

**LUČKA UPRAVA DUBROVNIK,  
DUBROVNIK, Obala Pape Ivana Pavla II, br.1**

## **LUKA DUBROVNIK GRUŽ**

**STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI PROJEKTA „PRIOBALNO  
NAPAJANJE ELEKTRIČNOM ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH  
POTROŠAČA U LUCI DUBROVNIK - GRUŽ“**



**Split, prosinac 2018.**

INVESTITOR:	LUČKA UPRAVA DUBROVNIK Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik
TVRTKA PROJEKTANTA:	PROJEKTN BIRO SPLIT d.o.o. Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT OIB: 28967682658
NAZIV PROJEKTA	STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“
RAZINA RAZRADE	STUDIJA
NAZIV STRUKE PROJEKTA	PROJEKT VIŠE STRUKA
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA	DUB.1093
BROJ PROJEKTA	1093
NAZIV MAPE	STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI
PROJEKTANTI:  Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.	Zdenko Radić, dipl.ing.el.  mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el. Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

PROJEKTN BIRO SPLIT d.o.o. Split  
Direktor:

Mirko Ivančić, dipl.ing.el.

Split, prosinac 2018.

NAZIV PROJEKTA	LUKA DUBROVNIK GRUŽ
RAZINA RAZRADE	STUDIJA
NAZIV STRUKE PROJEKTA	PROJEKT VIŠE STRUKA
ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA	DUB.1093
BROJ PROJEKTA	1093

## POPIS MAPA

Red. br. mape	Oznaka mape	Naziv mape
1/1		Studija predizvodljivosti

## SADRŽAJ

<b>1.</b>	<b>ZAGLAVNI DIO .....</b>	<b>PRILOG BR. 001 .....</b>	<b>1-5</b>
1.1.	NASLOVNI LIST .....		1
1.2.	SADRŽAJ .....		2
1.3.	IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA .....		5
<b>2.</b>	<b>UVOD I PODLOGE .....</b>	<b>PRILOG BR. 002 .....</b>	<b>1-20</b>
2.1.	PROJEKTI ZADATAK .....		2
2.2.	POPIS PODLOGA .....		8
2.3.	UVOD .....		8
2.4.	TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE .....		8
2.5.	STRATEGIJE, ZAKONI I PROPISI .....		10
2.5.1.	Strategija i program prostornog uređenja RH .....		10
2.5.2.	Strategija energetskeg razvoja RH .....		10
2.5.3.	Energetski zakoni i pravilnici .....		11
2.6.	POSTOJEĆE STANJE PRIJENOSNE MREŽE NA DUBROVAČKOM PODRUČJU .....		13
2.7.	UVID U POSTOJEĆE DOKUMENTE PROSTORNOG UREĐENJA NA PODRUČJU GRADA DUBROVNIKA .....		16
2.7.1.	Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije .....		16
2.7.2.	Generalni urbanistički plan Grada Dubrovnika .....		17
2.7.3.	Urbanistički plan uređenja Gruški akvatorij .....		18
2.8.	UVID U PLAN RAZVOJA HRVATSKOG OPERATORA PRIJENOSNOG SUSTAVA (HOPS) .....		19
2.9.	UVID U PLAN RAZVOJA HEP – OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA (HEP – ODS) .....		19
2.10.	MOGUĆNOSTI DOGRADNJE 110 KV PRIJENOSNE MREŽE .....		20
<b>3.</b>	<b>IDENTIFIKACIJA PROJEKTA .....</b>	<b>PRILOG BR. 003 .....</b>	<b>1-16</b>
3.1.	ELEKTRIČNE INSTALACIJE BRODOVA .....		2
3.1.1.	Općenito .....		2
3.1.2.	Napajanje električnom energijom trošila na brodu .....		2
3.1.3.	Potrošnja električne energije putničkih brodova (kruzera) na vezu .....		4
3.2.	POTROŠNJA GORIVA BRODOVA NA VEZU .....		4
3.2.1.	Dizel generator .....		4
3.2.2.	Potrošnja goriva brodova u plovidbi .....		5
3.2.3.	Potrošnja goriva brodova na vezu .....		5
3.3.	UTJECAJ NA OKOLIŠ .....		5
3.3.1.	Uvod .....		5
3.3.2.	Ugradnja „scrubbera“ na brodovima .....		8
3.3.3.	Kruzera na vezu u luci Dubrovnik Gruž .....		8
3.3.4.	Emisije štetnih tvari kruzera na vezu u Dubrovniku .....		11

3.4.	OPIS VISOKONAPONSKOG KOPNENOG PRIKLJUČKA BRODOVA .....	12
3.4.1.	Uvod.....	12
3.4.2.	Tehničke karakteristike HVSC priključka .....	13
3.4.3.	Opis kopnenog dijela VN priključka .....	14
3.4.4.	Opis brodskog dijela VN priključka .....	14
3.4.5.	Lista izvedenih VN priključaka u svijetu .....	16
<b>4.</b>	<b>TEHNIČKA IZVODIVOST I ODRŽIVOST OKOLIŠA ..... PRILOG BR. 004.....</b>	<b>1-11</b>
4.1.	POSTOJEĆE STANJE DISTRIBUCIJSKE MREŽE GRUŠKOG AKVATORIJA .....	2
4.2.	PRIJEDLOG TEHNIČKOG RJEŠENJA.....	2
4.2.1.	Tehnologija kopnene veze .....	2
4.2.2.	Sastavni dijelovi jednog VN kopnenog priključka .....	3
4.2.3.	HVSC priključak na brodu.....	6
4.3.	VARIJANTE ELEKTROENERGETSKOG PRIKLJUČKA NA VEZU .....	8
4.3.1.	Varijanta 1 – pokretni kabelski kran.....	8
4.3.2.	Varijanta 2 – fiksni kabelski kran .....	10
4.4.	PROCJENA TROŠKOVA .....	11
4.4.1.	Varijanta 1 – pokretni kabelski kran.....	11
4.4.2.	Varijanta 2 – fiksni kabelski kran .....	11
4.4.3.	Cijena priključenja obalnog napajanja na električnu mrežu.....	11
<b>5.</b>	<b>ANALIZA ALTERNATIVA ..... PRILOG BR. 005.....</b>	<b>1-3</b>
5.1.	VARIJANTE 1 I 2 .....	2
5.1.1.	Općenito.....	2
5.1.2.	Varijanta 1 .....	2
5.1.3.	Varijanta 2 .....	2
5.1.4.	Vrijeme izgradnje .....	3
<b>6.</b>	<b>FINANCIJSKA I EKONOMSKA ANALIZA ..... PRILOG BR. 006.....</b>	<b>1-13</b>
6.1.	OPĆENITO .....	2
6.2.	FINANCIJSKA ANALIZA.....	2
6.2.1.	Osnovne pretpostavke .....	2
6.2.2.	Realna financijska diskontna stopa .....	3
6.2.3.	Troškovi .....	3
6.2.4.	Koristi .....	4
6.2.5.	Financijska analiza.....	4
6.2.6.	Rezultati financijske analize.....	4
6.2.7.	Izračun doprinosa EU .....	7
6.2.8.	Izvori financiranja .....	7
6.2.9.	Financijska održivost.....	7
6.2.10.	Financijski povrat kapitala.....	9
6.3.	EKONOMSKA ANALIZA.....	11
6.3.1.	Konverzija tržišnih u ekonomske cijene.....	11
6.3.2.	Kvantifikacija društvenih koristi .....	11
6.3.3.	Rezultati ekonomske analize .....	12
<b>7.</b>	<b>ANALIZA OSJETLJIVOSTI I RIZIKA ..... PRILOG BR. 007.....</b>	<b>1-8</b>
7.1.	UVOD .....	2
7.2.	ANALIZA OSJETLJIVOSTI.....	2
7.2.1.	Testiranje varijabli na 1%-tnu vrijednost .....	2
7.2.2.	Zamjenske vrijednosti .....	3
7.3.	ANALIZA RIZIKA .....	3
7.3.1.	Rezultati Monte Carlo analize rizika .....	3
7.3.2.	Upravljanje i smanjenje rizika .....	5
<b>8.</b>	<b>ZAKLJUČAK I PREPORUKE ..... PRILOG BR. 008.....</b>	<b>1-3</b>
8.1.	OPĆENITO .....	2
8.2.	EKONOMSKO FINANCIJSKE OSOBITOSTI PROJEKTA.....	3
<b>9.</b>	<b>GRAFIČKI PRILOZI ..... PRILOG BR. 009.....</b>	<b>1-1</b>





- 9.1 Situacijski prikaz 110 kV postojeće i planirane mreže .....Prilog br. 1, list 1-1
- 9.2 Situacija luke Dubrovnik - Gruž.....Prilog br. 2, list 1-1



## 2. UVOD I PODLOGE

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK  
Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTNI BIRO SPLIT d.o.o.  
Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT  
OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el.

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.  
Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.

## 2.1. PROJEKTI ZADATAK

### LUČKA UPRAVA DUBROVNIK

DUBROVNIK PORT AUTHORITY

Obala Pape Ivana Pavla II, br.1. 20 000 Dubrovnik Hrvatska Tel: +385 20 313 333 Fax: +385 20 418 551  
MB: 1317857, OIB: 51303627909, e-mail: [padubrovnik@portdubrovnik.hr](mailto:padubrovnik@portdubrovnik.hr) [www.portdubrovnik.hr](http://www.portdubrovnik.hr)

Dubrovnik, 16. srpnja 2018. godine

Broj: \_\_\_\_\_ / 2018.

### PROJEKTI ZADATAK ZA STUDIJU PREDIZVODLJIVOSTI PROJEKTA "PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA U LUCI DUBROVNIK GRUŽ"

#### 1. Uvod

Luka Dubrovnik Gruž, smještena u Gruškom zaljevu i na ulazu u zaljev Rijeke dubrovačke, važno je prometno čvorište lokalnog, regionalnog i međunarodnog pomorskog putničkog prometnog južnog Jadrana. Po broju uplovljavanja najznačajniji je promet linijskih putničkih plovila, dok je u ukupnom broju putnika dominantan segment putnika s brodova na kružnim putovanjima.

Cilj Studije predizvodljivosti s analizom troškova i koristi projekta je istražiti troškove i koristi gradnje postrojenja za napajanje brodova električnom energijom sa kopna u okviru mogućnosti koju pružaju prostorni planovi.

#### 2. Osnovno o projektu

##### 2.1. Naručitelj

Naručitelj projekta „Studije predizvodljivosti s analizom troškova i koristi projekta - Priobalnog napajanja električnom energijom nekonvencionalnih potrošača“ (u daljnjem tekstu Studije) je Lučka uprava Dubrovnik (u daljnjem tekstu LUD) osnovana Odlukom Vlade Republike Hrvatske (Narodne novine 19/1997, 21/2002, 158/2003, 113/2013) 1997. radi obavljanja djelatnosti utvrđene Zakonom o morskim lukama i slijednim Zakonom o pomorskom dobru i morskim lukama. Luka Dubrovnik - Gruž od osobitog (međunarodnog) je gospodarskog interesa za Republiku Hrvatsku. Između ostalih zakonom definiranih djelatnosti, LUD gradi i održava objekte lučke energetike. LUD je neprofitna pravna osoba na koju se primjenjuju zakoni o ustanovama ukoliko nije drugačije određeno te nije u sustavu PDV.

Adresa LUD: Obala Pape Ivana Pavla II. 1; Telefon: +385 20 313 333; Faks: +385 20 418 551; adresa elektroničke pošte: [padubrovnik@portdubrovnik.hr](mailto:padubrovnik@portdubrovnik.hr); Internet: <http://www.portdubrovnik.hr>

Osobe za kontakt u ovom projektu su:

Voditelj službe razvoja: Hrvoje Kulušić, dipl. ing. adresa e-pošte: [dpa.hrvoje@portdubrovnik.hr](mailto:dpa.hrvoje@portdubrovnik.hr)

Str. 1 / 6

Suradnici na projektu izvan LUD:

Glavni konzultant: Mate Rebić, dipl.ing. adresa e-pošte: [mate.rebic@gmail.com](mailto:mate.rebic@gmail.com)

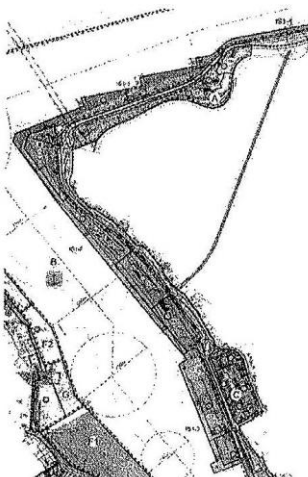
## 2.2. Luka Gruž

Dubrovnik je smješten na krajnjem jugu Republike Hrvatske i Dubrovačko-neretvanske županije. Kopneno je luka Dubrovnik povezana sa zaleđem cestom DC-8 prema sjeveru i koridoru Neuma i južno prema Crnoj gori. Sa susjednom BiH povezana je DC-223 duljine 4,3 km u smjeru graničnog prijelaza Ivanica. Luka Dubrovnik - Gruž smještena je na sjevernoj obali Gruškog zaljeva i istočnoj obali zaljeva Rijeke dubrovačke. Ukupno raspolaže sa 1.629 metara izgrađene obale i oko 980 metara neizgrađene obale.

## 2.3. Prostorni planovi

Hijerarhijski najniži prostorni plan kojim je definirano područje Luke Dubrovnik - Gruž je Urbanistički plan uređenja - Gruški akvatorij. Po svojoj funkcionalnosti i prema UPU, luka je podijeljena je u četiri lučka područja:

1. trajektna luke za međunarodni promet IS1-1
2. luka za brodove na kružnim putovanjima IS1-2
3. luka za trajektni, putnički i izletnički promet IS1 -3
4. teretna luka IS1 - 4



## 3. Tehnički detalji

Za potrebe ove Studije potrebno je istražiti prihvatljivo tehničko rješenje i analizirati s obzirom na planirani promet Luke Dubrovnik Gruž.

### 3.1. O projektu izgradnje

Ovaj projekt je logični nastavak razvoja novih usluga luke Dubrovnik, nakon što se u proteklom periodu izgradila gotovo kilometarska operativna obala.

Potrebno je razmotriti tehničke mogućnosti za napajanje nekonvencionalnih potrošača sa obale (brodova, trajekata, kruzera, ...) i način kako sustav priobalnog napajanja uklopiti u postojeću cjelinu luke.

Studija treba razmotriti izgradnju cjelokupnog projekta uključujući i mogućnost fazne izgradnje, pri čemu treba osigurati funkcionalnost svake faze zasebno, ukoliko to bude slučaj.

## 4. Dokumentacija za izradu

Prilikom izrade Studije, Izrađivač treba koristiti svu relevantnu gospodarsku i prometnu plansku dokumentaciju, koja se odnosi na potencijalno gravitacijsko područje luke radi procjene razvoja putničkog prometa, kao i literaturu koju se odnosi na cestovne i pomorske prometne tokove EU. Uz to potrebno je koristiti strateške dokument RH, regionalne i lokalne samouprave, koje se odnose na gospodarstvo, poglavito turizam i pomorski promet.

Izrađivač je također obavezan proučiti prostorne planove koje se odnose na područje gradnje, te u slučaju predlaganja opcije gradnje koja se razlikuje od sada važećih prostornih planova, predložiti tekst i grafiku njihove izmjene.

### 4.1. Svrha i cilj projekta

Provođenjem aktivnosti predviđenih ovim projektnim zadatkom stvara se kvalitetna stručna i tehnička osnova za izradu projekta izgradnje najpovoljnijeg rješenja gradnje sustava napajanja brodova električnom energijom sa kopna. Pri tome treba uzeti u obzir ne samo ekonomska i financijska mjerila, nego i društvena mjerila u smislu unapređenja kvalitete života stanovništva na području Gruža i Dubrovnika, zaštite okoliša, doprinos kulturnoj i povijesnoj valorizaciji Gruškog zaljeva te unapređenja prometnih rješenja sagledavajući razvojne i prostorne planove Grada Dubrovnika. Jedan od bitnih ciljeva Studije je proširenje i unapređenje usluge svim potencijalnim korisnicima luke.

Cilj je osigurati optimalno rješenje koje dovodi do najvećih gospodarskih (dakle ne samo financijskih i ekonomskih), društveno i ekološki prihvatljivih rezultata. Izvršitelj zato treba izraditi traženu dokumentaciju s tehničko-tehnološkim idejnim rješenjem koje će biti najisplativije, tijekom ekonomskog razdoblja projekta u cjelini i za koji je razumno očekivati da će biti prihvaćen za sufinanciranje iz EU fonda od strane Europske Unije.

### 4.2. Očekivani rezultati projekta

Konačni rezultat svih aktivnosti predviđenih ovim projektnim zadatkom je Studija za koju je razumno očekivati da će biti prihvaćena kao prvi korak u pripremi projekta za financiranje projekata putem EU fondova i podloga za daljnje detaljnije analize.

Studija dokazuje izbor najprihvatljivijih rješenja s tehničko-tehnološkog, financijsko-ekonomskog aspekta i kao takva je temelj za izradu svih tehničkih rješenja i pripadne projektne dokumentacije za sve studijom predviđene objekte i opremu potrebnu za cjeloviti sustav opskrbe brodova električnom energijom sa kopna. Osim nabrojanog, Studija treba uvažiti utjecaj projekta na šire gospodarsko-društveno okruženje te zaštitu okoliša.

## 5. Smjernice za izradu dokumentacije

### 5.1. Opće smjernice

Osnovna svrha studije predizvodljivosti je analizirati mogućnost izgradnje kako bi Lučka uprava Dubrovnik dobila dovoljno detaljne informacije za donošenje odluke o daljnjim aktivnostima na razvoju projekta. Studija predizvodljivosti mora iznijeti tehničke i energetske karakteristike projekta, te financijsku analizu i preporuke na kojima će se temeljiti daljnji razvoj projekta.

Studija predizvodljivosti mora obraditi sve nužne aspekte projekta (pozitivne i negativne) koji bi mogli utjecati na njegov daljnji razvoj i njegovu isplativost.

Izrađivač je dužan pristupiti izradi Studije samostalno i kritički sa ciljem dobivanja najkvalitetnijeg rješenja koje će u drugoj fazi razvoja dati mogućnost Lučkoj upravi Dubrovnik da se kandidira za dobivanje dijela sredstava iz EU fondova za realizaciju projekta izgradnje sustava opskrbe brodova električnom energijom s kopna za vrijeme boravka na vezu u luci Dubrovnik-Gruž.

Također je bitno da Izrađivač uzima u obzir svu prostorno plansku dokumentaciju koja definira područje gradnje, kao i do sada izrađenu projektnu, studijsku i drugu dokumentaciju i ishodene Upravne akte i suglasnosti, ukoliko se takvi donesu tijekom izrade studije.

Okvirni sadržaj studije:

1. Opis sadržaja
2. Definiranje ciljeva
3. Identifikacija projekta
4. Tehnička izvodivost & održivost okoliša
5. Financijska analiza
6. Ekonomska analiza
7. Procjena rizika

Izrađivač studije treba izraditi studiju izvedivosti koristeći informacije i podatke iz postojećih studija i dokumentacije, provedbom potrebnih terenskih istraživanja, savjetovanja s Naručiteljem i ostalim relevantnim institucijama.

Izrađivač studije će provesti i istražiti najmanje sljedeće:

1. Pravni okvir
2. Analiza postojećeg stanja elektroenergetskog napajanja luke
3. Strateški kontekst budućeg projekta
4. Analiza problema i potreba (sadašnje i buduće)
5. Svrha i ciljevi i projekta
6. Analiza alternativa
7. Opis izabrane alternative
8. Financijska analiza odabrane alternative za period od 25 godina korištenjem NPV, IRR
9. Ekonomska analiza odabrane alternative troškova i koristi
10. Analiza osjetljivosti odabrane alternative s procjenom rizika
11. Vremenski tijek odabrane alternative implementacije projekta

Studija mora biti takve kvalitete da je: samodostatna, transparentna, provjerljiva i vjerodostojna.

#### 5.1.1. Stručna revizija

Po završetku izrade Studiju će Izrađivač predati Naručitelju. Naručitelj može organizirati stručnu reviziju, odnosno recenziju izrađene dokumentacije ovisno o njegovoj procjeni potrebe za istom. U slučaju da Naručitelj organizira stručnu reviziju odnosno recenziju izrađene dokumentacije, Izvršitelj će postupiti po zaključcima revizije u konačnoj verziji dokumentacije. Konačna verzija dokumentacije proći će i postupak prihvatanja od Naručitelja.

#### 5.1.2. Zahtjevi za Izrađivača

Tijekom izvršenja Ugovora komunikacija se obavlja na hrvatskome, a ukoliko jezik Izvršitelja nije hrvatski, prijevod na i sa hrvatskog treba osigurati Izvršitelj. Radni sastanci se također održavaju na hrvatskom jeziku. Izvršitelj je dužan prisustvovati svakom radnom sastanku na poziv Projektnog tima o svom trošku što uključuje:

- Izvještavati Projektni tim o stanju Ugovora (Projekta)
- Na zahtjev Projektnog tima pripremiti prezentaciju napretka projekta i aktivno sudjelovati u istima

Izvršitelj je minimalno dužan na svakom radnom sastanku prisustvovati s Voditeljem tima. Mjesto održavanja radnih sastanaka je Dubrovnik.

#### 5.1.3. Vođenje projekta

Nakon sklapanja Ugovora formirati će se Projektni tim za provedbu Ugovora sačinjen od osoba Naručitelja i Izrađivača. Za pojedine zadatke u projektni tim mogu se uključiti predstavnici Vlade RH putem resornih ministarstava, lokalna samouprava, javne i druge interesne skupine i organizacije. Projektni tim će sudjelovati na svim radnim sastancima koji će se održavati na prijedlog Voditelja Projektnog tima sa Izrađivačem. Dužnost je Izrađivača usko surađivati s Projektnim timom, osigurati stalan kontakt s Naručiteljem i biti u stanju pravovremeno napraviti eventualne korekcije na izrađenim dokumentima, u cilju osiguranja učinkovitog upravljanja projektom i predaje tražene dokumentacije.

Projektni tim pomoći će Izrađivaču u pribavljanju potrebnih podloga, organizaciji radnih sastanaka, eventualnih prezentacija, kao i osiguranju potrebnih revizija. Projektni tim osigurati će i ostalu potrebnu potporu ponuditelju u realizaciji Ugovora.

Naručitelj se obvezuje dostaviti Izrađivaču potrebne ulazne podatke i podloge (s kojim Naručitelj raspolaže) za realizaciju projekta, kao i osigurati potrebne kontakte pri prikupljanju potrebnih informacija radi obavljanja potrebnih aktivnosti na projektu.

Izrađivač studije vodi brigu o prijevozu, smještaju, opremi a troškovi s navedenim u vezi uračunati su u cijenu studije.

Voditelj Projektnog tima odgovoran je za odobravanje plaćanja po Ugovoru.

### 5.2. Tehničke smjernice

Osnovna inačica tehničkog rješenja podrazumijeva da se predmetno postrojenje izgradi na području u nadležnosti Lučke uprave Dubrovnik i napoji SN kabelima na mjestu priključka na EES preko distribucijske mreže na 20 kV naponskom nivou. U osnovnoj inačici razmotriti



mogućnost izvedbe sustava za napajanje brodova električnom električnom energijom s kopna izgradnjom sustava za napajanje tri veza instalirane snage 3 x 15 MVA, fazno.

Predmetno postrojenje za napajanje izvesti sa nazivnim naponom 11 kV frekvencije 60 Hz i sa ostalim tehničkim karakteristikama prema standardu IEC 80005-1. Tehničko rješenje treba se temeljiti na ugradnji nezavisnih sustava za svaki od vezova, kako je prethodno navedeno, posebno.

Za opremu elektroenergetskog priključka na vezu treba analizirati sljedeće varijante:

- Pokretni kabelski kran
- Fiksni kabelski kran

Preduvjet za izvedbu rješenja je osiguranje mrežnog priključka odgovarajuće snage na naponskoj razini od 10(20) kV. (za svaki od sustava je potrebno osigurati dovod nazivne struje 1000 A pri nazivnom naponu od 10 kV odnosno dovod nazivne struje 630 A pri nazivnom naponu od 20 kV).

Kod analize priključka na mrežu voditi računa o postojećim prostornim planovima sa postojećim i planiranim susretnim postrojenjima iz kojih bi se mogla osigurati snaga za priključak predmetnih postrojenja.

## 6. Dokumentacija

Izvršitelj je dužan dostavljati radnu dokumentaciju u vidu radnih inačica u 2 primjerka otisnuto i uvezano i 1 primjerka na mediju za pohranu podataka bez zaštite kopiranja. Jezik radne dokumentacije je hrvatski. Digitalna verzija dokumenata mora biti dostavljena u PDF formatu i u OTVORENOM formatu što znači da SVE dokumente mora dostaviti u formi ovisno o kojem se dokumentu izrađuje, ali za sljedeće aplikacije obavezno:

- Word dokument ili kompatibilni (otvoren bez postavljenih sigurnosnih zaštita)
- Excel dokument ili kompatibilni (otvoren bez postavljenih sigurnosnih zaštita sa svom formulizacijom koja čini osnovni dokument)
- AutoCad dokument ili kompatibilni (.dwg otvoren sa svim podlogama koje su korištene, karte, slike i dr.)

Naručitelj temeljem ovog ugovora zaprimanjem svakog dokumenta izvršitelja postaju vlasnici autorskog prava na dokument. Po završetku Izvršitelj će izraditi Završni izvještaj o obavljenom poslu i dostaviti ga Naručitelju.

Konačni dokumenti će Naručitelju biti dostavljeni na hrvatskom i engleskom jeziku sa 4 primjerka otisnuto, te 4 primjerka na mediju za pohranu podataka u PDF i otvorenom formatu bez postavljenih sigurnosnih zaštita u formatu u kojem su izrađeni. Sve podloge korištene za studiju, kao i izračuni moraju biti dostavljeni Naručitelju u elektronskom obliku.

Osim osiguranja krajnjeg roka Izvršitelj je dužan osigurati završetak svih aktivnosti iz Projektnog zadatka i isporučiti traženu dokumentaciju i izvještaje sukladno prilagođenom vremenskom planu nakon završetka postupka javne nabave.

Krajnji rok za dostavu Studije po ovom projektu je 6 mjeseci i počinje se izvršavati od dana potpisa Ugovora.

## 2.2. POPIS PODLOGA

- [1] Lista dolazaka kruzera i vrijeme provedeno na vezu u luci Dubrovnik - Gruž za razdoblje ožujak – studeni 2018. godine
- [2] Sveučilište u Rijeci, Tehnički fakultet, Diplomski rad: „Visokonaponsko kopneno priključenje brodova“, Stjepan Raucher, 2018. godina
- [3] White paper: „Costs and benefits of shore power at the port of Shenzhen“, Haifeng Wang, Xiaoli Mao, Dan Rutheford, prosinac 2018.
- [4] „Options of establishing shore power for cruise ships in port of Copenhagen Nordhavn“, svibanj 2015.

## 2.3. UVOD

Dubrovnik je smješten na krajnjem jugu Republike Hrvatske i Dubrovačko-neretvanske županije. Luka Dubrovnik - Gruž smještena je na sjevernoj obali Gruškog zaljeva i istočnoj obali zaljeva Rijeke dubrovačke, te raspolaže sa 1629 m izgrađene obale i 829 m neizgrađene obale.

Luka Dubrovnik - Gruž je važno prometno čvorište lokalnog, regionalnog i međunarodnog pomorskog putničkog prometa južnog dijela Jadrana. Po broju uplovljavanja najznačajniji je promet linijskih putničkih plovila, dok u ukupnom broju putnika dominira segment putnika s brodova na kružnim putovanjima.

Kopneno je Luka Dubrovnik – Gruž povezana sa zaleđem cestom DC-8 prema sjeveru i koridoru Neuma i južno prema Crnoj Gori. Sa susjednom BiH povezana je cestom DC-223 duljine 4,3 km u smjeru graničnog prijelaza Ivanica.

Osnovna svrha Studije predizvodljivosti je analizirati mogućnost izgradnje visokonaponskog kopnenog priključka u luci Dubrovnik - Gruž kako bi Lučka uprava Dubrovnik dobila dovoljno detaljne informacije za donošenje odluke o daljnjim aktivnostima na razvoju projekta. Studija predizvodljivosti mora iznijeti tehničke i energetske karakteristike projekta, te financijsku analizu i preporuke na kojima će se temeljiti daljnji razvoj projekta.

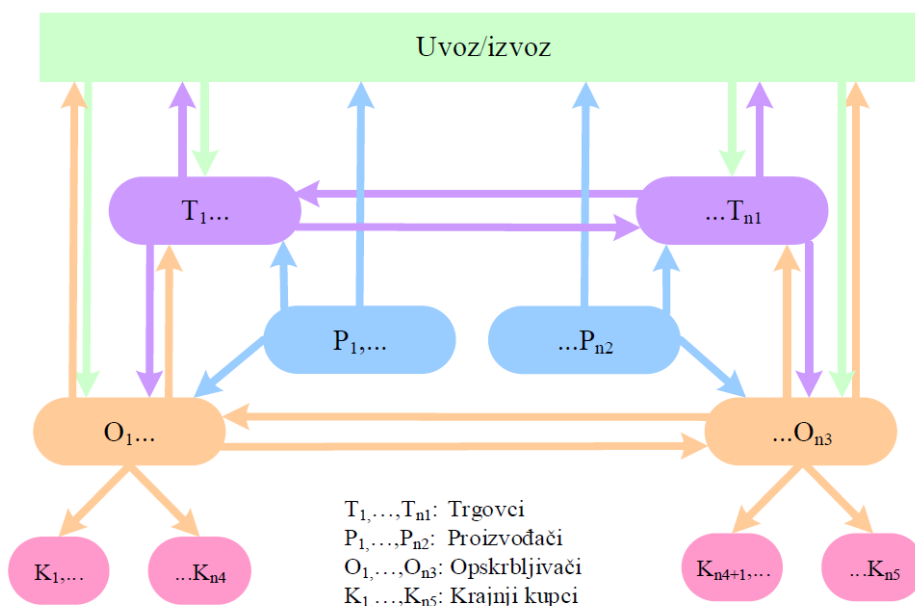
## 2.4. TRŽIŠTE ELEKTRIČNE ENERGIJE

U Republici Hrvatskoj razlikuju su regulirane i tržišne energetske djelatnosti. Regulirane elektroenergetske djelatnosti su prijenos i distribucija električne energije, organizacija tržišta električne energije te opskrba tarifnih kupaca električnom energijom. Za prijenos električne energije te održavanje i razvoj prijenosnog sustava zadužen je Hrvatski operator prijenosnog sustava (HOPS). Za distribuciju električne energije te održavanje i razvoj distribucijskog sustava zadužen je HEP Operator distribucijskog sustava (HEP ODS). Hrvatski operator tržišta energije (HROTE) odgovoran je za organizaciju tržišta električne energije. Opskrba tarifnih kupaca električnom energijom organizirana je kao javna usluga koju obavlja HEP Grupa kao nositelj obveze javne usluge.

Sudionici na tržištu električne energije su proizvođači, trgovci, opskrbljivači i povlašteni kupci (krajnji kupci). Postojeći model tržišta električne energije u Republici Hrvatskoj prikazan je na slici 2.1. Riječ je o modelu bilateralnog tržišta koji se temelji na trgovanju električnom energijom bilateralnim ugovorima. Bilateralni ugovori o opskrbi električnom energijom sklapaju se između kupaca i opskrbljivača, a bilateralni ugovori o kupoprodaji električne energije između opskrbljivača, trgovca ili proizvođača. Svi krajnji kupci mogu slobodno izabrati opskrbljivača s kojim sklapaju ugovor o opskrbi. Proizvođači, opskrbljivači i trgovci koji žele sudjelovati u aktivnostima na tržištu električne energije moraju sklopiti sporazum s

HROTE-om. Tim se sporazumom reguliraju prava i obveze tržišnih sudionika. Kupci i proizvođači moraju sklopiti i ugovor o korištenju mreže s Hrvatskim operatorom prijenosnog sustava ili HEP Operatorom distribucijskog sustava, ovisno o naponskoj razini na koju su priključeni.

Za pokriće odstupanja od vrijednosti iz ugovornog rasporeda u svakom satu HOPS tržišnim sudionicima prodaje ili od njih kupuje energiju uravnoteženja. Proizvođači, opskrbljivači i trgovci moraju sklopiti ugovor s HOPS-om o energiji uravnoteženja.



Slika 2.1: Model tržišta električne energije u Republici Hrvatskoj

Tržišni sudionici moraju imati dozvolu za obavljanje energetske djelatnosti koje u Republici Hrvatskoj izdaje Hrvatska energetska regulatorna agencija (HERA). Prema podacima Hrvatske energetske regulatorne agencije, dozvolu za proizvodnju električne energije ima 30 subjekata, za opskrbu 22, a za trgovinu električnom energijom 16 subjekata (stanje na dan 12.5.2015. godine).

Značajan utjecaj na organizaciju nacionalnog tržišta električne energije imalo je pristupanje Republike Hrvatske Europskoj uniji 2013. godine. Donošenjem *Zakona o energiji* (NN br. 120/12), *Zakona o regulaciji energetske djelatnosti* (NN br. 120/12) te *Zakona o tržištu električne energije* (NN br. 22/13) počelo je usklađivanje zakonodavnog okvira vezanog za tržište električne energije s Trećim paketom energetske propisa Europske unije. Osnovni je cilj odredbi Trećeg energetske paketa propisa integriranje nacionalnog tržišta električne energije u jedinstveno unutarnje tržište Europske unije. Novi *Zakon o tržištu električne energije* daje okvir budućeg modela tržišta električne energije u Republici Hrvatskoj te propisuje donošenje podzakonskih akata kojima će se regulirati pojedini dijelovi tržišta. Na temelju ovog zakona provedene su neke značajne promjene u organizaciji elektroenergetskog sektora i energetske djelatnosti, uključujući razdvajanje operatora prijenosnog sustava po modelu neovisnog operatora prijenosa (engl. *Independent Transmission Operator* - ITO) tijekom 2013. godine. ITO model restrukturiranja vertikalno integriranih poduzeća jedan je od tri postojeća modela i ujedno najsloženiji jer zahtijeva jako mnogo nadzora i administracije. Nakon razdvajanja od vertikalno integriranog poduzeća (HEP d.d.), nekadašnji HEP Operator prijenosnog sustava posluje pod imenom Hrvatski operator prijenosnog sustava d.o.o. (HOPS). HOPS mora biti potpuno neovisan, ali HEP kao grupa ostaje cjelovit, odnosno imovina HOPS-a ostaje u bilanci HEP-a. Iako je riječ o složenom modelu, on ima prednost u najmanjoj mogućnosti da se prijenosna mreža jednog dana privatizira. Budući da je riječ o ključnoj energetskej infrastrukturi, cilj je da prijenosna mreža ostane u vlasništvu države.

U 2013. godini dogodile su se značajne promjene na maloprodajnom tržištu električne energije. Na tržištu na kojem HEP Opskrba ima monopol pojavili su se novi opskrbljivači s povoljnijim cijenama električne energije za potrošače u sektoru kućanstava. S obzirom na to, povećana je stopa promjene opskrbljivača među potrošačima, nakon čega je i HEP kućanstvima ponudio niže cijene i nove usluge.

S obzirom na usvajanje novih energetske zakona i njihovu prilagodbu zahtjevima EU, elektroenergetsko tržište u Hrvatskoj nalazi se u prijelaznom razdoblju. Oslanja se na sekundarno zakonodavstvo koje je razvijeno u prijašnjim zakonima, uz stalne izmjene i prilagodbe u odnosu na promjene uvjeta opskrbe i rasta tržišta.

Instalirani kapaciteti za proizvodnju električne energije u Republici Hrvatskoj obuhvaćaju hidroelektrane i termoelektrane u sastavu HEP Grupe, industrijske termoelektrane te elektrane na obnovljive izvore energije većinom u privatnom vlasništvu.

## 2.5. STRATEGIJE, ZAKONI I PROPISI

### 2.5.1. Strategija i program prostornog uređenja RH

U Strategiji prostornog uređenja Republike Hrvatske (1997, 76/2013) uvaženi su ciljevi i smjernice energetskeg razvoja, promiče se zadržavanje postojećih lokacija kao podlogu za širenje i razvitak energetskeg sustava, osuvremenjivanje i proširenje postojećih energetskeg i prijenosnih sustava, zadržavanje do sada istraženih i potencijalnih lokacija za nove energetske objekte za koje predstoje potrebna detaljna istraživanja te primjenjivati najrelevantnije kriterije zaštite okoliša kod gradnje energetskeg i prijenosnih sustava.

Strategija najavljuje potrebu za dodatnih 2100 MW instalirane snage do 2020. g. modernizacijom, rekonstrukcijom i proširenjem postojećih objekata uz dovođenje nove tehnologije i kombiniranje energetskeg izvora. Istovremeno treba utvrditi mogućnosti i potrebe te gospodarsku opravdanost izgradnje novih energetskeg postrojenja s ciljem uravnoteženja potrošnje, proizvodnje i prijenosa energije u svim dijelovima RH. Iako Strategija predviđa gradnju novih kapaciteta hidroelektrana oko 120-200 MW na Savi i Dravi, istovremeno ističe ograničeni i srednjoročno upitni hidropotencijal zbog potrebnih usklađenja i dogovora na međunarodnoj razini.

### 2.5.2. Strategija energetskeg razvoja RH

*Strategija energetskeg razvoja Republike Hrvatske* definira razvoj energetskeg sektora Republike Hrvatske za razdoblje do 2020. godine. Osnovni je cilj *Strategije* uravnoteženi razvoj sigurnosti opskrbe energijom, konkurentnosti i očuvanja okoliša, koji će omogućiti kvalitetnu, sigurnu, dostupnu i dostatnu opskrbu energijom.

Nadalje, *Strategijom energetskeg razvoja Republike Hrvatske* je predviđeno da će novoizgrađeni kapaciteti u velikim hidroelektranama do 2020. godine iznositi oko 300 MW, a ulaziti će u pogon od 2015. godine. U taj iznos uračunata je i HE Lešće s instaliranom snagom od 42,3 MW (u pogonu od 2010. godine). Za nove hidroelektrane pretpostavlja se nešto niži faktor iskorištenja od prosječnog kod postojećih hidroelektrana, jer se planira veća uporaba hidroelektrana za pokrivanje vršnih opterećenja. U predviđenoj energetskeg strukturi očekuje se i nastavak gradnje crpnih hidroelektrana. Time se znatno povećava konkurentnost elektroenergetskeg sustava na tržištu električne energije u regiji.

### 2.5.3. Energetski zakoni i pravilnici

Energetski zakoni i podzakonski akti, koji reguliraju pripremu projekta, izgradnju hidroelektrane, priključenje na mrežu i početak pogona su ukratko opisani u nastavku, a radi se o:

- **Zakon o energiji (Narodne novine, br. 120/12, 14/14, 102/15)**

Zakonom o energiji uređena je provedba energetske politike Republike Hrvatske, obavljanje i regulacija energetske djelatnosti, cijene energije, opći uvjeti korištenja energije i druga pitanja i odnosi od zajedničkog interesa za sve energetske djelatnosti. Za planiranje i izgradnju priobalnog napajanja električnom energijom nekonvencionalnih potrošača (brodova na kružnim putovanjima) u luci Dubrovnik - Gruž značajne su odredbe koje uređuju pitanja energetske politike i planiranje energetskog razvitka na državnoj i lokalnoj razini te definiraju sadržaj i nositelje obveze izrade strateško planskih dokumenata, odnosno akata kojima se uređuju uvjeti priključenja i korištenja elektroenergetske mreže.

- **Zakon o tržištu električne energije (Narodne novine, broj 22/13, 102/15)**

Zakon o tržištu električne energije uređuje pravila i mjere za sigurnu i pouzdanu proizvodnju, prijenos, distribuciju i opskrbu električnom energijom te za trgovinu električnom energijom i organiziranje tržišta električne energije. Zakon o tržištu električne energije definira uvjete obavljanja elektroenergetskih djelatnosti.

- **Zakon o regulaciji energetske djelatnosti (Narodne novine, broj 120/12)**

Zakon o regulaciji energetske djelatnosti uređuje uspostavu i provođenje sustava regulacije energetske djelatnosti, osnivanje Hrvatske energetske regulatorne agencija (HERA) te druga pitanja mjerodavna za regulaciju energetske djelatnosti. Pri tome su, za projekte pripreme i izgradnje promatranih postrojenja, bitni poslovi HERA-e koji se odnose na izdavanje, produženje, prijenos i oduzimanje dozvola za obavljanje energetske djelatnosti, te nadzor energetske subjekata u obavljanju energetske djelatnosti.

- **Uredba o uspostavi sustava jamstva podrijetla električne energije (Narodne novine, br. 84/13, 20/14, 108/15)**

Uredbom o uspostavi sustava jamstva podrijetla električne energije u Republici Hrvatskoj se uspostavlja sustav jamstva podrijetla električne energije, sa svrhom dokazivanja udjela ili količine električne energije proizvedene iz OIEK u ukupnoj isporučenoj količini električne energije od strane opskrbljivača krajnjim kupcima. Uredba uređuje pravo i način sudjelovanja u sustavu jamstva podrijetla električne energije, uspostavljanje registra jamstva podrijetla električne energije, dostavu mjernih podataka o električnoj energiji proizvedenoj iz obnovljivih izvora i kogeneracije te obvezu dostavljanja godišnjeg izvješća Ministarstvu gospodarstva od strane tijela nadležnog za izdavanje jamstva podrijetla električne energije - Hrvatski operator tržišta energije d.o.o. (HROTE).

- **Opći uvjeti za korištenje mreže i opskrbu električnom energijom (Narodne novine, br. 85/15)**

Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom uređuju postupak izdavanja elektroenergetske suglasnosti i stvaranja uvjeta za priključenje na elektroenergetsku mrežu, uvjete za priključenje i korištenje prijenosne mreže te međusobna prava i obveze Hrvatskog operatora prijenosnog sustava i proizvođača električne energije kao korisnika mreže kroz zaključivanje ugovora o priključenju i korištenju mreže.

- **Uredba o izdavanju energetske suglasnosti i utvrđivanju uvjeta (Narodne novine, br. 07/18)**

Ovom se Uredbom propisuju postupci izdavanja energetske suglasnosti kojima se utvrđuju pojedinačni uvjeti, pojedinog priključka, kada se priključuje na elektroenergetsku mrežu te ugovorni odnosi korisnika mreže i nadležnog energetske subjekta u pogledu uvjeta i rokova priključenja na elektroenergetsku mrežu.

- **Mrežna pravila elektroenergetskog sustava (Narodne novine, br. 36/06)**

Mrežna pravila uređuju pogon i način vođenja, razvoj i izgradnju te uspostavljanje priključaka na mrežu u elektroenergetskom sustavu, kao i mjerna pravila za obračunsko mjerno mjesto. Mrežnim pravilima propisuju se tehnički i drugi uvjeti za priključak korisnika na mrežu, tehnički i drugi uvjeti za siguran pogon elektroenergetskog sustava radi pouzdane opskrbe kvalitetnom električnom energijom, postupci pri pogonu elektroenergetskog sustava u kriznim stanjima, tehnički i drugi uvjeti za međusobno povezivanje i djelovanje mreža te tehnički i drugi uvjeti za obračunsko mjerenje električne energije. Mrežnim pravilima uređuju se i pogon i vođenje mreže, uključujući planiranje razvoja, te prava, obveze i međusobni odnosi sudionika na tržištu električne energije radi osiguranja pouzdanog i učinkovitog rada elektroenergetskog sustava.

- **Pravilnik o dozvolama za obavljanje energetske djelatnosti i vođenju registra izdanih i oduzetih dozvola za obavljanje energetske djelatnosti (Narodne novine, br. 88/15 i 114/15)**

Pravilnikom su propisani uvjeti za izdavanje, produženje, prijenos i prestanak važenja dozvole za obavljanje energetske djelatnosti te oblik, sadržaj i način vođenja registra izdanih i oduzetih dozvola. HERA vodi postupak izdavanja, produženja, prijenosa i prestanka važenja dozvole za obavljanje energetske djelatnosti kao i registar izdanih i oduzetih dozvola.

- **Regulativa i politika Europske Unije (EU) primjenjiva na predmet studije**

Strategija EU koja je pretočena u odgovarajuće Direktive (EU direktive) se osniva na Međunarodnoj konvenciji o sprječavanju onečišćenja mora od strane brodova - Prilog VI (MARPOL Annex VI) koju je donijela Međunarodna Pomorska Organizacija (IMO). Republika Hrvatska se je obvezala provoditi ovu konvenciju neovisno o članstvu u EU. EU direktive donose nešto strožija mjera vezano na smanjenje ispuštanja plinova koji sadrže sumporne okside ( $\text{SO}_x$ ) i dušične okside ( $\text{NO}_x$ ) koji nastaju procesom za potrebe odvijanja pomorskog prometa:

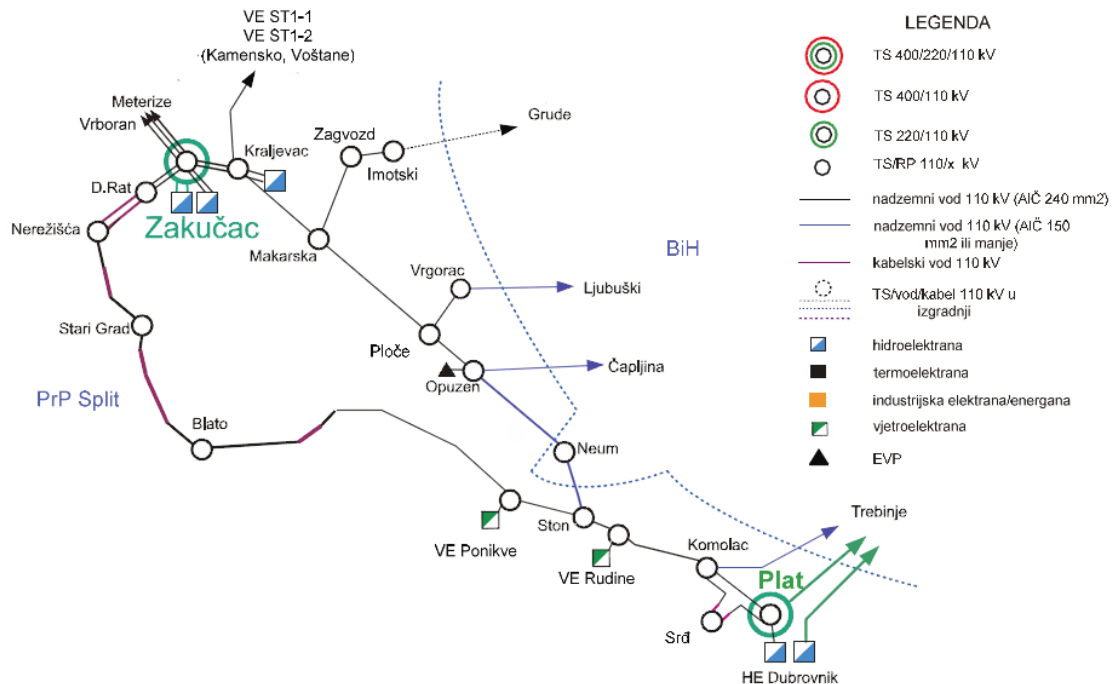
- EU direktiva 2005/33/EC koja se tiče ograničavanja ispuštanja sumpora prilikom izgaranja goriva dok su brodovi vezani na lučkom pristaništu,
- preporuka 2006/339/EG koja promiče izvođenje napajanja brodova električnom energijom s kopna za vrijeme dok su brodovi vezani na lučkom pristaništu,
- EU direktiva 2003/96/EC koja se tiče načina oporezivanja energetske proizvoda i električne energije.

Temeljem ovih EU direktiva kroz više EU Fondova (npr. The Marguerite fund i sl.) provodi se politika subvencioniranja programa za izvođenje projekta za napajanja brodova električnom energijom s kopna za vrijeme dok su brodovi vezani na lučkom pristaništu.

**2.6. POSTOJEĆE STANJE PRIJENOSNE MREŽE NA DUBROVAČKOM PODRUČJU**

Sadašnje napajanje potrošača cijelog dubrovačkog područja vrši se iz TS 110/35 kV Komolac, 2x63 MVA, TS 110/20(10) kV Srđ, 2x40 MVA, te iz TS 220/110/35/20(10) kV Plat.

Postojeće stanje prijenosne mreže 110 kV južne Dalmacije je prikazano na slici 2.2.



Slika 2.2: Postojeće stanje prijenosne mreže 110 kV južne Dalmacije

Trenutno stanje elektroenergetske 110 kV prijenosne mreže južne Dalmacije prikazano je na slici 7. Uočljivo je kako je krajnji jug Hrvatske s ostatkom Hrvatske preko teritorija Republike Hrvatske povezan samo jednim elektroenergetskim putem, to je veza TS Komolac – TS Rudine – TS Ston – TS Ponikve – TS Blato, prijenosne moći termički limitirane na 110 MVA na potezu između TS Komolac i TS Ston (Rudine) (opremljen tzv. „crnim“ vodičima BTAL/Stalum 154/19 mm²). Druga 110 kV veza je između TS Opuzen i TS Ston i ide preko područja BiH i uvodi se u TS Neum (BiH). Već na prvi pogled je očito da se siguran pogon tog dijela EES-a u velikoj mjeri temelji na interkonektivnim vezama s BiH.

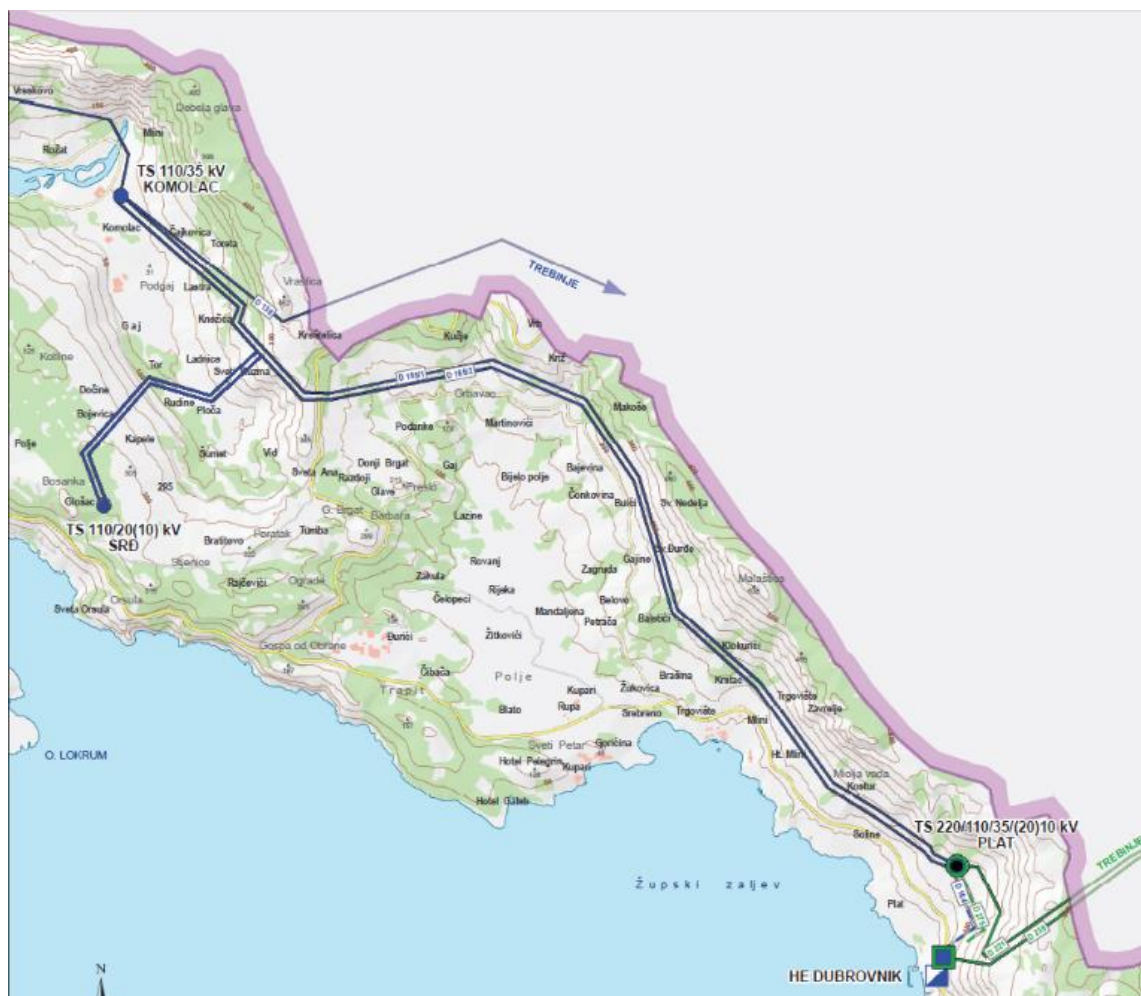
Elektroenergetski sustavi Hrvatske i Bosne i Hercegovine izrazito su dobro povezani sa ukupno 21 interkonektivnim vodom na naponskim razinama 400, 220 i 110 kV, što značajno doprinosi sigurnosti pogona obiju zemalja. Međutim, obzirom na specifični oblik teritorija i elektroenergetske mreže Hrvatske, najjužniji dio EES Hrvatske praktički ovisi o interkonekcijama prema BiH.

Postojeće stanje prijenosne mreže napona 110 kV i 220 kV na dubrovačkom području je prikazano na slikama 2.3 i 2.4.





Slika 2.3: Postojeće stanje prijenosne mreže 110 kV i 220 kV na području Dubrovnika

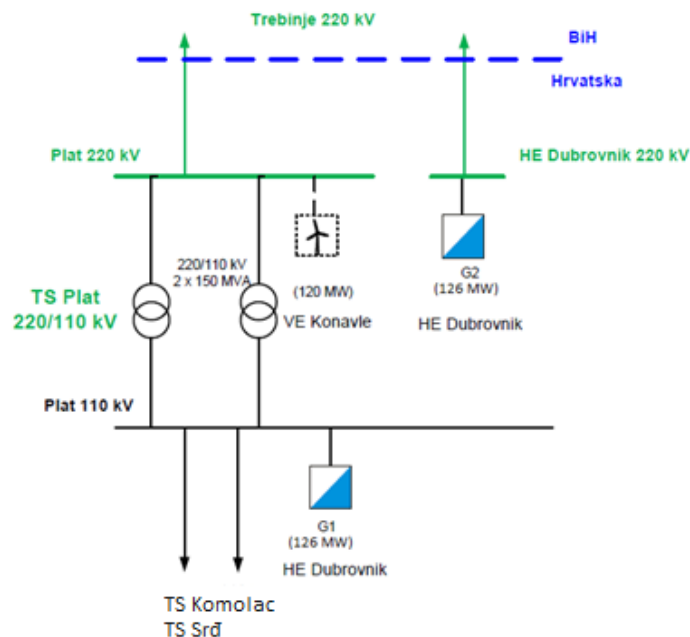


Slika 2.4: Postojeće stanje prijenosne mreže 110 kV i 220 kV na području Dubrovnika – uvećani prikaz



Izuzev VE Ponikve (34 MW) i VE Rudine (35 MW), jedini veći i pouzdaniji izvor na cijelom južnom kraku je HE Dubrovnik. Trenutno je HE Dubrovnik jednim agregatom instalirane snage 126 MW vezana na 110 kV elektroenergetski sustav HOPS-a, a drugim je agregatom instalirane snage također 126 MW izravno 220 kV zračnim vodom radijalno vezana na TS Trebinje u Bosni i Hercegovini. Način spajanja agregata HE Dubrovnik na elektroenergetski sustav je prikazan na slici 2.5.

Tu je prikazana i planirana VE Konavoska brda snage 120 MW koju je predviđeno priključiti na 220 kV postrojenje u TS Plat.



Slika 2.5: Način priključenja agregata HE Dubrovnik danas

Uočava se kako je sada, nakon izgradnje TS Plat i TS Srđ, postojeći konzum dubrovačkog područja zadovoljen.

Međutim, za slučaj potrebe napajanja nekonvencionalnih potrošača u luci Gruž snage  $3 \times 15 \text{ MVA} = 45 \text{ MVA}$ , postojeće stanje prijenosne i distribucijske elektroenergetske mreže ne zadovoljava, te se toliki iznos snage s dovoljnom pouzdanošću može isporučiti isključivo dogradnjom prijenosne mreže kojom će se snaga približiti tom potrošaču, a potom bi se preko transformacije s prijenosnog napona na srednji napon i dogradnjom srednjenaponske (distributivne) mreže ta snaga dovela u luku Gruž.

Zahtjev za transformaciju 110/20 kV u planiranoj TS Lapad je jednak  $4 \times 40 \text{ MVA}$ , pri čemu bi  $2 \times 20 \text{ MVA}$  bilo za potrebe Lučke uprave Dubrovnik (luke Gruž), a  $2 \times 20 \text{ MVA}$  za potrebe HEP-ODS-a. Pritom bi obračunsko mjerno mjesto za Lučku upravu Dubrovnik bilo u samoj TS 110/20(10) kV Lapad (odrediti gdje bi bilo to OMM: na 110 ili 20 kV strani i čiji bi bili transformatori 110/20 kV za Lučku upravu Dubrovnik: HOPS-ovi ili Lučke uprave Dubrovnik), te bi 20 kV rasklopište za Lučku upravu Dubrovnik i kabelski vodovi do luke Gruž bili u vlasništvu Lučke uprave Dubrovnik.

Predviđa se kako bi za pouzdano napajanje TS 110/20 kV Lapad bilo potrebno izgraditi najmanje dva kabelska 110 kV voda koji bi radi zadovoljenja (n-1) uvjeta imali prijenosnu moć od 160 MVA svaki, te bi se trebalo pojačati napajanje postojeće TS 110 kV Komolac i povećati prijenosnu moć postojećeg DV 110 kV Komolac – Rudine (Ston).

Pojačanje napajanja 110 kV sabirnica u TS Komolac bi se ostvarilo u slučaju dogradnje prijenosne mreže na potezu od lokacije planirane TS 400/110 kV Imotski/Zagvozd do postojeće TS 220/110/35 kV Plat izgradnjom sljedećih objekata:

- TS 400/110 kV Imotski/Zagvozd,
- TS 400/220/110 kV Nova Sela,
- DV 2x400 kV Nova Sela - Imotski/Zagvozd,
- DV (220+110) kV Nova Sela – Plat uključujući i podmorski KB (220+110 kV) kopno – Pelješac.

## 2.7. UVID U POSTOJEĆE DOKUMENTE PROSTORNOG UREĐENJA NA PODRUČJU GRADA DUBROVNIKA

Za navedeno područje su relevantni:

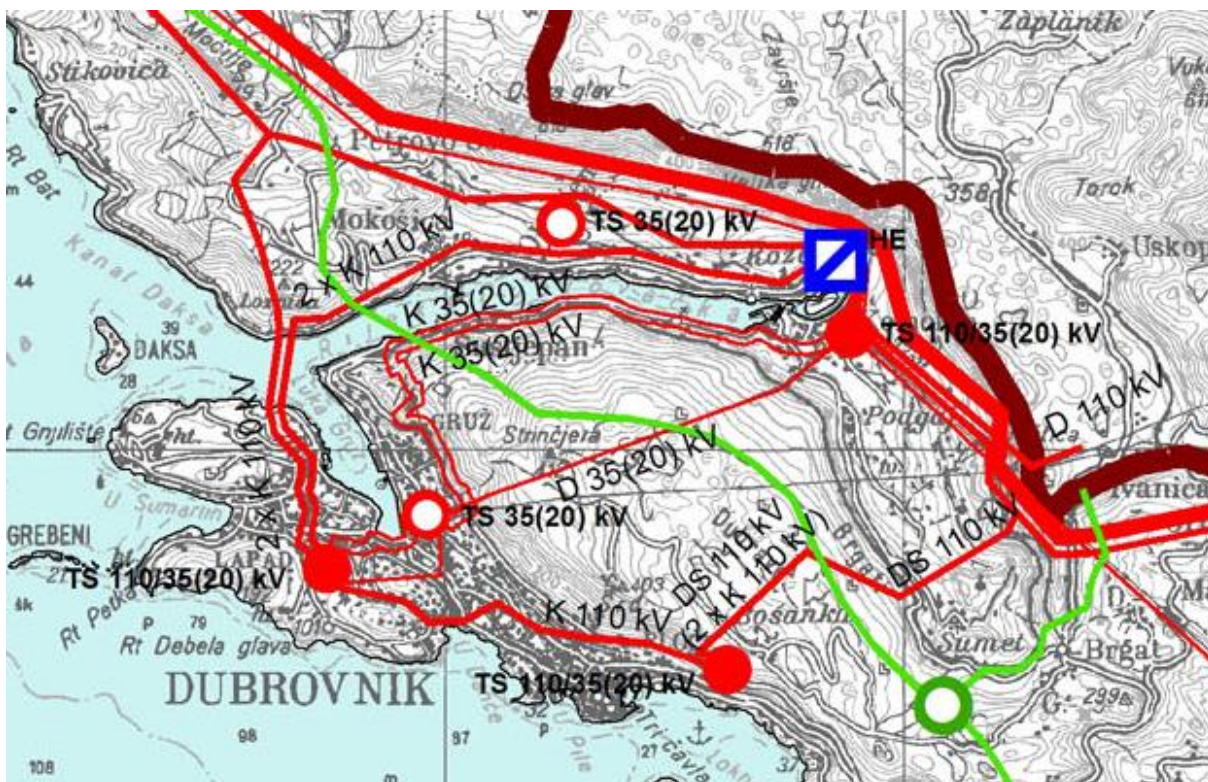
- Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije,
- Generalni urbanistički plan Grada Dubrovnika,
- Urbanistički plan uređenja Gruški akvatorij.

U nastavku je dan osvrt na planirane građevine prijenosne 110 kV mreže na području Grada Dubrovnika koje su prikazane u postojećim prethodno navedenim dokumentima prostornog uređenja.

### 2.7.1. Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije

Aktualni Prostorni plan Dubrovačko-neretvanske županije („Službeni glasnik Dubrovačko-neretvanske županije“, broj 6/03., 3/05.-uskl., 3/06\*, 7/10., 4/12.-isp., 9/13., 2/15.-uskl. i 7/16); \* – Presuda Visokog upravnog suda RH Broj: Usovz-96/2012-8 od 28.11.2014., „Narodne novine“, broj 10/15. od 28.1.2015.)

Prostornim planom Dubrovačko-neretvanske županije (DNŽ) je na području od interesa planirana TS 110/20(10) kV Lapad koja bi bila smještena na lokaciji neposredno uz postojeću TS 35/10 kV Lapad.



Slika 2.6: Izvadak iz dijela kartografskog prikaza PP DNŽ  
Kartografski prikaz 2.3. – infrastrukturni sustavi – energetske sustavi

Sukladno grafičkom prikazu sa slike 2.6 i tekstualnim dijelom Prostornog plana Dubrovačko-neretvanske županije je na području od interesa predviđena planirana TS 110/20(10) kV Lapad koja bi bila smještena na lokaciji neposredno uz postojeću TS 35/10 kV Lapad.

Također, osim izgradnje TS 110/20(10) kV Lapad koja je predviđena kao planirana dogradnja postojeće TS 35 kV „Lapad“, na 110 kV naponu su od mogućeg značaja za ovaj predmet predviđeni sljedeći vodovi:

- podzemni kabel 110 kV Srđ – Lapad,
- podzemni kabel 110 kV Komolac – Lapad,
- podzemni kabel 2x110 kV uvod DV Komolac - Ston u TS Lapad.

### 2.7.2. Generalni urbanistički plan Grada Dubrovnika

Generalni urbanistički plan Grada Dubrovnika („Službeni glasnik Grada Dubrovnika“, broj: 10/05, 10/07, 8/12, 3/14, 9/14-pročišćeni tekst i 4/16-odlučka, 5/18, 7/18, 14/18, 25/18).

GUP-om Dubrovnika su kao građevine od važnosti za županiju predviđeni (čl. 31):

- TS 110/20(10) kV "Lapad" (planirano)
- podzemni kabel 110 kV Srđ - Lapad (planirano),
- podzemni kabel 110 kV Komolac - Lapad (planirano),
- podzemni kabel 2x110 kV, uvod DV Komolac - Ston u TS Lapad (planirano).

Izgradnja TS Lapad 110/20/(10) kV je predviđena na lokaciji neposredno do postojeće TS Lapad 35/10kV.



Također, u okviru UPU-a su člankom 126. detaljno propisani zahtjevi za gradnju i rekonstrukciju elektroenergetskih objekata iz kojeg se daje sljedeći izvadak relevantan za 110 kV napon i kableske vodove:

„Prilikom gradnje ili rekonstrukcije elektroenergetskih objekata treba obratiti pozornost sljedećim uvjetima:

- a) **Zaštitni pojasevi za podzemne elektroenergetske vodove su: za 110 kV, 10 m; za 35 kV, 5m; za 10(20) kV, 5m.**
- b) *Korištenje i uređenje prostora unutar zaštitnih koridora kabela treba biti u skladu s posebnim propisima i uvjetima mjerodavnih tijela i pravnih osoba s javnim ovlastima.*
- c) **Za podmorske postojeće i planirane elektroenergetske kabele 110 kV potrebno je osigurati zaštitne pojaseve 4 (četiri) puta najveće dubine mora, na trasi.**
- d) **Moguća su odstupanja u pogledu rješenja trasa elektroenergetskih vodova i lokacije elektroenergetskih građevina utvrđenih ovim Planom, radi usklađenja s projektima i preciznijim geodetskim izmjerima, tehnološkim inovacijama i dostignućima i neće se držati izmjenama ovog plana.**
- f) **Planirane kabele 110 kV treba izvoditi kabelima tipa XLPE 3x(1x1000) mm<sup>2</sup> Al.**
- j) *Širina kableskih kanala ovisi o broju i naponskom nivou paralelno položenih kabela.*
- k) *Prilikom polaganja kabela po cijeloj dužini kableske trase obvezno se polaže uzemljivačko uže Cu 50mm<sup>2</sup>.*
- l) *Elektroenergetski kabeli polažu se, gdje god je to moguće, u nogostup prometnice. U ulicama u koje se polažu elektroenergetski vodovi potrebno je osigurati planski razmještaj instalacija, u pravilu jednu stranu prometnice za energetiku, drugu stranu za telekomunikacije i vodoopskrbu, a sredinu ceste za kanalizaciju i oborinske vode.*

Smatramo kako se odredba članka f) (presjek vodiča 110 kV kabela) može definirati i drugačije prilikom projektiranja odgovarajućeg kableskog voda, odnosno odabrani presjek kabela 110 kV može biti i različit od 1000 mm<sup>2</sup>. Ovo je odredba na koju UPU ne bi trebao imati utjecaj, a također je i širina kableske trase neovisna o odabranom presjeku vodiča kabela.

## **2.8. UVID U PLAN RAZVOJA HRVATSKOG OPERATORA PRIJENOSNOG SUSTAVA (HOPS)**

Aktualni „Desetogodišnji plan razvoja prijenosne mreže 2018.-2027., s detaljnom razradom za početno trogodišnje i jednogodišnje razdoblje“ HOPS-a iz prosinca 2017. ne predviđa bilo kakvu dogradnju ili rekonstrukciju prijenosne mreže na području Dubrovnika u periodu do 2027.

## **2.9. UVID U PLAN RAZVOJA HEP – OPERATORA DISTRIBUCIJSKOG SUSTAVA (HEP – ODS)**

Aktualni „Desetogodišnji (2018.-2027.) plan razvoja distribucijske mreže HEP-ODS-a s detaljnom razradom za početno trogodišnje i jednogodišnje razdoblje“ HEP-ODS-a iz prosinca 2017. ne predviđa bilo kakvu dogradnju ili rekonstrukciju distribucijske mreže na području Dubrovnika u periodu do 2027.



**2.10. MOGUĆNOSTI DOGRADNJE 110 KV PRIJENOSNE MREŽE**

Analizirajući postojeće stanje elektroenergetske 110 kV prijenosne mreže kao i aktualne dokumente prostornog uređenja na promatranom području, donose se sljedeći zaključci.

Izgradnja TS 110/20(10) kV Lapad na lokaciji neposredno uz postojeću TS 110/35 kV Lapad se smatra usklađenom s dokumentima prostornog uređenja.

Površina potrebna za izgradnju TS 110/20 kV Lapad koja bi bila u izvedbi GIS 110 kV postrojenja s 2 vodna, 4 trafo, jednim mjernim i 2 rezervna polja, te s četiri transformatora od 40 MVA, uključujući plato, prometnice, ogradu te sve potrebne uređaje i opremu se procjenjuje na 50x50 metara.

Lokacija planirane TS 110/20 kV Lapad se predviđa smjestiti u sjeverozapadni ugao katastarske čestice 1956 u k.o. Dubrovnik, dok bi pristup bio s Liechtensteinova puta. Ova lokacija je neposredno južno od postojeće TS 35/10 kV Lapad.

Za izgradnju kabelskih priključaka 110 kV do planirane TS 110/20(10) kV Lapad je prethodno spomenutim dokumentima prostornog uređenja ostavljeno više sljedećih opcija, naznačene su i okvirne duljine trasa:

NAZIV PLANIRANOG 110 KV VODA	DULJINE TRASE (okvirne)
podzemni kabel 110 kV Srđ – Lapad	4,5 km
podzemni kabel 110 kV Komolac – Lapad	podzemni kabel: 7,8 km podmorski kabel: 0,7 km
podzemni kabel 2x110 kV uvod DV Komolac - Ston u TS Lapad	nadzemni 2x110 kV vod: 1,8 km podmorski 2x110 kV kabel: 0,7 km podzemni 2x110 kV kabel: 2,4 km
KB/DV 110 kV vod TS Lapad 110/20(10)Kv - TS Komolac 110/35/10(20) kV (preko Srđa)	6,0 km uključuje ili nadzemni ili kabelski vod preko Srđa

Glede izvedivosti ovih trasa kabelskih 110 kV vodova, smatra se kako je trasa uvoda podzemni kabel 2x110 kV uvod DV Komolac - Ston u TS Lapad tehnički najlakše izvediva. Pritom bi se prvi dio trase od postojećeg dalekovoda 110 kV Komolac-Rudine do iznad magistrale (državna cesta D8) mogao izvesti nadzemno kao dvostruki 110 kV dalekovod, a ostatak trase do TS Komolac kao dvostruki podzemni kabelski vod, odnosno dijelom podmorski od Lozice do Solituda.

Sve preostale trase kabelskih vodova 110 kV iz dokumenata prostornog uređenja moraju proći kroz gradsko područje s uskim grlom od pravca planirane TS 110/20 kV Lapad prema gradu, gdje su gradske ulice već ispunjene postojećom komunalnom infrastrukturom, te se smatra vrlo problematičnim naći slobodan koridor. Također, izvođenje radova na izgradnji kabelskih 110 kV vodova u uvjetima održavanja normalnog funkcioniranja grada je na navedenom području vrlo upitno. Obavezno uzeti u obzir kako je do planirane TS 110/20(10) kV Lapad radi održavanja (n-1) kriterija potrebno dovesti barem dva 110 kV voda, odnosno jedan dvostruki 110 kV vod. S tog aspekta je dvostruki 110 kV vod znatno jednostavnije izvesti i jeftinije izgraditi nego dva zasebna jednostruka voda.

Trase svih navedenih nadzemnih/kabelskih 110 kV vodova iz dokumenata prostornog uređenja, kao i lokacija planirane TS 110/20(10) kV Lapad se nalaze na situacijskom nacrtu u prilogu 2.6.

### 3. IDENTIFIKACIJA PROJEKTA

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK  
Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTNI BIRO SPLIT d.o.o.  
Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT  
OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el.

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.  
Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.

### 3.1. ELEKTRIČNE INSTALACIJE BRODOVA

#### 3.1.1. Općenito

Sve uređaje i elemente koji se koriste u brodskom električnom sustavu možemo naći u kopnenim sustavima, ali je potrebno napomenuti kako je zbog uvjeta broda njihova eksploatacija puno zahtjevnija. Iz tog razloga sva oprema i svi elementi brodskog električnog sustava moraju zadovoljiti mnogo strože uvjete koji su detaljno propisani pravilima i propisima odgovarajućih društava za klasifikaciju. Takva nacionalna klasifikacijska društva kolokvijalno se nazivaju Registrima. Oni propisuju pravila za nadzor i izgradnju brodova u skladu s minimalnim zahtjevima sigurnosti broda, posade i tereta.

Svi relevantni Registri izdaju pravila zasnovana na SOLAS konvenciji i pravilima Međunarodnog odbora za elektrotehniku IEC i Instituta inženjera elektrotehnike i elektronike IEEE. Neki od najpoznatijih svjetskih registara brodova na svijetu su Lloyd Register of Shipping, Bureau Veritas, American Bureau of Shipping, Det Norske Veritas, Germanischer Lloyd, Registro Navale Italiano, itd., te u Hrvatskoj Hrvatski registar brodova HRB.

Izvori električne energije na brodu mogu biti: generatori, akumulatorske baterije, solarne ćelije, električni pretvarači i priključak na kopno.

Osnovni izvor električne energije na brodu čine električni generatori, koji pretvaraju mehaničku energiju pogonskog stroja u električnu energiju. Ovisno o vrsti pogona brodskoga električnog generatora, razlikuju se dizelski, osovinski i turbinski generatori, a sva proizvodnja električne energije na brodu obavlja se na jednomu mjestu u brodskoj električnoj centrali ili s pomoću pojedinačnih agregata.

Dizelski generatori su najčešći izvori električne energije na plovnim objektima. Sastoje se iz dizelskog motora, električnog generatora, te svih pripadajućih upravljačkih i pomoćnih sustava. Pretvaraju energiju tekućeg goriva, najčešće lake nafte, u mehaničku energiju kojom preko vratila pogone sinkroni generator koji mehaničku energiju pogonskog stroja pretvara u električnu i putem električne instalacije na brodu napaja sva električna trošila.

Danas se uglavnom upotrebljavaju brzohodni dizelski generatori s orijentacijom na veće brojeve okretaja - 1000, 1200, 1500, 1800 okr/min. Ovakva orijentacija nalazi opravdanje u istoj trajnosti sporohodnih i brzohodnih dizelskih motora zbog današnjih sve kvalitetnijih materijala, ali i u daleko manjim gabaritima brzohodnih agregata, a time i zauzimanju manjeg volumena u brodu, te svakako u manjoj cijeni pogonskog stroja.

#### 3.1.2. Napajanje električnom energijom trošila na brodu

Izvori električne energije na brodu mogu biti:

- generatori,
- akumulatorske baterije,
- solarne ćelije,
- električni pretvarači,
- priključak na kopno.

Osnovni izvori električne energije na brodu su generatori. Svaki brod mora imati barem dva glavna generatora (uglavnom dizel generatori, a rjeđe turbogeneratori pogonjeni parnim ili plinskim turbinama) i generator za nužnost.



Na današnjim brodovima se gotovo isključivo koriste sinkroni samouzbudni bezkontaktni generatori. Prema vrsti pogonskog stroja dijelimo ih na: dizel generatore, turbogeneratore i osovinske generatore. Snage brodskih generatora kreću se od nekoliko stotina kVA, pa sve do 18000 kVA na velikim putničkim brodovima koji su opremljeni dizel električnom propulzijom. Izbor vrste generatora i broja pari polova određuje se prema vrsti i broju okretaja pogonskog stroja.

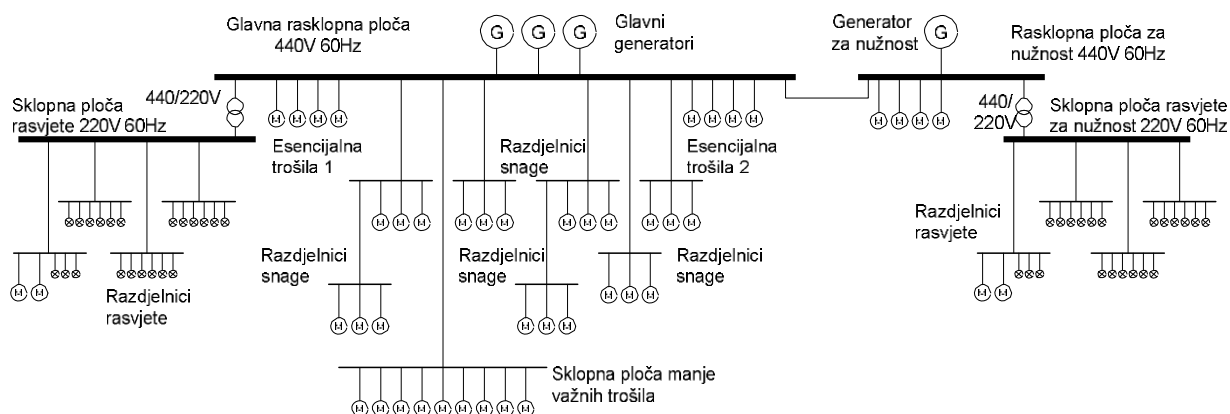
Sinkroni generator pogonjen dizelskim motorom je najviše zastupljen izvor energije na brodovima. Brodski generatori se uvijek spajaju izravno na pomoćne motore (bez upotrebe reduktora) pa se za njihov pogon koriste brzohodni ili srednjohodni dizelski motori.

Najznačajnije prednosti dizel motora, kao pogonskog stroja generatora su trenutna spremnost na rad, mogućnost kvalitetne regulacije brzine i visoki stupanj korisnosti. Nedostaci su njihanje energije i pojava torzionih vibracija kao posljedice elastičnosti osovine, te neravnomjerni moment, koji je tim veći što je manji broj cilindara motora.

Elektromehaničke oscilacije uzrokovane navedenim nedostacima ublažuju se korištenjem generatora s prigušnim namotom (prigušnim kavezom). Potrebna brzina vrtnje dizel motora određena je frekvencijom  $f$  (60Hz) i brojem pari polova  $p$  korištenog sinkronog generatora prema formuli za sinkronu brzinu:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p}$$

Kako bi se električna energija na brodu sigurno i učinkovito prenijela od izvora do krajnjeg trošila, ugrađuju se razvodni ormari, kabelski vodovi i transformatori. Na brodovima se u pravilu koristi zrakasta (radijalna) shema razvoda koja se zrakasto širi od brodske električne centrale direktno prema trošilima ili prema razdjelnicima iz kojih se dalje napajaju pojedini brodski sustavi, kako je prikazano na sljedećoj slici.



Slika 3.1: Tipična zrakasta (radijalna) shema razvoda izmjeničnog napona na brodu

Trgovačkim brodovima srednjih veličina oko 80% potrošnje električne energije otpada na elektromotorne pogone pomoćnih strojeva i na pogon gospodarskih uređaja. Takvi pomoćni strojevi su pritezna i sidrena vitla, dizalice, pumpe, kompresori i sl.. Na grijanje i hlađenje, odnosno na toplinska trošila potroši se približno 15%, a 3-4% potrošnje električne energije otpada na svu rasvjetu (opću, pomoćnu i rasvjetu u slučaju opasnosti). Napajanje navigacijskih i komunikacijskih uređaja zauzima oko 1-2% ukupne potrošnje električne energije.

Na putničkim brodovima (kruzerima) slična je situacija. Za napajanje elektromotornih pogona iskoristi se 75% električne energije, a za toplinska trošila oko 12%. Najveća razlika je u rasvjeti na koju otpada oko 11% potrošnje električne energije, dok za sva ostala trošila potrošnja električne energije iznosi 2%.

### 3.1.3. Potrošnja električne energije putničkih brodova (kruzera) na vezu

Prema podacima iz izvješća [3] u donjoj tablici su prikazane vrijednosti prosječnih priključnih snaga i vršnih snaga kruzera prema njihovoj dužini.

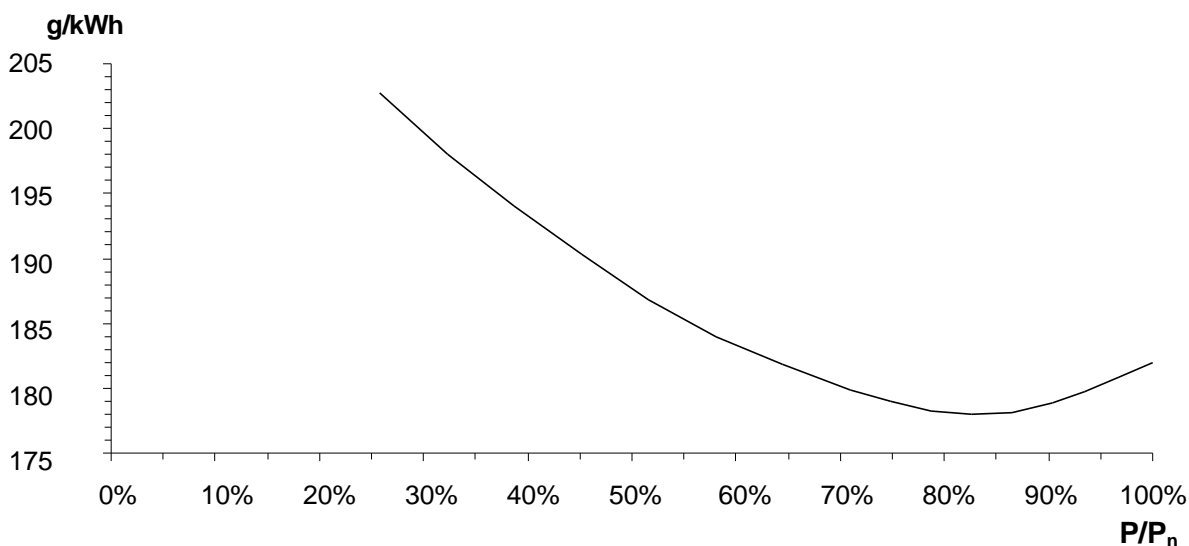
TIP BRODA (DUŽINA)	PROSJEČNA SNAGA (MW)	VRŠNA SNAGA (MW)	VRŠNA SNAGA ZA 95% KRUZERA (MW)
Kruzer (< 200 m)	4,1	7,3	6,7
Kruzer (> 200 m)	7,5	11	9,5
Kruzer (> 300 m)	10	20	12,5

Tablica 3.1: Prosječna i vršna električna snaga kruzera na pristaništu

## 3.2. POTROŠNJA GORIVA BRODOVA NA VEZU

### 3.2.1. Dizel generator

Moderni dizel motori iskorištavaju oko 40% energije sadržane u gorivu, što je vrlo velika korisnost u usporedbi s ostalim toplinskim strojevima. Efikasnost dizel motora ovisi o opterećenju i vrlo brzo opada kada ono padne ispod 50% nazivne snage, što se može vidjeti iz dijagrama specifične potrošnje prikazanog na slici.



Slika 3.2: Dijagram specifične potrošnje goriva dizel motora

Pri malom opterećenju izgaranje smjese nije potpuno pa dolazi do stvaranja čađe, sumpornih (SOx) i dušičnih (NOx) spojeva, što za posljedicu ima povećane emisije štetnih plinova i češće održavanje. Zbog toga je izuzetno važno optimizirati sustav proizvodnje električne energije na način da generatori, bilo samostalno ili u paraleli, u svim fazama eksploatacije broda, čim više rade u području optimalne iskoristivosti, tj. sa 60-90 % opterećenja.

### 3.2.2. Potrošnja goriva brodova u plovidbi

Za podatak o potrošnji goriva putničkih brodova – kruzera uzet ćemo za primjer kruzer dužine  $L = 340$  m, bruto tonaže 140.000 registarskih tona (GT), koji može ugostiti približno 4370 putnika o kojima vodi računa 1300 članova posade.

Kruzer ovih dimenzija u strojarnici ima šest dizel generatora, svaki snage po 12,5 MW. Jedan motor dizel generatora u radu troši 200 g/kWh goriva/nafte, a u praksi to znači oko 1,5 do 2 t/h goriva/nafte (ovisno o vanjskim uvjetima, temperatura, godišnje doba zbog vlage, tropi ili sjever, itd.) pri čemu daje izlaznu snagu od cca 10 MW.

U pogonu se uvijek izbjegava rad motora dizel generatora na maksimalnom opterećenju, jer pri takvim uvjetima rada efikasnost dizel motora nije maksimalna, tj. dizel motor troši više goriva nego u slučaju kad je na 80% opterećenja. Stoga se rad dizel motora optimira da u pogonu bude približno opterećen sa 80% MCR (maximum continuous rating) snage, jer je tada najefikasniji i troši najamane goriva.

Dizel motori imaju mogućnost rada sa dva goriva:

- Heavy fuel koji sadrži maksimalno 2%  $SO_2$ , trenutna cijena oko 350 USD/t na američkom tržištu,
- Light fuel (obični dizel) koji sadrži često čak i ispod 0,1%  $SO_2$  što mu je maksimalna propisana količina  $SO_2$ , trenutna cijena oko 600 USD/t.

Podaci o potrošnji prethodno navedenog kruzera za različite brzine plovidbe su:

- za brzinu od 18 čv trebaju raditi 3 motora koji tada troše 2 t/h i ovo je uobičajena brzina plovidbe,
- za brzinu od 20 čv, rade 4 motora i sa istom potrošnjom po motoru.

U vožnji se obično koristi 5 motora (1 motor uvijek u rezervi), a raspodjela snage je približno 30 MW za pogon, a 20 MW za napajanje hotela.

### 3.2.3. Potrošnja goriva brodova na vezu

Za vrijeme boravka prethodno navedenog kruzera u luci, u pravilu radi 1 dizel motor na 80% MCR odnosno na izlazu daje 10 MW snage za napajanje trošila. Ovisno o situaciji, procjenjuje se je li potrebno startati drugi dizel motor ili je dovoljno pojačati rad prvog.

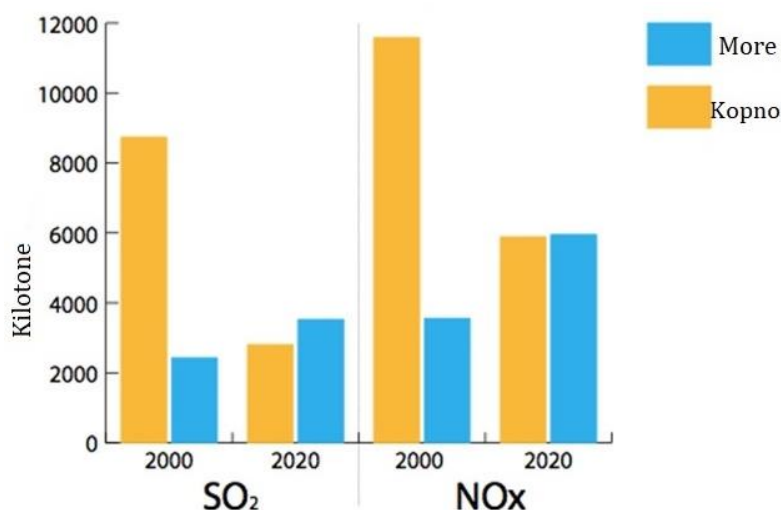
Potrošnja za vrijeme boravka kruzera na vezu u luci se također kreće od 1,5 do 2 t/h, a to isto tako ovisi o vanjskim uvjetima (Karibi ili npr. Sjeverna Europa, vanjska temperatura, postotak vlage, itd.).

## 3.3. UTJECAJ NA OKOLIŠ

### 3.3.1. Uvod

Luke kao značajan izvor onečišćenja u gradovima uz obalu, uz cestovni promet i industriju stvaraju kumulativan negativan učinak na okoliš. Brodske emisije štetnih tvari doprinose koncentraciji dušikovih oksida ( $NO_x$ ) u granicama između 0,5-5%, dok je u slučaju sumpornog dioksida ( $SO_2$ ) situacija slična sa neznatno višim postotkom. Očekuje se da će

već do 2020.g. udio emisija štetnih tvari povezanih uz pomorstvo doseći čak i veću brojku od ukupne količine emisija štetnih tvari s kopnenih izvora kao što je prikazano na sljedećoj slici.



Slika 3.3: Usporedba emisija i procjene emisija sumporovog dioksida i dušikovih oksida u kilotonama u svijetu za kopnene i morske izvore (brodove) [2]

Utjecaj takvih tvari i čestica na čovjeka je itekako poznat, te podrazumijeva reverzibilne posljedice kao što su akutni i kronični respiratorni simptomi, zatim napadi astme, smanjenje respiratorne funkcije, iritacija očne i nosne sluznice, glavobolja, bolesti srca i krvnih žila. Ireverzibilne su posljedice promjene plućnog parenhima, pojava malignih bolesti i skraćenje životnog vijeka.

Također, poznat je i negativan utjecaj povišenih koncentracija dušikovih i sumpornih oksida na okoliš koji uzrokuju zagađenje šuma, poljoprivrednih površina i vode.

Emisije brodova koji plove u području Europe (Baltičko, Crno i Sjeverno more, Mediteran, sjeveroistočni dio Atlantika) procijenjene su na 2,3 milijuna tona sumpornog dioksida ( $SO_2$ ), 3,3 milijuna tona dušikovih oksida ( $NO_x$ ), te 250 tisuća tona čestica (PM) godišnje prema istraživanju iz 2000. godine. Već za 2020. godinu se procjenjuje porast od 40-50% u odnosu na 2000. godinu.

Podaci iz 2007.g. kažu da je ovakva emisija štetnih tvari i čestica uslijed oštećenja respiratornih organa i pojave malignih bolesti, direktno dovela do 60.000 smrtnih slučajeva godišnje, uglavnom u područjima uz obalu Europe, istočne i južne Azije. Naravno, broj ljudi čije je zdravlje ugroženo emisijom je mnogo veće.

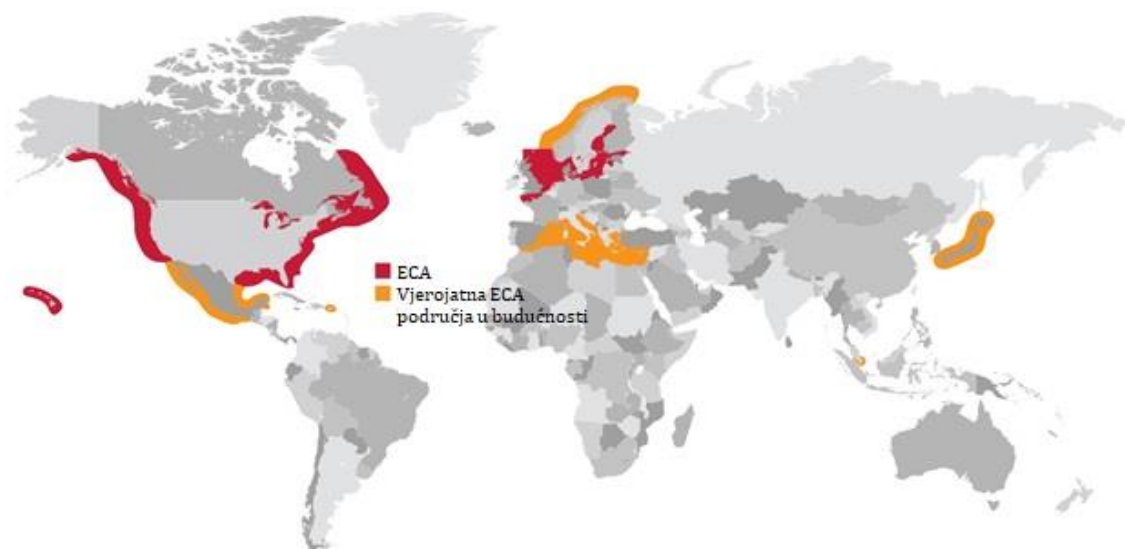
Glavni uzrok za ovakav problem je, naravno, sastav i kvaliteta goriva koji se koristi za pogon brodova. To gorivo, jedno je od najonečišćenijih produkata procesa rafiniranja sirove nafte. Svi navedeni razlozi na neki način natjerali su Međunarodnu pomorsku organizaciju IMO (International maritime organization) da 2008.g. revidira i postroži pravila o kontroli brodskih emisija. Kontrola brodskih emisija definirana je u Aneksu VI Međunarodne konvencije o sprječavanju onečišćenja s brodova (MARPOL). Izmijenjeni Aneks VI stupio je na snagu 2010.g. u srpnju, te je prihvaćen od strane 53 države koje čine približno 82% ukupne svjetske brodske tonaže.

U sljedećoj tablici prikazane su dozvoljene granične vrijednosti emisija dušikovih oksida ovisne o nominalnom broju okretaja dizelskih motora. Ovi standardi su poznati kao Tier I-III, a odnose se samo na područja s posebnom kontrolom štetnih emisija (ECA, engl. Emission control areas).

NOx granica g/kWh ovisno o brzini motora				
	Godina	$n < 130 \text{ }^\circ/\text{min}$	$130 \text{ }^\circ/\text{min} \leq n < 2000 \text{ }^\circ/\text{min}$	$n \geq 2000 \text{ }^\circ/\text{min}$
Tier I	2000.	17	$45 \cdot n^{-0.2}$	9,8
Tier II	2011.	14,4	$44 \cdot n^{-0.23}$	7,7
Tier III	2016.	3,4	$9 \cdot n^{-0.2}$	1,96

Tablica 3.2: Tier standardi za emisije dušikovih oksida [2]

Na sljedećoj slici prikazana su obalna područja s posebnom kontrolom štetnih emisija ECA (engl. Emission control area). Možemo vidjeti da bi Jadransko more skupa sa Sredozemnim morem moglo u skoroj budućnosti također postati područje sa posebnom kontrolom štetnih emisija, pa bi u našim najvećim lukama u Rijeci, Dubrovniku i Splitu trebalo planirati ugradnju opreme za realizaciju visokonaponskih kopnenih priključaka (HVSC-a).



Slika 3.4: ECA područja diljem svijeta [2]

Sljedeća tablica prikazuje propisane razine udjela sumpornog dioksida u dizelskom gorivu koji se koristi u pomorstvu. Ograničenje se mora provesti u tri faze kao što je i prikazano, s time da se prema rezultatima IMO-a iz 2018.g. omogućuje odgoda primjene do 2025.g. Ova ograničenja u skladu su s EU-direktivom **2005/33/EC** u kojoj do 2010.g. svi brodovi koji pristaju u lukama EU moraju koristiti gorivo s udjelom sumpora manjim od 0,1%. Alternativa koju nudi ista direktiva je visokonaponski kopneni priključak (HVSC – engl. high voltage shore connection).

IMO globalni limit		IMO limit za ECA		Europska komisija	
Aktivno od	Limit	Aktivno od	Limit	Aktivno od	Limit
2000.	4.5%	Srpanj 2010.	1%	Siječanj 2010.	0.1%
Siječanj 2010.	3.5%	Siječanj 2015.	0.1%		
Siječanj 2020.	0.5%				

Tablica 3.3: Ograničenje udjela sumpora u brodskom gorivu [2]

Uvidjevši korisne učinke na okoliš koje pokazala je studija o visokonaponskom kopnenom povezivanju brodova, Europska komisija je izdala preporuku za korištenje HVSC-a direktivom **2006/339/EC**. Ova direktiva potiče države članice da se odluče za izgradnju takve

instalacije VN priključaka u svoje luke, a ponajviše u luke koje se nalaze neposredno u blizini gusto naseljenih urbanih područja.

### 3.3.2. Ugradnja „scrubbera“ na brodovima

Sukladno propisu koji definira priobalna područja s posebnom kontrolom štetnih emisija ECA (Emission Control Area), a koji je većina zemalja usvojila vrijedi da se u plovidbi na udaljenosti manjoj od 12 NM od obale mora koristiti LF (light fuel), kao i u lukama.

Pomorci tome doskoče na način da na toj ili drugoj propisanoj udaljenosti preusmjere ispuh iz dizel motora kroz tzv. Scrubber koji ispušne plinove tjera kroz morsku vodu i na taj način ih hladi, a kao rezultat je da npr. čestice čađe ostanu u sustavu i ne idu u zrak, morska voda veže jedan dio sumpora, itd. Ukratko, time se postignu propisana ograničenja vezano za ispušne plinove. Tankovi sa tako zasićenom morskom vodom se onda prazne na otvorenom moru. Njihov kapacitet je uobičajeno za približno tri dana rada.

Svakako, u samim lukama u pravilu na svim brodovima, osim u iznimnim slučajevima, izgaraju LF (light fuel), dok u vožnji izgaraju HF (heavy fuel), sa ili bez scrubbera.

Instalacija scrubber sustava na brod košta oko 1 milijun USD po motoru snage cca od 10 do 15 MW. Zbog toga neke kompanije projektiraju i ugrađuju scrubber sustav za puni kapacitet, tj. za sve motore, a neke za 1 ili dva motora s kojima onda rade u ECA vodama ili u luci. Razlika između scrubber sustava za puni kapacitet ili za jedan do dva dizelska motora je u potrebnoj snazi pumpi, kapacitetu tankova, broju i kapacitetu filtera, broju prskalica itd.

Ugradnja scrubber-sustava ne utječe na smanjenje buke i vibracija što je osobito značajno za utjecaj na okolinu u lukama koje su smještene u urbaniziranim područjima kakav je slučaj kod Luke Dubrovnik.

### 3.3.3. Kruzeri na vezu u luci Dubrovnik Gruž

Lučka Uprava Dubrovnik nam je dostavila podatke/liste o dolascima brodova za kružna putovanja - kruzera u 2018. godini u luku Dubrovnik Gruž. Na listama su navedeni sljedeći podaci:

- naziv broda, vlasnika/kompanije i države pod čijom zastavom brod plovi,
- datum i vrijeme dolaska i odlaska,
- duljina i bruto tonaža broda,
- redni broj pristaništa/veza na kojem je brod boravio.

Prema podacima sa navedenih lista uplovljanja brodova za kružna putovanja – kruzera u luci Dubrovnik Gruž, u 2018. Godini su bila 423 uplovljanja kruzera u luci Dubrovnik Gruž. Putnički brodovi za kružna putovanja – kruzera koji su u 2018. Godini pristali u luci Gruž su prikazani u sljedećoj tablici:

Tvrtka	Ime broda	VN plug-in	Država	Broj pristajanja	Duljina (m)
AIDA CRUISES	AIDAaura	NE	Italija	2	202
	AIDAbly	NE	Italija	31	253
V Ships	ARTANIA	NE	Bermudi	1	231
P&O Cruises	ARCADIA	NE	Bermudi	2	285
	AURORA	NE	V.Britanija	2	272
	OCEANA	NE	Bermudi	10	261
	ORIANA	NE	V.Britanija	4	260
GCCL (Cayman)	ARTEMIS	NE	Malta	4	58
	ATHENA	NE	Malta	20	58
Celebrity Cruises	AZAMARA QUEST	NE	Bahami	3	180
	CELEBRITY CONSTELLATION	NE	Bahami	7	294
	CELEBRITY ECLIPSE	NE	Malta	1	317
FRED OLSEN	BRAEMAR	NE	Bahami	1	195
Carnival Cruise Lines	CARNIVAL HORIZON	NE	Panama	2	321
Costa Crociere SpA	COSTA DELIZIOSA	DA	Italija	36	294
	COSTA neoRIVIERA	NE	Italija	1	216
Princess Cruises	CROWN PRINCESS	DA	Bermudi	3	290
	SEA PRINCESS	DA	Bermudi	1	261
Crystal Cruises	CRYSTAL ESPRIT	NE	Bahami	13	86
	CRYSTAL SERENITY	NE	Bahami	1	250
MANO	GOLDEN IRIS	NE	Panama	1	164
Pullmantur	HORIZON	NE	Malta	9	207
Holland America	KONINGS DAM	DA	Nizozemska	3	299
	OOSTERDAM	DA	Nizozemska	12	285
CROISIMER FINANCE S.A.	LA BELLE DE L'ADRIATIQUE	NE	Belgija	22	110
PRESTIGE	MARINA	NE	Maršalovi Otoci	1	239
	RIVIERA	NE	Maršalovi Otoci	6	239
	SIRENA	NE	Maršalovi Otoci	1	180
TUI Cruises	MEIN SCHIFF 2	NE	Malta	12	262
MSC Cruises	MSC Lirica	NE	Panama	28	274
	MSC Poesia	DA	Panama	24	293
	MSC Sinfonia	NE	Panama	19	274
Oceania cruises	NAUTICA	NE	Marshall	1	180
Norwegian Cruise Line	NORWEGIAN SPIRIT	NE	Bahami	10	268
	NORWEGIAN STAR	DA	Bahami	22	294
NYK Cruises,Co	OCEAN DREAM	NE	Panama	1	204
VARIETY	PAN ORAMA II	NE	Greece	2	49
	TO CALLISTO	NE	Panama	20	49

Tvrtka	Ime broda	VN plug-in	Država	Broj pristajanja	Duljina (m)
Cunard Line	QUEEN ELIZABETH	NE	V.Britanija	2	294
	QUEEN VICTORIA	NE	V.Britanija	3	294
Royal Caribbean Cruises	RHAPSODY OF THE SEAS	NE	Bahami	11	279
RUNNING ON WAVES LTD.	RUNNING ON WAVES	NE	Malta	3	63
SEA CLOUD Sea Dream	SEA CLOUD	NE	Malta	3	109
	SEA DREAM I	NE	Bahami	1	104
	SEA DREAM II	NE	Bahami	2	104
Seabourn cruise line	SEABOURN OVATION	NE	Bahami	1	211
PRESTIGE CRUISE HOLDIN	SEVEN SEAS EXPLORER	NE	Maršalovi Otoci	1	223
	SEVEN SEAS VOYAGER	NE	Bahami	4	207
TUI UK Ltd.	TBC 2	NE	Malta	13	264
	THOMSON CELEBRATION	NE	Malta	26	214
VIKING OCEAN	VIKING ORION	NE	Norveška	1	228
	VIKING SKY	NE	Norveška	2	228
	VIKING STAR	NE	Norveška	7	228
	VIKING SUN	NE	Norveška	4	228

Tablica 3.4: Lista kruzera na vezu u luci Dubrovnik – Gruž u 2018.godini [1]

Prema podacima iz gornje tablice u 2018.godini su bila 423 pristajanja brodova za kružna putovanja – kruzera u luci Dubrovnik – Gruž. Od svih kruzera koji su bili na vezu u luci Dubrovnik - Gruž u 2018. godini, prema dostupnim informacijama, napajanje električnom energijom s kopna su mogli primiti sljedeći kruzeri:

Tvrtka	Ime broda	VN plug-in	Država	Broj pristajanja	Duljina (m)
Costa Crociere SpA	COSTA DELIZIOSA	DA	Italija	36	294
Princess Cruises	CROWN PRINCESS	DA	Bermudi	3	290
	SEA PRINCESS	DA	Bermudi	1	261
Holland America	KONINGSDAM	DA	Nizozemska	3	299
	OOSTERDAM	DA	Nizozemska	12	285
MSC Cruises	MSC Poesia	DA	Panama	24	293
Norwegian Cruise Line	NORWEGIAN STAR	DA	Bahami	22	294

Tablica 3.5: Lista kruzera na vezu u luci Dubrovnik – Gruž u 2018.godini [1] pripremljenih za napajanje električnom energijom s kopna

Od 423 pristajanja putničkih brodova za kružna putovanja – kruzera, uz pretpostavku da je 2018. godini u luci Dubrovnik – Gruž bio ugrađen sustav visokonaponskog kopnenog napajanja (HVSC ili tzv. „Cold ironing“), u 98 pristajanja je bilo moguće opskrbiti privezane kruzere električnom energijom s kopna, što čini otprilike 25% ukupnih pristajanja.

Uzme li se u obzir vrijeme provedeno na vezu ovih sedam kruzera opremljenih za prihvatanje energetskih kabela s kopna i ako se od tog vremena oduzme vrijeme potrebno za izvođenje



priključenja broda prilikom dolaska i isključenja broda prilikom napuštanja luke (po 30 minuta za svaku manipulaciju), vrijeme koje su putnički brodovi – kruzери iz gornje tablice mogli provesti napajani električnom energijom s kopna je iznosilo 697 sati.

Uzimajući u izračun snagu potrebnu za napajanje navedenih kruzera, potrošena električna energija iznosi približno 6.603 MWh.

Također, treba još istaknuti da je raspored pristajanja u luci Gruž za ovih sedam brodova iz gornje tablice koji mogu primiti energetske kabele s kopna, tijekom 2018. godine bio takav da su:

- sedamnaest puta u istom danu u luci Gruž pristala dva broda istovremeno,
- samo jednom i to 20.10.2018. su u luci Gruž boravila istovremeno tri broda, s tim da je jedan od ta tri broda bio na sidrištu, a ne na vezu.

Istovremeno bi ti brodovi napajani sa VN kopnenog priključka proveli najviše 15 sati dnevno tijekom boravka na vezu u luci Dubrovnik - Gruž.

### 3.3.4. Emisije štetnih tvari kruzera na vezu u Dubrovniku

Kako bi pokušali predložiti količine emisija štetnih tvari u atmosferu, možemo usporediti 1 kruzer i 10.000 automobila. Jedan kruzer koji u pogonu ima dizel motor snage 12,5 MW tijekom osam sati ispusti istu količinu dušičnih oksida kao i 10 000 automobila tijekom vožnje na relaciji od Dubrovnika do Atene koja iznosi približno 1000 km.

Kruzer:	1 kruzer x 10 kg/MWh x 8h x 12,5 MW = 1,0 t NO <sub>x</sub>
Automobil:	10.000 automobila x 0,1 g/km x 1000 km = 1,0 t NO <sub>x</sub>

U sljedećoj tablici su navedeni podaci iz standarda Tier I-III koji propisuje dozvoljene granične vrijednosti emisija štetnih plinova tijekom izgaranja običnog dizela (LFO – light fuel oil) sa udjelom sumpora do 0,1%.

Zagađivač	2012. godina (g/kWh)	2020. godina (g/kWh)
SO <sub>2</sub>	0,4	0,4
NO <sub>x</sub>	8,6	2,2
CO <sub>2</sub>	600	600

Tablica 3.6: Dozvoljene granične vrijednosti emisija brodskog dizela

Prema podacima za dozvoljene granične vrijednosti emisija štetnih plinova tijekom izgaranja brodskog dizela za 2012. godinu, te prema podacima o putničkim brodovima - kruzerima koji su u 2018. godini pristali u luci Dubrovnik – Gruž [1] i vremenu njihovog zadržavanja na vezu u luci, izračunate su količine ispuštenih štetnih tvari u okolni zrak tijekom boravka brodova na vezu u luci i rada dizelskih motora:

Količine ispuštenog plina u tonama za razdoblje ožujak - studeni 2018.	SO <sub>2</sub> (T)	NO <sub>x</sub> (T)	CO <sub>2</sub> (T)
	20,4	439	30.603

Istovremeno su ti isti putnički brodovi – kruzери za pogon vlastitih dizelskih motora prilikom boravka na pristaništu/vezu u luci Dubrovnik – Gruž u razdoblju od ožujka do studenog 2018.godine ukupno potrošili dizelskog goriva:

Količine potrošenog dizelskog goriva u tonama za razdoblje ožujak - studeni 2018.	Gorivo (T)
	10.201

U drugom slučaju smo pretpostavili da je sedam putničkih brodova - kruzera pripremljenih za prihvata napajanja električnom energijom s kopna (tablica 5), u razdoblju od ožujka do studenog 2018. godine na vezu u luci Dubrovnik – Gruž pri svakom pristajanju bilo priključeno na možebitni VN kopneni priključak. Tada količine štetnih plinova koje nisu ispuštene u okolni zrak u luci Dubrovnik – Gruž iznose:

Količine ispuštenog plina u tonama za razdoblje ožujak - studeni 2018.	SO <sub>2</sub> (T)	NO <sub>x</sub> (T)	CO <sub>2</sub> (T)
	2,6	56,8	3.962

Istovremeno tih istih sedam putničkih brodova – kruzera za pogon vlastitih dizelskih motora prilikom boravka na pristaništu/vezu u luci Dubrovnik – Gruž u razdoblju od ožujka do studenog 2018.godine nije potrošilo količinu dizelskog goriva koja je jednaka:

Količine nepotrošenog dizelskog goriva u tonama za razdoblje ožujak - studeni 2018.	Gorivo (T)
	1.321

Za pretpostavljeni slučaj smo od ukupnog vremena boravka ovih sedam putničkih brodova - kruzera u luci Dubrovnik – Gruž odbili vrijeme potrebno za manipulacije prilikom spajanja na VN kopneni priključak i odspajanja sa VN kopnenog priključka. Tako po dolasku broda u luku manipulacija povezivanja VN kabela sa kopna na sklopni blok u brodu i na koncu manipulacija odvajanja VN kabela sa VN sklopnog bloka u brodu prije isplavljanja broda uzimaju svaka najviše po pola sata vremena od ukupnog boravka broda na vezu.

### 3.4. OPIS VISOKONAPONSKOG KOPNENOG PRIKLJUČKA BRODOVA

#### 3.4.1. Uvod

Ugradnja opreme za realizaciju visokonaponskog kopnenog priključka u lukama privlači sve veću pažnju lučkih uprava, brodovlasnika, industrijskih dobavljača i regulatornih agencija. Visokonaponski kopneni priključak ili HVSC (engl. High Voltage Shore Connection) omogućava brodovima dok su na vezu u luci priključenje na visokonaponsku (VN) kopnenu mrežu.

Tijekom boravka u luci na vezu, na putničkim brodovima - kruzerima u pogonu ostaju jedan do dva dizelska generatora koja proizvode električnu energiju potrebnu za rad brodskih sustava. Kada je brod povezan na HVSC sustav i sinkroniziran na mrežu, može isključiti svoje dizel generatore, što za posljedicu ima smanjenje buke, a prestaje i ispuštanje štetnih plinova i čestica dok je brod u luci.

Tehnologija VN kopnenog povezivanja u putničkim brodovima svakako učinkovito smanjuje količine emisija štetnih plinova u području luka, pogotovo ako je isporučena električna proizvedena u hidroelektranama ili iz drugih obnovljivih izvora energije.

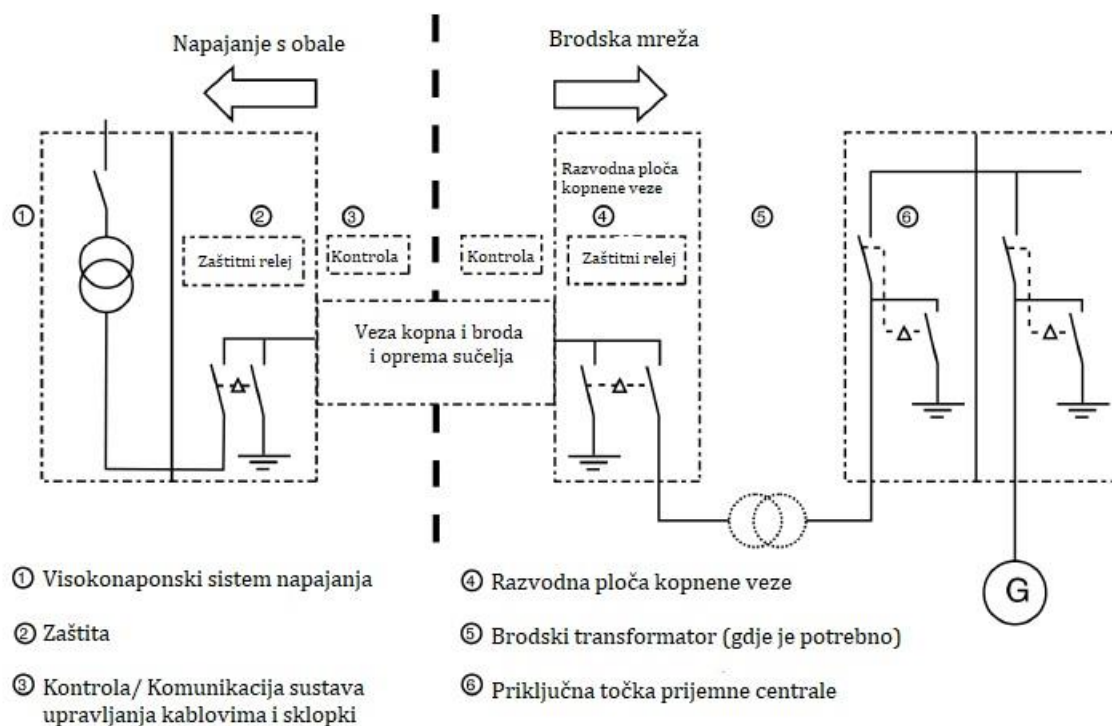
### 3.4.2. Tehničke karakteristike HVSC priključka

Tehničke karakteristike HVSC-a ili visokonaponskog kopnenog priključka brodova definirane su standardom **EC/ISO/IEEE 80005-1** koji je ratificiran, prihvaćen i potvrđen od najvažnijih pomorskih zemalja u kolovozu 2012. godine.

Svaki HVSC sadrži primarnu energetska opremu kojom se prenosi električna energija sa kopna na brod i sekundarnu opremu upravljanja, zaštite i nadzora, a njegovi sastavni dijelovi su:

- oprema za obalno visokonaponsko napajanje,
- energetski transformator koji pretvara napon distribucijske mreže 10(20) kV na napon kopnenog visokonaponskog priključka jednak 6,6 ili 11 kV,
- frekvencijski pretvarač, jer je na većini svjetskih kruzera frekvencija niskonaponske mreže jednaka 60 Hz (64 svjetskih kruzera <200 m i 100% svjetskih kruzera >200 m)
- VN kabele kao i oprema za manipuliranje kablom uključujući VN utikače i utičnice,
- VN sklopni blok na brodu za prihvatanje VN kabela sa kopnene strane,
- brodski energetski transformator, za pretvaranje napona sa kopna iznosa 6,6 ili 11 kV na napon 0,4/0,69 kV niskonaponske brodske mreže,
- oprema upravljanja, signalizacije, zaštite, mjerenja i komunikacije na kopnenoj i brodskoj strani.

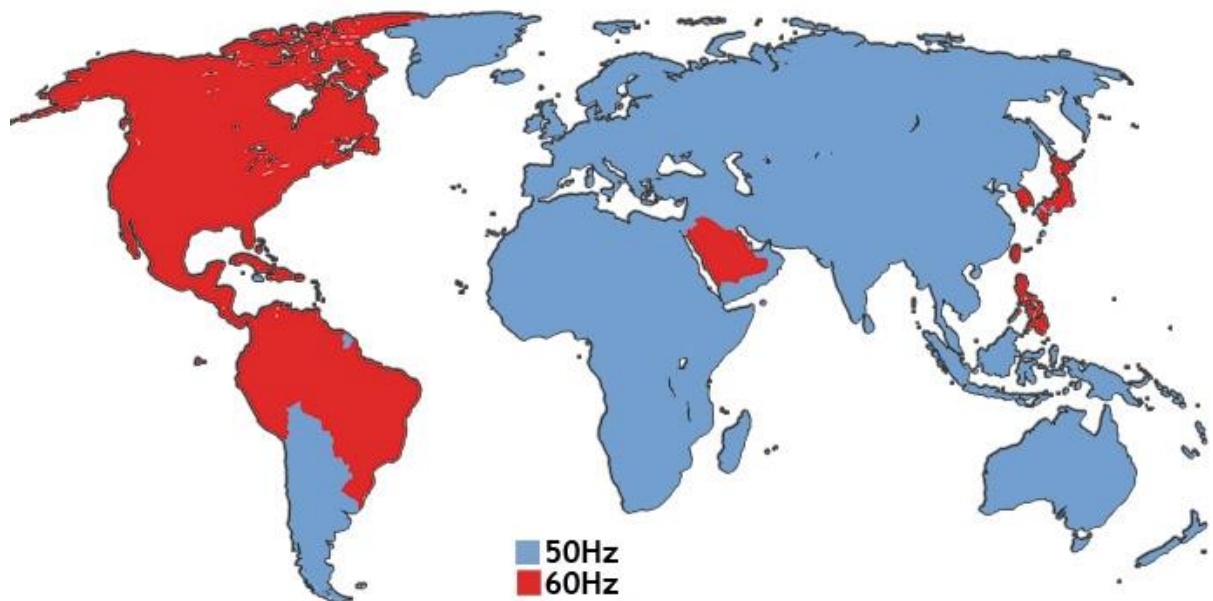
Na sljedećoj slici prikazani su sastavni dijelovi HVSC sustava.



Slika 3.5: Principna shema visokonaponskog kopnenog napajanja brodova [2]

Pretvarač frekvencije svakako je kod nas obvezan za normalan rad HVSC-a, pogotovo za priključak kruzera, s obzirom da svi najveći svjetski kruzeri rade na frekvenciji 60 Hz (sjevernoamerički standard je općeprihvaćen na kruzima), dok europski elektroenergetski sustav radi na frekvenciji 50 Hz.

Na sljedećoj slici prikazana je raspodjela dvaju standardnih nazivnih frekvencija na kojima rade svjetske električne mreže. Tako je vidljivo da električne mreže u Sjevernoj Americi, zatim sjeverni dio Južne Amerike, Japan i Saudijska Arabija rade na frekvenciji 60 Hz, dok u cijeloj Europi, Africi, Australiji i u većini Azije električne mreže rade na frekvenciji 50 Hz.



Slika 3.6: Frekvencija električnih mreža u svijetu

S druge strane, većina kruzera radi na frekvenciji 60 Hz, kao što je navedeno u sljedećoj tablici.

TIP BRODA (DUŽINA)	FREKVENCIJA NA BRODU 50 Hz	FREKVENCIJA NA BRODU 60 Hz
Kruzer (< 200 m)	36%	64%
Kruzer (> 200 m)	-	100%

Tablica 3.7: Frekvencije električnih mreža na svim svjetskim kruzima

### 3.4.3. Opis kopnenog dijela VN priključka

Kopneni dio VN priključka bit će detaljnije opisan u poglavlju br.4.

### 3.4.4. Opis brodskog dijela VN priključka

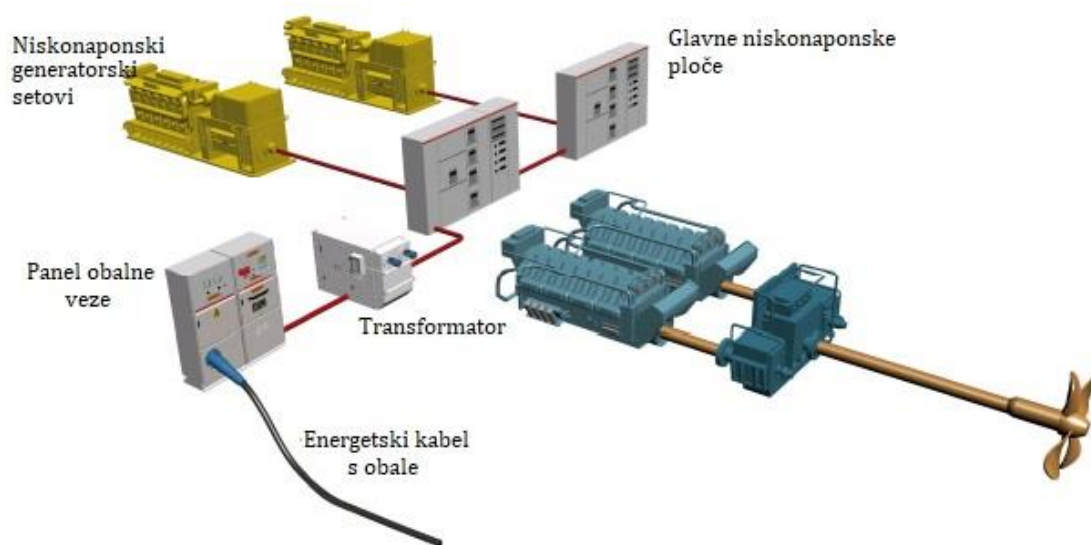
Kako bi se mogli povezati na visokonaponski kopneni priključak, tj. HVSC (eng. high voltage shore connection), brodovi se moraju ili tijekom izgradnje ili naknadno opremiti opremom koja će omogućiti takav priključak.

Električna energija za napajanje trošila na brodu se uvijek prenosi visokonaponskim kabelima. U nekim slučajevima poput kontejnerskih ili Ro-Ro brodova (engl. Roll-On/Roll-Off, brodovi za prijevoz kotrljajućeg tereta) VN kabeli su instalirani na samom brodu, a za priključenje na električnu mrežu na kopnu ih se potom spušta preko špule ili bubnja na obalu na kojoj se nalazi VN sklopni blok za prihvata VN kabljskih priključnica. Na putničkim brodovima (kruzerima), VN kabeli su uvijek na obalnoj strani i moraju biti podignuti dizalicom i uvučeni u brod gdje se priključuju na VN sklopni blok.

VN kabeli se kranom podižu do otvora u trupu broda, uvlače u brod i pomoću tipskih VN utikača priključuju na VN utičnicu na sklopnom bloku/panelu. On se sastoji od dovodnog prekidača, zaštitnog releja, fizičke električne veze (utikača i uzemljenja) i kontrolnog sučelja s integriranim brodskim automatskim sustavom ili sa sustavom upravljanja napajanjem.

Također, pošto je brodski sustav napajanja 400-690 V, 60 Hz, osim VN sklopnog bloka za prihvata kabela s kopna potrebno je ugraditi i transformator prijenosnog omjera 11(6,6)/0,4 kV za napajanje glavne ploče izmjeničnog napajanja. koji može biti smješten i u strojarnici ili bilo kojoj prikladnoj lokaciji na brodu.

Proces priključivanja i isključivanja broda s kopnenog napajanja uzima uobičajeno oko pola sata vremena za svaki postupak. Glavni inženjer ili drugo osoblje upoznato s energetske sustavom broda upravlja prijenosom. Upravljanje srednjenaponskim kabelima može obavljati brodsko ili lučko osoblje, podrazumijevajući da su položili adekvatni trening kako bi mogli rukovati visokonaponskom opremom.



Slika 3.7: Prikaz brodske strane HVSC-a sa VN sklopnim blokom za prihvat kabela sa kopna i energetski transformator koji napaja glavnu niskonaponsku ploču [2]

Sklopni blok HVSC-a (panel obalne veze na gornjoj slici) mora biti smješten na brodu u suhom prostoru što bliže oplati broda radi prihvata srednjenaponskih kabela sa obale koji se pomoću tipskih kabljskih završetaka priključuju u navedeni sklopni blok.

**3.4.5. Lista izvedenih VN priključaka u svijetu**

U sljedećoj tablici navedeni su podaci o trenutno izvedenim visokonaponskim kopnenim priključcima bodova u svjetskim lukama sa podacima o priključnoj snazi, frekvenciji i tipu brodova koji se priključuju.

Godina izgradnje	Naziv luke	Država	Kapacitet (MW)	Frekvencija (Hz)	Napon (kV)	Tip broda priključen na HVSC
2000-10	Göteborg	Švedska	1,25-2,5	50 i 60	6,6 i 11	RoRo, RoPax
2000	Zeebrugge	Belgija	1,25	50	6,6	RoRo
2001	Juneau	SAD	7-9	60	6,6 i 11	Kruzer
2004	Los Angeles	SAD	7,5-60	60	6,6	Kontejnerski, kruzer
2005-06	Seattle	SAD	12,8	60	6,6 i 11	Kruzer
2006	Kemi	Finska	Nije dostupno	50	6,6	RoPax
2006	Kotka	Finska	Nije dostupno	50	6,6	RoPax
2006	Oulu	Finska	Nije dostupno	50	6,6	RoPax
2008	Antwerp	Belgija	0,8	50 i 60	6,6	Kontejnerski
2008	Lübeck	Njemačka	2,2	50	6	RoPax
2009	Vancouver	Kanada	16	60	6,6 i 11	Kruzer
2010	San Diego	SAD	16	60	6,6 i 11	Kruzer
2010	San Francisco	SAD	16	60	6,6 i 11	Kruzer
2010	Karlskrona	Švedska	2,5	50	11	Kruzer
2011	Long Beach	SAD	16	60	6,6 i 11	Kruzer
2011	Oakland	SAD	7,5	60	6,6	Kontejnerski
2011	Oslo	Norveška	4,5	50	11	Kruzer
2011	Prince Rupert	Kanada	7,5	60	6,6	Nije dostupno
2012	Rotterdam	Nizozemska	2,8	60	11	RoPax
2012	Ystad	Švedska	6,25	50 i 60	11	Kruzer
2013	Trelleborg	Švedska	3,5-4,6	50	11	Nije dostupno

Tablica 3.8: Lista izvedenih VN kopnenih priključaka u svijetu [3]

## 4. TEHNIČKA IZVODIVOST I ODRŽIVOST OKOLIŠA

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK

Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTNI BIRO SPLIT d.o.o.

Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT

OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el.

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.

Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.

#### 4.1. POSTOJEĆE STANJE DISTRIBUCIJSKE MREŽE GRUŠKOG AKVATORIJA

Postojeće uklopno stanje distribucijske električne mreže gruškog akvatorija svakako nema kapaciteta za priključak trošila ovalike snage.

Stoga, kako je prethodno opisano u poglavlju 2.10 potrebno je osigurati uvjete u okolnoj prijenosnoj i distribucijskoj mreži za priključak nekonvencionalnih potrošača na elektroenergetsku mrežu u luci Dubrovnik – Gruž.

To znači i izgradnju TS 110/20(10) kV Lapad na lokaciji neposredno uz postojeću TS 110/35 kV Lapad iz koje bi se osigurala dva vodna polja 10(20) kV za napajanje dva VN kopnena priključka kruzera u luci Gruž, ukupne snage  $2 \times 15 \text{ MVA} = 30 \text{ MVA}$ .

#### 4.2. PRIJEDLOG TEHNIČKOG RJEŠENJA

##### 4.2.1. Tehnologija kopnene veze

Izvedba sustava za napajanje putničkih brodova za kružna putovanja električnom energijom s kopna ostvariva je primjenom postojeće tehnologije. Također, treba svakako imati u vidu potreban kapacitet distribucijske/prijenosne mreže na koju će se priključiti oprema visokonaponskog kopnenog priključka putničkih brodova.

Infrastruktura visokonaponskog kopnenog priključka putničkih brodova sadrži sljedeće cjeline:

- Distribucijsko postrojenje sastavljeno srednjenaponskih sklopnih blokova opremljenih prekidačima, rastavljačima,
- Energetski transformator koji pretvara napon distribucijske mreže 10(20) kV na napon kopnenog visokonaponskog priključka jednak 6,6 ili 11 kV,
- Frekvencijski pretvarač koji pretvara frekvenciju iz 50 u 60 Hz, jer je na većini svjetskih kruzera frekvencija niskonaponske mreže jednaka 60 Hz (64 svjetskih kruzera <200 m i 100% svjetskih kruzera >200 m)
- Zemljospojnik na vezu,
- Opremu upravljanja, signalizacije, zaštite, mjerenja i komunikacije,
- Srednjenaponske energetske kabele kao i oprema za manipuliranje energetskim kabelima uključujući SN utikače.

Lučka uprava Dubrovnik razmatra mogućnost izvedbe sustava za napajanje brodova za kružna putovanja električnom energijom s kopna. Razmatra se fazna izradnja sustava koji bi obuhvaćao napajanje tri veza instalirane snage od  $3 \times 15 \text{ MVA}$ .

Tehnička rješenja koja na tržište stavljaju renomirane tvrtke u većini slučajeva predlažu, za svaki priključak instalaciju po dva frekvencijska pretvarača koji mogu funkcionirati ili u paralelnom spoju ili pojedinačno kako bi se optimizirali gubici prilikom konverzije frekvencije. Samo pretvaranje frekvencije treba izvesti u tehnologiji koja omogućava privremeni tok energije u oba pravca (Active Front End) kako prijelazne pojave u trenutku nakon priključenja broda na kopnenu mrežu ne bi uzrokovale neželjene ispaide brodskih generatora ili neprihvatljivu razinu smetnji u brodskoj električnoj mreži. Također se preporuča ugradnja frekvencijskih pretvarača čija bi nominalna snaga bila nešto veća od nominalne snage samog priključka (npr.  $2 \times 9 \text{ MVA}$ ) čime se osigurava stabilan rad prilikom prijelaznih pojava kod tereta bliskih iznosu nazivne snage.



Tehničko rješenje treba osigurati centralni računalni nadzor kao i potpuno automatsko odvijanje procedure prelaska napajanja broda na kopnenu mrežu (u smislu provjere i ostvarivanja električnih uvjeta, te uklopnih stanja prije i nakon provedenog fizičkog spajanja kopnene i brodske mreže što koordinirano trebaju izvršiti osoblje davatelja lučke usluge i posada broda). Radi pojednostavljivanja održavanja, kod evaluacije odabira tehničkog rješenja kao i kod realizacije ovakvih projekata treba obratiti pažnju na radne karakteristike pogona izvedenog sustava te na adekvatna jamstva koja bi trebalo zatražiti od izvođača. Pri tome bi trebalo imati u vidu da se funkcioniranje ovakvih sustava, uz odgovarajuće održavanje, treba planirati na rok od 20 g.

Napajanje električnom energijom pristaništa putničkih brodova za kružna putovanja bi bilo izvedeno naponom 11 kV frekvencije 60 Hz i sa ostalim tehničkim karakteristikama prema standardu IEC/ISO/IEEE 80005-1 „High Voltage Shore Connection“. Predloženo tehničko rješenje se osniva na ugradnji nezavisnih sustava za svaki od odabranih pristaništa u luci Dubrovnik - Gruž posebno. Pri tome bi se svaki sustav sastojao od pretvarača frekvencije s pratećom energetskom opremom koji bi bili smješteni u zasebnom objektu, te priključnom i pratećom opremom smještenom na mjestu električnog priključka broda na samom vezu – pristaništu.

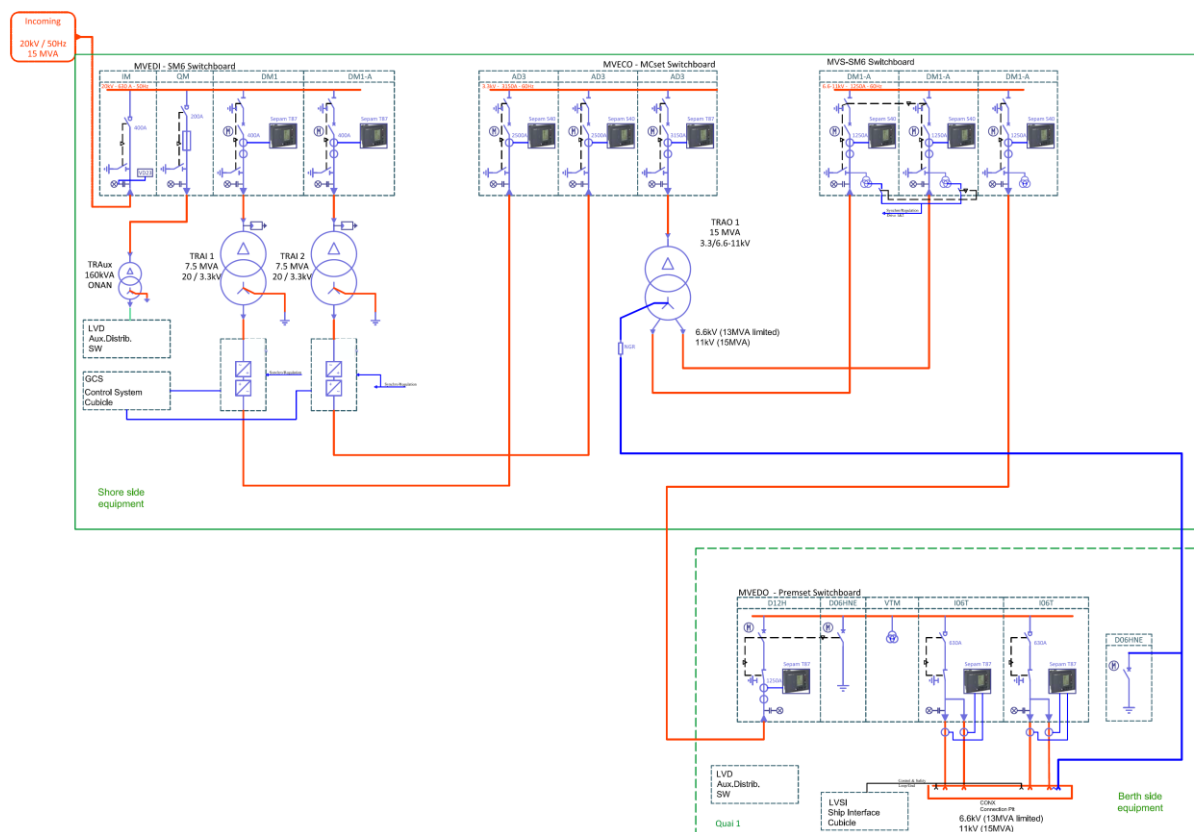
Ovaj način realizacije projekta ima sljedeće prednosti:

- investiciju je moguće finansijski raspodijeliti na ujednačene dijelove,
- omogućava se fleksibilnost pri odabiru lokacije za smještaj opreme postrojenja za pretvorbu frekvencije.

Preduvjet za izvedbu rješenja je osiguranje mrežnog priključka odgovarajuće snage na naponskoj razini od 10(20) kV. (tj. za svaki od sustava je potrebno osigurati dovod nazivne struje 1000 A pri nazivnom naponu od 10 kV odnosno dovod nazivne struje 630 A pri nazivnom naponu od 20 kV).

#### 4.2.2. Sastavni dijelovi jednog VN kopnenog priključka

Sastavni dijelovi visokonaponskog kopnenog priključka na jednom vezu/pristaništu za napajanje električnom energijom jednog kruzera su prikazani na sljedećoj slici.



Slika 4.1: Idejna jednopolna shema VN kopnenog priključka nazivne snage 15 MVA

Oprema budućeg VN kopnenog priključka nazivne snage 15 MVA, za napajanje električnom energijom jednog krizera u luci Dubrovnik Gruž bila bi smještena u dva odvojena objekta koja bi se nalazila na platou luke Gruž.

U prvom prizemnom objektu dimenzija približno 19x17 m bila bi ugrađena većina energetske opreme, te opreme upravljanja, signalizacije, zaštite i mjerenja (USZM), i telekomunikacija (TK) koju sačinjavaju:

- postrojenje nazivnog napona 10(20) kV, izvedeno od tvornički dogotovljenih samostojećih sklopnih blokova izoliranih zrakom.
- dva energetska transformatora TRAI 1 i TRAI 2, svaki snage 7,5 MVA,
- kućni transformatora TRAux snage 160 kVA za napajanje vlastite potrošnje,
- postrojenje nazivnog napona 6 kV, izvedeno od tvornički dogotovljenih samostojećih sklopnih blokova izoliranih zrakom,
- energetskog transformatora TRAO 1 nazivne snage 15 MVA,
- postrojenje nazivnog napona 6,6-11 kV, izvedeno od tvornički dogotovljenih samostojećih sklopnih blokova izoliranih zrakom.
- oprema upravljanja, signalizacije, zaštite i mjerenja (USZM) i telekomunikacija (TK).

Kućište sklopnog bloka nazivnog napona 10(20) kV izvedeno je metalnom konstrukcijom s pregrađenim odjeljcima, koji osiguravaju potrebni stupanj elektromehaničke zaštite opreme, naročito zaštite od električnog luka. Postrojenja su ispitana na otpornost na električni luk u trajanju od jedne sekunde. To znači da u slučaju pojave električnog luka unutar sklopnog bloka, nema opasnosti za osoblje koje se može naći ispred sklopnog bloka prilikom lokalnog upravljanja.

Veličina i sastavni dijelovi postrojenja projektiraju se prema zahtjevima korisnika i bitnim zahtjevima elektromehaničke sigurnosti, sigurnosti korištenja i zaštite od požara i eksplozije.

Postrojenje nazivnog napona 10(20) kV se sastoji od četiri polja koja imaju sljedeću funkciju:

- Polje za priključak dovodnog 10(20) kV kabela položenog iz rekonstruirane transformatorske stanice 110/35 kV Lapad,
- Polje za priključak transformatora vlastite potrošnje,
- Prvog transformatorskog polja za priključak energetskog transformatora TRAI 1 prijenosnog omjera 10(20)/3,3 kV, nazivne snage 7,5 MVA
- Drugog transformatorskog polja za priključak energetskog transformatora TRAI 2 prijenosnog omjera 10(20)/3,3 kV, nazivne snage 7,5 MVA

Dva energetska transformatora TRAI 1 i TRAI 2 služe za transformaciju 10(20) kV napona distribucijske mreže na napon iznosa 3,3 kV potreban za napajanje dvaju skupova frekventnih pretvarača.

Sa izlaza svakog skupa frekventnih pretvarača polaže se kabela veza do sljedećeg u nizu postrojenja nazivnog napona 3,3 kV koje se sastoji od:

- Dovodnog polja za priključak prvog skupa frekventnog pretvarača 50/60 Hz, nazivne snage 9 MVA,
- Dovodnog polja za priključak drugog skupa frekventnog pretvarača 50/60 Hz, nazivne snage 9 MVA,
- Transformatorskog polja za priključak energetskog transformatora TRAO 1 prijenosnog omjera 3,3/6,6-11 kV, nazivne snage 15 MVA.

Sa sekundara energetskog transformatora TRAO 1, prijenosnog omjera 3,3/6,6-11 kV se zatim polaže kabela veza do sljedećeg u nizu postrojenja nazivnog napona 6,6(11) kV koje se sastoji od:

- Prvog transformatorskog polja za priključak energetskog transformatora TRAO 1 prijenosnog omjera 3,3/6,6-11 kV, nazivne snage 15 MVA,
- Drugog transformatorskog polja za priključak energetskog transformatora TRAO 1 prijenosnog omjera 3,3/6,6-11 kV, nazivne snage 15 MVA,
- Vodnog polja za napajanje sljedećeg sklopnog bloka koji će biti ugrađen u zasebnom objektu – kontejneru na vezu.

Kontejner na vezu je približnih dimenzija 10 x 2,5 m i u njega se ugrađuje postrojenje nazivnog napona 6,6(11) kV koje se sastoji od:

- Vodnog polja za priključak dovodnog kabela položenog iz postrojenja smještenog u objektu obalnog dijela VN priključka za napajanje električnom energijom kružera, Polja zemljospojnika, Mjernog polja 6,6(11) kV,
- Prvog vodnog polja za priključak tipskog kabelskog završetka koji se prebacuje na kružer i priključuje u brodski sklopni blok,
- Drugog vodnog polja za priključak tipskog kabelskog završetka koji se prebacuje na kružer i priključuje u brodski sklopni blok.

Smještaj energetske, USZM i telekomunikacijske opreme u prizemnom objektu dimenzija približno 19 x 17 m prikazan je na sljedećoj slici.

[illegible]

Slika 4.3: Kontejner na vezu VN kopnenog priključka nazivne snage 15 MVA

#### 4.2.3. HVSC priključak na brodu

Brodovi za kružna putovanja – kruzeri za opskrbu električnom energijom s kopna moraju biti opremljeni sljedećom opremom:

- Panel obalne veze sa utičnicama za prihvat energetske kabele s kopna,
- Prostoriju s energetskim transformatorima za transformaciju napona s kopna iznosa 11kV na nazivni napon brodske mreže,
- Opremu upravljanja, signalizacije, mjerenja i zaštite za sigurno prebacivanje napajanja brodske električne mreže s dizem mototra na VN kopneni priključak.



Slika 4.4: Brodski panel obalne veze s priključenim energetskim kabelima s kopna

Na gornjoj slici su prikazani energetske kabele s kopna priključeni u brodski panel obalne veze, odnosno 11 kV sklopni blok. Proces priključivanja i isključivanja broda s kopnenog napajanja uzima uobičajeno oko pola sata vremena za svaku manipulaciju, a najmanje 5 minuta. Glavni inženjer ili drugo osoblje upoznato s energetskim sustavom broda upravlja prijenosom. Upravljanje energetskim kabelima može obavljati brodsko ili lučko osoblje, podrazumijevajući da su položili adekvatni trening kako bi mogli rukovati srednjenaponskom opremom.

Većina današnjih brodova infrastrukturno opremljenih za HVSC sustav su kontejnerski brodovi, i mnogi dizajneri brodova pribjegavaju uključivanju HVSC-a u infrastrukturu ili barem ostavljanju mjesta za istu. Brodovi u pogonu koji danas koriste HVSC sustav generalno su bili naknadno opremljeni (oprema postavljena na već izgrađen brod), a ne unaprijed predodređeni za HVSC sustav.

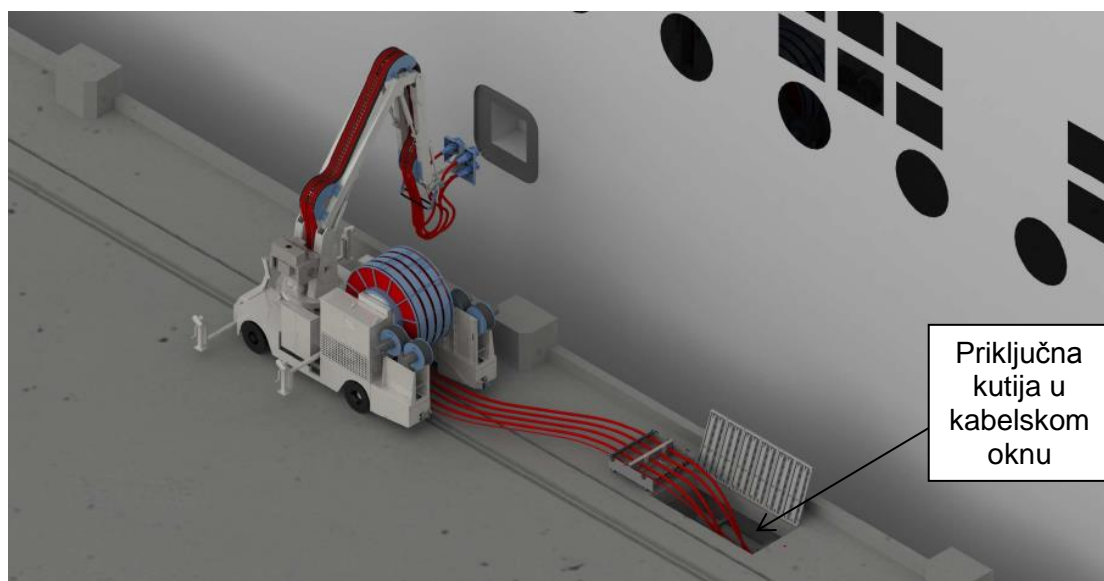
#### 4.3. VARIJANTE ELEKTROENERGETSKOG PRIKLJUČKA NA VEZU

Sukladno zahtjevima navedenim u točki 5.2. Projektnog zadatka u sklopu studije definirane su dvije varijante za daljnju razradu, a to su:

- **Varijanta 1** tj. varijanta s ugradnjom pokretnog kablenskog kрана
- **Varijanta 2** tj. varijanta s ugradnjom fiksnog kablenskog kрана

##### 4.3.1. Varijanta 1 – pokretni kablanski kran

Varijanta 1 sa ugradnjom pokretnog kablenskog kрана na pristaništu u luci Dubrovnik - Gruž bi izgledala približno kao na donjoj slici.



Slika 4.5: Varijanta 1 – pokretni kablanski kran

Od 11 kV sklopnog bloka smještenog u kontejneru na vezu, za VN kopneni priključak kruzera bi se na platou u luci Gruž izgradio kablenski kanal do kablenskog okna prikazanog na gornjoj slici. U kablenskom oknu bi se nalazila priključna kutija/junction box, prikazana na sljedećoj slici.



Slika 4.6: Priključna kutija ili junction box

Priključna kutija koja se nalazi u kablenskom oknu na sebi ima utičnice u koje se pomoću tipskih utikača priključuje jedan kraj energetskog kabela namotanog na bubnju vozila odnosno pokretnog kablenskog kрана, a onda se pokretnim kablenskim kranom kabel razvlači



po pristaništu do pozicije otvora na trupu kruzera na vezu i teleskopskom rukom podiže do visine otvora i uvlači u brod, gdje kabel preuzima posada i priključuje u brodski sklopni blok – panel obalne veze.

Istovremeno, kad se energetska kabel razvuče po platou pristaništa luke Gruž, odmah se uz razvučeni kabel po njegovoj cijeloj dužini postavi psihološka prepreka radi sprječavanja približavanja ljudi i vozila.

Pozicija svakog od tri kabela okna za tri VN kopnena priključka bi odgovarala sredini pristaništa/veza na kojem bi se realizirao VN kopnena priključak za napajanje električnom energijom putničkih brodova - kruzera. Tako bi za različite kruzere na vezu koji imaju i različite pozicije otvora na trupu za prihvat kabela s kopna, pokretni kabelski kran bi od priključka u kabelskom oknu imao približno jednak doseg u smjeru pramca i krme broda na vezu, što bi trebalo bit dovoljno da se dosegne mjesto za predaju kabela s kopna na brod.

Isto tako kabelsko okno sa priključnom kutijom ne mora biti izvedeno uz sam rub pristaništa, nego može biti i malo odmaknuto od ruba pristaništa prema unutrašnjosti platoa luke, toliko da kad pokretni kabelski kran razvuče kabel po pristaništu da se ne ometa pristup dostavnih i servisnih vozila brodu na vezu

Ovakva varijanta VN kopnenog priključka putničkih brodova – kruzera je izvedena na putničkom pristaništu u luci Wusongkou u Šangaju.

Tamo je za izvedbu VN kopnenog priključka odabrano tehničko rješenje tvrtke Fiaveley Stemann-Technik kojemu je glavna sastavnica vozilo odnosno pokretni kabelski kran za razvlačenje energetskog kabela, opremljeno teleskopskom rukom i pogonjeno baterijom. Pokretni kabelski kran na bubnju ima namotan energetski kabel duljine 70 metara i na krajevima kabela ugrađene tipske kabelske završetke/utikače. Karakteristike ugrađene opreme VN kopnenog priključka u luci Wusongkou u Šangaju su:

- Pokretnim kabelskim kranom za razvlačenje energetskih kabela upravlja samo jedna osoba,
- Pogon za kretanje vozila i gibanje teleskopske ruke omogućava ugrađena baterija,
- Kompenzacija raspona plime i oseke iznosi 6m,
- Instalirana snaga je 16 MVA, nazivni napon 11 kV ili 6,6 kV i frekvencija 50/60 Hz.

Za prethodno opisano rješenje kabelskog raspleta na platou u luci Gruž ne bi trebalo za svaki vez raditi kabelski kanal sa lančanim kabelskom policom kao što prikazano na donjoj slici.



Slika 4.7: Kabelski lanal s zaštitnim poklopcima i sa energetskim kabelima položenim na lančanim kabelskim policama.

#### 4.3.2. Varijanta 2 – fiksni kabelski kran

Varijanta 2 sa ugradnjom fiksnog kabelskog kрана na pristaništu u luci Dubrovnik - Gruž bi izgledala približno kao na donjoj slici.



Slika 4.8: Varijanta 2 – fiksni kabelski kran

Od 11 kV sklopnog bloka smještenog u kontejneru na vezu, za VN kopneni priključak kruzera bi se na platou u luci Gruž izgradio kabelski kanal do kabelskog okna koje bi bilo smješteno neposredno uz fiksni kabelski kran. Iz kabelskog okna se energetski kabel izvlači i podiže uz stup fiksnog kabelskog kрана i preko konzole prebacuje do otvora na brodu gdje ga posada prihvaća i priključuje u panel obalne veze.

Ova varijanta je u odnosu na varijantu sa pokretnim kabelskim kranom jeftinija, ali je što se tiče pozicije VN kopnenog priključka na pristaništu manje elastična, odnosno u ovoj varijanti je za kruzera već utvrđena pozicija prihvata kabela s kopna. Prema tome, u ovoj varijanti je potrebno na pristaništu kvalitetno odrediti poziciju fiksnog kabelskog kрана, tako da različiti kruzeri koji budu u mogućnosti primiti električnu energiju s kopna prilikom poravnavanja otvora na trupu za uvod kabela s fiksnim kabelskim kranom na pristaništu ne zauzmu i susjedni vez.



**4.4. PROCJENA TROŠKOVA****4.4.1. Varijanta 1 – pokretni kabelski kran**

Procjena troškova izgradnje sustava kopnenog napajanja električnom energijom trošila na vezu u luci Dubrovnik – Gruž u izvedbi kabelskog raspjeta sa pokretnim kabelskim kranom za jedan vez, iznosi:

ELEKTROTEHNIČKI DIO	43.125.000,00 kn
GRAĐEVINSKI DIO	4.125.000,00 kn
<b>UKUPNO</b>	<b>47.250.000,00 kn</b>

**4.4.2. Varijanta 2 – fiksni kabelski kran**

Trošak izgradnje sustava kopnenog napajanja električnom energijom trošila na vezu u luci Dubrovnik – Gruž u izvedbi kabelskog raspjeta sa fiksnim kabelskim kranom za jedan vez, iznosi:

ELEKTROTEHNIČKI DIO	37.500.000,00 kn
GRAĐEVINSKI DIO	4.125.000,00 kn
<b>UKUPNO</b>	<b>41.625.000,00 kn</b>

**4.4.3. Cijena priključenja obalnog napajanja na električnu mrežu**

Minimalna cijena priključka sustava kopnenog napajanja električnom energijom u luci Dubrovnik – Gruž u kategoriji kupca poduzetništvo, za priključak na srednjem naponu, za izvedbu sa dva priključka – veza, svaki nazivne snage jednake 15.000 kW, je jednaka:

$$30.000 \times 1.350,00 = 40.500.000,00 + \text{PDV} = 50.625.000,00 \text{ kn}$$

(u cijenu nije uključeno stvaranje uvjeta u mreži koji se obrađuje EOTRP-om).

Cijena utrošene energije na srednjem naponu je prema tarifnom modelu jednaka:

VT (kn/kWh)	NT (kn/kWh)
0,83	0,47

U cijenu priključka je potrebno još uračunati i iznos obračunske vršne snage jednak 29,5 kn/kW, zatim iznos za prekomjernu jalovu energiju 0,15 kn/kVArh i iznos mjesečne naknade za obračunsko mjerno mjesto jednak 66 kn.

## 5. ANALIZA ALTERNATIVA

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK  
Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTI BIRO SPLIT d.o.o.  
Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT  
OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el.

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.  
Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.

## 5.1. VARIJANTE 1 I 2

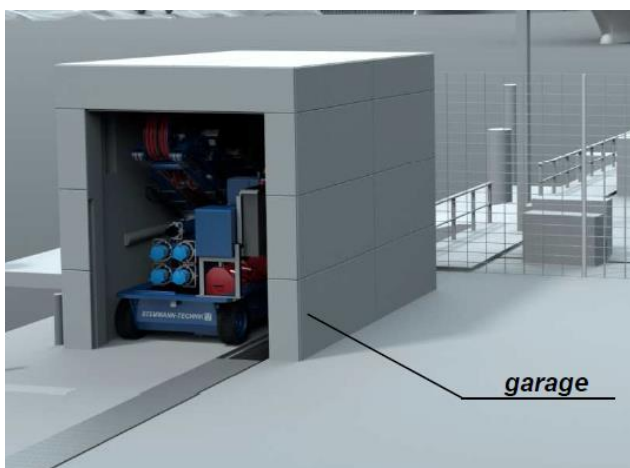
### 5.1.1. Općenito

Sagledavajući rješenja razvođenja kabela od sklopne opreme na kopnu u luci do mjesta priključka broda na kopnenu električnu mrežu, u svijetu se inače uglavnom primjenjuju ove dvije varijante:

- **Varijanta 1** tj. varijanta s ugradnjom pokretnog kablenskog kрана
- **Varijanta 2** tj. varijanta s ugradnjom fiksnog kablenskog kрана

### 5.1.2. Varijanta 1

Varijanta 1 sa upotrebom pokretnog kablenskog kрана je skuplja od varijante s fiksnim kablenskim kranom zbog cijene pokretnog kablenskog kрана, ali u odnosu na instalaciju s fiksnim kablenskim kranom ima jednu bitnu prednost, a to je fleksibilnost pozicije VN kopnenog priključka, pa bez obzira na poziciju otvora za uvođenje kabela kad je brod na vezu korištenjem pokretnog kablenskog kрана razvlačimo energetske kabele i dovlačimo kablenske završetke do pozicije predaje kabela na brod.



Slika 5.1: Primjer garaže za pokretni kablenski kran

Isto tako, parkiranjem pokretnog kablenskog kрана u garaži koja se može nalaziti negdje na kraju pristaništa prostor platoa luke uz rub pristaništa ostaje prohodan.

### 5.1.3. Varijanta 2

Varijanta 2 sa upotrebom fiksnog kablenskog kрана je jeftinija od varijante s pokretnim kablenskim kranom i također je u primjeni u svjetskim lukama. Ograničenost ove varijante je svakako fiksna pozicija mjesta predaje kabela s kopna na brod na vezu, te se u ovom slučaju brod koji će primiti napajanje s kopna na vezu mora pozicionirati da otvor za uvod kabela smjesti nasuprot fiksnog kablenskog kрана. Kad su najveći brodovi duljine oko 300 m u pitanju onda to može predstavljati problem, zbog mogućeg zauzimanja susjednog veza.

#### 5.1.4. Vrijeme izgradnje

Sagledavajući sve potrebne aktivnosti, procjenjuje se da je za pripremu izgradnje koja obuhvaća:

- unos u prostorne planove,
- izvedba istražnih radova,
- izradu projektne dokumentacije,
- ishođenje potrebnih dozvola,
- raspis natječaja za izvođača i isporučitelja opreme.

biti potrebno 48 mjeseci.

Predviđeno vrijeme izgradnje za obje varijante iznosi 24 mjeseca.

## 6. FINACIJSKA I EKONOMSKA ANALIZA

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK  
Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTNI BIRO SPLIT d.o.o.  
Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT  
OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el.

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.  
Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.

## 6.1. OPĆENITO

Svrha financijske i ekonomske analize jest dobivanje uvida u financijsku odnosno ekonomsku opravdanost pothvata, a provodi se prema Smjernicama za analizu troška i koristi investicijskih projekata. Pokazatelji financijskih i ekonomskih rezultata moraju se izračunavati primjenom postupka određivanja prirasta neto koristi kojim se razmatraju razlike u troškovima i koristima između dvije varijante: realizacije projekta i izostanka realizacije projekta.

## 6.2. FINANCIJSKA ANALIZA

Financijska analiza koristi prognozni novčani tok projekta za izračun odgovarajućih pokazatelja: vremena povrata, interne stope rentabilnosti i neto sadašnje vrijednosti. Poseban naglasak stavlja se na dva financijska pokazatelja: financijsku neto sadašnju vrijednost (FNPV) i financijsku internu stopu rentabilnosti (FRR), odnosno FNPV(C) i FRR(C) kada je riječ o povratu investicijskog troška te FNPV(K) i FRR(K) kada se radi o povratu državnog kapitala. Metodologija koja se koristi za utvrđivanje financijskog povrata jest diskontirani novčani tok (DCF), koji se temelji na sljedećim pretpostavkama:

- razmatraju se samo novčani priljevi i odljevi (deprecijacija, rezerve i druge računovodstvene stavke koje se ne podudaraju sa stvarnim novčanim tokovima se ne razmatraju),
- novčani tokovi projekta trebaju se utvrđivati pomoću prirasta, odnosno na temelju razlike troškova i koristi između scenarija s realizacijom i scenarija bez realizacije projekta,
- agregiranje novčanih tokova tijekom različitih godina zahtijevaju usvajanje odgovarajuće financijske diskontne stope da bi se izračunala današnja vrijednost budućih novčanih tokova.

Financijska analiza obavlja se sljedećim koracima:

1. ukupni investicijski trošak,
2. ukupni operativni troškovi i prihodi,
3. troškovi zamjene opreme i prihod ostatka vrijednosti
4. financijski povrat investicijskog troška: FNPV(C) i FRR(C),
5. izvori financiranja,
6. financijska održivost,
7. financijski povrat nacionalnog kapitala: FNPV(K) i FRR(K).

Modelom za izračun financijskih pokazatelja omogućena je analiza ulaganja, njihov utjecaj na financijsku održivost projekta. Radni listovi u modelu su međusobno povezani te model ima mogućnost simuliranja različitih financijskih i ekonomskih scenarija kako bi se otkrile i analizirale najosjetljivije komponente. Svi ulazi su na godišnjoj razini.

### 6.2.1. Osnovne pretpostavke

Osnovne pretpostavke financijske analize su:

- vrednovanje projekta provodi se putem analize troškova i koristi,
- analiza troškova i koristi temelji se na „Vodiču za analiza koristi i troškova investicijskih projekata“ (Europska komisija, 2014.)
- financijska diskontna stopa koja se koristi za izračunavanje sadašnje vrijednosti projekta je 4%, što je preporučeno od strane Europske komisije
- ukupno ekonomsko razdoblje projekta je 25 godine, od čega 2 godine izgradnje i 23 godine korištenja sustava

**6.2.2. Realna financijska diskontna stopa**

Diskontna stopa koja se koristi u financijskoj analizi treba odražavati oportunitetni trošak kapitala i investitora.

Za programsko razdoblje 2014. ÷ 2020., Europska komisija preporučuje da realna stopa koja se smatra kao referenca parametara za dugoročno oportunitetni trošak kapitala iznosi 4%.

**6.2.3. Troškovi**Investicijski troškovi

Tablica 6.1 Investicijski troškovi

Stavka	Cijena (1000×kn)
Projektna dokumentacija, nadzor i sl.	9,500
Izgradnja (građ)	8,250
Izgradnja (oprema)	86,250
Priključak na mrežu	40,500
<b>Ukupno</b>	<b>144,500</b>

T

Troškovi rada i održavanja

Troškovi rada i održavanja sustava iznose 1.5% investicije (bez priključka na mrežu) tj. 1,417,500 kn/godišnje

Troškovi zaposlenika

Predviđeno je da će na sustavu stalno biti zaposleno oko 15 djelatnika, s prosječnom neto plaćom od 7000 kn.

Električna energija

Kupovna cijena prema poglavlju 4.4.3. iznosi 870 kn/MWh (s uključenim naknadama). U modelu je predviđen rast kupovne cijene od 2%.

Troškovi zamjene opreme

Troškovi zamjene opreme obuhvaćaju troškove zamjene strojarske i elektroopreme, čije trajanje je kraće od razdoblja razmatranja projekta. U sličnim projektima je zamjena elektrostrojarske opreme predviđena nakon 25 - 30 godina, te nije uključena u analize, budući da sustav u promatranom razdoblju radi 23 godine.

Koncesijske i ostale naknade

Koncesijska i ostale naknada su ovoj projektnoj fazi procijenjene na 500,000 kn/godišnje.

#### 6.2.4. Koristi

##### Električna energija

Prodajna cijena. iznosi 1450 kn/MWh (s uključenim naknadama). U modelu je predviđen rast kupovne cijene od 2%. Također je predviđen rast potrebe za električnom energijom od 5% prema kojem bi se kroz 15 godina udvostručio broj brodova koji bi se spojili na VN priključak.

Povećanje broja dolazaka brodova u ovom modelu nije predviđeno.

#### 6.2.5. Financijska analiza

Provedbom financijske analize (Tablica 6.2) dobiveni su pokazatelji:

- financijska neto sadašnja vrijednost projekta (FNPV) i
- financijska stopa rentabilnosti (FRR)

**Financijska neto sadašnja vrijednost** definira se kao suma koja se dobije nakon što se očekivani investicijski i operativni troškovi projekta (diskontirani na odgovarajući način) oduzmu od diskontirane vrijednosti očekivanih prihoda.

**Financijska interna stopa rentabilnosti** definira se kao diskontna stopa koja producira nultu FNPV. Izračun financijske rentabilnosti investicije mjera je pokazatelj mogućnosti da se iz neto prihoda nadoknade investicijski troškovi.

Financijska neto sadašnja vrijednost FNPV(C) i financijska rentabilnost FRR(C) ukupnog investicijskog troška mjere su rezultata ulaganja neovisno o izvorima ili metodama financiranja. Financijska stopa rentabilnosti ulaganja izračunava se na temelju ukupnih investicijskih i operativnih troškova kao odljeva i prihoda kao priljeva. Njome se mjeri kapacitet operativnih prihoda da pokriju investicijske troškove.

Ovaj proračun ukazuje dali je projekt financijski održiv ili je za njegovu realizaciju potrebna financijska potpora EU. Kada je FRR(C) niži od primijenjene diskontne stope (odnosno kada je FNPV(C) negativna), tada prihodi ne pokrivaju troškove i za projekt je potrebno analizirati uz pomoć sufinanciranja EU.

#### 6.2.6. Rezultati financijske analize

Prema provedenoj financijskoj analizi u nastavku su prikazani glavni parametri:

R.Br.	Parametri analize	Nediskontirane vrijednosti	Diskontirane vrijednosti
1.	Vrijeme financijske analize [godina]	25	
2.	Financijska diskontna stopa [%]	4.0	
3.	Ukupni troškovi izgradnje [mil. kn]	144.50	135.45
4.	Neto prihod (prihodi – troškovi rada i održavanja) [mil. kn]		65.13
5.	Stopa financijskog raskoraka ((ukupni troškovi izgradnje – neto prihod) / ukupni troškovi izgradnje) [%]	51.9 %	



Prema financijskoj analizi dobiveni su sljedeći rezultati:

Financijska interna stopa rentabilnosti:

$$\text{FIRR(C)} = 0.2 \%$$

Financijska neto sadašnja vrijednost:

$$\text{FNPV(C)} = -69.33 \text{ mil. kn}$$

Iz navedenog slijedi da financijski model, nije profitabilan, odnosno da je neto sadašnja vrijednost takvog projekta -69.33 mil. €, te je potrebno sufinanciranje EU.

Tablica 6.2 Financijska analiza

	GODINE																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
<b>TROŠKOVI</b>	50000.0	94500.0	9462.1	9870.0	10306.8	10774.6	11275.7	11812.3	12387.1	13002.6	13661.8	14367.9	15124.1	15933.9	16801.3	17730.3	18725.2	19790.7	20931.9	22154.1	23463.1	24865.1	26366.5	27974.6	29696.9
Izgradnja sustava	50000.0	94500.0																							
Projektna dokumentacija, nadzor i sl.	9500.0	0.0																							
Izgradnja sustava (građ)	2475.0	5775.0																							
Izgradnja sustava (oprema)	25875.0	60375.0																							
Priključak na mrežu	12150.0	28350.0																							
Održavanje sustava	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5
Održavanje - troškovi	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5
Održavanje - plaće	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0
<b>Električna energija</b>	5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4	25979.4	25979.4
Kupnja električne energije	5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4	25979.4	25979.4
<b>Naknade</b>																									
KORISTI	0.0	0.0	9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14448.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	41799.0
Prodaja električne energije			9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14448.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	41799.0
Ostatak vrijednosti (građ)			9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14448.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43299.0
Ostatak vrijednosti (oprema)																									4125.0
Tijek novca (neto)	-50000.0	-94500.0	112.2	384.2	675.4	987.3	1321.3	1679.1	2062.2	2472.6	2912.1	3382.8	3886.9	4426.8	5005.0	5624.3	6287.6	6998.0	7758.8	8573.6	9446.3	10380.9	11381.9	12453.9	32102.1
<b>FINISU (kumulativno)</b>	-48076.9	-135447.5	-135347.7	-135019.3	-134464.2	-133684.0	-132679.9	-131453.0	-130004.1	-128333.8	-126442.1	-124329.3	-121994.9	-119438.6	-116659.4	-113656.6	-110428.7	-106974.3	-103291.6	-99378.8	-95233.4	-90853.1	-86235.2	-81376.7	-69334.6
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

**6.2.7. Izračun doprinosa EU**

1.	Troškovi izgradnje (nediskontirani) [mil. kn]	144.50
2.	Financijski raskorak [%]	51.9 %
3.	Iznos za koji se računa sufinanciranje EU [mil . kn] (1.)×(2.)	75.02
4.	Iznos stope sufinanciranja [%]	85%
5.	Iznos sufinanciranja EU [mil . €] (3.)×(4.)	63.77

Prema provedenoj financijskoj analizi i uputama EU o sufinanciranju putem fondova, ukupni iznos koji sufinancira EU iznosi 63.77 mil. kn, što je 44.13% ukupnih investicijskih troškova.

**6.2.8. Izvori financiranja**

U okviru projekta mogući izvori financiranja su:

- kohezijski fond
- nacionalni javni doprinos
- drugi resursi (kredit).

Prema financijskoj analizi, izvori financiranja su:

- kohezijski fond 44.13% (63.77 mil kn)
- nacionalni javni doprinos 35.87% (51.83 mil kn)
- drugi resursi (kredit). 20.00% (28.90 mil kn)

**6.2.9. Financijska održivost**

Nakon utvrđivanja sufinanciranja potrebno je odrediti financijsku održivost projekta. Financijska održivost je ostvarena ako je neto **kumulirani generirani novčani tok** pozitivan u svim razmatranim godinama.

Važno je osigurati da na projektu, čak i ako je sufinanciran od strane EU, ne postoji opasnost od nedostatka financiranja.

Nakon utvrđivanja investicijskih troškova, operativnih prihoda i troškova i izvora financiranja, moguće je i korisno odrediti financijsku održivost projekta. Projekt je financijski održiv kada za njega ne postoji rizik da će se u budućnosti ostati bez novca. U tijeku izgradnje potrebno je osigurati sufinanciranje države u iznosu od 51.83 mil. kn, no nakon što sustav počne s radom, prihodi projekta su u svakoj godini veći od troškova rada i održavanja, što osigurava pozitivno poslovanje u svim godinama razmatranja projekta, odnosno financijsku održivost.

Tablica 6.3 Financijska održivost

	GODINE																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
ODLJEVI	50000.0	94500.0	9462.1	9870.0	10306.8	10774.8	11275.7	11872.3	12387.1	13002.6	13661.8	14367.9	15124.1	15833.9	16801.3	17730.3	18725.2	19790.7	20931.9	22154.1	23463.1	24865.1	26366.5	27974.6	29696.9
Izgradnja sustava	50000.0	94500.0																							
Projektna dokumentacija, nadzor i sl.	9500.0	0.0																							
Izgradnja sustava (građ)	2475.0	5775.0																							
Izgradnja sustava (oprema)	25875.0	60375.0																							
Priključak na mrežu	12150.0	28350.0																							
Kamate			1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4			
Održavanje sustava			3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5
Održavanje - troškovi	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5
Održavanje - plaće	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0
Električna energija			5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4
Kupnja električne energije			5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4
Iskade			500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
PRILJEVI	50000.0	94500.0	9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43299.0
Financiranje	50000.0	94500.0																							
EU sredstva	22065.0	41702.9																							
Kredit	10000.0	18900.0																							
Nacionalni izori	17935.0	33897.2																							
Električna energija			9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43299.0
Prodaja električne energije			9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43299.0
Tijek novca	0.0	0.0	112.2	384.2	675.4	987.3	1321.3	1679.1	2062.2	2472.6	2912.1	3382.8	3866.9	4426.8	5005.0	5624.3	6287.6	6998.0	7758.8	8573.6	9466.3	10380.9	11381.9	12453.9	13602.1
Porez na dobi			22.4	76.8	135.1	197.5	264.3	335.8	412.4	494.5	582.4	676.6	777.4	885.4	1001.0	1124.9	1257.5	1399.6	1551.8	1714.7	1889.3	2076.2	2276.4	2490.8	2720.4
Tijek novca (neto)	0.0	0.0	89.8	307.3	540.3	789.8	1057.0	1343.2	1649.8	1978.1	2329.7	2706.2	3109.5	3541.4	4004.0	4498.5	5030.1	5598.4	6207.0	6858.9	7557.0	8304.7	9105.5	9963.1	10881.7
Održivost	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da	Da
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

### 6.2.10. Financijski povrat kapitala

Završni korak je procjena financijskog povrata kapitala (FRR(K)). Cilj ovog izračuna je vidjeti kakvi su rezultati projekta iz perspektive javnih, a moguće i privatnih subjekata koji su primili pomoć. Za dani investicijski trošak, korisnik zajma treba u njega ubaciti manje kapitala budući da porezni obveznik iz EU pokriva dio troškova projekta. Obrazloženje samog bespovratnog zajma EU u okviru Kohezijske politike jest povećanje mogućnosti investiranja prebacivanjem (promjenom) kapitalnih potreba.

Najbolji pristup kod razmatranja ovog učinka jest jednostavno se fokusirati na fondove koje osigurava korisnik zajma, uključujući fondove koji bi trebali biti na raspolaganju kao nacionalni javni udjeli, privatni udjeli (ako ih ima), te potrebu povrata zajmova i kamata financijerima koji su treća strana. Pri tome se pod odljevima sredstava smatraju:

- operativni troškovi,
- udjeli nacionalnog (javnog i privatnog) kapitala,
- financijska sredstva trećih strana kad se nadoknađuju tim stranama i
- kamate na zajmove.

Priljevi su:

- operativni prihodi te
- ostatak vrijednosti.

Financijska neto sadašnja vrijednost kapitala FNPV(K) je suma neto diskontiranih novčanih tokova koji nastaju za **korisnika zajma** tijekom provedbe investicijskog projekta. Financijski povrat kapitala određuje povrat za nacionalne korisnike zajma (privatne i javne zajedno).

Kod izračuna FNPV(K) i FRR(K), uzimaju se u obzir svi izvori financiranja **izuzev** novčanih sredstava iz EU. Ova se sredstva smatraju odljevom (u financijskoj održivosti to su priljevi) a ne investicijskim troškovima. Čak i kada se očekuje da će FRR(C) biti vrlo nizak ili čak negativan za javno ulaganje, FRR(K) će često biti pozitivan.

Rezultati financijske analize za financijski povrat kapitala su:

Financijska interna stopa rentabilnosti kapitala:

$$\text{FIRR(K)} = 5.9\%$$

Financijska neto sadašnja vrijednost kapitala:

$$\text{FNPV(K)} = 17.53 \text{ mil kn}$$

Tablica 6.4 Financijski povrat kapitala

	GODINE																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
TROŠKOVI	17935.0	33897.2	9462.1	9870.0	10306.8	10774.6	11275.7	11812.3	12387.1	13002.6	13661.8	14367.9	15124.1	15933.9	16801.3	17730.3	18725.2	19700.7	20931.9	22154.1	23463.1	24865.1	26366.5	27974.6	29696.9
	17935.0	33897.2																							
	17935.0	33897.2																							
	Nacionalni kapital																								
Prihodovi			1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4	1767.4			
			3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5	3217.5
			1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5
			1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0	1800.0
Prihodovi			5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4
			5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4
Prihodovi			500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
			9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43299.0
Prihodovi			9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43299.0
			9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43299.0
Prihodovi																									
Prihodovi			-17935.0	-33897.2	112.2	384.2	987.3	1321.3	1679.1	2062.2	2472.6	2912.1	3382.8	3886.9	4426.8	5005.0	5624.3	6287.6	6998.0	7758.8	8573.6	9446.3	10380.9	11381.9	12453.9
			-17245.2	-48585.0	-48485.2	-48156.9	-47601.8	-46821.5	-45817.4	-44590.6	-43141.7	-41471.3	-39579.7	-37466.8	-35132.4	-32576.1	-29797.0	-26794.1	-23566.2	-20111.8	-16429.2	-12516.3	-8370.9	627.2	5485.8
Prihodovi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25

### 6.3. EKONOMSKA ANALIZA

Ekonomska analiza služi dokazivanju pozitivnog neto doprinosa koji projekt ima za društvo te je stoga vrijedan sufinanciranja iz sredstava EU fondova. U slučaju odabrane opcije, diskontirane ekonomske koristi koje generira projekt moraju premašivati diskontirane ekonomske troškove.

Analiza je napravljena koristeći fiksne cijene i usvojene vrijednosti za diskontirane faktore koji iznose 5,0 % za ekonomsku analizu troškova i koristi, kao što je preporučeno od strane Europske komisije za period 2014. - 2020. godine.

#### 6.3.1. Konverzija tržišnih u ekonomske cijene

Promatrane cijene ili javne tarife potrebno je pretvoriti u cijene u sjeni koje prikladnije prikazuju socijalni oportunitetni trošak dobara.

Međutim, kako Hrvatska još uvijek nije razvila vlastite smjernice za analizu koristi i troškova, koje su usmjerene na procjenu seta nacionalnih parametara, uključujući ključne cijene u sjeni ili faktore konverzije, u predmetnoj analizi korišten je standardni faktor konverzije 1, te nije izvršena korekcija cijena.

Prema *Vodiču za analizu troškova i koristi (2014.)*, ukoliko tijelo ovlašteno za planiranje ne ponudi vlastite procjene, potrebno je primijeniti automatsko pravilo prema kojem standardni faktor konverzije iznosi 1.

Ovo je i u skladu s konzervativnim pristupom analizi, budući da analiza u obzir uzima punu vrijednost društvenih troškova.

#### Primijenjeni konverzijski faktori

Kako je navedeno u prethodnom poglavlju, za potrebe provedene analize korišten korekcijski faktor iznosi 1,00.

#### Fiskalne korekcije

Ključne fiskalne koristi odnose se na poreze koji se uplaćuju u državni proračun ili proračun jedinica lokalne samouprave, a direktno proizlaze iz projekta. Korištena metodologija za analizu troškova i koristi propisuje kako svi ulazni i izlazni podaci analize moraju biti bez PDV-a i drugih poreza.

#### 6.3.2. Kvantifikacija društvenih koristi

##### Smanjenje emisije stakleničkih plinova(SP)

Nakon izgradnje VN priključka smanjit će se emisija SP. Smanjenje emisije SP se očituje kroz MWh prodane električne energije, kao zamjenu za stavljanje u pogon brodskih generatora prema poglavlju 3.3.4.

Tablica 6.5 Smanjenje emisije SP u prvoj godini

SO <sub>2</sub> (T)	NO <sub>x</sub> (T)	CO <sub>2</sub> (T)
2,6	56,8	3.962

Emisije su kvantificirane preko izračuna ukupnih CO<sub>2</sub>-ekvivalentnih (CO<sub>2e</sub>). Staklenički prinovi osim CO<sub>2</sub> se konvertiraju u CO<sub>2e</sub> umnožavanjem količine određenog SP s faktorom ekvivalentnim njegovom globalnom potencijalu zatopljenja. Za NO<sub>x</sub> on iznosi 298.

Sukladno tome procjena smanjenja emisije CO<sub>2e</sub> za prvu godinu rada priključka iznosi 20,888 t<sub>CO2e</sub>.

Monetizacija smanjenja emisije CO<sub>2e</sub> provedena je za tri scenarija kretanja cijene CO<sub>2e</sub>

Tablica 6.6 Tri scenarija kretanje cijene CO<sub>2e</sub>

Scenariji	Vrijednost (2010) (EUR/t-CO <sub>2e</sub> )	Povećanje razdoblje (2011-2030)
Visoki	40	2
Srednji	25	1
Niski	10	0,5
Izvor: Vodič za analizu koristi i troškova (2014); str. 63		

Za potrebe monetizacije smanjenje emisije CO<sub>2e</sub> korištene su vrijednosti srednjeg scenarija, a sukladno uputama danim u vodiču za analizu koristi i troškova.

#### Ostale društvene koristi

Oblici potražnje za projektom, u obliku ostvarivanja izravnih i neizravnih koristi, su sljedeći:

- Hrvatska elektroprivreda i Luka Gruž:
  - prihodi od prodaje „proizvoda“, nove prilike za razvoj
- Lokalna uprava:
  - renta, ostali indirektni prihodi od poreza, novi oblici organizacije,
- Tvrtke iz područja graditeljstva i elektro-industrije:
  - zapošljavanje kapaciteta, dobit
- Lokalna zajednica (stanovništvo):
  - povećanje prihoda, kratkoročnih i dugoročnih
  - smanjenje buke i zagađenja u području luke

Ove koristi se neće valorizirati u modelu, već se samo napominju kao dodatni doprinos projekta.

#### **6.3.3. Rezultati ekonomske analize**

Pokazatelji projekta izračunati za navedenu ekonomsku analizu pri korištenju diskontne stope od 5% su:

Ekonomska interna stopa rentabilnosti:

$$\text{EIRR} = 8.7\%$$

Ekonomska neto sadašnja vrijednost:

$$\text{ENPV} = 77.77 \text{ mil. kn}$$

Odnos koristi i troškova:

$$\text{K/T} = 1.25$$



Tablica 6.7 Ekonomska analiza

		GODINE																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
TROŠKOVI	50000.0	94500.0	84221	8830.0	9266.8	9734.6	10235.7	10772.3	11347.1	11962.6	12621.8	13327.9	14084.1	14893.9	15761.3	16690.3	17685.2	18750.7	19891.9	21141.1	22423.1	23825.1	25326.5	26934.6	28656.9	
	50000.0	94500.0																								
	9500.0	0.0																								
	2475.0	5775.0																								
	25875.0	60375.0																								
	12150.0	28350.0																								
Održavanje sustava	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	2677.5	
	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	1417.5	
	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	1260.0	
	5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4	28350.0		
Električna energija	5744.6	6152.5	6589.3	7057.1	7558.2	8094.8	8669.6	9285.1	9944.3	10650.4	11406.6	12216.4	13083.8	14012.8	15007.7	16073.2	17214.4	18436.6	19745.6	21147.6	22649.0	24257.1	25979.4	28350.0		
Kupnja električne energije																										
KORISTI	0.0	0.0	15047.0	16164.9	17361.2	18641.3	20010.7	21475.7	23042.8	24718.8	26511.2	28427.8	30477.2	32688.2	35010.5	37514.4	40190.7	43051.2	46108.3	49375.3	52866.4	56596.6	60592.3	64840.6	69889.9	
RHE	9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43295.0	46375.0	50000.0	
Električna energija (vršno)	9574.4	10254.1	10982.2	11761.9	12597.0	13491.4	14449.3	15475.2	16573.9	17750.7	19011.0	20360.7	21806.3	23354.6	25012.8	26788.7	28690.7	30727.7	32909.4	35246.0	37748.4	40428.6	43295.0	46375.0	50000.0	
Ostatak vrijednosti (građ)																										
Ostatak vrijednosti (oprema)																										
Ostale koristi	5472.7	5910.8	6379.0	6879.3	7413.7	7984.4	8593.5	9243.6	9937.3	10677.2	11466.2	12307.5	13204.2	14159.8	15177.9	16262.5	17417.6	18647.6	19957.0	21350.7	22833.9	24412.0	26090.9	27933.0		
Smanjenje emisije CO2	5472.7	5910.8	6379.0	6879.3	7413.7	7984.4	8593.5	9243.6	9937.3	10677.2	11466.2	12307.5	13204.2	14159.8	15177.9	16262.5	17417.6	18647.6	19957.0	21350.7	22833.9	24412.0	26090.9	27933.0		
Jijek novca (neto)	-50000.0	-94500.0	6624.9	7334.9	8094.4	8906.6	9775.0	10703.4	11695.7	12756.2	13889.3	15099.9	16393.1	17774.3	19249.2	20824.1	22505.6	24300.5	26216.4	28261.2	30443.2	32771.6	35255.8	37906.0	59233.0	
ENSV (kumulativno)	-47619.0	-133333.3	-127610.5	-121576.0	-115233.9	-108587.6	-101640.7	-94396.2	-86857.0	-79025.8	-70905.0	-62496.8	-53803.2	-44826.0	-35566.8	-26027.0	-16207.9	-6110.5	4264.2	14915.5	25842.9	37045.8	48524.1	60277.5	77769.2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	

## 7. ANALIZA OSJETLJIVOSTI I RIZIKA

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK  
Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTI BIRO SPLIT d.o.o.  
Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT  
OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.  
Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.

## 7.1. UVOD

Svrha analize osjetljivosti i rizika je procijeniti snagu pokazatelja profitabilnosti projekta. U tu svrhu, prvi dio analize (analiza osjetljivosti) ima za cilj identificirati ključne varijable i njihov mogući učinak u smislu promjena u pokazateljima profitabilnosti, dok drugi dio (analiza rizika) ima za cilj procijeniti vjerojatnost da će do tih promjena stvarno i doći, pri čemu se rezultati izražavaju kao procijenjena srednja vrijednost i standardno odstupanje od tih pokazatelja.

## 7.2. ANALIZA OSJETLJIVOSTI

### 7.2.1. Testiranje varijabli na 1%-tnu vrijednost

Cilj analize osjetljivosti projekta je procjena njegove prihvatljivosti ako se vrijednosti kritičnih parametara projekta budu ponašale drugačije nego što je planirano u toku dosadašnje analize. Oscilacije ključnih parametara mogu biti negativne ili pozitivne u odnosu na ocjenu isplativosti projekta.

Iako se u modelu pojavljuje veći broj varijabli moguće je provesti proračun kojim se testira veličina njihova utjecaja. Na taj je način moguće brzo doći do informacije koje su varijable od najvećeg utjecaja, bez potrebe za detaljnim testiranjem svake od varijabli posebno.

U CBA smjernicama sugerira se određivanje kritičnih varijabli kao onih čija promjena za  $\pm 1$  % dovodi do promjene neto sadašnje vrijednosti (financijske i/ili socio-ekonomske isplativosti) za više od 1 %.

Varijabla	Promjena FNPV uslijed varijacije $\pm 1\%$	Ocjena kritičnosti za FNPV	Promjena ENPV uslijed varijacije $\pm 1\%$	Ocjena kritičnosti za ENPV
Investicijski troškovi	1.95%	Kritična	1.71%	Kritična
Održavanje	0.28%	Nije kritična	0.22%	Nije kritična
Cijena EE (kupovna)	2.38%	Kritična	1.84%	Kritična
Cijena EE (prodajna)	3.97%	Kritična	3.07%	Kritična
Cijena CO2			1.40%	Kritična

Analiza osjetljivosti varijabli korištenih u financijskoj analizi pokazala je da kod financijskih rezultata investicijski trošak i cijena EE predstavljaju kritične varijable, dok se kod ekonomskih analiza iz kritičnih varijabli isključuje trošak održavanja.

### 7.2.2. Zamjenske vrijednosti

Posebna komponenta analize osjetljivosti je izračun tzv. komutativne/zamjenske vrijednosti (*eng. switching value*), odnosno vrijednosti koju bi analizirana varijabla trebala ostvariti da bi neto sadašnja vrijednost (financijska i/ili socio-ekonomska isplativosti) bila jednaka nuli.

Varijabla	FNPV=0	ENPV=0
Investicijski troškovi	već je negativan	58.33%
Cijena EE (kupovna)	već je negativan	54.34%
Cijena EE (prodajna)	već je negativan	-32.60%
Cijena CO2	već je negativan	-71.52%

Analiza komutacijske vrijednosti varijabli pokazuje da ne postoji ni jedna varijabla čije bi smanjenje u nekome manjem postotku moglo ekonomsku analizu svesti na neutralnu neto sadašnju vrijednost.

### 7.3. ANALIZA RIZIKA

Procjena učinka postotne promjene varijable pokazatelja uspješnosti projekta ne govori ništa o vjerojatnosti s kojom može doći do te promjene. Odabrana metodologija se provodi na temelju ključnih parametara odabranih kroz analizu osjetljivosti. Analizu rizika je napravljena za ključne varijable utjecaj promjene na ekonomsku NPV.

Kako bi se dobio uvid u utjecaje naprijed navedenih raspona vrijednosti na rezultate analize proveden je račun rizika. Za većinu ulaznih veličina pretpostavljena je normalna raspodjela vjerojatnosti uz 10% standardnu devijaciju i zadržane srednje vrijednosti, dok je cijena električne energije pretpostavljena s lognormalnom razdiobom uz očekivane vrijednosti koje su naprijed navedene i uz standardnu devijaciju od 10%.

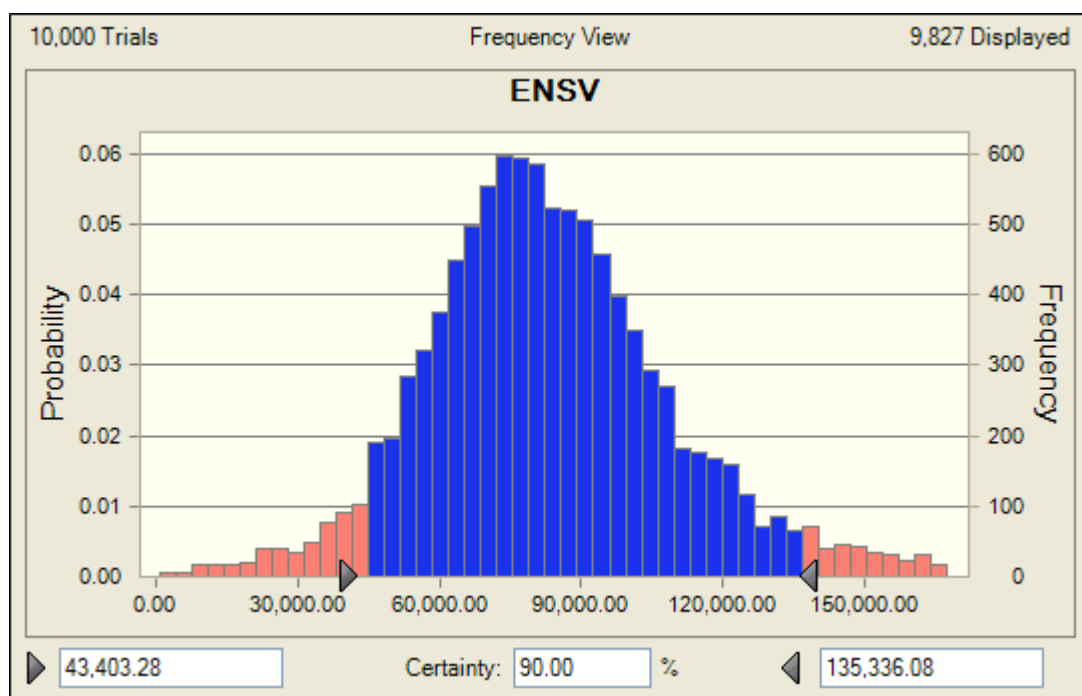
Korištena je metoda Monte Carlo. Ta se metoda sastoji od dodjele slučajno izabranih vrijednosti svim ključnim varijablama istovremeno uz dovoljan broj ponavljanja, kako bi se dobila distribucija vjerojatnosti za svaki od pokazatelja profitabilnosti. Pri tom će se svaki pokazatelj profitabilnosti iskazati kao srednja vrijednost i standardno odstupanje vrijednosti dobivenih nakon svih ponavljanja. U modelu Monte Carlo uzeli smo u obzir 10.000 interakcija za 1 scenarij.

#### 7.3.1. Rezultati Monte Carlo analize rizika

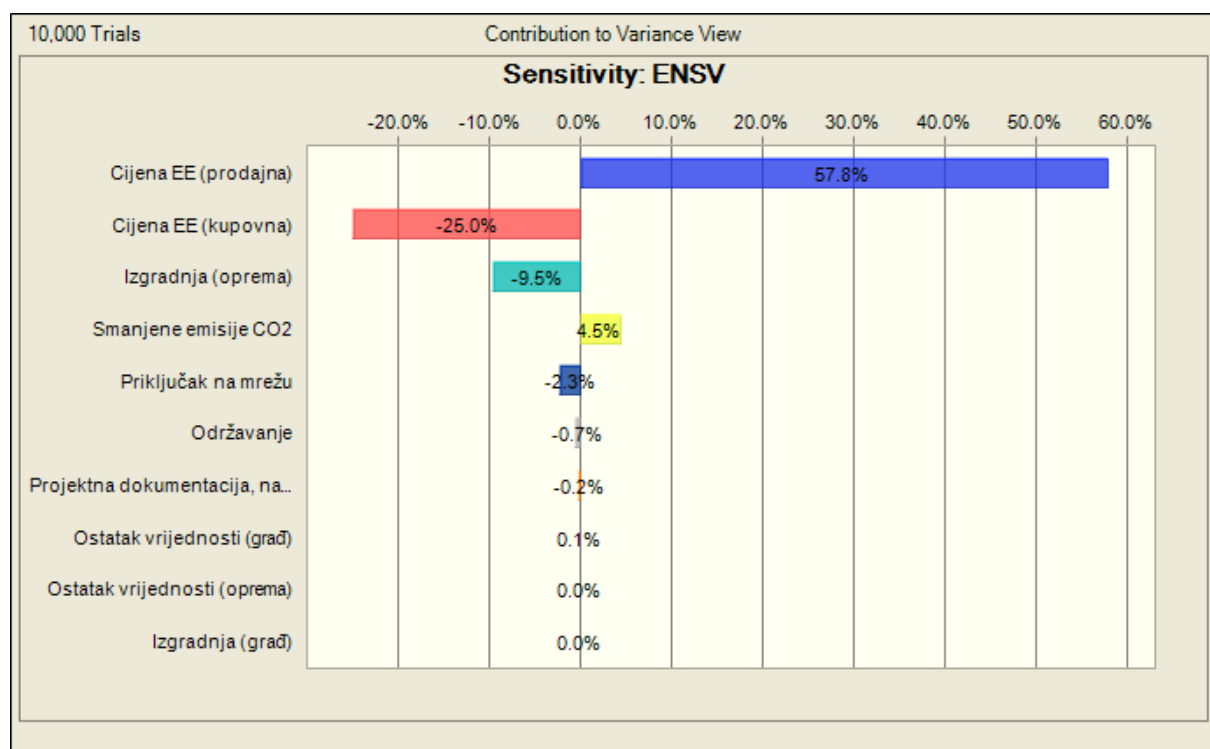
Na temelju rezultata proračuna izrađene su krivulje vjerojatnosti koje pokazuju s kojom pouzdanosti se mogu uzeti veličine pojedinih ekonomskih pokazatelja. Izračunata je krivulja vjerojatnosti za ekonomsku neto sadašnju vrijednost – ENSV (Slika 7.1).

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da će neto sadašnja vrijednost (ENPV) sa 90% sigurnošću biti u rasponu od 43.40 mil. kn do 135.34 mil kn. Vjerojatnost da neto sadašnja vrijednost (ENPV) bude iznad nule je 100%.

Slika 7.2 prikazuje dijagram osjetljivosti na kojem je vidljivo da najveći utjecaj na rezultate ima cijena električne energije, što je potvrda rezultata iz prethodnog poglavlja Analiza osjetljivosti.



Slika 7.1 Distribucija vjerojatnosti neto sadašnje vrijednosti (ENPV)



Slika 7.2 Dijagram osjetljivosti na ENPV projekta

**7.3.2. Upravljanje i smanjenje rizika**

Pored rizika varijacije u eksternim troškovima i koristima, u projektu možemo identificirati i druge rizike koji prate projekt.

Predviđanje objektivnih rizika, na koje u trenutku pripreme projekta ne možemo utjecati, može spriječiti nastanak rizika. Tako u nastavku identificiramo i objektivne rizike, a i preventivne / tekuće mjere s kojima bi se spriječio nastanak rizika, odnosno posljedice.

Vjerojatnost rizika	
A	Vrlo nevjerovatno
B	Nevjerovatno
C	Srednja vjerojatnost
D	Vjerojatno
E	Vrlo vjerojatno

Klasifikacija jačine rizika	
I	Bez učinka, čak i ako izostanu korektivne radnje
II	Minimalni učinak na projekt. Ipak, potrebne su korektivne radnje za sprečavanje negativnog djelovanja
III	Umjeren učinak, prvenstveno u obliku štetnog financijskog učinka. Korektivnim radnjama moguće je ispraviti problem
IV	Kritični učinak. Pojava uzrokuje visoku razinu gubitka društvenog blagostanja, čak i gubitak primarne funkcije projekta. Korektivne radnje, čak i u značajnom obimu, nisu dovoljne da se potpuno izbjegne šteta
V	Katastrofalni učinak. Neuspjeh projekta koji može rezultirati ozbiljnim ili potpunim gubitkom funkcije projekta.

Legenda matrice rizika

Prema Vodiču za analizu troškova i koristi investicijskih projekata (Europska komisija, prosinac 2014.) (Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014 – 2020; European Commission, December 2014) razina rizika se definira kako je prikazano u tablici.

Jačina / Vjerojatnost	I	II	III	IV	V
A	Niska	Niska	Niska	Niska	Umjerena
B	Niska	Niska	Umjerena	Umjerena	Visoka
C	Niska	Umjerena	Umjerena	Visoka	Visoka
D	Niska	Umjerena	Visoka	Neprihvatljiva	Neprihvatljiva
E	Umjerena	Visoka	Neprihvatljiva	Neprihvatljiva	Neprihvatljiva

U tablici u nastavku prikazani su rizici koje treba uzeti u obzir pri implementaciji predmetnog projekta. Pojedinom riziku dodijeljena je vjerojatnost pojavljivanja istog, kao i procjena utjecaja rizika na projekt. Peti stupac predstavlja mjere ublažavanja za smanjenje rizika.

Opis rizika/posljedice	Vjerojatnost	Jačina	Razina rizika	Aktivnost umanjivanja rizika	Razina rizika nakon mjera prevencije
<b>PLANIRANJE</b>					
Nisu prikupljene sve važne informacije od relevantnih dionika - nepostizanje ciljeva Projekta - nezadovoljstvo relevantnih dionika rezultatima Projekta	B	III		Identificirat će se svi relevantni dionici te će biti izrađen plan prikupljanja podataka, uključujući alate i metode za prikupljanje informacija	
Neslaganje među ključnim dionicima - usporavanje provedbe - promjena opsega aktivnosti - kašnjenja	C	II		Redovno će se održavati sastanci sa svim relevantnim dionicima kako bi svi bili upućeni u tijek provedbe i očekivane rezultate Projekta. Prije početka provedbe bit će jasno definirane uloge i krajnje ovlasti za donošenje odluka među dionicima	
Organizacija rada nije učinkovita - povećanje troškova projekta - kašnjenja	C	III		Bit će оформljen tim za upravljanje projektom sastavljen od stručnjaka koji će sudjelovati u organizaciji rada. Redovno će se održavati radni sastanci s dionicima uključenima u provedbu projekta na kojima će se po potrebi tijekom provedbe Projekta dogovarati nova organizacija rada	
Ozbiljni rizici nisu identificirani - nepostizanje ciljeva Projekta - kašnjenja - smanjena kvaliteta provedbe	C	IV		Održat će se sastanci za raspravu te će biti оформljen tim za identificiranje rizika i provedbu analize rizika te definiranje mjera za ublažavanje.	
Nedostatak kapaciteta Luke Gruž u planiranju svih aktivnosti previđenih Projektom - nekvalitetna priprema projekta - nepostizanje ciljeva Projekta - kašnjenja	D	III		Predviđena je mogućnost podrške Luke Gruž dodatnim stručnim kapacitetima vanjskih izvođača	
Pogrešna procjena troškova - kašnjenja - povećanje troškova projekta i nedostatak izvora za financiranje prekomjernih troškova - nemogućnost završetka projekta	C	IV		Bit će definiran investicijski plan sa svim stavkama i troškovima prikazanim u ukupnom iznosu i po godinama provedbe Bit će identificirani izvori financiranja i udjeli financiranja koji se očekuju iz svakog od identificiranih izvora. Nosioci projekta su izravno uključeni u pripremu projekta još od faze izrade studijske dokumentacije i dio procjena troškova je rađen i na temelju iskustva iz poslovanja	
Neodgovarajuće određivanje dinamike implementacije projekta - kašnjenja - nepotpuna apsorpcija EU sredstava namijenjenih za projekt	B	IV		Pri definiranju vremenskog plana uzet će se u obzir logički slijed aktivnosti, odnosi među aktivnostima ( <i>end-to-start</i> , <i>start-to-start</i> , <i>start-to-end</i> , <i>end-to-end</i> ), mogući vanjski utjecaji koji mogu usporiti provedbu, raspoloživost resursa za provedbu, predefimirani rokovi.	

Opis rizika/posljedice	Vjerojatnost	Jačina	Razina rizika	Aktivnost umanjivanja rizika	Razina rizika nakon mjera prevencije
Promjena u strategiji Nosioca projekta - gubitak podrške upravljačke strukture	A	V		Provođenje usuglašavanja strategije kod upravljačke strukture gdje će koncept Projekta biti jedan od prioriteta razvoja društva.	
<b>ADMINISTRATIVNA PROVEDBA</b>					
Poteškoće u provođenju javne nabave (višestruko ponavljanje postupaka, poništavanje natječaja) - kašnjenja s početkom provedbe - nemogućnost završetka projekta	D	IV		Izraditi će se detaljan plan nabave s jasno definiranim rokovima provedbe pojedinih postupaka. Pri izradi vremenskog plana provedbe Projekta uzet će se u obzir trajanje postupaka javne nabave te moguća kašnjenja. U dokumentaciji za nadmetanje kriteriji i rokovi za obavljanje usluga/ izvršavanje radova/ dostavljanje roba bit će jasno, ali ne preusko definirani kako bi se omogućio odabir odgovarajućeg ponuditelja. Po potrebi će se koristiti vanjska pomoć u pripremi i pregledu dokumentacije za nadmetanje	
Poteškoće u ishođenju potrebnih dozvola - kašnjenja - nemogućnost završetka projekta	C	V		Prilikom planiranja projekta sklopu aktivnosti upravljanje projektom potrebno je predvidjeti dovoljno vremena za ishođenje dozvola	
Rizik nemogućnosti osiguravanja potrebnih EU sredstava za provedbu Projekta - nedostatna sredstva u nacionalnom proračunu za sufinanciranje projekta	A	IV		Pojačati suradnju nadležnih tijela i Nosioca projekta, te diskusiju na temu financiranja. Stalno pratiti financiranje i biti u kontaktu s glavnim financijerima, osigurati sredstva u godišnjim planovima.	
Imovinsko pravni problemi - kašnjenja s početkom provedbe - nemogućnost završetka projekta	D	III		Vrlo rano potrebno pristupiti ka uređenju imovinsko pravnog dijela na svim parcelama koje su dio projekta.	
<b>GRADNJA I UGRADNJA OPREME</b>					
Vremenski uvjeti usporavaju radove na izgradnji - kašnjenja	C	I		Plan aktivnosti redefinirati će se u skladu s kalendarskim početkom projekta, ukoliko projekt započne tako da početak provedbe gradnje pada u zimskim mjesecima. Proračunom je predviđena sigurnosna rezerva (contingency reserve) u slučaju kašnjenja radova i sl. U rokove za gradnju su uračunati dani nepovoljni za gradnju.	
Izvođač nema adekvatne resurse za obavljanje zadataka na kvalitetan način - kašnjenja - smanjenja kvaliteta provedbe	B	IV		Kriterij izbora izvođača mora uključivati jamstva kvalitete, a ne isključivo najnižu cijenu.	



Opis rizika/posljedice	Vjerojatnost	Jačina	Razina rizika	Aktivnost umanjivanja rizika	Razina rizika nakon mjera prevencije
Kašnjenje izvođača u provedbi radova	C	IV		Početno postavljanje svih procedura praćenja aktivnosti trebale bi umanjiti ovaj rizik, budući da stvaraju alat za pravovremenu reakciju tehničkog koordinatora prema Izvođaču. Sve nadležne službe i korisnike prostora upozoriti i upoznati s projektom i radovima. Pripremiti normalno funkcioniranje uz pomoć nadležnih institucija.	
Izvođač ne može ispunjavati financijske obveze - kašnjenja - nemogućnost ispunjenja dijela ugovora	B	III		Izvođač mora dokazati financijsku sposobnost pri izboru. Pozorno motrenje financijske pozicije izvođača	
<b>RAD I ODRŽAVANJE</b>					
Neodgovarajuće održavanje novog sustava - skraćivanje životnog vijeka sustava - povećanje troškova održavanja - umanjivanje rezultata projekta	B	III		Za izbjegavanje čestih kvarova i nepravilnog rada bit će osiguran stručan tehnički nadzor i održavanje	

## 8. ZAKLJUČAK I PREPORUKE

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK  
Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTI BIRO SPLIT d.o.o.  
Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT  
OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el.

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.  
Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.

## 8.1. OPĆENITO

Na temelju analiza može se zaključiti da je izgradnja visokonaponskog kopnenog priključka u luci Dubrovnik - Gruž financijski neisplativ projekt, te treba sufinanciranje EU no u velikoj mjeri društveno isplativ projekt.

Ekonomsko-financijska ocjena o predmetnom projektu temelji se na razdoblju analize 25 godina. Investicijski gledano građevinski objekti uz redovito održavanje imaju životni vijek veći od 100 godina. Jedino što kod elektroenergetskih građevina treba zamijeniti dotrajalu opremu što je investicijski izdatak nakon 25-30 godina.

Kod toga treba imati na umu da današnji način vrednovanja investicijskih projekata dovoljno ne uvažava dugoročne troškove i dobiti u korist kratkoročnih koristi i troškova. Visoke diskontne stope gospodarskih analiza odvrćaju od investicija s dugoročnim koristima. Ova nepovoljnost je posebno izražena kod ovakvih elektroenergetskih građevina kod kojih su početna ulaganja velika, troškovi pogona i održavanja mali, dobit sigurna, ali se ostvaruje kroz dugi niz godina.

S obzirom da je Dubrovnik jedna od glavnih svjetskih turističkih destinacija, a zadnje dvije godine i najbolja kruzing destinacija u kategoriji Istočni Mediteran ispred Kotora, Venecije, Santorinija i Rodosa, osim radi iznimnih okolnosti, broj dolazaka turista brodovima za kružna putovanja se u budućnosti svakako neće smanjivati.

U tehničkom pogledu visokonaponski kopneni priključci će osigurati sigurnu i pouzdanu opskrbu brodova za kružna putovanja - kruzera električnom energijom s kopna prilikom njihovog boravka na vezu u luci Dubrovnik - Gruž, a istovremeno će povoljno utjecati na okoliš, jer ćemo za posljedicu imati smanjenje brodskih emisija štetnih tvari u okolni zrak.

Mišljenja smo da bi ovakav projekt, prije svega imao najveće ekološke učinke za grad Dubrovnik, jer bi se svakako poboljšala kvaliteta okolnog zraka, te smanjenjilo zagađenje okolnog tla i vode. Smanjenjem brodskih emisija ispušnih plinova smanjile bi se količine čestica u okolnom zraku za koje je potvrđeno da uzrokuju bolesti kardiovaskularnog, respiratornog i živčanog sustava.

Osim toga, ovakva vrsta napajanja broda također smanjuje jačinu buke i vibracije u luci.

Dodatno na sve prethodno navedeno, bitno je istaknuti da je predmetni investicijski projekt u potpunosti usklađen s nacionalnim i europskim, energetske ciljevima. Tim ciljevima se nastoji ublažiti utjecaj na klimatske promjene te osigurati energetske održivost putem smanjenja emisije stakleničkih plinova, korištenje obnovljivih izvora energije i povećanje energetske učinkovitosti.

Nastavno su dani daljnji koraci (projekti i dozvole) koji su potrebni prije samog početka izgradnje:

- prostorno-plansko usklađivanje
- elaborati i ispitivanja za idejni projekt (geodezija, snimka i ocjena stanja konstrukcija, priključak na mrežu)
- idejni projekt
- analiza utjecaja na okoliš
- ishoda lokacijske dozvole
- elaborati i podloge za glavni projekt
- elaborati i podloge industrije za glavni projekt
- glavni projekt

- ishođenje potvrde glavnog projekta i građevinske dozvole
- dokumentacija za nadmetanje
- izvedbeni projekt

## 8.2. EKONOMSKO FINACIJSKE OSOBITOSTI PROJEKTA

Polazeći od činjenice da je postupak odlučivanja o investicijama skup rizičnih odluka o ulaganju kapitala od kojih se očekuje da pridonese budućem razvoju i ekonomskom uspjehu gospodarstva, provedena je ekonomsko financijska analiza te ocjena isplativosti investicije. Primijenjena osnovna financijska diskontna stopa za izračun sadašnje vrijednosti projekta je 4%. Diskontna stopa je definirana u skladu s Vodičem za analizu troškova i koristi investicijskih projekata. Vijek projekta je 25 godina.

Prema financijskoj analizi dobiveni su sljedeći rezultati:

Financijska interna stopa rentabilnosti:

$$\text{FIRR(C)} = 0.2 \%$$

Financijska neto sadašnja vrijednost:

$$\text{FNPV(C)} = -69.33 \text{ mil. kn}$$

Iz navedenog slijedi da financijski model, nije profitabilan, odnosno da je neto sadašnja vrijednost takvog projekta -69.33 mil. €, te je potrebno sufinanciranje EU.

Prema provedenoj financijskoj analizi i uputama EU o sufinanciranju putem fondova, ukupni iznos koji sufinancira EU iznosi 63.77 mil. kn, što je 44.13% ukupnih investicijskih troškova.

Društveni kriteriji isplativosti projekta u aktualnim gospodarskim i ekonomskim mogućnostima su: povećanje proizvodnje električne energije, smanjenje emisije CO<sub>2</sub>, povećanje zaposlenosti, smanjenje buke i zagađenja.

Pokazatelji projekta izračunati za navedenu ekonomsku analizu pri korištenju diskontne stope od 5% su:

Ekonomska interna stopa rentabilnosti:

$$\text{EIRR} = 8.7\%$$

Ekonomska neto sadašnja vrijednost:

$$\text{ENPV} = 77.77 \text{ mil. kn}$$

Odnos koristi i troškova:

$$\text{K/T} = 1.25$$

## 9. GRAFIČKI PRILOZI

INVESTITOR:

LUČKA UPRAVA DUBROVNIK  
Obala Pape Ivana Pavla II br.1, 20000 Dubrovnik

TVRTKA PROJEKTANTA:

PROJEKTNI BIRO SPLIT d.o.o.  
Ivana Gundulića 42, 21000 SPLIT  
OIB: 28967682658

NAZIV PROJEKTA

STUDIJA PREDIZVODLJIVOSTI „PROJEKTA  
PRIOBALNOG NAPAJANJA ELEKTRIČNOM  
ENERGIJOM NEKONVENCIONALNIH POTROŠAČA  
U LUCI DUBROVNIK – GRUŽ“

RAZINA RAZRADE

STUDIJA

NAZIV STRUKE PROJEKTA

PROJEKT VIŠE STRUKA

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA

DUB.1093

BROJ PROJEKTA

1093

PROJEKTANTI:

Zdenko Radić, dipl.ing.el.

Duje Lalić, mag.ing.univ.spec.aedif.

mr.sc. Toni Dropulić, dipl.ing.el.  
Dalekovod-Projekt d.o.o. Zagreb

Split, prosinac 2018.





TUMAČ:

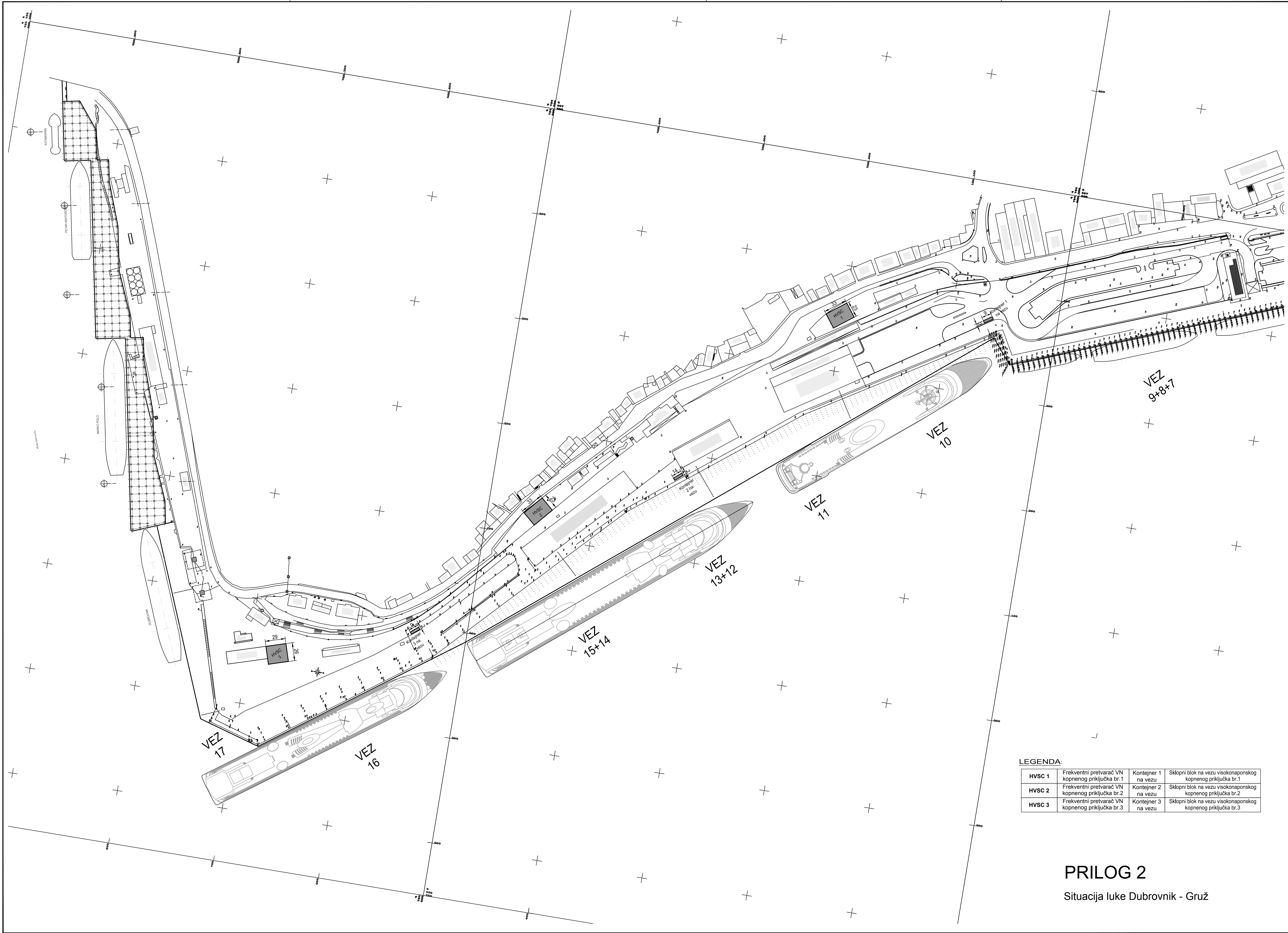
- Postojeći dalekovod 110 kV
- Planirani dalekovod 110 kV
- Postojeći kabel 110 kV
- Planirani kabel 110 kV

SITUACIJSKI PRIKAZ 110 kV POSTOJEĆE I PLANIRANE MREŽE  
NA ORTOFOTO PODLOZI

PRILOG 1

MJERILO:  
1:20000





**PRILOG 2**  
Situacija luke Dubrovnik - Gruž