

POTROŠNJA ENERGIJE PRI PRETVORBI PLINA IZ TEKUĆEGA U PLINOVITO STANJE NA BRODOVIMA ZA PRIJEVOZ UKAPLJENOGA PRIRODNOG PLINA

Energy consumption in the conversion of liquid natural gas in gaseous state on LNG carriers

Frane Martinić, dipl. ing.

Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje
Ruđera Boškovića 32, 21000 Split
E-mail: fmartinic@yahoo.com

UDK 629.543
656.61:661

Sažetak

Cilj je ovom radu ustanoviti potrošnju energije koja je potrebna da bi se ukapljeni prirodni plin iz tekućeg stanja pretvorio u plinovito u visokotlačnim isparivačima pri različitim iskrcajnim protocima tereta. Ovo je istraživanje provedeno za potrebe plinskog terminala Mina Al Ahmadi Gas Port u Kuvajtu, a rezultati su praćeni tijekom iskrcaja u svibnju 2011. U radu je opisano funkcioniranje sustava za uplinjavanje. Isto tako, opisano je osnovno načelo rada sustava za uplinjavanje na tankerima za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina, te dva načina iskrcaja komprimiranog plina (iskrcaj kroz visokotlačni razdjelnik i iskrcaj kroz iskrcajnu plutaču) i tri različite mogućnosti isparivanja ukapljenoga prirodnog plina u visokotlačnim isparivačima (s otvorenim, kombiniranim i zatvorenim ciklusom).

Rezultati ovoga rada mogu se upotrijebiti za usporedbu o potrošnji energije pri pretvorbi plina iz tekućega u plinovito stanje na ostalim terminalima kojima se koriste brodovi za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina s ugrađenim postrojenjem za uplinjavanje, te za analizu potroška energije u klasičnim iskrcajnim terminalima ukapljenoga prirodnog plina. Izmjereni podatci o potrošnji energije utječu na formiranje cijene koštanja plina u nekome određenom području.

Za vrijeme ovog istraživanja o potrošenoj energiji dobiveni podatci bili su mjereni samo pri otvorenom ciklusu jer je sustav bio ograničen temperaturom mora od oko 25 °C tijekom svibnja 2011. Buduća istraživanja mogla bi se obavljati na ostalim terminalima, gdje bi se usporedila količina potrošene energije za uplinjavanje u drugim područjima pri drugim vremenskim uvjetima u vrijeme različitih godišnjih doba.

Ključne riječi: brod za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina, postrojenje za uplinjavanje, visokotlačni razdjelnik, iskrcajna plutača, usisni tank, visokotlačna pumpa, visokotlačni isparivač, iskrcajni protok.

Summary

The aim of this study has been to determine the energy consumption required to liquefied natural gas from liquid into a gas at high pressure evaporators at different installments of discharging cargo. This research was conducted for the gas terminal Mina Al Ahmadi Gas Port in Kuwait, and the results were monitored during the discharge in May 2011. The paper describes the functioning of the regasification system. The basic principle of the system for gasification of tankers to transport liquefied natural gas has been described too. Two ways of discharging the compressed gas (discharge through a high splitter and unloading through the landing buoy) and three different options for vaporization of liquefied natural gas into high-pressure evaporator (open, combined and closed cycle).

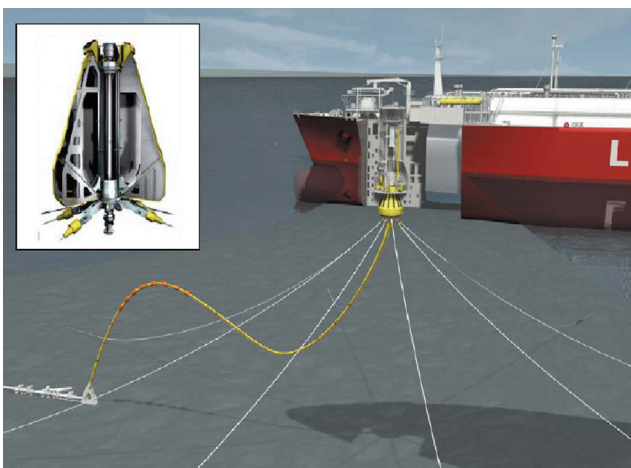
The results of this study can be used to compare the energy consumption in the conversion of gas from a liquid to a gaseous state to the other terminals that use the services of ships for transporting liquefied natural gas plant with integrated gasification, and to analyze the energy consumption of conventional unloading of liquefied natural gas terminal. The measured data on energy consumption is influenced, or formed by the cost of gas in a designated area.

During this research, the consumed energy obtained data were only measured in the open cycle because the system was limited by sea temperature of around 25°C during May 2011. Future research could be conducted at other terminals, where they compared the amount of energy consumed for gasification in other areas in other weather conditions during different seasons.

Key words: *liquifield naturale gas (LNG) carrier, regasification unit, high pressure manifold, discharge bouy, suction drum, high pressure pump, high pressure vaporizer, discharge rate*

UVOD / Introduction

Sve veća potražnja energenata, a posebno ukapljenoga prirodnog plina, u svjetskim okvirima dovela je do razvoja i izgradnje brodova s ugrađenim sustavom za uplinjavanje. Ta vrsta tankera za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina (*metana*) specifična je po tome što je kompatibilna sa svim terminalima (ukrcajnim i iskrcajnim) u svijetu, pa uz konvencionalni ukrcaj, prijevoz i iskrcaj ukapljenoga prirodnog plina (u tekućem stanju) na pramčanom brodskom dijelu još ima ugrađeno i postrojenje za uplinjavanje, koje ukapljeni prirodni plin pretvara iz tekućega u plinovito stanje, te tako komprimiran plin distribuira prema kopnu kroz visokotlačni cjevovod terminala (spajanje s pomoću visokotlačnoga razdjelnika na palubi tankera) ili kroz visokotlačnu cijevi plutače na moru (spajanje na iskrcajnu plutaču i transport tereta kroz visokotlačne cijevi položene u moru). Važno je napomenuti da su tankeri koji se spajaju na visokotlačni terminal privezani za kopno, a onima koji se spajaju na iskrcajnu plutaču, sama plutača služi kao sidro za sidrenje tankera.



Slika 1. Plutača i način spajanja s pomoću iskrcajne plutače

Figure 1. Bouy and kind of connection with bouy

Do sada je u svijetu izgrađeno deset tankera koji se koriste ovom tehnologijom. Pritom se osam tankera naziva LNGRV (*Liquifield Natural Gas Regasification Vessel*), i većinom su vlasništvo američke kompanije *ExcelerateEnergy*, a dva su SRV (*Shuttle and Regasification Vessel*) tankeri norveške kompanije *Hoegha*. LNGRV i SRV tankeri imaju vlastito propulzijsko postrojenje (parnu turbinu), i ono im omogućava plovidbu, a ujedno mogu poslužiti kao i brod za skladištenje tereta i za njegovo uplinjavanje. Sličnom tehnologijom iskrcaja komprimiranog plina koristi se još jedna norveška brodarska kompanija, *Golar*, koje tankeri imaju oznaku FSRU (*Floating Storage and Regasification Unit*) [3]. Karakteristika tih tankera za skladištenje i uplinjavanje je u tome što su to stariji tankeri za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina (više od 25 godina) prenamijenjeni za uplinjavanje i nemaju ugrađenu propulziju, te su stacionirani na jednome mjestu. Za sada su u funkciji tri takva tankera, a još su dva u procesu prenamjene. S obzirom na ukupan broj tankera za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina u svijetu, tankeri koji imaju mogućnost uplinjavanja čine samo 3,5% ukupne LNG (*Liquifield Natural Gas*) flote [2]. Danas je u funkciji devet iskrcajnih terminala s mogućnošću prihvata ovakvih tankera, i to dva u Sjedinjenim Američkim Državama blizu Bostona (*Northeast Gateway i Neptune Project*), koji se koriste iskrcajnom plutačom, dva u Brazilu (*Rio de Janeiro i Pecem*), dva u Argentini (*Bahia Blanca i Escobar blizu Buenos Airesa*) i po jedan u Velikoj Britaniji (*Teesport blizu Middlesborouga*), Kuvajtu (*Mina al Ahmadi Gasport*) i u Ujedinjenim Arapskim Emiratima (*Dubai*), koji imaju visokotlačni terminal za iskrcaj. Jedan terminal koji se koristio plutačom zatvoren je u travnju 2011. u SAD-u 300 nautičnih milja od Galvestona (*Gulf Gateway*). Prije nekoliko godina, taj terminal u Meksičkom zaljevu uništio je tornado *Katrin*, pa ga se, zbog komercijalnih razloga, nije isplatilo popravljati, a postojeća plutača će se najvjerojatnije iskoristiti za novi projekt u Izraelu. Prema [4] nekoliko je novih projekata

za izgradnju ovakvih prihvatnih terminala, i to su redom: projekt na Jamajci, projekt *Livorno* u Italiji, projekt *West Java* u Indoneziji, projekt *Mejillones* u Peruu, Omišalj u Hrvatskoj i iskrcajna plutača u Izraelu. Napravljene su studije za terminal s plutačom i za visokotlačni terminal u Omišlju, te je rujnu prošle godine resorno Ministarstvo dalo dozvolu za gradnju terminala uz pomoć iskrcajne plutače, ali je zasad sve još uvijek ostalo na tome. Cijena izgradnje iskrcajne plutače je oko 50 milijuna eura, i ta je cijena nekoliko puta manja od one za izgradnju konvencionalnoga iskrcajnog terminala, ali je cijena plina iskrcanoga kroz plutače, od 3 do 5% skuplja. Za rad na ovim tankerima potrebna je dodatna izobrazba pomoraca zbog specifičnosti i posla i poznavanja rada sofisticirane ugrađene opreme. Na taj način pomorci su izloženi novim dodatnim naporima jer rad samo nekoliko časnika na ovakvu brodu zamjenjuje rad stotine radnika na klasičnome konvencionalnom terminalu na kopnu.



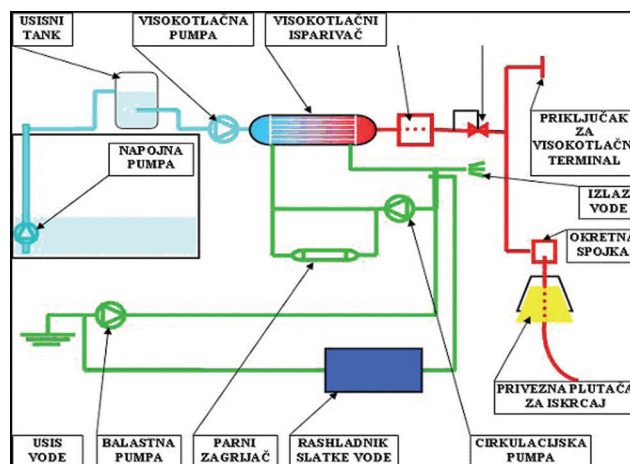
Slika 2. LNGRV tanker priključen na ukrcajno-iskrcajni terminal u Kuvajtu

Figure 2. LNGRV carrier connected on loading and discharge terminal in Kuwait

POSTROJENJE ZA UPLINJAVANJE / Regasification unit

Tehnologija isparivanja ukapljenoga prirodnog plina na LNGRV tankerima podrazumijeva iskorištenje vode (morske ili slatke) u visokotlačnim isparivačima koja ima ulogu da ukapljenome prirodnom plinu promijeni agregatno stanje [1]. Glavni sastavni dijelovi sustava postrojenja za uplinjavanje na LNGRV tankeru su: tri napojne pumpe tereta, usisni tank, dvije male visokotlačne pumpe, šest visokotlačnih pumpa, šest visokotlačnih isparivača, mjerni uređaj, dva regulacijska ventila i visokotlačni cjevovod. Sve te komponente rabe

se za uplinjavanje ukapljenoga prirodnog plina. U pomoćnom sustavu još susrećemo tri parna zagrijača, tri balastne i tri cirkulacijske pumpe. Teoretski, LNGRV tankeri su sposobni osigurati kontinuiranu iskrcajnu količinu komprimiranog plina prema potrošačima u rasponu od 50 do 690 MMSCFD (*Milion Standard Cubic Feet per Day*, ili milijuna standardnih kubičnih stopa na dan) pri atmosferskom tlaku i temperaturi od 15,56 °C. Jedan milijun standardnih kubičnih stopa po danu jednak je 1.179,87 metara kubnih po satu (m^3/h), ili 1.116,28 normalnih metara kubnih po satu (m_n^3/h).



Slika 3. Shematski prikaz procesa uplinjavanja
Figure 3. Schematic representation of regasification process

Da bi sustav postrojenja za uplinjavanje mogao početi s radom, prva bi zadaća bila pothlađivanje cjevovoda i uređaja koji sudjeluju u procesu. Za cjevovod od tanka tereta do usisnog tanka i samoga usisnog tanka služi mala sprej-pumpa koja je smještena u tanku tereta. Dio postrojenja od usisnog tanka do isparivača pothlađuje se i dovodi pod radni tlak uz pomoć male visokotlačne pumpe maksimalnog kapaciteta od 20 m^3/h pri visini dobave od 2.370 m.

Iz tanka tereta, napojnom pumpom tlači se ukapljeni prirodni plin prema usisnom tanku. Maksimalni kapacitet napojne pumpe je 620 m^3/h na visini dobave od 155 m. Volumen usisnog tanka iznosi 17 m^3 . Pri normalnom radu postrojenja radni tlak u usisnom tanku je 0,35 MPa (3,5 bara). U usisnom tanku ukapljeni plin zauzima oko 55% njegova ukupnoga kapaciteta. Ukapljeni prirodni plin slobodnim padom dolazi na usisnu stranu visokotlačne pumpe kojoj je maksimalan kapacitet 205 m^3/h pri visini dobave od 2.370 m. Visokotlačna pumpa tlači ukapljeni prirodni plin na tlak od 10 MPa (100 bara) prema visokotlačnom isparivaču, u kojemu plin prelazi iz tekućega u plinovito

stanje. Maksimalna količina izmijenjene energije u visokotlačnom isparivaču iznosi 16,6 MW. Temperatura vode veoma je bitan čimbenik jer sudjeluje u procesu uplinjavanja tereta u visokotlačnim isparivačima. Voda za isparivanje ukapljenoga prirodnog plina cirkulira kroz visokotlačni isparivač, pa se razlikuju tri ciklusa grijanja morske ili slatke vode za uplinjavanje prirodnog plina u visokotlačnim isparivačima:

- otvoreni ciklus, bez zagrijavanja vode parnim zagrijačima,
- kombinirani ciklus, sa zagrijavanjem vode parnim zagrijačima,
- zatvoreni ciklus, sa zagrijavanjem vode parnim zagrijačima i uporabom ohlađene vode rashladnog kruga za hlađenje u strojarnici.

U otvorenom ciklusu, uz pomoć balastnih pumpa (maksimalni kapacitet 5.000 m³/h) smještenih u brodskoj strojarnici, usisava se voda, te se transportira prema cirkulacijskim pumpama (maksimalni kapacitet 5.000 m³/h), i one tlače tu vodu prema visokotlačnim isparivačima i dalje van broda. Ulazna temperatura vode u visokotlačni isparivač ne smije biti niža od 14,7 °C, s minimalnim protokom vode od 1.800 m³/h po visokotlačnom isparivaču. Kombinirani ciklus je način pri kojemu voda prijeđe isti put, ali iza cirkulacijskih pumpa, a prije visokotlačnih isparivača, prolazi kroz parni zagrijač gdje se voda grije uz pomoć pare iz kotlova. Para se dovodi iz strojarnice, a ovakvim se načinom koristi ako je temperatura vode između 5,5 i 14,7 °C.

I pri zatvorenom ciklusu, voda za isparivanje tereta u visokotlačnim isparivačima prolazi isti put, ali se ne ispušta van broda, nego se njezinom sniženom temperaturom koristi za hlađenje uređaja u strojarnici, to jest voda poslije izlaska iz visokotlačnih isparivača ide prema rashladnicima slatke vode u strojarnici i ide ponovno na usis balastnih pumpi. Ovaj se sustav rabi kad je temperatura vode niža od 5,5 °C, ali može poslužiti i na zahtjev iskrcajnih terminala koji ne dopuštaju da se ohlađena voda ispušta van broda poradi zaštite okoline. Naime, prisilno hlađenje okoline dovelo bi do uništenja flore i faune u određenom području.

Iz isparivača komprimirani plin ide prema mjernom uređaju gdje se mjere protok, temperatura, tlak i sastav komprimiranog plina. Iza mjernog uređaja u visokotlačni je cjevovod ugrađen regulacijski ventil koji regulira izlazni tlak komprimiranoga plina od 7 do 8 MPa (od 70 do 80 bara). Ovisno o načinu iskrcaja, komprimirani plin ide prema visokotlačnom terminalu na kopnu ili prema iskrcajnoj plutači u moru. Kontrola kompletnog sustava zasniva se na tri parametra, a to su: iskrcajni protok (dopuštena količina tereta), maksimalni tlak i minimalna

temperatura komprimiranog plina za iskrcaj.

OPIS RADA SUSTAVA ZA UPLINJAVANJE PRI OTVORENOM CIKLUSU / *Work description of regasification system with open loop*

Rad postrojenja za uplinjavanje praćen je na LNGRV *Exquisite* u Kuvaju tijekom svibnja 2011. gdje je prosječna temperatura morke vode bila oko 25 °C. Ta temperatura mora omogućila je da se proces uplinjavanja odvija otvorenim ciklusom, to jest teret je u visokotlačnim isparivačima zagrijavan morskom vodom, bez upotrebe parnih zagrijača. Rasporedom pumpa i cjevovoda na brodu omogućeno je postizanje željenoga izlaznog tlaka komprimiranog plina, što je bilo ovisno o trenutnoj potrebi potrošača na kopnu, te se poradi tog cilja održavala kontinuirana veza s predstavnikom na kopnu koji je obavještavao brod o trenutnim potrebama za komprimiranim plinom. Količina iskrcajnog protoka se mijenjala po nekoliko puta dnevno, što je dodatno otežavalo praćenje rada kompletnog sustava za uplinjavanje. Važno je napomenuti da se proces uplinjavanja i iskrcaja komprimiranog plina odvijao bez zaustavljanja tijekom ukrcaja ukapljenoga prirodnog plina u tekućem stanju s drugoga LNG tankera.

U glavnim brodskim kotlovima proizvodi se pregrijana para za pogon tri turbo-generatora koji moraju osigurati dostatnu količinu električne energije za održavanje broskog postrojenja i za pogon ostalih strojava i uređaja što sudjeluju u procesu uplinjavanja. Za gorivo su glavni brodski kotlovi rabili samo prirodni plin koji se do kotlova dovodi niskotlačnim kompresorom kroz parni zagrijač smješten u brodskoj kompresornici. Praćenje rada glavnih kotlova i turbogenetora nadziralo se iz kontrolne kabine strojarnice 24 sata na dan, a za taj dio posla bili su zaduženi strojarski časnici na brodu.

Uglavnom za vrijeme procesa uplinjavanja i iskrcaja tereta služe dvije balastne pumpe morske vode, dvije cirkulacijske pumpe morske vode, dvije napojne pumpe tereta, pet visokotlačnih pumpa tereta i pet visokotlačnih isparivača. Iskrcajni protok tereta kretao se između 334.884,00 i 669.768,00 m³/h (300 i 600 MMSCFD). Morska voda prolazila je uglavnom kroz pet visokotlačnih isparivača s minimalnim protokom od 1.800 m³/h da ne bi došlo do smrzavanja samoga visokotlačnog isparivača, pa su u svakom trenutku isparivači bili spremni za upotrebu, a već je spomenuto da se iskrcajni protok terminala učestalo mijenjao. Za vrijeme maksimalnog iskrcajnog protoka od 669.768,00 m³/h (600 MMSCFD) bilo je potrebno u pogon uključiti tri balastne pumpe morske vode, tri cirkulacijske

pumpe morske vode, tri napojne pumpe tereta, šest visokotlačnih pumpa tereta, šest visokotlačnih isparivača i dizelski motor (gorivo je bilo prirodni plin), što je uvelike povećalo potrošnju prirodnog plina. Proces rada sustava za uplinjavanje nadzirao se iz kontrolne kabine za sustav ukrcaja i iskrcaja tereta, smještene u brodskom nadgrađu. Iz iste prostorije održavao se telefonski kontakt s terminalom, pa je na učestale promjene iskrcajnog protoka trebalo vrlo brzo reagirati, a taj dio posla obavljali su nautički časnici na straži 24 sata dnevno. Istovremeno su časnici u stroju kontrolirali i pratili rad glavnih kotlova, turbogeneratorskih motora i ostalih pomoćnih strojeva i uređaja.

KOLIČINA PROIZVEDENE ELEKTRIČNE ENERGIJE I POTROŠAK PRIRODNOG PLINA ZA UPLINJAVANJE / *Quantity of produced electrical energy and production costs of natural gas for regasification*

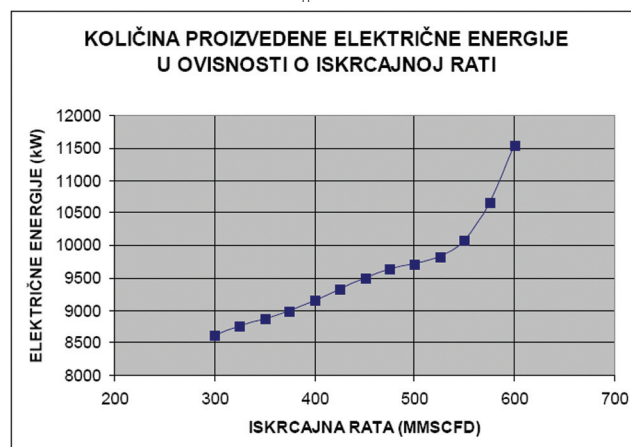
Za vrijeme ovoga istraživanja o potrošenoj energiji dobiveni podatci bili su mjereni samo pri otvorenom ciklusu jer je sustav bio ograničen temperaturom mora od oko 25 °C tijekom svibnja 2011. Svi mjereni podatci uzimani su sa sofisticiranih, kalibriranih i atestiranih uređaja ugrađenih na ovom tankeru (LNGRV *Exquisite*). Podatci su se uzimali svakoga punog sata na dan, i tako 30 dana u mjesecu. Uzimani podatci nisu puno odstupali jedni od drugih, tako da je za dobivanje srednje vrijednosti uzeta aritmetička sredina. Ona je prikladna kao korištena mjera centralne tendencije, a u praksi se još naziva i prosjek. Ima sve potrebne osobine koje karakteriziraju mjere centralne tendencije, kao i dodatne osobine koje su značajne za njezinu uporabu. Aritmetička sredina je srednja vrijednost, s osobinom da je veća od najmanje i manja od najveće vrijednosti obilježja.

Važno je napomenuti da tijekom ljeta temperatura mora u Perzijskom zaljevu, pa tako i u Kuvajtu, raste iznad 32 °C, a zimi njezina vrijednost pada, pa je za očekivati da se mijenja i količina energije potrošena pri uplinjavanju.

Kao što vidimo, na slici 4. prikazana je potreba za proizvodnjom električne energije ovisno o iskrcajnom protoku prirodnog plina. Potreba za električnom energijom proporcionalno raste do iskrcajnog protoka od oko 613.954,00 m³/h (550 MMSCFD), a iznad toga naglo se povećava, pogotovo kad je zahtjev za iskrcajnim protokom većim od 669.768,00 m³/h (600 MMSCFD). Razlog je tome uključivanje u rad još jedne balastne pumpe morske vode, cirkulacijske pumpe morske vode, napojne pumpe tereta, visokotlačne

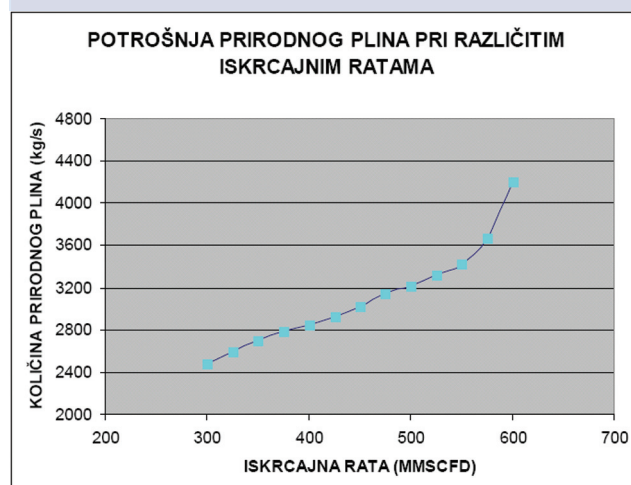
pumpe tereta i dizelskog motora.

Jednako tako, porast proizvodnje električne energije u brodskoj strojarnici povećava i potrošnju prirodnog plina (prikazano na slici 5.) koji izgara u glavnim brodskim kotlovima, a za iskrcajni protok od 669.768,00 m³/h (600 MMSCFD) i u dizelskome motoru koji kao gorivo može trošiti i prirodni plin. Glavni brodski kotlovi proizvode pregrijanu paru potrebnu za pogon turbogeneratorskih motora preko reduktora spojenoga na alternator koji služi za proizvodnju potrebne električne energije. Na brodu su ukupno ugrađena tri turbogeneratorska i tri alternatorska za proizvodnju električne energije od ukupno 11,1 MW. Za dodatnu količinu električne energije koristimo se dizelskim generatorom snage od 3,5 MW [1]. Upravo uporaba dizelskoga generatora znatno povećava potrošnju prirodnog plina pri iskrcajnom protoku većem od 669.768,00 m³/h (600 MMSCFD).



Slika 4. Količina proizvedene električne energije ovisno o iskrcajnom protoku

Figure 4. Quantity of produced electrical energy dependant on discharge rate



Slika 5. Potrošnja prirodnog plina pri različitim iskrcajnim protocima

Figure 5. Consumption of natural gas on different discharge rate

Za vrijeme ovoga istraživanja o potrošenoj energiji, dobiveni su se podatci mjerili samo pri otvorenom ciklusu jer je sustav bio ograničen temperaturom mora od oko 25 °C tijekom svibnja 2011. Buduća istraživanja mogla bi se obavljati na ostalim terminalima, gdje bi se usporedila količina potrošene energije za uplinjavanje u drugim područjima pri drugim vremenskim uvjetima za vrijeme različitih godišnjih doba.

ZAKLJUČAK / Conclusion

Rezultati ovoga istraživanja pokazuju da potrošnja električne energije pri pretvorbi plina iz tekućega u plinovito stanje na brodovima za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina varira od 8.600 kW pri minimalnom iskrcajnom protoku od 334.884,00 m_n³/h do 11.500 kW pri maksimalnom iskrcajnom protoku od 669.768,00 m_n³/h.

Razvoj sustava za uplinjavanje ukapljenoga prirodnog plina omogućuje optimiziranje troškova povezanih s pogonskim gorivima, ali i ugradnja sustava za uplinjavanje na LNG tankerima, dugoročno gledano, drži se isplativom.

Buduća istraživanja mogla bi se obavljati na ostalim terminalima, gdje bi se usporedila količina potrošene energije za uplinjavanje u drugim područjima pri drugim vremenskim uvjetima za vrijeme različitih godišnjih doba. Primjerice, poznato je da se za vrijeme zimskih mjeseci temperatura mora u blizini Bostona (SAD) spušta se i do 2 °C, pa se tamo rabi potpuno zatvoreni ciklus za uplinjavanje. Postoje terminali koji se nalaze u riječnim ušćima, gdje temperatura vode ovisi o godišnjem dobu, pa se najčešće koristi kombiniranim ciklusom za uplinjavanje. Sva buduća istraživanja dovela bi do podataka o potrošnji plina za proizvodnju električne

energije pri različitim uvjetima iskrcaja. Podatci ovoga tipa čine dio ukupnog troška isplativosti gradnje terminala za prihvat LNGRV tankera.

Ugradnja postrojenja za uplinjavanje na tankerima za prijevoz ukapljenoga prirodnog plina omogućila je brže razvijanje LNG brodarstva. Pružanje usluga iskrcaja ukapljenoga prirodnog plina s pomoću LNGRV tankera otvara nove poslovne mogućnosti. Naime, u nekim državama opskrba plinom nije potrebna tijekom cijele godine, nego samo u određenim mjesecima, pa ova tehnologija ima veliku prednost u tome. Nadalje, uporabom ovih tankera smanjuje se potreba za izgradnjom klasičnih iskrcajnih terminala, a to znači višestruku uštedu.

Prema [2] sve više brodara razmišlja o gradnji LNG tankera s ugrađenim postrojenjem za uplinjavanje, a neki su već i potpisali predugovore.

LITERATURA I IZVORI / References and sources

- [1] DSME (2010). *LNGRV Exquisite Regas Operational Manual*. Okpo Shipyard, Korea
- [2] Martin, E. (2011). *LNG Unlimited* (No.217). NHST Media Group, Oslo, Norway
- [3] Offshore & Shipping Conference (2011, March). *Dnb NOR Markets Oil*. Golar
- [4] Spieler, O. (2011, January 26). *Floating Storage and Regasification Unit* (FSRU) Golar LNG Energy, Oslo, Norway
- [5] <http://www.excelerateenergy.com> (22.07.2011)
- [6] <http://www.exmar.com> (27.07.2011)

Rukopis primljen: 26. 9. 2011.

