na sve veći razvoj, potrebu i korištenje LNG-a. [22]

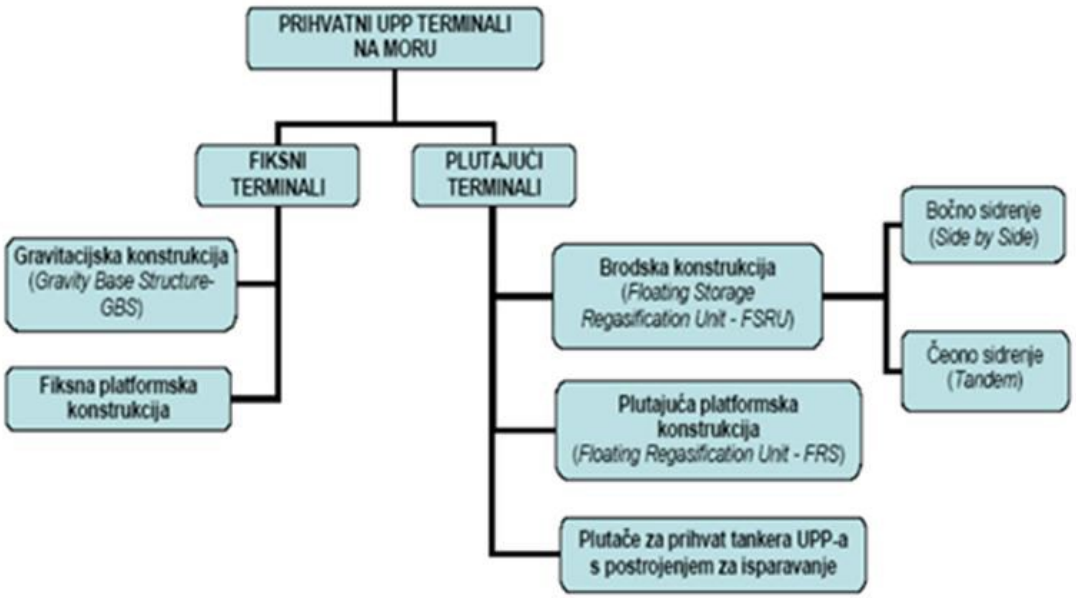
2.4. Vrste LNG terminala

Kod terminala za prekrcaj tekućih tereta (nafte i naftnih derivata) i ukapljenih plinova, od velike je važnosti da su udaljeni od naselja i da imaju visoke protupožarne mjere i mjere sigurnosti od eksplozije. Za ovakve terminale bitna je određena (dovoljna) dubina mora. Ovakvi terminali se razlikuju od drugih vrsta terminala i po specifičnom skladišnom prostoru, kao i mjerama zaštite mora i okoliša.

Razlikuju se dva osnovna tipa LNG terminala:

1. onshore terminali ili konvencionalni terminali (terminali na morskoj obali/obalni)
2. offshore terminali (terminali na otvorenom moru/odobalni)

Na slici 2.4.1. shematski je prikazana podjela LNG terminala na moru.



Sika: 2.4.1. Podjela prihvatnih LNG terminala na moru
Izvor: „Vrste terminala" – www.pfst.unist.hr/.../Planiranje%20luka%20i%20terminala%20-%20nastava%20XII.p (26.02.2018.)

Fiksni terminali ili obalni terminali, kako sama riječ kaže, terminali su koji se nalaze na obali. Ostvaruju čvrstu vezu s morskim dnom i zauzimaju određenu kopnenu površinu (krajobraz). Fiksni terminali zahtijevaju popratnu infrastrukturu i zauzimaju znatan prostor.

Plutajući terminali ili odobalni terminali ostvaruju fleksibilnu vezu s morskim dnom i većinom su izvedeni kao usidreni brodovi LNG-a (modificirani tankeri) ili različiti tipovi plutajućih platformi (konstrukcija).

Prihvatni LNG terminali na moru (odobalni), razlikuju se prema:

- izvedbi spoja s morskim dnom (čvrsti ili fleskibilni)
- opremljenosti terminala (skladištenje, uplinjavanje)
- načinu sidrenja [48]

Kod izbora lokacije za LNG terminale na moru bitni su slijedeći uvjeti: dubina mora, udaljenost od mogućega spoja na kopneni plinski sustav, maritimni i meteorološki uvjeti, geološke i seizmološke značajke morskog dna, te utjecaji na okoliš i sigurnost, koji se razmatraju u Studijama.

Prema vrsti ugrađene opreme i funkcijama koje mogu obavljati postoje plutajuće platforme s postrojenjem za isparavanje (Floating Storage Regasification Unit – FSRU). Osim standardnih tankera LNG, postoje i tankeri/terminali LNG koji imaju ugrađeno postrojenje za isparavanje ukapljenoga prirodnoga plina. [58]

2.5. Analiza mogućih LNG terminala u Jadranskom moru

U ovom istraživanju su promatrani LNG terminali: onshore, offshore i FSRU, stoga su definirani kako slijedi:

onfshore LNG terminal

- čvrsta građevina na kopnu (obalni)
- popratna infrastruktura
- manipulativni prostor

Slika: 2.5.1. onshore LNG terminal

Izvor: https://www.google.hr/search?q=lng+na+krku&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjY1Lq81_XYAhXOyKQKHeRhC4IQ_AUICigB&biw=985&bih=461#imgrc=cR1d7QUOVtx-IM:&spf=1516971571814 (26.02.2018.)

offshore LNG terminal

- fiksni terminal na moru (odobalni)
- čvrsta građevna konstrukcija na moru (čelik i beton)

Slika: 2.5.2. offshore LNG terminal

Izvor: https://en.wikipedia.org/wiki/Adriatic_LNG_terminal (26.02.2018.)

FSRU terminal

- plutajući terminal izveden kao privezani LNG brod
- privez uz posebno izgrađen pristan
- integracija s obližnjom infrastrukturom

Slika: 2.5.3. FSRU terminal

Izvor: https://www.google.hr/search?q=FSRU+terminal+na+krku&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjWhOLh3fXYAhWEGuwKHdkjBTsQ_AUICigB&biw=985&bih=461#imgrc=nDVcsngiY23ayM:&spf=1516973261577 (26.02.2018.)

Za razmatrane LNG terminale, pretpostavljen je kapacitet LNG terminala od 2 MTA (milion tones per anno) i veličina broda:

- širina: 46 m
- dužina: 300 m
- visina: 45 m
- gaz: 12 m.

Pretpostavljeni su uvjeti izgrađenosti plinske mreže istog radnog tlaka na cijelom teritoriju Republike Hrvatske. Plinski transportni sustav u Republici Hrvatskoj (RH), još uvijek je u izgradnji, a planira se izgraditi cijeli sustav do godine 2023. Stoga je prigodom

odabira potencijalne lokacije primijenjena pretpostavka „već izgrađenog plinskog transportnog sustava na cijelom teritoriju Republike Hrvatske“ i to istoga radnog tlaka. Tako je pretpostavljeno da se priključci na plinsku mrežu, potrebnoga radnog tlaka nalaze u: Umagu, Poreču, Rovinju, Puli, Labinu, Rijeci, Zadru, Biogadu na moru, Vodicama, Šibeniku, Trogiru, Splitu, Podstrani, Pločama, Trpnju i Dubrovniku. Također, u ovom istraživanju nije podrobno razmatrana frekventnost prometa na pomorskim pravcima oko određenih lokacija (pomorski putovi), iako je djelomično uzeta u obzir prigodom odabira reprezentativnih lokacija.

Pretpostavljenje cijene izgradnje LNG terminala i izražene su u US dolarima, kako slijedi:

- *onshore = 560 milijuna*[1]
- *offshore = 450 milijuna*[2]
- *FSRU = 300 milijuna*[3]

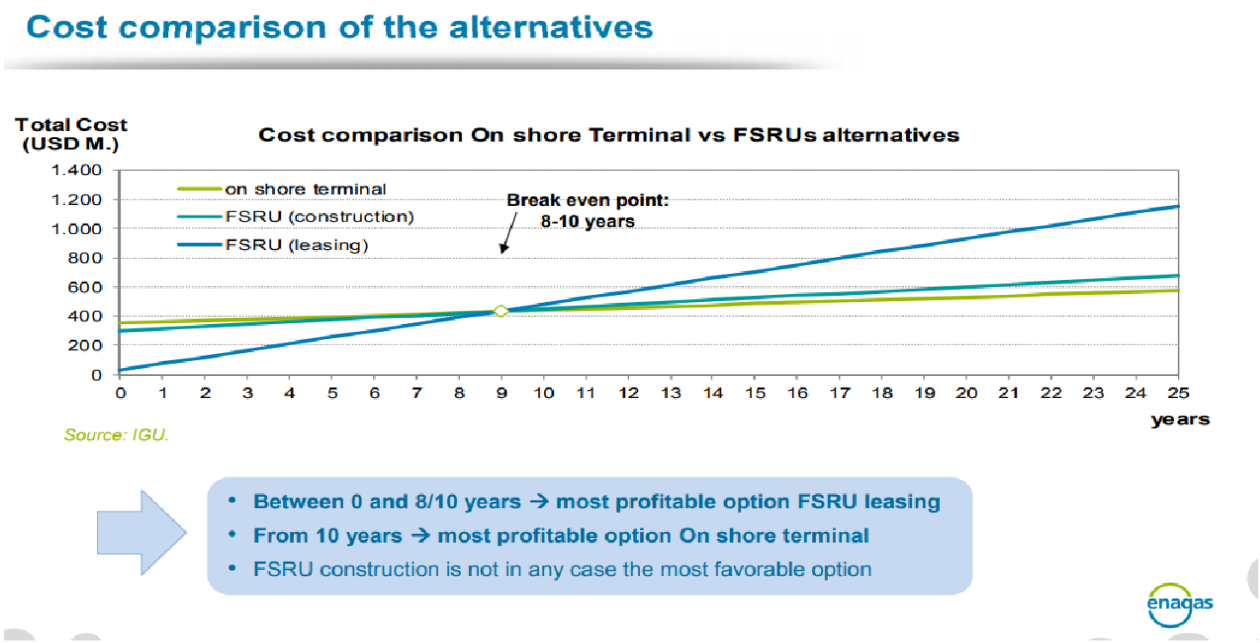
U tablici 2.5., dan je prikaz cijena s komponentama za onshore LNG terminal i FSRU veličine 3 MTA.

Tablica 2.5.: CAPEX Comparison of Terminal with FSRU (3MTPA)

Component	LNG Terminal	FSRU
Jetty including piping	US$60m	US$60m
Unloading Lines	US$100m	N/A
Tanks 1X180000m3	US$85m	In FRSU
FSRU Vessel	N/A	US$250m
Process equipment	US$130m	In FRSU
Utilities	US$60m	N/A
On-shore Infrastructures	N/A	US$30m
Land Fee and others	US$125m	US$20m
Total	**US$560m**	**US$360m**

Izvor: COMPARATIVE RESEARCH ON LNG RECEIVING TERMINALS AND FSRU [4]*; presenter: GROUP 4: Zhang Dongsha, Shen Ning, Lyu Jun, Li Li, Zhang Yinghua (INSTRUCTOR: PROF. ROGER SMITH Date: 26th October 2017), (str. 14) (21.12.2018.)*

[1] http://www.novilist.hr/Promo-sadrzaji/LNG-HRVATSKA-Plutajuci-LNG-terminal-uskladen-s-prostornim-planom-i-isplativ (preuzeto 29.05.2018.)
[2] http://www.mega-project.eu/assets/exp/resources/Adriatic_LNG_-_V02_1.pdf (str. 27) (preuzeto 21.12.2018.)
[3] http://www.novilist.hr/Vijesti/Hrvatska/SVE-NA-DUGOM-STAPU-Za-LNG-terminal-na-Krku-ima-mnogo-vise-problema-nego-rjesenja (preuzeto 29.05.2018.)
[4] https://www.jtsi.wa.gov.au/docs/default-source/LNG-2017-Graduation-Presentations/comparative-research-on-lng-receiving-terminals-and-fsru.pdf?sfvrsn=9266d1c_6 (21.12.2018.)



Slika: 2.5.4.: Usporedba troškova onshore terminala s FSRU alternativama
Izvor: The LNG storage business and associated costs Enagás Gas Assets General Management [5] *(str.16)*
http://www.gainnprojects.eu/wp-content/uploads/2016/01/3.2.-The-LNG-Storage-Business-and-Associated-Costs-A%CC%81ngel-Rojo-ENAGA%CC%81S.pdf (21.12.2018.)

Promatrajući prethodno navedene aproksimativne cijene za različite vrste LNG terminala, vidljivo je da je u početku najskuplja izgradnja onshore LNG terminala, međutim je ona dugoročno gledajući, najisplativija, Suprotno tomu FSRU, koji je u startu najjeftiniji dugoročno gledajući nije najpovoljnija opcija. Kako tema ovog rada nije određivanje lokacija, ovakva vrsta promatranja se nije uzimala u obzir.

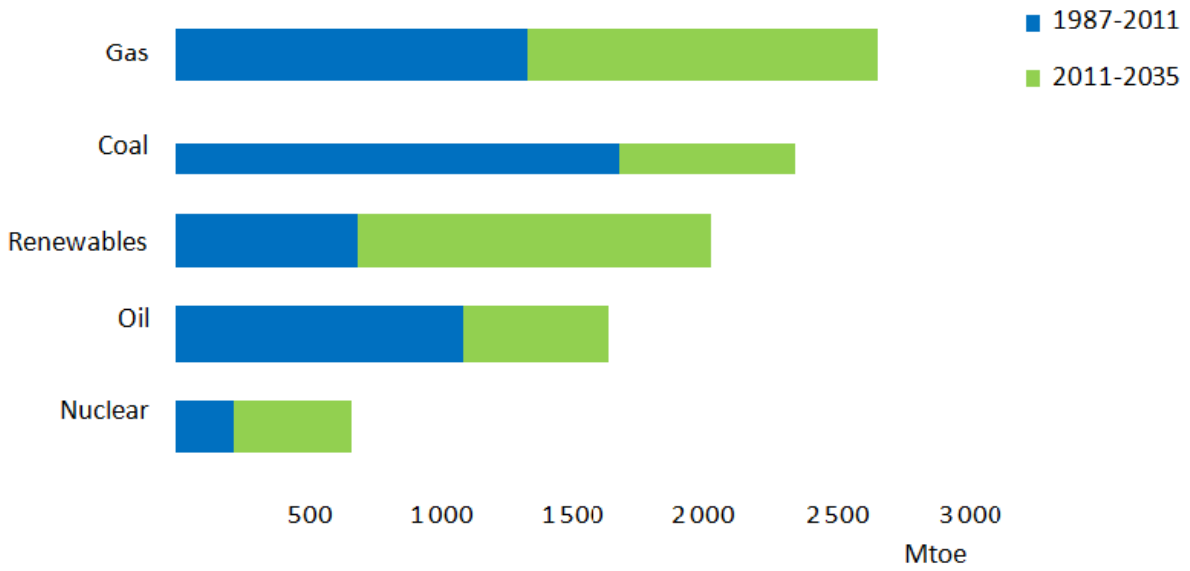
[5] http://www.gainnprojects.eu/wp-content/uploads/2016/01/3.2.-The-LNG-Storage-Business-and-Associated-Costs-A%CC%81ngel-Rojo-ENAGA%CC%81S.pdf (21.12.2018.)

3. PROMET UKAPLJENOGA PRIRODNOGA PLINA

3.1. Međunarodni promet i energetske potrebe za ukapljenim prirodnim plinom

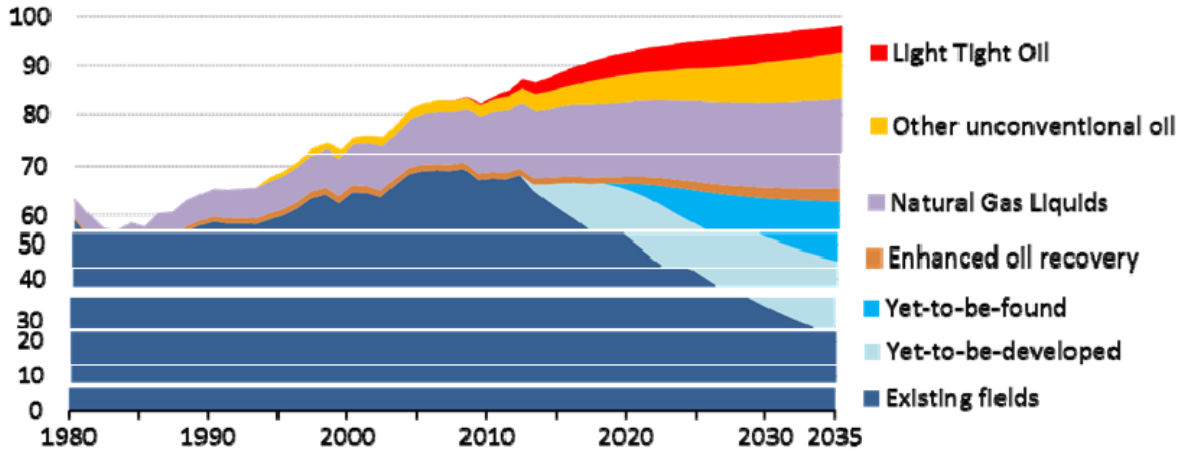
Zahtjevi za prirodnim plinom su u godini 2010. u projekciji rasta za 3,3 trilijuna kubnih metara (tcm), uz porast od gotovo 50% (IEA 2013., p.p. 100). Očekuje se da će potražnja za prirodnim plinom premašiti potražnju za naftom u praćenom periodu, budući da je prirodni plin „čišći“ kako u pogledu stakleničkih plinova, tako i pri mjesnoj onečišćenosti zraka, te je stoga u mnogim zemljama viđen kao zamjena za ugljen. Prirodni plin se također vidi kao alternativa za nuklearnu energiju, koja se ukida u nekim zemljama (barem za sada). [4]

Na slici 3.1.1. prikazan je odnos energenata u određenim vremenskim razdobljima (godinama) izražen u Mtoe (Million Tons of Oil Equivalent).



Slika: 3.1.1. Nafta i plin kao okosnica opskrbe energijom (projekcija do godine 2035.)

Izvor: Strategic challenges in global energy – the contribution from the oil and gas business; Maria van der Hoeven Executive Director; GE Oil&Gas Annual Meeting Florence, 04 February 2014 (page 2)



Slika: 3.1.2. Udio proizvodnje tekućih goriva prema izvorima (projekcija do godine 2035.)

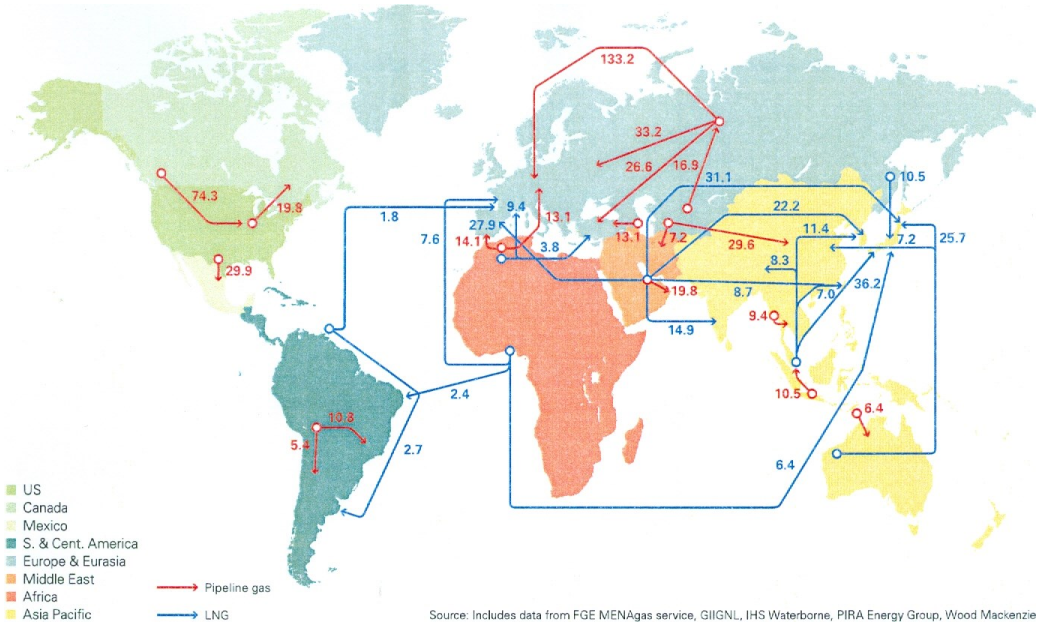
Izvor: Strategic challenges in global energy – the contribution from the oil and gas business; Maria van der Hoeven Executive Director; GE Oil&Gas Annual Meeting Florence, 04 February 2014 (page3)

3.2. Prometni pravci prijevoza ukapljenoga plina

Glavnu značajku suvremenoga svijeta čini globalizacija kojoj je temelj jeftin i masovan prijevoz sirovina i roba diljem svijeta. Oko 80% svjetske trgovine po volumenu i 70% po vrijednosti odvija se morem (ovaj udio u svjetskoj trgovini je i veći u nerazvijenim zemaljama). Svjetsko brodarsko tržište dijeli se na: slobodno, linijsko i tankersko. Tankersko tržište nakon Drugoga svjetskoga rata doživljava zamjetan razvoj što je posljedica snažne eksploatacije nafte. Međunarodno brodarstvo se od godine 2008. nalazi u jednoj od najtežih i najdugotrajnijih svjetskih brodarskih kriza. [47]

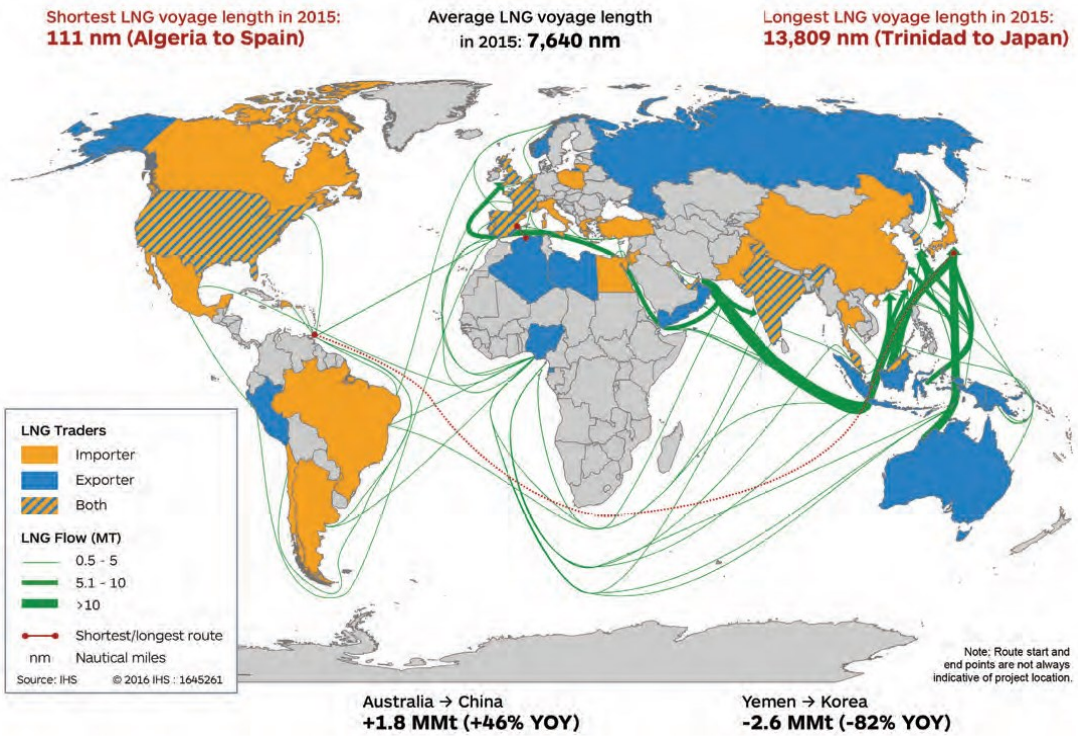
Na slikama 3.2.1. i 3.2.2. prikazani su transportni pravci prijevoza prirodnog plina/prirodnog ukapljenog plina (cjevovodni i tankerski pravci).

BP Statistički pregled svjetske energije (2016.) – BP Global



Slika: 3.2.1. Glavni transportni pravci prirodnog plina u 2015.
Izvor: https://www.bp.com/.../bp/.../statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energ...
(BP Statistical Review of World Energy, June 2015, 65th Edition, page 29; bp.com/statisticalreview#BPstats)

Major LNG Shipping Routes, 2015
Glavni prijevozni pravci LNG-a u 2015.

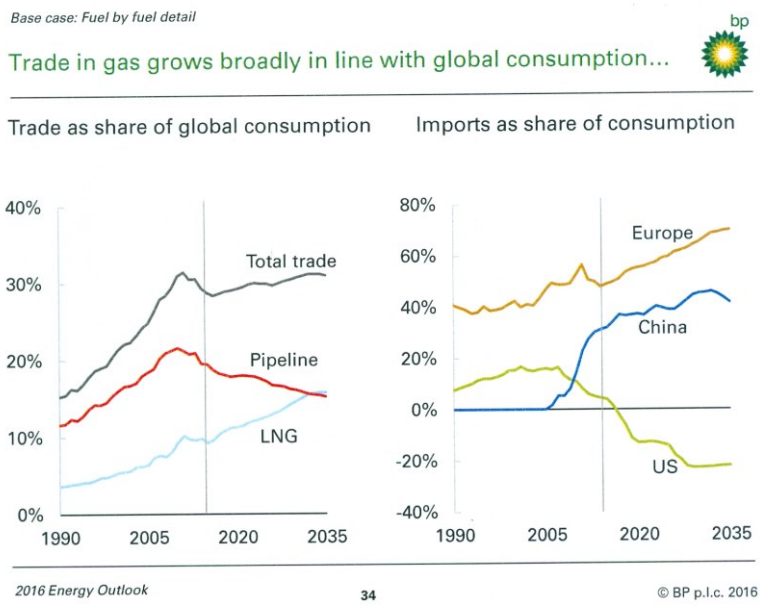


Slika: 3.2.2. Glavni transportni pravci LNG-a u 2015.

Izvor: www.igu.org/download/file/fid/2123 (International Gaas Union; 2016 World LNG Report LNG 18 Conference & Exhibition Edition (page 39))

Globalno povećanje dobave plina, otprilike je ravnomjerno razdijeljeno između povećanja konvencionalne dobave plina i plina iz škriljca.

Na slici 3.2.3. pikazan je odnos transporta plina u ovisnosti s potrošnjom. Vidljivo je da je pomorski transport LNG plina u porastu u odnosu na cjevovodni transport, te se očekuje daljnji porast transporta LNG-a.



Slika: 3.2.3. Transport plina u odnosu na potrošnju
Izvor: BP Energy Outlook, 2016 Edition; Outlook to 2035; bp.com/energyoutlook#BPstats (page 34)

3.3. Plinski transportni sustav u Republici Hrvatskoj

Transportni sustav Republike Hrvatske sastoji se od međunarodnih, magistralnih, regionalnih, odvojnih i spojnih plinovoda i objekata na plinovodu, radnoga tlaka 75 i 50 bar te mjerno-redukcijskih stanica različitih kapaciteta. Ukupna duljina plinovoda u transportnom sustavu godine 2014. je iznosila, 2.662 km od čega su 952 km plinovoda radnog tlaka 75 bar, a 1.710 km plinovoda radnog tlaka 50 bara. [10]

Plinski transportni sustav RH, na dan 31.prosinca 2015., prikazan je na slici 3.3.1., gdje su prikazani magistralni plinovodi, radnog tlaka 75 i 50 bar-a, s ulazima u sustav.

Slika: 3.3.1. Plinski transportni sustav Republike Hrvatske (stanje na dan 31.12.2015.)

Izvor:Desetogodišnji plan razvoja plinskoga transportnoga sustava Republike Hrvatske 2017. – 2026. (PLINACRO, Zagreb ožujak 2017, str. 14); https://www.hera.hr/hr/docs/2017/Plan_razvoja_plinskog_transportnog_sustava_RH_2017-2026.pdf (preuzeto 24.09.2017.)

Prikaz plinskoga transportnoga sustava RH, koji bi se trebao izgraditi do godine 2023. koji je u skladu s novim dobavnim projektima, dan je na slici 3.3.2. Kako bi se sustav mogao uklopiti u nove dobavne međunarodne projekte, takav prikaz plinskog transportnog sustava, prikazan je na slici 3.3.3.

Slika: 3.3.2. Plinski transportni sustav Republike Hrvatske (koji je u izgradnji)

Izvor:Desetogodišnji plan razvoja plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske 2014. – 2023. (PLINACRO, Zagreb, svibanj 2014, str. 6); https://www.hera.hr/hr/docs/2014/Prijedlog_2014-06-18.pdf (preuzeto 24.09.2017.)

Izuzev projekata koji su planirani za zadovoljavanje potreba domaćega tržišta, planiran je i niz projekata kojima je cilj uklapanje u nove dobavne pravce i projekte u okruženju. Njihovom izgradnjom omogućit će se cjelokupnomu plinskomu sustavu Republike Hrvatske uključivanje u regionalne i europske tokove i tržišta prirodnoga plina. Daljnji razvoj plinskoga transportnoga sustava omogućit će dobavu vlastitih potreba plina, a uvažavajući potrebe i zahtjeve šireg okruženja, poglavito EU, u kojoj je i Hrvatska. [11]

Slika: 3.3.3. Uklapanje plinskoga transportnoga sustava Republike Hrvatske u nove dobavne projekte

Izvor: Desetogodišnji plan razvoja plinskoga transportnoga sustava Republike Hrvatske 2017. – 2026. (PLINACRO, Zagreb, ožujak 2017., str. 34); https://www.hera.hr/hr/docs/2017/Plan_razvoja_plinskog_transportnog_sustava_RH_2017-2026.pdf (preuzeto 24.09.2017.)

Obzirom da cijena konačnoga proizvoda, tj. plina, uključuje cijenu svih operacija i troškova od izvora do tržišta, od velike važnosti je da sam transport bude što kraći i jeftiniji. Stoga je bitno da su određeni prometni pravci pristupačni i blizu LNG terminalima (obalnim i odobalnim), poglavito cjevovodni transportni pravci. Jednako tako dolazi do utjecaja LNG terminala na cestovni i pomorski promet, odnosno na sve prometne grane koje se odvijaju u neposrednoj blizini LNG terminala.

3.4. Prirodni ukapljeni plin

3.4.1. Značajke prirodnoga ukapljenoga plina

Ukapljeni prirodni plin (UPP/LNG) je bez boje, mirisa, netoksičan je i ne korodira, a opasnosti su: zapaljivost, smrzavanje i gušenje. Ukapljeni prirodni plin zauzima oko 1/600 volumena prirodnog plina u plinovitom stanju, a ukapljuje se na LNG terminalima. U tekućem stanju je na temperaturi od oko –162 °C. Prirodni plin ostaje u ukapljenom stanju pri kritičnim uvjetima temperature od –82 °C i tlaku od 46 bara. [56]

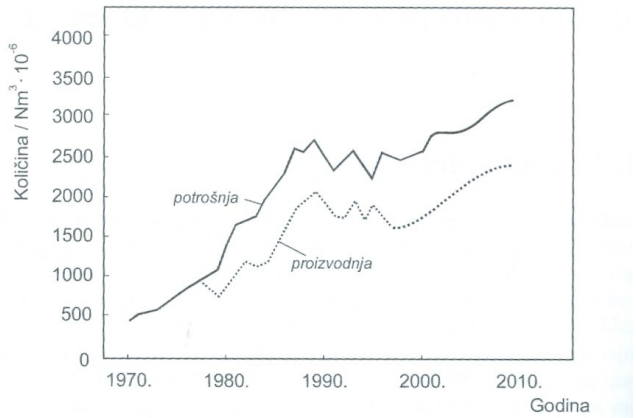
Prirodni plin (tzv. zemni plin) je smjesa nižih ugljikovodika i anorganskih spojeva i plinova, najvećim dijelom metana (formule CH_4 s udjelom višim od 70%, dok je u prirodnom plinu iz nalazišta u Sjevernom Jadranu, maseni udio metana 99%). [33] Kako bi se plin mogao nesmetano ukapljivati, potrebno je prvo ukloniti nečistoće iz prirodnoga plina.

Tablica: 3.4.1. Tipičan sastav prirodnoga plina

UGLJIKOVODICI	**CH_4**	**C_2**	**C_3**	**C_4**	**C_5**
	>70%	**< 15%**	**< 9%**	**< 4%**	**< 2%**
NEUGLJIKOVODICI	**CO_2**	**H_2S**	**COS**	**H_2O**	**N_2**
PRIMJESE (plemeniti plinovi)	**He**	**Ar**	**Ne**	**Kr**	**Xe**
	do 0,1%	**do 0,1%**	**do 0,1%**	**do 0,1%**	**do 0,1%**
PRIMJESE	**Hg**				

Izvor: Jenović, Zvonimr: „Naftni i petrokemijski procesi i proizvodi“, Nakladnik: Hrvatsko društvo za goriva i maziva, Berislavićeva 6, Zagreb; glavni urednik: Ante Jukić; drugo izdanje; Zagreb 2011. ISBN 978-953-97942-2-2 (str. 190)

Prva primjena prirodnoga plina u zapadnim zemljama započela je u svrhu osvjetljavanja ulica grada Genove (Italija), godine 1802. i od tada je potrošnja prirodnog plina u svijetu u porastu. Na slici 3.4.1. vidljiv je odnos proizvodnje i potrošnje prirodnoga plina u Republici Hrvatskoj u posljednjih 20 godina, kao i predviđena potrošnja.



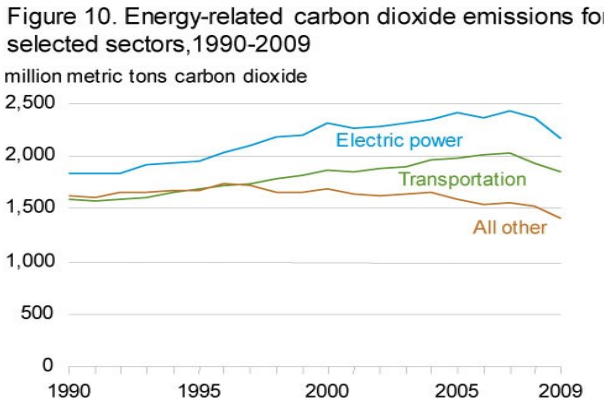
Slika: 3.4.1. Proizvodnja i potrošnja prirodnoga plina u Hrvatskoj
Izvor: Jenović, Zvonimr: „Naftni i petrokemijski procesi i proizvodi“, Nakladnik: Hrvatsko društvo za goriva i maziva, Berislavićeva 6, Zagreb; glavni urednik: Ante Jukić; drugo izdanje; Zagreb 2011. ISBN 978-953-97942-2-2 (str. 190)

3.4.2 Utjecaj prirodnoga ukapljenoga plina na okoliš

Ciklus emisija stakleničkih plinova uključuje: eksploataciju (vađenje), obradu i transport plina, ukapljivanje i replinifikaciju u slučaju LNG-a, te izgaranje plina za opskrbu toplinom, proizvodnju električne energije ili upotrebu za pogon vozila. Ako su stvarne vrijednosti za takve emisije stakleničkih plinova (bilo danas ili u budućnosti) materijalno manje od predviđenih u modelima, onda je uloga prirodnog plina u smanjenju temperature za 2 °C vjerojatno veća. Isto tako, ako su te emisije značajno veće no što se pretpostavlja, onda je uloga smanjenja temperature za prirodni plin vjerojatno manja. [26]

Prirodni plin jedno je od najsigurnijih i najčišćih fosilnih goriva. Zbog razmjerno maloga sadržaja ugljika i čistog sagorijevanja prirodni plin najmanje onečišćuje okoliš (u usporedbi s ostalim fosilnim gorivima). Sagorijevanjem prirodnoga plina nastaju ugljični dioksid i vodena para. U usporedbi s ostalim fosilnim gorivima, kakvi su nafta i ugljen, prirodni plin ispušta značajno manje količine ugljičnog dioksida, odnosno 30% manje od naftnih derivata, a 50% manje od ugljena.

Na nedavno održanom Međunarodnom panelu o klimatskim promjenama (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) izneseni su neosporni dokazi o globalnom zatopljenju. U naporima da se smanji negativni utjecaj na okoliš, sve rasprostranjenija uporaba prirodnoga plina zacijelo doprinosi ispunjavanju ciljeva protokola iz Kyota, koji je ratificirala i Hrvatska, kao i ispunjavanju zahtjeva za daljnjim snižavanjem emisija nakon 2012., što u konačnici treba pridonijeti smanjenju globalnog zatopljenja. [55]



Slika: 3.4.2. Emisije CO_2 za odabrane sektore

Source: EIA – Emissions of Greenhouse Gases in the U. S.
Release Date: March 31, 2011 | Next Release Date: Report Discontinued | Report Number: DOE/EIA-0573(2009)
Izvor: https://www.eia.gov/environment/emissions/ghg_report/ghg_carbon.php

(preuzeto10.05.2017.)

Na slici 3.4.2. prikazan je energetski odnos emisije ugljičnoga dioksida za navedene sektore u periodu od 1990. do godine 2009. , gdje je vidljivo smanjenje emisija CO_2 u periodu od godine 2008.

Eksperimentalne toksikološke studije učinaka metana i njegovih homologa na organizme u vodi vrlo su ograničene. Neke od studija navode da u eksperimentalnim uvjetima ugljikovodici s malim molekulama (metan i drugi) ne uzrokuju štetne učinke na morskom fitoplanktonu čak i pri velikim koncentracijama vode. [25]

3.5. Međunarodni i nacionalni propisi

Zaštita okoliša provodi se prema Zakonu o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15), koji sadrži odredbe koje su u skladu s aktom Programa Ujedinjenih naroda za okoliš: Protokolom barcelonske konvencije o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja, koji je Republika Hrvatska ratificirala Zakonom o potvrđivanju Protokola o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja (»Narodne novine – Međunarodni ugovori«, br. 8/12).

U stvaranju bogate međunarodne regulative značajnu ulogu je imala Međunarodna pomorska organizacija (International Maritime Organization – IMO), poglavito Odbor za zaštitu morskog okoliša.

Najčešće korištena definicija onečišćenja morskoga okoliša prihvaćena je na Konferenciji UN-a o čovjekovom okolišu, godine 1972. u Stockholmu. Pokraj IMO-a, u sustavu UN-a, godine 1973., osnovan je Program UN za okoliš (United Nations Environment Programme – UNEP), kao ključna ustanova za zaštitu i očuvanje okoliša na globalnoj razini.

Propisi za zaštitu morskoga okoliša povezani s onečišćenjem s brodova mogu se podijeliti prema ovim odrednicama:

1. izvorima *(međunarodni propisi, propisi Europske unije)*
2. naravi *(opći i specijalizirani)*
3. namjeni *(sprječavanju onečišćenja, suzbijanju i ograničavanju onečišćenja i represivne naravi)* [9]

U odnosu na navedenomu razlikuju se međunarodni ugovori i propisi iz područja zaštite mora i priobalja, od kojih su neki dolje navedeni:

Međunarodni ugovori:

- *Konvencija o sprječavanju onečišćenja morskog okoliša i obalnih područja Sredozemlja (1995.)*

- *Protokol o suradnji u sprječavanju onečišćavanja s brodova i u slučajevima opasnosti, u suzbijanju onečišćavanja Sredozemnog mora; (Malta, 2002.); Objavljen je u NN-MU br. 12/03, stupio je na snagu u odnosu na Republiku Hrvatsku 17. ožujka 2004., a taj je datum objavljen u NN-MU br. 4/04.*
- *Protokol o zaštiti Sredozemnoga mora od onečišćenja uslijed istraživanja i iskorištavanja epikontinentskog pojasa, morskog dna i morskog podzemlja (Madrid, 1994.); Republika Hrvatska potpisala je Protokol*
- *Protokol o integralnom upravljanju obalnim područjem Sredozemlja (Barcelona, 2008.); objavljen je u NN-MU br. 8/12, stupio je na snagu u odnosu na Republiku Hrvatsku 28. veljače 2013., a taj datum je objavljen u NN-MU br. 2/13*

- *MARPOL KONVENCIJA – Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora s brodova iz 1973., kako je izmijenjena Protokolom iz 1978.*

- *OPRC – Međunarodna konvlencija o pripravnosti, akciji i suradnji za slučaj onečišćenja uljem iz 1990.*
- *SOLAS KONVENCIJA – Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru iz 1974. kako je izmijenjena Protokolom iz 1978. i 1988.*

Propisi:

- ✓ *Pomorski zakonik (Narodne novine", broj 181/04, 76/07, 146/08, 61/1, 56/13, 26/15 i 17/19)*
- ✓ *Zakon o pomorskom dobru i morskim lukama (Narodne novine 158/03, 100/04, 141/06, 38/09, 123/11i 56/16)*
- ✓ *Zakon o zaštiti okoliša (Narodne novine 80/13, 78/15)*
- ✓ *Uredba o načinu utvrđivanja šteta u okolišu (Narodne novine 139/08, 31/17)*
- ✓ *Uredba o sprječavanju velikih nesreća koje uključuju opasne tvari (Narodne novine 44/14)*
- ✓ *Uredba o procjeni utjecaja zahvata na okoliš (Narodne novine 61/14)*
- ✓ *Pravilnik o mjerama otklanjanja štete u okolišu i sanacijskim programima (Narodne novine 145/08)*
- ✓ *Strategija održivog razvitka Republike Hrvatske (Narodne novine 30/09)*
- ✓ *Plan intervencija kod iznenadnih onečišćenja mora (Narodne novine 92/08)*
- ✓ *Plan intervencija u zaštiti okoliša (Narodne novine 82/99, 86/99, 12/01)*

Procjenom utjecaja na okoliš sagledavaju se mogući nepovoljni utjecaji namjeravanoga zahvata na slijedeće vrijednosti: tlo, vodu, more, zrak, šumu, klimu, zdravlje čovjeka, biljni i životinjski svijet, krajolik, prostornu i kulturnu vrijednost. Možemo govoriti i o međuodnosima, uzimajući u obzir i druge planirane zahvate i mogući međuutjecaj s postojećim i planiranim zahvatom na području na kojem se sagledava utjecaj zahvata. [9]

4. UTJECAJI LNG TERMINALA NA OKOLIŠ

4.1. Utjecaj izgradnje i zatvaranja/sanacije LNG terminala na okoliš

LNG terminali, tijekom izgradnje i rada, imaju potencijalni utjecaj na zajednice u moru. Bentonske zajednice su one zajednice koje postoje na dnu ili u dijelu vode i uključuju područja kakva su: obale, primorska ili međuplimna područja, koraljni grebeni i duboko-morsko dno. Ova zajednica se sastoji od širokog spektra biljki, životinja i bakterija iz svih razina hranidbenoga lanca. Svi organizmi koji žive na morskom dnu ili su o njemu ovisni nazivaju se *bental* ili *bentos.*

Promjene na morske biološke resurse uzrokovane izgradnjom LNG terminala i njegovim korištenjem ili zatvaranjem/sanacijom, drže se značajnim ako promjena traje:

- duže od mjesec dana s toksikološkim učincima
- duže od jedne godine s učinkom poremećaja staništa [7]

Prigodom gradnje, korištenja ili zatvaranja LNG terminala razlikuju se razni utjecaji i posljedice koje se javljaju na: zrak, more i tlo. Osnovne skupine utjecaja na morski okoliš i posljedice, prikazani su u dolje navedenim tablicama (4.1. i 4.2.).

Tablica: 4.1. Utjecaji i posljedice prigodom gradnje i/ili zatvaranja LNG terminala

UTJECAJ		POSLJEDICE
GRUPE UTJECAJA PRIGODOM GRADNJE I/ILI ZATVARANJA/SANACIJE LNG TERMINALA		***GRUPE POSLJEDICA***
RADNJE KOJE SE OBAVLJAJU	POPRATNE POJAVE	POSLJEDICE ZA MORSKI OKOLIŠ
MORE		
- miniranje - bageriranje/kopanje radi produbljenja morskog dna - rušenje objekata	- detonacije - vibracije - buka - podvodna buka - zamućenje mora - materijal iz iskopa - građevinski materijal (kao otpad)	- gubitak staništa (sisavci, gmazovi itd.) - gubitak populacija riba - gubitak/oštećenje stijena - emigracija životinja - nova podloga (materijal iz iskopa) za razvoj organizama
- izgradnja i/ili sanacija LNG terminala	- akcidentne situacije (izlijevanje nafte, ulja, požari…) - buka - nove konstrukcije - zasjenjena područja ispod broda - svjetlosno onečišćenje - izmjena morskog dna (promjena dubine)	- zagađenje okoliša - gubitak flore i faune - oštećenja stijena, morskog dna - novi organizmi uslijed novih uvjeta - utjecaj na floru i faunu (u moru i na kopnu)
ZRAK		

- građevinski radovi i mehanizacija na kopnu	- emisija i disperzija prašine i građevinskog materijala - degradacija staništa na kopnu	- promjena kemijskih i fizičkih parametara u moru (smanjenje kvalitete zraka) - na kopnu, moguće širenje invazivnih biljnih vrsta
- promet (sagorijevanje goriva prilikom vožnje broda i kopnene mehanizacije)	- ispušni plinovi	- negativan utjecaj na floru i faunu u moru (i na kopnu) - efekt staklenika (klimatske promjene)
TLO		
- izgradnja i/ili sanacija LNG terminala	- akcidentne situacije (izlijevanje nafte, ulja, eksplozije…) - vibracije - izmjena reljefa - stvaranje građevinskog otpada	- oštećenja prirodnih staništa i krajobraza - promjena tipologije krajobraza - promjena strukture krajobraza - požari/eksplozije - trajni gubitak staništa - gubitak šuma - erozija tla
- izgradnja i/ili sanacija LNG terminala (promet)	- akcidentne situacije (razlijevanje nafte, ulja i sl. …) - rasipanje otpada prilikom transporta	- kemijsko onečišćenje tla - onečišćenje podzemnih voda (ako su u tom području) - mijenjanje morskog dna (ukoliko se iskopana zemlja baca u more, ne odlaže na posebna odlagališta) - degradacija tla (građevinski otpad)

Izvor: autor

4.2. Utjecaji na okoliš prigodom rada LNG terminala

Tehnološki procesi koji se odvijaju tijekom rada terminala ukapljenoga prirodnoga plina mogu dovesti do akcidentnih situacija, koje se prvenstveno odnose na nekontrolirano istjecanje plina s mogućnošću nastanka požara i/ili eksplozije, pa tako i izlijevanja štetnih tvari u kopnena i morska staništa. Do akcidentnih situacija može doći i uslijed nepravilnosti tijekom obrade (neutralizacije) i/ili zbrinjavanja zakiseljene vodene kupke (tijekom procesa rada isparivača), kao i zbog nepravilnosti u radu sustava za obradu i pročišćavanje otpadnih voda. Postrojenje za isparavanje ukapljenog plina pripada najsloženijim dijelovima LNG terminala. Za isparavanje ukapljenog prirodnog plina, potrebna je velika količina topline i medija prikladnoga za njegovo zagrijavanje, a kao medij za zagrijavanja najčešće se koristi morska voda ili se toplina dobiva izgaranjem prirodnog plina.

Na rasprostiranje onečišćujućih tvari utječu u velikoj mjeri: *vjetar, temperatura, količina i brzina ispusta plinova, kao i promjer i visina dimnjaka*. [41]

Tijekom rada LNG terminala javlja se buka koja predstavlja onečišćenje okoliša narušavajući uvjete staništima na tom području. Također se javlja i svjetlosno onečišćenje koje predstavlja potencijalnu opasnost za staništa šireg područja, npr. ptice koje migriraju noću i koriste svjetlosne orijentire na nebu. Uzrok onečišćenja okoliša je i baklja, koja se koristi (javlja) uslijed ispuštanja plina u izvanrednim situacijama kojima se štiti terminal od

previsokog tlaka, a negativno utječe na staništa ptica i to razne vrste ptica, poglavito grabljivica i vrsta koje nisko prelijeću ili pretražuju područje u potrazi za hranom. [41]

Povećani promet brodova također povećava rizik od akcidentnih situacija. Emisije onečišćujućih tvari nastale izgaranjem fosilnih goriva direktno ovise o količini, vrsti i kvaliteti goriva. Izgaranjem prirodnoga plina nastaje zanemariva količina sumpornih spojeva. Izgaranjem dizelskih goriva nastaju veće količine SO_2, a količina nastalog SO_2 ovisi o sadržaju sumpora u gorivu. Izgaranjem dizelskih goriva nastaju i krute čestice. Tankeri veće učinkovitosti imaju manju potrošnju goriva, tj. manju produkciju SO_2 od tankera s parno turbinskim postrojenjem (uz pretpostavku korištenja goriva s istim udjelom sumpora), dok je s druge strane, emisija NO_x dizelskih postrojenja, zbog većeg zagrijavanja, znatno veća od emisije parno turbinskog postrojenja. [41]

U dolje prikazanoj tablici 4.2. skupine utjecaja i posljedica prigodom korištenja LNG terminala, navedeni su utjecaji (skupine utjecaja), koji se javljaju uslijed korištenja LNG terminala i to na ove vrijednost: morski okoliš, zrak i tlo, s popratnim pojavama, kao i skupine posljedica (mogući učinci).

Tablica 4.2.: Utjecaji i posljedice prigodom korištenja LNG terminala

UTJECAJ		UČINCI /POSLJEDICE
GRUPE UTJECAJA PRIGODOM KORIŠTENJA LNG TERMINALA		***GRUPE POSLJEDICA***
RADNJE KOJE SE OBAVLJAJU	POPRATNE POJAVE	UČINCI/ POSLJEDICE ZA MORSKI OKOLIŠ
MORE		
- pomorski promet (povećanje) - korištenje izgrađenog LNG terminala - usidreni brodovi (privremeno ili na duži vremenski period)	- buka, podvodna buka - akcidentne situacije - svjetlosno onečišćenje - povećana emisija (CO, CO_2, NO_x) - utjecaj baklje - zasjenjenje oko/ispod brodova	- emigracija životinja - utjecaj na floru i faunu (u moru i na kopnu) - utjecaj na ptice - utjecaj na kakvoću mora - utjecaj na morsko dno (kod offshore LNG) - migracije postojećih staništa riba i ostalih populacija, te mogućnost stvaranja novih staništa riba i drugih populacija
- nepravilnosti tijekom obrade (neutralizacije) i/ili zbrinjavanja zakiseljene vodene kupke	- onečišćenje mora (povećanje pH, smanjenje konc. kisika, hipoksija, bakterije) - moguća promjena prozirnosti mora i saliniteta	- izmjena kemijskoga sastava mora - oštećenja/pomor flore i faune
- nepravilnosti u radu sustava za obradu i pročišćavanja otpadnih tvari	- onečišćenje mora - moguća promjena konc. hranjivih soli; dovodi do smanjenja konc. kisika, bakterije	- izmjena kemijskog sastava mora - oštećenja/pomor flore i faune

- rad OaRV isparivača	- hlađenje mora/niža temperatura mora od okolnog mora *(temp. ispuštenog mora je za 5^0C manja od temp. okolnog mora)* - vrlo izražena emisija štetnih tvari u more uslijed korištenja natrijevog hipoklorita koji služi za sprječavanje obraštaja	- oštećenja/pomor flore i faune (mehaničkim putem /usis kroz filter) - oštećenja/pomor flore i faune klorom iz hipoklorita
ZRAK		
- korištenje izgrađenog LNG terminala	- povećana emisija (CO, CO_2, NO_x) - utjecaj baklje - buka - akcidentne situacije - svjetlosno onečišćenje	- zagađenje zraka (klimatske promjene) - utjecaj na čovjeka i kvalitetu njegovog života - utjecaj baklje, buke i svjetla na ptice
TLO		
- korištenje izgrađenoga LNG terminala	- povećana emisija (CO, CO_2, NO_x) - utjecaj baklje - buka - akcidentne situacije - svjetlosno onečišćenje	- zagađenje tla - utjecaj na floru i faunu u tom području
- nepravilnosti tijekom obrade (neutralizacije) i/ili zbrinjavanja zakiseljene vodene kupke	- onečišćenje tla (povećanje pH tla)	- izmjena kemijskog sastava tla - oštećenja/pomor flore i faune na tom području (tlu)
- nepravilnosti u radu sustava za obradu i pročišćavanje otpadnih voda	- onečišćenje tla (otpadni mulj)	- oštećenja/pomor flore i faune na tom području (tlu)

Izvor: autor

Prigodom izgradnje, korištenja i zatvaranja LNG terminala, javljaju se razni utjecaji na zrak, tlo i more, koji su navedeni u tablicama 4.1. i 4.2. Te utjecaje potrebno je svesti na najmanju moguću mjeru, odnosno očuvati okoliš na način da nema dodatnih utjecaja/opterećenja na okoliš.

Pristupi procjeni rizika zasnivaju se na uključivanju cijeloga niza mogućih događaja, od čestih do rijetkih, tj. manjih do najgorih slučajeva/katastrofa, i mogućnosti prikaza scenarija s više mogućih ishoda. [9]

Utjecaji LNG terminala na okoliš su mnogi i različiti, te su dani u tablicama 4.1.: Utjecaji i posljedice prigodom gradnje i/ili zatvaranja LNG terminala i 4.2.: Utjecaji i posljedice prigodom korištenja LNG terminala. Također su utjecaji sagledani i razvrstani prema mediju, tj. na more, zrak i tlo.

Pravilnim planiranjem i korištenjem svih odrednica LNG terminala, smanjuju se rizici i mogući negativni utjecaji na okoliš. Stoga je i razvijena metodologija u ovom radu, doprinos tim smanjenjima.

4.3. Kontinuirano praćenje parametara

Stalni utjecaji se karakteriziraju kao utjecaji koji imaju dugoročni ili stalni karakter. Uslijed rada LNG terminala dolazi do povećanog pomorskoga prometa koji utječe na morski okoliš (bioraznolikost), tako što dolazi do povećanja buke, sidrenja i povećane opasnosti od mogućih akcidentnih situacija (izlijevanja ulja i nafte iz broda i sl.). U obalnim terminalima, stalni utjecaj predstavlja gubitak određenog krajobraza i bioraznolikosti. Stalni utjecaji, kao npr. utjecaj buke, utjecaj na zrak, na floru i faunu, morska dobra, kulturnu i prirodnu baštinu, zaštićena vodna područja, krajobraz i sl., podrobno se obrađuju u studijama, stoga će se u ovom radu dati metodologija praćenja navedenih utjecaja.

Navedeni utjecaji trebaju biti kontrolirani upravo zbog njihovog dugoročnoga i konstantnoga djelovanja na okoliš. Stalni utjecaji nastaju uslijed rada LNG terminala. Među ostalim utjecajima, prilikom rada LNG terminala, valja istaknuti utjecaj temperature. Obzirom da se kod uplinjavanja (najčešće) koristi more kao medij za zagrijavanje, tako rashlađeno more se vraća u morski okoliš. Promjena temperature mora može imati utjecaja na morski okoliš i život u njemu.

Ostali parametri kontinuiranog praćenja

U ovom radu praćen je samo jedan parametar – temperatura (Poglavlje 6), a jednako tako potrebno je kontinuirano pratiti i ostale parametre.

- *Fizička oceanografija*

Parametri koje je potrebno pratiti u okviru fizičke oceanografije jesu temperatura, salinitet, gustoća mora, morske struje, prozirnost i boja mora. Temperatura, salinitet i gustoća mora se mjere CTD sondama, a morske struje ADCP strujomjerima. Prozirnost i boja mora se mjere Secchi pločom.

Temperatura mora utječe na rasprostranjenost organizama više nego bilo koji drugi čimbenik, pa tako temperaturna kolebanja određuju raspodjelu života u moru. Najviša temperatura mora u Jadranu je tijekom kolovoza, a najniža u siječnju.

Temperatura ne utječe samo na tjelesnu temperatura, brzinu metabolizma, reproduktivne cikluse, već strogo određuje različite kemijske i fizikalne čimbenike morske sredine. U prvom redu uvjetuje količinu i brzinu otapanja kisika, ugljičnoga dioksida i vapnenca, dok je gustoća i viskoznost morske vode izravna funkcija temperature. [2]

- *Kemijska oceanografija i biološki parametri*

Parametri koje je potrebno pratiti u okviru kemijske oceanografije jesu: otopljeni kisik, pH, hranjive soli (NO_3, NO_2, NH_4, N_{tot}, PO_4, P_{tot}, SiO_4). Mjerenja se provode laboratorijski,

prema standardnim metodama/metodologijama. Biološki parametri jesu: biomasa (klorofil a) i sastav fitoplanktona, broj bakterijskih stanica (direktni broj), sastav mikrozooplanktona i mezozooplanktona, sanitarni indikatori. Kako bi se očuvala kakvoća morskog okoliša, kontinuirano praćenje bioloških i hidrokemijskih parametara je veoma bitno.

Kemijska oceanografija predstavlja kemijsku i fizičku prirodu mora, odnosno procese koji određuju sastav mora i procese kojima more utječe na atmosferu i tlo. Kemija mora ima glavnu ulogu u atmosferskim, biološkim i geokemijskim procesima. Kemijska oceanografija proučava sastav morske vode i biogeokemijske cikluse koji utječu na taj sastav. [52]

- *Klima*

Tijekom mjerenja parametara fizičke, kemijske i biološke oceanografije, provode se i meteorološka mjerenja (brzina i smjer vjetra, temperatura zraka, vlaga, naoblake i vidljivost). Uslijed dugogodišnjega djelovanja pojedinoga klimatskoga elementa u određenom rasponu omogućena je bolja analiza klime nekoga područja što stvara preduvjet za bolju čovjekovu prilagodbu određenomu podneblju. Najznačajniji meteorološki čimbenici jesu: temperatura zraka, tlak, oborine, relativna vlažnost zraka, naoblaka, strujanje zraka . Meteorološke pojave jesu: magla, mraz, tuča, rosa.

- *Hidrologija*

Pod hidrološkim obilježjem podrazumijeva se režim vode u zemljinom zračnom omotaču (atmosferi), na površini zemlje (hidrosferi) i pod zemljom (litosferi). Hidrologija analizira gibanje vode i njezin utjecaj na živu i neživu prirodu, te razmatra nastajanje i gubitak vodene mase, kretanje vode u prirodi, utjecaj vode na riječni tijek, obradu hidrološkoga podatka za različitu svrhu. Hidrologija ima dodirnih točaka s klimatologijom, fizičkom geografijom, mehanikom fluida, poljoprivredom, šumarstvom, jer mnogi činioci, pa i čovjek, djeluju na pojavu vode i njezino kretanje na tlu. [3] Veliku važnosti imaju i rijeke koje se ulijevaju u more, zbog unosa hranjivih tvari. Od velike je važnosti praćenje utjecaja rijeka u morski ekosustav, što u ovom radu nije bilo moguće uzeti u obzir zbog vremenske ograničenosti.

4.4. Povremeni utjecaji

Povremeni utjecaji se karakteriziraju kao utjecaji koji nisu u kontinuitetu i imaju privremeni karakter. Najčešće se radi o akcidentnim situacijama (uslijed izlijevanja nekih kemikalija i sl.) ili prirodnim djelovanjem, kakvi su potresi. Potres nastaje uslijed pomicanja tektonskih ploča, a za posljedicu ima podrhtavanje zemljine kore zbog oslobađanja velike količine energije, izražava se stupnjevima Richterove ljestvice, koja ima vrijednosti od 0 do 9. Intenzitet potresa ovisi o više čimbenika, a njegov učinak može se iskazati pomoću Mercalli-

Cancani-Siebergove ljestvice koja ima 12 stupnjeva, a temelji se na razornosti i posljedicama potresa.

Vrste potresa po uzroku:

1. Tektonski (oko 90%)
2. Vulkansko djelovanje (oko 7%)
3. Urušavanje tla (oko 3%) [16]

Pri izboru lokacije, bitno je izbjeći zonu koja je podložna potresima. Hrvatska je jedna od zemalja koje se nalaze na trusnom, odnosno seizmički aktivnom području.

Akcidentne situacije su uvijek moguće, a javljaju se uslijed nekih tehničkih nedostataka ili umanjene pozornosti prigodom ukovanja. Vličina zahvaćenoga područja uvjetuje da li je došlo do akcidenta, te se organiziraju sve odgovarajuće službe na određenom nivou (lokalnom, regionalnom, nacionalnom ili međunarodnom). Od velike važnosti je čim prije reagirati i spriječiti nastanak velikih posljedica na okoliš. Zato je potrebna dobra koordiniranost svih aktera u sprječavanju širenja mogućeg onečišćenja. Tehnološki procesi koji se odvijaju tijekom rada terminala ukapljenog prirodnog plina mogu dovesti do akcidentnih situacija, koje se prvenstveno odnose na nekontrolirano istjecanje plina s mogućnošću nastanka požara i/ili eksplozije i štetnoga utjecaja na kopnena i morska staništa. Do akcidentnih situacija može doći i uslijed nepravilnosti tijekom obrade (neutralizacije) i/ili zbrinjavanja zakiseljene vodene kupke (tijekom procesa rada SCV isparivača), kao i zbog nepravilnosti u radu sustava za obradu i pročišćavanje otpadnih voda.

4.5. Utjecaj terminala na okoliš

Utjecaj LNG terminala na krajobraz je izražen poglavito u obalnim terminalima, a njihov izgled može biti jedan od dominantnih krajobraznih elemenata, jer postojeće stanje krajobraza mijenjaju u nepoželjne vizure. Vizualni karakter ima najveći utjecaja na turizam. Utjecaj na krajobraz nema samo vizualni karakter, nego dovodi do promjene staništa (flore i faune) na tom području, a samim tim se reflektira i na vegetaciju.

LNG terminali na obali zahtijevaju i popratnu infrastrukturu (objekti i postrojenja na kopnu potrebni za skladištenje i obradu), skladišni prostor, prostor za uplinjavanje, plinovode i prilazne putove, pa je potreban određeni dio prostora (krajobraz). Na taj način dolazi do utjecaja na kopnena staništa i morska staništa (u priobalnom dijelu prvenstveno uslijed kopanja morskog dna). Utjecaji tijekom izgradnje i korištenja obalnog LNG terminala javljaju se zbog sljedećih uzroka:

- gubitka stanišnih tipova,
- degradacije i promjene uvjeta staništa,
- onečišćenja bukom i podvodnom bukom,
- moguće akcidentne situacije. [50]

Kod offshore ili odobalnih terminala, promjena krajobraza podrazumijeva vizualno drugačiju sliku prostora. Kod sidrenja, moguće je oštećenje morskog dna, a time i utjecaj na bentos. Do promjene morskih vrsta u tom području može doći uslijed obrastanja potpornih stupova/nosača terminala (lanci).

Utjecaj na zrak manifestira se emisijom onečišćujućih tvari koje nastaju sagorijevanjem fosilnih goriva. Emisije onečišćujućih tvari nastale izgaranjem fosilnih goriva direktno ovise o količini, vrsti i kvaliteti goriva. Uzrok onečišćenja okoliša je i baklja, koja se koristi (javlja) uslijed ispuštanja plina u izvanrednim situacijama kojim se štiti terminal od previsokog tlaka. [37]

Utjecaj buke je prisutan ne samo na kopnu, nego i u moru, što se naziva podvodna buka. Buka se javlja prigodom gradnje, korištenja i zatvaranja LNG terminala. Podvodna buka je prisutna u smislu plovidbe brodova, što utječe na morske organizme na tom području.

Utjecaj na morska dobra je izražen, budući da terminali u tu svrhu zauzimaju veliku površinu kopnenog i morskog prostora. Jednako tako, ima utjecaja i na kulturna dobra (ukoliko se nalaze u blizini LNG terminala).

5. VREDNOVANJE UTJECAJA LNG TERMINALA NA MORSKI OKOLIŠ I ODABIR POTENCIJALNIH LOKACIJA

Način vrednovanja i usporedbe za procjenu utjecaja na okoliš moguće je provesti analizom i predstavljanjem podataka o utjecaju na okoliš (u ovom slučaju morski okoliš), a teškoće koje se javljaju vezano za usporedbu utjecaja ogledaju se u tome da usporedbu nije lako izraziti brojkama i veličinama, jer podaci nisu mjerljivi po istom kriteriju.

Kako bi se iz cijeloga područja Jadranskoga mora RH za promatranje izdvojio manji broj područja, korišten je geografski informacijski sustav, skraćeno GIS. To je sustav za upravljanje prostornim podacima, te predstavlja računalni sustav koji je sposoban kreirati, integrirati, spremanje, uređivanje, analiziranje i prikazivanje geoprostornih informacija. Za razliku od klasičnih karata koje prikazuju samo prostorne podatke u fiksnom mjerilu, GIS povezuje prostornost podataka s drugim ne-prostornim svojstvima te ih predstavlja u dinamičkom mjerilu (tzv. pametne karte). Danas je GIS sustav vrlo korišten, zbog njegove prilagodljivosti i povezivanja prostornoga prikaza sa statističkim podacima. [19] Za dobivanje takvih prikaza moguće je koristiti razna softverska rješenja:

1) AutoCAD Map 3D 2009 – uređuje i kreira geoprostornih podataka
2) Oracle 10g bazu podataka sa spatial[6] dodatkom – pohrana geoprostornih i drugih podataka
3) Autodesk Mapguide Enterprise 2009 – prikaz podataka na web poslužitelju te kreiranje jednostavnih upita nad podacima
4) Autodesk Mapguide Studio 2009 – uređiuje prikaza podataka na Mapguide Enterprise 2009 poslužitelju.

U ovom radu upotrijebljen je GIS sustav za izradu i prostornu analizu slojeva EsriArcGIS 10.1. Izdvojenih četrnaest (14) područja dobiveni su analizom preklapanja pojedinih raspoloživih tematskih slojeva uporabom Boolove algebre (presjek, unija i komplement), pomoću kriterija (u tekstu su nazvani kao predeliminacijski kriteriji): granica, ograničenja, blizine, udaljenosti od gradova, naselja itd. Detaljni podaci za navedene predeliminacijske kriterije (tablica 5.1.), nalaze se u Prilogu I.

5.1 Predeliminacijski kriteriji za odabir potencijalnih lokacija za LNG terminale

Za promatrano područje cijeloga Jadrana u opsegu koji pripada Republici Hrvatskoj zadani su osnovni uvjeti, tj. određeni su predeliminacijski kriteriji (prikazani u tablici 5.1.),

kojima su pomoću GIS sustava (geografski informacijski sustav, eng. geographic information system) izdvojene mikrolokacije, tj. četrnaest (14) područja. Za GIS sustav, kao predeliminacijski kriteriji (navedeni u tablici 5.1.), uzeti su slijedeći podaci: maksimalna i minimalna dubina mora, turistička odredišta, naselja s minimalno 1000 stanovnika i više (prema popisu iz 2011.), turistička odredišta, nacionalni parkovi i parkovi prirode, priključci na plinske mreže, blizina raznih skladišta i raznih uzgajališta: riba, školjki i tune (podrobno opisani u Prilogu I).

Tablica: 5.1. Predeliminacijski kriteriji

PREDELIMINACIJSKI KRITERIJI	ONSHORE	FSRU	OFFSHORE
minimalna dubina mora	**15 m**	**15 m**	**30 m**
maksimalna dubina mora	_____	_____	**100 m**
minimalna udaljenost od naselja s minimalno 1000 stanovnika i više	**2 km**	**2 km**	**2 km**
minimalna udaljenost od turističkih odredišta	**5 km**	**5 km**	**5 km**
minimalna udaljenost od NP i PP	**10 km**	**10 km**	**10 km**
maksimalna udaljenost od plinske mreže	**20 km**	**20 km**	**20 km**
minimalna udaljenost od raznih skladišta	**2 km**	**2 km**	_____
minimalna udaljenost od raznih uzgajališta (riba, školjki, tuna)	**5 km**	**5 km**	**5 km**

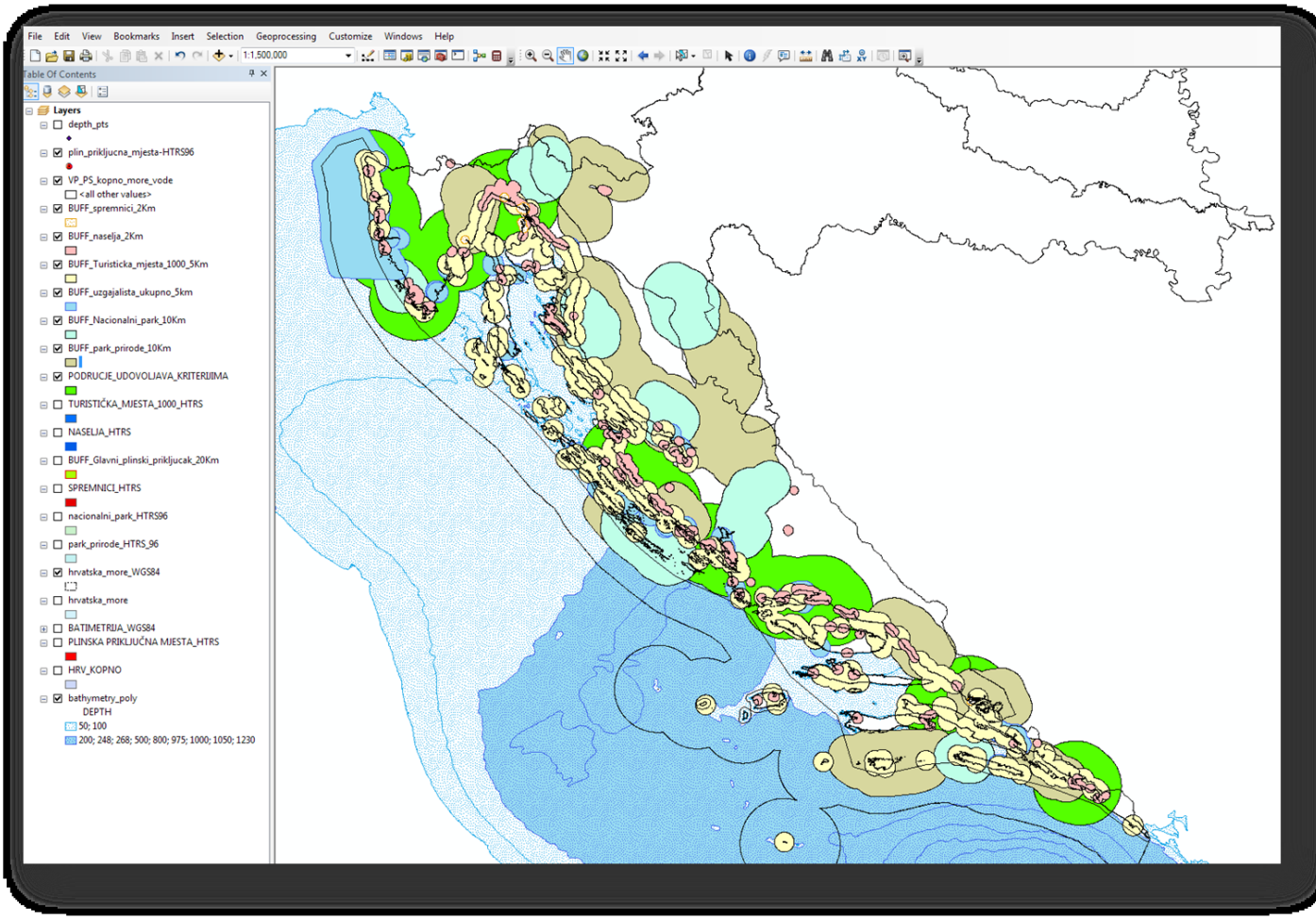
Izvor: autor

Iz tako izdvojenih područja (mikrolokacije), za odabir potencijalnih lokacija postavljeni su eliminacijski kriteriji koji detaljnije opisuju potrebne uvjete (prikazani u tablici 5.2.), te su višekriterijskom ekspertnom procjenom izdvojene reprezentativne (potencijalne) lokacije.

U ovo razmatranje bi bilo dobro uključiti i struje (kao predeliminacijski kriterij), ali zbog nedostatka mjernih podataka u ovom radu nije ih bilo moguće uključiti, jer dostupni podaci dobiveni numeričkim modelima nisu verificirani (pouzdani).

[6] Oracle Spatial – skup funkcionalnosti za Oracle baze za korištenje geoprostornim podacima

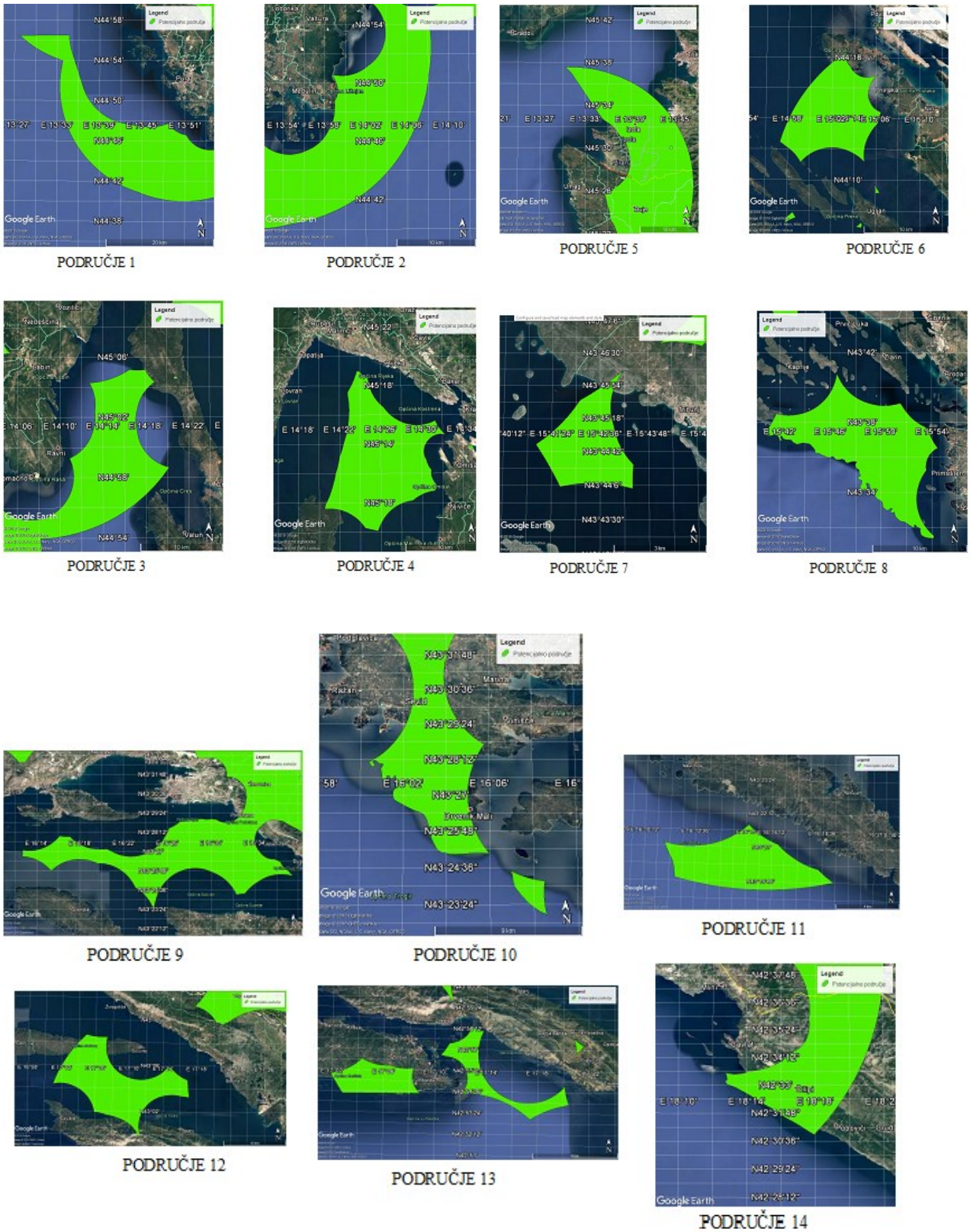
Na slici 5.1. pdručja koja zadovoljavaju odabrane predeliminacijske kriterije označena su zelenom bojom te predstavljaju izdvojena područja iz kojih su nadalje izdvojene reprezentativne lokacije (slika 5.1.2.).



Slika 5.1.: Područja koja zadovoljavaju odabrane predeliminacijske kriterije (zelena polja)

Izvor: autor

Na slici 5.1.2. prikazano je 14 područja na Jadranskom moru izdvojenih predeliminacijskim kriterijima koji su navedeni u tablici 5.1.



Slika 5.1.2.: Ukupno 14 područja na Jadranskom moru izdvojenih predeliminacijskim kriterijima

Izvor: autor

5.2. Odabir potencijalnih lokacija uvažavajući predeliminacijske kriterije

Kako bi se od prethodno izdvojenih četrnaest (14) područja (mikrolokacija), izdvojilo nekoliko potencijalnih lokacija metodom PROMETHHE, višekriterijskom ekspertnom procjenom izdvojene su sljedeće lokacije za koje su eliminacijski kriteriji prikazani u tablici 5.2. u kojoj su zadani osnovni uvjeti koje bi trebala zadovoljavati potencijalna lokacija.

Tablica: 5.2. Eliminacijski kriteriji za vrednovanje izbora potencijalne lokacije – područja izdvojena pomoću GIS-a

ELIMINACIJSKI KRITERIJI	maks. brzina vjetrova	smjer vjetra (bura, jugo)	maks. visina vala	period vala	pristup morskog puta	plovni putevi	maks. udaljenost od plinske mreže	pristup prometnoj infrastrukturi (ceste, željeznice)
ZADANI UVJETI	25 m/s	NNE i SE	9 m	7 s	min širina 600 m	za velike brodove i mala plovila/ jedrilice	20 km	izgrađenost

Izvor: autor

Podaci o smjeru i brzini vjetra preuzeti su iz MARITIMNE STUDIJE LNG FSRU KRK, SVEUČILIŠTE U RIJECI - **POMORSKI FAKULTET U RIJECI; Rijeka 2017.,** kao i iz Peljara I. –Jadransko more, istočna obala; HI-N-20; Hrvatski hidrografski institut, Split, četvrto izdanje 1999., Slobodna Dalmacija d.d., te Hrvatskog hidrografskog instituta Split (dolje navedeni podaci).

Područje 1

Sjeverni Jadran (platforma Panon - siječanj 1986.) - nedirekcioni valograf (ne mjeri smjer)

Hmax = 10.80 m, Hs = 4.49 m s pripadajućim periodom od T = 8.48 s

Dirwind = SE (opažanja vjetra - poslužitelj na platformi)

Sjeverni Jadran (platforma IVANA - A - prosinac 2008.)

Hmax = 7.27 m, Hs = 4.22 m s pripadajućim periodom od T = 4.76 s i iz smjera Dir = SE

Područje 4

Rijeka (veljača 2010.)

Hmax = 4.07 m, Hs = 2.03 m s pripadajućim periodom od T = 4.62 s i iz smjera Dir = SE

$Wind_{max}$ = 10.7 m/s, iz smjera $Dirwind_{max}$ = SSE

Područje 8

Rogoznica (svjetionik MULO - veljača 1989.) - nedirekcioni valograf (ne mjeri smjer)

Hmax = 4.10 m, Hs = 2.15 m s pripadajućim periodom od T = 8.0 s

Dirwind = SE (opažanja vjetra - svjetioničar)

Područje 9

Split (prosinac 2007.)

Hmax = 2.84 m, Hs = 0.92 m s pripadajućim periodom od T = 3.43 s i iz smjera Dir = ESE

Područje 12

Ploče (kolovoz 2018. g)

Hmax = 2.63 m, Hs = 1.38 m s pripadajućim periodom od T = 4.17 s i iz smjera Dir = WNW)

Windmax = 29.6 m/s, Windavg10min = 17.8 m/s iz smjera Dirmax = WNW

Područje 14

Dubrovnik (Sv. Andrija - veljača 2018g.)

Hmax = 9.24 m, Hs = 3.84 m s pripadajućim periodom od T = 9.52 s i iz smjera SSE

Gore navedeni podaci o smjeru i brzini vjetra, te maksimalnoj visini vala i periodu vala, preuzeti su uz dopuštenje Hrvatskoga hidrografskoga instituta u Splitu (copyright©HHI).

Iz područja 1 odabrana je potencijalna lokacija za offshore LNG terminal koordinata 44°48' N i 13°51' E koja zadovoljava većinu eliminacijskih kriterija zbog toga što se nalazi izvan sheme odvojene plovidbe, nije na plovidbenom pravcu i nalazi se u teritorijalnim vodama RH. Dubine mora zadvoljavaju, jer su veće od 30 m. Odabrana lokacija je izložena svim vjetrovima što će ograničavati korištenje rada offshore LNG terminala u određenim danima, tj. za vrijeme nevremena. Odabrana potencijalna lokacija je izrazito blizu podmorskih plinovoda koji vode od Pule (Fažane) do platforme Ivana A, što ima pozitivan utjecaj na ekonomski kriterij.
Izdvojena lokacija iz područja 1 prikazana je na slici 5.2.1. Područje 1 za lokaciju offshore LNG terminala označen je crvenom strelicom.

PODRUČJE 1 (Zapadna obala Istre, Pula)

Slika 5.2.1. Područje 1 za lokaciju offshore LNG terminala

Izvor: autor

Područje 2 nalazi se na plovidbenom pravcu Vela vrata, te stoga ne zadovoljava zadani uvjet (eliminacijski kriterij) za izgradnju FSRU, on i/ili offshore LNG terminale.

PODRUČJE 2

5.2.2.: Područje 2 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

Na području 3 odabrana je potencijalna lokacija za FSRU koordinata 45°4,9’ N i 14°17,6’ E, a za onshore LNG terminal koordinata 45°5,3’ N i 14°18,1’ E, zbog toga što nisu

na plovidbenom pravcu. Udaljenost od glavnog plovidbenog pravca (Vela vrata) je 3 km. Područje je zaštićeno od NNE vjetra. Udaljenost od plinskog priključka na kopnu je 12 km (do Labina). Nedostatak odabranih lokacija je slaba prometna infrastruktura na kopnu (ceste i željeznice), što će imati utjecaj na ekonomski kriterij. Žuta strelica označava potencijalnu lokaciju za FSRU, dok zelena strelica označava potencijalnu lokaciju za onshore LNG terminal.

PODRUČJE 3 (Kvarner)

Slika 5.2.3.: Područje 3 za lokaciju FSRU i onshore LNG terminala

Izvor: autor

Na području 4 odabrana je potencijalna lokacija za FSRU (žuta strelica na slici 5.2.4.) koordinata 45°11,1' N i 14°31,4 E zbog toga što je područje dobro zaštićeno od vjetrova i to NNE i SE. Dobra je povezanost s plinskim priključkom na kopnu (Omišalj). Također je dobra prometna infrastruktura na kopnu. Dubina mora je 60 m. Pozitivna strana ove lokacije je ta što se nalazi u blizini sidrišta za brodove za prijevoz ukapljenih plinova i to oko 1,5 km.

PODRUČJE 4 (Riječki zaljev)

Slika 5.2.4.: Područje 4 za lokaciju FSRU

Izvor: autor

Područje 5 ne nalazi se u teritorijalnim vodama RH, te se uopće ne uzima u razmatranje.

PODRUČJE 5

Slika 5.2.5.: Područje 5 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

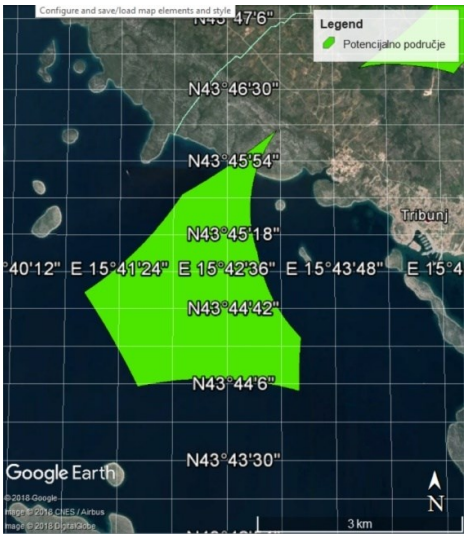
U dijelu područja 6 oko Vira nije moguće postaviti FSRU i/ili onshore LNG terminal zbog toga što se nalazi na plovidbenom pravcu, kao i zbog NNE vjetra. Navedeno područje je donekle zaštićeno od SE vjetra. Međutim, u dijelu područja 6 moguće je izgraditi offshore LNG terminal na lokaciji (označeno crvenom strelicom) koordinata 44°11,9’ N i 14°59,5 E, jer nema plovidbenih pravaca, a dubina mora zadovoljava jer iznosi preko 30 m. Udaljenost od plinskog priključka na kopnu (Zadar) je oko 20 km.

PODRUČJE 6 (Virsko more)

Slika 5.2.6.: Područje 6 za lokaciju offshore LNG terminala

Izvor: autor

Područje 7, prikazano na slici 5.2.7. ne nalazi se na glavnom plovidbenom pravcu, ali dio područja bliže obali nalazi se na plovidbenom pravcu manjih plovila (jedrilica). Na ovom području uz obalu, NNE vjetar puše umjereno, ali SE vjetar stvara velike valove. Stoga se ovo područje odbacuje kao potencijalna lokacija za FSRU i onshore LNG terminal, a navedeno područje za potencijalnu lokaciju offshore LNG terminala ne može se uzeti u obzir jer presjeca plovni put Murtersko more.



PODRUČJE 7

Slika 5.2.7.: Područje 7 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

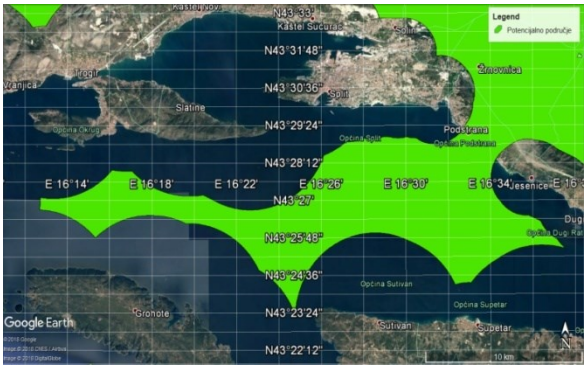
Područje 8 jako je izloženo NNE i SE vjetrovima i jednim dijelom se nalazi na plovidbenom pravcu, glavnom plovidbenom pravac luke Šibenik i plovidbenim pravcima manjih plovila (jedrilica), slika 5.2.8.

PODRUČJE 8

Slika 5.2.8.: Područje 8 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

Zapadni dio područja 9 između Šolte i Čiova, kao i Šolte i Brača, nalazi se na glavnim plovidbenim pravcima. Istočni dio područja 9, Bračkoga kanala, zaštićen je od NNE vjetra, ali je izloženo SE vjetru te se stoga navedeno područje odbacuje.

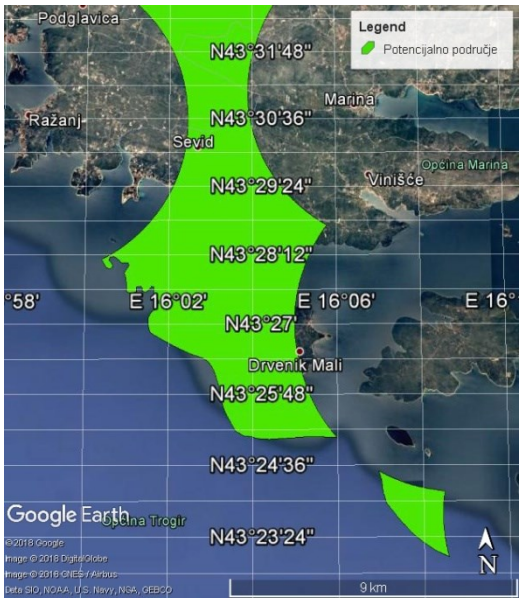


PODRUČJE 9

Slika 5.2.9.: Područje 9 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

Područje 10 se nalazi na glavnim plovidbenim pravcima i izloženo je svim vjetrovima, poglavito SE, te se stoga navedeno područje odbacuje (slika 5.2.10.).



PODRUČJE 10

Slika 5.2.10.: Područje 10 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

Na području 11 izdvojena je lokacija za offshore LNG terminal (crvena strelica) koordinata 43°22' N i 16°15' E koja zadovoljava uvjete dubine mora, udaljenosti od plinskoga priključka na kopnu oko 20 km (Trogir). Područje je izloženo NNE i SE vjetrovima. Udaljenost od kopna je 5 km. Potencijalna lokacija za offshore LNG terminal je označena crvenom strelicom (slika 5.2.11.).

PODRUČJE 11 (Srednji Jadran – južna strana toka Šolte)

Slika 5.2.11.: Područje 11 za lokaciju offshore LNG terminala

Izvor: autor

Područje 12 koje je prikazano na slici 5.2.12. ne zadovoljava, jer se nalazi na glavnom plovidbenom pravcu luke Ploče.

PODRUČJE 12

Slika 5.2.12.: Područje 12 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

Zapadni dio područja 13 jako je izložen SE vjetru, a istočni dio navedenog područja izložen je NNE i SE vjetrovima. Jednako tako, navedeno područje se nalazi na plovidbenom pravcu Pelješkog kanala, stoga ne zadovoljava uvjetima (slika 5.2.13.).

PODRUČJE 13

Slika 5.2.13.: Područje 13 ne zadovoljava eliminacijske kriterije

Izvor: autor

Područje 14 za potencijalnu lokaciju onshore LNG terminala (zelena strelica) koordinata 42°33,3' N i 18°14,5 E zaklonjeno je od NNE vjetra, ali je izloženo SE vjetru. Udaljenost od priključka na plinsku mrežu (Dubrovnik) je 14 km. Postoji kopnena infrastruktura (ceste).

PODRUČJE 14 (južni Jadran, Cavtat)

Slika 5.2.14.: Područje 14 za lokaciju onshore LNG terminala

Izvor: autor

5.3. Određivanje kriterija i vrednovanje

Obzirom da uspoređivanje utjecaja LNG terminala na okoliš nije jednostavno, jer nisu mjerljivi po istom kriteriju, u ovom radu su utjecaji na morski okoliš podijeljeni u skupine kriterija, a onda su se u svakoj skupini kriterija definirali kriteriji (podkriteriji). Nakon toga su se kriteriji, odnosno mjerila, vrednovali. Prije vrednovanja, određene su težine grupa, a zatim su određene i težine za svaki kriterij posebno (unutar svake grupe). Težine za grupe i kriterije unutar grupa izražene su u postotcima (%), na način da zbroj težina svih pet grupa čini 100%, a zbroj težina svih kriterija unutar jedne grupe predstavlja iznos postotka težine te skupine.

Vrednovanje je provedeno pojedinačno za svaku grupu, gdje se u svakoj varijanti/scenariju dala prednost jednoj grupi (ukupno tri scenarija). U 1. scenariju, prednost je dana ekonomskoj, u 2. scenariju ekološkoj i na kraju sigurnosnoj skupini (što je prikazano u tablici 5.4.3. Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima). Zatim se unutar grupa vrednovanje provelo na način da su se vrednovali kriteriji unutar skupine, tj. u međusobnim odnosima (međusobni odnosi težine grupe i težine kriterija, dani su u tablicama 5.4.4.a, 5.4.4.b i 5.4.4.c, u Prilogu I). Najčešće se upotrebljava matrica u kojoj je veličina svakog učinka predstavljena brojčano ili grafički. Procjena odgovarajuće veličine svakoga utjecaja pojedinačno, zahtijeva prosuđivanje koje nije jednostavno. U ovom slučaju procjenjivanje težina kriterija i grupa, provedeno je na osnovu znanstvenih podataka i iskustava uzimajući u obzir dobre i loše strane za svaki kriterij.

Svaka lokacija ima svoje karakteristike, te su u ovom radu promatrane odabrane lokacije na osnovu predeliminacijskih i eliminacijskih kriterija. Zatim su definirani kriteriji po kojima se ocjenjivala svaka lokacija LNG terminala, gdje svaki od kriterija ima svoju rang listu. Temeljem svih kriterija zajedno traži se najbolja lokacija, tj. ona koja će zadovoljiti sve kriterije (imati najmanje utjecaja na okoliš). Tako su vrednovana varijantna rješenja prema uspostavljenim kriterijima. Paralelno je provedeno vrednovanje u trima (3) scenarijima, gdje se u svakom scenariju dala prednost jednom kriteriju, tj. gdje su određeni kriteriji imali veću težinu.

Sagledavanjem skupine utjecaja LNG terminala tijekom gradnje, korištenja i zatvaranja, moguće je izdvojiti utjecaje i klasificirati ih u pet (5) skupina kriterija:

1. EKONOMSKI KRITERIJI
2. EKOLOŠKI KRITERIJI
3. SIGURNOSNI KRITERIJI
4. PROMETNA POVEZANOST
5. POTREBE ZA PLINOM

Svaka od gore navedenih skupina, ima svoje podkriterije koji su definirani ovisno o vrsti aktivnosti koje se provode.

EKONOMSKI KRITERIJI – vezani su za gradnju i korištenje LNG terminala, tj. troškove koji se pri tome javljaju (kao i utjecaj dubine mora, vrste morskoga dna, blizine cjevovoda (plinovoda), pristupnih cesta i drugih vrijednosti, što povećavaju troškove gradnje i korištenja LNG terminala). Zbog tehničke ograničenosti ovog istraživanja i dostupnim podacima, iznosi su promatrani u odnosu na ukupan iznos troška (naveden u Poglavlju 2.). Osnovno obilježje ekonomskih kriterija jeste rentabilnost, tj. isplativost. Rentabilnost istodobno djeluje u procesu donošenja i realizacije investicijske odluke.

Rizik je povezan s ulaganjima i ima određene novčane vrijednosti. [40]

Opis ekonomskih kriterija je dan u tablici 5.4.2., gdje su cijene i troškovi izraženi u milijunima dolara, a ostali utjecaji na zaposlenost, promet, turističke i gospodarske aktivnosti, te smanjenje vrijednosti zemljišta, izraženi su brojčanim odnosima (od 1 do 10) koji su objašnjeni u poglavlju 5.4. Prikaz ocjenjivanja/vrednovanja. Sukladno tome, veća ocjena predstavlja veći trošak, odnosno gubitak. Vrednovanje ekonomskih kriterija, kao i svih ostalih kriterija, prikazano je u tablicama u Prilogu I (5.4.4.a, 5.4.4.b, 5.4.4.c) za sva tri različita scenarija.

EKOLOŠKI KRITERIJI – određuju dobro stanje mora, odnosno zaštitu morskoga okoliša (flore i faune). Opis ekoloških kriterija je dan u tablici 5.4.2., gdje su navedeni utjecaji izraženi u brojčanim odnosima (od 1 do 10), kojima su vrijednosti objašnjene u poglavlju 5.4. Prikaz ocjenjivanja/vrednovanja. U ekološkim parametrima, veća ocjena predstavlja veći negativni utjecaj. Vrednovanje ekoloških kriterija prikazano je u tablicama u Prilogu I (5.4.4.a, 5.4.4.b, 5.4.4.c).

Ekološki parametri su dinamični i stalno promjenjivi u svom intenzitetu, količini i karakteru djelovanja na životinjske i biljne organizme. Sastav i količina ovih čimbenika mijenjaju se ne samo tijekom godine i godišnjih doba nego i tijekom 24 sata. [38]

Mjerenje svih navedenih parametara u skupini EKOLOŠKI KRITERIJI, potrebno je provesti u nekom dužem periodu, kako bi se dobila saznanja o promjenama koje se događaju unutar promatranoga područja morskoga okoliša. Sva navedena mjerenja, o ekološkim kriterijima, djelomično se provode na području Jadranskoga mora, ali u raznim projektima. Obzirom na obveze iz Okvirne direktive o morskoj strategiji (ODMS), kao i Programa mjera zaštite i upravljanja morskim okolišem i obalnim područjem, ovakva mjerenja bi trebala biti kontinuirana i objedinjena.

SIGURNOSNI KRITERIJI – određuju ih kriteriji sigurnosti za okoliš i čovjeka, odnosno utjecaji mogućih akcidentnih situacija i ugrožavanje zdravlja čovjeka. Moguće opasnosti su od eksplozije, požara ili ozeblina od ukapljenog plina uslijed nepravilnog rukovanja. Vrednovanje unutar ove skupine odnosi se na ocjenjivanje mogućih opasnosti. Obzirom na važnost ove skupine i moguće posljedice, u slučaju akcidenta, svaki od kriterija unutar ove skupine bi se trebao istražiti posebno i u kumulativnom odnosu, poglavito ako se radi o blizini naselja (urbanih centara) ili nekih drugih industrija (industrijske zone). Unatoč tome što do velikih nesreća u skladišnim kapacitetima do sada nije došlo nigdje u svijetu, i obzirom na veliku sigurnost spremnika s dvostrukom stijenkom (pa i veliku otpornost na seizmičke aktivnosti), potrebno je dati pozornost ovoj skupini kriterija u prvom redu zbog stanovništva i njihove sigurnosti, ali i zbog utjecaja na okoliša. Također, potrebno bi bilo uzeti u obzir i moguće terorističke napade (do kojih do sada nije dolazilo), pri razvoju pratećeg sigurnosnog sustava infrastrukture.

Opis sigurnosnih kriterija dan je u tablici 5.4.2., gdje su navedeni utjecaji izraženi u brojčanim odnosima (od 1 do 10) koji su objašnjeni u poglavlju 5.4. Prikaz ocjenjivanja/vrednovanja. Kod sigurnosnih parametara, veća ocjena predstavlja veći negativni

utjecaj. Vrednovanje sigurnosnih kriterija prikazano je u tablicama u Prilogu I (5.4.4.a, 5.4.4.b, 5.4.4.c).

PROMETNA POVEZANOST – predstavlja skupinu kriterija koji se odnose na prometne pravce, ne samo morske nego i kopnene, njihovu udaljenost od samog LNG terminala, te povezanost s potrošačima. Prometna povezanost je skupina mjerila gdje je ocjenjivana razvijenost prometne povezanosti određene lokacije, prvenstveno cjevovodima (cjevovodni transport), kao i povezanost LNG terminala s cestovnim i željezničkim prometnicama. Svaka lokacija je ocjenjena u međusobnim ovisnostima, tj. prometnim povezanostima.

Opis prometne povezanosti nalazi se u tablici 5.4.2., gdje su navedeni utjecaji izraženi u brojčanim odnosima (od 1 do 10) koji su objašnjeni u poglavlju 5.4. Prikaz ocjenjivanja/vrednovanja. U procjeni prometnih pravaca, veća ocjena znači udaljenije prometne pravce. Vrednovanje prometne povezanosti prikazano je u tablicama u Prilogu I (5.4.4.a, 5.4.4.b, 5.4.4.c).

POTREBE ZA PLINOM – predstavlja skupinu mjerila u kojoj se vrednuju stvarne potrebe za plinom i njihovo zadovoljenje. Ovdje se definiraju potrebne količina plina za određeno područje, koje gravitira tomu budućemu LNG terminalu. Ova skupina mjerila izravno ovisi o EKONOMSKOJ SKUPINI kriterija, kao i tržišnim trendovima.

Opis potreba za plinom dan je u tablici 5.4.2., gdje su navedeni utjecaji izraženi u brojčanim odnosima (od 1 do 10) koji su objašnjeni u poglavlju 5.4. Prikaz ocjenjivanja/vrednovanja. U procjeni potreba za plinom, veća ocjena znači manju potrebu za plinom. Vrednovanje potrebe za plinom prikazano je u tablicama u Prilogu I (5.4.4.a, 5.4.4.b, 5.4.4.c). U ovom doktorskom radu, određene su težine po skupinama kriterija i međusobno.

5.3.1. Višekriterijska analiza

Višekriterijsko odlučivanje u sebi objedinjuje: sociološke, psihološke ili fizičke elemente. Osnovni koraci prikazivi na slijedeći način:

1. definiranje/izbor ciljeva i određivanje načina njihovog postizanja – primjeri takvih ciljeva
2. gospodarski razvoj, uporaba prirodnih resursa, izgradnja ili očuvanje okoliša;
3. formalizacija problema i određivanje te vrednovanje kriterijskih funkcija – ovaj korak podrazumijeva izbor mjerljivih vrijednosti uspješnosti postizanja prethodno odabranih ciljeva i sl.;

4. izbor i upotreba odgovarajuće metode višekriterijske optimizacije odnosno optimizacije u užem smislu;
5. usvajanje konačnoga rješenja ili ponavljanje cijelog postupka, počevši od drugog (nekada čak i prvog) koraka. [53]

Postoji više skupina metoda višekriterijske analize:

1. Metoda ELECTRA –Roy (1976)
2. Metoda ANALYTIC HIERARCHY PROCESSING (AHP) – Saaty (1980)
3. Metode PROMETHEE- Brans i Vincke (1984)

U ovom radu odabrana je Metoda PROMETHEE (Brans i Vincke, 1984), obzirom na programsku potporu i koncepciju blisku „sustavima za podršku odlučivanja“ (Decision Support Systems), kao i dostupnost aplikacije (licence). U ovom radu je korišten Visual PROMETHEE beta version 0.93.1.1.

5.3.2. Rangiranje po prioritetu

Nakon određivanja skupina mjerila koje najbolje opisuju mogućnost zaštite morskog okoliša pri izgradnji LNG terminala: *ekonomska, ekološka*, *sigurnosna*, *prometna povezanost i potrebe za plinom (zadovoljenje potreba),* provedeno je vrednovanje prema uspostavljenim kriterijima za razmatrane lokacije, sukladno provedenoj anketi znanstvenika i dostupnim znanstvenim podacima. Za svaku promatranu lokaciju uspostavljeno je rangiranje, gdje su se ocjenjivanjem rangirali kriteriji (ekonomski, ekološki, sigurnosni, prometna povezanost i potrebe za plinom). Tako je svakoj skupini određena težina (tablica 5.4.1.). Nakon što je skupinama određena težina, također je i kriterijima (podkriterijima) unutar grupe određena težina (kod rangiranja za svaku varijantu/scenarij).

U ovom radu su paralelno promatrana tri (3) scenarija, gdje je u svakom od scenarija, jednoj skupini kriterija dana veća težina (dan dominantniji utjecaj). Sva vrednovanja u svim varijantama su provedena za FSRU, onshore i offshore LNG terminale. Vrednovanje kriterija u skupinama prema trima scenarijima za promatrane vrste LNG terminala provedeno je putem ankete znanstvenika i stručnjaka (primjer anketnog formulara s popratnim objašnjenjima nalazi se u Prilogu V). Rezultati dobiveni anketiranjem prikazani su kao srednje vrijednosti što je dano u Prilogu I (tablice 5.4.4.a., 5.4.4.b. i 5.4.4.c.).

Temeljem definiranih kriterija, ocjenjivanjem prema rangu koristeći višekriterijsku analizu određeno je rangiranje po prioritetima i od vrednovanih lokacija izdvojena je najbolje rangirana potencijalna lokacija za LNG terminal. Nakon toga se, na odabranoj potencijalnoj lokaciji, pristupilo izradi modela u kojem se detaljno analizirao jedan od utjecaja (temperatura). U tu svrhu je korišten prilagođeni ROMS model.

Utvrđivanjem kriterija, generalni odabir optimalne lokacije dobiven je temeljem primjene višekriterijske analize – PROMETHEE i geometrijskim predstavljanjem rezultata PROMETHEE pomoću GAIA, koja je praktična, jer se svaki kriterij međusobno može uspoređivati iako je izražen u različitim jedinicama/vrijednostima. Na taj način je izdvojena lokacija, koja je uzimajući u obzir sve kriterije, najpovoljnija.

PROMETHEE I (djelomično rangiranje) i PROMETHEE II (potpuno rangiranje) razvijene su od strane J. P. Bransa i predstavljene prvi put godine 1982. na Konferenciji u organizaciji R. Nadeau i M. Landry na Sveučilištu Laval, Quebec, Kanada. [31]

U ovom radu, rezultati dobiveni PROMETHEE analizom, grafički su prikazani pomoću GAIA, (Prilog I).

GAIA analiza daje geometrijsku prezentaciju rezultata metode PROMETHEE, gdje program svodi višedimenzijski problem na dvodimenzijski kako bi se omogućila prezentacija u ravnini. Po svojoj prirodi, dimenzija višekriterijske analize određena je brojem kriterija (svaki kriterij određuje jedan vektor u takvom prostoru), stoga se problem treba svesti u okvire dviju dimenzija. U dvodimenzionalnoj GAIA ravnini vidljive su i aktivnosti i kriteriji što omogućava izravnu interpretaciju višekriterijske zadaće. Geometrijska prezentacija višekriterijske analize predstavlja vrlo snažan alat u rukama analitičara sustava i dragocjena je pomoć pri zadaćma koje karakteriziraju djelomično ili potpuno konfliktni kriteriji.[39]

5.4. Prikaz ocjenjivanja/vrednovanja

Temeljni zadatak u procesu višekriterijske analize je odabir kriterija. Kako bi se moglo pristupiti rangiranju utjecaja lučkih terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš, određene su skupine kriterija, odnosno kriteriji po kojima su najučinkovitije razvrstani u skupine. Odabir kriterija i njihovo vrednovanje je najvažniji zadatak za uporabu višekriterijskih metoda. Za svaki problem odabrani su kriteriji koji ističu najvažnije aspekte objektivnog sagledavanja.

Nakon određivanja skupina mjerila i dodjeljivanja oznaka za te kriterije, detaljno je opisan svaki kriterij, tj. njegovo značenje (tablica 5.4.2. Opis kriterija).

Nakon toga, određene su težine skupina kriterija, gdje je ukupna težina svih pet skupina izražena u postotku i to 100% (tablica 5.4.3. Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima). Odabrana su tri scenarija (SC 1, SC 2 i SC 3), gdje je u svakom scenariju dana važnost/prednost jednoj skupini kriterija, prema njihovom kumulativnom odnosu.

Nadalje, unutar svake od pet skupina, u međusobne odnose stavljani su kriteriji i njihov udio u kumulativnom utjecaju za tu skupinu, te su na taj način određene težine kriterija izražene u postotcima (tablice 5.4.4.a, 5.4.4.b i 5.4.4.c, – Prilog I). Zbroj težina kriterija unutar grupe predstavlja postotak težine te skupine.

U tablici 5.4.1. Težine grupa i kriterija unutar skupina, prikazane su i izražene u postotcima težine za svaku grupu, kao i za svaki kriterij unutar grupa prema tri prethodno navedena scenarija.

Tablica 5.4.1.: Težine skzupina i kriterija unutar slupina

GRUPA KRITERIJA	OZNAKA KRITERIJA	SCENARIJ	TEŽINA GRUPE (%)	TEŽINE KRITERIJA (%)	SCENARIJ	TEŽINA (%) GRUPE	TEŽINE KRITERIJA (%)	SCENARIJ	TEŽINA (%) GRUPE	TEŽINE KRITERIJA (%)
EKONOMSKI	E 1	SC 1	35	8,40	SC 2	30	7,20	SC 2	15	4,00
	E 2			7,35			6,30			3,00
	E 3			0,70			0,60			0,20
	E 4			2,45			2,10			0,20
	E 5			1,05			0,90			0,20
	E 6			1,75			1,50			2,00
	E 7			1,05			0,90			2,50
	E 8			4,20			3,60			0,20
	E 9			2,45			2,10			0,20
	E 10			3,50			3,00			0,75
	E 11			2,10			1,80			1,75
EKOLOŠKI	EK 1	SC 1	30	5,40	SC 2	40	7,20	SC 2	25	3,50
	EK 2			3,00			4,00			2,50
	EK 3			2,70			3,60			2,25
	EK 4			2,40			3,20			2,00
	EK 5			1,20			1,60			1,00
	EK 6			1,20			1,60			1,00
	EK 7			0,30			0,40			0,25
	EK 8			2,70			3,60			1,75
	EK 9			3,00			4,00			2,00
	EK 10			1,80			1,80			1,50
	EK 11			3,00			4,00			3,00

	EK 12			1,80			1,80			3,00
	EK 13			1,50			3,20			1,25
SIGURNOSNI	S 1	SC 1	15	6,00	SC 2	10	4,00	SC 2	35	14,00
	S 2			6,00			4,00			14,00
	S 3			0,75			0,50			1,75
	S 4			2,25			1,50			5,25
PROMETNA POEZANOST	PR 1	SC 1	10	2,50	SC 2	10	2,50	SC 2	15	0,50
	PR 2			2,50			2,50			6,00
	PR 3			2,50			2,50			1,00
	PR 4			1,00			1,00			0,25
	PR 5			0,50			0,50			5,75
	RP 6			1,00			1,00			1,50
POTREBE ZA PLINOM	PL 1	SC 1	10	2,50	SC 2	10	3,00	SC 2	10	7,00
	PL 2			2,50			3,00			2,00
	PL 3			2,00			2,00			0,50
	PL 4			3,00			2,00			0,50

Izvor: autor

U tablici 5.4.2. Opis kriterija, dan je podroban opis kriterija po grupama, kao i način vrednovanja, tj. mjerne jedinice. Obzirom da za svaki kriterij nije moguće koristiti iste mjerne jedinice, odnosno isti način vrednovanja, u dolje navedenoj tablici je dan opis kriterija i način vrednovanja. Opis kriterija može se koristiti i za druge vrste aktivnosti, može biti opširniji, ali svakako mora biti prilagođen određenim aktivnostima koje se planiraju provesti na nekom području.

Tablica 5.4.2.: Opis kriterija

SKUPINA KRITERIJA	KRITERIJ		
	Puni naziv, mjerne jedinice i oznaka kriterija	**Oznaka kriterija**	**Opis kriterija**
EKONOMSKI	Cijena izgradnje *(US dolari)*	E 1	Podrazumijeva trošak istražnih radova, projektiranja, nadzora, gradnje i ostale troškove izgradnje objekta bez troškova rješavanja imovinsko-pravnih odnosa. Na navedene troškove bitno utječe dubina mora, vrsta morskog dna, blizina cjevovoda/plinovoda kao i prilaznih cesta i dr.
	Troškovi upravljanja i održavanja *(US dolari)*	E 2	Uključuje troškove održavanja .
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal (onshore) *(US dolari)*	E 3	Odnosi se na moguće aktiviranje nekih postojećih poslovnih ili stambenih prostora na promatranoj lokaciji u svrhu rada LNG terminala, odnosno uklanjanje postojećih poslovnih ili stambenih prostora na promatranoj lokaciji za izgradnju LNG terminala.
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva (odnosi se na onshore terminale) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	E 4	Predstavlja udaljenost LNG terminala od naselja (udaljenost od zemljišta stanovništva zbog narušavanja sveopćega izgleda, utjecaj mogućih onečišćenja i buke). (veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području (za onshore terminale, a kod offshore terminala se odnosi na najbliža kopnena naselja) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	E 5	Odnosi se na otvaranje novih radnih mjesta u tom području gdje bi se izgradio onshore LNG terminal, a kod offshore terminala se promatra bi li izgrađeni offshore (odobalni) terminal imao utjecaja na najbliža kopnena naselja, može li to imati utjecaja na povećanje zaposlenosti. (veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Utjecaj na postojeći promet (moguće povećanje prometa i negativne posljedice na već postojeći promet) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	E 6	Predstavlja koliko je moguće povećanje prometa, ondnosno koliki je mogući negativni utjecaj povećanja prometa na dotadašnje aktivnosti i promet. (veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja (onshore i kod offshore LNG terminala vezano za nautički i cruising turizam	E 7	Predstavlja eventualne gubitke na mogućoj zaradi uslijed razvoja turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja (onshore i kod offshore LNG terminala vezano za nautički i cruising turizam – morski putovi).

	– morski putovi) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*		(veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Operativne teškoće * Troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon) *(US dolari)*	E 8	Troškovi uslijed mogućega privremenoga prestanka rada terminala (hladni pogon).
	Operativne teškoće * Troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminala nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa) *(US dolari)*	E 9	Troškovi uslijed ponovnoga pokretanja (stavljanje u rad) terminala.
	Troškovi uslijed mogućih akcidentnih situacija *(US dolari)*	E 10	Uključuje troškove koji bi se javili uslijed nekoga akcidentnoga događaja (izlijevanje nafte ili ulja iz brodova, požara, izljevanja tekućeg LNG-a, ratova, terotističkih akcija, prestanka dobave plina ...).
	Troškovi zatvaranja ili sanacije *(US dolari)*	E 11	Uključuje moguće troškove koji se javljaju prigodom zatvaranja ili sanacije terminala, uključujući i zbrinjavanje građevinskog otpada.
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (*morski okoliš* – moguće negativne promjene) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 1	Uključuje utjecaj na morski okoliš - moguća pojava negativnih promjena uslijed izgradnje, rada i zatvaranja/sanacije LNG terminala (pri ocjenjivanju težinu će nositi veći negativan utjecaj, tj. ocjena će sadržavati najveći negativan utjecaj koji se odnosi na utjecaj na morski okoliš pri izgradnji, rada ili zatvaranja terminala). U izgradnji LNG terminala, na morski okoliš bitno utječe i dubina mora, podvodna buka (moguće produbljivanje morskog dna, detonacije i drugi elementi). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj na okoliš (*zrak* – moguće negativne promjene) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 2	Uključuje utjecaj na zrak - moguća pojava negativnih promjena uslijed izgradnje, rada i zatvaranja/sanacije LNG terminala (pri ocjenjivanja težinu će nositi veći negativan utjecaj, tj. ocjena će sadržavati najveći negativan utjecaj koji se odnosi na utjecaj na morski okoliš kod izgradnje, rada ili zatvaranja terminala). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj na okoliš		Uključuje utjecaj na tlo; moguća pojava

	(pojam „tlo" se kod onshore terminala odnosi na zemljište na kojem bi se gradio/nalazio LNG terminal, dok kod offshore terminala pojam „tlo" se odnosi na morsko dno) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 3	negativnih promjena uslijed izgradnje, rada i zatvaranja/sanacije LNG terminala (kod ocjenjivanja težinu će nositi veći negativan utjecaj, tj. ocjena će sadržavati najveći negativan utjecaj koji se odnosi na negativan utjecaj na morski okoliš kod izgradnje, rada ili zatvaranja terminala). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Bioraznolikost *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 4	Uključuje utjecaj (mogući negativan utjecaj) na floru i faunu na promatranoj lokaciji, prvenstveno na morska staništa, a kod onshore terminala uzimaju se u obzir i staništa na kopnu. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Meteorološki Utjecaji *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 5	Uključuje utjecaj vjetrova na raznošenje mogućih onečišćenja (putem zraka, na kopnu i moru), poglavito utjecaj bure (jakoga sjevernoga vjetra i južnih vjetrova s kišom); ocjena će se odnositi na najveći negativni utjecaj nekog vjetra (sjeverni, južni). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj na klimu *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 6	Odnosi se na mogući negativan utjecaj LNG terminala na smanjenje svjetla, promjenu topline, vlažnosti i atmosferskih padalina za promatrane lokacije (ocjena će se odnositi na najizraženiji negativni utjecaj od navedenih). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
EKOLOŠKI	Utjecaj kemijskih parametara *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 7	Odnosi se na moguća onečišćenja morskog okoliša uslijed rada LNG terminala, a onečišćenje morskog okoliša se odnosi na teške metale, klor (Cl), otopljeni kisik, pH, hranjive soli (NO_2, NO_3, NH_4, N_{tot}, PO_4, P_{tot}, SiO_4). Ocjena će sadržati najveći negativan utjecaj od navedenih kemijskih parametara, jer će neki biti neznatni, imati zanemariv utjecaj ili ga neće biti. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj fizikalnih parametara *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 8	Odnosi se na moguće promjene: temperature mora, salinitet, gustoću mora, prozirnost i boju mora. Ocjena će sadržavati kumulativni utjecaj, odnosno promjenu temperature mora, jer su ostali parametri usko povezani s temperaturom mora. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj morskih struja *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 9	(veća ocjena znači veći negativan utjecaj)

	Utjecaj bioloških parametara *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 10	(veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Krajobraz *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 11	Predstavlja utjecaj na oduzeto područje (na kopnenom dijelu se odnosi na oduzete zelene površine). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Zaštićena područja *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 12	Uključuje utjecaj na zaštićena područja (ukoliko bi se promatrana lokacija nalazila u blizini zaštićenih područja), kao i utjecaj podvodne buke. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Buka *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	EK 13	Ocjenjuje se utjecaj buke na okolno stanovništvo, tj. naseljena područja u neposrednoj blizini terminala. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
SIGURNOSNI	Požari *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	S 1	Ocjenjuje se mogućnost nastajanja požara, tj. moguća sigurnosna zaštita. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite)
	Eksplozije *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	S 2	Ocjenjuje se mogućnost nastajanja eksplozije, tj. moguća sigurnosna zaštita. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite)
	Ozebline kod izlijevanja ukapljenog plina *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	S 3	Ocjenjuje se mogućnost nastajanja ozeblina na tijelu uposlenih uslijed izlijevanja ukapljenoga plina, tj. moguća sigurnosna zaštita koja omogućava sprječavanje izlijevanja. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite)
	Akcidentne situacije – veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	S 4	Uključuje moguća onečišćenja morskog okoliša uslijed izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora). Promatra se mogućnost sprječavanja nastanka akcidentnih situacija, kao i sprječavanje posljedice za morski okoliš. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite/sprječavanja)
PROMETNA POVEZANOST	Blizina posotjećih kopnenih prometnih pravaca (morskih i cjevovodnih) od LNG terminala (on i off shore) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PR 1	Predstavlja mogućnost postizanja najmanje udaljenosti od postojećih kopnenih prometnih pravaca kako bi raspodjela odnosno prijenos plina bio što je moguće isplativiji. (veća ocjena znači udaljenije morske pravce)
	Blizina posotjećih morskih prometnih pravaca od LNG terminala (on i off	PR 2	Predstavlja mogućnost postizanja najmanje udaljenosti od postojećih morskih prometnih pravaca kako bi raspodjela odnosno prijenos

	shore) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*		plina bio što je moguće isplativiji. (veća ocjena znači udaljenije morske pravce)
	Blizina posotjećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG terminala (on i off shore) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PR 3	Predstavlja mogućnost postizanja najmanje udaljenosti od postojećih cjevovodnih transportnih pravaca kako bi raspodjela odnosno prijenos plina bio što je moguće isplativiji. (veća ocjena znači veću udaljenost od postojećih cjevovoda)
	Raspoloživost prostora (slobodno zemljište kod onshore) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PR 4	Definira prostor koji treba rezervirati u prostorno-planskoj dokumentaciji za buduće zahvate. Novi zahvati se neće izvoditi npr. na arheološkom području, na posebno značajnom poljoprivrednom zemljištu ili na prostoru s objektima kojih bi premještanje značilo preveliki zahvat (zbog prometne povezanosti). (veća ocjena znači udaljenije prometne pravce)
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PR 5	Predstavlja kriterij tehničke izvodljivosti zahvata glede zahtjeve temeljenja, tj. postojeće zahtjeve i mogućnosti (prostorno-tehničke izvodljivosti), prometnog povezivanja. (veća ocjena znači veće tehničke zahtjeve)
	Oštećenja reljefa i mogućnosti sanacije *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PR 6	Predstavlja količinu oštećenja krajobraza zbog izvođenja pojedine varijante rješenja, tj. pojedine lokacije. (veća ocjena znači veće oštećenje reljefa)
POTREBE ZA PLINOM	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PL 1	Predstavlja mogućnost potrebe za plinom u užem području LNG terminala (kolika je potrošnja plina u toj regiji – kućanstva, industrija ....). (veća ocjena znači manju potrebu za plinom)
	Potrebe za plinom za cijelu regiju *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PL 2	Predstavlja potrebe i mogućnosti za primjenu plina u cijeloj regiji tog LNG terminala (kolika je potrošnja plina u toj regiji – kućanstva, industrija ....). (veća ocjena znači manju potrebu za plinom)
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država) *(ekspertna procjena od 1 do 10)*	PL3	Predstavlja potrebe za plinom za susjedne države za promatranu lokaciju LNG terminala (u ovom slučaju potreba podrazumijeva najveći broj država koje bi se opskrbljivale plinom sa LNG terminala s promatrane lokacije). (veća ocjena znači manju potrebu za plinom)
	Mogućnost skladištenja plina	PL 4	Predstavlja najbolju mogućnost skladištenja plina za promatranu lokaciju (kapacitet,

	(ekspertna procjena od 1 do 10)		sigurnost ...). (veća ocjena znači manje teškoće prilikom sladištenja)

Izvor: autor

Sukladno definiranim kriterijima, te njihovim značenjima i određenim težinama, provedena je anketa među znanstvenicima u periodu od rujna 2016. do prosinaca godine 2016. Na taj način je ostvareno vrednovanje svih kriterija unutar skupina za sva tri određena scenarija. Anketni podaci su analizirani i kao konačna vrijednost/ocjena uzeta je njihova srednja vrijednost (kako kod određivanja težina skupina i kriterija, tako i pri vrednovanju svakog kriterija posebno). Srednje vrijednosti anketnih podataka za sva tri (3) scenarija dane su u tablicama 5.4.4.a, 5.4.4.b i 5.4.4.c (u Prilogu I). Slike vrednovanih područja u prethodno navedenim tablicama, nalaze se u Prilogu V.

Težine skupine kriterija

Određivanjem težine kriterija po scenariju za skupine kriterija, daje se važnost određenim kriterijima koji su u najvećoj mjeri bitni kod odlučivanja u određenom postotku. Težine definiranih pet (5) skupina kriterija, određene su u tri (3) skupine scenarija prikazane u tablici 5.4.3. u kojima se važnosti pojedinih kriterija određuju sukladno prioritetima. Za svaku skupinu težine kriterija, provedeno je vrednovanje kojemu su vrijednosti prikazane u tablicama 5.4.4.a.), 5.4.4.b.) i 5.4.4.c.) pod nazivom*: „Matrica vrednovanja varijantnih rješenja po utvrđenim kriterijima"* (Prilog I). U tim tablicama je vrijednost težine skupine izražena u postotku, a vrijednosti težine kriterija su razdijeljene na kriterije unutar skupine (napravljena je prostorna podjela) i normalizirane su vrijednosti s postotkom težine te grupe kriterija.

Vrednovanje je utvrđivanje odnosa među kriterijima. Izbor ovakvog pristupa vrednovanju skupina težina kriterija, koji podrazumijeva normaliziranje na 100%, odabran je zbog jednostavnosti i razumljivosti za sve anketirane osobe.

Obzirom da se u ovom radu daje metodologija vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš, razvijena je metoda i prilagođen je ROMS model vrednovanju kriterija u metodološkom smislu. ROMS model (Regional Ocean Modeling System, razvijen na Rutgers University, University of California,, Los Angeles), matematički je model koji se temelji na jednadžbama mehanike fluida, od kojih su primarne jednadžbe koje se koriste u oceanografiji i meteorologiji. U ovom radu je korištena posljednja besplatna verzija (svn revision number = "845M"; Version number : "ROMS/TOMS, Version 3.7").

Nakon određivanja težine kriterija prema scenarijima, određene su vrijednosti težine kriterija unutar skupina kriterija u njihovom međuodnosu unutar određenog postotka težine kriterija. U Prilogu I, u tablicama *„Matrica vrednovanja varijantnih rješenja po utvrđenim kriterijima"* ocjenjivanje, tj. odnosi vrednovanja prikazani su brojevima od 1 do 10 (za sva tri scenarija prikazana u Prilogu I). Opis ocjena/bodova naveden je pod nazivom *Ocjenjivanje/vrednovanje kriterija*.

U tablici 5.4.3. Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima, prikazane su skupine kriterija po scenariju (SC 1, SC 2 i SC 3), gdje se u svakoj skupini daje prednost, tj. veća težina za jedan kriterij (ekonomski, ekološki ili sigurnosni), kao kriterij koji ima najveći utjecaj na odluku i okoliš u odnosu na preostale. Za skupine kriterija PROMETNA POVEZANOST i POTREBE ZA PLINOM, gdje bi im se dala veća prednost nad ostalim kriterijima, tj. veća težina u odnosu na ostale skupine kriterija, nisu promatrani rezultati kao posebni scenariji.

Tablica 5.4.3.: Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima

SKUPINE KRITERIJA	TEŽINE KRITERIJA PO SCENARIJU		
	SC 1	SC 2	SC 3
EKONOMSKI	35%	30%	15%
EKOLOŠKI	30%	40%	25%
SIGURNOSNI	15%	10%	35%
PROMETNA POVEZANOST	10%	10%	15%
POTREBE ZA PLINOM	10%	10%	10%
UKUPNO:	100%	100%	100%

Izvor: autor

Odnosi, tj. težine kriterija koji su dani u tablici 5.4.3., određeni su prema dosadašnjim iskustvima iz raznih studija utjecaja na okoliš i drugih stručnih izvora. U ovom radu, uz ekološke i ekonomske skupine kriterija, detaljno je obrađen scenarij za sigurnosnu grupu kriterija. Sukladno navedenom, u 1. scenariju (SC 1) dana je važnost (veća težina) EKONOMSKIM KRITERIJIMA, u 2. scenariju (SC 2) EKOLOŠKIM KRITERIJIMA i u 3. scenariju (SC 3), veća važnost (veća težina) dana je SIGURNOSNIM KRITERIJIMA.

Pojašnjenje ocjenjivanja/vrednovanja svakog pojedinog kriterija za tablice koje se nalaze u Prilogu I su:

Težina kriterija:

Ocjena/bod naznačen u koloni pod nazivom težina kriterija (u tablicama 5.4.4.a., 5.4.4.b. i 5.4.4.c), odnosi se na važnost te skupine, a u odnosu je na ostale skupine kriterija. Naime, određena skupina kriterija (od pet prethodno definiranih) ima veću ili manju važnost, pa se prema tome i ocjenjuje/boduje, odnosno vrednuje. Vrednovanje težine skupina kriterija izraženo je u postotcima.

Vrijednosti težine odnosa kriterija unutar grupe kriterija:

Odnos vrijednosti težine kriterija unutar skupine izražen je u postotcima tako da je ukupan zbroj vrijednosti kriterija 100% u odnosu na iznos težine skupine kriterija. Sve skupinee zajedno čine 100% i svi kriteriji unutar grupe čine 100%, ali su oni relativizirani u odnosu na iznos skupine. Vrednovanje kriterija odnosi se na ocjenjivanje/bodovanje težine navedenih kriterija u grupi.

Ocjenjivanje po kriterijima (ekspertna procjena):

Kod ekonomskih/troškova, veća ocjena/brojka znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi!

U ekoloških parametara, veća ocjena znači veći negativan utjecaj.

U sigurnosnih kriterija, veća ocjena znači veći negativan utjecaj.

U prometnih pravaca, veća ocjena znači udaljenije prometne pravce.

U potreba za plinom, veća ocjena znači manju potrebu za plinom.

Ocjenjivanje je provedeno bodovanjem od 1–10, dok je za kriterije novčanih vrijednosti, npr. za troškove, novčani iznos u milijunskim vrijednostima valute (US dolari).

5.5. Rezultati metode PROMETHEE

Metoda PROMETHEE I daje izračunate vrijednosti „Phi“, odnosno ulazne tokove i to (+) i (–) ili odnose dominacije pojedinih parova akcija. Konačne postignute rangove prema izračunatoj neto vrijednosti „Phi“ daje metoda PROMETHEE II. Tablični prikaz je dan u Prilogu I za svaki scenarij posebno (tablice: 5.4.4.a., 5.4.4.b. i 5.4.4.c.).

Ocjenjivanje je provedeno od 1 do 10, a dobiveni rezultati metode PROMETHEE prema trima promatrana scenarija izraženi su tako da *najveća ocjena predstavlja najlošiju varijantu*, tj. najpovoljnija lokacija je ona koja ima najmanju ocjenu. U ovom slučaju, najlošije rangirana lokacija (najveći broj ranga/rank), predstavlja najbolju lokaciju. Ovdje se radi o problemu maksimuma, a ne minimuma kao što je postavka u PROMETHEE tablici. U tom kontekstu su

u svim trima scenarijima analizirani rezultati vrednovani prema problemu maksimu, tako zadnje rangirana lokacija u ovom slučaju predstavlja najbolje varijantno rješenje.

Rezultati za sva tri scenarija dani su u Prilogu I, s tabličnim i dijagramskim prikazom.

Tablica 5.5.1.: Rezultat PROMETHEE analize prema 1. scenariju
Prema SCENARIJU 1

PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	2	0,1297	0,3005	0,1708
2	3	0,1166	0,2825	0,1659
3	2a	0,1050	0,2681	0,1631
4	1	-0,0761	0,2268	0,3030
5	3a	-0,1347	0,1922	0,3269
6	1a	-0,1405	0,1660	0,3064

Za prvi scenarij u rangiranju ovih šest (6) varijantnih rješenja, može se zaključiti da je najlošije rangirana, ali prema ovoj postavci najbolja varijanta (najbolje varijantno rješenje) - lokacija **1a**. Odmah iza nje, ali vrlo blisko rangirana je varijanta **3a**, s apsolutnom razlikom od 0,0058. Najbolje rangirana, ali prema nastavnoj postavci (problem maksimuma) najgora je varijanta **2**. Ostale tri lokacije (**2a, 3** i **2**) grupirane su i u bliskim su vrijednosnim odnosima (s manjim apsolutnim razlikama, ali ipak većim od one razlike koja je između lokacija **1a** i **3a**). Prema scenariju 1 (SC 1), odabir lokacije bi bio između lokacija **1a** i **3a**, s preferencijom na lokaciju **1a**.

Tablica 5.5.2.: Rezultat PROMETHEE analize prema 2. scenariju
Prema SCENARIJU 2

PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	2	0,1526	0,3150	0,1625
2	2a	0,1062	0,2643	0,1581
3	3	0,0862	0,2695	0,1833
4	1	-0,0655	0,2234	0,2889
5	3a	-0,1281	0,1852	0,3134
6	1a	-0,1514	0,1652	0,3166

Prema drugom scenariju postoji gotovo identična situacija, ponovno je najslabije rangirana (a prema našoj postavci najbolja) lokacija **1a**. Sljedeća rangirana lokacija je **3a**

izdvojena kao dobro rješenje. Lokacije **1a** i **3a** su relativno bliske prema vrijednosti ranga s apsolutnom razlikom od 0,0233. Najlošiji izbor je lokacija **2**, jer je u ovom poretku najbolje rangirana, što prema definiranoj postavci predstavlja najlošije rješenje. Prema scenariju 2 (SC 2), odabir lokacije bi bio između lokacija **1a** i **3a**, s preferencijom na lokaciju **1a**. Lokacije **1a** i **3a** izdvajaju se od ostalih i kako su ovdje najlošije rangirane, to prema utvrđenoj postavci znači najbolje varijantno rješenje. U prvom scenariju je manja apsolutna razlika između lokacije **1a** i **3a**, nego u drugom scenariju. U drugom scenariju također je vrlo mala apsolutna razlika između lokacija **1a** i **3a**, ali ipak nešto veća nego što je u prvom scenariju.

Tablica 5.5.3.: Rezultat PROMETHEE analize prema 3. scenariju

Prema SCENARIJU 3

PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	2	0,1785	0,3036	0,1250
2	3	0,1116	0,2717	0,1601
3	2a	0,0738	0,2336	0,1598
4	1	-0,0081	0,2343	0,2424
5	1a	-0,1746	0,1394	0,3139
6	3a	-0,1813	0,2002	0,3815

U scenariju tri (3) moglo bi se reći da su varijante **1a** i **3a** jednako rangirane, jer je njihova apsolutna razlika 0,0067. U tablici je najlošije rangirana lokacija **3a**, što u utvrđenoj postavi predstavlja najbolje rangiranu lokaciju, ali na dijagramu su lokacije **1a** i **3a** gotovo u istom rangu, upravo zbog vrlo male apsolutne razlike. Prema scenariju 3 (SC 3), najbolje rangirana, tj. u ovom slučaju najlošija lokacija jeste lokacija ***2***, kao i u prethodna dva scenarija.

Sagledavajući rezultate sva tri scenarija, dobivenih metodom PROMETHEE, zaključuje se da je lokacija **1a** najbolje varijantno rješenje s kojim se dalje ide u model, gdje se detaljno analizira jedan od kriterija (fizički parametar – *temperatura*).

5.6. Pravci daljnjega istraživanja

Izbor najboljeg mjesta/lokacije ovisi o izboru kriterija koji najbolje opisuju ciljeve koji se žele ostvariti navedenim zahvatom. Težine skupina kriterija koje određuju scenariji od osobitog su značaja za određivanje rang liste varijanti za LNG terminal. Predeliminacijski i

eliminacijski kriteriji su točno definirani i mjerljive su veličine. U skupinama kriterija, podkriterije je moguće podrobnije definirati (navesti više podkriterija), koji bi imali mjerljive veličine, kako bi se izbjeglo subjektivno odlučivanje. Prigodom ocjenjivanja/bodovanja, glavni čimbenik je čovjek.

Stoga, daljnja istraživanja treba usmjeriti u pravcu izrade analiza osjetljivosti i rizika za sve bitne parametre i njihovo ocjenjivanje.

5.6.1. Analiza osjetljivosti

Analizama osjetljivosti, definiraju se istraživanja kojima se utvrđuje kako će promjene ulaznih (početnih) podataka utjecati na konačne rezultate, a na taj način i na zaključke do kojih se dolazi primjenom mjerila za izbor projekta na izlazne (konačne) podatke. Osnovni cilj ovih istraživanja je da se otkriju oni ulazni podaci, kojima i mala promjena u brojčanim vrijednostima može preokrenuti odluku prihvatljivosti, odbacivanja ili odustanku od projekta. Na osnovu toga, može se pristupiti poboljšanju tih podataka i time se izbjegava rasipanje vremena i financijskih sredstava za dobivanje kvalitetnijih podataka, koji samo neznatno utječu na donošenje odluke. Zbog toga, poseban način na koji se provodi analiza osjetljivosti, ovisi kako od metode vrednovanja projekta, tako i od vrste parametara koji su korišteni za vrednovanje.

Gotovo svi podaci koji se upotrebljavaju za vrednovanje projekta, mogu biti do izvjesne mjere podložni greškama. Analiza osjetljivosti može se koristiti za utvrđivanje može li određeni stupanj grešaka u odabranim ulaznim podacima dovesti do preokreta pri odluci o gradnji. Sukladno posljednje navedenom, omogućuje se utvrđivanje kritične vrijednosti za pojedine parametre u odnosu na izabrana mjerila ulaganja. [14]

Za potrebe potpunog uvida kumulativnih utjecaja (svih kriterija), potrebna je poprdrobna analiza osjetljivosti.

5.6.2. Analiza rizika

Analiza rizika pretpostavlja proširenje i dopunjavanje analize osjetljivosti. Analizom osjetljivosti se utvrđuju oni parametri ili ulazni (početni) podaci koji presudno utječu na odluku o prihvaćanju ili odbacivanju određenoga projekta.

Kada su analizom osjetljivosti utvrđeni kritični parametri, može se nastaviti s analizom rizika kako bi se donosiocima odluke pružili prikladniji argumenti za prihvaćanje ili odbacivanje projekta.

Nadalje, nameće se upit povezan o izgledima projekta (pesimistična, optimistična ili najbolja procjena). Pri analizi rizika, prigodom procjenjivanja izvodljivosti projekta, potrebno je uzeti u obzir teoriju vjerojatnosti.

Osnovna namjena analize rizika jest, da uz svaki kritični parametar uzme u obzir odgovarajuće raspodjele vjerojatnosti. Mogu se primjenjivati raznovrsne raspodjele vjerojatnosti. [14]

Analiza rizika, posebno je korisna kod projekata koji se nalaze na granici rentabilnosti ili pri odabiru između dvaju projekata, kojima se tijek dobiti i troškova dosta razlikuju. Slično tome, analiza rizika može pružiti bolju osnovu za donošenje odluke u slučajevima kada su procjene koristi uvjetovane.

Kao i većina najnaprednijih tehnika, analiza rizika ne zanemaruje rasuđivanje, već naprotiv povećava potrebu za mišljenjem stručnjaka. [14]

6. MODEL VREDNOVANJA UTJECAJA LNG TERMINALA NA MORSKI OKOLIŠ

6.1. Teorijske odrednice modela

U ovom radu dana je metodologija, tj. model vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš, tako da je izabrana optimalna lokacija za LNG terminal (ona koja ima najmanje utjecaja na morski okoliš i okoliš općenito), koja je obrađena u Poglavlju 5. Prvo su određeni kriteriji za odabir potencijalnih lokacija, tzv. predeliminacijski kriteriji, koji su obrađeni u Poglavlju 5. Predeliminacijski kriteriji su definirani za cijelo promatrano područje (Jadransko more RH), te su uvršteni u GIS sustav, i na taj način je izdvojeno četrnaest (14) područja. Višekriterijskom ekspertnom analizom je od tih četrnaest (14) područja izdvojeno šest (6) reprezentativnih (potencijalnih) lokacija na kojima je provedeno vrednovanje pomoću PROMETHEE metode. Stoga su određene skupine mjerila: ekonomski, ekološki, sigurnosni, prometna povezanost i potrebe za plinom, kojima je opis prikazan u tablici 5.4.2. Opis kriterija. Unutar skupina kriterija i podkriterija, kao i odnosa skupina kriterija međusobno, određene su težine kriterija koje su prikazane u tablica 5.4.1. Težine skupina i kriterija unutar grupa. Odnos skupine težine kriterija prema scenarijima (tri scenarija), prikazan je u tablici 5.4.3. Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima. Zatim su se potencijalne lokacije, koje su na taj način odabrane (šest odabranih lokacija), vrednovale za sva tri određena scenarija (tablica 5.4.4.a. Matrica vrednovanja varijantnih rješenja po utvrđenim kriterijima (scenarij 1), tablica 5.4.4.b. Matrica vrednovanja varijantnih rješenja po utvrđenim kriterijima (scenarij 2) i tablica 5.4.4.c. Matrica vrednovanja varijantnih rješenja po utvrđenim kriterijima (scenarij 3), prikazane u Prilogu I. Tako vrednovani kriteriji i podkriteriji, analizirani su metodom PROMETHEE i na taj način je odabrana najpovoljnija lokacija na kojoj se dalje promatrao jedan kriterij (promjena temperature), koji je praćen pomoću prilagođenog ROMS modela. Modelom ROMS praćene su promjene temperature u morskom okolišu na navedenim lokacijama uz utjecaj potencijalnog LNG terminala i bez LNG terminala, u određenim vremenskim periodima i na određenim dubinama.

Obzirom na širinu problematike i zahtjevnost izrade ROMS modela, odabran je samo jedan kriterij (promjena temperature), koji se drži vrlo bitnim i koji je vrlo podrobno obrađen. Prema metodologiji koja je dana u ovom radu, za svaki od fizikalnih, bioloških i kemijskih parametara, navedenih u tablici 5.4.2. Opis kriterija, posebno bi se trebalo provesti vrednovanje.

Praćenje parametara potrebno je provesti u nekom dužem periodu u kontinuitetu, kako bi se obuhvatila sva godišnja doba.

6.2. Odabir parametra za promatranje utjecaja LNG terminala na morski okoliš i način praćenja

Prigodom gradnje LNG terminala (bilo da se radi o obalnim ili odobalnim terminalima), prisutne su velike skupine utjecaja na morski okoliš. Kao jedan od navedenih utjecaja, u istraživanju je izdvojen *utjecaj temperature mora*, koji se javlja prigodom plinifikacije LNG-a. Prigodom gradnje LNG terminala i drugih aktivnosti u morskom okolišu, na ovaj način se može koristiti model i za praćenje drugih fizikalnih parametara (npr. *utjecaj suspendiranih čestica na morski okoliš, salinitet, gustoća mora i sl.).* Za neke druge parametre, npr. biološke i kemijske, bila bi potrebna određena prilagodba modela, tj. korištenje nadograđenog ROMS modela (za ekološko modeliranje).

Prigodom određivanja najpovoljnije lokacije za LNG terminal, kao takva lokacija metodom PROMEETHE izdvojena je offshore lokacija (**1a** – Sjeverni Jadran/Istra). Za bolje razumijevanje dobivenih rezultata, parametar *temperatura* praćen je i na lokaciji u Kvarneru. Usporedba je korisna obzirom na različitu prostornu orijentaciju LNG terminala, njihove specifičnosti/različitosti i način rada.

Odabir što većeg broja parametara, tj. točno definiranih parametara od velike je važnosti. Međutim, samo vrednovanje parametara je vrlo bitno i od velike važnosti je u tom dijelu smanjiti utjecaj subjektivnog mišljenja.

6.2.1. Utjecaj temperature mora koja se vraća putem ispusta u morski okoliš

Jedinica kojom se obavlja plinifikacija, zagrijava se morskom vodom kako bi se izbjeglo smrzavanje cjevovoda. Modul sadrži potrebne pumpe, motore, izmjenjivače topline, instrumente i sustav kontrole kako bi se osigurao potreban kapacitet i povezivanje cijevi transporta. Izlazna temperatura morske vode (koja se vraća u morski okoliš je +9 °C). U pravilu, minimalna temperatura morskoga okoliša treba biti +15 °C, kako bi se morska voda iz izmjenjivača mogla ispustiti u morski okoliš (zbog što manje temperaturne razlike – morskog okoliša i ispuštene morske vode).

Za izradu modela, korišteni su ulazni podaci morskoga okoliša (temperatura i struje) u Sjevernom Jadranu u ljetnim i zimskim mjesecima iz rezultata raznih projekata. U pojedinim godišnjim dobima (praćenim periodima ljeto/zima), proučene su temperature šireg područja

nakon ispuštanja morske vode u morski okoliš, i to u vodenom stupcu (na dubinama 2 m, 5 m, 15 m i 25 m), kao i na površini morske vode i morskom dnu uz utjecaj morskih struja.

Utjecaj morske vode koja se vraća u morski ekosustav, praćen je na način simulacije konstantnoga protoka hladnije morske vode od 2 m^3/s i 20 m^3/s, kroz cijev koja se ispušta u morski okoliš na dubini od 20 m. Pri simulaciji protoka od 2 m^3/s, opaženo je da nema nekih promjena u morskom okolišu. Stoga su prikazane simulacije koje se odnose na konstantan protok od 20 m^3/s i za njih je dana analiza dobivenih podataka (prikaza).

U tablici 6.2. Opis terminala, navedeni su tehnički podaci za promatrani LNG terminal.

Tablica 6.2.: Opis terminala

OPIS TERMINALA	
DIMENZIJE TERMINALA	300 m dužine, 46 m širine i 45 m visine
ROK KORIŠTENJA	25 godina s mogućnošću produženja na 40 godina
TIP TANKA	membranski tank
BROJ TANKOVA	tri (3)
RADNI TLAK PLINA	70 – 100 bara
LOKACIJA TERMINALA SJEVERNI JADRAN	ISTRA I KVARNER
TEMPERATURA MORSKE VODE KOJA SE VRAĆA U MORSKI EKOSUSTAV	9 °C
KOLIČINA OHLAĐENE MORSKE VODE KOJA SE VRAĆA U MORSKI EKOSUSTAV	15.300 m^3
MORSKA VODA KOJA SE PUŠTA U SUSTAV I OHLAĐENA VRAĆA U MORE (učestalost)	kontinuirano
ODVODNA CIJEV RASHLADNOG SUSTAVA (MORE KOJE SE VRAĆA U MORSKI EKOSUSTAV)	promjera 40 cm
PROTOK MORSKE VODE PRILIKOM UPLINJAVANJA	20 m^3/s
PROMATRANI MORSKI PROSTOR (utjecaj ispuštene morske vode)	1.500 m (1,5 km)

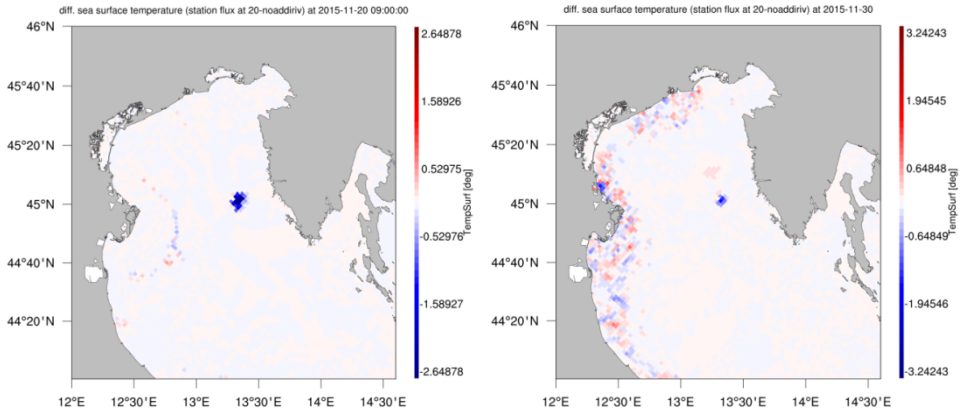
Izvor: Autor

U ovom radu podrobno je opisan utjecaj morske vode (simulacijom ROMS modela), koja se na dubini od 20 m vraća u morski ekosustav temperature 9 °C, kontinuiranoga protoka od 20 m^3/s. Promatran je utjecaj u zimskom i ljetnom periodu (obzirom na različite prirodne temperature mora) i to na dvjema lokacijama; lokaciji **1a** *(Sjeverni Jadran – Istra, offshore LNG terminal)* i lokacija **3a (***Sjeverni Jadran – Kvarner, za FSRU odnosno onshore).* Lokacije **1a** i **3a** su izdvojene (metodom PROMETHEE) kao najbolje rangirane lokacije. Lokacija **1a** je 1. rangirana lokacija (prema 1. i 2. scenariju), a prema 3. scenariju je 2. rangirana lokacija. Prema 3. scenariju, lokacija **1a** je 2. rangirana, dok je u tom slučaju 1. rangirana lokacija **3a.**

6.2.2. Raspored temperatura na površini mora, morskom dnu i u vodenom stupcu

Horizontalni doseg ispuštene hladnije morske vode na površini mora (postaja 1a)

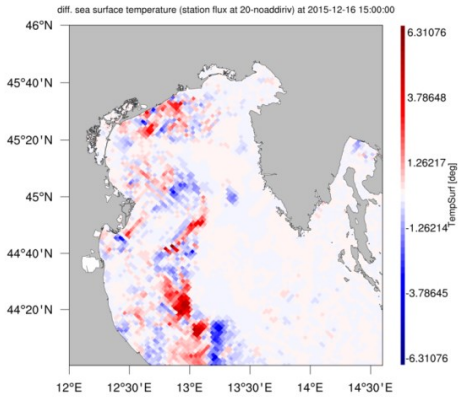
Na slici 6.2.1.a. (slika lijevo) vidljivo je da je na mjestu ispusta, u studenom, došlo do promjene temperature na površini mora oko –2,6 °C odmah nakon ispuštanja hladnije morske vode u morski ekosustav, iako se ispust nalazi na dubini od 20 m. Nakon još 10 dana kontinuiranog ispuštanja (slika desno), na istom mjestu došlo je do razlike temperature mora od oko –1,5 °C, ali je vidljivo da je promjena temperature nastala i na većoj udaljenosti od mjesta ispusta i to na pojedinim mjestima i do 1 °C. To navodi na pretpostavku, da je uslijed ubacivanja hladnije morske vode (od 9 °C) došlo do utjecaja na cirkulaciju, te je došlo do preraspodjele temperatura u odnosu na situaciju u kojoj nema ubacivanja hladnije vode.



Slika 6.2.1.a: Razlike temperature površine mora u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijega mora u morski okoliš s postaje 1a (Sjeverni Jadran, offshore-Istra;14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštsnja

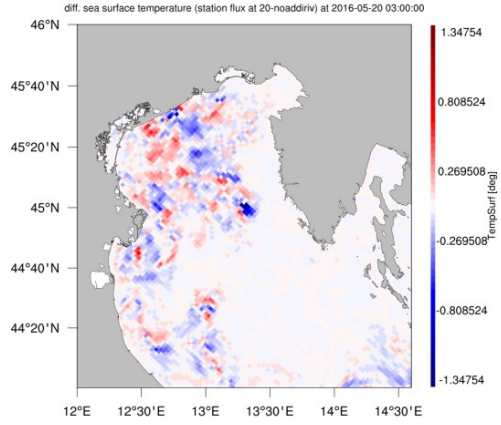
Izvor: autor (iz modela)

Na slici 6.2.1.b prikazana je raspodjela temperature na površini mora, nakon još 15 dana ispuštanja, gdje se primjećuje odstupanje od normalne situacije (uglavnom u području daleko od ispusta, na širem okolnom području u zapadnom dijelu Sjevernog Jadrana, i to između –3 °C i +4 °C), nego odmah nakon ispuštanja ohlađene vode.



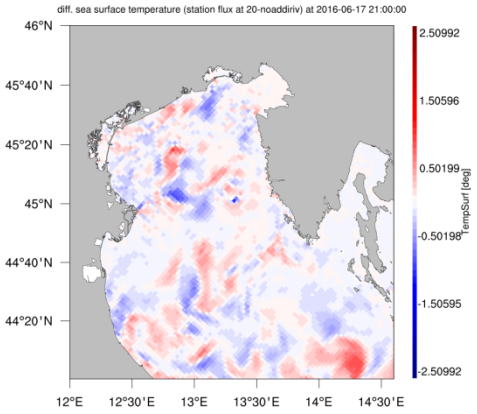
Slika 6.2.1.b: Razlike temperature površine mora u odnosu na situaciju prije ispuštanja u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici
Izvor: autor (iz modela)

U ljetnom periodu, odstupanja temperature na površini morske vode za postaju **1a** (Istra – offshore) od normalne situacije su nakon ispuštanja ohlađene vode, izraženija. Na slici 6.2.1.2.a (u svibnju) vidljiva su odstupanja, dok su ta odstupanja nešto više izražena u lipnju (slika 6.2.1.b), a najizraženija su u kolovozu (slika 6.2.1.2.c). Temperaturna odstupanja od normalne situacije kreću se od +1,7 °C do –2 °C (za lipanj i kolovoz, na površini mora), a za svibanj se temperaturna odstupanja kreću od +1 °C do –1 °C. Također se može opaziti da su temperaturne razlike rasprostranjene na širem okolnom području (do talijanske obale), tj. može se reći na cijelom području Sjeverno-zapadnog Jadrana (na površini mora).



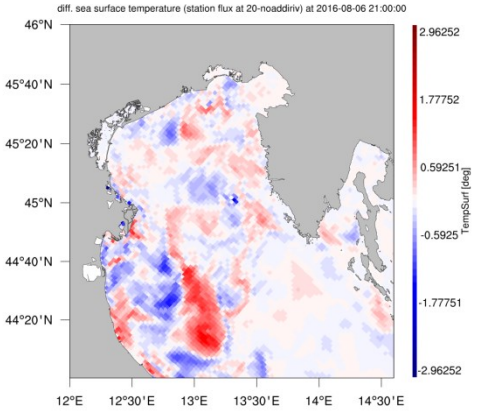
Slika 6.2.1.2.a: Razlike temperature površine mora u svibnju, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja
Izvor: autor (iz modela)

U lipnju (slika 6.2.1.2.b), u trenutku ispuštanja hladnijeg mora, vidljive su temperaturne razlike površine mora koje su rasprostranjene na širokom području.



Slika 6.2.1.2.b: Razlike temperature površine mora u lipnju, 45 dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja
Izvor: autor (iz modela)

U kolovozu (slika 6.2.1.2.c), temperaturne razlike površine mora rasprostranjene su na širokom području, i može se reći na cijelom području Sjeverozapadnoga Jadrana. U kolovozu prevladavaju pozitivne temperaturne promjene, dok su u svibnju izraženije negativne temperaturne razlike od uobičajenih (normalnih).

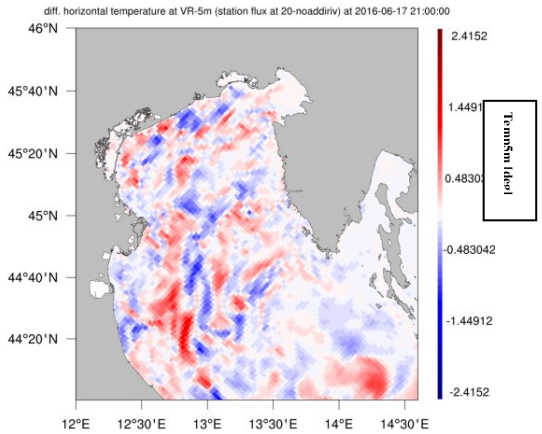


Slika 6.2.1.2.c: Razlike temperature površine mora u kolovozu, oko 3 mjeseca nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja
Izvor: autor (iz modela)

Širenje hladnije morske vode u vodenom stupcu (vertikalni doseg – postaja 1a, Sjeverni Jadran)

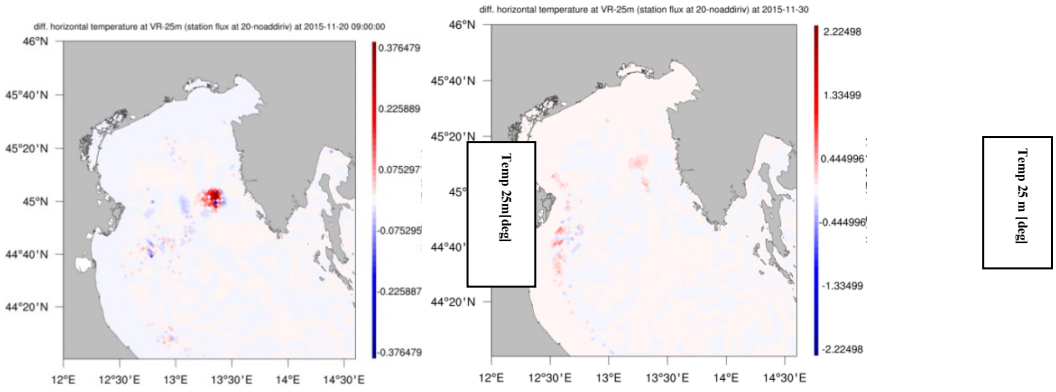
Simulacija temperaturnih razlika morske vode na 2 m i 5 m dubine, za period studeni i prosinac, nešto je drugačija od površinske. Najveća razlika je u tome da je oko ispusta znatniji utjecaj tople morske vode dvadesetak dana od početka kontinuiranog ispuštanja (na dubini od 2 m i 5 m), vidljivo na slikama u Prilogu II.

Simulacija promjena temperaturnih razlika morske vode na 2 m i 5 m dubine, za ljetni period (svibanj, lipanj i kolovoz), nešto je drugačija od površinske simulacije, a najveća odstupanja od prosječne temperature se javljaju u lipnju (slika 6.2.2.1.) na dubini od 5 m, i kreću se od oko +1,5 °C i –2 °C i to na cijelom promatranom području (Sjeverni Jadran), dok su u svibnju i kolovozu temperaturne promjene na 5 m dubine, neznatne (slike u Prilogu II).



Slika 6.2.2.1.: Razlike temperature mora na 5 m dubine mora u lipnju, 45 dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijega mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja
Izvor: autor (iz modela)

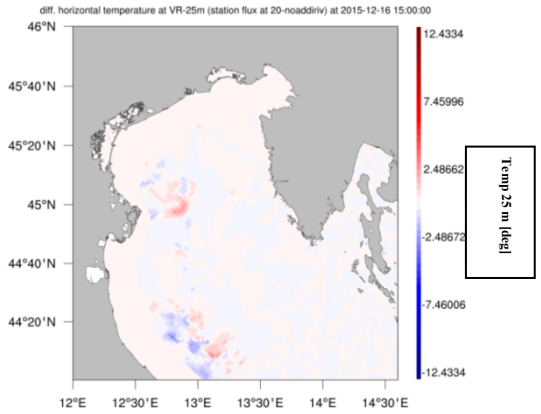
Na slici 6.2.2.a prikazana je raspodjela temperaturnih razlika u studenom, na dubini od 25 m, gdje je vidljivo da je na širem području oko ispusta (krug promjera oko 2 Nm) temperaturna razlika oko +0,3 °C nekoliko dana nakon ispuštanja hladnijeg mora, a da je raspodjela povišene temperature, 10 dana nakon toga, na širem području do oko +0,4 °C.



Slika 6.2.2.a: Razlike temperature na 25 m dubine u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (Sjeverni Jadran; 14. studenog.; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja

Izvor: autor (iz modela)

Nadalje, temperaturne razlike u odnosu na prosječne temperature na dubini od 25 m, nakon još 15 dana opažaju se samo na udaljenosti od samog ispusta i kreću se u vrijednostima od oko –2 °C, do oko +2,4 °C (kao što je prikazano na slici 6.2.2.b). Primjećuje se da je slična situacija i na morskom dnu.



Slika 6.2.2.b: Razlike temperature na 25 m dubine u odnosu na situaciju prije ispuštanja u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici

Izvor: autor (iz modela)

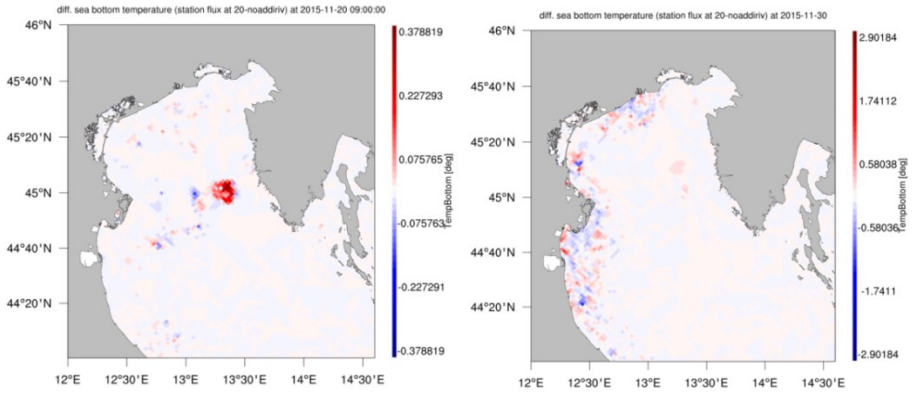
Simulacija promjena temperaturnih razlika morske vode na 25 m dubine, za ljetni period (svibanj, lipanj i kolovoz), nije pokazala velika odstupanja od normalnih temperaturnih

razlika (slike u Prilogu II). Temperaturna promjena u svibnju, kreće se u rasponu od –0,2 °C do +0,3 °C, a u lipnju se kreće u rasponu od –0,4 °C do +0,4 °C.

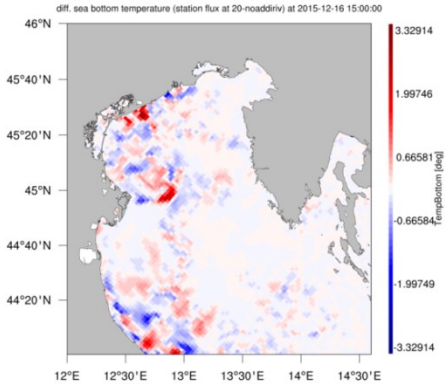
Širenje hladnije morske vode na morskom dnu (postaja 1a)

Simulacija temperaturnih razlika morske vode na morskom dnu, u odnosu na prosječnu temperaturu i nakon ispuštanja morske vode iz ispusta, u studenom i u prosincu je prikazana na slici 6.2.3.a i 6.2.3.b.

Na slici 6.2.3.a, vidljivo je da je temperaturna raspodjela na morskom dnu slična kao na dubini od 25 m oko samog ispusta, temperaturne razlike u odnosu na prosječne temperature se kreću od oko +0,3 °C, do oko –0,1 °C (slika lijevo), a na slici desno, nakon idućih 10 dana od ispuštanja hladnije morske vode, imamo temperaturne razlike na zapadnom dijelu jadranske obale i to temperaturnog intervala od +1 °C i do –0,7 °C. Interesantno je da je nakon idućih 15 dana od ispuštanja hladnijega mora u morski okoliš, na istom području dosta udaljenom od ispusta, došlo do većih temperaturnih razlika, kao što je prikazano na slici 6.2.3.b.



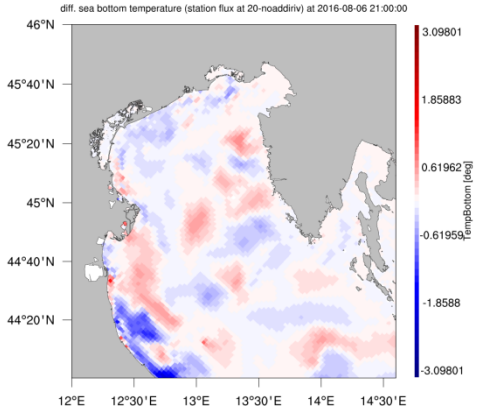
Slika 6.2.3.a: Razlike temperature na morskom dnu u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja
Izvor: autor (iz modela)



Slika 6.2.3.b: Razlike temperature na morskom dnu u odnosu na situaciju prije ispuštanja u prosincu, 15 dana kasnije nakon situacije prikazane na prethodnoj slici

Izvor: autor (iz modela)

Simulacija promjene temperaturnih razlika morske vode na morskom dnu, za ljetni period (svibanj, lipanj i kolovoz) ne pokazuje neka veća temperaturna odstupanja od uobičajenih („normalnih“), negdje od oko +/–0,2 °C. Međutim, primjećuje se „šarolika“ rasprostranjenost temperaturnih razlika na širem promatranom području (makroprostoru), kao i široka rasprostranjenost temperaturnih razlika na „točkastim“ područjima (mikroprostoru). Takva pojava, na morskom dnu, najviše se primjećuje u kolovozu (slika 6.2.3.1.).



Slika 6.2.3.1.: Razlike temperature na morskom dnu u kolovozu, oko 3 mjeseca nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijega mora u morski okoliš s postaje 1a (Sjeverni Jadran, offshore-Istra; 2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja

Izvor: autor (iz modela)

Simulacijski model određivanja širenja hladnije morske vode

U istraživanju je korišten simulacijski model ROMS, koji je korišten u drugim projektima, kao npr. u CoastalCitiesWaterPollution – Control Project (IBRD).

U radu [29], mjerenjem temperature i saliniteta CTD sondama, duž istočne jadranske obale, u okviru Programa praćenja Jadranskoga mora, pokazana je korelacija s modelom u temperaturnom polju u rasponu od 0,20 ovisno o sezoni, dok su za salinitet vrijednosti u rasponu od 0,46 jedinica. U slučaju ROMS modela korištenom u ovom istraživanju (uz utjecaj LNG terminala), temperaturne razlike se javljaju u širem rasponu.

Također su u radu [51], autori Vilibić, I. i suradnici koristili model ROMS za modeliranje učinka različitoga potiskivanja rijeka i nadolaska plime i udara na gustoću formiranja vode (DWF – domaći vodeni otisak (eng. Domestic Fresh Water Footprint)) i dinamiku u poluzatvorenom moru. Ekstremna pojava (DWF) koja se dogodila zimi 2012. u plitkom Sjevernom Jadranu, reproducirana je pomoću jednosmjernoga modeliranoga sustava atmosfere i oceana koji se sastoji od atmosferskog Aladin/HR modela i oceana ROMS modela.

U mom istraživanju nije korišten kompleksan model koji uključuje kemijske i biološke parametre, jer takav pouzdani model za Sjeverni Jadran još ne postoji (radi se na njemu). U ovom istrađivanju, tj. ovim modelom praćene su temperaturne razlike i dobiven je uvid u temperaturne promjene. Na sličan način se mogu pojedinačno simulirati svaki od mogućih utjecaja na morski okoliš, kako bi se dobio uvid u utjecaj svakog od navedenih kriterija, kao i njihov kumulativni utjecaj. Kako bi rezultati bili pouzdani, potrebno je praćenje u kontinuitetu za jedan duži vremenski period, što uključuje praćenje parametara u svim godišnjim dobima. Jednako tako, nije uzet u obzir utjecaj rijeka na morski okoliš. Stoga bi se u daljnjem praćenju fizičkih parametara trebalo uzeti u obzir utjecaj rijeka na promatranom području prigodom korištenja modela.

Prirodna temperaturna kolebanja u morskom okolišu su praćena u radu[48], gdje su prikazani rezultati mjerenja temperature mora u Sjevernom Jadranskom moru na postaji koja je obrađena pri istraživanju. Temperaturne prirodne devijacije, tijekom studenoga i prosinca, na morskoj površini i morskom dnu (za period od 1966. do godine 1992.), bile su oko 2 °C, a u ljetnom periodu oko 3 °C. Simulacijom pomoću modela ROMS evidentirane su temperaturne razlike u okvirima kao što je bio slučaj za period od 1966. do godine 1992., kao prirodna temperaturna devijacija (naveden u prethodno spomenutom radu). Međutim, ovdje je opažena i rasprostranjenost temperaturnih razlika na širem području i to više dana nakon ispuštanja hladnije morske vode u morski okoliš, što upućuje na moguće promjene cirkulacije.

Također je praćenjem temperaturnih srednjaka, za periode od 1990. do godine 2002. i od 2003. do godine 2008. , vidljivo da su prirodna kolebanja (na postaji koja odgovara postaji

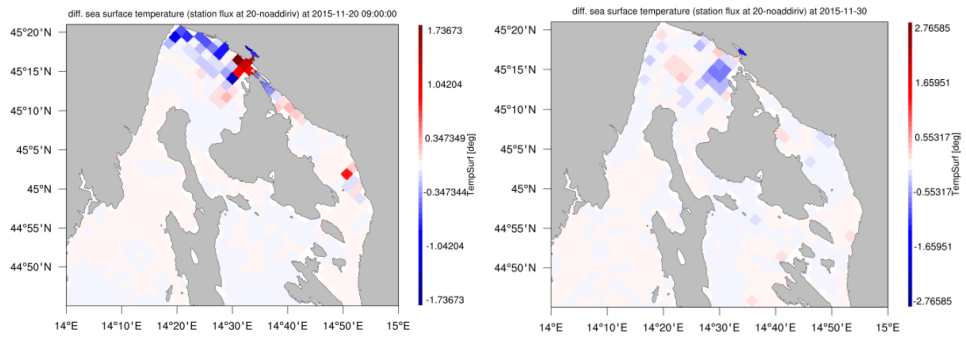
Istra u ovom radu) u periodu za ljetne mjesece (svibanj, lipanj i kolovoz) od 2 °C do 4 °C, a u zimskom periodu od oko 2 °C.

Slijedom zabilježenih prirodnih temperaturnih kolebanja od prosječnih 3 °C, može se zaključiti da unošenjem hladnije morske vode u morski ekosustav (u zimskom periodu), na širem području ne dolazi do temperaturnih promjena koje nisu uobičajene kod prirodnih procesa. Ono što se, ovdje iz modela vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš primjećuje, modelirajući promjenu temperature u studenom/prosincu za Istru i Kvarner, jest da je došlo do promjene cirkulacije (objašnjenje dano u podnaslovu ***Prostorna domena***).

Usporedba promjene temperature na postaji 1a – Sjeverni Jadran (offshore – Istra), s postajom – Sjeverni Jadran (Kvarner)

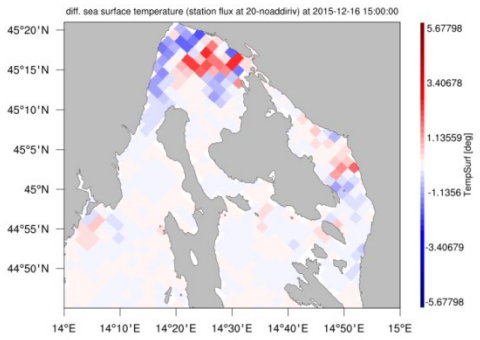
Horizontalni doseg ispuštene hladnije morske vode na površini mora (postaja 3a)

Na slici 6.2.1.c vidljivo je da je na većoj udaljenosti od ispusta uz obalu (odmah nakon ispuštanja hladnijega mora) došlo do promjene temperaturne razlike na površini mora za +1 °C, a na području ispusta je došlo do promjene temperature za oko –1,7 °C i +1,3°C (slika lijevo). Na slici 6.2.1.c (slika desno), nakon 10 dana, vidljivo je, da nedaleko od ispusta dominira niža temperaturna razlika od oko –0,8°C. Nakon još 15 dana i prostorna raspoređenost temperaturne razlike biva znatno veća, kao i same vrijednosti temperaturnih razlika (slika 6.2.1.d).



Slika 6.2.1.c: Razlike temperature površine mora u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 3a (14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na normalnu situaciju

Izvor: autor (iz modela)



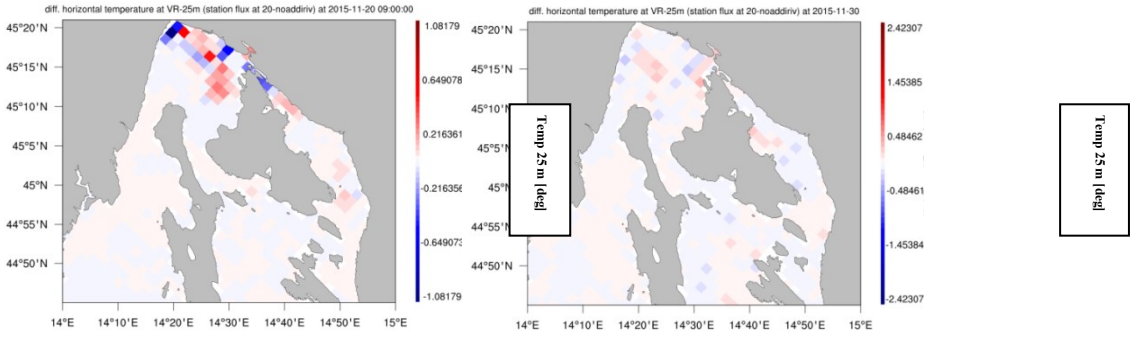
Slika 6.2.1.d: Razlike temperature površine mora u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici

Izvor: autor (iz modela)

Širenje hladnije morske vode u vodenom stupcu (vertikalni doseg – postaja 3a)

Simulacija razlika temperaturnih promjena morske vode na 25 m dubine (postaja 3a, Sjeverni Jadran – Kvarner), za period studeni i prosinac, nešto je drugačija od površinske raspodjele. Oko samog ispusta, promatrajući morsku površinu, znatniji je utjecaj hladnije morske vode, a temperaturne razlike su izražene i nakon dvadesetak dana od početka kontinuiranog ispuštanja hladnije morske vode. Za isti period, na dubini od 25 m, raspodjela niže i više temperaturne razlike mora gotovo je neznatna nakon petnaestak dana, a poglavito nakon dvadesetak dana od početka kontinuiranog ispuštanja hladnije morske vode. (slike u Prilogu II)

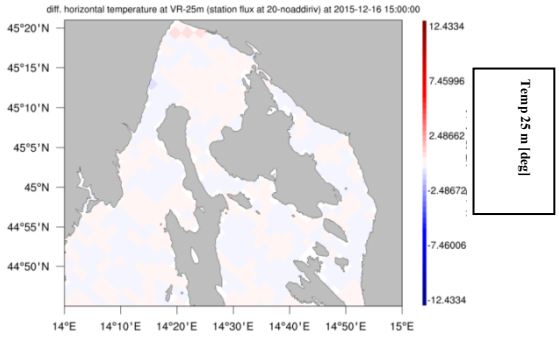
Na slici 6.2.2.c, slika lijevo, prikazana je raspodjela temperaturnih razlika u studenom, na dubini od 25 m, (odmah po ispuštanju hladnije morske vode), gdje je vidljivo da je na području oko ispusta temperaturna razlika od –1 °C, i prevladava viša temperaturna razlika od oko +0,3 °C. Kako vrijeme odmiče, temperaturna razlika postaje neznatnom, pa tako nakon 10 dana, na području ispusta hladnije morske vode, može se reći da nema većih temperaturnih razlika (slika desno).



Slika 6.2.2.c: Razlike temperature na 25 m u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 3a (Sjeverni Jadran-Kvarner; 14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuištanja

Izvor: autor (iz modela)

Na slici 6.2.2.d prikazana je raspodjela temperaturnih razlika u prosincu (dvadesetak dana nakon ispuštanja hladnije morske vode uz obalu, postaja 3a), na dubini od 25 m, gdje se gotovo i ne primjećuju temperaturne razlike.



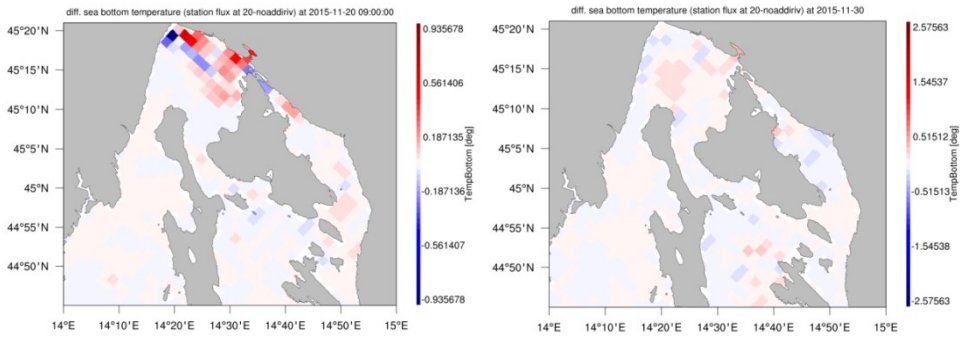
Slika 6.2.2.d: Razlike temperature površine mora u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici

Izvor: autor (iz modela)

Širenje hladnije morske vode na morskom dnu (postaja 3a)

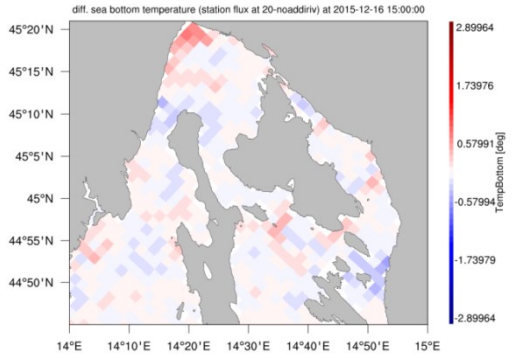
Simulacija razlika temperaturnih promjena morske vode na morskom dnu, za period studeni i prosinac prikazana je na slici 6.2.3.c i 6.2.3.d.

Na slici 6.2.3.c vidljivo je da je na morskom dnu oko samog ispusta (odmah nakon ispusta), vidno izražena viša temperaturna razlika za oko +0,5 °C (slika lijevo), a prevladava razlika od oko –0,1 °C, izuzev na jednom mjestu gdje se javljaju vrijednosti od –0,9 °C. Na slici desno je prikaz temperaturne raspodjele nakon 10 dana, gdje nema velikih temperaturnih razlika i vidljivo je da prevladava viša temperaturna razlika u izrazito malim vrijednostima (od oko +0,1 °C) i to znatno manjim nego što se javlja nakon što je prošlo još 15 dana od ispuštanja (slika 6.2.3.d). Također je vidljivo na slici 6.2.3.c (desna slika), da dolazi do šire rasprostranjenosti temperaturnih razlika, koje nisu izraženih vrijednosti, ali su prostorno šire rasprostranjene nego u trenutku ispuštanja, a manje su prostorno raspoređene nego nakon što je prošlo još 15 dana od ispuštanja hladnijega mora u morski okoliš. Tada (slika 6.2.3.d) temperaturne razlike, gotovo da nisu izražene ni oko ispusta ni na udaljenosti od samog ispusta. Vrlo slabo se opažaju temperaturne razlike od oko +0,6 °C, ali iako neznatne, temperaturne razlike su ipak široko prostorno raspoređene.



Slika 6.2.3.c: Razlike temperature na morskom dnu u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 3a (Sjeverni Jadran-Kvarner; 14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja

Izvor: autor (iz modela)



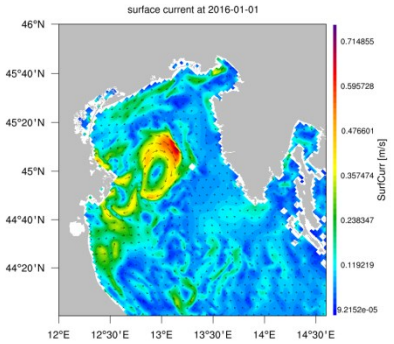
Slika 6.2.3.d: Razlike temperature morskoga dna u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici

Izvor: autor (iz modela)

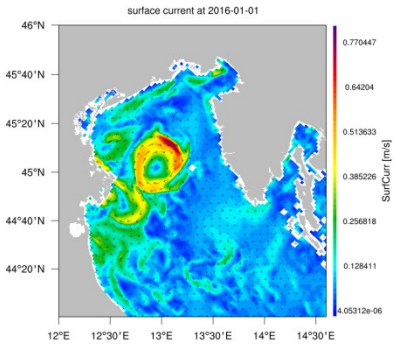
Prostorna domena

Promatrajući struje na širem području, uz utjecaj LNG terminala i bez utjecaja LNG terminala na 1. rangiranoj lokaciji **1a** (Istra – offshore), koja je izdvojena PROMETHEE analizom, vidljive razlike se javljaju na morskoj površini i dubini od 2 m. Na ostalim dubinama nema izraženih razlika pratećih struja. (slike u Prilogu III).

Na slici 6.2.4.a, prikazan je smjer i intenzitet struja, na morskoj površini bez utjecaja LNG terminala (u zimskom periodu). Simulacijom struja na morskoj površini, bez utjecaja LNG terminala, na uskom promatranom području u siječnju se primjećuje kretanje struja od zapada prema istoku, u vrtlogu eliptičnoga oblika brzine od 0,36 m/s do 0,6 m/s. Na istom promatranom području, u siječnju, na morskoj površini, uz utjecaj LNG terminala, kretanja struja je u koncentričnom krugu oko LNG terminala, brzine od 0,4 m/s do 0,77 m/s (slika 6.2.4.b).

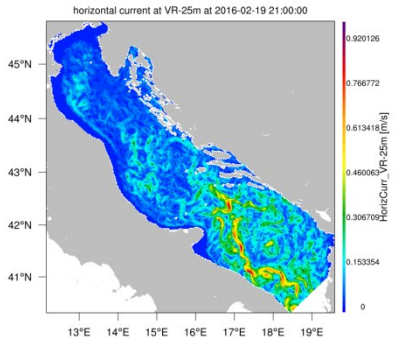


Slika 6.2.4.a: Prikaz struja na morskoj površini u siječnju, bez utjecaja LNG terminala, 1. siječnja 2016.
Izvor: autor (iz modela)



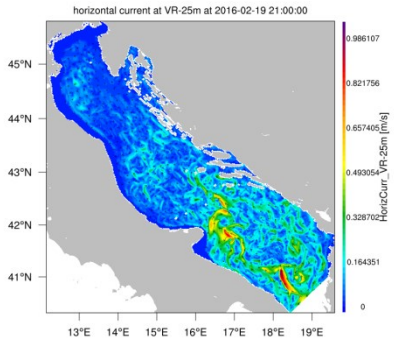
Slika 6.2.4.b: Prikaz struja na morskoj površini u siječnju, uz utjecaj LNG terminala koji se očituje u ispuštanju hladnije vode kontinuirano od 14. studenog na postaji 1a, 1. siječnja 2016.
Izvor: autor (iz modela)

Promatrajući simulaciju morskih struja na cijelom Jadranu i to na morskom dnu, kao i na dubini od 25 m, za slučaj utjecaja LNG terminala i bez njega, primjećuje se povećana brzina struja na južnom dijelu Jadrana (prema talijanskoj obali; Prilog III). Na slici 6.2.5.a, prikazane su morske struje na dubini od 25 m, na cijelom Jadranu u veljači i to bez utjecaja LNG terminala.



Slika 6.2.5.a: Prikaz struja na Jadranu na dubini od 25 m u veljači, 19. veljače 2016., bez utjecaja LNG terminala
Izvor: autor (iz modela)

Na slici 6.2.5.b, prikazane su morske struje na dubini od 25 m, na cijelom Jadranu u veljači i to uz utjecaj LNG terminala.



Slika 6.2.5.b: Prikaz struja na Jadranu na dubini od 25 m u veljači, 19. veljače 2016., uz utjecaj LNG terminala koji se očituje u ispuštanju hladnije vode kontinuirano od 14. studenog na postaji 1a
Izvor: autor (iz modela)

Na slici 6.2.5.a. primjećuju se jače struje od oko 0,8 m/s raširenije na južnom dijelu Jadrana, dok na slici 6.2.5.b. struje tog intenziteta su koncentriranije na užem dijelu Južnog Jadrana, uz poluotok Gargano na krajnjem jugu Jadrana.

6.3. Utjecaji na morski okoliš i morske struje

Jadransko more je vrlo specifično po geografskoj orijentaciji, i dubinama (od 40 m do najveće dubine u južnom dijelu Jadrana od 1.233 m). Važna svojstva Jadranskog mora određuju ove vrijednosti:

- položaj rijeke Po (najveći izvor slatke vode i hranjivih soli u Sredozemnom moru)
- zimska bura
- istočno jadranska struja (na hrvatsku obalu donosi oligotrofnu vodu iz istočnog dijela Sredozemnog mora)
- uzdužni i poprečni gradijent raspodjele fizikalno-kemijskih i bioloških svojstava
- cvjetanje mora (razmnožavanje fitoplanktonskih organizama)
- mali raspon plime i oseke
- krška hidrogeologija itd. [52]

Zimi, cirkulacija mora znatno utječe na količinu proizvedene organske tvari. Organska tvar u moru se najvećim dijelom nalazi u otopljenom obliku. U Sjevernom Jadranu ta organska produkcija obično ovisi o tome koliko je jak protok rijeke Po. Ljeti rijeka Po utječe u Sjeverni Jadran i širi se. Što je jači protok, jača je i produkcija organske tvari. [34]

U slučaju da se zimi promijeni prirodna cirkulacija, onda ta cirkulacija može dosta utjecati na produkciju organske tvari. O stanju morskog ekosustava na kraju zime, ovisi cijela produkcija organske tvari tijekom godine (u proljeće dolazi do bujanja flore i u slučaju da ima dovoljno organske tvari, njihovo nastajanje će biti „pozitivno“). [35]

Promjene u zimskom periodu (koje se odnose na produkciju organske tvari), mogu se odraziti na morski ekosustav. Ljeti su promjene cirkulacije također važne, jer cirkulacija može omogućiti ostanak tih unesenih hranjivih organskih tvari u morskom okolišu ili njihov odlazak iz morskog ekosustava. Međutim, zimski period je iznimno važan upravo zbog stvaranja organske tvari, koja je temelj za kruženje hranjivih tvari tijekom cijele iduće godine.

6.4. Analiza rezultata modela

Na osnovu modela i simulacije temperaturnih razlika, primijećeno je da promjenom temperature dolazi do promjene cirkulacije na cijelom Jadranu, ne samo na području ispuštanja hladnije morske vode u morski okoliš. Interesantno je da je dubinska cirkulacija u južnom dijelu Jadrana drugačija nakon ispuštanja hladnije morske vode iz LNG terminala u Sjevernom Jadranu, nego što je bila prije tog ispuštanja (sl. 6.2.5.a i 6.2.5.b).

Promjenom cirkulacije dolazi do utjecaja na hranjive soli, odnosno na sve što prolazi pridnenim slojem Jadrana. Rezultat ovog rada, dobiven modelom vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš, simulacijom temperaturnih razlika, jest utvrđivanje podataka da promjena temperature u morskom okolišu (uz utjecaj LNG terminala) može utjecati na morski ekosustav uslijed promjene cirkulacije mora. Promjena cirkulacije samim tim utječe na raspodjelu hranjivih soli u morskom okolišu, a onda i na živi svijet u njemu. Da bi se utvrdilo kolike su točno te promjene, potrebno je raditi još nekoliko godina u kontinuitetu i eventualno i na drugim lokacijama, kako bi se mogao znati točan, kumulativni učinak LNG terminala na morski okoliš, prateći parametar temperature mora, kao i ostale parametre. Također, obzirom na utjecaj rijeka na cirkulaciju potrebno je provesti daljnja istraživanja s ovim modelom uzimajući u obzir sve rijeke na Jadranu.

6.4.1. Model utjecaja morskih struja

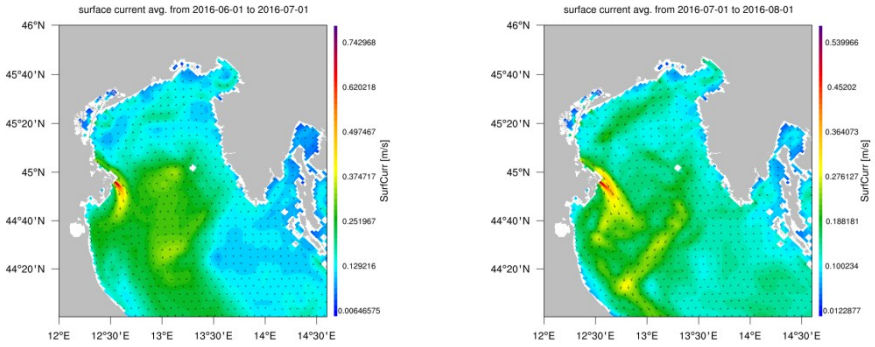
Određeni parametar, u ovom slučaju promjena temperature, moguće da nema trenutni, direktan utjecaj na živi svijet u morskom okolišu na mjestu ispuštanja, ali definitivno ima utjecaj putem drugog parametra (u ovom slučaju cirkulacije) na živi svijet na širem području morskog okoliša. Kako bi se razvio ekološki model za morski okoliš, stoga je potrebno na isti način (metodologijom danom u ovom radu) pratiti uz promjenu temperature, jednako tako i salinitet, gustoću mora uz cirkulaciju, kako bi se dobila šira slika i razumijevanje promjena nastalih simuliranim utjecajima.

Ono što je bitno, jest razumijevanje kumulativnog utjecaja parametara koji su određeni u ovom radu, gdje ne mora svaki parametar imati određeni utjecaj (sam po sebi) na morski okoliš, ali njegovom interakcijom s drugim parametrima može imati utjecaja i to na širem području.

6.4.2. Analiza prosječnih struja

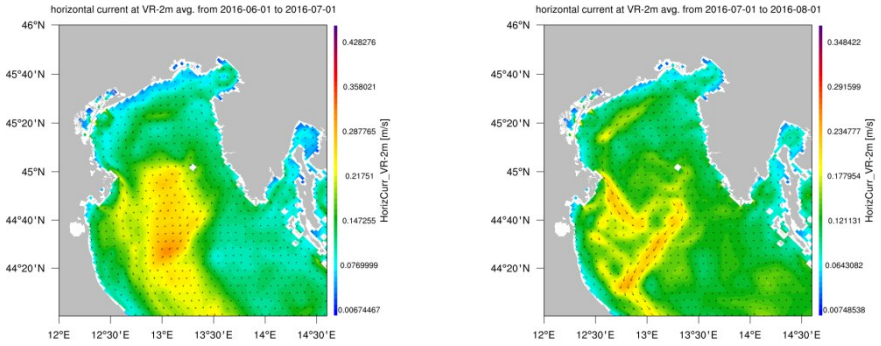
U Prilogu IV, dane su slike prosječnih struja (prirodno stanje, bez utjecaja LNG terminala) za period od prosinca do kolovoza za jednu godinu (2015./2016.). Na slici 6.4.2.a, vidljiv je utjecaj rijeke Po (bez utjecaja LNG terminala), promatrajući površinu mora u srpnju i kolovozu.

Struje u srpnju su izraženije u zapadnom dijelu jadranske obale, intenziteta od 0,3 do 0,4 m/s (slika lijevo), dok je u kolovozu taj intenzitet od 0,2 do 0,3 m/s. Na sjevernom dijelu Jadrana ne primjećuje se utjecaj rijeke Po samo u zapadnom dijelu jadranske obale nego i prema istočnom dijelu Jadranske obale (slika desno).



Slika 6.4.2.a: Prikaz prosječnih struja, na površini mora u Sjevernom Jadranu tijekom srpnja i kolovoza bez utjecaja LNG terminala
Izvor: autor (iz modela)

Na slici 6.4.2.b, vidljivo je da na 2 m dubine, također postoje gibanja i u prostornoj rasprostranjenosti, kao i u vrijednosnoj domeni. Na slici 6.4.2.b (slika lijevo), u srpnju na 2 m dubine brzine morske struje kreću se od 0,2 m/s do 0,3 m/s a ne šire se samo duž zapadne obale Jadrana, nego se primjećuje veće širenje i prema istočnoj obali, u sjevernom dijelu Jadrana. Na slici 6.4.2.b (slika desno), izražena je šira prostorna rasprostranjenost jačih morskih struja u cijelom Sjevernom Jadranu (uz zapadnu i prema istočnoj obali) i to brzinom od 0,1 do 0,2 m/s. Struje su nešto manjeg intenziteta u kolovozu nego u srpnju.



Slika 6.4.2.b: Prikaz prosječnih struja, na 2 m dubine u Sjevernom Jadranu tijekom srpnja i kolovoza bez utjecaja LNG terminala
Izvor: autor (iz modela)

Međutim, za veće dubine (veće od 25 m, u slučaju bez utjecaja LNG terminala), kao i za morsko dno, intenzitet morskih struja (bez utjecaja LNG terminala), znatno je manji i iznosi oko 0,1 m/s, nego što je to slučaj na 2 m dubine. (slike u Prilogu IV)

7. REZULTATI ZNANSTVENOGA ISTRAŽIVANJA

7.1. Rezultati i mogućnosti praktične primjene predloženog modela

Istraživanje prati promjene temperature, uz utjecaj i bez utjecaja LNG terminala (taj utjecaj se očitovao u kontinuiranom ispuštanju 20 m^3/s hladne vode temperature 9 °C na dubini od 20 m). Opaženo je da promjena temperature dovodi do promjene cirkulacije, pa se tako mogu promijeniti okolnosti u Jadranu. Promjene temperature utječu na geostatičke struje[7] koje imaju važnu ulogu u ukupnom sustavu strujanja (N. Supić, osobno priopćenje). Obzirom da o cirkulaciji ovisi život u Jadranu (raspodjela kemijskih supstanci, onečišćenost, prinos hranjivih tvari i sl.), bitno je praćenje raznih utjecaja na ekosustav u morskom okolišu.

Zanimljivo je da su se u zimskim mjesecima promjene cirkulacije izazvane ispuštanjem vode u Sjevernom Jadranu osjetile i u Južnom Jadranu. Količina ispuštene vode u ovom modeliranju je vjerojatno pretjerana, ali i pri manjoj količini ispuštene vode u morski ekosustav moglo bi doći do promjena cirkulacije, barem u užem području oko ispusta, i do promjena u ekosustavu koje se bez detaljne analize ne mogu predvidjeti. Ta analiza bi trebala uzeti u obzir što više parametara i njihovu raspodjelu u dužem vremenskom periodu.

Prema riječima znanstvenice (N. Supić), kompletan ekološki model sa svim kemijskim, biološkim i fizičkim parametrima, još nije u primjeni, odnosno nije pouzdan. Fizikalni parametri, kakvi su temperatura, salinitet i gustoća mora, mogu se pratiti ROMS modelom, kao u ovom radu. Stoga je praktična primjena predloženog modela vrednovanja sigurna u smislu istodobnoga praćenja promjene temperature, saliniteta i gustoće, tj. kumulativnog djelovanja tih parametara na morski okoliš. Ovakvim načinom modeliranja, moguće je praćenje stanja morskog ekosustava za duži period, tj. u kontinuitetu za svaki kalendarski mjesec duži niz godina.

Biološki i kemijski parametri bi se trebali pratiti koristeći ekološki model (koji je još u fazi nastajanja). Saznanja dobivena u ovom radu, ovom metodologijom, ukazuju na mogućnost primjene predložene metodologije vrednovanja za neke druge djelatnosti i pritiske na morski okoliš (ne samo za slučaj LNG terminala).

Pri simulaciji protoka od 2 m^3/s, opaženo je da nema nekih promjena u morskom okolišu. Stoga su u ovom radu prikazane simulacije koje se odnose na konstantan protok od 20 m^3/s a za njih je pružena raščlamba dobivenih podataka (prikaza).

[7]Lynos et. al. 2007, Lyons D. M., N. Supićand N. Smodlaka (2007), Geostrophiccirculationpaternsinthenorthestern Adriatic Seaandtheeffectsofair-seacouplin: May-September 2003, *JournalofGeographysicalResearch*112, C03S08

7.2. Mogućnosti daljnjih znanstvenih istraživanja

Izradom modela vrednovanja, tj. praćenjem i simuliranjem jednog odabranog parametra (*temperature*), iz niza određenih parametara u ovom radu opaženo je da promjenom temperature dolazi do promjene cirkulacije (morskih struja) na širem području udaljenom od samog ispusta. Interesantna su saznanja za određene dubine i godišnja doba (mjesece u godini). Obzirom na dobivene rezultate i važnost cirkulacije za morski ekosustav, u promatranom slučaju za proizvodnju organske tvari, mogućnosti daljnjih istraživanja bi se ogledala slijedećim vrijednostima:

1. modeliranju pojedinačno svakog parametra određenog u ovom radu
2. modeliranju tijekom godine i to za duži niz godina u kontinuitetu (ne samo praćenjem tijekom jedne godine)
3. uzimajući u obzir i utjecaj rijeka na Jadranu (sve rijeke koje utječu u Jadransko more)
4. uzimajući u obzir i prinose koji dolaze iz Otranta (južni dio Jadranskog mora) i
5. promatrajući i druge lokacije, ne samo Sjeverni Jadran, nego jednako tako Srednji i Južni Jadran.

Ovakvim pristupom bi se dobio uvid u kumulativni utjecaj određenih parametara bitnih za morski okoliš, koji bi se pratili uz utjecaj i bez utjecaja LNG terminala. Jednako tako, predložena metodologija je primjenjiva i za druge vrste ljudskih aktivnosti koje se provode na moru i morskoj obali i imaju određen utjecaj/pritiske na okoliš.

Budući da je cirkulacija vrlo važna za morski ekosustav, primijećeno je da promjena temperature ima utjecaj na cirkulaciju i to na širem području. Potrebno je u daljnjim istraživanjima (istom predloženom metodologijom) promatrati salinitet i gustoću mora, kao i druge parametre, kako bi se dobio uvid u njihove moguće utjecaje na morski ekosustav.

8 . ZAKLJUČAK

Među mnogobrojnim učincima raznih djelatnosti na moru jedan od najznačajnijih utjecaja na morski okoliš ima izgradnja/korištenje LNG terminala koja u Hrvatskoj pobuđuje veliku pozornost. Zbog toga je istraživanje utjecaja LNG terminala na morski okoliš bitno kao sustavno promatranje, a važno je za planiranje razvojnih usmjerenja te praćenje učinaka aktivnosti na moru, time i ukupnih gospodarskih učinaka. Obzirom na razna opterećenja na morski okoliš koja su danas prisutna, pa tako i utjecaj LNG terminala, od velike je važnosti pratiti sve te utjecaja pojedinačno i u njihovom međuodnosu (kumulativno).

Hrvatska je svojim velikim dijelom smještena na Mediteranu. Jadransko more je specifično po svom geografskom smještaju, jer je dosta uvučeno, pa je stoga prirodna izmjena morske vode specifična. Jednako tako je Jadransko more RH specifično po dubini mora i velikom broju otoka, otočića i hridi.

Primjena načela održivoga razvoja pri planiranju prostornog smještaja LNG terminala ogleda se u potrebi da se razumiju vrijednosti i snage utjecaja brojnih čimbenika na životno okruženje, posebice na morski okoliš. Čuvanje, zaštita i unapređenje kvalitete postojećih prirodnih, ekoloških te kulturno-povijesnih obalnih i morskih resursa zadatak je svih sudionika u sustavu planiranja i gospodarenja tim resursima. Od velike je važnosti primjena standarda, propisa i zakona (nacionalnih i međunarodnih) vezanih za zaštitu morskoga okoliša i okoliša u cijelosti kako bi se postigao održivi razvoj. Upravljanje obalnim i morskim prostorom od velike je važnosti za svaku zemlju, te stoga gospodarenje mora biti pomno osmišljeno. Obalni i morski prostor imaju prirodna ograničenja stoga ga treba kontrolirano koristiti, a razvoj bilo koje gospodarske grane dimenzionirati da bi se ostvarila zaštita okoliša i održivog razvoja. Zato je potrebno provoditi opsežna i interdisciplinarna istraživanja, uzimajući u obzir niz čimbenika, tj. raznih utjecaja. Sve moguće utjecaje je potrebno promatrati u što većem broju mogućih scenarija kako bi se što bolje zaštitio morski okoliš. Ograničenja koja se pokažu u takvom promatranju treba uzeti u obzir prigodom planiranja. Zbog toga je važno definirati i razviti nove metodologije koje bi omogućile korištenje prirodnih resursa i razvoj gospodarstva uz optimalnu zaštitu morskog okoliša. Time se omogućava postizanje najboljih pozitivnih gospodarskih i društvenih učinaka uz minimalnu devastaciju okoliša.

Postavljanje cilja za utvrđivanje metodologije kojom bi bilo olakšano određivanje potencijalne lokacije ne samo za LNG terminale, nego i za bilo koje druge aktivnosti na moru

i priobalju s gledišta zaštite morskog okoliša je nužna pretpostavka za njihovo optimalno i učinkovito korištenje.

U tu svrhu su određeni predeliminacijski kriteriji koji su uz pomoć GIS sustava doveli do odabira manjega promatranog područja, što olakšava daljnje istraživanje odnosno promatranje utjecaja LNG terminala na morski okoliš. Višekriterijskom ekspertnom analizom iz izdvojenih područja, odabrane su reprezentativne lokacije. Nadalje, određeni su kriteriji koji su podijeljeni u pet (5) skupina, te su na taj način vrednovani u trima scenarijima metodom PROMETHEE, gdje je izdvojena optimalna lokacija. Zatim je na toj lokaciji (u Sjevernom Jadranu), praćen utjecaj samo jednog parametra (promjena temperature) korištenjem prilagođenog ROMS (Regional Ocean Modelling System) modela.

Primjenom metodologije koja je dana u ovoj doktorskoj disertaciji moguće je poboljšati sustav odlučivanja vezano za izgradnju/korištenje LNG terminala kako bi se postigla zaštita morskog okoliša. Pitanje izbora lokacije LNG terminala predstavlja poseban problem koji je značajan obzirom na specifičnost jadranske obale i Jadranskog mora, stoga metodologija dana u ovom radu pruža doprinos kod takvog odlučivanja u smislu zaštite morskog okoliša, odnosno shvaćanja posljedica mogućih utjecaja na morski okoliš. U tom smislu je potrebno uzeti u razmatranje što veći broj mogućih utjecaja na morski okoliš kako bi se oni promatrali pojedinačno i u međuodnosu, tj. kumulativno. Kako bi se dobio relevantan uvid u stanje potrebno je sve moguće utjecaje promatrati u dužem vremenskom periodu, da se obuhvate sva godišnja doba i omoguće usporedbe dobivenih rezultata za duži niz godina.

Ovaj rad se može podijeliti na dva dijela:
- određivanje optimalne lokacije (GIS sustav i metoda PROMETHEE)
- praćenje jednog izdvojenog parametra (ROMS model).

Prvo je promatrani prostor (Jadransko more RH) smanjen na manji broj područja na osnovu točno definiranih osam (8) predeliminacijskih kriterija koristeći GIS sustav. Zatim su, višekriterijskim ekspertnim odlučivanjem, na tim područjima određene reprezentativne (potencijalne) lokacije za: FSRU, on i offshore LNG terminale uzimajući u obzir točno definirane eliminacijske kriterije.

Na ovaj način je provedeno vrednovanje dabranih potencijalnih (reprezentativnih) lokacijama. U svrhu vrednovanja tih lokacija točno su definirani kriteriji koji su podijeljeni u pet (5) skupina, a svaka skupina je definirana nizom podkriterija. Nadalje, određene su težine skupina, kao i težine za svaki parametar unutar svake skupine i to promatrajući ih pojedinačno

i u njihovim međuodnosima. Zatim su određena tri scenarija, gdje je za svaki scenarij prednost dana jednoj od prve tri gore navedene grupe. Vrednovanje se provelo anketiranjem stručnjaka i znanstvenika iz raznih znanstvenih institucija, gdje je na kraju uzeta srednja vrijednost anketnih rezultata koji su obrađeni uz pomoć metode PROMETHEE, prema tri scenarija (Prilog I i Prilog V).

Na osnovu dobivenih rezultata, izdvojena je optimalna lokacija, tj. izdvojena je rang lista promatranih potencijalnih lokacija za LNG terminale. Time su se izdvojile tri lokacije za LNG terminal s najmanje izraženim utjecajima na morski okoliš, tj. izdvojena je optimalna lokacija (lokacija **1a** Sjeverni Jadran, offshore LNG – Istra).

Za drugi dio ovog rada, odabran je jedan parametar, fizički parametar – *temperatura mora,* koji je praćen uz utjecaj i bez utjecaja LNG terminala, na raznim dubinama, kao i u raznim godišnjim dobima. Obzirom da nije razrađen jedinstven i pouzdan ekološki model za Jadran, korišten je model ROMS, koji je pouzdan za praćenje fizičkih parametara (temperatura, salinitet, gustoća mora).

Opaženo je, da uslijed ispuštanja hladnije morske vode u morski okoliš dolazi do promjene cirkulacije (morskih struja) i to na širem području morskog okoliša, u ovisnosti o godišnjem dobu, kao i u ovisnosti o morskim dubinama. Istraživanje je obuhvatilo promatrane dubine od: 2, 5, 15 i 25 m, kao i morska površina i dno.

Promatrajući struje, uz utjecaj LNG terminala i bez utjecaja LNG terminala na 1. rangiranoj lokaciji 1a (Istra – offshore), koja je izdvojena metodom PROMETHEE, razlike se javljaju na morskoj površini i dubini od 2 m: na uskom promatranom području u siječnju, primjećuje se smjer kretanja struja od zapada prema istoku, eliptičnog oblika brzinom od 0,36 m/s do 0,6 m/s. Na istom promatranom području uz utjecaj LNG terminala, smjer kretanja struja je u koncentričnom krugu oko LNG terminala, brzine od 0,4 m/s do 0,77 m/s. U zimskom periodu, uslijed promjene temperature, tj. uvođenjem hladnijega mora u morski okoliš na Sjevernom Jadranu, dolazi do promjena struja (većih brzina) na južnom dijelu Jadrana.

Naime, promjenom temperature, dolazi do promjene cirkulacije. Termohaline (geostrofičke) struje koje ovise o prostornoj raspodjeli gustoće (tj. saliniteta i temperature) imaju važnu ulogu u općem strujnom polju pa se prostornom promjenom temperature mijenja i cirkulacija, na što upućuju rezultati modeliranja (model ROMS) iz ovog rada. Promjena cirkulacije samim tim utječe na raspodjelu hranjivih soli u morskom okolišu, a onda i na živi svijet u njemu, tj. na ekosustav.

Slijedom opaženih prirodnih temperaturnih kolebanja od prosječnih 3 °C, može se zaključiti da unosom hladnije morske vode u morski ekosustav (u zimskom periodu), na širem području ne dolazi do temperaturnih promjena koje nisu uobičajene kod prirodnih procesa.

Prethodno utvrđena početna radna hipoteza ovog rada (Poglavlje 1.2.) tako je potvrđena. Neki utjecaji su veći i važniji od drugih, stoga je u ovom radu potvrđena važnost sagledavanja svih utjecaja na morski okoliš pojedinačno i kumulativno. Od velike važnosti je sagledavanje kumulativnog utjecaja na morski okoliš, jer neki parametar pojedinačno gledajući ne mora imati direktan utjecaj, ali u kumulativnom djelovanju ima indirektan utjecaj (kao što je to slučaj s promjenom temperature).

Doprinos ovog rada jest ne samo u danoj metodologiji načina vrednovanja, nego i u primijećenoj ovisnosti temperature i cirkulacije. Nastavak ovoga znanstvenog rada temelji se u daljnjem promatranju ostalih kriterija (izdvojenih u ovom radu), sukladno metodologiji koja je dana u ovom radu i koja do sada nije na ovaj način korištena. Metodologija dana u ovom radu daje mogućnost obuhvaćanja svih mogućih utjecaja, na način određivanja njihovih težina pojedinačno i u međuodnosu, kao i međusobnih utjecaja (njihovog kumulativnog djelovanja).

Količina ispuštene vode u modeliranju u ovoj analizi (20 m^3/s; kontinuirano), vjerojatno je pretjerana, ali i pri manjoj količini vode moglo bi doći do promjena cirkulacije, barem u užem području oko ispusta, i do većih ili manjih promjena u ekosustavu bližega ili daljega područja koje se bez detaljne analize ne mogu predvidjeti. Ta buduća analiza bi trebala uzeti u obzir što više parametara i njihovu raspodjelu u što dužem vremenskom periodu. Trebala bi biti temeljena na praćenju stvarnog stanja (eksperiment) u moru gdje bi se stvarni rezultati uspoređivali s modeliranim rezultatima. Trebalo bi modelirati i raspodjelu nereagirajuće otopine da se utvrdi kako bi se pod utjecajem terminala širile kemijske supstance ili biološki materijal. Trebalo bi modelirati i na užem području s većom rezolucijom nego u ovom radu. Ukoliko bi se razvio numerički ekološki model, trebalo bi i njega koristiti.

Stoga bi se u budućnosti moglo nastaviti s praćenjem temperature mora, metodologijom koja je dana u ovom radu, s tim da bi se u obzir uzele i sve rijeke koje imaju utjecaj na Jadransko more. Također bi praćenje promjene temperature, na ovaj način, trebalo provesti za jedan duži period u kontinuitetu, prateći sva godišnja doba. Nadalje, korištenjem ove metodologije koja je dana u ovom radu, moguće je praćenje saliniteta i gustoće mora.

Daljnjim praćenjem navedenih parametara (metodologijom koja je dana u ovom radu) za duži vremenski period i to u kontinuitetu, mogli bi dobiti uvid u vrstu i veličinu utjecaja na morski okoliš za određene aktivnosti na moru i obali.

LITERATURA

[1] Aneziris, O.N., Papazoglou, I.A., Konstantinidou, , Nivolianitou, Z.: „Integrated risk assessment for LNG terminals“, ELSEVIER Journal of Loss Prevention in the Process Industries 28 (2014) 23-35; journal homepage: www.elsevier.com/locate/jlp

[2] Belamarić, G.: „Model zaštite broda od piratskih napada”, doktorski rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka srpanj 2015.

[3] Bonacci., O.: „Ekohidrologija vodenih resursa i otvorenih vodotoka” , Split 2003.

[4] Bourmistrov., A., Mellemvik., F., Bambulyak., A., Gudmestad., O., Overland., I., Zolotukhin., A.: „International Arctic Petroleum Cooperation: Barents Sea Scenarios“, June 2015

[5] BP Energy Outlook, 2016 Edition; Outlook to 2035; bp.com/energyoutlook#BPstats (page 34)

[6] Capt. Belamarić., B., mag. ing., Master Mariner: „Teretni sustav LNG tankera“, Split, svibanj 2012. (www.pfst.unist.hr/.../PFN303%20-%2007.1%20 Teretni%20sustav%20 LNG%20tanker)

[7] Chan, A., Hartline, J., Hurley, J. R., Struzziery, L.: „Evaluation of Liquefied Naturla Gas Receiving Terminals for Southern California“; A Group Project submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Mater's in Environmental Science and Management for the Donald Bren School of Environmental Science and Management; University of California, Santa Barbara; April 2004 (page 9, 24-29)

[8] Chen., X.B., Rezende., F., Malenica., S., Fournier., J.R.; „ Advances hydrodynamic analysis of LNG terminals“ In Tenth International Symposium On Practical Design Of Ships And Other Floating Structures; International Symposium On Practical Design Of Ships And Other Floating Structures; 2007 Prads; Practical Design Of Ships And Other Floating Structures; 1;224-233; International symposium on practical design of ships and other floating structures on ABS, Houston, TX; 2007; ISBN: 9780943870045, 0943870046

[9] Ćorić, D.: „Onečišćenje mora s brodova, Međunarodna i nacionalna pravna regulativa“; Pravni fakultet Sveučilišta u Rijeci, Urednik: prof.dr.sc. Miomir Matulović, Rijeka 2009. (ISBN 978-953-6597-72-1)

[10] Desetogodišnji plan razvoja plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske 2014. – 2023., PLINACRO, Zagreb svibanj 2014.(str. 5, 6); https://www.hera.hr/docs/2014/Prijedlog_2014-06-18.pdf (preuzeto 24.09.2017.)

[11] DESETOGODIŠNJI PLAN RAZVOJA PLINSKOG TRANSPORTNOG SUSTAVA REPUBLIKE HRVATSKE 2016. – 2025., Zagreb veljača 2016., (str. 6) – PLINACRO, Operator plinskog transportnog sustava (predsjednik Uprave, Main Zovko)

[12] Desetogodišnji plan razvoja plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske 2017. – 2026. (PLINACRO, Zagreb ožujak 2017, str. 14, 34); https://www.hera.hr/hr/docs/2017/Plan_razvoja_plinskog_transportnog_sustava_RH_2017-2026.pdf (preuzeto 24.09.2017.)

[13] Ditali, S., Fiore, R. H. : „ A realistic assessment of LNG hazards and consequences of release scenarios“, Safety & Environment - Design, SnamprogettiSpAViale de Gasperi, 16, 20097 - San Donato Milanese (MI), Italy (www.aidic.it/CISAP3/webpapers/80Ditali.pdf)

[14] Dorch Consult München, SRN u suradnjisa LOUIS BERGER INC. East Orange, SAD: “Uputstva za izradu studija o izvodljiosti puteva”; Savjet republičkih i pokrajinskih organizacija za puteve, administracija Ljubljana, Ljubljana 1974.

[15] Dundović, Č., Kesić, B.: „Tehnologija i organizacija luka“; Sveučilište u Rijeci, Pomosrki fakultet u Rijeci, Urednik: Miodrag Milošević, Grafemd.o.o. Rijeka, Rijeka 2001. (ISBN 953-165-079-9)

[16] http://e-ucenje.gfmo.ba/predmeti/attachments/article/691/12.%20POTRESI.pdf.; 28.11.2012. (preuzeto 30.03.2018.)

[17] https://www.bp.com/.../bp/.../statistical-review-2016/bp-statistical-review-of-world-energ... (BP Statistical Review of World Energy, June 2015, 65th Edition; bp.com/statisticalreview#BPstats)

[18] https://en.wikipedia.org/wiki/Adriatic_LNG_terminal (26.02.2018.)

[19] https://hr.wikipedia.org/wiki/Geografski_informacijski_sustav (preuzeto 23.01.2019.)

[20] https://hr.wikipedia.org/wiki/LNG_brod (preuzeto 26.02.2018.)

[21] https://www.eia.gov/environment/emissions/ghg_report/ghg_carbon.php (preuzeto 10.05.2017.)

[22] http://www.energy.ca.gov/lng/documents/SIGNIFICANT_EVENTS_LNG_HISTORY.PDF (preuzeto 30.01.2018.)

[23] https://www.google.hr/search?q=lng+na+krku&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjY1Lq81_XYAhXOyKQKHeRhC4IQ_AUICigB&biw=985&bih=461#imgrc=cR1d7QUOVtx-IM:&spf=1516971571814 (preuzeto 26.02.2018.)

[24] https://www.google.hr/search?q=FSRU+terminal+na+krku&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjWhOLh3fXYAhWEGuwKHdkjBTsQ_AUICigB&biw=985&bih=461#imgrc=nDVcsngiY23ayM:&spf=1516973261577(preuzeto 26.02.2018.)

[25] http://www.offshore-environment.com/gasimpact.html (preuzeto 20.06.2017.)

[26] Horne., M., MacNab., J.: „LNG and Climate Change: The Global Context“; Pacific Institute for Climate Solutions, Knowledge. Insight. Action., The Pembina Institute October 2014

[27] Inernational Gas Union (IGU) 2017 World LNG Report; 2017 CHEVRON U.S.A. Inc, (page 35)

[28] Ivančić., I.; Fuks., D.; Najdek., M.; Blažina., M.; Descovi., M.; Šilović., T.; Paliaga., P.; Orlić., S: „Long-term changes in heterotrophic prokaryotes abundance and growth characteristics in the northern Adriatic Sea”; ELSEVIER, Journal of Marine Systems 82(2010) 206-216.

[29] Janeković., I.; Dutour Sikirić., M.; Tomažić., I.; Kuzmić., M.: „Hindcasting the Adriatic Sea surface temperature and salinity: A recent modelling experience”//Geofizika. 27(2010), 2; 85-100 (article, scientific)

[30] Janeković., I.; Mihanović., H.; Vilibić., I.; Tudor., M.: „Extreme cooling and dense water formation estimates in open and coastal regions of the Adriaic Sea during the winter of 2012”// Journal of geophysical research: oceans. 119 (2014), 5; 3200-3218 (article, scientific)

[31] Jean-Pierre, B.: „Chapter 5 PROMETHEE METHODS”, Centrumvoor Statistieken OperationeelOnderzoek Vrije Universiteit Brussel Pleinlaan 2, B-1050 Brussels, Belgium; jpbrans@vub.ac.be; Bertrand Mareschal, Service de Mathématiques de la GestionUniversitéLibre de Bruxelles, Boulevard du Triomphe CP 210-01, B-1050 Brussels, Belgium, bmaresc@ulb.ac.be)

[32] Jelavić., V., Kurtela., Ž.: „Raščlamba štetnog djelovanja broad na morski okoliš“, „Naše more“ 54(5-6)2007.; ISSN 0469-6255 (214-226); UDK 504:629.5

[33] Jenović., Z.: „Naftni i petrokemijski procesi ip roizvodi“, Nakladnik: Hrvatsko društvo za goriva i maziva, Berislavićeva 6, Zagreb; glavni urednik: Ante Jukić; drugo izdanje; Zagreb 2011. ISBN 978-953-97942-2-2 (str. 189 -290)

[34] Kraus, R., Supić, N., Lučić, D., Jakica, Nj.: „Impact of winter oceanographic conditions on zooplankton abundance in northern Adriatic with implications on Adriatic anchovy stock prognosis“ // Estuarine, coastal and shelf science, 167 (2015) 56-66. doi:10.1016/j.ecss.2015.10.008 (članak, znanstveni)

[35] Kraus, R., Supić, N.*, Precali, R.: „Factors favouring large organic production in the northern Adriatic: Towards the northern Adriatic empirical ecological model”; Ocean Science (2016)12, 19-37.

[36] Malačić., V., Faganeli., J., Malej.,A.: „Environmental impact of LNG terminals in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic)“, H. GoncaCoskun et al. /eds.), Integration of Information for Environmental Security, 375-295, 2008. Springer

[37] Mcguire and White (1996): „LIQUIFIED GAS HANDLING PRINCIPLES ON SHIP AND IN TERMINALS (Second edition); Whiterby& Co. Ltd., London, ECI; page 49Okvirna direktiva o morskojstrategiji 2008/56/EZ

[38] Mišić., V.: „Ekološki faktori i njihov značaj za biljni svet“; Zavod za izdavanje udžbenika Socijalističke Republike Srbije, Beograd 1964.; Glavni urednik: dr Pavle Radoman, Štampa Beograd grafički zavod)

[39] Mladineo., N.: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, dr.sc. Nenad Mladineo; skripta za internu upotrebu, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, 2004.

[40] Mullai, A.: Maritime Transport and Risks of Packaged Dangerous Goods, Dagob, Turku, 2006., str. 83.

[41] OIKON d.o.o. - „Uvozni terminal za ukapljeni prirodni plin na otoku Krku“ – Ne tehnički sažetak studije o utjecaju zahvata na okoliš- OIKON d.o.o. Institut za primjenjenu ekologiju u suradnji sa DVOUT ECRO, Zagreb, prosinac 2013.

[42] Paltrinieri., N., Tugnoli., A., Cozzani., V.: „Hazard identification for innovative LNG regasification technologies“, Article in Reliability Engineering an System Safety 137(2015) 18-28, ELSEVIER; Contents lists available at Science Direct, recived 2 September 2014, Accwpted 14 December 2014, Avaible online 25 December 2014; http://dx.doi.org/10.1016/j.ress2014.12.006; www.elsevier.com/locate/res

[43] Posavec., D., Simon., K., Malnar., M.: „Brodovi za ukapljeni prirodni plin Liquified Natural Gas (LNG) Carriers”; Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska; UDK 622.691.6 Stručni rad UDC 622.691.6 (Professional paper); Rudarsko-geološko-naftniZbornik, Vol. 22 str. 55-62; Zagreb 2010.

[44] Radosavljević, S.: „Prijevoz Ukapljenog Prirodnog Plina (LNG) Morem" PFRI (prezentacija); www.pfri.uniri.hr/~rudan/LNG%20PFRI%202012.pdf

[45] Ramos., Abilio., M.; Lopez Drogutter., E.; Martins., M.; Souza., H.: „Comparison of Possible Consequences of LNG Leakages in Offshore and Onshore Terminals: the Case of the Port of Suape in the Northeastern Brazil", Internationa Journal of Modeling and Simulation for the Petroleum Industry, Vol.8, No.1, Noveber 2014, p.p. 40-48; Manuscript recived March 2014

[46] Strategic challenges in global energy – the contribution from the oil and gas business; Maria van der Hoeven Executive Director; GE Oil&Gas Annual Meeting Florence, 04 February 2014 (page 2, 3, 6)

[47] Strategija pomorskog razvitka i integralne pomorske politike Republike Hrvatske za razdoblje od 2014. do 2020. godine, Zagreb, srpanj 2014. str. 5 – 6; http://www.mppi.hr/UserDocsImages/POMORSKA%20STARTEGIJA%20VRH%20 2207201%20web%2026-7_14.pdf

[48] Studija o utjecaju na okoliš izmjena zahvata prihvatnog terminal za UPP na otoku Krku uvođenjem faze plutajućeg terminala za prihvat, skladištenje i uplinjavanje UPP-a); listopad 2017., Zagreb

[49] Supić., N. and Ivančić., I.: „Hidrographic conditions in the Adriatic in relation to surface fluxes and the Po river discharge rates (1966-1992)"; Periodicum Biologorum, Vol. 104, No 2, 203.209; (2002); UDC 57:61, CODEN PDBIAD ISSN 0031-5362

[50] Van der Hoeven., M.- Executive Director: „Strategic challenges in global energy –the contribution from the oil and gas business"; GE Oil&Gas Annual Meeting Florence, 04 February 2014

[51] Vilibić., I.; Mihanović., H.; Janekovi., I.; Šepić., J.: „Modelling the formation of dense water in the northern Adriatic: Sensitivity stuies"//Ocean modelling. 101 (2016); 17-29 (article, scientific)

[52] Viličić, D.: „Specifična oceanološka svojstva hrvatskog dijela Jadrana" // Hrvatske vode 22 (2014), 90; 297-314 (pregledni članak)

[53] Vučijak, B.: „Višekriterijalna optimizacija u upravljanju prostorom"; Univerzitet u Sarajevu, Arhitektonski fakultet, 15[2007] 1[33] PROSTOR str. 109-117

[54] Yuan, Z., Cui, M., Song R., Xie Y. and Han L.: „Performance Improvement of a Boil-off Gas Re-condensation Process with Precooling at LNG Terminals" International Journal of Thermodynamics (IJoT); 2015 Vol. 18 (No. 2), pp. 74-80, ISSN 1301-9724 / e-ISSN 2146-1511; doi: 10.5541/ijot.33739 Published online: June 1, 2015;

www.ijoticat.com (Received 26 May 2014, Revised 22 July 2014, Revised 24 August 2014, Revised 13 October 2014, Revised 25 December 2014, Accepted 09 March 2015)

[55] www.adria-lng.hr/index.php?f=&m=5&s=1 (preuzeto 20.04.2017.)

[56] www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=40379 (leksikografski zavod Miroslav Krleža) preuzeto (21.08.2017.)

[57] www.igu.org/download/file/fid/2123 (International Gas Union; 2016 World LNG Report LNG 18 Conference&Exhibition Edition (page 39))

[58] www.pfst.unist.hr/.../Planiranje%20luka%20i%20terminala%20-%20nast...; „Vrste terminala“, Pomorski fakultet Split (preuzeto 26.02.2018.)

[59] www.pomorskodobro.com /kratka-povijest-lng.htm; Sacchi, A.; Hrvatsko pomorsko dobro – stručni portal (preuzeto 26.02.2018.)

[60] www.poslovni.hr/ ~rudan/LNG%20PFRI%202012.pdf (preuzeto 26.02.2018.)

[61] www.poslovni.hr/media/cache/44/5b/445b37843122620c1b5a583d3a117a43.jpg (preuzeto 26.02.2018.)

POPIS OZNAKA

Ar	argon
Bcm	billioncubicmeters
Btu	British Termal Unit (Britanska termalna jedinica)
CH_4	metan
Cl	klor
CO	ugljikov monoksid
CO_2	ugljikov dioksid (ugljik (IV) oksid
COS	karbonil sulfid
E	Ekonomski kriteriji
DWF	vodeni otisak (Domestic Fresh Water Footprint)
EK	Ekološki kriteriji
FSRU	Floating Storage Regasification Unit
FSU	Floating Storage Unit
GAIA	Geometrical Analysis for Interactive/geometrijska prezentacija višekriterijske analize
GIS	Geographic Information System (geografski informacijski sustav)
GTL	Gas to Liquids
He	helij
Hg	živa
H_2O	voda
H_2S	sumporvodik
IMO	International Maritime Organization
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
Klorofil a	jedini sudjeluje u pretvorbi Sunčeve u kemijsku energiju.
Kr	kripton
LNG/ UPP	Liquefied natural gas (ukapljeni prirodni plin)
LPG/ UNP	Liquefied petroleum gas (ukapljeni naftni plin)
MTA/MTPA	milion ton per anno
Mtoe	Milion Tonnesof Oil Equivalent
N_2	dušik
Ne	neon
NH_4	amonijak
Nm^3	normalni kubni metar
NNE	North-northeast wind/bura
NO_3	nitrati
NO_2	nitriti
NO_x	dušikovi oksidi
N_{tot}	ukupni dušik
NP	Nacionalni park
NSV	netto sadašnja vrijednost
OMDS	Okvirna direktiva o morskoj strategiji (2008/56/EC)
offshore LNG terminal	odobalni LNG terminal
onshore LNG terminal	obalni LNG terminal
ORV isparivači	„OpenRackVaporizers“/ isparivači s otvorenom kupkom
P	fosfor
SE	Southeastern w*ind/jugo*

P_{tot}	ukupni fosfor
pH	pH vrijednost (mjera kiselosti ili bazičnosti vodene otopine ili nekog rastvora)
PL	Kriteriji potrebe za plinom
PO_4	fosfati
PP	Park prirode
PR	Kriteriji prometne povezanosti
PROMETHEE metoda	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
psi	funta sile po kvadratnom palcu
S	Sigurnosni kriteriji
SC	scenarij
SCV isparivači	Submerged Combustion Vaporizers/ isparivači s uronjenim plamenikom
SiO_4	silikati
SO_2	sumpor dioksid
SO_x	sumporni oksidi
SOLAS	Međunarodna konvencija o zaštiti ljudskih života na moru
ROMS	Regional Ocean Modeling System, razvijen na Rutgers University, University of California, Los Angeles
tcm	trillion cubic metre
UN	United Nations
UNEP	United Nations Environment Programme
Xe	ksenon

POPIS SLIKA

Sl. 2.1.1. Podjela spremnika brodova prema tipu..... 10
Sl. 2.1.2. Podjela brodskih spremnika..... 11
Sl. 2.2.1. Kvarner-Moss sferični tip tankova 12
Sl. 2.2.2. Kvarner-Moss sferični tip broda ……..……12
Sl. 2.2.3. IHI prizmatični tip tankova i broda..... 12
Sl. 2.2.4. Gaz Transport No96 (tank i brod) 13
Sl. 2.2.5. Technigaz Mark III (tank i brod) 13
Sl. 2.4.1. Podjela prihvatnih LNG terminala na moru..... 15
Sl. 2.5.1. onshore LNG terminal 16
Sl. 2.5.2. offshore LNG terminal..... 17
Sl. 2.5.3. FSRU terminal 17
Sl. 2.5.4. Usporedba troškova onshore terminala s FSRU alternativama 19
Sl. 3.1.1. Nafta i plin kao okosnica opskrbe energijom (projekcija do 2035. godine) ……. 20
Sl. 3.1.2. Udio proizvodnje tekućih goriva prema izvorima (projekcija do 2035. godine) 21
Sl. 3.2.1. Glavni transportni pravci prirodnog plina u 2015. ……..... 22
Sl. 3.2.2. Glavni transportni pravci LNG-a u 2015…….... 23
Sl. 3.2.3. Transport plina u odnosu na potrošnju 24
Sl. 3.3.1. Plinski transportni sustav Republike Hrvatske (stanje na dan 31.12.2015.) …..... 25
Sl. 3.3.2. Plinski transportni sustav Republike Hrvatske (koji je u izgradnji) ……..….. 26
Sl. 3.3.3. Uklapanje plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske u nove dobavne projekte ...……..……...……..…..... 27
Sl. 3.4.1. Proizvodnja i potrošnja prirodnog plina u Hrvatskoj …...……...……28
Sl. 3.4.2. Emisije CO_2 za odabrane sektore …..……..…… 29
Sl. 5.1. Područja koja zadovoljavaju odabrane predeliminacijske kriterije (zelena polja) …. 43
Sl. 5.1.2. Ukupno 14 područja na Jadranskom moru izdvojenih predeliminacijskim kriterijima 44
Sl. 5.2.1. Područje 1 za lokaciju offshore LNG terminala 48
Sl. 5.2.2. Područje 2 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 48
Sl. 5.2.3. Područje 3 za lokaciju FSRU i onshore LNG terminala 49
Sl. 5.2.4. Područje 4 za lokaciju FSRU 50
Sl. 5.2.5. Područje 5 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 50
Sl. 5.2.6. Područje 6 za lokaciju offshore LNG terminala 51
Sl. 5.2.7. Područje 7 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 51

Sl. 5.2.8. Područje 8 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 52
Sl. 5.2.9. Područje 9 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 52
Sl. 5.2.10. Područje 10 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 53
Sl. 5.2.11. Područje 11 za lokaciju offshore LNG terminala 53
Sl. 5.2.12. Područje 12 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 54
Sl. 5.2.13. Područje 13 ne zadovoljava eliminacijske kriterije 54
Sl. 5.2.14. Područje 14 za lokaciju onshore LNG terminala 55
Sl. 6.2.1.a Razlike temperature površine mora u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (Sjeverni Jadran, offshore-Istra;14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispoštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja ……..……..……..... 78
Sl. 6.2.1.b Razlike temperature površine mora u odnosu na situaciju prije ispuštanja u prosincu, 15 dana kasnije nakon situacije prikazane na prethodnoj slici .....……..…….. 79
Sl. 6.2.1.2.a Razlike temperature površine mora u svibnju, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja .....……. 79
Sl. 6.2.1.2.b Razlike temperature površine mora u lipnju, 45 dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja ....……..... 80
Sl. 6.2.1.2.c Razlike temperature površine mora u kolovozu, oko 3 mjeseca nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijega mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja .....……. 80
Sl. 6.2.2.1. Razlike temperature mora na 5 m dubine mora u lipnju, 45 dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja …….....…..... 81
Sl. 6.2.2.a Razlike temperature na 25 m dubine u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (Sjeverni Jadran; 14. studenog.; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja .....……..…..... 82
Sl. 6.2.2.b Razlike temperature na 25 m dubine u odnosu na situaciju prije ispuštanja u prosincu, 15 dana kasnije nakon situacije prikazane na prethodnoj slici ..…….…… 82
Sl. 6.2.3.a Razlike temperature na morskom dnu u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja ..…….… 83

Sl. 6.2.3.b Razlike temperature na morskom dnu u odnosu na situaciju prije ispuštanja u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici……..…..... 84
Sl. 6.2.3.1 Razlike temperature na morskom dnu u kolovozu, oko 3 mjeseca nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 1a (Sjeverni Jadran, offshore-Istra; 2. svibnja) u odnosu na situaciju prije ispuštanja ...……..…...…….. 84
Sl. 6.2.1.c Razlike temperature površine mora u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 3a (14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja …… 86
Sl. 6.2.1.d Razlike temperature površine mora u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici ….……..…….....…….…. 87
Sl. 6.2.2.c Razlike temperature na 25 m u studenom, par dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 3a (Sjeverni Jadran – Kvarner; 14. studenog; lijevo) i 10 dana nakon ispuštanja (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja 88
Sl. 6.2.2.d Razlike temperature površine mora u prosincu, 15 dana nakon situacije prikazane na prethodnoj slici 88
Sl. 6.2.3.c Razlike temperature na morskom dnu u studenom, nekoliko dana nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš s postaje 3a (Sjeverni Jadran-Kvarner; 14. studenog; lijevo) i 10 dana kasnije (desno) u odnosu na situaciju prije ispuštanja .....……..…….……..…..……. 89
Sl. 6.2.3.d Razlike temperature morskog dna u prosincu, 15 dana kasnije nakon situacije prikazane na prethodnoj slici .....…….…… 90
Sl. 6.2.4.a Prikaz struja na morskoj površini u siječnju, bez utjecaja LNG terminala, 1. siječnja 2016. ….……..…….…….....…...….. 91
Sl. 6.2.4.b Prikaz struja na morskoj površini u siječnju, uz utjecaj LNG terminala koji se očituje u ispuštanju hladnije vode kontinuirano od 14. studenog na postaji 1a, 1. siječnja 2016. ...……..……..……..……..… 91
Sl. 6.2.5.a Prikaz struja na Jadranu na dubini od 25 m u veljači, 19. veljače 2016., bez utjecaja LNG terminala ……..……..… 92
Sl. 6.2.5.b Prikaz struja na Jadranu na dubini od 25 m u veljači, 19. veljače 2016., uz utjecaj LNG terminala koji se očituje u ispuštanju hladnije vode kontinuirano od 14. studenog na postaji 1a ..……...……..……. 92
Sl. 6.4.2.a Prikaz prosječnih struja, na površini mora u Sjevernom Jadranu tijekom srpnja i kolovoza bez utjecaja LNG terminala.……..……....…..….... 95

Sl. 6.4.2.b Prikaz prosječnih struja, na 2 m dubine u Sjevernom Jadranu tijekom srpnja i kolovoza bez utjecaja LNG terminala
..... 95

POPIS TABLICA

Tablica 2.5. CAPEX Comparison Of Terminal with FSRU (3MTPA) ……. 18
Tablica 3.4.1.Tipičan sastav prirodnog plina ……..……..……..…….. 28
Tablica 4.1. Utjecaji i posljedice prigodom gradnje i/ili zatvaranja LNG terminala …...…. 33
Tablica 4.2. Utjecaji i posljedice prigodom korištenja LNG terminala …….....……..…… 35
Tablica 5 .1 Predeliminacijski kriteriji …...…….....……..... 42
Tablica 5.2. Eliminacijski kriteriji za vrednovanje izbora potencijalne lokacije područja izdvojena pomoću GIS-a .....…….....…….. 45
Tablica 5.4.1. Težine skupina i kriterija unutar skupina …….....……... 61
Tablica 5.4.2. Opis kriterija…..…….....…… 63
Tablica 5.4.3. Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima ..…… 69
Tablica 5.5.1. Rezultat PROMETHEE analize prema 1. scenariju…..……..…....…. 71
Tablica 5.5.2. Rezultat PROMETHEE analize prema 2. scenariju…..……..…....…. 71
Tablica 5.5.3. Rezultat PROMETHEE analize prema 3. scenariju …….…..….....…… 72
Tablica 6.2. Opis terminala 77

PODACI KORIŠTENI ZA ODREĐIVANJE PREDELIMINACIJSKIH KRITERIJA GIS SUSTAVOM

NASELJA S MINIMALNO 1000 STANOVNIKA I VIŠE: (prema popisu iz 2011.)

Poreč, Pula, Rovinj, Novigrad, Medulin, Fažana, Vrsar, Valbandon, Raša,Rabac, Ližnjan, Umag, Opatija, Rijeka, Kostrena, Novi Vinodolski, Marinići, Matulji, Krk, Lovran, Viškovo, Kraljevica, Cres, Marčelji, Hreljin, Dražice, Banjol, Omišalj, Punat, Sroki, Palit, Selce, Dramalj, Bakar, Podhum, Lopar, Barbat na Rabu, Jadranovo, Kampor, Njivice, Pobri, Supetarska Draga, Bibinje, Vir, Pag, Sukošan, Privlaka, Pakoštane, Sveti Filip i Jakov, Kali, Vrsi, Pridraga, Posedarje, Preko, Ugljan, Jasenice, Turanj, Starigrad, Nin, Gornji Karin, Kruševo, Polača, Zadar, Šibenik, Brodarica, Murter, Pirovac, Primošten, Tribunj, Tisno, Rogoznica, Marina, Trogir, Kaštela (Sućurac, Gomilica, Kambelovac, Lukšić, Stari, Novi i Štafilić), Vis, Komiža, Hvar, Jelsa, Vrbovsko, Bol, Supetar, Stari Grad, Pučišća, Postira, Dugi Rat, Duće, Stobreč, Seget Donji, Trogir, Jesenice (Dugi Rat), Stobreč, Tučepi, Podgora, Baška Voda, Baško Polje, Brela, Makarska, Gradac, Split, Durovnik, Ston, Korčula, Vela Luka, Cavtat, Orebić, Čibača, Mokošica, Lumbarda.

TURISTIČKA ODREDIŠTA:

Pula, Vrsar, Rovinj, Novigrad, Poreč, Umag, Meduli, Rabac, Fažana, Opatija, Crikvenica, Novi Vinodolski, Selce, Kraljevica, Ružići, Kostrena, Rijeka, Lovran, Pješčana Uvala, Premantura, Trget, Koromačevo, Sveta Marina, Drga Luka, Mošćenička Draga, Uvala Scott, Njivice, Rudine, Čižići, Punat, Cres, Vrbnik, Beli, Lubenice, Valun, Krk, Pag, Rab, Lošinj Novalja, Senj, Zadar, Galešnjak, Pašman, Nin, Premuda, Veli Rat, Dugi otok, Privlaka, Sali, Šibenik, Murter,Vodice, Biograd na Moru, Pakoštane, Primošten, Trogir, Split, Omiš, Brela, Baška Voda, Rogoznica, Tučepi, Makarska, Hvar, Stiniva, Stončica, Milna, Sućuraj, Stari Grad, Jelsa, Vrbovska, Biševo, Komiža, Vis Brgunjac, Bol, Povlja, Supetar, Stomorska, Maslinica, Donja, Krušica, Rogač, Nečujam, Dubrovnik, Korčula, Veliki i Mali Zaton, Orašac, Trsteno, Slano, Srebreno, Plat, Molunat, Drače, Žuljana, Trstenik.

NACIONALNI PARKOVI I PARKOVI PRIRODE:

Brijuni, Kornati, Mljet, Telašćica, Lastovo.

PRIKLJUČCI PLINSKE MREŽE:

Umag (N 45° 26’ 15” E 013° 31’ 33” – 45.43750; 13.52583), Poreč (N 45° 13’ 36” E 013° 35’ 41” – 45.22667; 13.59472), Rovinj (N 45° 04’ 54” E 013° 38’ 20” – 45.08167; 13.63889), Pula (N 44° 52’ 01” E 013° 50’ 58” – 44.86694; 13.84944), Labin (N 45° 6’ 18.33” E 14° 6’ 57.5” – 45.105092; 14.115973), Rijeka (N 45° 19’ 36” E 014° 26’ 32” – 45.32667; 14.44222), Zadar (N 44°06’51” E 15°13’40” – 44.119371; 15.23136479), Biogad na moru (N 43°56′14″ 15°26′37″E -43,94; 15,45), Vodice (N 43° 45′ 38” E 015° 46′ 44” – 43.76056; 15.77889), Šibenik (N 43° 44’ 06” E 015° 53’ 26”- 43.73500; 15.89056), Trogir (N 43° 31’ 01” E 016° 15’ 05”- 43.51694; 16.25139), Split (N 43° 30’ 00” E 016° 26’ 00”- 43.50000; 16.43333), Podstrana (N 43° 29’ 58” E 016° 31’ 20”- 43.49944; 16.52222), Ploče (N 43° 03’ 25” E 017° 25’ 51”- 43.05694; 17.43083), Trpanj (N 43° 0’ 27” E17° 16’ 30”- 43.00750; 17.27500) I Dubrovnik (N 42° 38’ 25” E 018° 06’ 30”- 42.64028; 18.10833).

RAZNA SKLADIŠTA:

Omišalj – DINA PETOKEMIJA d.d.

ŠIRINA	45° 11’ 46.16’’ S
DUŽINA	14° 34’ 29.91’’ I
RASPON	693 m
SMJER	0.000000 °
NAGIB	22.000000 °

TE Plomin – Plomin Luka

ŠIRINA	45° 8’ 8.29’’ S
DUŽINA	14° 10’ 6.58’’ I
RASPON	1889 m
SMJER	-1.000000 °
NAGIB	31.000000 °

Rijeka – MLAKA (spremnici plina)

ŠIRINA	45° 20’ 2.27’’ S
DUŽINA	14° 24’ 36.96’’ I
RASPON	472 m
SMJER	-1.000000 °
NAGIB	30.000000 °

ŠOJIĆI – spremnici nafte

ŠIRINA	45° 17’ 28.21’’ S
DUŽINA	14° 32’ 43.06’’ I
RASPON	2273 m
SMJER	-1.000000 °
NAGIB	46.000000 °

URINJ – spremnici nafte

ŠIRINA	45° 16’ 55.77’’ S
DUŽINA	14° 32’ 44.42’’ I
RASPON	2381 m
SMJER	-1.000000 °
NAGIB	46.000000 °

URINJ – Općina Kostrena

ŠIRINA	45° 16’ 59.91’’ S
DUŽINA	14° 31’ 38.22’’ I
RASPON	1879 m
SMJER	-1.000000 °
NAGIB	36.000000 °

Ploče – Luka Ploče d.d. (spremnici nafte)

ŠIRINA	43° 2’ 17.19’’ S
DUŽINA	17° 25’ 59.09’’ I
RASPON	954 m
SMJER	2.000000 °
NAGIB	15.000000 °

MINIMALNA UDALJENOST OD RAZNIH UZGAJALIŠTA (RIBA, ŠKOLJKI I TUNA):

RIBE

ovlaštenik	lokacija	županija
More Lošinj d.o.o.	Uvala Kaldonta, otok Cres	Primorsko-goranska
Salmo trota d.o.o.	Novi Vinodolski, Uvala Žrnovnica	Primorsko-goranska

LABRAX ADRIA d.o.o.	Otok Plavnik, Grad Krk, polje 1	Primorsko-goranska
LABRAX ADRIA d.o.o.	Otok Plavnik, Grad Krk, polje 2	Primorsko-goranska
CROMARIS d.d.	Limski zaljev	Istarska
CROMARIS d.d.	Uvala Budava	Istarska
Kameno doba- Roman Lokas	Ušće rijeke Krke, polje RO1-2	Šibensko-kninska
Blitvenica d.o.o Bibinje	Ušće rijeke Krke, polje RO2	Šibensko-kninska
Blitvenica d.o.o Bibinje	Ušće rijeke Krke, polje RO3	Šibensko-kninska
FRIŠKINA d.o.o.	Akvatorij uvale Movar, polje 2	Šibensko-kninska
MARINEX d.o.o.	Akvatorij uvale Movar, polje 1	Šibensko-kninska
Klismar Split d.o.o.	Uvala Peleš	Šibensko-kninska
CROMARIS d.d.	Kod otoka Bisage, K.O. Kujkljica, općina Kukljica	Zadarska
CROMARIS d.d.	Otok Pašman, Općina Tkon, Košara 3	Zadarska
CROMARIS d.d.	Otok Pašman, Općina Tkon, Košara 2, Polje 1	Zadarska
CROMARIS d.d.	Otok Pašman, Općina Tkon, Košara 2, Polje 2	Zadarska
CROMARIS d.d.	JI kraj otoka Ugljana, kod otoka Golac, Općina Kali	Zadarska
CROMARIS d.d.	JI kraj otoka Ugljana, kod otoka Veli Školj, Općina Kali	Zadarska
CROMARIS d.d.	Otok Pašman, OpŠina Tkon, Kšara 1B	Zadarska
CROMARIS d.d.	kod otoka Veli Školj, Općina Kukljica	Zadarska
CROMARIS d.d.	Otok Pašman, OpŠina Tkon, Maslinjak	Zadarska
CROMARIS d.d.	Otok Pašman, Općina Tkon, Žižanj C	Zadarska
CROMARIS d.d.	Sjeverozapadno od uvale Velo I Malo žalo na Dugom otoku, Općina Sali	Zadarska
CROMARIS d.d.	Sjeverozapadno od uvale Velo I Malo žalo na Dugom otoku, Općina Sali	Zadarska
Esso Grande d.o.o.	Uvala Vela Svežina	Zadarska
Damir Lalić- “Patricija”	Sjeverno od otoka Žižnja, K.O. Tkon, Općina Tkon	Zadarska
Limbora d.o.o.	Otok Pašman, Općina Tkon, Košara 1 A	Zadarska
Limbora d.o.o.	Otok Pašman, Općina Tkon, Žižanj B	Zadarska
Marikultura Pag d.o.o.	Uvala Dinjiška	Zadarska

KORNAT ITTICA d.o.o.	Između otočića Školjić Veli, Školjić Mali, Oblik I Murvenjak	Zadarska
Martinović Fish d.o.o.	Akvatorij otočića Glurović, SZ od otoka Iža	Zadarska
Martinović Fish d.o.o.	Između otoka Iža I otoka Sridnji, K. O. Veli Iž, Grad Zadar	Zadarska
Martinović Fish d.o.o.	akvatorij SZ od otoka Iža – rt Skrajno I JI obale otoka Glurović	Zadarska
ORADA ADRIATIC d.o.o.	Uvala Veli bok, polje br.1, Grad Cres	Primorsko-goranska
ORADA ADRIATIC d.o.o.	Uvala Veli bok, polje br.2, Grad Cres	Primorsko-goranska
ORADA ADRIATIC d.o.o.	Uvala Veli bok, polje br.3, Grad Cres	Primorsko-goranska
ORADA ADRIATIC d.o.o.	Uvala Veli bok, polje br.4, Grad Cres	Primorsko-goranska
ORADA ADRIATIC d.o.o.	Uvala Veli bok, polje br.5, Grad Cres	Primorsko-goranska
CROMARIS d.d.	Kod otok Kudica, u Iškom kanalu	Zadarska
CROMARIS d.d.	Uz Dugi otok, između rtova Žman I Gubac	Zadarska
KORNAT ITTICA d.o.o.	Akvatorij Vrgadskog kanala	Zadarska
CROMARIS d.d.	Kod otoka Veli Školj, južno od uvale Vela Lamjana	Zadarska

<u>ŠKOLJKE</u>

područje	pov. (km^2)	uzgoj/skupljanje
Kanal Sv. Ante u Šibeniku	0,7	uzgoj
Kaštelanski zaljev	36,7	uzgoj
Malostonski zaljev	24,8	uzgoj
Marinski zaljev	0,1	uzgoj
Medulinski zaljev	0,3	uzgoj
Modrić – Seline (Rovanjska)	0,0	uzgoj
Novigradsko more	9,1	uzgoj
Pirovački zaljev	0,1	uzgoj
Raški zaljev	0,8	uzgoj
Ušće rijeke Krke	2,0	uzgoj
Uvala Budava	0,7	uzgoj

Uvala Dinjiška	0,0	uzgoj
Uvala Sobra na Mljetu	0,1	uzgoj
Uvala Stara Povljana	5,8	uzgoj
Zapadna obala Istre	261,9	izlovno područje
Zapadna obala Istre	1305,2	izlovno područje
Zapadna obala Istre	0,2	uzgoj
Zapadna obala Istre	0,4	uzgoj
Limski zaljev	3,6	uzgoj
Vabriga	1,5	uzgoj
Savudrijska vala	0,1	uzgoj

TUNA

ovlaštenik	lokacija	županija
JADRAN TUNA d.o.o.	SI od otoka Gira, K.O: Vrgada, Općina Pakoštane	Zadarska
KALI TUNA d.o.o.	Otok Lavdara Vela, Srednji kanal, Opina Sali, polje 3	Zadarska
KALI TUNA d.o.o.	Otok Lavdara Vela, Srednji kanal, Općina Sali, polje 4	Zadarska
KALI TUNA d.o.o.	SW strana otoka Ugljana “Pod Mrđinom”, polje A, Općina Kali	Zadarska
KALI TUNA d.o.o.	SW strana otoka Ugljana “Pod Mrđinom”, polje B, Općina Kali	Zadarska
KALI TUNA d.o.o.	SI strana otoka Zverinca, Općina Sali, polje A	Zadarska
KALI TUNA d.o.o.	SI strana otoka Zverinca, Općina Sali, polje B	Zadarska
KALI TUNA d.o.o.	Između otoćića Fulija I Kudica, K.O. Iž Mali, Grad Zadar	Zadarska
PELAGOS NET FARMA d.o.o.	Južno od otoćića Balabra, Općina Murter-Kornati	Šibensko-kninska
SARDINA d.o.o.	Akvatorij Vela Grška, Općina Nerežišća, otok Brač	Splitsko-dalmatinska

Podaci za brzinu vjetra i visine valova s pripadajućim periodom iz određenih smjerova, koji su u ovom radu korišteni za određivanje predeliminacijskih kriterija preuzeti su s Hrvatskog hidrografskog instituta u Splitu (isti su dolje navedeni).

Područje 1

Sjeverni Jadran (platforma Panon - siječanj 1986.) - nedirekcioni valograf (ne mjeri smjer)

Hmax = 10.80 m, Hs = 4.49 m s pripadajućim periodom od T = 8.48 s

Dirwind = SE (opažanja vjetra - poslužitelj na platformi)

Sjeverni Jadran (platforma IVANA - A - prosinac 2008.)

Hmax = 7.27 m, Hs = 4.22 m s pripadajućim periodom od T = 4.76 s i iz smjera Dir = SE

Područje 4

Rijeka (veljača 2010.)

Hmax = 4.07 m, Hs = 2.03 m s pripadajućim periodom od T = 4.62 s i iz smjera Dir = SE

$Wind_{max}$ = 10.7 m/s, iz smjera $Dirwind_{max}$ = SSE

Područje 8

Rogoznica (svjetionik MULO - veljača 1989.) - nedirekcioni valograf (ne mjeri smjer)

Hmax = 4.10 m, Hs = 2.15 m s pripadajućim periodom od T = 8.0 s

Dirwind = SE (opažanja vjetra - svjetioničar)

Područje 9

Split (prosinac 2007.)

Hmax = 2.84 m, Hs = 0.92 m s pripadajućim periodom od T = 3.43 s i iz smjera Dir = ESE

Područje 12

Ploče (kolovoz 2018. g)

Hmax = 2.63 m, Hs = 1.38 m s pripadajućim periodom od T = 4.17 s i iz smjera Dir = WNW)

$Wind_{max}$ = 29.6 m/s, $Wind_{avg10min}$ = 17.8 m/s iz smjera Dir_{max} = WNW

Područje 14

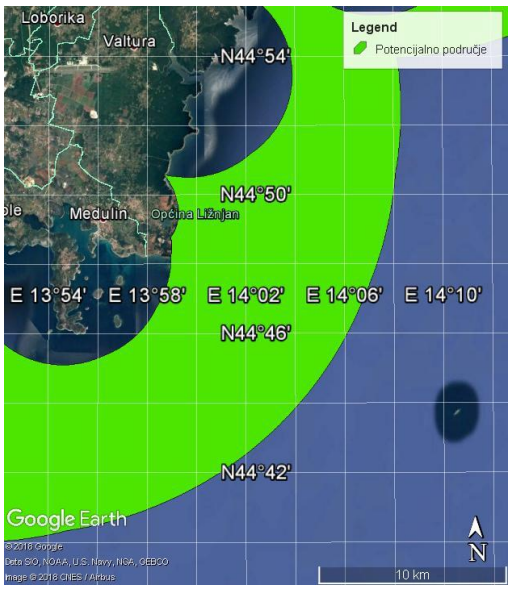
Dubrovnik (Sv. Andrija - veljača 2018g.)

Hmax = 9.24 m, Hs = 3.84 m s pripadajućim periodom od T = 9.52 s i iz smjera SSE

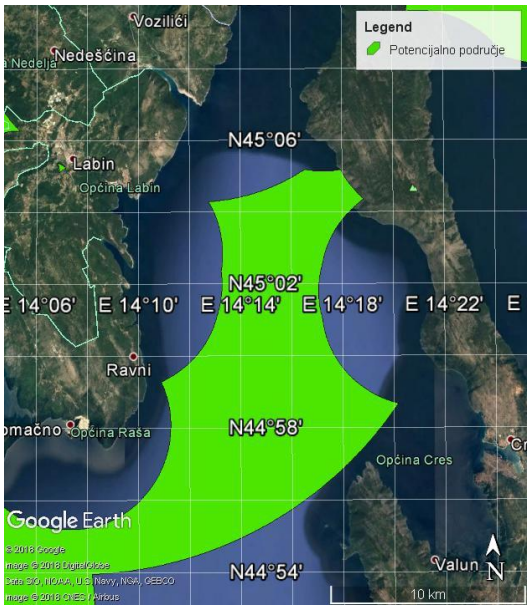
Gore navedeni podaci o smjeru i brzini vjetra, te maksimalnoj visini vala i periodu vala, preuzeti su s dozvolom Hrvatskog hidrografskog instituta (copyright©HHI).

SLIKE 14 PODRUČJA IZDVOJENIH GIS SUSTAVOM

PODRUČJE 1



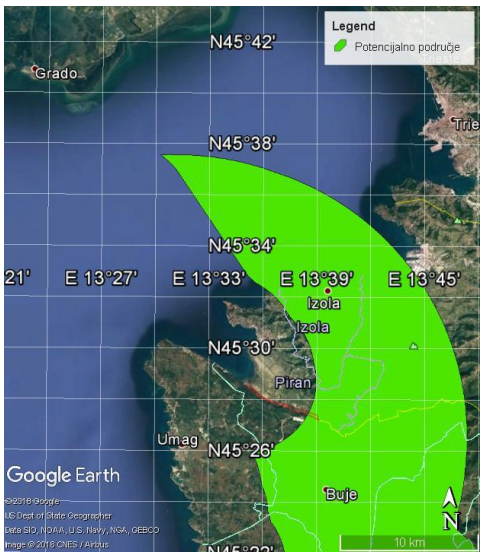
PODRUČJE 2



PODRUČJE 3

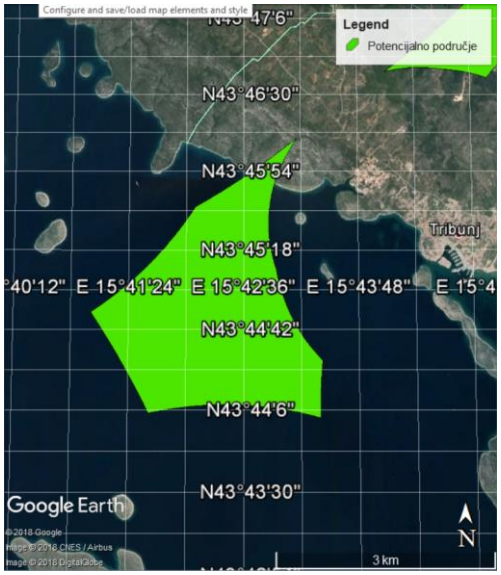
PODRUČJE 4

PRILOG I



PODRUČJE 5

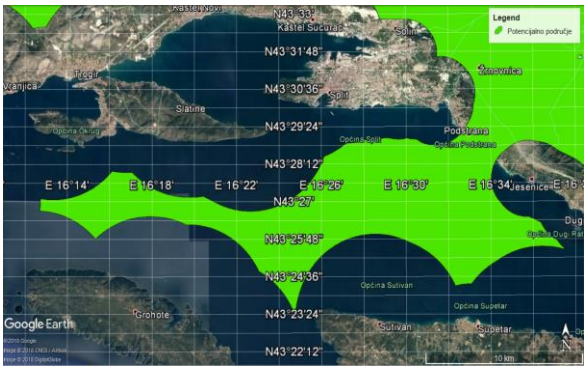
PODRUČJE 6



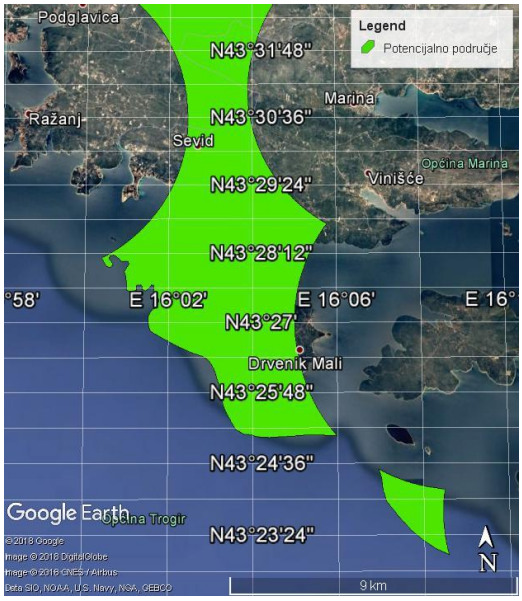
PODRUČJE 7

PODRUČJE 8

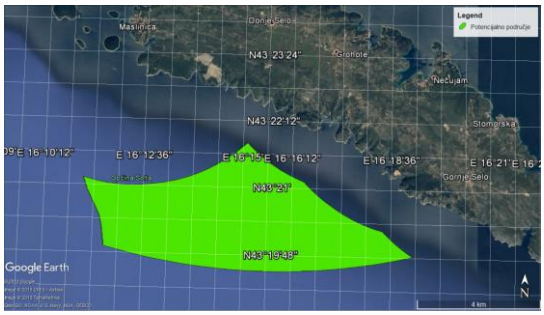
PRILOG I



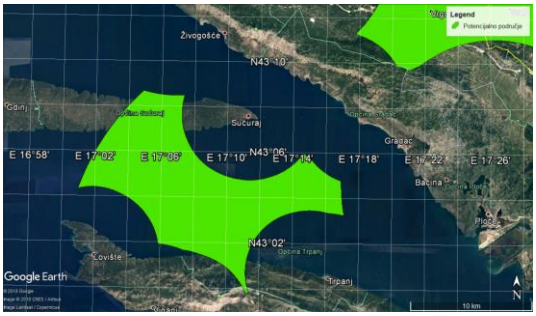
PODRUČJE 9



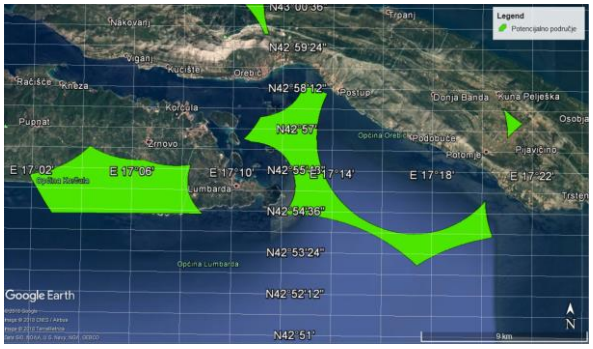
PODRUČJE 10



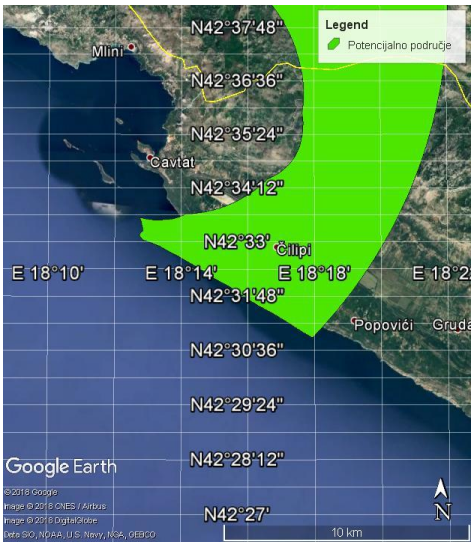
PODRUČJE 11



PODRUČJE 12



PODRUČJE 13



PODRUČJE 14

Tablica 5.4.4.a.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 1)

VARIJANTE / SKUPINA KRITERIJA	PUNI NAZIV	Težine skupina	Težine kriterija	1 (onshore) 42° 33,3' N 18° 14,5 E (područje 14) Južni Jadran, Cavtat	2 (offshore) 43°22' N 16° 15' E (područje 11) Srednji Jadran – južna strana otoka Šolte	3 (offshore) 44° 11,9' N 14° 59,5 E (područje 6) Virsko more	1a (offshore) 44° 48' N 13° 51' E (područje 1) Zapadna obala Istre, Pula	2a (FSRU i onshore) 45° 4,9' N 14° 17,6 E i 45° 5,3' N 14° 18,1' E (područje 3) Kvarner	3a (FSRU) 45° 11,1' N 14° 31,4 E (područje 4) Riječki zaljev
EKONOMSKI	Cijena izgradnje LNG terminala	**35**	**8,4**	100	150	120	80	130	100
	Troškovi upravljanja i održavanja LNG terminala		**7,35**	10	15	12	8	13	10
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal		**0,7**	5	6	7	1	1	1
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**2,45**	7	8	9	1	1	1
	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području *(veća ocjena manji utjecaj na zaposlenost)*		**1,05**	7	6	5	6	5	4
	Utjecaj na postojeći promet *(moguće povećanje prometa i negativne posljedice na već*		**1,75**	5	6	7	4	5	6

	postojeći promet, veća ocjena veći negativan utejcaj)								
	Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**1,05**	5	7	8	4	5	6
	Operativne teškoće * troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon)		**4,2**	9	9	9	7	7	7
	Operativne teškoće * troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminala nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa)		**2,45**	9	8	9	7	6	5
	Troškovi uslijed mogućih akcidentnih situacija		**3,5**	7	9	8	8	10	9
	Troškovi zatvaranja ili sanacije LNG terminala (nakon prestanka rada terminala)		**2,1**	10	10	10	8	10	9
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (*morski okoliš* – mogućenegativne poromjene)		**5,4**	9	10	8	7	9	7
	Utjecaj na okoliš (*zrak*- moguće negativne promjene)		**3**	7	9	8	6	8	7

Utjecaj na okoliš (*tlo/morsko dno*- moguće negativne promjene)	**30**	**2,7**	8	10	9	7	9	8
Bioraznolikost (flora i fauna, morska staništa)		**2,4**	7	9	8	6	8	7
Meteorološki utjecaji (vjetrovi)		**1,2**	9	8	7	8	7	6
Utjecaj na klimu (svjetlost, toplina, vlažnost, atmosferske padaline)		**1,2**	9	8	6	8	7	5
Utjecaj kemijskih parametara (teški metali, klor – Cl, otpljeni kisik, pH, hranjive soli (NO_2, NO_3, NH_4, $N_{tot,}$ PO_4, P_{ot}, SiO_4)		**0,3**	8	9	6	6	7	5
Utjecaj fizikalnih parametara (temperatura, salinitet, gustoća mora, prozirnost i boja mora)		**2,7**	8	7	5	9	8	6
Utjecaj oceanografskih parametara (morske struje, kao važan parametar kojim se prati kretanje promjena svih ostalih parametara u morski okoliš)		**3**	6	4	2	7	5	3
Utjecaj bioloških parametara (biomasa, klorofil a) i sastav fitoplanktonskih stanica (direktni broj), sastav mikorzooplankto na i		**1,8**	9	8	6	8	7	5

	mezozooplanktona, sanitarni indikatori)								
	Krajobraz		**3**	7	8	9	6	7	7
	Zaštićena područja i staništa (ekološka mreža)		**1,8**	8	9	9	7	10	10
	Buka		**1,5**	8	9	7	4	4	5
SIGURNOSNI	Požari	**15**	**6**	10	10	9	8	9	6
	Eksplozije		**6**	10	10	10	9	9	8
	Ozebline kod ukapljenog plina		**0,75**	3	3	3	1	1	1
	Akcidentne situacija- veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora)		**2,25**	9	8	7	8	6	5
PROMETNA POVEZANOST	Udaljenost, tj. blizina postojećih kopnenih prometnih pravaca od LNG termnala *(veća ocjena označava veću udaljenost prometnih pravaca)*		**2,5**	1	2	5	3	4	2
	Udaljenost, tj.blizina postojećih morskih prometnih pravaca od LNG termnala		**2,5**	1	2	4	2	3	5

	Udaljenost, tj. blizina postojećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG termnala	**10**	**2,5**	1	4	5	3	5	6
	Raspoloživost prostora (slobodno zemljište kod onshore)		**1**	4	2	3	1	1	1
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala		**0,5**	1	2	3	2	3	4
	Oštećenje reljefa i mogućnost sanacije		**1**	6	8	9	3	4	5
POTREBE ZA PLINOM (zadovoljenje potreba)	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala)	**10**	**2,5**	3	4	2	5	6	6
	Potrebe za plinom za cijelu regiju		**2,5**	1	2	3	6	5	7
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država)		**2**	4	2	3	5	3	5
	Mogućnost skladištenja plina		**3**	1	2	3	4	4	4

Izvor: autor

Tablica 5.4.4.b.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 2)

VARIJANTE / SKUPINA KRITERIJA	PUNI NAZIV	Težine skupine	Težina kriterija	1 (onshore) 42° 33,3' N 18° 14,5 E (područje 14) Južni Jadran, Cavtat	2 (offshore) 43°22' N 16° 15' E (područje 11) Srednji Jadran – južna strana otoka Šolte	3 (offshore) 44° 11,9' N 14° 59,5 E (područje 6) Virsko more	1a (offshore) 44° 48' N 13° 51' E (područje 1) Zapadna obala Istre, Pula	2a (FSRU i onshore) 45° 4,9' N 14° 17,6 E i 45° 5,3' N 14° 18,1' E (područje 3) Kvarner	3a (FSRU) 45° 11,1' N 14° 31,4 E (područje 4) Riječki zaljev
EKONOMSKI	Cijena izgradnje LNG terminala		**7,2**	100	150	120	80	130	100
	Troškovi upravljanja i održavanja LNG terminala		**6,3**	10	15	12	8	13	10
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal		**0,6**	5	6	7	1	1	1
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**2,1**	7	8	9	1	1	1

	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području *(veća ocjena manji utjecaj na zaposlenost)*	**30**	**0,9**	7	6	5	6	5	4
	Utjecaj na postojeći promet *(moguće povećanje prometa i negativne posljedice na već postojeći promet, veća ocjena veći negativan utejcaj)*		**1,5**	5	6	7	4	5	6
	Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**0,9**	5	7	8	4	5	6
	Operativne teškoće * troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon)		**3,6**	9	9	9	7	7	7
	Operativne teškoće * troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminala nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa)		**2,1**	9	8	9	7	6	5
	Troškovi uslijed mogućih akcidentnih situacija		**3**	7	9	8	8	10	9

	Troškovi zatvaranja ili sanacije LNG terminala (nakon prestanka rada terminala)		**1,8**	10	10	10	8	10	9
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (*morski okoliš* – mogućenegativne poromjene)	**40**	**7,2**	9	10	8	7	9	7
	Utjecaj na okoliš (*zrak*- moguće negativne promjene)		**4**	7	9	8	6	8	7
	Utjecaj na okoliš (*tlo/morsko dno*- moguće negativne promjene)		**3,6**	8	10	9	7	9	8
	Bioraznolikost (flora i fauna, morska staništa)		**3,2**	7	9	8	6	8	7
	Meteorološki utjecaji (vjetrovi)		**1,6**	9	8	7	8	7	6
	Utjecaj na klimu (svjetlost, toplina, vlažnost, atmosferske padaline)		**1,6**	9	8	6	8	7	5
	Utjecaj kemijskih parametara (teški metali, klor – Cl, otpljeni kisik, pH, hranjive soli (NO_2, NO_3, NH_4, $N_{tot,}$ PO_4, P_{ot}, SiO_4)		**0,4**	8	9	6	6	7	5
	Utjecaj fizikalnih parametara (temperatura, salinitet, gustoća mora, prozirnost i boja mora)		**3,6**	8	7	5	9	8	6
	Utjecaj oceanografskih parametara (morske struje, kao važan		**4**	6	4	2	7	5	3

	parametar kojim se prati kretanje promjena svihostalih parametara u morski okoliš)								
	Utjecaj bioloških parametara (biomasa, klorofil a) i sastav fitoplanktonskih stanica (direktni broj), sastav mikorzooplanktona i mezozooplanktona, sanitarni indikatori)		**1,8**	9	8	6	8	7	5
	Krajobraz		**4**	7	8	9	6	7	7
	Zaštićena područja i staništa (ekološka mreža)		**1,8**	8	9	9	7	10	10
	Buka		**3,2**	8	9	7	4	4	5
SIGURNOSNI	Požari	**10**	**4**	10	10	9	8	9	6
	Eksplozije		**4**	10	10	10	9	9	8
	Ozebline kod ukapljenog plina		**0,5**	3	3	3	1	1	1
	Akcidentne situacija- veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora)		**1,5**	9	8	7	8	6	5
PROMET	Udaljenost, tj. blizina postojećih								

	kopnenih prometnih pravaca od LNG termnala (on i off shore)	**10**	**2,5**	1	2	5	3	4	2
	Udaljenost, tj.blizina postojećih morskih prometnih pravaca od LNG termnala		**2,5**	1	2	4	2	3	5
	Udaljenost, tj. blizina postojećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG termnala		**2,5**	1	4	5	3	5	6
	Raspoloživost prostora		**1**	4	2	3	1	1	1
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala		**0,5**	1	2	3	2	3	4
	Oštećenje reljefa i mogućnost sanacije		**1**	6	8	9	3	4	5

POTREBE ZA PLINOM (zadovoljenje potreba)	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala)	**10**	**3**	3	4	2	5	6	6
	Potrebe za plinom za cijelu regiju		**3**	1	2	3	6	5	7
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država)		**2**	4	2	3	5	3	5
	Mogućnost skladištenja plina		**2**	1	2	3	4	4	4

Izvor: autor

Tablica 5.4.4.c.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 3)

VARIJANTE / SKUPINA KRITERIJA	PUNI NAZIV	Težina skupina	Težina kriterija	1 (onshore) 42° 33,3' N 18° 14,5 E (područje 14) Južni Jadran, Cavtat	2 (offshore) 43°22' N 16° 15' E (područje 11) Srednji Jadran – južna strana otoka Šolte	3 (offshore) 44° 11,9' N 14° 59,5 E (područje 6) Virsko more	1a (offshore) 44° 48' N 13° 51' E (područje 1) Zapadna obala Istre, Pula	2a (FSRU i onshore) 45° 4,9' N 14° 17,6 E i 45° 5,3' N 14° 18,1' E (područje 3) Kvarner	3a (FSRU) 45° 11,1' N 14° 31,4 E (područje 4) Riječki zaljev
EKONOMSKI	Cijena izgradnje LNG terminala	**15**	**4**	100	150	120	80	130	100
	Troškovi upravljanja i održavanja LNG terminala		**3**	10	15	12	8	13	10
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal		**0,2**	5	6	7	1	1	1
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**0,2**	7	8	9	1	1	1
	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području *(veća ocjena manji utjecaj na zaposlenost)*		**0,2**	7	6	5	6	5	4
	Utjecaj na postojeći promet *(moguće povećanje prometa i negativne posljedice na već postojeći promet, veća ocjena veći negativan utejcaj)*		**2**	5	6	7	4	5	6
	Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**2,5**	5	7	8	4	5	6
	Operativne teškoće * troškovi uslijed		**0,2**	9	9	9	7	7	7

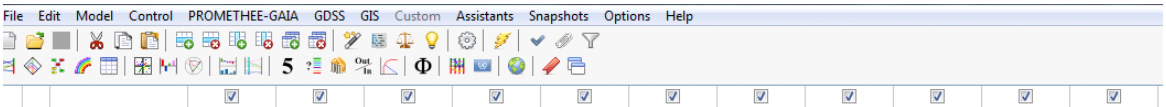
	mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon)								
	Operativne teškoće * troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminal nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa)		**0,2**	9	8	9	7	6	5
	Troškovi uslijed mogućih akcidentnih siuacija		**0,75**	7	9	8	8	10	9
	Troškovi zatvaranja ili sanacije LNG terminala (nakon prestanka rada terminala)		**1,75**	10	10	10	8	10	9
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (morski okoliš – mogućenegativne poromjene)	**25**	**3,5**	9	10	8	7	9	7
	Utjecaj na okoliš (zrak- moguće negativne promjene)		**2,5**	7	9	8	6	8	7
	Utjecaj na okoliš (tlo/morsko dno- moguće negativne promjene)		**2,25**	8	10	9	7	9	8
	Bioraznolikost (flora i fauna, morska staništa)		**2**	7	9	8	6	8	7
	Meteorološki utjecaji (vjetrovi)		**1**	9	8	7	8	7	6
	Utjecaj na klimu (svjetlost, toplina, vlažnost, atmosferske pad.)		**1**	9	8	6	8	7	5
	Utjecaj kemijskih parametara (teški metali, klor – Cl, otpljeni kisik, pH, hranjive soli (NO2, NO3, NH4, Ntot, PO4, Pot, SiO4)		**0,25**	8	9	6	6	7	5
	Utjecaj fizikalnih parametara (temperatura, salinitet, gustoća mora, prozirnost i boja mora)		**1,75**	8	7	5	9	8	6
	Utjecaj oceanografskih parametara								

	(morske struje, kao važan parametar kojim se prati kretanje promjena svih ostalih parametara u morski okoliš)		**2**	6	4	2	7	5	3
	Utjecaj bioloških parametara (biomasa, klorofil a) i sastav fitoplanktonskih stanica (direktni broj), sastav mikorzooplanktona i mezozooplanktona, sanitarni indikatori)		**1,5**	9	8	6	8	7	5
	Krajobraz		**3**	7	8	9	6	7	7
	Zaštićena područja i staništa (ekološka mreža)		**3**	8	9	9	7	10	10
	Buka		**1,25**	8	9	7	4	4	5
SIGURNOSNI	Požari	**35**	**14**	10	10	9	8	9	6
	Eksplozije		**14**	10	10	10	9	9	8
	Ozebline kod ukapljenog plina		**1,75**	3	3	3	1	1	1
	Akcidentne situacija- veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora)		**5,25**	9	8	7	8	6	5
PROMETNA POVEZANOST	Udaljenost, tj. blizina postojećih kopnenih prometnih pravaca od LNG termnala (veća ocjena označava veću udaljenost prometnih pravaca)		**0,5**	1	2	5	3	4	2
	Udaljenost, tj.blizina postojećih morskih prometnih pravaca od LNG termnala		**6**	1	2	4	2	3	5

	Udaljenost, tj. blizina postojećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG termnala	15	**1**	1	4	5	3	5	6
	Raspoloživost prostora		**0,25**	4	2	3	1	1	1
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala		**5,75**	1	2	3	2	3	4
	Oštećenje reljefa i mogućnost sanacije		**1,5**	6	8	9	3	4	5
POTREBE ZA PLINOM (zadovoljenje potreba)	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala)	10	**7**	3	4	2	5	6	6
	Potrebe za plinom za cijelu regiju		**2**	1	2	3	6	5	7
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država)		**0,5**	4	2	3	5	3	5
	Mogućnost skladištenja plina		**0,5**	1	2	3	4	4	4

Izvor: autor

SCENARIO 1

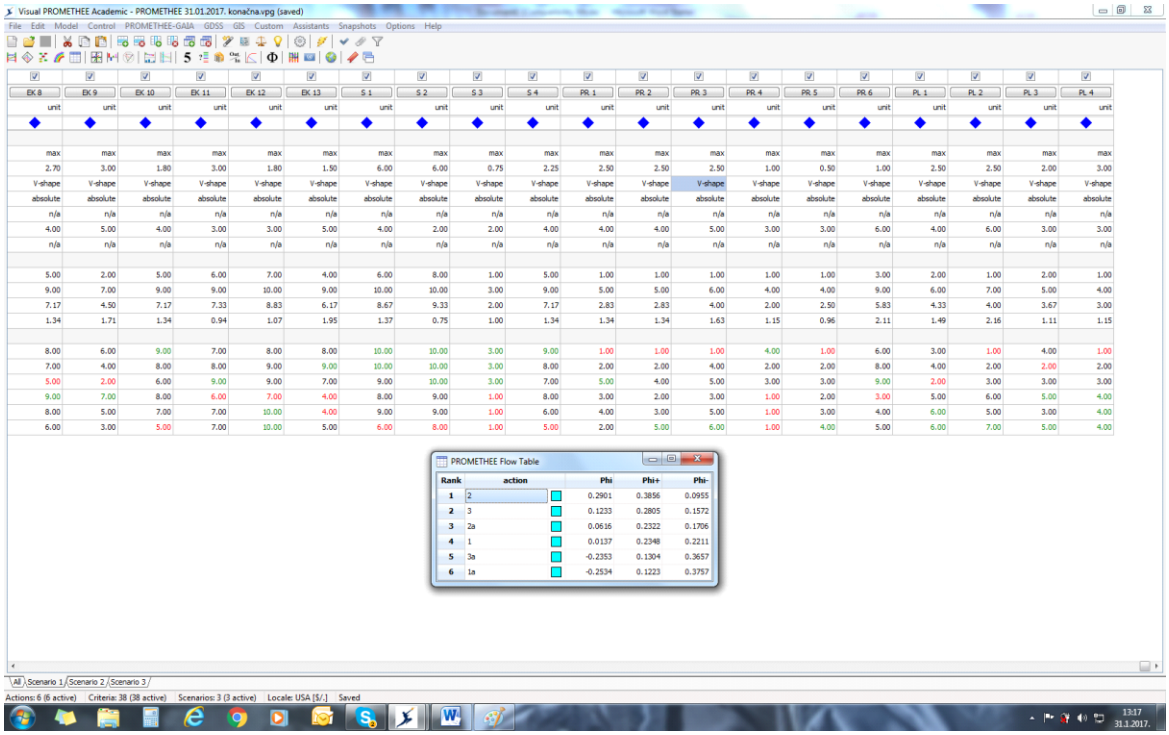


Scenario 1	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences											
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	8.40	7.35	0.70	2.45	1.05	1.75	1.05	4.20	2.45	3.50	2.10
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	70	7.00	6.00	8.00	3.00	3.00	4.00	2.00	4.00	3.00	2.00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics											
Minimum	80	8.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00	7.00	5.00	7.00	8.00
Maximum	150	15.00	7.00	9.00	7.00	7.00	8.00	9.00	9.00	10.00	10.00
Average	113	11.33	3.50	4.50	5.50	5.50	5.83	8.00	7.33	8.50	9.50
Standard Dev.	23	2.29	2.57	3.55	0.96	0.96	1.34	1.00	1.49	0.96	0.76
Evaluations											
1	100	10.00	5.00	7.00	7.00	5.00	5.00	9.00	9.00	7.00	10.00
2	150	15.00	6.00	8.00	6.00	6.00	7.00	9.00	8.00	9.00	10.00
3	120	12.00	7.00	9.00	5.00	7.00	8.00	9.00	9.00	8.00	10.00
1a	80	8.00	1.00	1.00	6.00	4.00	4.00	7.00	7.00	8.00	8.00
2a	130	13.00	1.00	1.00	5.00	5.00	5.00	7.00	6.00	10.00	10.00
3a	100	10.00	1.00	1.00	4.00	6.00	6.00	7.00	5.00	9.00	9.00

EK 1	EK 2	EK 3	EK 4	EK 5	EK 6	EK 7	EK 8	EK 9	EK 10	EK 11	EK 12	EK 13	S 1	S 2	S 3	S 4
unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
5.40	3.00	2.70	2.40	1.20	1.20	0.30	2.70	3.00	1.80	3.00	1.80	1.50	6.00	6.00	0.75	2.25
V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	3.00	5.00	4.00	2.00	2.00	4.00
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7.00	6.00	7.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	2.00	5.00	6.00	7.00	4.00	6.00	8.00	1.00	5.00
10.00	9.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	7.00	9.00	9.00	10.00	9.00	10.00	10.00	3.00	9.00
8.33	7.50	8.50	7.50	7.50	7.17	6.83	7.17	4.50	7.17	7.33	8.83	6.17	8.67	9.33	2.00	7.17
1.11	0.96	0.96	0.96	0.96	1.34	1.34	1.34	1.71	1.34	0.94	1.07	1.95	1.37	0.75	1.00	1.34
9.00	7.00	8.00	7.00	9.00	9.00	8.00	8.00	6.00	9.00	7.00	8.00	8.00	10.00	10.00	3.00	9.00
10.00	9.00	10.00	9.00	8.00	8.00	9.00	7.00	4.00	8.00	8.00	9.00	9.00	10.00	10.00	3.00	8.00
8.00	8.00	9.00	8.00	7.00	6.00	6.00	5.00	2.00	6.00	9.00	9.00	7.00	9.00	10.00	3.00	7.00
7.00	6.00	7.00	6.00	8.00	8.00	6.00	9.00	7.00	8.00	6.00	7.00	4.00	8.00	9.00	1.00	8.00
9.00	8.00	9.00	8.00	7.00	7.00	7.00	8.00	5.00	7.00	7.00	10.00	4.00	9.00	9.00	1.00	6.00
7.00	7.00	8.00	7.00	6.00	5.00	5.00	6.00	3.00	5.00	7.00	10.00	5.00	6.00	8.00	1.00	5.00

PR 1	PR 2	PR 3	PR 4	PR 5	PR 6	PL 1	PL 2	PL 3	PL 4
unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
2.50	2.50	2.50	1.00	0.50	1.00	2.50	2.50	2.00	3.00
V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4.00	4.00	5.00	3.00	3.00	6.00	4.00	6.00	3.00	3.00
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00
5.00	5.00	6.00	4.00	4.00	9.00	6.00	7.00	5.00	4.00
2.83	2.83	4.00	2.00	2.50	5.83	4.33	4.00	3.67	3.00
1.34	1.34	1.63	1.15	0.96	2.11	1.49	2.16	1.11	1.15
1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	6.00	3.00	1.00	4.00	1.00
2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	8.00	4.00	2.00	2.00	2.00
5.00	4.00	5.00	3.00	3.00	9.00	2.00	3.00	3.00	3.00
3.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00	5.00	4.00
4.00	3.00	5.00	1.00	3.00	4.00	6.00	5.00	3.00	4.00
2.00	5.00	6.00	1.00	4.00	5.00	6.00	7.00	5.00	4.00

PROMETHEE TABLICA TOKA (PROMETHEE FLOW TABLE) SCENARIO 1

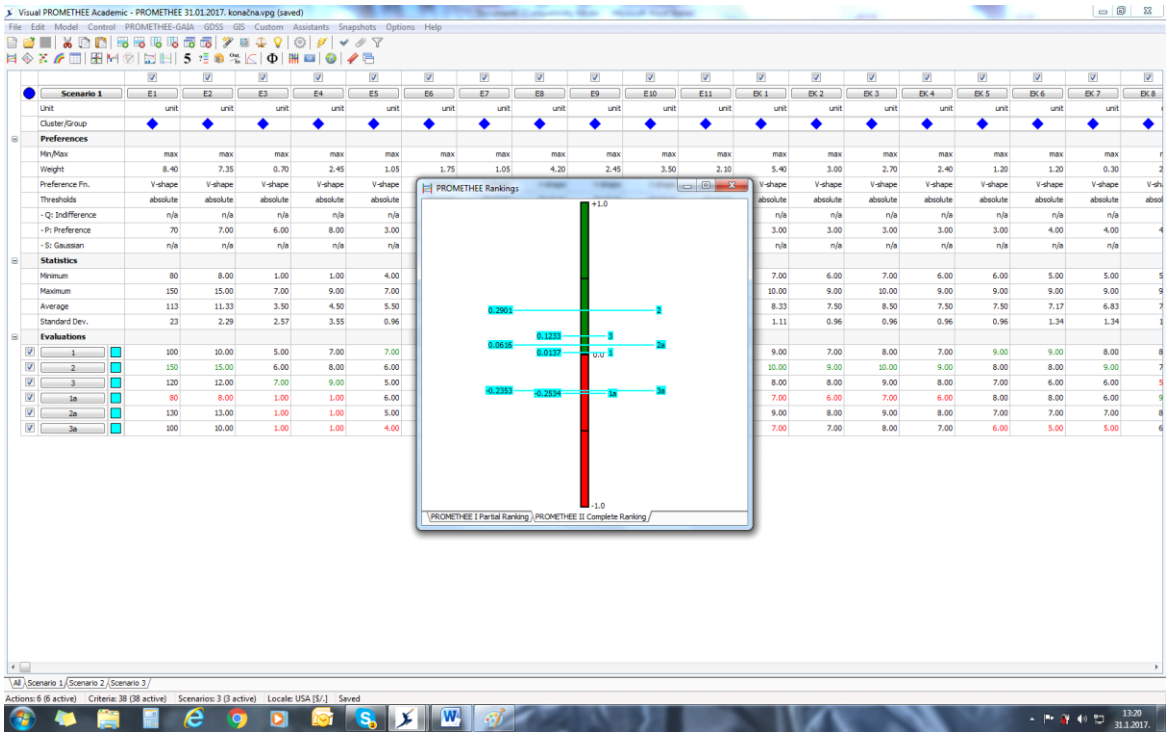


PROMETHEE Flow Table

Rank	action		Phi	Phi+	Phi-
1	2		0.2901	0.3856	0.0955
2	3		0.1233	0.2805	0.1572
3	2a		0.0616	0.2322	0.1706
4	1		0.0137	0.2348	0.2211
5	3a		-0.2353	0.1304	0.3657
6	1a		-0.2534	0.1223	0.3757

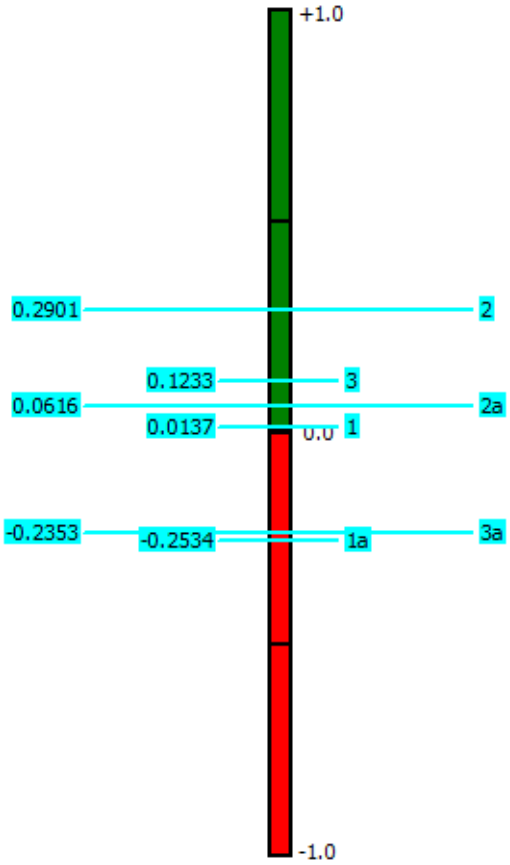
PROMETHEE II UKUPNO RANGIRANJE (PROMETHEE II COMPLETE RANKING)

SCENARIO 1

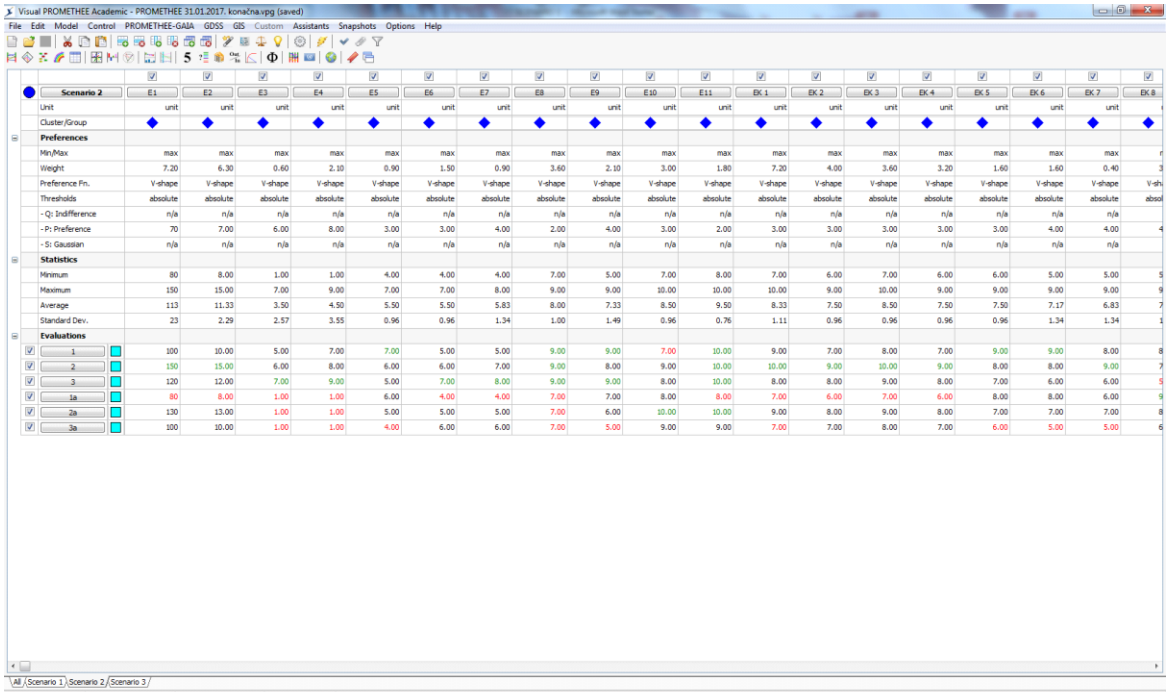


PROMETHEE II UKUPNO RANGIRANJE (PROMETHEE II COMPLETE RANKING)

SCENARIO 1



SCENARIO 2

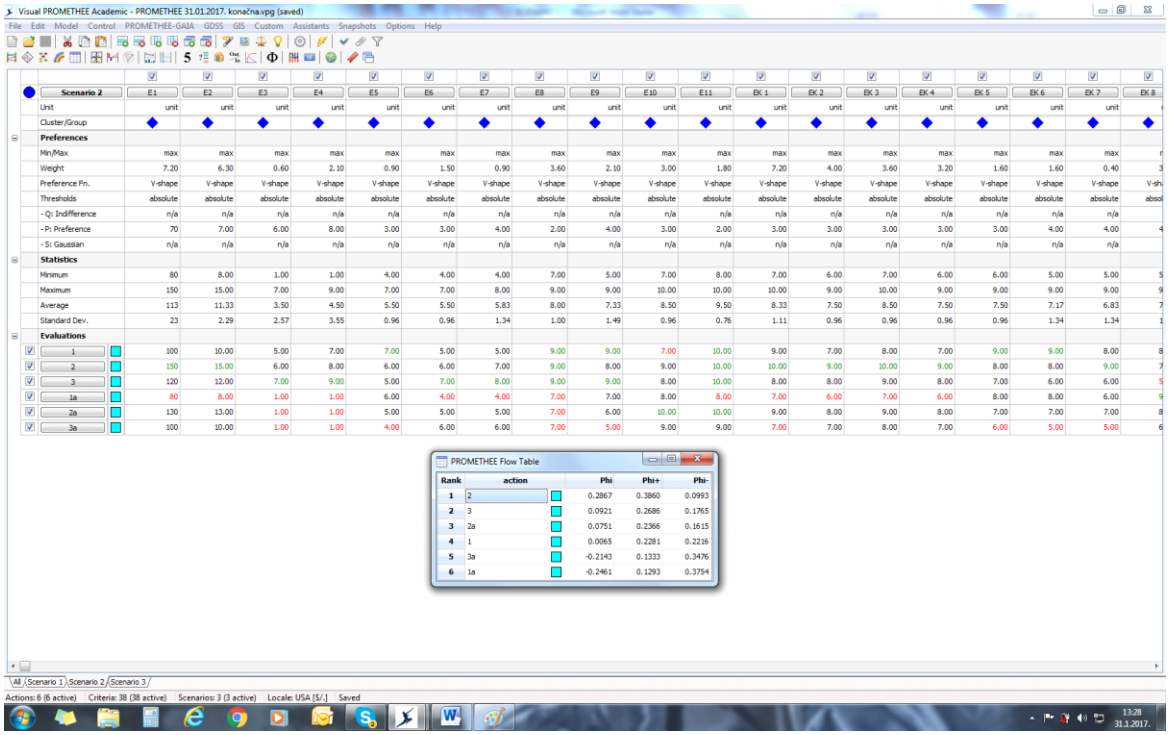


Scenario 2	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	EK 1	EK 2	EK 3	EK 4	EK 5	EK 6	EK 7	EK 8
Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences																			
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	7.20	6.30	0.60	2.10	0.90	1.50	0.90	3.60	2.10	3.00	1.80	7.20	4.00	3.60	3.20	1.60	1.60	0.40	3
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-sh
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absol
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	70	7.00	6.00	8.00	3.00	3.00	4.00	2.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
Statistics																			
Minimum	80	8.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00	7.00	5.00	7.00	8.00	7.00	6.00	7.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5
Maximum	150	15.00	7.00	9.00	7.00	7.00	8.00	9.00	9.00	10.00	10.00	10.00	9.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9
Average	113	11.33	3.50	4.50	5.50	5.50	5.83	8.00	7.33	8.50	9.50	8.33	7.50	8.50	7.50	7.50	7.17	6.83	7
Standard Dev.	23	2.29	2.57	3.55	0.96	0.96	1.34	1.00	1.49	0.96	0.76	1.11	0.96	0.96	0.96	0.96	1.34	1.34	1
Evaluations																			
1	100	10.00	5.00	7.00	7.00	5.00	5.00	9.00	9.00	7.00	10.00	9.00	7.00	8.00	7.00	9.00	9.00	8.00	8
2	150	15.00	6.00	8.00	6.00	6.00	7.00	9.00	8.00	9.00	10.00	10.00	9.00	10.00	9.00	8.00	8.00	9.00	7
3	120	12.00	7.00	9.00	5.00	7.00	8.00	9.00	9.00	8.00	10.00	8.00	8.00	9.00	8.00	7.00	6.00	6.00	5
1a	80	8.00	1.00	1.00	6.00	4.00	4.00	7.00	7.00	8.00	8.00	7.00	6.00	7.00	6.00	8.00	8.00	6.00	9
2a	130	13.00	1.00	1.00	5.00	5.00	5.00	7.00	6.00	10.00	10.00	9.00	8.00	9.00	8.00	7.00	7.00	7.00	8
3a	100	10.00	1.00	1.00	4.00	6.00	6.00	7.00	5.00	9.00	9.00	7.00	7.00	8.00	7.00	6.00	5.00	5.00	6

EK 1	EK 2	EK 3	EK 4	EK 5	EK 6	EK 7	EK 8	EK 9	EK 10	EK 11	EK 12	EK 13	S 1	S 2	S 3	S 4
unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
7.20	4.00	3.60	3.20	1.60	1.60	0.40	3.60	4.00	1.80	4.00	1.80	2.00	4.00	4.00	0.50	1.50
V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	3.00	5.00	4.00	2.00	2.00	4.00
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7.00	6.00	7.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	2.00	5.00	6.00	7.00	4.00	6.00	8.00	1.00	5.00
10.00	9.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	7.00	9.00	9.00	10.00	9.00	10.00	10.00	3.00	9.00
8.33	7.50	8.50	7.50	7.50	7.17	6.83	7.17	4.50	7.17	7.33	8.83	6.17	8.67	9.33	2.00	7.17
1.11	0.96	0.96	0.96	0.96	1.34	1.34	1.34	1.71	1.34	0.94	1.07	1.95	1.37	0.75	1.00	1.34
9.00	7.00	8.00	7.00	9.00	9.00	8.00	8.00	6.00	9.00	7.00	8.00	8.00	10.00	10.00	3.00	9.00
10.00	9.00	10.00	9.00	8.00	8.00	9.00	7.00	4.00	8.00	8.00	9.00	9.00	10.00	10.00	3.00	8.00
8.00	8.00	9.00	8.00	7.00	6.00	6.00	5.00	2.00	6.00	9.00	9.00	7.00	9.00	10.00	3.00	7.00
7.00	6.00	7.00	6.00	8.00	8.00	6.00	9.00	7.00	8.00	6.00	7.00	4.00	8.00	9.00	1.00	8.00
9.00	8.00	9.00	8.00	7.00	7.00	7.00	8.00	5.00	7.00	7.00	10.00	4.00	9.00	9.00	1.00	6.00
7.00	7.00	8.00	7.00	6.00	5.00	5.00	6.00	3.00	5.00	7.00	10.00	5.00	6.00	8.00	1.00	5.00

PR. 1	PR. 2	PR. 3	PR. 4	PR. 5	PR. 6	PL 1	PL 2	PL 3	PL 4
unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
2.50	2.50	2.50	1.00	0.50	1.00	3.00	3.00	2.00	2.00
V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4.00	4.00	5.00	3.00	3.00	6.00	4.00	6.00	3.00	3.00
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00
5.00	5.00	6.00	4.00	4.00	9.00	6.00	7.00	5.00	4.00
2.83	2.83	4.00	2.00	2.50	5.83	4.33	4.00	3.67	3.00
1.34	1.34	1.63	1.15	0.96	2.11	1.49	2.16	1.11	1.15
1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	6.00	3.00	1.00	4.00	1.00
2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	8.00	4.00	2.00	2.00	2.00
5.00	4.00	5.00	3.00	3.00	9.00	2.00	3.00	3.00	3.00
3.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00	5.00	4.00
4.00	3.00	5.00	1.00	3.00	4.00	6.00	5.00	3.00	4.00
2.00	5.00	6.00	1.00	4.00	5.00	6.00	7.00	5.00	4.00

PROMETHEE TABLICA TOKA (PROMETHEE FLOW TABLE) SCENARIO 2

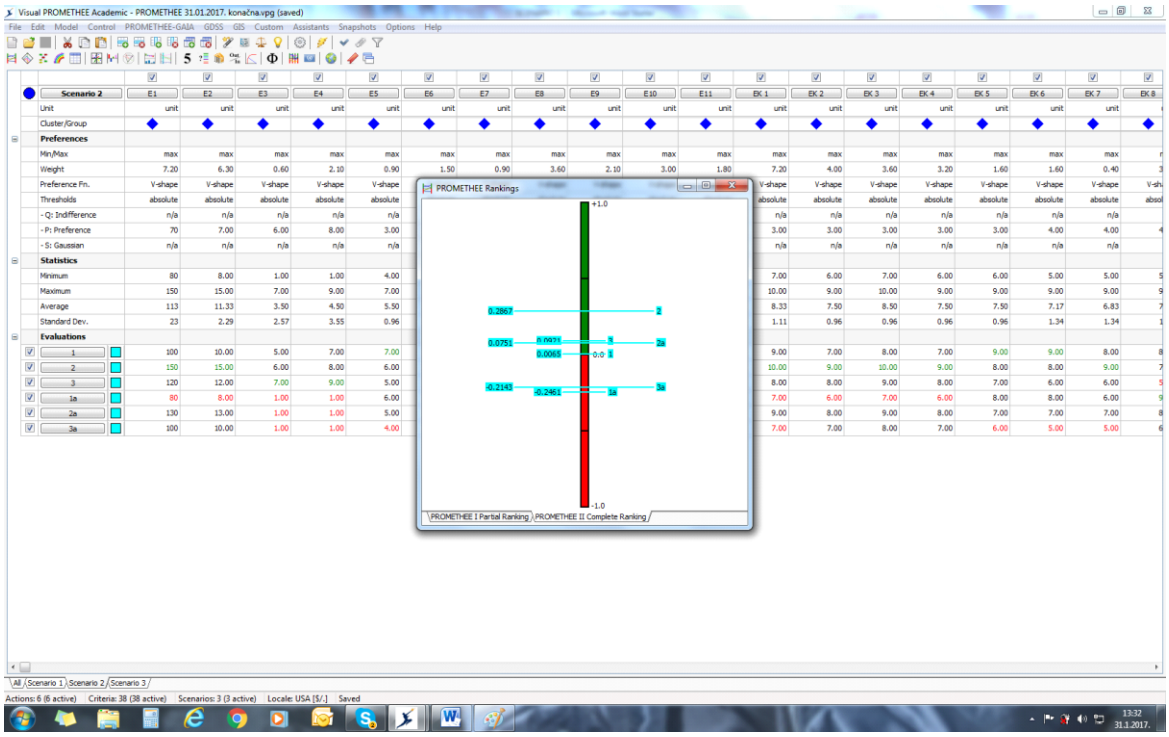


PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	2	0.2867	0.3860	0.0993
2	3	0.0921	0.2686	0.1765
3	2a	0.0751	0.2366	0.1615
4	1	0.0065	0.2281	0.2216
5	3a	-0.2143	0.1333	0.3476
6	1a	-0.2461	0.1293	0.3754

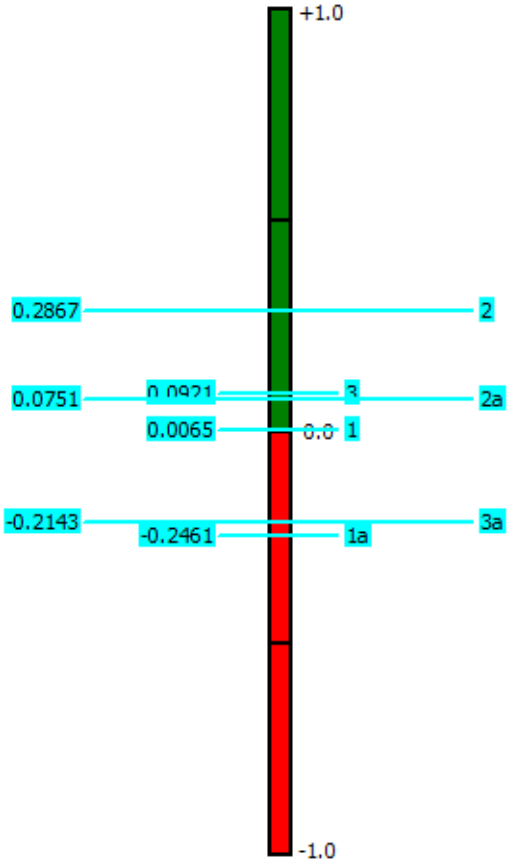
PROMETHEE II UKUPNO RANGIRANJE (PROMETHEE II COMPLETE RANKING)

SCENARIO 2

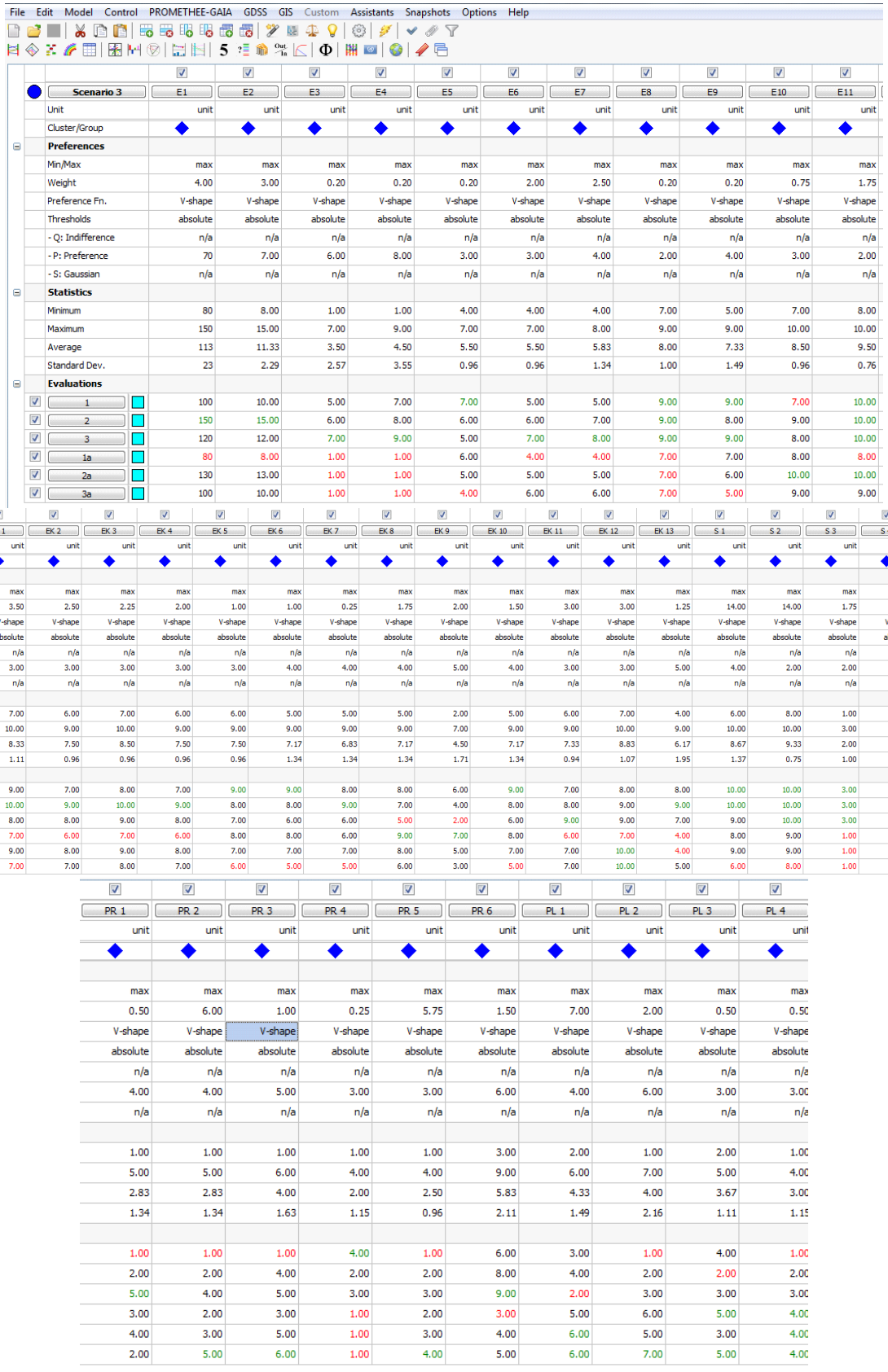


PROMETHEE II UKUPNO RANGIRANJE (PROMETHEE II COMPLETE RANKING)

SCENARIO 2



SCENARIO 3



File Edit Model Control PROMETHEE-GAIA GDSS GIS Custom Assistants Snapshots Options Help

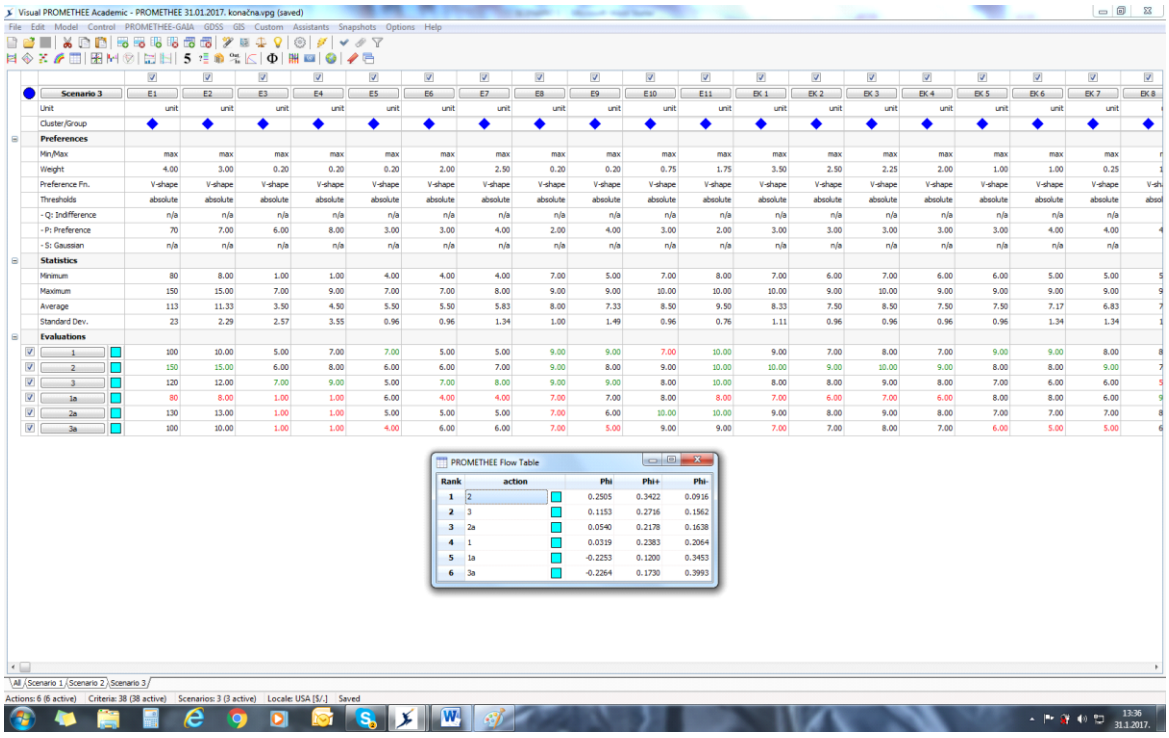
Scenario 3	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
Preferences											
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	4.00	3.00	0.20	0.20	0.20	2.00	2.50	0.20	0.20	0.75	1.75
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	70	7.00	6.00	8.00	3.00	3.00	4.00	2.00	4.00	3.00	2.00
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Statistics											
Minimum	80	8.00	1.00	1.00	4.00	4.00	4.00	7.00	5.00	7.00	8.00
Maximum	150	15.00	7.00	9.00	7.00	7.00	8.00	9.00	9.00	10.00	10.00
Average	113	11.33	3.50	4.50	5.50	5.50	5.83	8.00	7.33	8.50	9.50
Standard Dev.	23	2.29	2.57	3.55	0.96	0.96	1.34	1.00	1.49	0.96	0.76
Evaluations											
1	100	10.00	5.00	7.00	7.00	5.00	5.00	9.00	9.00	7.00	10.00
2	150	15.00	6.00	8.00	6.00	6.00	7.00	9.00	8.00	9.00	10.00
3	120	12.00	7.00	9.00	5.00	7.00	8.00	9.00	9.00	8.00	10.00
1a	80	8.00	1.00	1.00	6.00	4.00	4.00	7.00	7.00	8.00	8.00
2a	130	13.00	1.00	1.00	5.00	5.00	5.00	7.00	6.00	10.00	10.00
3a	100	10.00	1.00	1.00	4.00	6.00	6.00	7.00	5.00	9.00	9.00

EK 1	EK 2	EK 3	EK 4	EK 5	EK 6	EK 7	EK 8	EK 9	EK 10	EK 11	EK 12	EK 13	S 1	S 2	S 3	S 4
unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
3.50	2.50	2.25	2.00	1.00	1.00	0.25	1.75	2.00	1.50	3.00	3.00	1.25	14.00	14.00	1.75	5.25
V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	3.00	5.00	4.00	2.00	2.00	4.00
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
7.00	6.00	7.00	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	2.00	5.00	6.00	7.00	4.00	6.00	8.00	1.00	5.00
10.00	9.00	10.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	7.00	9.00	9.00	10.00	9.00	10.00	10.00	3.00	9.00
8.33	7.50	8.50	7.50	7.50	7.17	6.83	7.17	4.50	7.17	7.33	8.83	6.17	8.67	9.33	2.00	7.17
1.11	0.96	0.96	0.96	0.96	1.34	1.34	1.34	1.71	1.34	0.94	1.07	1.95	1.37	0.75	1.00	1.34
9.00	7.00	8.00	7.00	9.00	9.00	8.00	8.00	6.00	9.00	7.00	8.00	8.00	10.00	10.00	3.00	9.00
10.00	9.00	10.00	9.00	8.00	8.00	9.00	7.00	4.00	8.00	8.00	9.00	9.00	10.00	10.00	3.00	8.00
8.00	8.00	9.00	8.00	7.00	6.00	6.00	5.00	2.00	6.00	9.00	9.00	7.00	9.00	10.00	3.00	7.00
7.00	6.00	7.00	6.00	8.00	8.00	6.00	9.00	7.00	8.00	6.00	7.00	4.00	8.00	9.00	1.00	8.00
9.00	8.00	9.00	8.00	7.00	7.00	7.00	8.00	5.00	7.00	7.00	10.00	4.00	9.00	9.00	1.00	6.00
7.00	7.00	8.00	7.00	6.00	5.00	5.00	6.00	3.00	5.00	7.00	10.00	5.00	6.00	8.00	1.00	5.00

PR 1	PR 2	PR 3	PR 4	PR 5	PR 6	PL 1	PL 2	PL 3	PL 4
unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
0.50	6.00	1.00	0.25	5.75	1.50	7.00	2.00	0.50	0.50
V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape
absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
4.00	4.00	5.00	3.00	3.00	6.00	4.00	6.00	3.00	3.00
n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	3.00	2.00	1.00	2.00	1.00
5.00	5.00	6.00	4.00	4.00	9.00	6.00	7.00	5.00	4.00
2.83	2.83	4.00	2.00	2.50	5.83	4.33	4.00	3.67	3.00
1.34	1.34	1.63	1.15	0.96	2.11	1.49	2.16	1.11	1.15
1.00	1.00	1.00	4.00	1.00	6.00	3.00	1.00	4.00	1.00
2.00	2.00	4.00	2.00	2.00	8.00	4.00	2.00	2.00	2.00
5.00	4.00	5.00	3.00	3.00	9.00	2.00	3.00	3.00	3.00
3.00	2.00	3.00	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00	5.00	4.00
4.00	3.00	5.00	1.00	3.00	4.00	6.00	5.00	3.00	4.00
2.00	5.00	6.00	1.00	4.00	5.00	6.00	7.00	5.00	4.00

PROMETHEE TABLICA TOKA (PROMETHEE FLOW TABLE)

SCENARIO 3

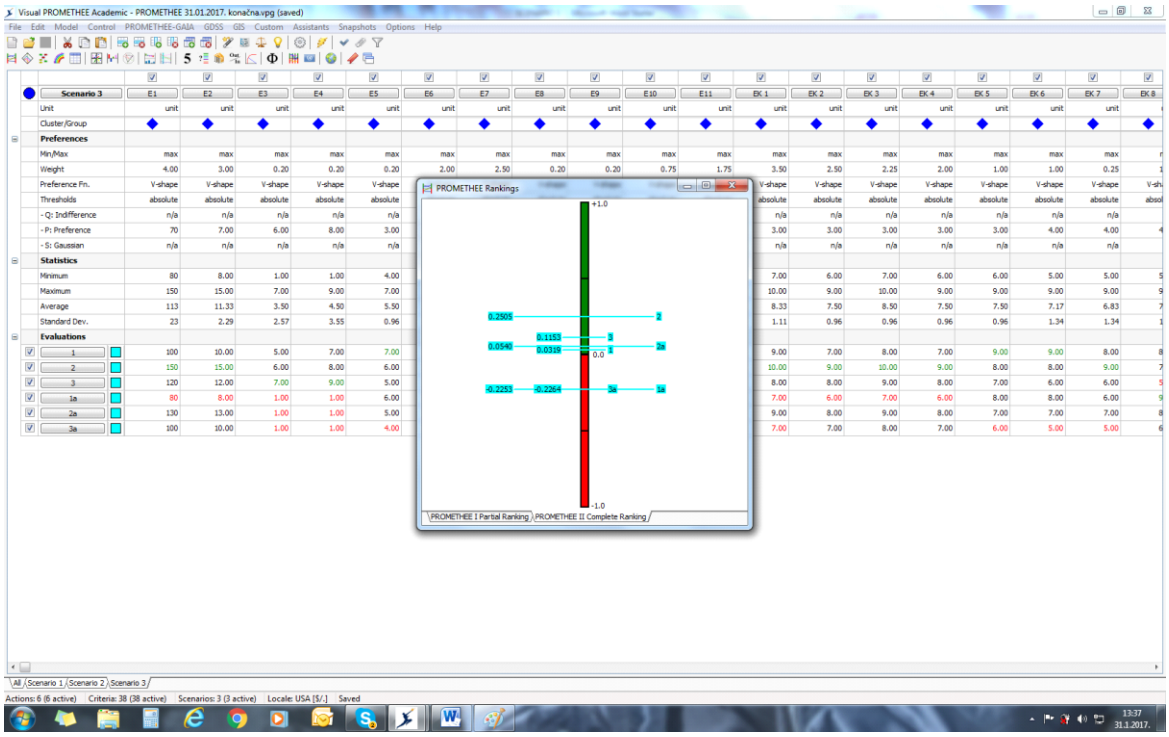


PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	2	0.2505	0.3422	0.0916
2	3	0.1153	0.2716	0.1562
3	2a	0.0540	0.2178	0.1638
4	1	0.0319	0.2383	0.2064
5	1a	-0.2253	0.1200	0.3453
6	3a	-0.2264	0.1730	0.3993

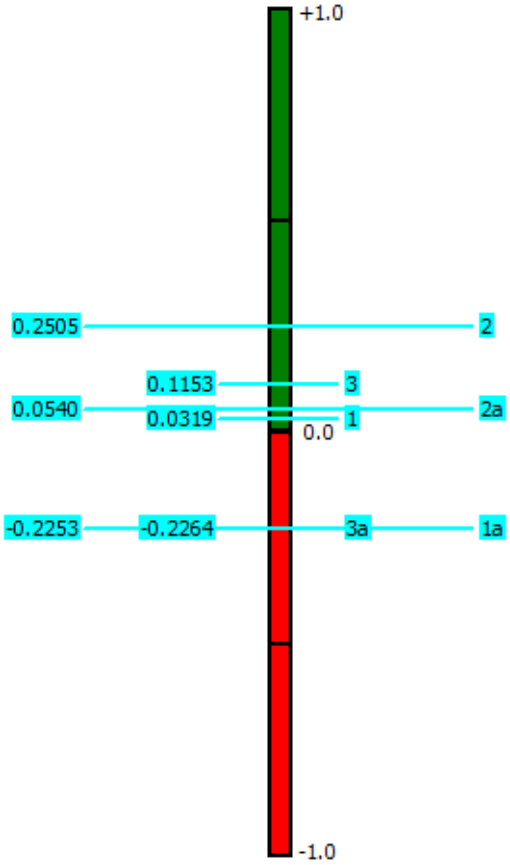
PROMETHEE II UKUPNO RANGIRANJE (PROMETHEE II COMPLETE RANKING)

SCENARIO 3



PROMETHEE II UKUPNO RANGIRANJE (PROMETHEE II COMPLETE RANKING)

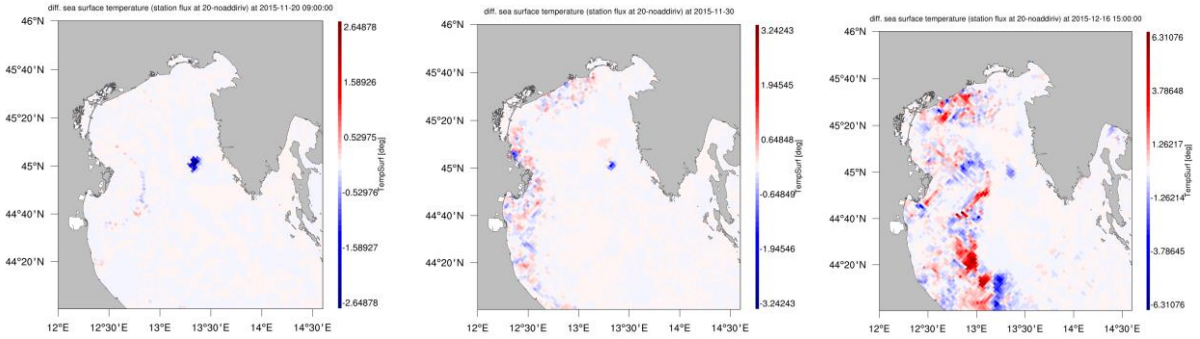
SCENARIO 3



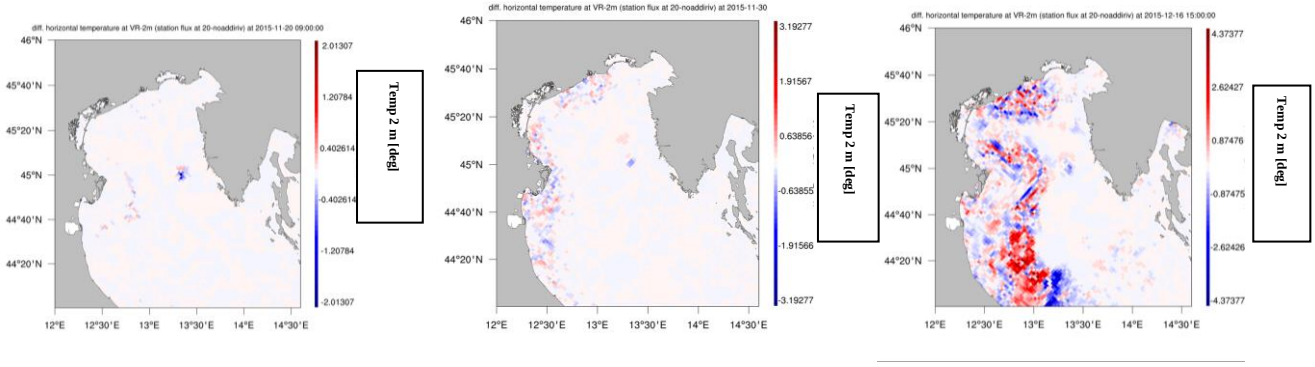
MODEL

Razlike temperature u studenom i prosincu, par dana (lijevo), petnaest dana (sredina) i oko mjesec dana (desno) nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš (14. studenog) u odnosu na „normalnu“ situaciju - Ispust je na postaji 1a

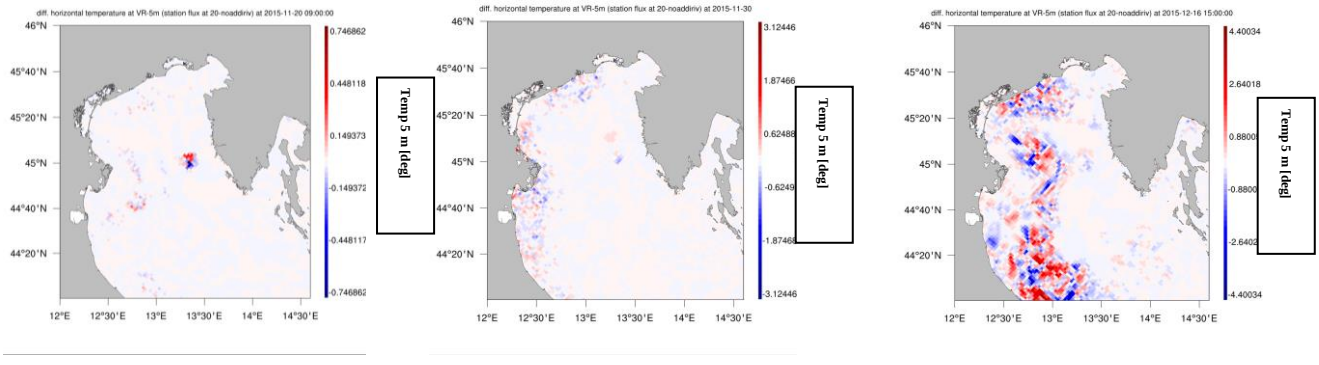
<u>MORSKA POVRŠINA - ISTRA</u>



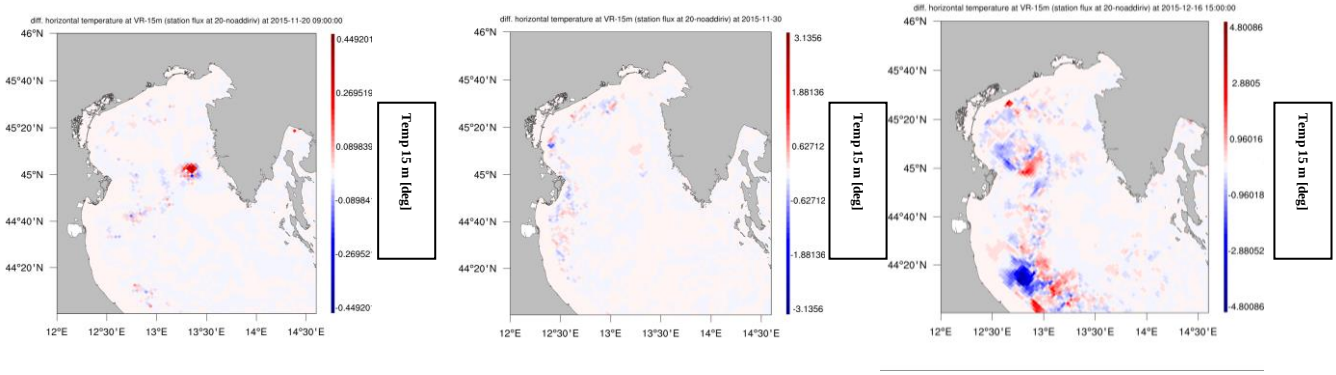
<u>2 m DUBINE - ISTRA</u>



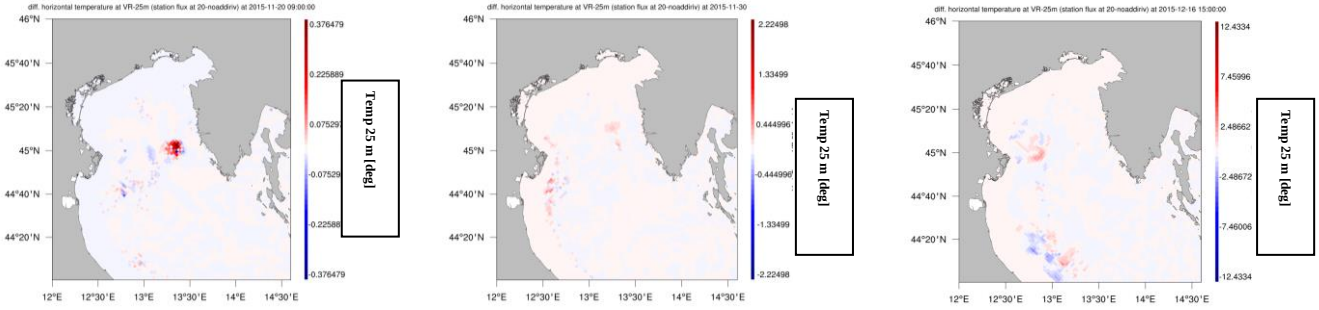
<u>5 m DUBINE - ISTRA</u>



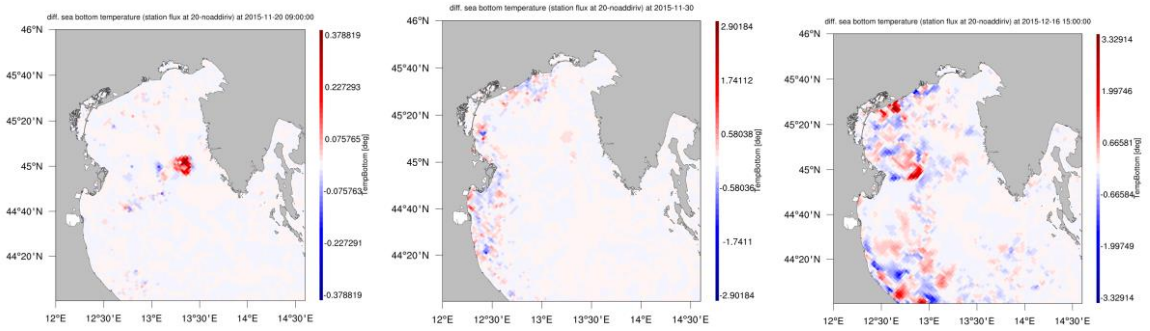
15 m DUBINE - ISTRA



25 m DUBINE - ISTRA



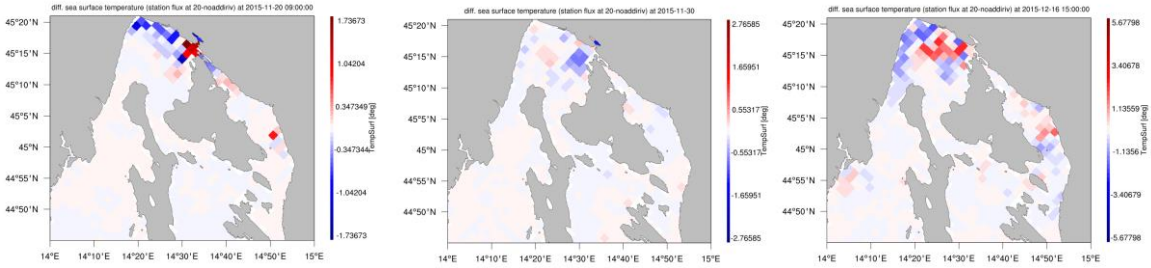
MORSKO DNO - ISTRA



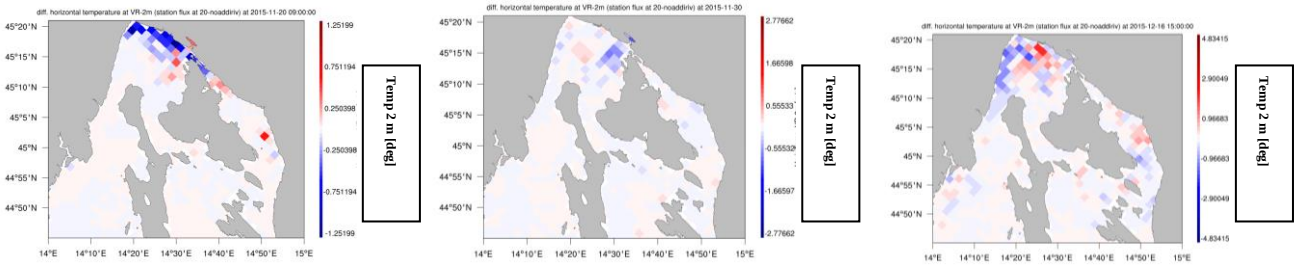
MODEL

Razlike temperature u studenom i prosincu, par dana (lijevo), petnaest dana (sredina) i oko mjesec dana (desno) nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš (14. studenog) u odnosu na „normalnu“ sitiaciju - Ispust je na postaji u Kvarnerskom zaljevu

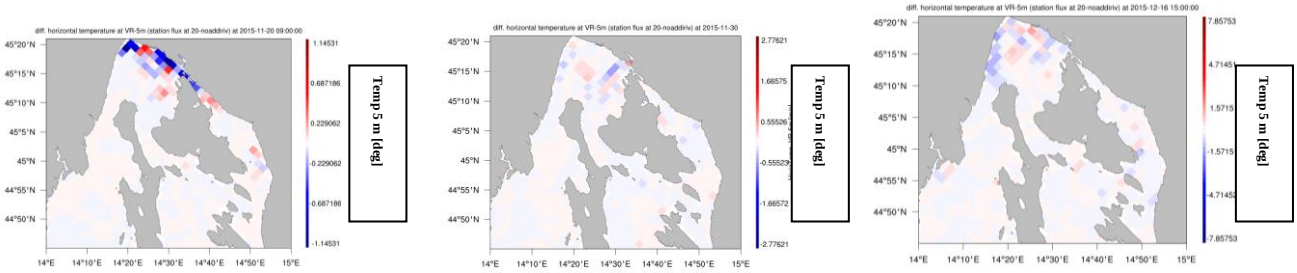
<u>MORSKA POVRŠINA – KVARNER</u>



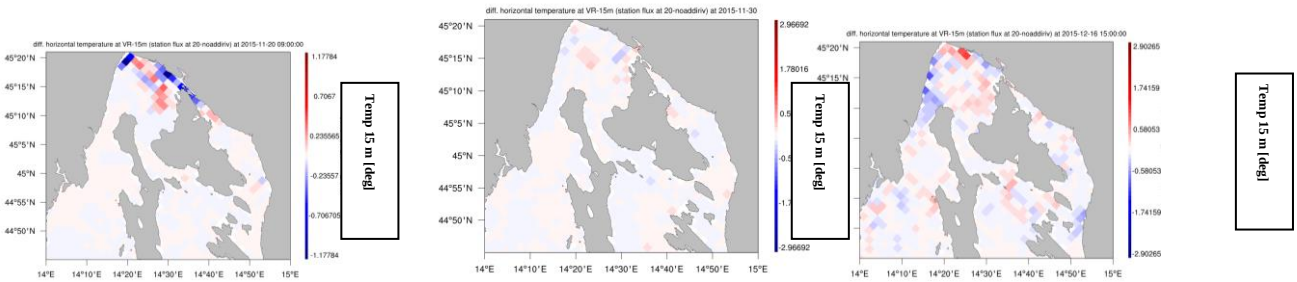
<u>2 m DUBINE – KVARNER</u>



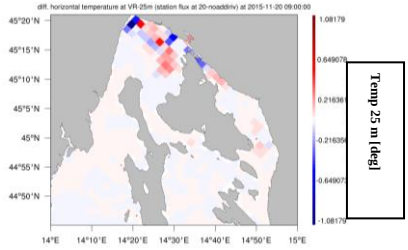
<u>5 m DUBINE – KARNER</u>

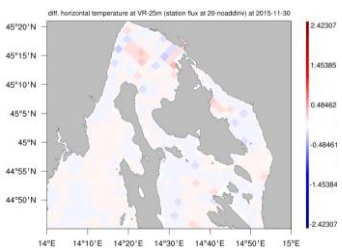


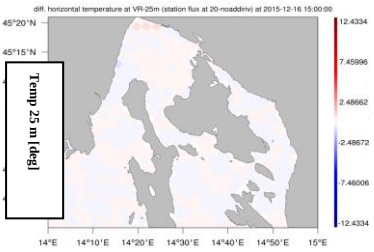
<u>15 m DUBINE – KVARNER</u>



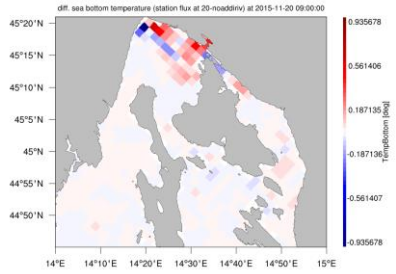
25 m DUBINE – KVARNER

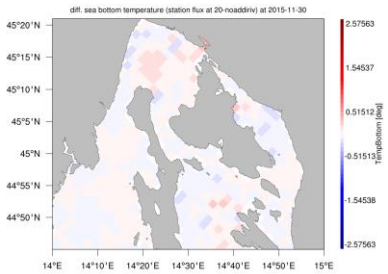


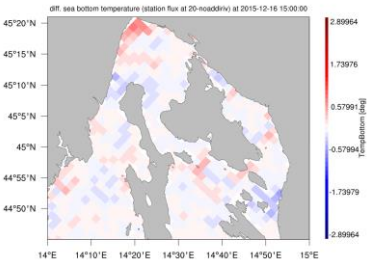




MORSKO DNO - KVARNER



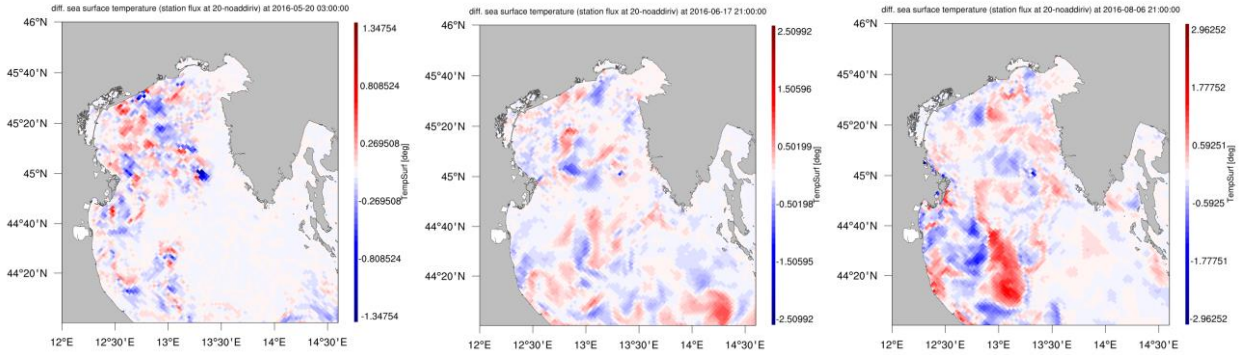




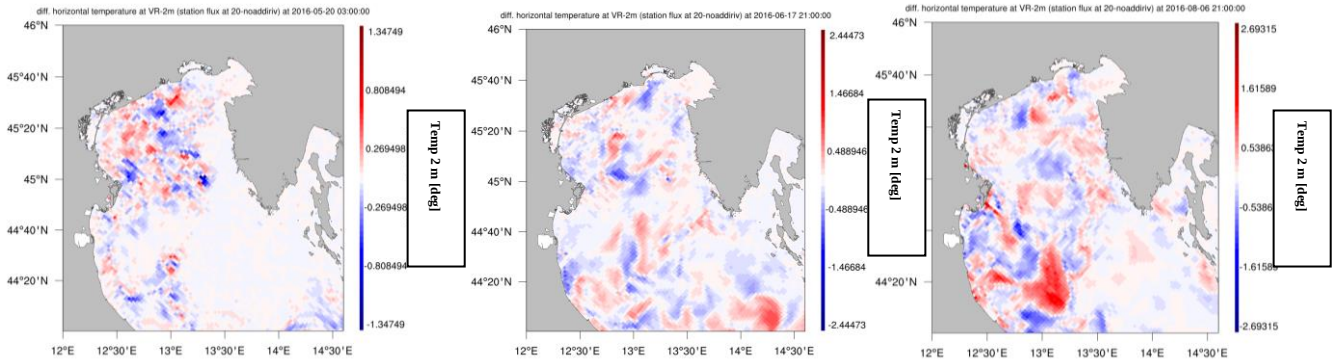
MODEL

Razlike temperature u svibju, lipnju i kolovozu petnaestak dana (lijevo), mjesec i pol dana (sredina) i oko tri mjeseca (desno) nakon početka kontinuiranog ispuštanja hladnijeg mora u morski okoliš (2. svibnja) u odnosu na „normalnu“ sitiaciju - Ispust je na postaji 1a

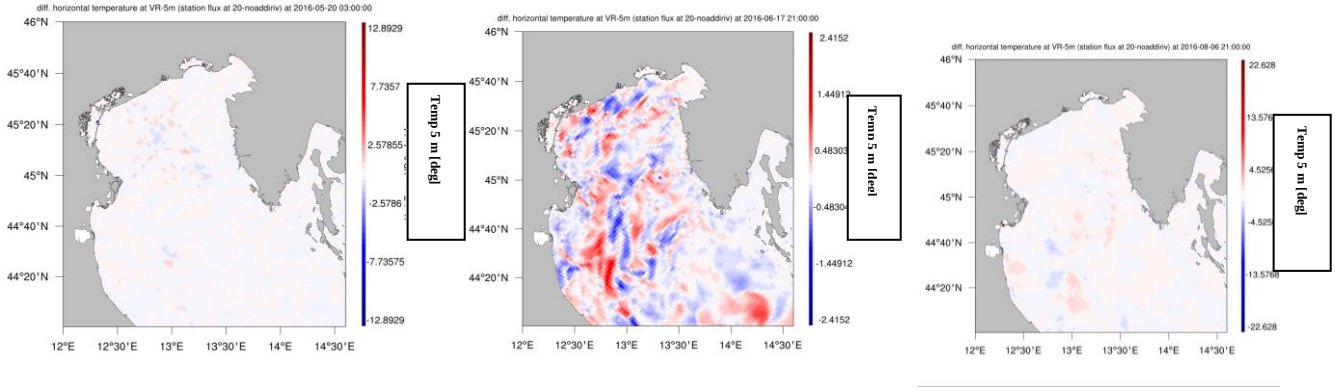
<u>MORSKA POVRŠINA – ISTRA</u>



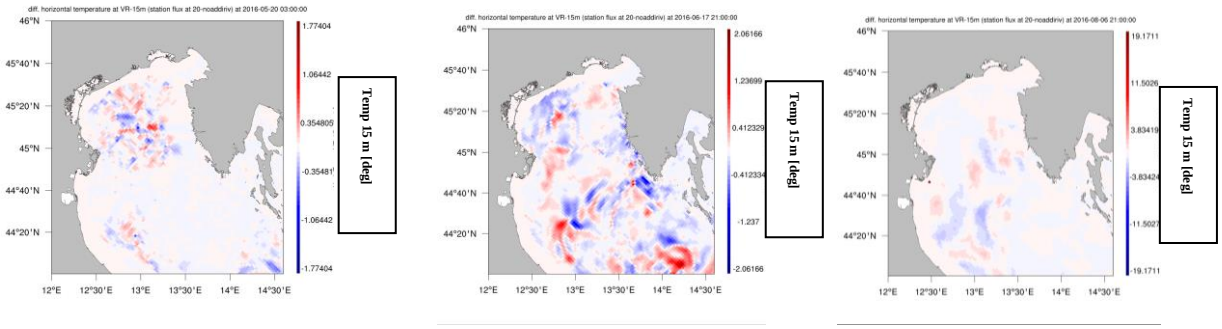
<u>2 m DUBINE – ISTRA</u>



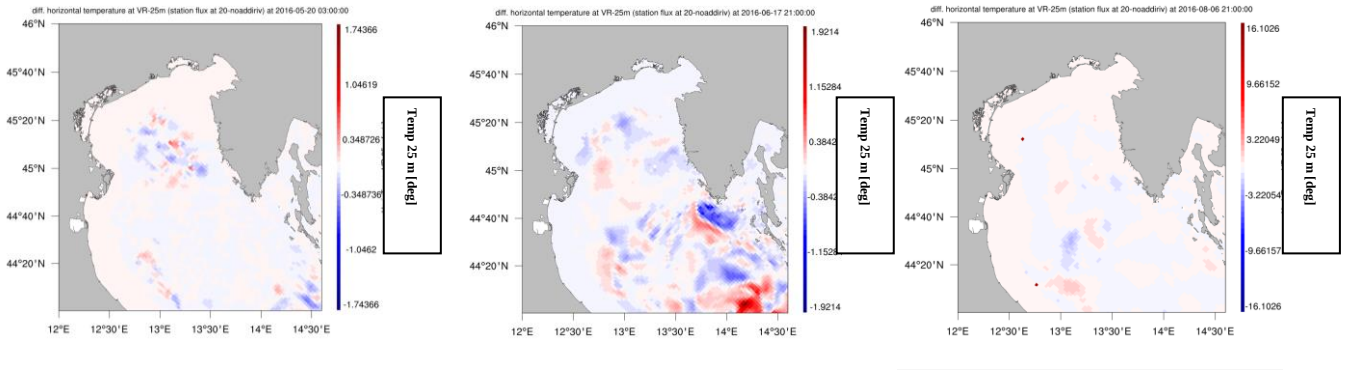
<u>5 m DUBINE – ISTRA</u>



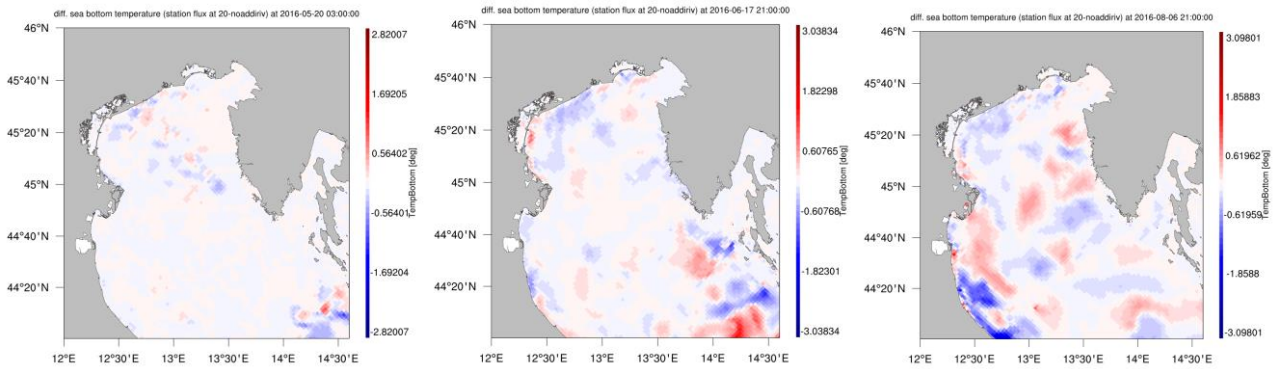
15 m DUBINE – ISTRA



25 m DUBINE – ISTRA



MORSKO DNO – ISTRA

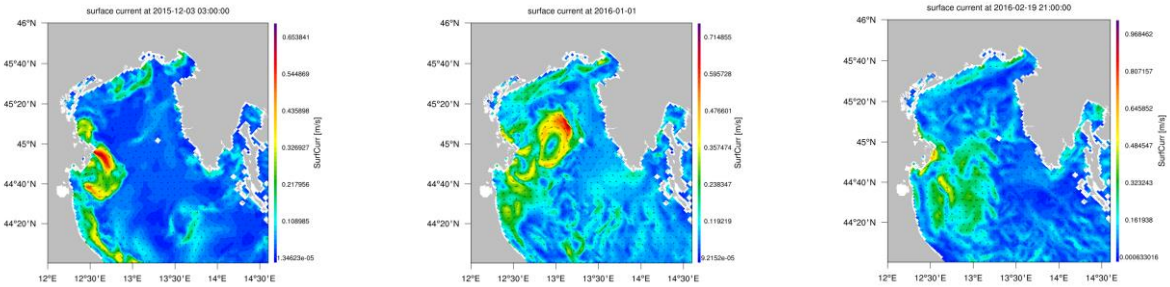


MODEL

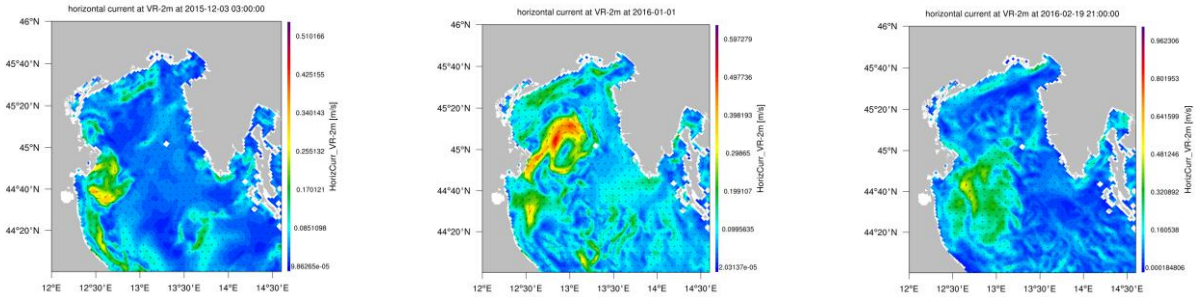
Morske struje u sjevernom Jadranu bez utjecaja LNG terminala

za 3. prosina 2015. (lijevo), 1. siječnja 2016. (sredina) i 19. veljače 2016. (desno)

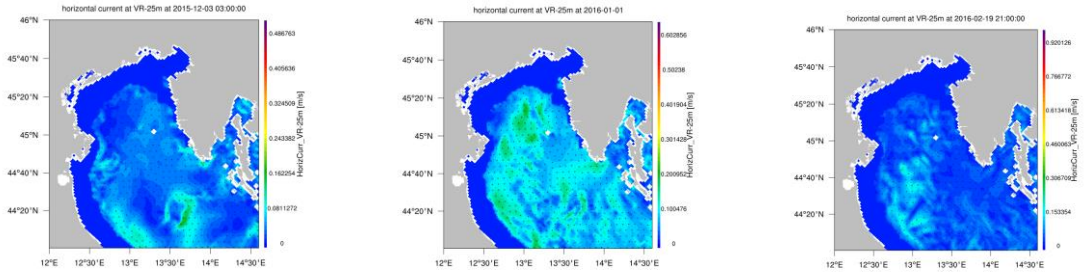
MORSKA POVRŠINA – ISTRA



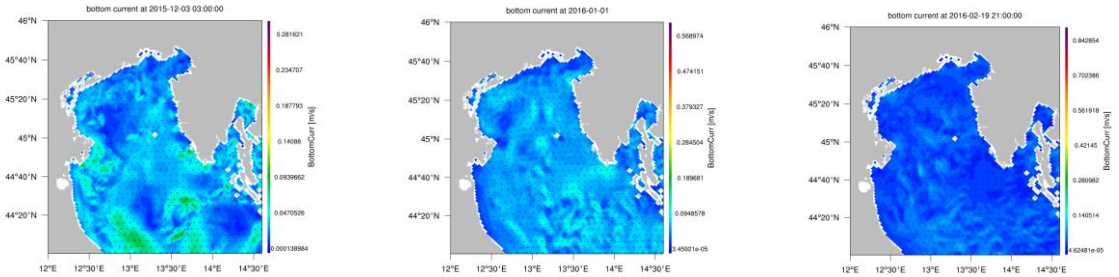
2 m DUBINE – ISTRA



25 m DUBINE – ISTRA



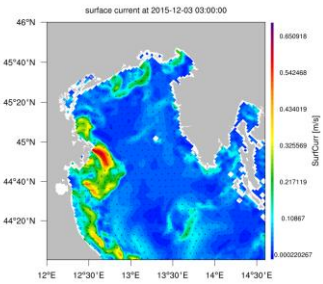
MORSKO DNO – ISTRA

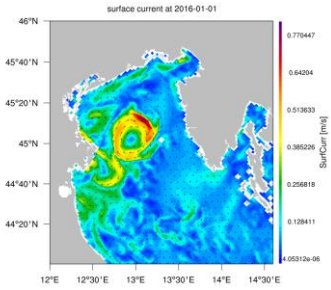


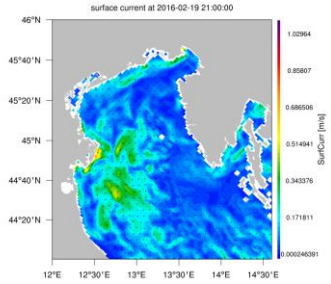
MODEL

Morske struje u sjevernom Jadranu uz utjecaj LNG terminala *koji se očituje u ispuštanju hladnije vode kontinuirano od 14. studenog na postaji 1a za 3. prosinca 2015. (lijevo), 1. siječnja 2016. (sredina) i 19. veljače 2016. (desno)*

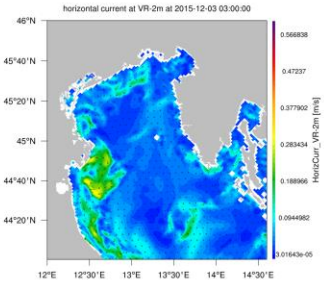
MORSKA POVRŠINA – ISTRA

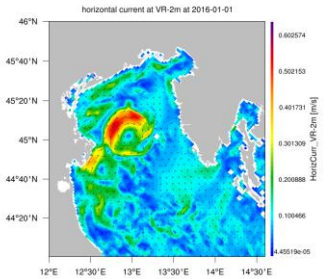


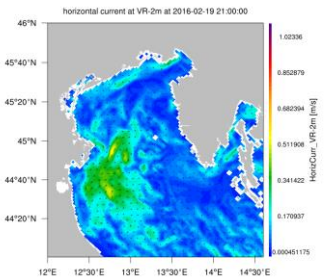




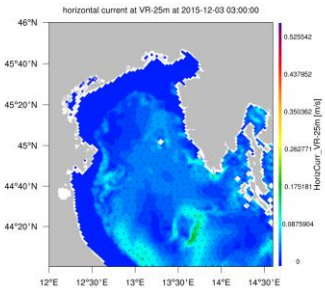
2 m DUBINE – ISTRA

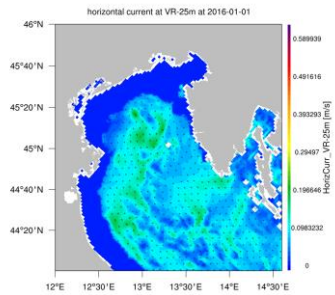


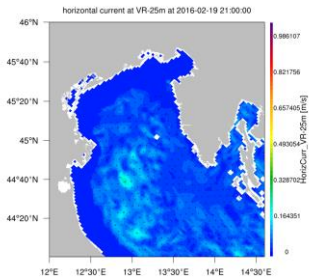




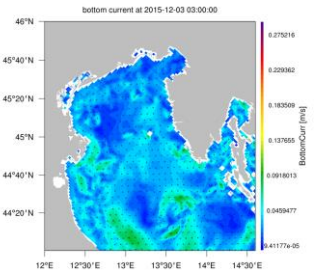
25 m DUBINE – ISTRA

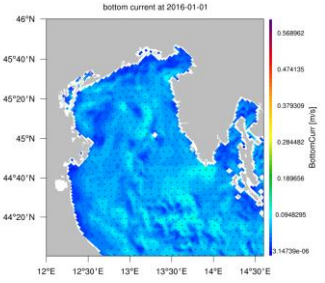


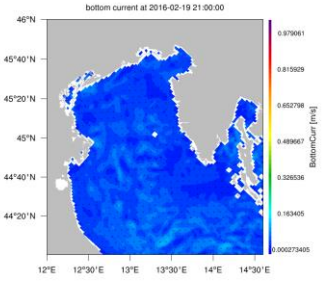




MORSKO DNO – ISTRA





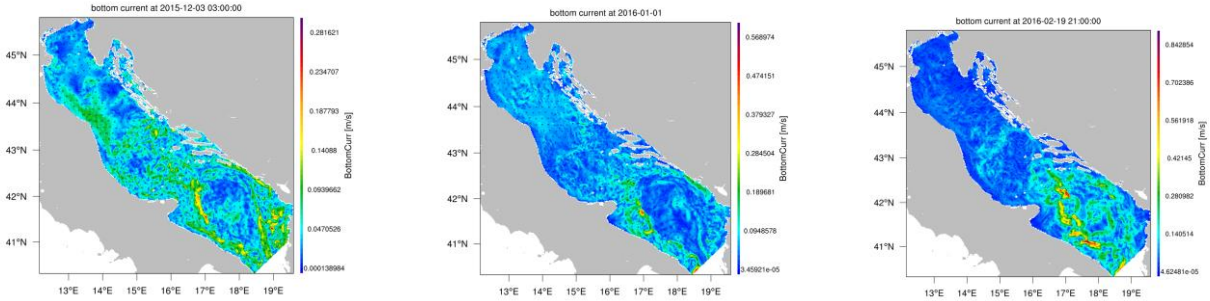


MODEL

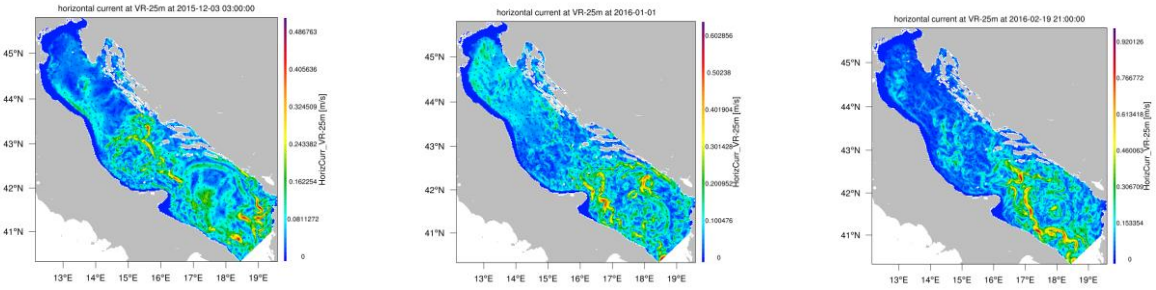
Morske struje u Jadranu bez utjecaja LNG terminala

za 3. prosinca 2015. (lijevo), 1. siječnja 2016. (sredina) i 19. veljače 2016. (desno)

<u>MORSKO DNO</u>



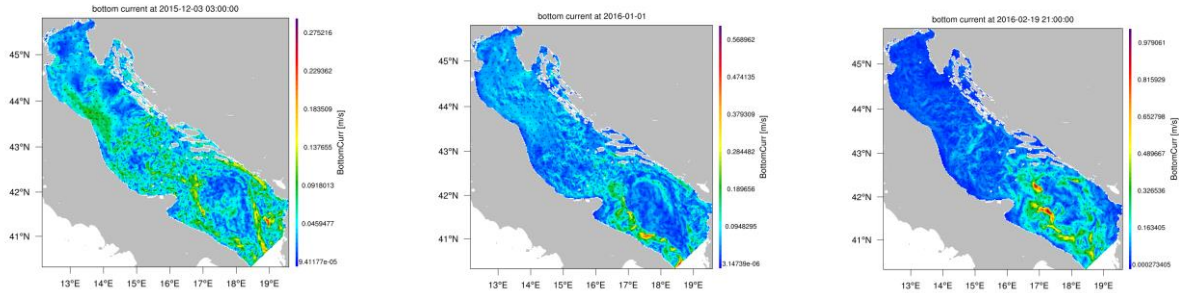
<u>25 m DUBINE</u>



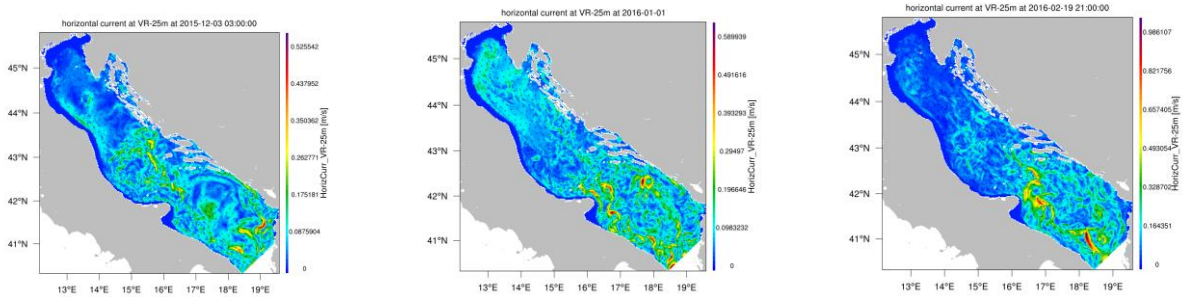
MODEL

Morske struje u Jadranu uz utjecaj LNG terminala *koji se očituje u ispuštanju hladnije vode kontinuirano od 14. studenog na postaji 1a*
za 3. prosinca 2015. (lijevo), 1. siječnja 2016. (sredina) i 19. veljače 2016. (desno)

MORSKO DNO



25 m DUBINE

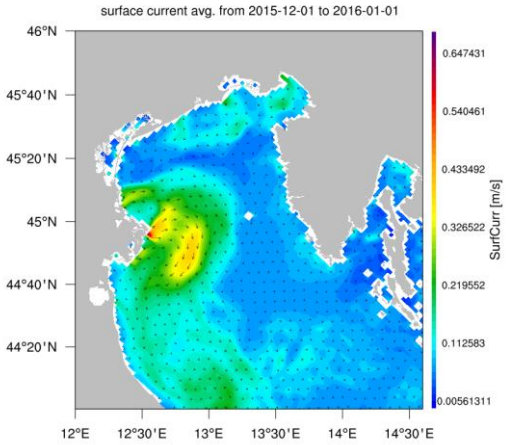


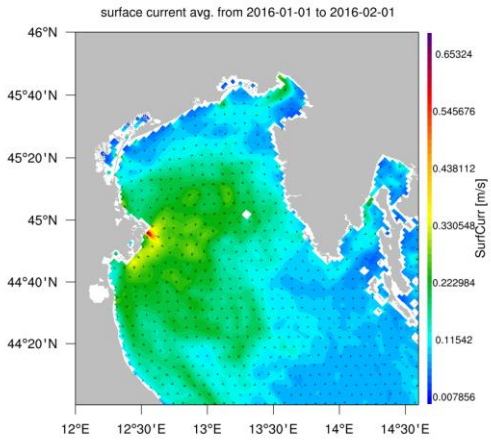
MODEL

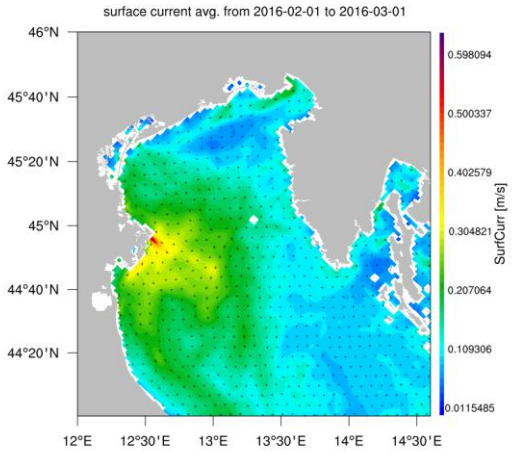
Morske struje na Jadranu bez utjecaja LNG terminala

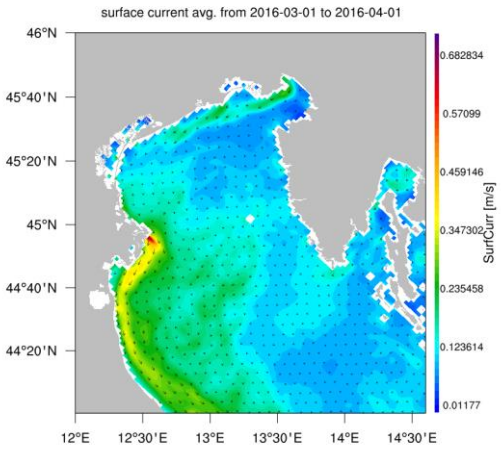
Srednje vrijednosti (površina, 2 m dubine, 25 m dubine i morsko dno)
za redom XII mjesec (2015.) te I, II, III, IV, V, VI i VII mjesec (2016.)

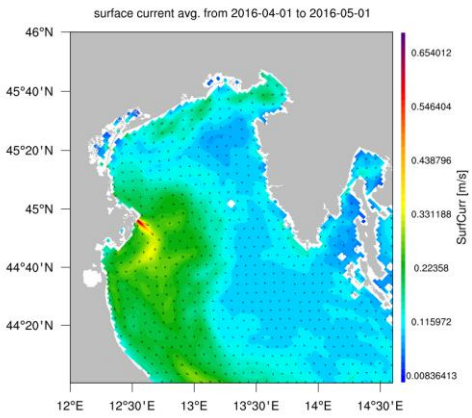
<u>MORSKA POVRŠINA – ISTRA (prosjek)</u>

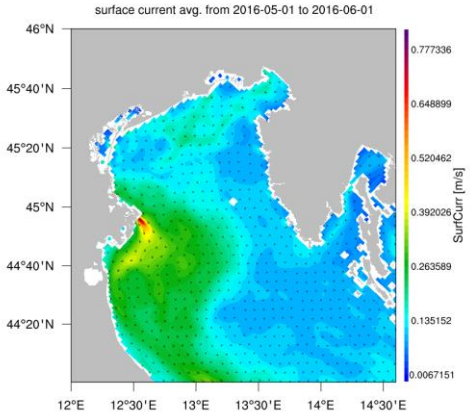


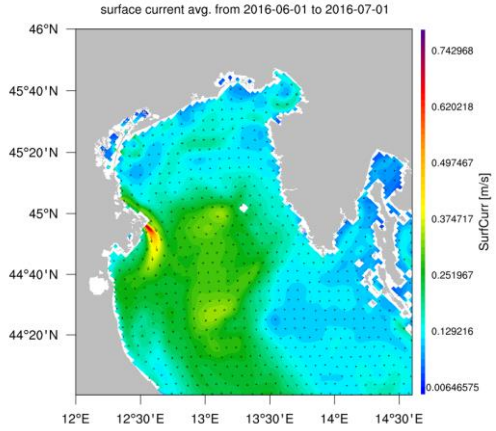


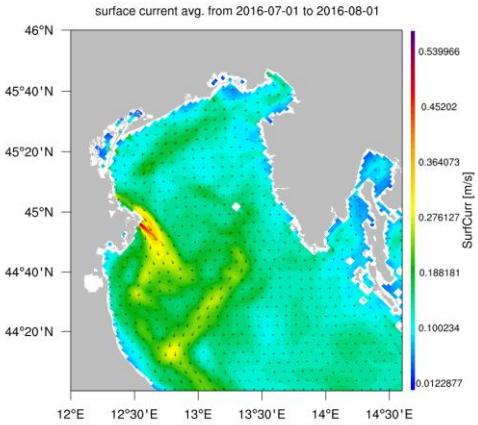




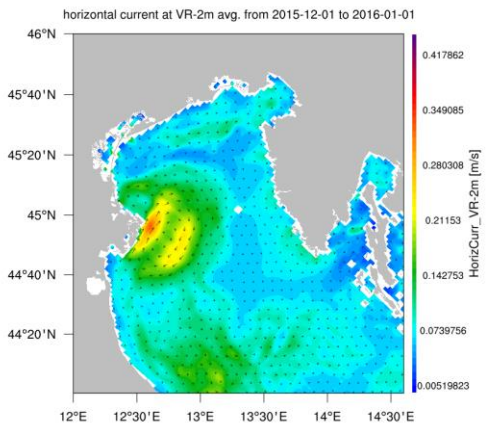


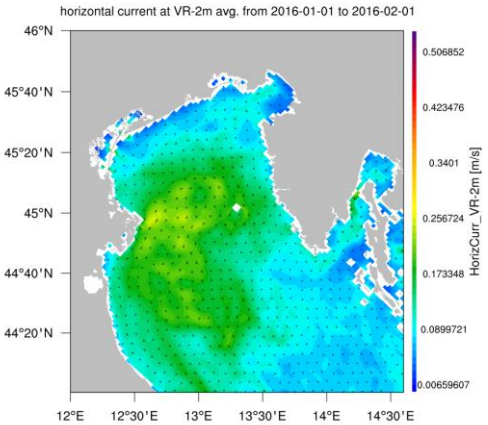


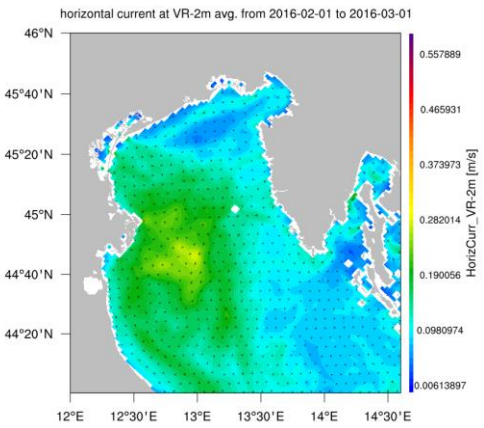


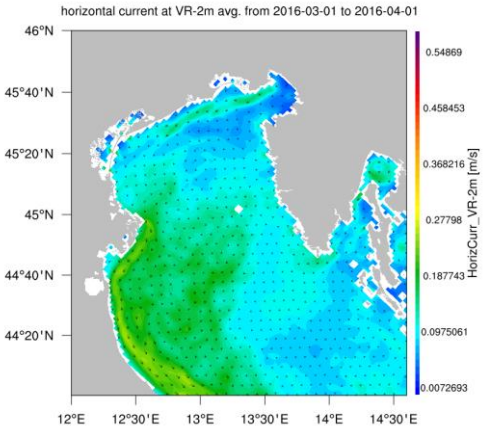


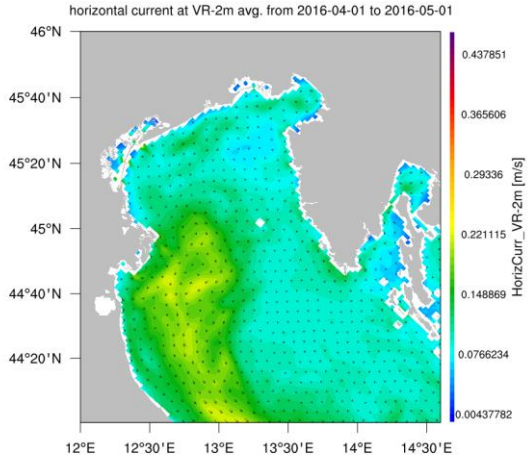
2 m DUBINE - ISTRA (prosjek)

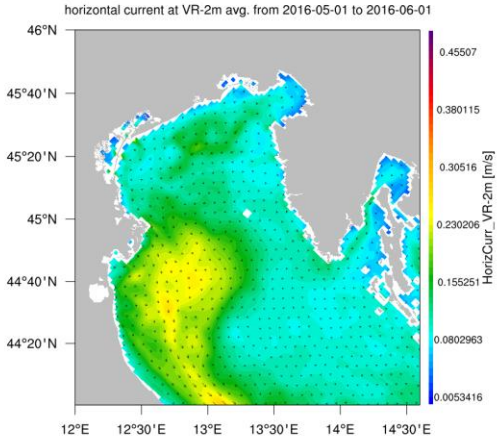


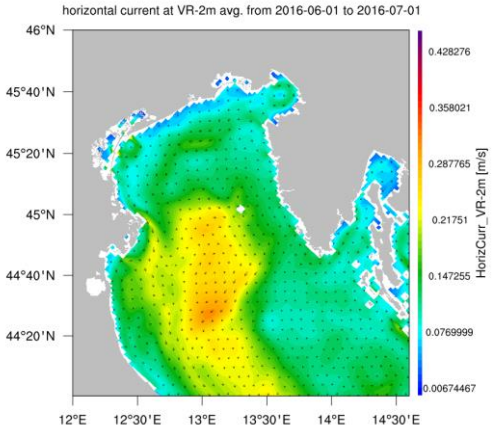


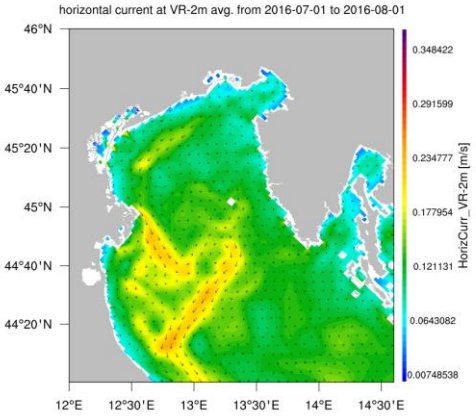

horizontal current at VR-2m avg. from 2016-02-01 to 2016-03-01
46°N
45°40'N
45°20'N
45°N
44°40'N
44°20'N
12°E
12°30'E
13°E
13°30'E
14°E
14°30'E
0.557889
0.465931
0.373973
0.282014
0.190056
0.0980974
0.00613897
HorizCurr_VR-2m [m/s]


horizontal current at VR-2m avg. from 2016-03-01 to 2016-04-01
46°N
45°40'N
45°20'N
45°N
44°40'N
44°20'N
12°E
12°30'E
13°E
13°30'E
14°E
14°30'E
0.54869
0.458453
0.368216
0.27798
0.187743
0.0975061
0.0072693
HorizCurr_VR-2m [m/s]

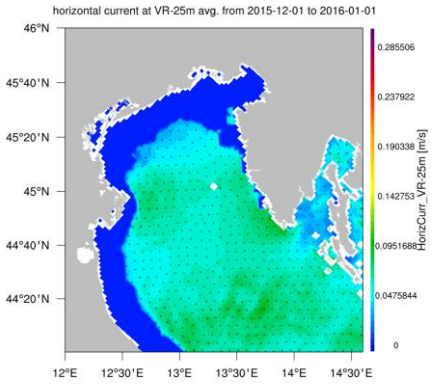

horizontal current at VR-2m avg. from 2016-04-01 to 2016-05-01
46°N
45°40'N
45°20'N
45°N
44°40'N
44°20'N
12°E
12°30'E
13°E
13°30'E
14°E
14°30'E
0.437851
0.365606
0.29336
0.221115
0.148869
0.0766234
0.00437782
HorizCurr_VR-2m [m/s]

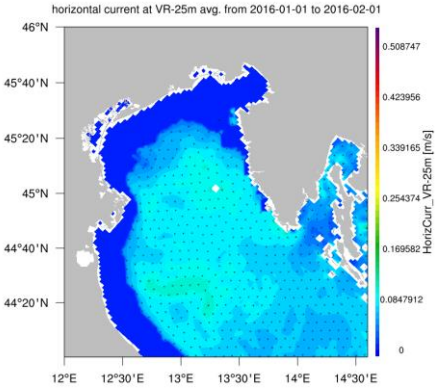

horizontal current at VR-2m avg. from 2016-05-01 to 2016-06-01
46°N
45°40'N
45°20'N
45°N
44°40'N
44°20'N
12°E
12°30'E
13°E
13°30'E
14°E
14°30'E
0.45507
0.380115
0.30516
0.230206
0.155251
0.0802963
0.0053416
HorizCurr_VR-2m [m/s]

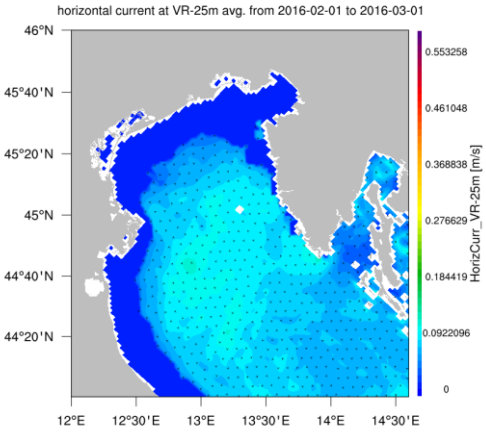

horizontal current at VR-2m avg. from 2016-06-01 to 2016-07-01
46°N
45°40'N
45°20'N
45°N
44°40'N
44°20'N
12°E
12°30'E
13°E
13°30'E
14°E
14°30'E
0.428276
0.358021
0.287765
0.21751
0.147255
0.0769999
0.00674467
HorizCurr_VR-2m [m/s]

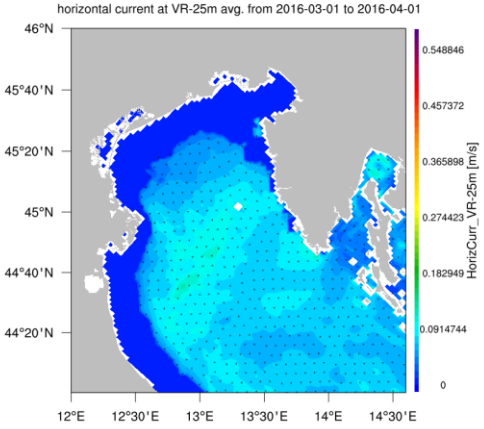

horizontal current at VR-2m avg. from 2016-07-01 to 2016-08-01
46°N
45°40'N
45°20'N
45°N
44°40'N
44°20'N
12°E
12°30'E
13°E
13°30'E
14°E
14°30'E
0.348422
0.291599
0.234777
0.177954
0.121131
0.0643082
0.00748538
HorizCurr_VR-2m [m/s]

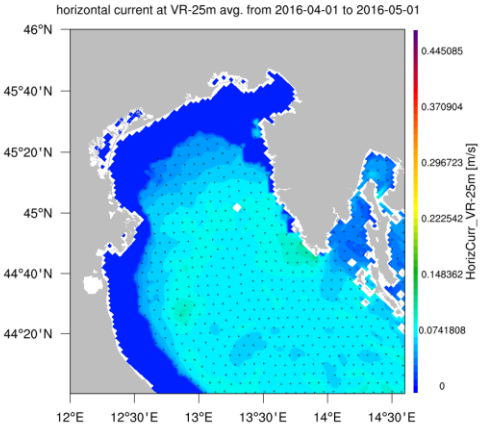
25 m DUBINE – ISTRA (prosjek)

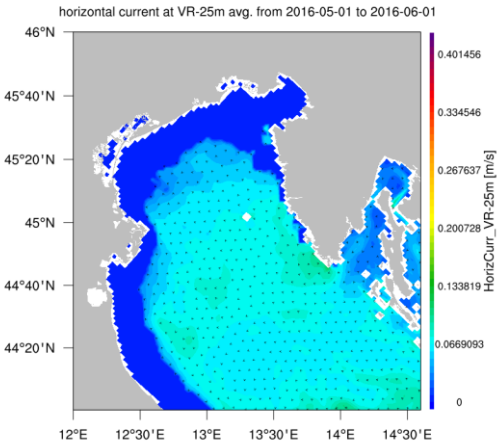


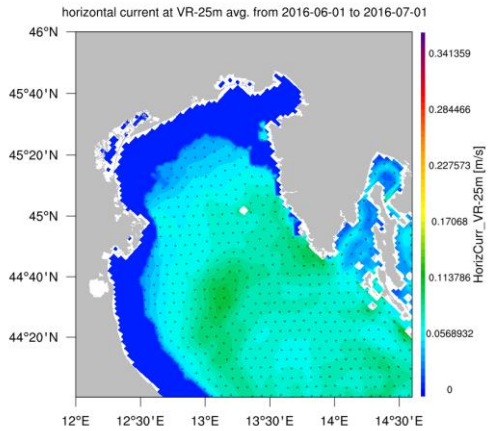


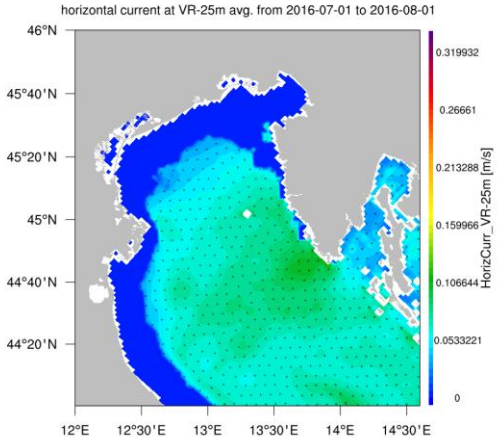




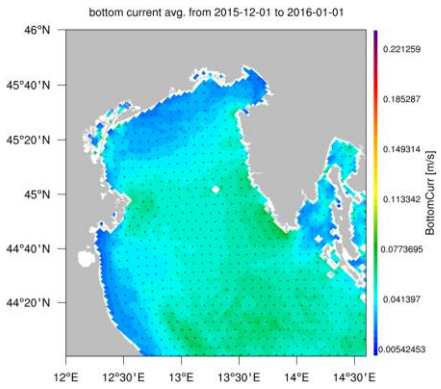


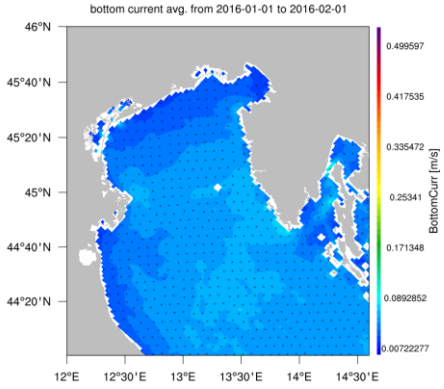


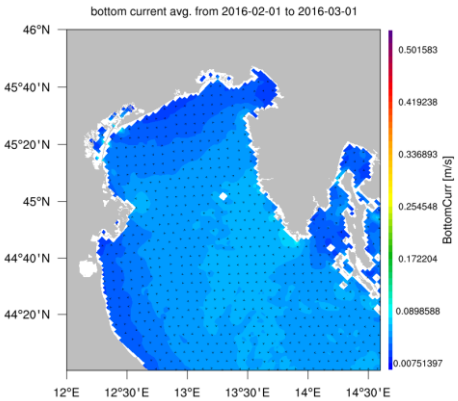


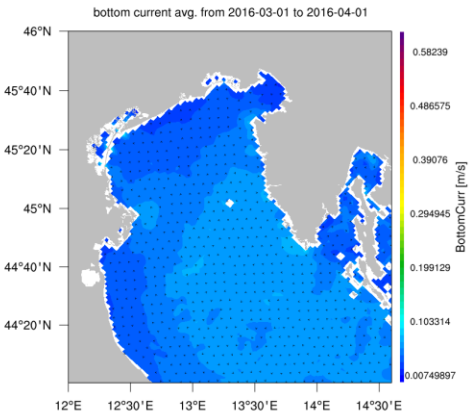


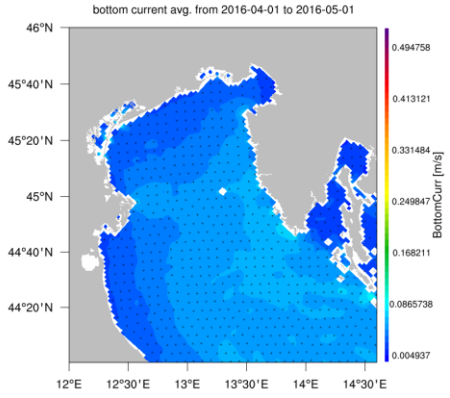
MORSKO DNO – ISTRA (prosjek)

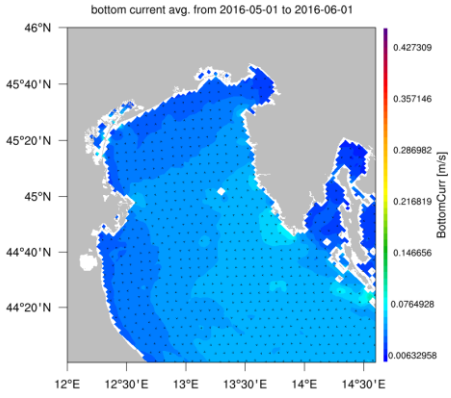


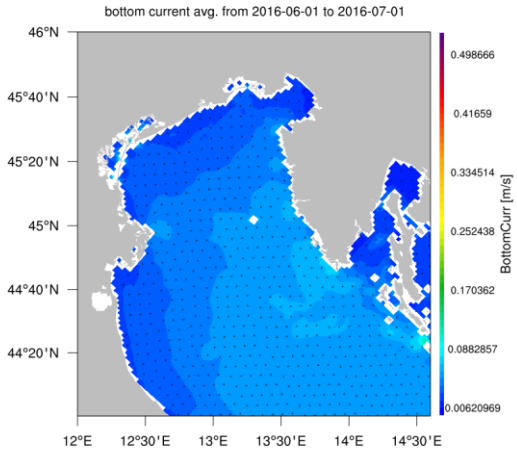


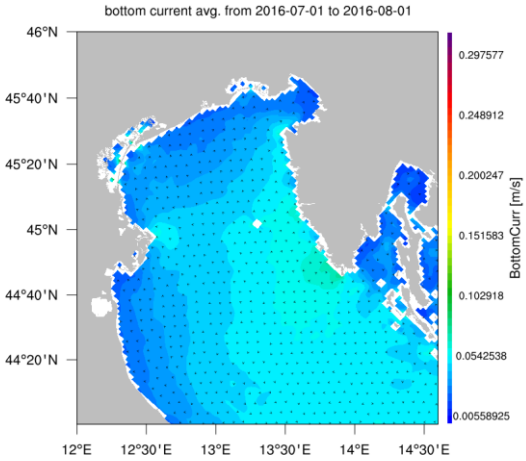




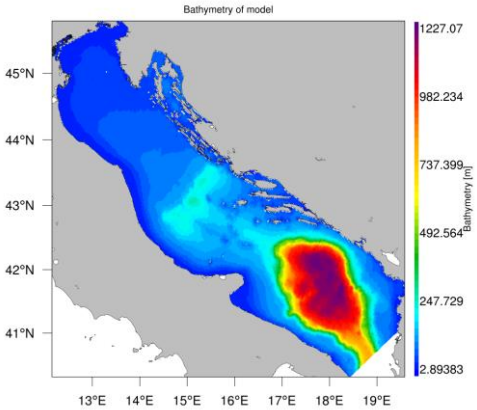








BATIMETRIJA MODELA



ANKETA PROVEDENA MEĐU STRUČNJACIMA U SVRHU VREDNOVANJA ODREĐENIH KRITERIJA PODIJELJENIH U PET GRUPA VEZANO ZA UTJECAJ LNG TERMINALA NA MORSKI OKOLIŠ

Poštovani,

u svrhu obrane teze doktorske disertacije na Pomorskom fakultetu u Rijeci, Sveučilište u Rijeci, pod naslovom „Model vrednovanja utjecaja lučkih terminala za ukapljene prirodne plinove na morski okoliš“, ljubazno molim da ispunite dolje navedene tablice *(5.4.4.a.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 1); tablica 5.4.4.b.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 2) i tablica 5.4.4.c.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 3)*), kako bih nastavila s istraživanjem problema kojeg čini vrednovanje kriterija i podkriterija radi daljnjeg promatranja utjecaja LNG terminala na morski okoliš, kako bi se prethodno odredila potencijalna lokacija. Obzirom na kompleksnonst problematike i teme, teret prikupljanja podataka je na istraživaču, pa je stoga potrebno uključiti i saznanja i mišljenja stručnjaka za pojedina pitanja kako bi rezultati istraživanja bili prihvatljivi i primjenjivi. Prepoznajući Vas kao eksperta molim za Vašu suradnju i angažman u dijelu koji se odnosi na vrednovanje kriterija i podkriterija utjecaja LNG terminala na morski okoliš, uzimajući u obzir Vaše poznavanje problema.

Obzirom da sam prema dinamici istraživanja u fazi u kojoj mi je posebno važan Vašdoprinos molim za što skoriji povratni odgovor u svezi definiranog problema. Sudjelovanje u istraživanju je na dobrovoljnoj bazi i anonimno. Slijedom navedenog, potrebno je popuniti dolje navedene tablice na način da za svaki podkriterij unutar kriterija odredite njihove pojedinačne vrijednosti prema vlastitom stručnom mišljenju. Naravno da su dobrodošli Vaši komentari koji će mi pomoći u nadopuni istraživanja.

U privitku se dostavlja kratak opis problema radi razumijevanja njegove kompleksnosti, cilj istraživanja i upute za popunjavane tablica.

Zahvaljujem Vam na Vašem vremenu i trudu uloženom u ovo istraživanje.

Cilj doktorskog rada je ponuditi model vrednovanja utjecaja LNG terminala na morski okoliš koji će omogućiti pomoć pri donošenju odluke o određivanju moguće lokacije za LNG terminal u cilju zaštite morskog okoliša. Kako se radi o višekriterijskom problemu sustavni pristup njegova rješavanja zahtijeva primjenu metode višekriterijske analize u cilju optimiziranja rješenja utvrđenog problema. Da bi se uopće pristupilo korištenju matematičkih

modela u procesuodlučivanja potrebno je utvrditi da problem karakteriziraju alternativna rješenja, što jeutvrđeno za problem izbora „optimalne“ lokacije LNG terminala na kojoj bi se modelirao jedan od parametara (za ovaj rad bi se pratila *temperatura mora*).

Utjecaj LNG terminala na okoliš (morski okoliš), obrađen je na način da su utjecaji definirani po skupinama kriterija, kako slijedi:

1. EKONOMSKI KRITERIJI
2. EKOLOŠKI KRITERIJI
3. SIGURNOSNI KRITERIJI
4. PROMETNA POVEZANOST
5. POTREBE ZA PLINOM

Kriteriji su detaljno definirani i opisani (tablica 5.4.2.: Opis kriterija), u ovisnosti o njihovim utjecajimanavedenim u tablicama koje Vas molim da popunite (5.4.4.a. 5.4.4.b i 5.4.4.c), a istisu promatrani u tri (3) odabrana scenarija. Scenariji se odnose na prednosti koje su dane pojedinim skupinama, a opisani su u tablici 5.4.3.: Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima.

U izradi teza doktorskog rada primijenit će se metode višekriterijske analize i tometoda PROMETHEE I i II te GAIA prikaz rezultata. Uz navedene metode koristit će se i GIS sustav i ROMS model. Anketa se dnosi na šest (6) potencijalnih/reprezentativnih lokacija.

Zahvaljujem Vam na Vašem vremenu i trudu uloženom u ovo istraživanje.

Majda Jurić, dipl. ing. kem.-teh. i zaštite životne sredine
Sveučilište u Rijeci,
Pomorski fakultet u Rijeci
tel. 021/457-606
091/5603135
e-mail: majda.juric5@gmail.com

Za one koji ne žele ostati anonimni:
ANKETA
Ime i prezime: _____
Titula: _____
Zaposlenje: Institucija/firma: _____
Radno mjesto:_____

UPUTE I TABLICE

Pojašnjenje ocjenjivanja/vrednovanja svakog pojedinog kriterija za tablice koje se nalaze dlje u Prilogu su:

Težina kriterija:

Ocjena/bod naznačen u koloni pod nazivom težina kriterija (u tabliama 5.4.4.a., 5.4.4.b. i 5.4.4.c), odnosi se na važnost te skupine, a u odnosu je na ostale grupe kriterija. Naime, određena skupina kriterija (od pet prethodno definiranih) ima veću ili manju važnost, pa se prema tome i ocjenjuje/boduje. Vrednovanje težine skupina kriterija izraženo je u postotcima.

Vrijednosti težine odnosa kriterija unutar grupe kriterija:

Odnos vrijednosti težine kriterija unutar grupe izražen je u postotcima tako da je ukupan zbroj vrijednosti kriterija 100% u odnosu na iznos težine skupine kriterija. Sve grupe zajedno čine 100% i svi kriteriji unutar skupine čine 100%, ali su oni relativizirani u odnosu na iznos skupine. Vrednovanje kriterija odnosi se na ocjenjivanje/bodovanje težine navedenih kriterija u skupini.

Ocjenjivanje po kriterijima (expertna procjena):

Kod ekonomskih/troškova, veća ocjena/brojka znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi.

U ekološkim parametrima, veća ocjena znači veći negativan utjecaj.

U sigurnosnim kriterijima, veća ocjena znači veći negativan utjecaj.

U prometnim pravcima, veća ocjena znači udaljenije prometne pravce.

U potrebi za plinom, veća ocjena znači manju potrebu za plinom.

Ocjenjivanje je provedeno bodovanjem od 1-10, dok je za kriterije novčanih vrijednosti, npr. za troškove, novčani iznos u milijunskim vrijednostima valute (US dolari).

Tablica 5.4.2.: Opis kriterija

SKUPINA KRITERIJA	KRITERIJ		
	Puni naziv, mjerne jedinice i oznaka kriterija	**Oznaka kriterija**	**Opis kriterija**
EKONOMSKI	Cijena izgradnje *(US dolari)*	E 1	Podrazumijeva trošak istražnih radova, projektiranja, nadzora, gradnje i ostale troškove izgradnje objekta bez troškova rješavanja imovinsko-pravnih odnosa. Na navedene troškove bitno utječe: dubina mora, vrsta morskog dna, blizina cjevovoda/plinovoda kao i prilaznih cesta i dr.
	Troškovi upravljanja i održavanja *(US dolari)*	E 2	Uključuje troškove održavanja .
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal (onshore) *(US dolari)*	E 3	Odnosi se na moguće aktiviranje nekih postojećih poslovnih ili stambenih prostora na promatranoj lokaciji u svrhu rada LNG terminala, odnosno uklanjanje postojećih poslovnih ili stambenih prostora na promatranoj lokaciji za izgradnju LNG terminala.
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva (odnosi se na onshore terminale) *(expertna procjena od 1 do 10)*	E 4	Predstavlja udaljenost LNG terminala od naselja (udaljenost od zemljišta stanovništva zbog narušavanja sveopćeg izgleda, utjecaj mogućih onečišćenja i buke). (veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području (za onshore terminale, a kod offshore terminala se odnosi na		Odnosi se na otvaranje novih radnih mjesta u tom području gdje bi se izgradio onshore LNG terminal, a kod offshore terminala se promatra da li bi izgrađeni offshore terminal imao utjecaja na najbliža kopnena naselja, da li to

	najbliža kopnena naselja) *(expertna procjena od 1 do 10)*	E 5	može imati utjecaja na povećanje zaposlenosti. (veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Utjecaj na postojeći promet (moguće povećanje prometa i negativne posljedice na već postojeći promet) *(expertna procjena od 1 do 10)*	E 6	Predstavlja koliko je moguće povećanje prometa, ondnosno koliki je mogući negativni utjecaj povećanja prometa na dotadašnje aktivnosti i promet. (veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja (onshore i kod offshore LNG terminala vezano za nautički i cruising turizam – morski putovi) *(expertna procjena od 1 do 10)*	E 7	Predstavlja eventualne gubitke na mogućoj zaradi uslijed razvoja turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja (onshore i kod offshore LNG terminala vezano za nautički i cruising turizam – morski putovi). (veća ocjena znači veće troškove ili gubitke u mogućoj zaradi)
	Operativne teškoće * Troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon) *(US dolari)*	E 8	Troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon).
	Operativne teškoće * Troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminala nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa) *(US dolari)*	E 9	Troškovi uslijed ponovnog pokretanja (stavljanje u rad) rada terminala.
	Troškovi uslijed mogućih akcidentnih situacija *(US dolari)*	E 10	Uključuje troškove koji bi se javili uslijed nekog akcidentnog događaja (izlijevanje nafte ili ulja iz brodova, požara, izljevanja tekućeg LNG-a, ratova, terotističkih akcija, prestanka dobave plina ...).

	Troškovi zatvaranja ili sanacije *(US dolari)*	E 11	Uključuje moguće troškove koji se javljaju prilikom zatvaranja ili sanacije terminala, uključujući i zbrinjavanje građevinskog otpada.
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (*morski okoliš* – moguće negativne promjene) *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 1	Uključuje utjecaj na morski okoliš - moguća pojava negativnih promjena uslijed izgradnje, rada i zatvaranja/sanacije LNG terminala (kod ocjenjivanja težinu će nositi veći negativan utjecaj, tj. ocjena će sadržavati najveći negativan utjecaj koji se odnosi na negativan utjecaj na morski okoliš kod izgradnje, rada ili zatvaranja terminala). Kod izgradnje LNG terminala, na morski okoliš bitno utječe i: dubina mora, podvodna buka (moguće produbljivanje morskog dna, detonacije i sl.). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj na okoliš (*zrak* – moguće negativne promjene) *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 2	Uključuje utjecaj na zrak - moguća pojava negativnih promjena uslijed izgradnje, rada i zatvaranja/sanacije LNG terminala (kod ocjenjivanja težinu će nositi veći negativan utjecaj, tj. ocjena će sadržavati najveći negativan utjecaj koji se odnosi na negativan utjecaj na morski okoliš kod izgradnje, rada ili zatvaranja terminala). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj na okoliš (pojam „tlo” se kod onshore terminala odnosi na zemljište na kojem bi se gradio/nalazio LNG terminal, dok kod offshore terminala pojam „tlo” se odnosi na morsko dno) *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 3	Uključuje utjecaj na tlo; moguća pojava negativnih promjena uslijed izgradnje, rada i zatvaranja/sanacije LNG terminala (kod ocjenjivanja težinu će nositi veći negativan utjecaj, tj. ocjena će sadržavati najveći negativan utjecaj koji se odnosi na negativan utjecaj na morski okoliš kod izgradnje, rada ili zatvaranja terminala). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Bioraznolikost	EK 4	Uključuje utjecaj (mogući negativan utjecaj) na floru i faunu na promatranoj lokaciji, prvenstveno na morska staništa, a kod onshore

	(expertna procjena od 1 do 10)		terminala uzimaju se u obzir i staništa na kopnu. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Meteorološki Utjecaji *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 5	Uključuje utjecaj vjetrova na raznošenje mogućih zagađenja (putem zraka, na kopnu i moru), poglavito utjecaj bure (jakog sjevernog vjetra i južnih vjetrova s kišom); ocjena će se odnositi na najveći negativni utjecaj nekog vjetra (sjeverni, južni i sl.). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj na klimu *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 6	Odnosi se na mogući negativan utjecaj LNG terminala na smanjenje svjetla, promjenu topline, vlažnosti i atmosferskih padalina za promatrane lokacije (ocjena će se odnositi na najizraženiji negativni utjecaj od navedenih). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
EKOLOŠKI	Utjecaj kemijskih parametara *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 7	Odnosi se na moguća zagađenja morskog okoliša uslijed rada LNG terminala, a zagađenje morskog okoliša se odnosi na: teške metale, klor (Cl), otopljeni kisik, pH, hranjive soli (NO_2, NO_3, NH_4, N_{tot}, PO_4, P_{tot}, SiO_4). Ocjena će sadržati najveći negativan utjecaj od navedenih kemijskih parametara, jer će neki biti neznatni, imati zanemariv utjecaj ili ga neće niti biti. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj fizikalnih parametara *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 8	Odnosi se na moguće promjene: temperature mora, salinitet, gustoću mora, prozirnost i boje mora. Ocjena će sadržavati kumulativni utjecaj, odnosno promjenu temperature mora, jer su ostali parametri usko povezani s temperaturom mora. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj morskih struja *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 9	(veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Utjecaj bioloških parametara		

	(expertna procjena od 1 do 10)	EK 10	(veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Krajobraz *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 11	Predstavlja utjecaj na oduzeto područje (na kopnenom dijelu se odnosi na oduzete zelene površine). (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Zaštićena područja *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 12	Uključuje utjecaj na zaštićena područja (ukoliko bi se promatrana lokacija nalazila u blizini zaštićenih područja), kao i utjecaj podvodne buke. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
	Buka *(expertna procjena od 1 do 10)*	EK 13	Ocjenjuje se utjecaj buke na okolno stanovništvo, tj. naseljena područja u neposrednoj blizini terminala. (veća ocjena znači veći negativan utjecaj)
SIGURNOSNI	Požari *(expertna procjena od 1 do 10)*	S 1	Ocjenjuje se mogućnost nastajanja požara, tj. moguća sigurnosna zaštita. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite)
	Eksplozije *(expertna procjena od 1 do 10)*	S 2	Ocjenjuje se mogućnost nastajanja eksplozije, tj. moguća sigurnosna zaštita. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite)
	Ozebline kod izlijevanja ukapljenog plina *(expertna procjena od 1 do 10)*	S 3	Ocjenjuje se mogućnost nastajanja ozeblina na tijelu uposlenih uslijed izlijevanja ukapljenog plina, tj. moguća sigurnosna zaštita koja omogućava sprječavanje izlijevanja. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite)
	Akcidentne situacije – veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora) *(expertna procjena od 1 do 10)*	S 4	Uključuje moguća onečišćenja morskog okoliša uslijed izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora). Promatra se mogućnost sprječavanja nastanka akcidentnih situacija, kao i sprječavanje posljedice za morski okoliš. (niža ocjena izražava bolju mogućnost zaštite/sprječavanja)

PROMETNA POVEZANOST	Blizina posotjećih kopnenih prometnih pravaca (morskih i cjevovodnih) od LNG terminala (on i off shore) *(expertna procjena od 1 do 10)*	PR 1	Predstavlja mogućnost postizanja najmanje udaljenosti od postojećih kopnenih prometnih pravaca s ciljem što ekonomičnije distribucije, tj. transporta plina. (veća ocjena znači udaljenije morske pravce)
	Blizina posotjećih morskih prometnih pravaca od LNG terminala (on i off shore) *(expertna procjena od 1 do 10)*	PR 2	Predstavlja mogućnost postizanja najmanje udaljenosti od postojećih morskih prometnih pravaca s ciljem što ekonomičnije distribucije, tj. transporta plina. (veća ocjena znači udaljenije morske pravce)
	Blizina posotjećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG terminala (on i off shore) *(expertna procjena od 1 do 10)*	PR 3	Predstavlja mogućnost postizanja najmanje udaljenosti od postojećih cjevovodnih transportnih pravaca s ciljem što ekonomičnije distribucije, tj. transporta plina. (veća ocjena znači veću udaljenost od postojećih cjevovoda)
	Raspoloživost prostora (slobodno zemljište kod onshore) *(expertna procjena od 1 do 10)*	PR 4	Definira prostor kojeg treba rezervirati u prostorno-planskoj dokumentaciji za buduće zahvate. Novi zahvati se neće izvoditi npr. na arheološkom području, na posebno značajnom poljoprivrednom zemljištu ili na prostoru s objektima čije bi premještanje značilo preveliki zahvat (u cilju prometne povezanosti). (veća ocjena znači udaljenije prometnepravce)
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala *(expertna procjena od 1 do 10)*	PR 5	Predstavlja kriterij tehničke izvodljivosti zahvata obzirom na zahtjeve temeljenja, tj. postojeće zahtjeve i mogućnosti (prostorno-tehničke izvodljivosti), prometnog povezivanja. (veća ocjena znači veće tehničke zahtjeve)

	Oštećenja reljefa i mogućnosti sanacije *(expertna procjena od 1 do 10)*	PR 6	Predstavlja količinu oštećenja reljefa zbog izvođenja pojedine varijante rješenja, tj. pojedine lokacije. (veća ocjena znači veće oštećenje reljefa)
POTREBE ZA PLINOM	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala) *(expertna procjena od 1 do 10)*	PL 1	Predstavlja mogućnost potrebe za plinom u užem području LNG terminala (kolika je potrošnja plina u toj regiji – kućanstva, industrija ....). (veća ocjena znači manju potrebu za plinom)
	Potrebe za plinom za cijelu regiju *(expertna procjena od 1 do 10)*	PL 2	Predstavlja potrebe i mogućnosti za primjenu plina u cijeloj regiji tog LNG terminala (kolika je potrošnja plina u toj regiji – kućanstva, industrija ....). (veća ocjena znači manju potrebu za plinom)
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država) *(expertna procjena od 1 do 10)*	PL3	Predstavlja potrebe za plinom za susjedne države za promatranu lokaciju LNG terminala (u ovom slučaju potreba podrazumijeva najveći broj država koje bi se opskrbljivale plinom sa LNG terminala s promatrane lokacije). (veća ocjena znači manju potrebu za plinom)
	Mogućnost skladištenja plina *(expertna procjena od 1 do 10)*	PL 4	Predstavlja najbolju mogućnost skladištenja plina za promatranu lokaciju (kapacitet, sigurnost ...). (veća ocjena znači manje teškoće prilikom sladištenja)

Izvor: autor

Tablica 5.4.3.: Skupine težina kriterija po scenariju izražene u postotcima

SKUPINE KRITERIJA	TEŽINE KRITERIJA PO SCENARIJU		
	SC 1	SC 2	SC 3
EKONOMSKI	35 %	30 %	15 %
EKOLOŠKI	30 %	40 %	25 %
SIGURNOSNI	15 %	10 %	35 %
PROMETNA POVEZANOST	10 %	10 %	15 %
POTREBE ZA PLINOM	10 %	10 %	10 %
UKUPNO:	100 %	100 %	100 %

Izvor: autor

Na osnovu gore danih uputa ljubazno molim da provedete vrednovanje (ocjenjivanje) od 1 do 10 za lokacije koje su priložene na kraju ankete, tj. popunite dolje navedene tri (3) tablice pod nazivima kako slijede:

- ***Tablica 5.4.4.a.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 1)***
- ***Tablica 5.4.4.b.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 2)***
- ***Tablica 5.4.4.c.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 3)***

Unaprijed se zahvaljujem!

Majda Jurić

Tablica 5.4.4.a.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 1)

VARIJANTE / SKUPINA KRITERIJA	PUNI NAZIV	Težine skupina	Težine kriterija	1 (onshore) 42° 33,3' N 18° 14,5 E (područje 14) Južniu Jadran, Cavtat	2 (offshore) 43°22' N 16° 15' E (područje 11) Srednji Jadran – južna strana otoka Šolte	3 (offshore) 44° 11,9' N 14° 59,5 E (područje 6) Virsko more	1a (offshore) 44° 48' N 13° 51' E (područje 1) Zapadna obala Istre, Pula	2a (FSRU i onshore) 45° 4,9' N 14° 17,6 E i 45° 5,3' N 14° 18,1' E (područje 3) Kvarner	3a (FSRU) 45° 11,1' N 14° 31,4 E (područje 4) Riječki zaljev
EKONOMSKI	Cijena izgradnje LNG terminala	35	**8,4**						
	Troškovi upravljanja i održavanja LNG terminala		**7,35**						
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal		**0,7**						
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**2,45**						
	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području *(veća ocjena manji utjecaj na zaposlenost)*		**1,05**						

	Utjecaj na postojeći promet *(moguće povećanje prometa i negativne posljedice na već postojeći promet, veća ocjena veći negativan utejcaj)*	**1,75**						
	Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*	**1,05**						
	Operativne teškoće * troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon)	**4,2**						
	Operativne teškoće * troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminala nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa)	**2,45**						
	Troškovi uslijed mogućih akcidentnih situacija	**3,5**						
	Troškovi zatvaranja ili sanacije LNG terminala	**2,1**						

	(nakon prestanka rada terminala)								
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (*morski okoliš* – mogućenegativne poromjene)	**30**	**5,4**						
	Utjecaj na okoliš (*zrak*- moguće negativne promjene)		**3**						
	Utjecaj na okoliš (*tlo/morsko dno*- moguće negativne promjene)		**2,7**						
	Bioraznolikost (flora i fauna, morska staništa)		**2,4**						
	Meteorološki utjecaji (vjetrovi)		**1,2**						
	Utjecaj na klimu (svjetlost, toplina, vlažnost, atmosferske padaline)		**1,2**						
	Utjecaj kemijskih parametara (teški metali, klor – Cl, otpljeni kisik, pH, hranjive soli (NO_2, NO_3, NH_4, $N_{tot,}$ PO_4, P_{ot}, SiO_4)		**0,3**						
	Utjecaj fizikalnih parametara (temperatura, salinitet, gustoća mora, prozirnost i boja mora)		**2,7**						

	Utjecaj oceanografskih parametara (morske struje, kao važan parametar kojim se prati kretanje promjena svih ostalih parametara u morski okoliš)		**3**						
	Utjecaj bioloških parametara (biomasa, klorofil a) i sastav fitoplanktonskih stanica (direktni broj), sastav mikorzooplanktona i mezozooplanktona, sanitarni indikatori)		**1,8**						
	Krajobraz		**3**						
	Zaštićena područja i staništa (ekološka mreža)		**1,8**						
	Buka		**1,5**						
SIGURNOSNI	Požari	**15**	**6**						
	Eksplozije		**6**						
	Ozebline kod ukapljenog plina		**0,75**						
	Akcidentne situacija- veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s		**2,25**						

	brodova (brodskih motora)								
PROMETNA POVEZANOST	Udaljenost, tj. blizina postojećih kopnenih prometnih pravaca od LNG termnala *(veća ocjena označava veću udaljenost prometnih pravaca)*	**10**	**2,5**						
	Udaljenost, tj.blizina postojećih morskih prometnih pravaca od LNG termnala		**2,5**						
	Udaljenost, tj. blizina postojećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG termnala		**2,5**						
	Raspoloživost prostora (slobodno zemljište kod onshore)		**1**						
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala		**0,5**						
	Oštećenje reljefa i mogućnost sanacije		**1**						
POTREBE ZA PLINOM (zadovoljenje potreba)	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala)		**2,5**						

	Potrebe za plinom za cijelu regiju	**10**	**2,5**						
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država)		**2**						
	Mogućnost skladištenja plina		**3**						

Izvor: autor

Tablica 5.4.4.b.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 2)

VARIJANTE / SKUPINA KRITERIJA	Puni naziv	Težine skupine	Težina kriterija	1 (onshore) 42° 33,3' N 18° 14,5 E (područje 14) Južniu Jadran, Cavtat	2 (offshore) 43°22' N 16° 15' E (područje 11) Srednji Jadran – južna strana otoka Šolte	3 (offshore) 44° 11,9' N 14° 59,5 E (područje 6) Virsko more	1a (offshore) 44° 48' N 13° 51' E (područje 1) Zapadna obala Istre, Pula	2a (FSRU i onshore) 45° 4,9' N 14° 17,6 E i 45° 5,3' N 14° 18,1' E (područje 3) Kvarner	3a (FSRU) 45° 11,1' N 14° 31,4 E (područje 4) Riječki zaljev
EKONOMSKI	Cijena izgradnje LNG terminala		**7,2**						
	Troškovi upravljanja i održavanja LNG terminala		**6,3**						
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal		**0,6**						
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**2,1**						
	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području *(veća ocjena manji utjecaj na zaposlenost)*	**30**	**0,9**						
	Utjecaj na postojeći promet *(moguće*		**1,5**						

	povećanje prometa i negativne posljedice na već postojeći promet, veća ocjena veći negativan utejcaj)								
	Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		**0,9**						
	Operativne teškoće * troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon)		**3,6**						
	Operativne teškoće * troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminala nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa)		**2,1**						
	Troškovi uslijed mogućih akcidentnih siuacija		**3**						
	Troškovi zatvaranja ili sanacije LNG terminala (nakon prestanka rada terminala)		**1,8**						
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (*morski okoliš* – mogućenegativne poromjene)		**7,2**						

	Utjecaj na okoliš (*zrak*- moguće negativne promjene)	**40**	**4**						
	Utjecaj na okoliš (*tlo/morsko dno*- moguće negativne promjene)		**3,6**						
	Bioraznolikost (flora i fauna, morska staništa)		**3,2**						
	Meteorološki utjecaji (vjetrovi)		**1,6**						
	Utjecaj na klimu (svjetlost, toplina, vlažnost, atmosferske padaline)		**1,6**						
	Utjecaj kemijskih parametara (teški metali, klor – Cl, otpljeni kisik, pH, hranjive soli (NO_2, NO_3, NH_4, $N_{tot,}$ PO_4, P_{ot}, SiO_4)		**0,4**						
	Utjecaj fizikalnih parametara (temperatura, salinitet, gustoća mora, prozirnost i boja mora)		**3,6**						
	Utjecaj oceanografskih parametara (morske struje, kao važan parametar kojim se prati kretanje promjena svihostalih parametara u morski okoliš)		**4**						
	Utjecaj bioloških parametara (biomasa, klorofil a) i sastav fitoplanktonskih stanica (direktni broj), sastav		**1,8**						

	mikorzooplanktona i mezozooplanktona, sanitarni indikatori)								
	Krajobraz		**4**						
	Zaštićena područja i staništa (ekološka mreža)		**1,8**						
	Buka		**3,2**						
SIGURNOSNI	Požari	**10**	**4**						
	Eksplozije		**4**						
	Ozebline kod ukapljenog plina		**0,5**						
	Akcidentne situacija- veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora)		**1,5**						
PROMETNA POVEZANOST	Udaljenost, tj. blizina postojećih kopnenih prometnih pravaca od LNG termnala (on i off shore)		**2,5**						
	Udaljenost, tj.blizina postojećih morskih prometnih pravaca od LNG termnala		**2,5**						
	Udaljenost, tj. blizina postojećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG termnala		**2,5**						

	Raspoloživost prostora	10	1						
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala		0,5						
	Oštećenje reljefa i mogućnost sanacije		1						
POTREBE ZA PLIOM (zadovoljenje potreba)	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala)	10	3						
	Potrebe za plinom za cijelu regiju		3						
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država)		2						
	Mogućnost skladištenja plina		2						

Izvor: autor

Tablica 5.4.4.c.) Matrica vrednovanja varijantnih rejšenja po utvrđenim kriterijima (scenario 3)

VARIJANTE / SKUPINA KRITERIJA	PUNI NAZIV	Težina skupina	Težina kriterija	1 (onshore) 42° 33,3' N 18° 14,5 E (područje 14) Južniu Jadran, Cavtat	2 (offshore) 43°22' N 16° 15' E (područje 11) Srednji Jadran – južna strana otoka Šolte	3 (offshore) 44° 11,9' N 14° 59,5 E (područje 6) Virsko more	1a (offshore) 44° 48' N 13° 51' E (područje 1) Zapadna obala Istre, Pula	2a (FSRU i onshore) 45° 4,9' N 14° 17,6 E i 45° 5,3' N 14° 18,1' E (područje 3) Kvarner	3a (FSRU) 45° 11,1' N 14° 31,4 E (područje 4) Riječki zaljev
EKONOMSKI	Cijena izgradnje LNG terminala	15	4						
	Troškovi upravljanja i održavanja LNG terminala		3						
	Aktiviranje/ deaktiviranje proizvodno-poslovnih i stambenih zona uz izgrađeni LNG terminal		0,2						
	Utjecaj na smanjenje vrijednosti zemljišta lokalnog stanovništva *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*		0,2						
	Utjecaj na povećanje zaposlenosti na tom području		0,2						

(veća ocjena manji utjecaj na zaposlenost)								
Utjecaj na postojeći promet *(moguće povećanje prometa i negativne posljedice na već postojeći promet, veća ocjena veći negativan utejcaj)*	**2**							
Razvoj turističkih i ostalih gospodarskih aktivnosti u zoni utjecaja *(veća ocjena veći negativan utjecaj)*	**2,5**							
Operativne teškoće * troškovi uslijed mogućeg privremenog prestanka rada terminala (hladni pogon)	**0,2**							
Operativne teškoće * troškovi uslijed ponovnog pokretanja pogona (rada) terminal nakon elementarnih nepogoda (prirodnih katastrofa)	**0,2**							
Troškovi uslijed mogućih akcidentnih siuacija	**0,75**							
Troškovi zatvaranja ili sanacije LNG								

	terminala (nakon prestanka rada terminala)		**1,75**						
EKOLOŠKI	Utjecaj na okoliš (morski okoliš – mogućenegativne poromjene)	**25**	**3,5**						
	Utjecaj na okoliš (zrak- moguće negativne promjene)		**2,5**						
	Utjecaj na okoliš (tlo/morsko dno- moguće negativne promjene)		**2,25**						
	Bioraznolikost (flora i fauna, morska staništa)		**2**						
	Meteorološki utjecaji (vjetrovi)		**1**						
	Utjecaj na klimu (svjetlost, toplina, vlažnost, atmosferske pad.)		**1**						
	Utjecaj kemijskih parametara (teški metali, klor – Cl, otpljeni kisik, pH, hranjive soli (NO2, NO3, NH4, Ntot, PO4, Pot, SiO4)		**0,25**						
	Utjecaj fizikalnih parametara (temperatura, salinitet, gustoća mora, prozirnost i boja mora)		**1,75**						
	Utjecaj oceanografskih parametara (morske struje, kao važan parametar kojim se prati kretanje promjena svih ostalih parametara u morski okoliš)		**2**						

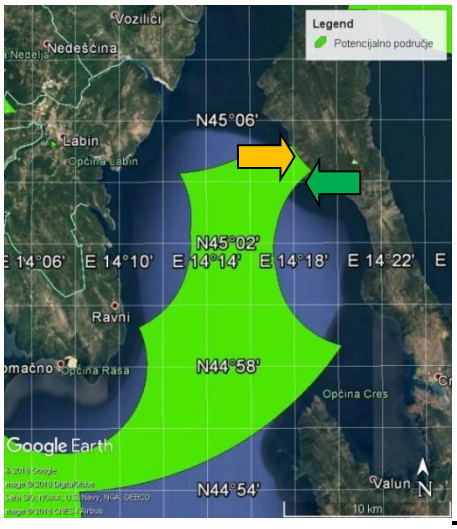
	Utjecaj bioloških parametara (biomasa, klorofil a) i sastav fitoplanktonskih stanica (direktni broj), sastav mikorzooplanktona i mezozooplanktona, sanitarni indikatori)		**1,5**						
	Krajobraz		**3**						
	Zaštićena područja i staništa (ekološka mreža)		**3**						
	Buka		**1,25**						
SIGURNOSNI	Požari	**35**	**14**						
	Eksplozije		**14**						
	Ozebline kod ukapljenog plina		**1,75**						
	Akcidentne situacija- veća onečišćenja morskog okoliša od izlijevanja nafte, ulja i drugih derivata i otpadnih tekućina s brodova (brodskih motora)		**5,25**						
PROMETNA POVEZANOST	Udaljenost, tj. blizina postojećih kopnenih prometnih pravaca od LNG termnala (veća ocjena označava veću udaljenost prometnih pravaca)		**0,5**						
	Udaljenost, tj.blizina postojećih morskih		**6**						

	prometnih pravaca od LNG termnala								
	Udaljenost, tj. blizina postojećih cjevovodnih transportnih pravaca od LNG termnala		**1**						
	Raspoloživost prostora	**15**	**0,25**						
	Mogućnost dogradnje, rekonstrukcije ili prilagodbe već postojećih terminala		**5,75**						
	Oštećenje reljefa i mogućnost sanacije		**1,5**						
POTREBE ZA PLIOM (zadovoljenje potreba)	Potrebe za plinom u užem prostoru (područje u blizini LNG terminala)		**7**						
	Potrebe za plinom za cijelu regiju	**10**	**2**						
	Prekogranične potrebe za plinom (susjednih država)		**0,5**						
	Mogućnost skladištenja plina		**0,5**						

Izvor: autor

SLIKE VREDNOVANIH PODRUČJA

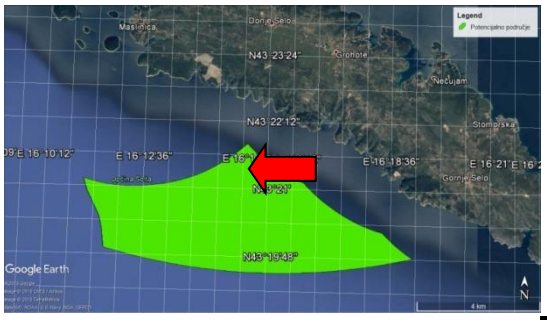
PODRUČJE 1 (zapadna obala Istre, Pula)



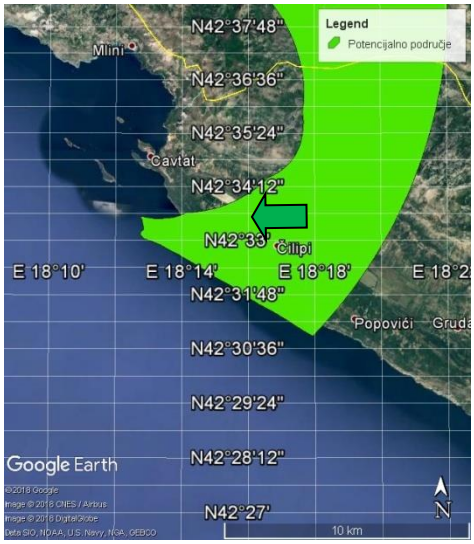
PODRUČJE 3 (Kvarner)

PODRUČJE 4 (Riječki zaljev)

PODRUČJE 6 (Virsko more)



PODRUČJE 11 (srednji Jadran, južna strana otoka Šolte)



PODRUČLJE 14 (južni Jadran, Cavtat)