

# Međunarodni kodeks o sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskim plamištem (IGF kod)

---

Asić, Maro

Undergraduate thesis / Završni rad

2019

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Dubrovnik / Sveučilište u Dubrovniku**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:343835>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-06-30**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
POMORSKI ODJEL

Maro Asić

MEĐUNARODNI KODEKS O SIGURNOSTI ZA BRODOVE KOJI  
KORISTE PLINOVE ILI DRUGA GORIVA S NISKIM  
PLAMIŠTEM (*IGF KOD*)

ZAVRŠNI RAD

DUBROVNIK, rujan 2019.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
POMORSKI ODJEL  
BRODOSTROJARSKI STUDIJ

MEĐUNARODNI KODEKS O SIGURNOSTI ZA BRODOVE KOJI  
KORISTE PLINOVE ILI DRUGA GORIVA S NISKIM  
PLAMIŠTEM (*IGF KOD*)

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

dr. sc. Jadran Šundrica

Pristupnik:

Maro Asić

DUBROVNIK, rujan 2019.

Republika Hrvatska

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**

**POMORSKI ODJEL**

Preddiplomski sveučilišni studij brodstrojarstva

Ur. broj:

Dubrovnik, 18. lipanj 2019.

Kolegij: Goriva, maziva, voda

Mentor: doc. dr. sc. Jadran Šundrica

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Pristupnik: **MARO ASIĆ**

Zadatak: **MEĐUNARODNI KODEKS O SIGURNOSTI ZA BRODOVE KOJI KORISTE PLINOVE ILI DRUGA GORIVA S NISKIM PLAMIŠTEM (IGF KOD)**

Zadatak treba sadržavati:

1. Uvod
2. Svojstva plinova i goriva
3. Međunarodni propisi i njihovo donošenje/izmjene
4. Međunarodni kodeks o sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskim plamištem (IGF KOD)
5. Obvezni minimalni zahtjevi za posadu brodova koji podliježu IGF kodeksu
6. Diskusiju i zaključke

Osnovna literatura:

1. Posavec, D., Simon, K., Malnar, M. 2010. *Brodovi za ukapljeni prirodni plin*. Rudarsko-geološko-naftni zbornik
2. Komadina, Pavao. 1992. *Prijevoz ukapljenih plinova morem*. Pomorski fakultet. Rijeka.
3. International Maritime Organization, za *IMO Gas Carrier Code*

Zadatak uručen pristupniku: 18. lipnja 2019.

Rok za predaju završnog rada: 15. rujna 2019.

Mentor:

Pročelnik Pomorskog odjela:

doc. dr. sc. Jadran Šundrica

doc. dr. sc. Žarko Koboević

## Sadržaj

1. UVOD .....	1
2. SVOJSTVA PLINOVA I GORIVA .....	2
2.1. Svojstva ukapljenog prirodnog plina (LNG).....	2
2.2. Svojstva ukapljenog naftnog plina (LPG).....	4
2.3. Prijevoz plinova brodovima .....	6
2.4. Rizici pri korištenju plinova i goriva.....	8
2.5. Zaštita od požara i sigurnosti .....	9
2.6. Vrste prijenosnih aparata za gašenje požara.....	12
3. MEĐUNARODNI PROPISI I NJIHOVO DONOŠENJE/IZMJENE .....	13
3.1. Konvencija SOLAS 74.....	13
3.2. MARPOL 73/78 konvencija.....	14
3.3. STCW konvencija .....	15
4. MEĐUNARODNI KODEKS O SIGURNOSTI ZA BRODOVE KOJI KORISTE PLINOVE ILI DRUGA GORIVA S NISKIM PLAMIŠTEM (IGF KOD).....	17
4.1. Svrha kodeksa .....	17
4.2. Ciljevi kodeksa.....	18
4.3. Sadržaj kodeksa.....	18
4.4. Zahtjevi kodeksa .....	19
4.5. Dio D kodeksa.....	20
5. OBVEZNI MINIMALNI ZAHTJEVI ZA OSPOSOBLJAVANJE POSADE BRODOVA KOJI PODLIJEŽU IGF KODEKSU.....	21
5.1. Osposobljavanje i kvalifikacije zapovjednika i časnika palube na brodovima .....	22
5.2. Dopunska osposobljenost.....	24
5.2. STCW kodeks .....	26
5.3. IMO MC.....	27
6. DISKUSIJA.....	28
7. ZAKLJUČAK .....	29
LITERATURA.....	30
POPIS SLIKA .....	32
POPIS TABLICA.....	33
IZJAVA.....	34

# 1. UVOD

Predmet završnog rada je Međunarodni kodeks o sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskim plamištem (*IGF KOD*). U prirodnom stanju plinovi zauzimaju veliki volumen pa se za njihovo transportiranje moraju ukapljiti. Brodovima, odnosno tankerima za prijevoz plina prevoze se LPG – *liquefied petroleum gas* (butan, propan, propilen) i LNG – *liquefied natural gas* (metan). Tankeri koji prevoze ukapljeni plin su brodovi koji se mogu izvesti sa sfernim tankovima ili su to membranski brodovi, ovisno o tehnologiji ukapljivanja plina. Do danas su ovi brodovi imali vrlo malo havarija te su ljudske žrtve utvrđene samo u jednoj havariji, kada je došlo do eksplozije na brodu. Ukapljivanjem prirodnog plina se postiže smanjivanjem volumena 600 puta što se postiže hlađenje na  $-162^{\circ}$ . Kombinacija tlaka i niske temperature zahtijeva upotrebu kompresora, kondenzatora, tekućinski spremnik, ekspanzivni ventili i ostala oprema.

Cilj završnog rada je objasniti Međunarodni kodeks o sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskim plamištem (*IGF KOD*) te objasniti koji su obvezni minimalni zahtjevi za posadu brodova koji podliježu *IGF Kodeksu*.

Struktura rada se sastoji od sedam međusobno povezanih dijelova. Prvi dio rada je *Uvod* u kojem se iznose predmet rada, postavljaju se ciljevi te se prikazuje struktura rada. Drugi dio rada pod naslovom *Svojstva plinova i goriva* objašnjava proces prijevoza plinova brodovima te koji su rizici i zaštita od požara odnosno sigurnost. Treći rad pod naslovom *Međunarodni propisi i njihovo donošenje/izmjene na primjeru kodeksa o sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskim plamištem (IGF KOD)* prikazuje najvažnije propise koji su vezani za prijevoz plina ili drugih goriva s niskim plamištem. U četvrtom dijelu pod naslovom *Međunarodni kodeks o sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskim plamištem (IGF KOD)* prikazuje svrhu kodeksa, ciljeve, zahtjeve te područja kojima se bavi. U petom dijelu rada pod naslovom *Obvezni minimalni zahtjevi za osposobljavanje posade brodova koji podliježu IGF Kodeksu* pojašniti će se koje koje osposobljavanje i klasifikacije moraju imati upravitelji stroja i časnik u stroju na brodovima. U šestom dijelu se iznosi diskusija vezano za izneseno u radu. Sedmi dio rada je *Zaključak* u kojem se iznose zaključci i spoznaje do kojih se došlo tijekom izrade rada.

## 2. SVOJSTVA PLINOVA I GORIVA

Prirodni plin je gorivo i zapaljiva tvar. Kako bi se osigurao siguran i pouzdan rad poduzimaju se posebne mjere na bordu tijekom projektiranja, izgradnji te poslije u radu. Industrija ukapljenog prirodnog plina razvija se velikom brzinom. U zadnjih deset godina broj brodova za ukapljeni prirodni plin se više nego udvostručio [1]. U nastavku će se prikazati svojstva ukapljenog prirodnog plina (*Liquified Natural Gas* – LNG) i ukapljenog naftnog plina (*Liquified Petroleum Gas* – LPG). Radi se o plinovima koji su ugljikovodici i dobivaju se u rafinerijama nafte, bušotinama nafte i plina. Pri normalnoj temperaturi i tlaku su u plinovitom stanju dok sniženjem temperature i povećanjem tlaka prelaze u tekuće stanje. [2] Ukapljeni plin je tekućina koja ima tlak pare iznad 2,8 bar na temperaturi od 37,8 °C [3].

### 2.1. Svojstva ukapljenog prirodnog plina (LNG)

Ukapljeni prirodni plin LNG ohlađen je do tekućeg stanja za otpremu i skladištenje. Volumen prirodnog plina u tekućem stanju je oko 600 puta manji od njegovog volumena u plinovitom stanju. Taj proces, koji je razvijen u 19. stoljeću, omogućuje transport prirodnog plina do mjesta gdje cjevovodi ne dopiru i koriste prirodni plin kao transportno gorivo. Ukapljeni prirodni plin prvenstveno metan i etan koji je ohlađen na približno -161°C tako da postaje tekućina [4].



Slika 1. LNG brod [5]

Kada je prirodni plin ukapljen, zauzima mnogo manje prostora oko 1/600 izvornog prostora. U svom ukapljenom obliku LNG se neće zapaliti, što olakšava sigurnije transportiranje u kriogenim spremnicima na plovilima [6].

Brodovi za ukapljeni prirodni plin opremljeni su sofisticiranom tehnologijom za otkrivanje curenja, sustavima za slučaj nužde, naprednim radarskim sustavima i sustavima za pozicioniranje te brojnim drugim tehnologijama osmišljenim kako bi se omogućio siguran prijevoz LNG-a [6].

U svom tekućem stanju, LNG nije eksplozivan i ne može se zapaliti. Da bi LNG izgorio najprije mora ispariti, zatim se mora pomiješati sa zrakom u odgovarajućim omjerima (raspon zapaljivosti je od 5 do 15 posto), a zatim zapaliti. U slučaju curenja LNG brzo isparava, pretvarajući se u plin (metan plus plinovi u tragovima) i miješa se sa zrakom. Ako se ova smjesa nalazi u području zapaljivosti, postoji opasnost od zapaljenja koje bi moglo izazvati opasnost od požara i toplinskog zračenja [7]. Gustoća prirodnog ukapljenog plina je od 420 do 500 kg/m<sup>3</sup>. Tankovi imaju ulogu velike termos boce u kojoj ukapljeni plin vrije cijelo putovanje, od ukrcaja tereta do njegovog iskrcaja u terminalu. Prirodni ukapljeni plin nema korozivna svojstva i otrovan je ukoliko je koncentracija para u zraku veća od 1000 ppm. [7]



Slika 2. Glavni tipovi LNG tankera sferični tankeri (gore) i membranski tankeri (dolje) [8]

LNG je smjesa plinova koja se pri temperaturi i tlaku okoline nalazi u plinovitom stanju. U smjesi dominira metan, a nalazi se još u manjim postotcima i etan, propan i butan. Metan u tekućem stanju nije eksplozivan, a pri isparavanju nastaje dobro vidljivi oblak plina. Zagrijavanjem plina proces isparavanja se ubrzava, plin postaje lakši od zraka i podiže se uvis. Zapaljiv je pri koncentraciji u zraku od 2.2% do 9.5%, a butan od 1.8% do 9.4% [9].



U teoriji bi se plin s visokim tlakom mogao sabiti do gustoće približno jednake njegovoj kapljevinu, ali težina i cijena odgovarajućih spremnika bi bila prevelika i samim tim učinila takav transport neekonomičnim. Za sada se svi plinovi prevoze u isključivo ukapljenom stanju. Razlog porasta upotrebe, a s time prijevoza, su višestruki. Njegove najčešće spominjane prednosti nad ostalim energentima (naftom najviše) su [9]:

- znatno manje onečišćenje okoliša,
- gorivo visoke ogrjevne moći,
- moguće velike rezerve nalazišta ispod 1000 m.

## **2.2. Svojstva ukapljenog naftnog plina (LPG)**

Ukapljeni naftni plin LPG je mješavina ukapljenih ugljikovodika nastalih preradom nafte koji su u normalnom stanju plinovi, a pri povećanju tlaka prelaze u tekuće stanje. Ima vrlo raširenu upotrebu, kao izvor energije u industriji i domaćinstvu. Ukapljeni naftni plin se sastoji većinom od propana ili butana, a najčešće je smjesa obaju plinova. U manjim koncentracijama, u ukapljenom naftnom plinu su sadržani i neki drugi plinovi, kao što su propilen, butilen i dr. Kako je ukapljeni naftni plin bez boje i mirisa, a prilikom propuštanja predstavlja potencijalnu opasnost, dodaju mu se posebni dodaci (npr. etan-etiol ili tetrahidro-tiofen) koji ukapljenom naftnom plinu daju miris i time olakšavaju otkrivanje propuštanja [9].

Prirodni plin je uvijek prisutan u ugljikovodiku rezervoara, bilo kao plin povezan s uljima, ili kao nepovezani plin. Uobičajeno je razlikovati između lakših frakcija plina koji se sastoji od metana i etan (komercijalni prirodni plin) i intermedijer frakcije koje se sastoje od propana i butana; ovi su komercijalno poznat kao LPG (ukapljeni naftni plin) Plinom), budući da se mogu ukapljivati na ambijentu temperatura s umjerenim tlakom. Svojstva LPG-a se mijenjaju ovisno o količini plinova koji ga čine, unutar parametara koji su dani u tablici 1 i koji čine ekstremne slučajeve LPG-a, tj. čiste plinove [2].

**Tablica 1. Svojstva ukapljenih naftnih plinova (LPG) [2]**

Svojstvo ukapljenih naftnih plinova (LPG)	Naziv i kemijska formula	
	Propan C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Butan C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
Molarna masa	44,09	58,12
Specifična težina u plina odnosu na zrak (zrak = 1)	1,5	2,0
Specifična težina tekućine u odnosu na vodu (voda = 1)	0,510	0,575
Točka ključanja (°C)	-42	-0,5
Točka smrzavanja (°C)	-186	-150
Donja ogrijevna moć kapljevine kcal/kg	11 000	10 900
Donja ogrijevna moć kapljevine kJ/kg	46 000	45 600
Gornja ogrijevna moć kapljevine kcal/kg	11 900	11 800
Gornja ogrijevna moć kapljevine kJ/kg	49 800	49 400
Donja ogrijevna moć plina kcal/kg	22 600	29 000
Donja ogrijevna moć plina kJ/kg	94 600	121 300
Gornja ogrijevna moć plina kcal/kg	24 000	30 700
Gornja ogrijevna moć plina kJ/kg	100 400	128 500
Temperatura zapaljenja (°C)	450-500	420-490
Temperatura plamena (°C)	1 970	1 975
Kritični tlak (bar)	45,5	37,8

Izvor: Komadina, P.: Prijevoz ukapljenih plinova morem, Pomorski fakultet, Rijeka, 1992.

Ukapljeni naftni plin ima vrlo nizak stupanj zagađenja okoline u odnosu na druga goriva slične ogrijevane moći i to ga čini poželjnim energentom. Općenito govoreći LPG ima sljedeće prednosti [2]:

- visoki stupanj iskorištenja - kod nekih postrojenja i do 95%,
- mogućnost kombinacije s ostalim gorivima,
- lako održavanje i sigurno rukovanje plinskim uređajima,
- nema pripremnih faza za korištene energije.

Potrebno je istaknuti dvije glavne razlike LNG-a i LPG-a. Razlika je u energetsom sadržaju jer LPG ima veći udio energije od prirodnog plina, odnosno potrebna je manja količina LPG-a za proizvodnju iste količine topline. Zatim razlika u omjeru kisika i plina koji je potreban za pravilno sagorijevanje. Tako LPG zahtijeva omjer kisika i plina od približno 25 do

1, a prirodni plin treba omjer od oko 10 do 1. Da bi se postigla ta razlika, LPG se obično isporučuje u manjoj količini, ali pri višem tlaku, privlačeći tako više kisika u proces izgaranja [2].

### 2.3. Prijevoz plinova brodovima

Dvije vrste ukapljenih plinova u širokoj su uporabi i transportiraju se morskim putem [10]:

- ukapljeni prirodni plin (LNG) i
- ukapljeni naftni plin (LPG).

Brodovi za prijevoz ukapljenih plinova pojavili su se neposredno nakon Drugog svjetskog rata. Otada do danas, nakon mnogobrojnih poboljšanja, razvile su se u potpuno specijalizirane jedinice čije tržište, način poslovanja i mjere sigurnosti uvjetuju specifični zahtjevi prijevoza [10]. Međunarodna trgovina ukapljenim plinom započela je 1964. godine komercijalnom isporukom plina iz Alžira u Canvey Island u Velikoj Britaniji, s dva broda kapaciteta 27000 m<sup>3</sup>. Otada brodski prijevoz ukapljenog plina naglo raste pa danas svjetskim morima plovi više od 100 specijalnih brodova tzv. LNG carriera. Suvremeni LNG brodovi imaju nosivost od oko 125000 do 135000 m<sup>3</sup>, a u pripremi su i brodovi nosivosti 165000 m<sup>3</sup> plina [10].

Osnovna obilježja LNG i LPG brodova proizlaze iz načina gradnje spremnika u kojima se prevozi teret. Postoje dva osnovna pristupa konstrukciji spremnika:

- spremnici (eng. *membrane type*) i
- nezavisni spremnici (eng. *self-supporting*).

Transport LNG-a brodom ima 30-godišnju povijest uz ostvarenu iznimnu pouzdanost i sigurnost. Do današnjeg dana nije bilo slučajeva prijavljenog pucanja ili propuštanja tanka. LNG tankeri moraju imati dvostruku oplatu i specijalno su dizajnirani da podnose niske temperature ukapljenog plina. Plin se može isporučivati tržištu plinovodom (cjevovodom) ili LPG/LNG brodovima [10].

Plinovi se uglavnom transportiraju morem na četiri načina, naime;

- Stlačivanje i ukapljivanje hlađenjem na sobnoj temperaturi.
- Stlačivanje i ukapljivanje pri niskim temperaturama.
- Ukapljivanje pri niskim temperaturama.
- Ukapljivanje na vrlo niskim (kriogenim) temperaturama [10].

Ukapljeni naftni plin (LPG) općenito se prevozi na brodovima u tekućem stanju kompresijom pod niskim plamištem i djelomično hlađen na niske temperature. Budući da je temperatura niska, tijekom transporta mogu se pojaviti određeni problemi. Potrebna je teška izolacija koja je skupa i uvijek postoji problem isparavanja tereta (engl. *boil off*) zbog vrlo niskih temperatura plina. *Boil off* stvara povećanje tlaka u spremnicima koji nisu predviđeni za tlak. Na brodovima su potrebni kompresori plina kako bi se održao nizak tlak u spremnicima [12].



Slika 3. LPG tanker [11]

Ispareni teret stvara probleme s odlaganjem koji se moraju rasipati uslijed spaljivanja jer se ne može ispustiti u atmosferu. Sada se jedan dan prokuhanog plina spali kao gorivo u kotlovima ili u dizelskim motorima na brodu. Strojevi za brodove se sukladno tome modificiraju. Teret koji se nalazi na vrlo niskim temperaturama, potrebni su posebni skupi materijali za spremnike, jer obični čelik ne može izdržati niske temperature. Posebno dizajnirani izolirani spremnici koriste se za skladištenje tereta na brodovima [12].

Lučki terminali za prihvat ukapljenog plina su opremljeni sistemima za replinifikaciju (ponovno dovođenje ukapljenog plina u plinovito stanje) ili omogućuje daljnji transport u ukapljenom stanju [12]. Operacije koje se izvode na LNG tankerima su [13]:

- inertiranje spremnika,
- tlačenje spremnika plinom,
- hlađenje cjevovoda i spremnika,
- ukrcaj tereta,

- razvod plina prema kotlovima ili Dieselovim motorima i turbinama ili izgaranje u atmosferi ili ponovno ukapljivanje,
- iskrcaj,
- grijanje spremnika,
- ventilacija plina u zrak,
- razvod dušika.

## **2.4. Rizici pri korištenju plinova i goriva**

Ukapljeni plin je ekstremno hladna tekućina, netoksična i ne-korozivna, s kojom se može rukovati i pohraniti pri atmosferskom tlaku. Ukapljivanje uzrokuje učinkoviti sustav za transport prirodnog plina na velike udaljenosti. Međutim, u slučaju nekontroliranog oslobađanja, isparenja ukapljeni plinovi mogu biti opasni ovisno o svojstvima prirode kao što je raspon zapaljivosti ili samozapaljivost. Potencijalne opasnosti uglavnom utječu na operatore postrojenja i okolinu. Kako bi se to spriječilo nužne su različite mjere zaštite koje mogu biti primarni i sekundarni sustavi zaštite [14].

Glavni potencijalni rizici su eksplozije, oblaci pare, oslobađanje kriogene tekućine, spontano miješanje i brzi fazni prijelazi. Što se tiče eksplozije, treba napomenuti da se LNG skladišti u spremnicima pri atmosferskom tlaku. Puknuće spremnika ne može prouzročiti trenutnu pojavu eksplozija (eksplozija nastaje kada tvar brzo mijenja agregatno stanje ili se oslobađa nekontrolirano pod tlakom). Sustav je dizajniran posebno da spriječi kontakt s potencijalnim izvorom plamena. Ako primjerice LNG napusti sustav (pod kontrolom temperatura) počinje se zagrijavati i isparavati. U početku je plin hladniji i teži od zraka, te se oblak pare formira iznad oslobođene tekućine.

Proces se razvija nastankom smjese plina sa zrakom i njezom širenjem. Oblak se može zapaliti samo ako je u blizini izvor plamena. Sigurnosni uređaji i rad postupci usmjereni su na minimiziranje vjerojatnosti oslobađanja i potencijalno paljenje oblaka pare. Rizici povezani s rukovanjem LNG-om njegovim izravan kontakt s ljudima strogo je ograničen na zonu unutar okoline broda i terminala [14].

Prema IGF kodeksu potrebna procjena rizika uključuje procjenu sustava ukapljenog plina na brodu za zadržavanje goriva, te može dovesti do dodatnih sigurnosnih mjera za

integraciju u cjelokupni dizajn plovila. Životni vijek fiksnog sustava za zadržavanje ukapljenog plina ne smije biti manji od životnog vijeka broda odnosno 20 godina, ovisno što je duže. Životni vijek prijenosnih spremnika ne smije biti kraći od 20 godina. Sustavi za zadržavanje ukapljenog goriva moraju biti projektirani u skladu sa Sjeverno Atlantskim uvjetima okoliša. Manje zahtjevni uvjeti okoliša, u skladu s očekivanim Uprava može prihvatiti korištenje sustava za zadržavanje ukapljenog plina isključivo za ograničenu navigaciju [15].

## **2.5. Zaštita od požara i sigurnosti**

Prema podacima američkog nacionalnog udruženja za zaštitu od požara na naftnim rafinerijama i LNG terminalima godišnje izbije do 228 požara. Preciznije, u petogodišnjem razdoblju, od 1994. do 1998., prijavljeno je 228 požara ili eksplozija na godinu. Jedna četvrtina tih požara bili su vanjski požari. Iako u strukturi požari čine jednu petinu ukupnog broja požara, uzrokovali su više od polovice financijskih gubitaka [16].

Bukteći požar nastaje kada oblak plina gori bez pojave značajnijeg pretlaka. Oblak metana može se zapaliti samo ako je koncentracija iznad donje granice zapaljivosti (5 %) te ispod gornje granice zapaljivosti (15 %). Smjesa ispod 5 % (metan/zrak) je presiromašna da bi se zapalila, a preko 15 % prebogata da bi se zapalila. Oblaci plina mogu se zapaliti na svom rubu, kada prilikom širenja kroz prostor naiđu na izvor paljenja (otvoreni plamen, motor s unutarnjim sagorijevanjem, iskre i sl.). Tada nastaje vatrena fronta koja prolazi kroz zapaljivi oblak prema izvoru isparavanja. Ta vatrena fronta može doći do lokve LNG-a što rezultira požarom lokve. Trajanje ovakvih požara je relativno kratko.

Važno je znati da je donja granica zapaljivosti za prirodni plin niža od donje granice zapaljivosti za metan. To je zato jer donje granice zapaljivosti za ostale plinove koji se nalaze u smjesi prirodnog plina iznose: 3,22 % za etan, 2,37 % za propan te 1,86 % za butan. Gornja granica zapaljivosti pada s porastom udjela dušika, a donja granica zapaljivosti u principu ne ovisi o udjelu dušika [17].

Na donju granicu zapaljivosti za prirodni plin u osnovi ne utječe ni promjena tlaka u području od 1 do 24 bar. Međutim, gornja granica zapaljivosti s porastom tlaka naglo raste. Pri tlaku od 12 bar gornja granica zapaljivosti iznosi 39 %, a pri 50 bar iznosi 52 %. Kako bi se izbjegao požar i smanjila požarna opasnost, moraju se poduzeti sljedeće sigurnosne mjere:

- strogo su zabranjeni svi izvori zapaljenja u sigurnosnim zonama, te na onim udaljenostima koje su kao takve definirane konceptualnom analizom rizika
- organizacija i obuka zaposlenika za gašenje požara
- izbjegavanje pušenja i otvorenog plamena
- sigurnosne barijere za požare i izlivanja plina
- procedure i upute za gašenje požara [17].

Kad LNG tanker pristane uz terminal zbog transfera kriogenog tereta, sustav detekcije i ESD (engl. *Emergency Shut Down*) sustav broda, kao i ti sustavi na terminalu, povezuju se kako bi djelovali kao integrirani sustav. Ako dođe do opasnosti na brodu ili terminalu, oglasit će se alarmni sustavi, a operacija ukrcaja ili iskrcaja automatski će se zaustaviti. LNG brodovi i terminali imaju senzore za detekciju prirodnog plina, kao i nedostatak kisika, a ostali senzori detektiraju promjene temperature. Toplinski senzori mogu aktivirati alarm u slučaju požara, dok će senzori niskih temperatura upućivati na ispuštanja LNGa te uključiti alarm i ESD [17].

Pretakačke ruke za ukrcaj ili iskrcaj ukapljenog prirodnog plina s terminala na brod i obrnuto, opremljene su napravama za brzo odspajanje u slučaju opasnosti, tzv. PERC (engl. *Powered Emergency Release Couplers*). Zadaća PERC-a je zatvaranje kugličnih ventila i odspajanje cjevovoda kako ne bi došlo do većih oštećenja na terminalu i brodu. Sensorima se nadgleda i teret, što znači da bilo koje povećanje ili smanjenje razine plina u spremnicima broda ili terminala, a da pumpe nisu u pogonu, znači ispuštanje pa će se aktivirati alarm. Osim ovakve automatske aktivacije ESD sustava, moguća je i ručna aktivacija sa strane broda ili terminala [18].

Ukoliko dođe do ispuštanja LNG-a i požara, voda ga neće ugasiti. Kod ovakvih požara voda ima primjenu da održava zapaljivi oblak plina dalje od izvora zapaljenja. Sredstva za gašenje ovakvih požara su suha kemijska sredstva. Unutar terminala koriste se generatori pjene visoke ekspanzije kako bi se retencijski prostori prekrili slojem pjene. Pjena može smanjiti intenzitet požara ili količinu isparavanja, ali gašenje se postiže suhim kemijskim sredstvima. Ukoliko se radi o zapaljenju manjih izlivanja LNG-a, u ovisnosti o okolnostima, postoji mogućnost da se dopusti nadzirano potpuno izgaranje. Protupožarnim sustavima moraju biti opremljeni i tegljači, a na terminalima i brodovima mora se provoditi opsežna obuka. Terminali

moraju imati detaljan plan postupanja u slučaju opasnosti, te periodičke i godišnje vježbe kako bi se provjerila učinkovitost obuke [17].

Vatra je stalna opasnost na moru. Što može rezultirati potpunim gubitkom brodova u odnosu na bilo koji drugi oblik nezgode. Gotovo svi požari rezultat su nemara ili nepažnje. Nepažljivo održavanje u prostorijama strojeva može prouzročiti ozbiljnu opasnost od požara. Dana 1. srpnja 2002., stupili su novi sveobuhvatni zahtjevi za zaštitu od požara, otkrivanje požara i gašenje požara na brodovima stupio je na snagu u Poglavlju II-2 Međunarodne konvencije o sigurnosti života na moru (SOLAS), 1974. koji uključuje tehnološki napredak u otkrivanju i gašenju požara, kao i naučene lekcije iz požara tijekom godina. Propisi su osmišljeni kako bi se osiguralo da se požari prije svega spriječe, na primjer tako da se osigura da su materijali kao što su tepisi i zidne obloge strogo kontrolirani kako bi se smanjila opasnost od požara; drugo, da se svi požari brzo otkriju; i treće; da se svaki požar nalazi i ugasi. Ključni element poglavlja je zahtjev za projektiranje brodova kako bi se osigurali putovi lako evakuiranje posade i putnika [19].

Na brodu su dostupne dvije različite vrste opreme za kontrolu požara. To su mali prijenosni aparati i veliki fiksni uređaji. Mali prijenosni aparati za gašenje požara namijenjeni su manjim požarima koji se mogu brzo ugaziti. Fiksna instalacija se koristi kada se požar ne može ugaziti ili ograničiti prijenosnom opremom ili ako postoji veća opasnost ako se spaljuju povezana područja. Korištenje fiksnih instalacija zahtijeva evakuaciju područja koje je zahvatio požar, a ako se radi o prostoru strojeva to znači gubitak učinkovite kontrole nad brodom. Protupožarnu zaštitu na brodovima osigurava oprema za detekciju i gašenje požara, zajedno sa strukturnim značajkama koje su namijenjene za sprječavanje širenja požara i, kada je to potrebno, korištenje negorivih materijala kako bi se spriječilo njegovo širenje [20].

Izgaranje nastaje kada se zapale plinovi ili isparenja koje ispušta tvar: plin koji se ispušta gori, a ne tvar. Temperatura tvari pri kojoj ispušta dovoljno plina za nastavak gorenja poznata je kao plamište [20].

Požari su klasificirani prema vrstama materijala koji djeluju kao gorivo. Ove se klasifikacije također koriste za aparate za gašenje požara, a neophodno je koristiti ispravnu klasifikaciju aparata za gašenje požara kako bi se izbjeglo širenje požara ili stvaranje dodatnih opasnosti. Klasifikacije koriste slova A, B, C, D i E.

- Klasa A: Požari koji gori drvo, staklena vlakna, presvlake i namještaj.



- Klasa B: Požari spaljivanje tekućina poput ulja za podmazivanje i goriva.
- Klasa C: Požari plamena goriva kao što je ukapljeni naftni plin.
- Klasa D: Vatra pali zapaljive metale kao što su magnezij i aluminij.
- Klasa E: Požari spaljivanjem bilo kojeg od gore navedenih materijala zajedno s električnom energijom visokog napona [20].

Najčešći uzroci požara u strojarnici su zapuštena curenja tekućina s zapaljivim materijalom, u obliku goriva ili ulja za podmazivanje koje kaplje na i koje se pali vrućim ispušnim razvodnicima. [20].

## **2.6. Vrste prijenosnih aparata za gašenje požara**

Na brodu se nalaze četiri glavne vrste prijenosnog aparata za gašenje požara. To su sredstva za gašenje soda-kiselina, pjena, suhi prah i ugljični dioksid. Pojediniosti kao u nastavku:

- soda kiselina prijenosni aparat za gašenje požara je posuda s aparatom za gašenje, a sadrži otopinu natrijevog bikarbonata. navojna kapica sadrži mehanizam klipa koji je pokriven sigurnosnom zaštitom,
- prijenosni vatrogasni aparat tipa pjene je glavni spremnik koji je napunjen otopinom natrijevog bikarbonata i dugi unutarnji polietilenski spremnik je napunjen aluminijevim sulfatom,
- suhi aparati za gašenje požara je vanjski spremnik i sadrži prašak natrijevog bikarbonata. kapsula plina ugljičnog dioksida nalazi se ispod mehanizma klipa u središnjem poklopcu,
- CO<sub>2</sub> prijenosni aparat za gašenje požara je vrlo jak spremnik koristi se za skladištenje tekućeg ugljičnog dioksida pod tlakom [20].

### 3. MEĐUNARODNI PROPISI I NJIHOVO DONOŠENJE/IZMJENE

#### 3.1. Konvencija SOLAS 74

Međunarodna konvencija za sigurnost života na moru (SOLAS) je međunarodni pomorski sporazum koji određuje minimalne sigurnosne standarde u izgradnji, opreme i rada trgovačkih brodova. Konvencija zahtijeva da države zastave potpisnice osiguraju da brodovi koje oni označavaju udovoljavaju barem tim standardima. SOLAS konvencija propisuje obvezu spašavanja. Stupila je na snagu u Londonu 1929. godine, nakon potonuća RMS (*Royal Mail Ship*) Titanic [21].

Danas je na snazi SOLAS konvencija iz 1974. godine sa Protokolima iz 1978. i 1988. godine sa brojnim amandmanima i aneksima. Poznata kao SOLAS 1974., koja je stupila na snagu 25. svibnja 1980. SOLAS konvencija predstavlja međunarodni ugovor o utvrđivanju sposobnosti pomorskih brodova za plovidbu u međunarodnom prometu radi zaštite putnika, posade i drugih osoba na brodu. Konvencija ima osam poglavlja, a peto govori o sigurnosti na moru. Treće poglavlje se bavi sredstvima i uređajima za spašavanje. Utvrđuju se mjerila, broj i oprema za brodice i splavi, signali za opasnosti, prsluci, pregledi i vježbe, te rasporedi za uzbunu [22]. Od studenog 2018. SOLAS 1974. imao je 164 države ugovornice, koje označavaju oko 99% trgovačkih brodova. u svijetu u smislu bruto tonaže. SOLAS se u svojim sukcesivnim oblicima općenito smatra najvažnijim od svih međunarodnih ugovora koji se odnose na sigurnost trgovačkih brodova [22].

SOLAS 1974 zahtijeva od država zastave da brodovi udovoljavaju minimalnim sigurnosnim standardima u izgradnji, opremi i radu trgovačkih brodova. Ugovor uključuje članke u kojima se navode opće obveze, itd., Nakon čega slijedi dodatak podijeljen u dvanaest poglavlja, dva nova poglavlja dodana su u 2016. i 2017. Od toga, peto poglavlje (često se naziva SOLAS V) je jedino onaj koji se odnosi na sva plovila na moru, uključujući privatne jahte i mala plovila na lokalnim putovanjima, kao i na trgovačka plovila na međunarodnim prolazima [23].

Mnoge zemlje pretvorile su ove međunarodne zahtjeve u nacionalne zakone tako da se svatko na moru koji je prekršio zahtjeve SOLAS-a V može naći u sudskom postupku. Godine 1974. usvojena je potpuno nova Konvencija koja dopušta da se SOLAS izmijeni i primijeni u razumnom vremenskom roku, umjesto prethodnog postupka kako bi se uključile izmjene i

dopune, što se pokazalo vrlo sporim. Prema SOLAS-u 1960., moglo bi proći nekoliko godina kako bi amandmani stupili na snagu jer su zemlje morale obavijestiti IMO o prihvaćanju te je postojao minimalni prag zemalja i tonaža. Poglavlje II-2 odnosi se na zaštitu od požara, otkrivanje požara i gašenje požara. Protupožarne odredbe za sve brodove s detaljnim mjerama za putničke brodove, teretne brodove i tanker. Poglavlje VII odnosi se na prijevoz opasnih tvari. Zahtijeva prijevoz svih vrsta opasnih tvari u skladu s Međunarodnim kodeksom o kemikalijama za rasuti teret (IBC Kodeks), Međunarodni kodeks o izgradnji i opremi brodova koji prenose ukapljene plinove u rasutom stanju (IGC Kodeks) i Međunarodnom pomorskom prometu [24].

### 3.2. MARPOL 73/78 konvencija

MARPOL konvencija Međunarodna konferencija o zagađenju mora održana je 1973 g. u Londonu pod vodstvom IMO-a (*International maritime organisation*) Međunarodne pomorske organizacije koja prihvaća:

- *The International Convention for the Prevention of Pollution from Ships* (Međunarodnu konvenciju o sprječavanju zagađenja s brodova)
- MARPOL konvencija predstavlja najtemeljitiiji i najpotpuniji međunarodni spis o sprječavanju zagađenja i onečišćenja mora i morskog okoliša prouzročenog namjernim ili slučajnim ispuštanjem ulja i drugih štetnih tvari s broda.

Konvencija donesena 1973.g. nastavak je tada važeće konvencije OILPOL (donesene u Londonu 1954.g. Koja više nije bila dostatna unatoč svim donesenim amadmanima) 1978.g. održana je *International Conference on Tanker Safety and Pollution Prevention* (Međunarodna konferencija o sigurnosti tankera i sprječavanju zagađenja). Na konferenciji se donosi Protokol MARPOL konvencije iz 1973. godine. Protokol donosi puno promjena pogotovo u prilogu/dodatku I gdje postrožuju mnoge dotadašnje odredbe i propisi Nakon toga MARPOL iz 1973.g. i Protokol MARPOL iz 1978.g. čitaju se kao jedan pravni instrument: MARPOL 73/78 [25].

U početku je bio samo jedan amandman MARPOL konvencije ali tijekom vremena uslijed porasta ekoloških ugroza dodavali su se novi amandmani i proširivali postojeći. Većina tehničkih mjera za sprječavanje onečišćenja i zagađenja mora i morskog okoliša uključena je u šest priloga konvencija. Poboljšavanje konvencije odvija se konstantno od njezina donošenja

na način da već doneseni prilozima stupaju na snagu, donose se novi prilozima i donose se amandmani na postojeće priloge i na taj način se poboljšavaju. Šest priloga konvencija su:

1. Zagađivanje mora uljima dodatak I,
2. Zagađivanje mora kemikalijama dodatak II,
3. Zagađivanje mora opasnim tvarima dodatak III,
4. Zagađivanje mora fekalnim vodama dodatak IV,
5. Zagađivanje čvrstim otpadom dodatak V,
6. Zagađivanje zraka s brodova dodatak VI. [25].

### **3.3. STCW konvencija**

STCW (*engl. The International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers*) Međunarodna konvencija o standardima uvježbavanja, svjedodžbama i održavanju straže pomoraca od 1978. godine postavlja minimalne kvalifikacija za službenike i osoblje na pomorskim trgovačkih brodova i velikih jahti. STCW je usvojen 1978. godine na konferenciji u Međunarodnoj pomorskoj organizaciji (IMO) u Londonu, a stupio je na snagu 1984. godine. Konvencija STCW iz 1978. bila je prva koja je uspostavila minimalne temeljne zahtjeve za osposobljavanje, certifikaciju i čuvanje pomoraca na međunarodnoj razini. Prethodno su pojedine vlade uspostavile minimalne standarde obuke, certificiranja i straže časnika službenika i rejtinga, obično bez pozivanja na prakse u drugim zemljama. Kao rezultat toga, minimalni standardi i postupci uvelike su varirali, iako je brodarstvo po svojoj prirodi izuzetno međunarodno [26].

Konvencija propisuje minimalne standarde koji se odnose na obuku, svjedodžbama i održavanju straže pomoraca koji su zemlje dužne ispuniti ili premašiti. Konvencija se nije bavila brojem posada: odredbe IMO-a u ovom području obuhvaćene su pravilom 14 Poglavlja V. Međunarodne konvencije o sigurnosti života na moru (SOLAS) iz 1974., čiji su zahtjevi potkrijepljeni rezolucijom A.890. Načela sigurnog popunjavanja, usvojena od strane Skupštine IMO-a 1999. godine, koja je zamijenila raniju rezoluciju A.481 (XII) usvojenu 1981. godine. Jedan posebno važna značajka Konvencije je da se odnosi na brodove koji nisu stranke Državama prilikom posjete lukama članica koje su stranke ove Konvencije. Članak X. zahtijeva od stranaka da primjenjuju nadzorne mjere na brodove svih zastava u mjeri u kojoj je to potrebno kako bi se osiguralo da se brodovima koji imaju pravo ploviti pod zastavom države koja nije stranka ne daje povoljniji tretman nego što se daje brodovima koji imaju pravo letjeti

zastavu države koja je stranka. Teškoće koje se mogu pojaviti za brodove država koje nisu članice Konvencije jedan je od razloga zbog kojih je Konvencija tako široko prihvaćena. Do 2018. godine, Konvencija STCW imala je 164 članice, što predstavlja 99,2 posto svjetske tonaže [26].

Međunarodna konvencija o standardima osposobljavanja, izdavanja svjedodžbi i straže pomoraca (STCW) iz 1978. utvrđuje standarde kvalifikacija za zapovjednike, časnike i straže na pomorskim trgovačkim brodovima. STCW Conventionne odnosi se na pomorce koji služe na ratnim brodovima, pomoćnim brodovima mornarice ili drugim brodovima u državnom vlasništvu ili na upravljanju nekomercijalnim uslugama; ribarska plovila (postoji posebna konvencija koja obuhvaća osoblje na ribarskim plovilima); jahte užitka koje se ne bave trgovinom i drvenim brodovima primitivne gradnje. 2010 Manila amendments namjerava uključiti sve dogovorene promjene od 1995. godine, adresirati nove tehnologije, nedosljednosti, tumačenja i zastarjele odredbe. Također je postojala opća predanost usklađivanju izmijenjene i dopunjene Konvencije STCW, gdje je to praktično, s odredbama Konvencije o radu pomoraca iz 2006. godine. Izmjene i dopune iz 2010. nastavile su naglašavati kompetentnost, a ne pomorske usluge ili razdoblje obuke. Standard utvrđen Konvencijom primjenjuje se na pomorce svih redova koji služe na pomorskim trgovačkim brodovima registriranim pod zastavom zemlje potpisnice konvencije [26].

## **4. MEĐUNARODNI KODEKS O SIGURNOSTI ZA BRODOVE KOJI KORISTE PLINOVE ILI DRUGA GORIVA S NISKIM PLAMIŠTEM (IGF KOD)**

Kod IGF znači Međunarodni kodeks o sigurnosti brodova koji koriste plinove ili goriva s niskom točkom zapaljivosti, kako je definirano u pravilu II-1/2.29 konvencije SOLAS 74. IGF Kodeks označava Međunarodni kodeks o sigurnosti brodova koji koriste plinove i goriva sa niskim plamištem, kako je definirano Pravilom II-1/2.29. SOLAS Konvencije. IGF Kodeks je usvojio Odbor za pomorsku sigurnost (MSC) na svojoj devedeset petoj sjednici u lipnju 2015., rezolucijom MSC. 391 kako bi osigurali međunarodni standard za sigurnost za brodove koji koriste gorivo s niskom točkom zapaljenja, osim brodova obuhvaćenih Kodeksom IGC. Kodeks IGF je obavezan u skladu s izmjenama poglavlja II -1, II -2 i dodatka aneksu Međunarodne konvencije o sigurnosti na moru (SOLAS), 1974, koju je MSC usvojio na istoj sjednici , rezolucijom MSC392 stupio na snagu 1. siječnja 2017. [27].

Usvajanje Kodeksa IGF-a bio je vrhunac više od 10 godina rada nekoliko tijela IMO-a, počevši od odobrenja MSC78 (svibanj 2004.) radne stavke „Razvoj odredbi za brodove na plin”. Nakon što je MSC86 (lipanj 2009.) usvojio Privremene smjernice o sigurnosti za instalacije motora kod prirodnog plina na brodovima (rezolucija MSC.285 (86)), MSC 87 odobrio je proširenje opsega rada na razvoju odredbi kod brodova na plin koji uključuju brodove na gorivo s niskom točkom zapaljenja [30].

### **4.1. Svrha kodeksa**

Svrha Međunarodnog kodeksa za sigurnost za brodove koji prevoze ukapljene plinove pri čemu pruža međunarodni standard za brodove. Osnovna filozofija Kodeksa je da osigura obvezne kriterije za uređenje i ugradnju strojeva, opreme i sustava za plovila koja rade s plinovima ili tekućinama s niskim plamištem kao gorivo kako bi se smanjio rizik za brod, njegovu posadu i okoliš. Tijekom razvoja Kodeksa prepoznato je da se mora temeljiti na čvrstim pomorskim arhitektonskim, inženjerskim načelima i na najboljem razumijevanju postojećeg operativnog iskustva, terenskih podataka i istraživanja te razvoja. Zbog brzog razvoja nove tehnologije goriva, Organizacija će povremeno pregledavati Kodeks, uzimajući u obzir iskustvo i tehnički razvoj [27].

## 4.2. Ciljevi kodeksa

Cilj Kodeksa je osigurati kriterije za uređenje i ugradnju strojeva za pogonske i pomoćne svrhe, koji koriste prirodni plin kao gorivo, koji će imati istovjetnu razinu integriteta u smislu sigurnosti, pouzdanosti i pouzdanosti kao što je onaj koji može se postići novim i usporedivim glavnim i pomoćnim strojevima na konvencionalno naftno gorivo [27].

## 4.3. Sadržaj kodeksa

Sadržaj Međunarodnog kodeksa sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskim plamištem (IGF kod) je:

### Dio A

- 1 Preambula
- 2 Općenito
- 3 Ciljevi i funkcionalni zahtjevi
- 4 Opći zahtjevi

### Dio A-1 Posebni zahtjevi za brodove koji koriste prirodni plin kao gorivo

- 5 Dizajn i raspored na brodu
- 6 Sustav zadržavanja goriva (brodski tankovi)
- 7 Materijal i opći dizajn
- 8 Ukrcaj (Punjenje)
- 9 Opskrba potrošača gorivom
- 10 Proizvodnja energije, uključujući pogon i druge potrošače plina
- 11 Sigurnost od požara
- 12 Sprječavanje eksplozije
- 13 Ventilacija
- 14 Električne instalacije
- 15 Sustavi upravljanja, nadzora i sigurnosti
- Dodatak
- Novel Configuration

### Dio B-1

- Proizvodnja, izrada i ispitivanje

### Dio C-1

- Vježbe i vježbe za hitne slučajeve

- Rad
- Prilog LNG - dostavnica o bunkeru

#### Dio D

- Osposobljavanje [27].

#### 4.4. Zahtjevi kodeksa

Kodeks se odnosi na sva područja koja zahtijevaju posebno razmatranje za korištenje plina ili tekućine s niskim plamištem kao gorivom. Osnovna filozofija Kodeksa IGF-a razmatra pristup utemeljen na ciljevima. Stoga su za svaki dio definirani ciljevi i funkcionalni zahtjevi koji čine osnovu za projektiranje, izgradnju i rad [27].

Funkcionalni zahtjevi su:

- Sigurnost, pouzdanost sustava mora biti ekvivalentan sigurnosti što se treba postići s novim i usporedivim konvencionalnim glavnim i pomoćnim strojevima na naftni pogon.
- Vjerojatnost i posljedice opasnosti povezanih s gorivom bit će ograničene na minimalno kroz raspored i projektiranje sustava, kao što su ventilacija, detekcija i sigurnost. U slučaju curenja plina ili neispravnosti potrebno je osigurati pravovremene mjere sigurnosti.
- Filozofija projektiranja osigurat će mjere za smanjenje rizika i sigurnosne mjere za instalaciju plinskog goriva kako ne bi došlo do neprihvatljivog gubitka energije.
- Opasna područja moraju biti ograničena, koliko je to izvedivo, da bi se opasnosti koje mogu utjecati na sigurnost broda, osobe na brodu i opremu smanjile na najmanju moguću mjeru
- Oprema instalirana u opasnim područjima mora se svesti na najmanju moguću mjeru do razine potrebne za operativne svrhe i mora biti prikladno i odgovarajuće ovjerena.
- Nenamjerno nakupljanje koncentracija eksplozivnih, zapaljivih ili otrovnih plinova mora biti spriječeno.
- Komponente sustava moraju biti zaštićene od vanjskih oštećenja.
- Izvori paljenja u opasnim područjima moraju se svesti na najmanju moguću mjeru kako bi se smanjila vjerojatnost pojave eksplozija.
- Mora se urediti sigurno i prikladno snabdijevanje gorivom, skladištenje i punjenje uređaja koji mogu primati i sadržavati gorivo u potrebnom stanju bez propuštanja. Osim



kada je to potrebno iz sigurnosnih razloga, sustav mora biti projektiran tako da spriječi ozračivanje

- u svim uobičajenim radnim uvjetima, uključujući razdoblja mirovanja.
- Sustavi cjevovoda, sklopovi za zadržavanje i uređaji za prekomjerni tlak mora biti osiguran odgovarajućom konstrukcijom.
- Strojevi, sustavi i komponente moraju biti projektirani, izrađeni, instalirani, upravljani, održavani i zaštićeni kako bi se osigurao siguran i pouzdan rad.
- Sustav za zadržavanje goriva i prostori strojeva koji sadrže izvor koji bi mogao osloboditi plin u prostor mora biti uređen i smješten tako da požar ili eksplozija neće dovesti do neprihvatljivog gubitka struje ili do prestanka rada opreme u drugim odjeljcima.
- Moraju se osigurati odgovarajući sustavi upravljanja, alarma, nadzora i gašenja kako bi se osigurao siguran i pouzdan rad.
- Mora se urediti fiksna detekcija plina koja je prikladna za sve dotične prostore i područja.
- Protupožarne mjere, mjere zaštite koje odgovaraju opasnostima.
- Puštanje u rad, ispitivanje i održavanje sustava za gorivo i strojeva za korištenje plina
- Moraju zadovoljiti cilj u smislu sigurnosti, dostupnosti i pouzdanosti.
- Tehnička dokumentacija mora omogućiti ocjenu sukladnosti sustava i njegovih sastavnih dijelova s primjenjivim pravilima, smjernicama, standardima dizajna i načela koja se odnose na sigurnost, dostupnost, održivost i pouzdanost.
- Pojedinačni kvar u tehničkom sustavu ili komponenti ne smije dovesti do nesigurnog ili neispravnog nepouzdana situacija [27].

#### **4.5. Dio D kodeksa**

Cilj ovog poglavlja je osigurati da pomorci na brodovima na koje se primjenjuje Kodeks su odgovarajuće kvalificirani, obučeni i iskusni. Tvrtke moraju osigurati da pomorci na brodovima koji koriste plinove moraju imati završenu obuku za postizanje sposobnosti koje odgovaraju kapacitetu odnosno moraju znati ispunjavati dužnosti i odgovornosti koje treba preuzeti, uzimajući u obzir odredbe u STCW Konvenciji i Kodeksu, s izmjenama i dopunama [27].

## **5. OBVEZNI MINIMALNI ZAHTJEVI ZA OSPOSOBLJAVANJE POSADE BRODOVA KOJI PODLIJEŽU IGF KODEKSU**

Osposobljavanje pomoraca i izdavanje svjedodžbi pomorcima na međunarodnoj se razini regulira Međunarodnom konvencijom Međunarodne pomorske organizacije o standardima osposobljavanja, izdavanja svjedodžbi i straži za pomorce iz 1978., kako je izmijenjena (Konvencija STCW), koja je zadnji put znatno revidirana 2010. Izmjene Konvencije STCW donesene su 2015. i odnose se na zahtjeve u pogledu osposobljavanja i kvalifikacija za pomorce koji služe na brodovima na koje se odnosi Međunarodni kodeks o sigurnosti brodova koji koriste plinove ili goriva s niskom točkom zapaljivosti (Kodeks IGF”).

(Godine 2016. donesene su izmjene Konvencije STCW u pogledu osposobljavanja i kvalifikacija pomoraca koji služe na putničkim brodovima i brodovima koji plove polarnim vodama [29].)

Prema Pravilniku o zvanjima i svjedodžbama o osposobljenosti pomoraca članovi posade kojima su povjerene sigurnosne dužnosti glede brige, korištenja ili postupaka u slučaju nužde u vezi sa gorivom na brodovima na koje se primjenjuje IGF Kodeks moraju imati Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti – Rad na brodovima na koje se primjenjuje IGF Kodeks – radna razina (STCW V/3).

Svjedodžba će se izdat pomorcu koji:

- je završio posebnu izobrazbu iz Priloga D50A Pravilnika o zvanjima i svjedodžbama o osposobljenosti pomoraca,
- položi ispit za stjecanje takve svjedodžbe sukladno programu iz Priloga C51A Pravilnika o zvanjima i svjedodžbama o osposobljenosti pomoraca.

Uvjet nisu dužni ispuniti članovi posade koji posjeduju Svjedodžbu o osposobljenosti za časnika odgovornog za sigurnosnu zaštitu broda ili Svjedodžbu o osposobljenosti za časnika odgovornog za sigurnosnu zaštitu broda (STCW VI/5). Svjedodžba ima valjanost za razdoblje od 5 godina od dana izdavanja. Zapovjednik, časnici stroja i ostale osobe izravno odgovorni za brigu o gorivima i sustavima goriva i njihovom korištenju na brodovima na koje se primjenjuje IGF Kodeks mora imati Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti, rad na brodovima na koje se primjenjuje IGF Kodeks upravljačka razina (STCW V/3).

Svjedodžba izdat će se pomorcu koji:

- posjeduje svjedodžbu,
- je završio posebnu izobrazbu,

- položi ispit za stjecanje takve svjedodžbe,
- ima najmanje jedan mjesec plovidbene službe koja uključuje najmanje tri ukrcaja goriva na brodove koji prevoze terete na koje se primjenjuje IGF Kodeks ili je sudjelovao u provedbi najmanje tri prekrcaja goriva na tankerima za ukapljene plinove, i
- ima najmanje tri mjeseca plovidbene službe u posljednjih pet godina na:
  - brodovima na koje se primjenjuje IGF Kodeks; ili
  - tankerima koji kao teret prevoze goriva na koja se primjenjuje IGF Kodeks; ili
  - brodovima koji kao gorivo koriste plinove ili goriva sa niskom točkom zapaljivosti.

## **Izuzeca**

Uvjet u pogledu posebne izobrazbe odnosno polaganja ispita za stjecanje odnosne svjedodžbe nisu dužni ispuniti članovi posade koji posjeduju Svjedodžbu o osposobljenosti za časnika odgovornog za sigurnosnu zaštitu broda (STCW VI/5). Sudjelovanje pri ukrcaju ili prekrcaju goriva dokazuje se potpisanom izjavom od strane zapovjednika broda, broдача, kompanije ili posrednika. Svjedodžba ima valjanost za razdoblje od 5 godina od dana izdavanja. Osobe koji imaju izravnu odgovornost označava osobu koja ima svojstvo odlučivanja u odnosu na rukovanje gorivom na način kako je to utvrđeno IGF Kodeksom ili u odnosu na ostale radnje vezano uz gorivo [28].

### **5.1. Osposobljavanje i kvalifikacije zapovjednika i časnika palube na brodovima**

Prema pravilu V/3 obvezni minimalni zahtjevi za osposobljavanje i kvalifikacije zapovjednika, časnika, mornara i drugog osoblja na brodovima koji podliježu Kodeksu IGF.

1. Ovo se pravilo primjenjuje na zapovjednike, časnike, mornare i drugo osoblje koje služi na brodovima koji podliježu Kodeksu IGF.
2. Prije nego što im se dodijele brodska zaduženja na brodovima koji podliježu Kodeksu IGF, pomorci moraju završiti osposobljavanje koje se zahtijeva u skladu s njihovim radnim mjestima, dužnostima i odgovornostima [29].
3. Prije nego što im se dodijele brodska zaduženja, svi pomorci koji služe na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu moraju proći primjereno upoznavanje specifično za brod i opremu.
4. Pomorci odgovorni za utvrđene dužnosti u pogledu sigurnosti koje su povezane s brigom za gorivo, njegovom upotrebom te odgovorima na krizne situacije u vezi s

gorivom na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu moraju imati svjedodžbu o temeljnom osposobljavanju za rad na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu [29].

5. Svaki kandidat za izdavanje svjedodžbe o temeljnom osposobljavanju za rad na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu mora završiti temeljno osposobljavanje u skladu s odredbama stavka 1. odjeljka A-V/3 Kodeksa STCW.
6. Za pomorce odgovorne za utvrđene dužnosti u pogledu sigurnosti koje su povezane s brigom za gorivo, njegovom upotrebom te odgovorima na krizne situacije u vezi s gorivom na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu koji su kvalificirani i imaju svjedodžbu na tankerima za ukapljeni plin smatra se da ispunjavaju zahtjeve Kodeksa STCW za temeljno osposobljavanje za rad na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu [29].
7. Zapovjednici, časnici stroja i svi drugi članovi osoblja s neposrednom odgovornošću za brigu o gorivu i sustavima goriva te za njihovu upotrebu na brodovima koji podliježu IGF kodeksu moraju imati svjedodžbu o naprednoj osposobljenosti za rad na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu.
8. Svaki kandidat za izdavanje svjedodžbe o naprednoj osposobljenosti za rad na brodovima koji podliježu IGF Kodeksu mora, dok ima svjedodžbu o stručnoj osposobljenosti.
  - Moraju završiti odobreno napredno osposobljavanje za rad na brodovima koji podliježu IGF kodeksu i ispunjavati standard osposobljenosti.
  - Dopršiti najmanje jedan mjesec odobrene pomorske službe koja uključuje najmanje tri radnje opskrbe gorivom na brodovima koji podliježu Kodeksu IGF. Dvije od tri radnje opskrbe gorivom mogu se zamijeniti odobrenim osposobljavanjem na simulatoru radnji opskrbe gorivom kao dio osposobljavanja [29].
9. Za zapovjednike, časnike stroja i sve osobe s neposrednom odgovornošću za brigu o gorivu te za njegovu upotrebu na brodovima koji podliježu Kodeksu IGF, koji su kvalificirani i kojima je izdana svjedodžba u skladu sa standardom osposobljenosti utvrđenim za rad na tankerima za ukapljeni plin smatra se da ispunjavaju zahtjeve Kodeksa STCW za napredno osposobljavanje za brodove koji podliježu IGF Kodeksu uz uvjet da su ujedno:
  - ispunili prethodno navedene zahtjeve,
  - ispunili zahtjeve u pogledu opskrbe gorivom ili su sudjelovali u provođenju triju operacija prijevoza tereta na tankeru za ukapljeni plin; i
  - u prethodnih pet godina dovršili pomorsku službu u trajanju od tri mjeseca na:

- brodovima koji podliježu Kodeksu IGF;
  - tankerima koji kao teret prevoze goriva obuhvaćena Kodeksom IGF; ili
  - brodovima koji kao gorivo upotrebljavaju plinove ili goriva s niskom točkom zapaljivosti.
10. Države članice osiguravaju da se pomorcima koji su kvalificirani prema potrebi, izda svjedodžba o stručnoj osposobljenosti.
11. Pomorci koji imaju svjedodžbe o stručnoj osposobljenosti moraju u razdobljima od najmanje svakih pet godina, završiti odgovarajuće obnovljeno osposobljavanje ili pružiti dokaz da su ostvarili zahtijevani standard osposobljenosti u proteklih pet godina [29].

## **5.2. Dopunska osposobljenost**

Prije preuzimanja dužnosti na brodu, sve osobe koje obavljaju poslove na brodu u bilo kojem svojstvu, moraju svladati poseban program izobrazbe o postupcima u slučaju opasnosti na brodu (STCW A-VI/1), sukladno programu iz Priloga D1. Program su dužni su provoditi brodar ili kompanija na čiji brod se ukrcava osoba. Program mogu provoditi i pomorska učilišta. Osobama koje s uspjehom savladaju program, brodar ili kompanija izdaje odgovarajuću potvrđnicu, koji obrazac se objavljuje na internetskim stranicama Ministarstva, dok pomorsko učilište izdaje potvrđnicu u skladu s Pravilnikom. Potvrđnice imaju valjanost bez vremenskog ograničenja [28].

Pomorci kojima je povjerena dužnost upravljanja gašenjem požara na brodu moraju imati Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti – Upravljanje gašenjem požara (STCW VI/3). Svjedodžba izdat će se pomorcu koji:

- završi posebnu izobrazbu, sukladno programu iz Priloga D12,
- ima Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti – Temeljna sigurnost na brodu,
- položi ispit za stjecanje takve svjedodžbe, sukladno programu iz Priloga C16.

Zahtjeve u pogledu izobrazbe i polaganja ispita nisu dužne ispuniti osobe koje su tijekom srednjoškolskog ili visokoškolskog obrazovanja savladale program koji obuhvaća sve sadržaje programa. Svjedodžba ima valjanost za razdoblje od pet godina od dana izdavanja.

Zapovjednik, časnici i članovi posade koji sudjeluju u poslovima rukovanja teretom i teretnim uređajem tankera za prijevoz ukapljenih plinova, te skrbi o teretu, moraju imati Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti – Osnovna osposobljenost za rad na tankerima za ukapljene plinove (STCW V/1-2 st. 2.).

Svjedodžba izdat će se pomorcu koji:

- je završio posebnu izobrazbu iz Priloga D13B, ili
- ima najmanje tri mjeseca priznate plovidbene službe na tankerima za ukapljene plinove,
- ima Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti – Temeljna sigurnost na brodu,
- je položio odgovarajući ispit, sukladno programu iz Priloga C17B.

Svjedodžba ima valjanost za razdoblje od pet godina od dana izdavanja [28].

Zapovjednik, upravitelji stroja, prvi časnici palube, drugi časnici stroja i sve osobe s neposrednom odgovornošću za ukrcaj, iskrcaj, nadzor nad teretom za vrijeme plovidbe, rukovanje teretom, čišćenje tankova ili druge postupke vezane uz teret na tankerima za prijevoz ukapljenih plinova moraju posjedovati Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti – Rad na tankerima za ukapljene plinove (STCW V/1-2 st. 4.).

Svjedodžba iz stavka 1. ovoga članka izdat će se pomorcu koji:

- ispunjava uvjete za stjecanje svjedodžbe ovog Pravilnika
- završi posebnu izobrazbu iz Priloga D15,
- ima najmanje tri mjeseca priznate plovidbene službe na tankerima za ukapljene plinove,
- položi odgovarajući ispit sukladno programu iz Priloga C20.

Svjedodžba ima valjanost za razdoblje od pet godina od dana izdavanja [28].

Zapovjednik, časnici stroja i ostale osobe izravno odgovorni za brigu o gorivima i sustavima goriva i njihovom korištenju na brodovima na koje se primjenjuje IGF Pravilnik moraju imati Svjedodžbu o dopunskoj osposobljenosti – Rad na brodovima na koje se primjenjuje IGF Pravilnik – upravljačka razina (STCW V/3).

Svjedodžba izdat će se pomorcu koji:

- posjeduje svjedodžbu iz ovog Pravilnika
- je završio posebnu izobrazbu iz Priloga D50B ovoga Pravilnika
- položi ispit za stjecanje takve svjedodžbe sukladno programu iz Priloga C51B Pravilnika

- ima najmanje jedan mjesec plovidbene službe koja uključuje najmanje tri ukrcaja goriva na brodove koji prevoze terete na koje se primjenjuje IGF Pravilnik ili je sudjelovao u provedbi najmanje tri prekrcaja goriva na tankerima za ukapljene plinove, i
- ima najmanje tri mjeseca plovidbene službe u posljednjih pet godina na:
  - brodovima na koje se primjenjuje IGF Pravilnik; ili
  - tankerima koji kao teret prevoze goriva na koja se primjenjuje IGF Pravilnik; ili
  - brodovima koji kao gorivo koriste plinove ili goriva sa niskom točkom zapaljivosti.

Uvjet u pogledu posebne izobrazbe odnosno polaganja ispita za stjecanje odnosne svjedodžbe nisu dužni ispuniti članovi posade koji posjeduju svjedodžbu, te koji ispunjavaju uvjete iz stavka 2. alineja 4. i 5. ovoga članka.

Sudjelovanje pri ukrcaju ili prekrcaju goriva dokazuje se potpisanom izjavom od strane zapovjednika broda, brodarka, kompanije ili posrednika. Svjedodžba ima valjanost za razdoblje od 5 godina od dana izdavanja.

## **5.2. STCW kodeks**

STCW Kodeks za cilj sustavno utvrditi standarde u području obrazovanja pomoraca i izdavanja svjedodžbi. STCW Konvencija je Međunarodna konvencija o standardima izobrazbe, izdavanju svjedodžbi i držanju straže pomoraca 1978., kako je izmijenjena i dopunjena. STCW Pravilnik je Pravilnik o izobrazbi, izdavanju svjedodžbi i držanju straže pomoraca kako je usvojen Rezolucijom 2 Konferencije država stranaka STCW Konvencije iz 1995. g. kako je izmijenjen i dopunjen. STCW Pravilnik koji se sastoji od dijela A i dijela B, a čini sastavni dio STCW konvencije, 2) formiranje „bijele liste“<sup>1</sup>, 3) uvođenje nezavisnih prosudbi sustava kvalitete, 4) zahtjeve u pogledu programa naobrazbe, provođenja ispita, uporabe simulatora i uvođenja sustava kvalitete na pomorskim učilištima, 5) zahtjeve koji se odnose na odgovornost brodarskih kompanija. Slijedeća važna izmjena i dopuna STCW konvencije dogodila se na Konferenciji u Manili, 2010. godine, kada su usvojeni novi Manila amandmani koji se odnose na: 1) izdavanje svjedodžbi, 2) uvođenje odredbi o satima rada i odmora, sprečavanje rada pod utjecajem droge i alkohola, te odredbe o zdravstvenoj sposobnosti pomoraca, 3) uvođenje novih zvanja<sup>2</sup>, 4) uvođenje novih osnovnih programa izobrazbe i proširenje postojećih, 5) uvođenje osnovnih osposobljenosti za rada na tankerima za ulje, kemikalije i ukapljene plinove, 6) izdavanja preporuka za plovidbu u polarnim vodama i dinamičko pozicioniranje, 7) izmjenu odredbi o priobalnoj plovidbi i 8) uvođenje pojma „učenje na daljinu“ [31].

### 5.3. IMO MC

Program modelnih tečajeva razvio se na temelju prijedloga više vlada članica IMO-a, nakon usvajanja Međunarodne konvencije o standardima osposobljavanja, izdavanja certifikata i čuvanja pomoraca (STCW) iz 1978. godine, s izmjenama i dopunama. IMO je osmislio niz tečajeva kako bi pomogao provedbi Konvencije i, dodatno, olakšao pristup znanju i vještinama koje zahtjeva sve sofisticiranija pomorska tehnologija. Svaki model tečaja uključuje okvir tečaja (koji sadrži opseg, cilj, standarde upisa i ostale informacije o tečaju), opis predmeta (raspored), detaljan nastavni plan i program, upute za instruktore i sažetak načina ocjenjivanja učenika. Modelni tečajevi povezani s STCW Konvencijom revidirani su i ažurirani nakon velike revizije Konvencije 1995. godine. Nakon usvajanja Manilskih izmjena i dopuna 2010. godine uz Konvenciju i Kodeks STCW, neki od modela tečajeva koji se odnose na Konvenciju i Kodeks STCW revidiraju se i ažuriraju [32].



## 6. DISKUSIJA

Pravilnicima i konvencijama nastoji se povećati stupanj sigurnosti brodova na način da se propisuju tehnički zahtjevi. Kako je kroz rad istaknuto najveći značaj ima i ljudski faktor u pomorskim nesrećama stoga se posebna pozornost pridajte nužnim zahtjevima za obrazovanje, osposobljavanje i kvalifikacije zapovjednika i časnika palube te upravitelja stroja i časnika u stroju na brodovima.

Zahtjevi se ispunjavaju putem STCW konvencije te njoj pridruženog kodeksa. Poznavanjem tih dokumenata, njihovim potpunim poštovanjem i premašivanjem u njima zadanih minimalnih zahtjeva, doprinosi se povećanju sigurnosti i smanjenju nesreća na moru. Kako bi se održala i nastojala poboljšati visoka razina sigurnosti u pomorskom prometu i sprečavanja zagađivanja mora, od ključne je važnosti održati i po mogućnosti poboljšati razinu znanja i vještina pomoraca razvojem pomorskog osposobljavanja i davanja svjedodžbi pomorcima u skladu s međunarodnim pravilima i tehnološkim napretkom te poduzeti dodatne mjere za poboljšanje europske baze pomorskih vještina.

Međunarodni kodeks o sigurnosti brodova koji koriste plinove i goriva sa niskim plamištem (IGF CODE) je kodeks koji predstavlja međunarodni standard za brodove koji koriste gorivo s niskom točkom zapaljivosti. Temeljna filozofija ovog Kodeksa je da osigura obvezne odredbe za raspored, instalaciju, kontrolu i nadzor strojeva, opreme i sustava koji koristi gorivo s niskom točkom zapaljenja kako bi se smanjio rizik za brod, njegovu posadu i okoliš, uzimajući u obzir prirodu goriva. Sadašnja verzija Kodeksa IGF-a uključuje propise koji zadovoljavaju funkcionalne zahtjeve za gorivo za prirodni plin. Propisi za druga goriva s niskom temperaturom zapaljivosti bit će dodani kao i kada će ih razviti Organizacija. Pravila i kodeksi su nužni kako bi se stvorili jednaki uvjeti za sigurnosti ali i u svrhu poticanja učinkovitosti.

## 7. ZAKLJUČAK

Prirodni plin je smjesa plinova koja se na temperaturi i tlaku okoline nalazi u plinovitom agregatnom stanju. Najveći udio u toj smjesi imaju ugljikovodici, i to prvenstveno metan, a zatim i ostali plinovi kao što su etan, propan, butan i dr. Jedan od osnovnih razloga za ukapljivanje prirodnog plina je to da mu se ukapljivanjem pri temperaturi od  $-161,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  i tlaku okoline (atmosferskom) volumen smanji oko 600 puta, što otvara mogućnosti prijevoza i skladištenja velikih količina.

Ukapljeni naftni plin LPG je mješavina ukapljenih ugljikovodika nastalih preradom nafte koji su u normalnom stanju plinovi, a pri povećanju tlaka prelaze u tekuće stanje. Ima vrlo raširenu upotrebu, kao izvor energije u industriji i domaćinstvu. Ukapljeni naftni plin se sastoji većinom od propana ili butana, a najčešće je smjesa obaju plinova. LNG je smjesa plinova koja se pri temperaturi i tlaku okoline nalazi u plinovitom stanju. U smjesi dominira metan, a nalazi se još u manjim postotcima i etan, propan i butan. Metan u tekućem stanju nije eksplozivan, a pri isparavanju nastaje dobro vidljivi oblak plina. Brodovi za ukapljeni prirodni plin opremljeni su sofisticiranom tehnologijom za otkrivanje curenja, sustavima za slučaj nužde, naprednim radarskim sustavima i sustavima za pozicioniranje te brojnim drugim tehnologijama osmišljenim kako bi se omogućio siguran prijevoz.

Međunarodni kodeks o sigurnosti za brodove koji koriste plinove ili druga goriva s niskom točkom zapaljivosti (IGF Kodeks). Ovaj Kodeks predstavlja međunarodni standard za brodove koji koriste gorivo s niskom točkom zapaljivosti, osim brodova obuhvaćenih IGC Kodeksom. Kao specijalizirana agencija Ujedinjenih naroda, IMO je globalno tijelo koje postavlja standarde za sigurnost i ekološku izvedbu međunarodnog brodarstva. Njegova glavna uloga je stvoriti regulatorni okvir za sektor brodarstva koji je pošten i djelotvoran, univerzalno prihvaćen i univerzalno implementiran.

## LITERATURA

- [1] Posavec, D., Simon, K., Malnar, M. 2010. *Brodovi za ukapljeni prirodni plin*. Rudarsko-geološko-naftni zbornik, 22(1), str. 55-62.
- [2] Komadina, Pavao. 1992. *Prijevoz ukapljenih plinova morem*. Pomorski fakultet. Rijeka.
- [3] International Maritime Organization, za *IMO Gas Carrier Code*
- [4] LNG, [https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=natural\\_gas\\_lng](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=natural_gas_lng), (11.05.2019)
- [5] <https://www.thehindubusinessline.com/economy/policy/centres-plans-to-build-lng-ships-go-up-in-smoke/article10007048.ece> (29.05.2019)
- [6] Oil and gas, <https://www.energyinformationaustralia.com.au/oil-and-gas-explained/how-is-oil-and-gas-produced/liquefied-natural-gas-lng/>, (16.05.2019)
- [7] LNG, Benefits and Risks of Liquefied Natural Gas. Archived from the original.
- [8] Moss LNG carrier concept technology transfer seminar, Moss Maritime, 2002.
- [9] [https://www.researchgate.net/figure/Main-types-of-LNG-carriers-moss-spherical-tankers-top-and-membrane-tankers-bottom\\_fig1\\_223190585](https://www.researchgate.net/figure/Main-types-of-LNG-carriers-moss-spherical-tankers-top-and-membrane-tankers-bottom_fig1_223190585), (10.05.2019)
- [10] Dvornik J, Dvornik S. 2013. *Konstrukcija broda*. Pomorski fakultet u Splitu. Split.
- [11] Transport of gases by sea, <https://www.brightengineering.com/marine-engines-machinery/55294-transport-of-gases-by-sea/>, (06.05.2019)
- [12] Moss LNG carrier concept technology transfer seminar, Moss Maritime, 2002.
- [13] Zafranović, E., Nova generacija brodova za prijevoz ukapljenog plina, <https://www.fsb.unizg.hr/library/fileopen.php?id=317>, (19.05.2019)
- [14] Transporting natural gas by sea, [http://www.treccani.it/export/sites/default/Portale/sito/altre\\_aree/Tecnologia\\_e\\_Scienze\\_applicate/enciclopedia/inglese/inglese\\_vol\\_1/pag855-878Ing3.pdf](http://www.treccani.it/export/sites/default/Portale/sito/altre_aree/Tecnologia_e_Scienze_applicate/enciclopedia/inglese/inglese_vol_1/pag855-878Ing3.pdf)
- [15] Resolution msc.391(95) (adopted on 11 june 2015) adoption of the international code of safety for ships using gases or other low-flashpoint fuels (IGF code).
- [16] NFPA (National Fire Protection Association 2017 )
- [17] Klobas, V., Bognolo, D., & Kršulja, M. (2017). Protupožarna zaštita kod LNG terminala. *Vatrogastvo i upravljanje požarima*, 7(2.), 29-42.
- [18] GCaptain, 2017.<http://gcaptain.com/fire-safety-ships-terminals/> (27.05.2019)

- [19] <http://www.imo.org/en/OurWork/Safety/FireProtection/Pages/History.aspx>, (17.05.2019)
- [20] Machineryspaces. <http://www.machineryspaces.com/fire-protection.html>, (18.05.2019)
- [21] Karninčić, J. 2015. *Spašavanje ljudskih života na moru*. Pomorski zbornik, 49(1), str. 379-384.
- [22] SOLAS, Consolidated edition, IMO, 2014.
- [23] International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS)". International Maritime Organization (IMO).
- [24] Resolution A.351(IX) Use of metric units in the SI system in the International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974, and other future instruments" (PDF). Assembly Resolutions. International Maritime Organization.
- [25] <http://www.unidu.hr/datoteke/majelic/ZMMO-3-BS-N.pdf>, (20.05.2019)
- [26] <https://www.edumaritime.net/stcw/what-is-stcw-an-introduction>, (21.05.2019)
- [27] International Code of Safety for Ship Using Gases or Other Low-flashpoint Fuels (IGF Code), <http://www.imo.org/en/ourwork/safety/safetytopics/pages/igf-code.aspx> (29.05.2019)
- [28] Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o zvanjima i svjedodžbama o osposobljenosti pomoraca NN 72/2016
- [29] Direktiva (EU) 2019/ Europskog parlamenta i vijeća, Minimalna razina osposobljavanja pomoraca
- [30] <https://www.witherbyseamanship.com/igf-code-international-code-of-safety-for-ships-using-gases-or-other-low-flashpoint-fuels-2016-edition-i109e.html> (31.05.2019)
- [31] Perčić. U. 2006. *Obrazovanje pomoraca za djelovanje u izvanrednim okolnostima*. Magistarski rad, Rijeka, Hrvatska, Pomorski fakultet u Rijeci,
- [32] IMO Model Courses  
<http://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/TrainingCertification/Pages/ModelCourses.aspx> (02.08.2019)

## POPIS SLIKA

Slika 1. LNG brod [5] .....	2
Slika 2. Glavni tipovi LNG tankera sferični tankeri (gore) i membranski tankeri (dolje) [8] ..	3
Slika 3. LPG tanker [11] .....	7

## POPIS TABLICA

<b>Tablica 1. Svojstva LPG plinova [2]</b> .....	<b>5</b>
--	----------

## **IZJAVA**

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora doc.dr.sc. Jadrana Šundrice.