

Tehničko-tehnološka koncepcija plutajućeg Terminala za UPP na otoku Krku

Technical concept of the floating LNG Terminal on the island of Krk

Marko Častek
LNG Hrvatska d.o.o.
marko.castek@lng.hr

Hrvoje Krhen
LNG Hrvatska d.o.o.
hrvoje.krhen@lng.hr

Matija Palčić
LNG Hrvatska d.o.o.
matija.palcic@lng.hr



Ključne riječi: ukapljeni prirodni plin, prirodni plin, terminal za UPP

Key words: liquified natural gas, natural gas, LNG terminal



Sažetak

Puštanjem u rad Terminala za ukapljeni prirodni plin (nadalje: UPP) na otoku Krku počekom 2021., započelo je novo razdoblje razvoja tržišta prirodnog plina u Republici Hrvatskoj. Izgradnjom terminala te otpremnog plinovoda Omišalj – Zlobin, Hrvatska je dobila novi dobavni pravac prirodnog plina koji joj jamči sigurnost opskrbe plinom te energetske neovisnost. Terminal za UPP na otoku Krku sastoji se od nekoliko glavnih elemenata, dok se sami proces prijelaza UPP-a iz tekućeg u plinovito agregatno stanje odvija na plutajućoj jedinici za prihvat skladištenje i uplinjavanje UPP-a (engl. Floating Storage Regasification Unit, u nastavku: FSRU). Prirodni plin se zatim priključnim plinovodom transportira u plinski transportni sustav Republike Hrvatske. Pregled sastavnih dijelova terminala te tehnoloških procesa koji se odvijaju na terminalu dani su u nastavku teksta.



Abstract

With the commissioning of the Liquified Natural Gas (hereinafter: LNG) Terminal on the Island of Krk at the beginning of 2021, a new era of natural gas market development in the Republic of Croatia has begun. With the construction of the LNG Terminal and the Omišalj – Zlobin connecting pipeline, the Republic of Croatia has secured a new natural gas supply route, which guarantees security of gas supply and energy independence. The LNG Terminal on the Island of Krk consists of several main elements, while the process of converting LNG from liquefied to gaseous state takes place on the FSRU. Natural gas is afterwards transported to the natural gas transmission system of the Republic of Croatia through the high pressure connecting pipeline. An overview of main elements of the LNG Terminal and the technological processes at the LNG Terminal is given in the following text.

1. Uvod

Temeljem zaključka Vlade Republike Hrvatske o ubrzavanju aktivnosti na realizaciji projekta izgradnje Terminala za UPP na otoku Krku, određeno je kako će se projekt razvijati u više faza, na način da će se u prvoj fazi realizirati plutajući, a u drugoj kopneni terminal za UPP. Izgradnja plutajućeg terminala općenito se smatra rješenjem koje je moguće realizirati s manjim kapitalnim troškovima, a ujedno je za samu izgradnju potrebno manje vremena u odnosu na izgradnju kopnenog terminala. Iako se rješenja razlikuju u implementaciji te svako od njih ima svoje operativne prednosti i nedostatke, tehnologija koja se koristi za uplinjavanje UPP-a te otpremu prirodnog plina u plinski transportni sustav u suštini je ista kod oba rješenja. Uz same ekonomske razloge, odabir rješenja često je povezan s dostupnošću izvora topline, odnosno energije potrebne za uplinjavanje UPP-a, gdje se u većini slučajeva kao izvor toplinske energije koristi morska voda. Kako je temperatura morske vode na lokaciji terminala dostatna da bi se kroz cijelu godinu ista mogla koristiti za potrebe uplinjavanja, takvo rješenje odabrano je kao optimalno za potrebe terminala na otoku Krku. U nastavku je dan opis tehničko-tehnološkog rješenja te način upravljanja plutajućim Terminalom za UPP na otoku Krku.

2. Glavni elementi plutajućeg Terminala za UPP na otoku Krku

Terminal za UPP sastoji se od sljedećih glavnih elemenata:

- FSRU brod 'LNG Croatia',
- pristan s pomoćnim postrojenjima i objektima,
- visokotlačni priključni plinovod
- priključni vodovod.



Slika 2.1. Osnovni prikaz glavnih elemenata plutajućeg Terminala za UPP na otoku Krku.

Na slici broj 2.1. dan je osnovni prikaz glavnih elemenata terminala za UPP.

2.1. FSRU brod 'LNG Croatia'

FSRU brod 'LNG Croatia', inicijalno je izgrađen u južnokorejskom brodogradilištu Hyundai Heavy Industries 2005. kao 'Golar Viking', odnosno konvencionalan tanker za prijevoz UPP-a. Nastavno na uspješno provedeni postupak nabave FSRU broda, početkom 2020. brod za prijevoz UPP-a 'Golar Viking' uplovio je u brodogradilište u Kini gdje je započeta preinaka iz broda za prijevoz UPP-a u FSRU brod. Radovi na preinakama podrazumijevali su ugradnju nove opreme pomoću koje se na brodu provode aktivnosti uplinjavanja UPP-a. Dva najveća zahvata ugradnje nove opreme obuhvaćala su ugradnju modula za uplinjavanje, koji je ugrađen na pramcu FSRU broda te ugradnju modula za proizvodnju električne energije, koji je ugrađen na krmi broda. Početkom prosinca 2020. potpuno funkcionalni FSRU brod 'LNG Croatia' uplovio je na lokaciju terminala te se uspješno vezao u luci posebne namjene terminala za UPP, nakon čega su započete sve aktivnosti povezane s puštanjem terminala u rad. Prvi brod za prijevoz UPP-a, koji je na terminal za UPP stigao 1. siječnja 2021., označio je početak komercijalnog rada terminala (slika 2.2.).

FSRU brod 'LNG Croatia' sastoji se od opreme za utovar i istovar UPP-a, četiri skladišna spremnika za UPP, opreme za uplinjavanje UPP-a, opreme za manipulaciju otparakom (engl. Boil of Gas), opreme za otpremu prirodnog plina, strojarnice i postrojenja namijenjenih za proizvodnju električne energije, pogonske opreme, operatorske sobe, protupožarnih sustava i svih pratećih postrojenja. Ukupni skladišni kapaciteta FSRU broda iznosi 140,206 m³, dok oprema za uplinjavanje UPP-a uključuje tri jedinice za uplinjavanje UPP-a s maksimalnom stopom uplinjavanja od 451,840 Nm³/h. FSRU brod 'LNG Cro-



Slika 2.2. Dolazak prvog broda za prijevoz UPP-a

atija' radit će maksimalnim kapacitetom do 300,000 Nm³/h, odnosno 2,6 milijardi m³/godišnje, u skladu s trenutnim mogućnostima plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske.

2.2. Pristan s pomoćnim postrojenjima i objektima

Osim spomenutog FSRU broda, glavnu infrastrukturu terminala za UPP čini pristan izveden na armirano-betonskim stupovima (pilotima). Pristan se sastoji od nekoliko elemenata koji su povezani u funkcionalnu cjelinu, a čija je glavna zadaća omogućiti sigurnost priveza FSRU broda, njegovu kontinuiranu i nesmetanu komunikaciju s kopnom te pouzdanu otpremu plina s FSRU broda na kopneni dio terminala. Ujedno, zadaća pristana je i posredni prihvat broda za prijevoz UPP-a koji se bočno privezuje uz FSRU brod prilikom pretovara UPP-a. Na centralnom dijelu pristana, odnosno glavi pristana, smještene su visokotlačne pretakačke ruke koje čine plinsku liniju između FSRU broda i kopnenog dijela terminala. Kroz pretakačke ruke, a zatim preko plinovoda koji je položen cijelom duljinom pristupnog mosta, prirodni se plin otprema do kopnenog dijela terminala. Na glavi pristana, osim visokotlačnih pretakačkih ruku, smještene je i protupožarna oprema te ostala pomoćna oprema nužna za sigurno i operativno funkcioniranje terminala. Niz oslanjačkih i priveznih utvrđica raspoređenih s obje strane glave pristana, a na koje su ugrađene brzootpuštajuće kuke i odbojnici, čine privezni sustav terminala. Privezna užad osigurava vezu između FSRU broda (i broda za prijevoz UPP-a) i kopna koja je dovoljno čvrsta, a ujedno i dovoljno elastična čime su omogućene prirodne oscilacije u gibanju FSRU broda s morskom površinom. Pomoću ugrađenog priveznog sustava, u slučaju opasnosti, odvez FSRU broda moguće je provesti na siguran i brz način.

Na kopnenom dijelu terminala smještene su pomoćna postrojenja i objekti bez kojih siguran rad terminala, a samim time i pouzdana isporuka prirodnog plina, ne bi bila moguća. Upravljačka zgrada kao centralni objekt na kopnenom dijelu, osigurava kontinuirani operativni nadzor rada cjelokupnog terminala 24/7, upravljanje terminalom preko upravljačkog sustava, a ujedno je i njegovo administrativno sjedište. Pomoćne prostorije same upravljačke zgrade služe smještaju instrumentacijske i elektro opreme terminala, čija je svrha povezivanje terminala u jednu funkcionalnu cjelinu. Pumpaonica protupožarne vode, zajedno sa spremnikom protupožarne vode te ugrađenom hidrantskom mrežom, pruža protupožar-

nu zaštitu na području terminala. S aspekta zaštite i osiguranja terminala te sprječavanja ulaska neovlaštenih osoba, na ulazu terminala smještena je čuvarnica pristana, dok je sam terminal ograđen dvostrukom visokom ogradom. Zaštitarskom službom i kontinuiranim video nadzorom osigurana je visoka razina sigurnosti na cijelom području terminala. Naposljetku, odašiljačko-čistačka stanica kao tehnološki objekt u službi održavanja i čišćenja visokotlačnog priključnog plinovoda, predstavlja ulaznu točku plinovoda preko kojega je terminal za UPP povezan na plinski čvor Omišalj, koji je u vlasništvu operatora plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske.

2.3. Visokotlačni priključni plinovod

Između odašiljačko-čistačke stanice na terminalu i plinskog čvora Omišalj, pruža se trasa visokotlačnog priključnog plinovoda. Plinovod predstavlja zatvoreni tehnološki sustav izgrađen od bešavnih API 5L čeličnih cijevi nazivnog promjera 1000 mm, ukupne duljine 4,187.93 m te maksimalnog radnog tlaka 100 bar. Cijelom duljinom izveden je kao podzemna instalacija, a priključen je na nadzemne objekte na svojoj početnoj i završnoj točki. Glavna funkcija visokotlačnog priključnog plinovoda je otprema prirodnog plina s UPP terminala do plinskog čvora Omišalj, gdje se prirodni plin predaje u plinski transportni sustav Republike Hrvatske.

2.4. Priključni vodovod

Od terminala za UPP do spoja na javnu vodovodnu mrežu, položen je priključni vodovod. Vodovod od PEHD cijevi, nazivnog promjera 90 mm, izveden je u ukupnoj duljini od 2,444.37 m. Njegove glavne funkcije su osiguravanje pitke vode za sanitarne potrebe terminala te za inicijalno punjenje spremnika protupožarne vode kao i za buduća nadopunjavanja istoga.

U nastavku je dana tablica glavnih tehničkih karakteristika Terminala za UPP na otoku Krku.

Tablica 2.1. Glavne tehničke karakteristike Terminala za UPP na Krku

Glavne tehničke karakteristike terminala za UPP	
Ukupni skladišni kapacitet FSRU broda (m ³)	140,206
Maksimalni kapacitet uplinjavanja UPP-a (Nm ³ /h)	451,840
Minimalni kapacitet uplinjavanja UPP-a (Nm ³ /h)	60,000

Glavne tehničke karakteristike terminala za UPP	
Ukupni kapacitet uplinjavanja UPP-a (milijardi m ³ /godišnje)	2,6
Maksimalni kapacitet pretovara s broda za prijevoz UPP-a na FSRU (m ³ /h)	8,000
Maksimalni radni tlak plinovoda (bar)	100
Kapacitet brodova za prijevoz UPP-a koji mogu pristati na Terminal za UPP (m ³)	3,500 – 266,000

3. Tehnološki procesi Terminala za UPP na Krku

Tehnološki procesi upravljanja prirodnim plinom u ukapljenom i plinovitom stanju na terminalu podijeljeni su u nekoliko međusobno povezanih cjelina te uključuju:

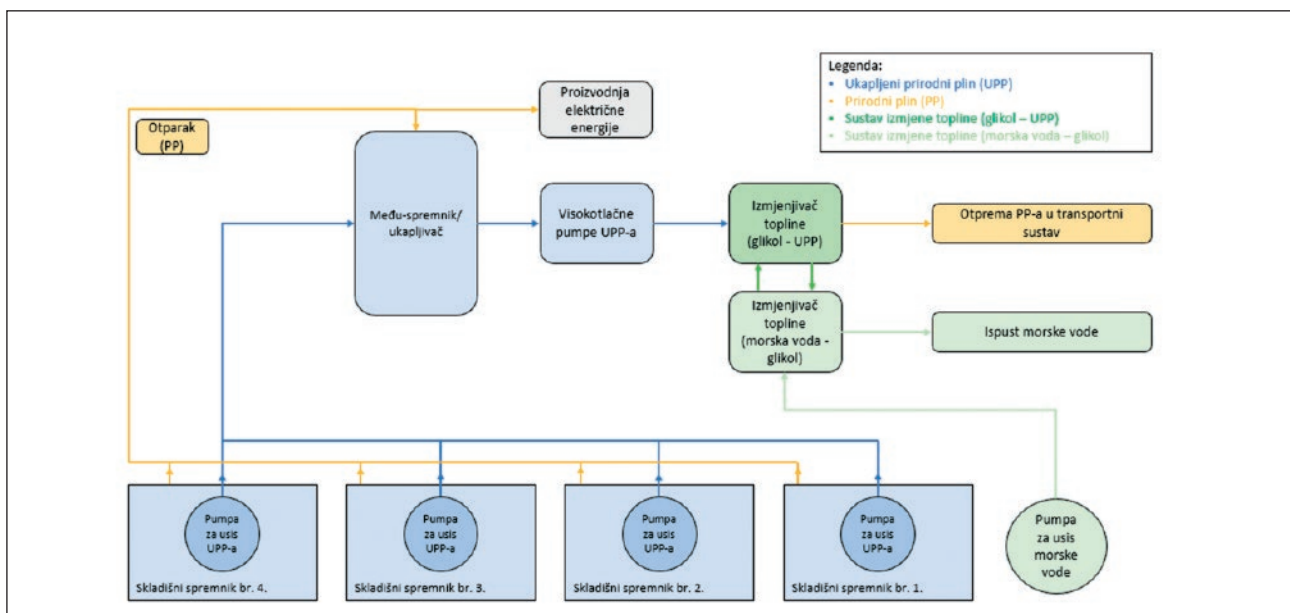
- Proces pretovara UPP-a s broda za prijevoz UPP-a na FSRU brod 'LNG Croatia';
- Proces prijelaza UPP-a iz ukapljenog u plinovito agregatno stanje (tzv. uplinjavanja) i otpreme prirodnog plina u transportni sustav Republike Hrvatske;
- Proces manipulacije otparkom tj. plinom u plinovitom agregatnom stanju koji se stvara u spremnicima FSRU broda.

Dodatno, na FSRU brodu proizvodi se i električna energija za potrebe FSRU broda i kopnenog dijela UPP terminala.

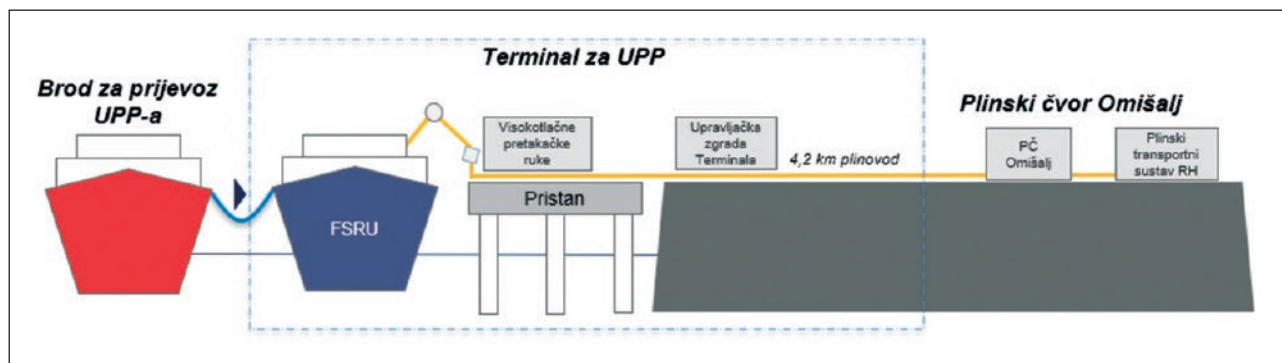
Shematski prikaz važnijih tehnoloških procesa na FSRU brodu dan je na slici 3.1., dok je svaki od pojedinih procesa detaljnije obrazložen u daljnjem tekstu.

3.1. Proces pretovara UPP-a s broda za prijevoz UPP-a na FSRU brod

Procesom pretovara UPP-a s broda za prijevoz UPP-a (engl. LNG carrier) na FSRU brod započinju svi tehnološki procesi na Terminalu za UPP na otoku Krku. Pretovar UPP-a obavlja se putem kriogenih crijeva, gdje maksimalna stopa pretovara UPP-a na FSRU brod iznosi 8,000 m³/h. Proces pretovara UPP-a započinje nakon što brod za prijevoz UPP-a uspješno pristane te se priveznom užadi priveže na FSRU brod/terminal. Prvi korak procesa pretovara predstavlja prebacivanje dijela opreme s FSRU broda na brod za prijevoz UPP-a s ciljem povezivanja kriogenih crijeva, koja se nalaze na FSRU brodu, s razdjelnikom (engl. manifold) broda za prijevoz UPP-a. Sami pretovar UPP-a, odnosno tekuće faze prirodnog plina, obavlja se pomoću četiri (4) crijeva, dok se povrat otparka obavlja kroz dva (2) crijeva, a koji služi za stabilizaciju tlaka unutar spremnika broda za prijevoz UPP-a. Naime, uslijed pretovara UPP-a s broda za prijevoz UPP-a, dolazi do pražnjenja spremnika te je potrebno 'nadomjestiti' pretovareni UPP u spremnicima. Nadomještanje se postiže prirodnim plinom u plinovitom stanju, tj. otparkom, a sve s ciljem sprječavanja stvaranja podtlaka unutar spremnika broda za prijevoz UPP-a te možebitnog narušavanja integriteta spremnika na brodu za prijevoz UPP-a. Prije samog početka pretovara, potrebno je ohladiti kriogena crije-



Slika 3.1. Pregled osnovnih tehnoloških procesa koji se odvijaju na FSRU brodu 'LNG Croatia'



Slika 3.2. Pojednostavljeni prikaz procesa pretovara UPP-a te transporta prirodnog plina u plinski transportni sustav RH

va za pretovar UPP-a kako bi ista postigla nominalnu radnu temperaturu, kako bi se spriječila termička naprezanja istih. Ujedno, prije početka pretovara potrebno je testirati sustave brzog otpuštanja crijeva te odlaska broda za prijevoz UPP-a u slučajevima opasnosti. Nakon što se utvrdi potpuna funkcionalnost sustava, pretovar UPP-a s broda za prijevoz UPP-a na FSRU brod može započeti. Samo vrijeme pretovara ovisi o nominiranim količinama UPP-a koje je potrebno pretovariti, dok maksimalna stopa pretovara UPP-a iznosi $8,000\text{ m}^3/\text{h}$, tj. $2000\text{ m}^3/\text{h}$ po jednom crijevu. Po završetku pretovara, crijeva je potrebno ugrijati na temperaturu okoline te uskladištiti na FSRU brod na odgovarajući način, kako bi se ista mogla koristiti za daljnje operacije. Pojednostavljeni prikaz procesa pretovara UPP-a te daljnjeg transporta u plinski transportni sustav Republike Hrvatske, dan je na slici 3.2.

3.2. Proces uplinjavanja UPP-a

Proces uplinjavanja UPP-a odvija se kroz nekoliko međusobno povezanih cjelina kroz koje struji više medija, različitih uvjeta temperature i tlaka, a koje su pobliže opisane u daljnjem tekstu.

3.2.1. Proces strujanja UPP-a

Nakon što je određena količina UPP-a pretovarena s broda za prijevoz UPP-a na FSRU brod, započinje proces strujanja UPP-a na FSRU brodu. UPP se putem pumpi za usis UPP-a (engl. feed pump) dovodi do među-spremnika/ukapljivača. Među-spremnik ima višestruku ulogu te se ponajprije koristi kao dodatni spremnik između spremnika za UPP te visokotlačnih pumpi UPP-a, kako bi se spriječilo narušavanje rada sustava ukoliko dođe do naglog prestanka rada jedne od usisnih pumpi, odnosno kako bi se spriječila kavitacija unutar visokotlačnih pumpi UPP-a, koja može uzrokovati oštećenja njenih dijelova. Također, među-spremnik/ukapljivač ima drugu važnu ulogu, a to je ponovno ukapljivanje viška otparka

koji se pojavljuje unutar sustava, a ne može se iskoristi kao pogonsko gorivo.

UPP koji je prošao kroz među-spremnik te svojim strujanjem dodatno ohladio otparak i omogućio njegov prijelaz iz plinovitog u tekuće agregatno stanje, ulazi u visokotlačnu pumpu UPP-a. U visokotlačnim pumpama UPP-a, UPP-u se podiže tlak do operative razine, tj. razine tlaka prirodnog plina koja se očekuje na izlazu iz sustava terminala, a koju određuje operator plinskog transportnog sustava Republike Hrvatske. Ukapljeni prirodni plin, nakon što mu je podignut tlak u visokotlačnim pumpama, prolazi kroz cijevne izmjenjivače topline (engl. shell and tube, nadalje: S&T) gdje dolazi do uplinjavanja tj. prijelaza prirodnog plina iz tekućeg u plinovito agregatno stanje, a što je detaljnije opisano u poglavlju 3.2.3.

3.2.2. Proces strujanja otparka

Iako su spremnici brodova za prijevoz UPP-a, tako i FSRU broda 'LNG Croatia', izolirani s ciljem održanja temperature UPP-a što nižom, određena količina topline iz okoline prodire kroz izolaciju, uslijed čega dolazi do isparavanja UPP-a u spremnicima, tj. do izdvajanja plina u plinovitom agregatnom stanju, odnosno do stvaranja otparka, čime se povećava tlak unutar samih spremnika. Kako bi se očuvao integritet spremnika, a samim time i cijelog broda, tlak unutar spremnika mora se smanjiti na operativnu razinu, što se postiže potrošnjom otparka na nekoliko načina. Uobičajeni načini manipulacije otparkom uključuju:

- Ponovno ukapljivanje otparka;
- Iskorištavanje otparka/spaljivanja;
- Kompresiju otparka;
- Ventiliranje otparka.

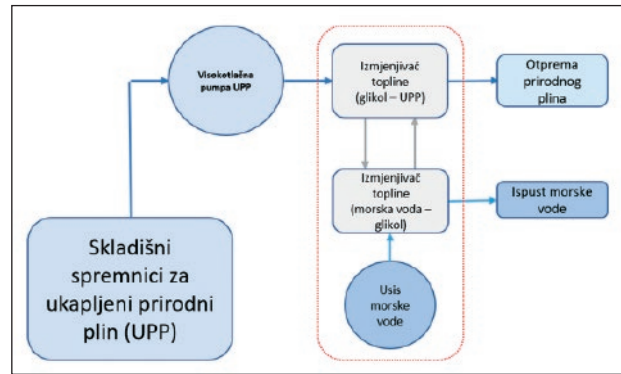
Na FSRU brodu 'LNG Croatia' ugrađeni su sustavi manipulacije otparkom koji omogućuju maksimalnu optimizaciju potrošnje otparka, tj. smanjivanje

gubitaka terminala, gdje se otparak prvenstveno koristi kao pogonsko gorivo u dvo-gorivnim plinsko/dizelskim motorima (engl. Dual-fuel engines). Kao što je ranije spomenuto, FSRU brod 'LNG Croatia' opremljen je među-spremnikom/ukapljivačem, u kojem se višak otparka, koji nije moguće iskoristiti kao pogonsko gorivo, ponovno pretvara u UPP. Korištenje otparka kao pogonskog goriva predstavlja jedan od načina iskorištavanja ili 'spaljivanja' otparka, dok drugi način iskorištavanja otparka putem spaljivanja predstavlja korištenje jedinice za spaljivanje (engl. Gas Combustion Unit, nadalje: GCU). Jedinica za spaljivanje koristi se samo u slučajevima kada višak otparka nije moguće iskoristiti u dvo-gorivnim motorima ili ga ukapljiti putem ukapljivača, odnosno GCU jedinica koristi se samo kao sustav zaštite integriteta FSRU broda uslijed prekomjernog porasta tlaka unutar spremnika FSRU broda. Način manipulacije otparkom putem kompresije otparka (engl. minimum send-out compressor), gdje se višak otparka komprimira te plasira u plinski transportni sustav, nije obrađen zbog specifičnosti manipulacije obzirom na zahtjeve operatora transportnog sustava. Iz tog razloga kompresor takvog tipa nije instaliran na FSRU brodu. FSRU brod također je opremljen sustavom za ventiliranje putem kojeg se višak tlaka, u obliku prirodnog plina, oslobađa direktno u atmosferu. Korištenje takvog sustava na FSRU brodu dopušteno je jedino u krajnjim slučajevima nužde te se ne koristi u uobičajenom radu terminala.

Kao što se može vidjeti na shematskom prikazu na slici 3.1., proces generiranja otparka počinje u spremnicima FSRU broda, nakon čega se otparak komprimira putem kompresora te se šalje prema dvo-gorivnim motorima i/ili ukapljivaču. Otparak koji se komprimira i odvodi prema dvo-gorivnim motorima iskorištava se kao pogonsko gorivo, dok se otparak koji se odvodi prema ukapljivaču pomoću visokotlačnih pumpi UPP-a ponovno pretvara u plin u tekućem stanju. Takvim načinom manipulacije otparkom optimizira se gubitak tj. smanjuje se potreba za spaljivanjem otparka putem GCU-a, čime se smanjuje utjecaj na okoliš i dodatno doprinosi njegovom očuvanju.

3.2.3. Proces strujanja morske vode i glikola

U procesu uplinjavanja UPP-a, toplina potrebna za zagrijavanje UPP-a te postupno pretvaranje prirodnog plina iz tekućeg u plinovito agregatno stanje, dobiva se iz morske vode. Pumpe za usis tj. dobavne pumpe podižu tlak morske vode te se ona šalje prema izmjenjivačima topline. U izmjenjivačima topline, morska



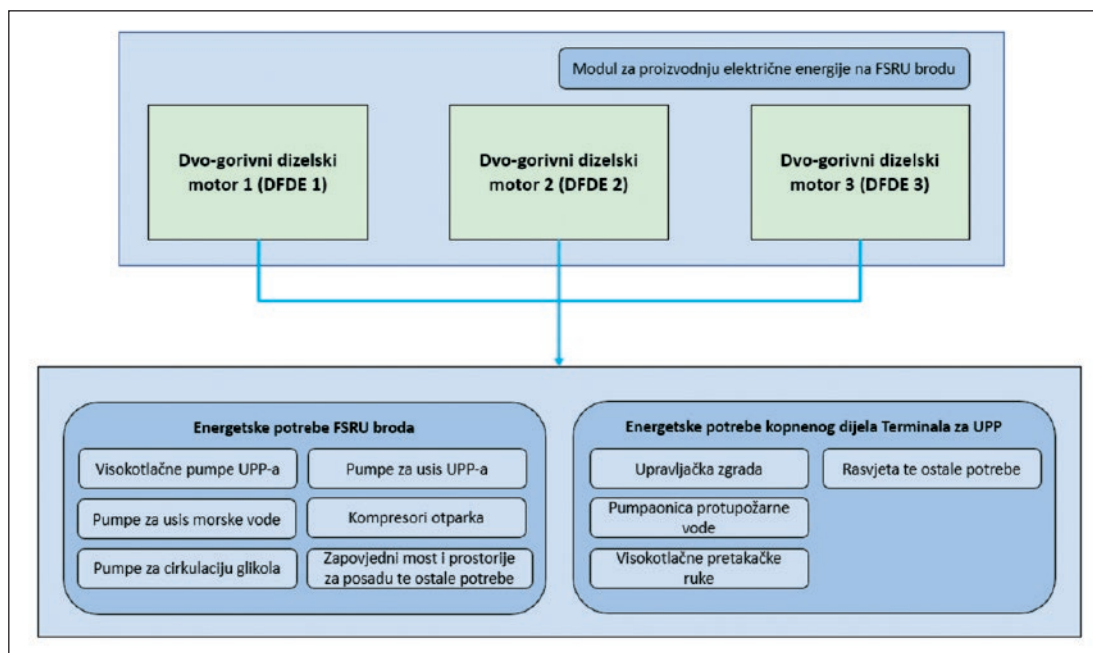
Slika 3.3. Proces strujanja morske vode i glikola

voda predaje svoju toplinu etilen glikolu (nadalje: glikol), koji se koristi kao međufluid za prijenos topline između morske vode i UPP-a. Izmjena topline u takvim tzv. glikol-morska voda izmjenjivačima topline pločastog tipa (engl. plate type heat exchangers), obavlja se s ciljem optimizacije procesa te smanjivanja vremena potrebnog za održavanje. Korištenje sustava bez međufluida moguće je jedino u područjima gdje su temperature mora, ukoliko se koristi sustav izmjene topline s morskom vodom, dovoljno visoke da ne dolazi do zaleđivanja dijela sustava. Kao što se vidi na shematskom prikazu na slici 3.1., glikol koji je na sebe preuzeo toplinu morske vode, u daljnjem procesu predaje tu toplinu UPP-u u drugom tipu izmjenjivača topline, već ranije spomenutom S&T, gdje uslijed naglog povećanja temperature dolazi do promjene agregatnog stanja UPP-a. Glikol, koji je u tom procesu prenio svoju toplinu UPP-u biva pothlađen te se kao takav vraća prema izmjenjivačima topline pločastog tipa, gdje ponovno na sebe preuzima toplinu morske vode čime se proces nastavlja. Korištenjem takvog sustava omogućena je optimizacija procesa te minimalan utjecaj sustava FSRU broda na okoliš. Proces strujanja morske vode i glikola označen je na shematskom prikazu na slici 3.3.

3.3. Proces proizvodnje električne energije na FSRU brodu 'LNG Croatia'

Za potrebe uplinjavanja UPP-a koristi se nekoliko megavata električne energije, koja se prvenstveno koristi za napajanje velikih potrošača ugrađenih na FSRU brodu, poput visokotlačnih pumpi UPP-a, pumpi za usis morske vode, itd. Dodatno, s FSRU broda napaja se i kopneni dio terminala, gdje se dobivena električna energija koristi za operativni rad terminala, odnosno koristi se za napajanje upravljačke zgrade, protupožarnih sustava, sustava rasvjete,

Slika 3.4.
Shematski prikaz rada elektroenergetskog sustava



itd. S ciljem optimizacije procesa te smanjivanja gubitaka na terminalu, kao pogonsko gorivo prilikom stvaranje električne energije koristi se otparak koji se prirodno stvara u spremnicima FSRU broda. Otparak koji se stvara u spremnicima komprimira se kompresorima te se otprema prema dvo-gorivnim motorima na FSRU brodu. Dvo-gorivni motori, uz korištenje prirodnog plina tj. otparka kao pogonskog goriva, mogu također koristiti i diesel kao pogonsko gorivo, no kako je u spremnicima FSRU broda pri normalnim operacijama uvijek prisutna određena količina otparka, isti način rada se ne primjenjuje. Shematski prikaz rada elektroenergetskog sustava prikazan je na slici 3.4.

4. Zaključak

Tehničko-tehnološka rješenja primijenjena na Terminalu za UPP na otoku Krku predstavljaju skup modernih rješenja kojima se postiže maksimalna iskori-

štenost terminala putem optimizacije više povezanih cjelina. Dodatno, ugradnjom sustava upravljanja otparkom na FSRU brodu, omogućeno je smanjenje potencijalnih gubitaka na najmanju moguću razinu, što ga čini trenutno jednim od ekonomičnijih plutajućih terminala za UPP u radu. FSRU brod 'LNG Croatia' opremljen je najmodernijim sustavima prema standardima industrije s aspekta sigurnosti i zaštite okoliša, čime terminal ispunjava svoju svrhu uz minimalni utjecaj na okoliš. Na taj je način omogućen kvalitetan suživot s lokalnom zajednicom. Kopneni dio terminala za UPP i FSRU brod čine međusobno povezanu cjelinu koja predstavlja jedan od najvažnijih energetske projekata, kako za Republiku Hrvatsku, tako i za srednju i jugoistočnu Europu. Uzimajući u obzir učinkovitost i optimizaciju cjelokupnog procesa na terminalu za UPP, za očekivati je da će on raditi dugi niz godina, a sve s ciljem povećanja sigurnosti opskrbe plinom te osiguranja energetske neovisnosti Republike Hrvatske.