

# Zaštitne mjere na brodovima za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata

---

**Barač, Marko**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*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:155:532118>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-26**



**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**  
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**

**POMORSKI ODJEL**

**MARKO BARAČ**

**ZAŠTITNE MJERE NA BRODOVIMA ZA PRIJEVOZ  
SIROVE NAFTE I NAFTNIH DERIVATA**

**ZAVRŠNI RAD**

Dubrovnik, 2021.

**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**

**POMORSKI ODJEL**

**Preddiplomski Studij Nautika**

**ZAŠTITNE MJERE NA BRODOVIMA ZA PRIJEVOZ  
SIROVE NAFTE I NAFTNIH DERIVATA**

**ZAVRŠNI RAD**

Mentor:

**Izv. prof. dr. sc. Žarko Koboević**

Student/Pristupnik:

**Marko Barač**

Komentor:

**dr. sc. Darijo Mišković**

Dubrovnik, rujan 2021.

**Republika Hrvatska**  
**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**  
**POMORSKI ODJEL**  
**Preddiplomski sveučilišni studij nautika**

Ur. broj:

Kolegij: TEHNOLOGIJA PRIJEVOZA TEKUĆEG TERETA

Mentor: izv. prof. dr. sc. Žarko Koboević

Komentor: dr. sc. Darijo Mišković

**ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

Pristupnik: Marko Barač

Zadatak: Zaštitne mjere na brodovima za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata

Zadatak treba sadržavati:

1. Odrednice upravljanja sigurnošću u pomorskoj industriji
2. Istražiti sadržaj sustava za upravljanje sigurnošću povezan s zaštitnim mjerama
3. Istražiti koje su najveće opasnosti na brodovima za prijevoz sirove nafte
4. Istražiti i opisati zaštitne mjere u upotrebi

Osnovna literatura:

1. International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (International Safety Management (ISM) Code), IMO 2014.
2. ISGOTT, 6th Edition International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals, OCIMF 2020.

Zadatak uručen pristupniku: 30.06.2021

Rok za predaju završnog rada: 20.09.2021.

Mentor:

izv. prof. dr. sc. Žarko Kobojević

Komentor:

dr. sc. Darijo Mišković

Pročelnik Promorskog odjela:

izv. prof. dr. sc. Žarko Kobojević

## **IZJAVA**

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentora i komentora.

Ime i prezime studenta:

Marko Barač, preddiplomski studij pomorskog odjela, smjer nautika

Potpis: \_\_\_\_\_

# SADRŽAJ

SAŽETAK.....	7
SUMMARY .....	8
1. UVOD .....	9
2. ODREDNICE ZA UPRAVLJANJE SIGURNOSTI.....	10
2.1. Međunarodni pravilnik upravljanja sigurnošću (ISM CODE) .....	10
2.2. Sustav upravljanja sigurnošću (SMS).....	11
2.3. Međunarodni vodič za sigurnost na tankerima i terminalima - ISGOTT .....	12
3. Odrednice obuhvaćene SMS – ISGOTT zahtjevima .....	13
3.1. Dozvole za rad .....	13
3.2. Procjena rizika .....	14
3.3. Sigurnosne procedure .....	18
4. Istaknute opasnosti na brodovima za prijevoz sirove nafte i derivata.....	19
4.1. Zatvoreni Prostori – Enclosed Space .....	19
4.1.1. Ulazak u zatvorene prostore – Enclosed Space Entry .....	21
4.1.2. Testiranje sadržaja atmosfere, mjere predostrožnosti i postupci za ulazak u tankove i zatvorene prostore .....	23
4.2. Opasnosti od zapaljenja .....	28
4.2.1. Rad s otvorenim plamenom.....	29
4.2.2. Rad s otvorenim plamenom u namijenjenim prostorima .....	31
4.2.3. Rad s otvorenim plamenom izvan namijenjenih prostora .....	32
4.2.4. Rad s otvorenim plamenom u opasnim ili toksičnim područjima.....	33
5. ZAKLJUČAK .....	35
LITERATURA .....	36
POPIS SLIKA:.....	38
POPIS TABLICA: .....	39

## SAŽETAK

Velika svjetska potražnja za naftom i naftnim derivatima, kao i sama specifičnost prijevoza nafte zbog svojstava koje mogu ugroziti brod, okoliš, te zdravlje i sigurnost posade uvjetovale su brojne odrednice za upravljanje sigurnošću i sigurno rukovanje brodom. ISM Code pruža međunarodni standard za sigurnosno upravljanje i rukovanje brodom, te sprječavanje onečišćenja okoliša. Također, zahtjeva razvoj SMS-a, sustava upravljanja sigurnošću, koji pruža specifično vodstvo za svaki brod pri obavljanju raznih operacija, kao i odredbe o procjeni rizika, brodske procedure i sustav dozvola za rad.

Vrlo bitna publikacija, ISGOTT (međunarodni vodič za sigurnost na tankerima i terminalima) sadrži niz smjernica prilikom obavljanje opasnih operacija po brod, posadu ili okoliš.

Kroz rad smo se dotakli savjeta i procedura prilikom ulaska u zatvorene prostore, te uvjeta koje je potrebno ispuniti kako bi ulazak bio uz što manji rizik. Također, objašnjene su procedure prilikom rada s otvorenim plamenom, kao i rada s otvorenim plamenom van namijenjenih prostora i unutar opasnih ili toksičnih područja. Fokus je na opasnostima koje proizlaze iz zapaljivosti i toksičnosti nafte, te procedurama koje je potrebno poštivati kako bi se rizik operacija doveo u prihvatljive granice.

**Ključne riječi** –ISM Code, SMS, ISGOTT, procjena rizika, sustav dozvola za rad



## **SUMMARY**

Great demands for oil and oil derivatives, as well as the specificity of oil transportation due to properties that can endanger the ship, the environment, health and safety of the crew have caused many determinants for safety management and safe handling of the ship. The ISM Code provides an international standard for the safe operation and handling of a ship, and the prevention of pollution. It also requires the development of SMS, a safety management system, which provides specific guidance for each ship in carrying out various operations, as well as regulations for risk assessment, ship procedures and a work permit system.

A very important publication, ISGOTT (International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals) contains a series of guidelines for performing dangerous operations that can have negative impact on ship, crew or environment.

Through this paper, we touched on guidelines and procedures when entering enclosed spaces, and the conditions that need to be met in order to enter with as little risk as possible. Also, the procedures for hot work, as well as hot work outside designated area and inside hazardous or toxic areas are explained. The focus is on the dangers arising from the flammability and toxicity of petroleum, and the procedures that need, to be followed in order to bring the risk of operations within acceptable limits.

**Key words** –ISM Code, SMS, ISGOTT, risk assessment, work permit system

## 1. UVOD

Velika svjetska potražnja za naftom ubrzala je razvoj brodova za prijevoz tekućih tereta - tankera. Ipak, same karakteristike tereta, kao i način prijevoza predstavljaju opasnost za posadu, brod i okoliš. Neke od opasnosti prilikom prijevoza sirove nafte ili naftnih prerađevina su eksplozija, požar, onečišćenje okoliša i moguće trovanje posade. Ti čimbenici, kao i mnogi drugi, uvjetovali su niz propisa na globalnoj razini, počevši od same konstrukcije broda, potrebne obuke posade, povezanih procedura i uvjeta za obavljanje brodskih poslova i slično [5].

Kroz ovaj rad bazirati ćemo se na zaštitne mjere kako za brod, okoliš, i za posadu na tankerima za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata. Naglasak će biti na najvažnijem aspektu obavljanja poslova na brodu, a to je niz pripremnih radnji koji promiču i pospješuju sigurnost posade, broda i okoliša.

Kroz drugo poglavlje pojašnjeni su osnovni propisi koji obvezuju brodove, poglavito one za prijevoz sirove nafte i naftnih prerađevina. Jedan od najvažnijih međunarodnih propisa je ISM Code (engl. *International Safety Management Code*), sadržan u SOLAS konvenciji, koji pruža međunarodni standard za sigurno rukovanje i upravljanje brodom, kao i sprječavanje onečišćenja. Također, zahtjeva razvoj SMS-a za brodove kako bi se svi propisi i standardi maksimalno prilagodili specifičnosti svakog broda i njegovim potrebama. Objašnjene su i bitne stavke za pravilno funkcioniranje SMS-a, a to su procjena rizika, brodske procedure, sustav dozvola za rad, te planiranje rada kroz redovne sastanke koji osiguravaju pravilno provođenje svih brodskih operacija. Spomenut je i vrlo važan dokument za sve tankere Međunarodni vodič za sigurnost na tankerima i terminalima (ISGOTT), koji pruža niz savjeta i alternativa za obavljanje brodskih poslova. Također, u drugom poglavlju spomenuta je i jedna od glavnih pripremnih radnji koja se nastavlja spominjati kroz cijeli rad, a to je procjena rizika za svaki posao koji bi mogao biti na neki način opasan po posadu, brod ili okoliš.

Kroz treće poglavlje obuhvaćene su odrednice Sustava upravljanja sigurnošću (engl. *Safety Management System*) i ISGOTT-a. Pojašnjeni su alati kojima se omogućava provedba odredaba kompanije vezanih za sigurnost i sprječavanje onečišćenja, a to su procjena rizika, brodske procedure, te sustav dozvola za rad.

Četvrtim poglavljem obuhvaćene opasnost od zapaljenja i ulasci u zatvorene prostore. Poglavlje se bazira na opasnosti koju predstavljaju zapaljivost i toksičnost nafte. Objasnjeni su pojmovi zatvorenih prostora, mjere predostrožnosti koje se moraju poduzeti prije ulazaka u takve prostore, kao i testiranje atmosfere i uređaji s kojima se testiranje obavlja. Također, objašnjene su pojmovi zapaljivosti, radova s otvorenim plamenom, prostora u kojima su takvi radovi namijenjeni, te prostora u kojima se iznimno obavljaju, kao i potrebne procedure u takvim slučajevima. Poglavlju je priložen i dijagram koji sadrži proces odluka i uvjeta koje je potrebno ispuniti kako bi se odobrila dozvola za rad s otvorenim plamenom.

U zaključku su sažete osnovne opasnosti prijevoza nafte morem koji uvjetuju brojne propise i procedure, kao i dokumenti iz kojih isti propisi i procedure proizlaze. Važna napomena u zaključku je mogućnost ljudske greške ,kao i osobno mišljenje o sigurnosti na tankerima.

## **2. ODREDNICE ZA UPRAVLJANJE SIGURNOŠĆU**

### **2.1. Međunarodni pravilnik upravljanja sigurnošću (ISM CODE)**

Propisano SOLAS konvencijom svi tankeri od 500 BT i iznad dužni su biti u sukladnosti sa propisima ISM Code-a. Brodovima na koje se ISM Code ne odnosi se preporuča razviti sustav rukovanja koji drži do jednakih standarda kao i ISM Code [11].

Cilj ISM Code-a je zaštititi posadu od ozljeda i životno ugrožavajućih situacija, promovirati sigurnost na moru, te spriječiti zagađenja i štetu na konstrukciji broda.

Da bi se navedeno ostvarilo ISM Code zahtjeva od kompanija razvoj Sustava upravljanja sigurnošću (engl. *Safety Managment System- SMS*), koji mora sadržavati tražene uvjete, a fokus je na uputama i procedurama za sigurno rukovanje brodom i zaštitu okoliša. Također, trebao bi biti u skladu sa ostalim obveznim pravilima i propisima, te bi pri razvoju SMS-a trebalo uzeti u obzir standardne smjernice preporučene od strane Međunarodne Pomorske Organizacije (engl. *International Maritime Organization-IMO*), klasifikacijskih društava i ostalih sudionika u pomorskoj industriji [13].

ISM Code ne određuje kako se upravlja sigurnošću broda, već samo daje smjernice vezane za poboljšanje sigurnosti. Na kompaniji je zadatak da razvije SMS koji će biti prikladan s obzirom na specifičnost broda [1].

## 2.2. Sustav upravljanja sigurnošću (SMS)

Sustav upravljanja sigurnošću je jasno definiran i dokumentiran sustav koji omogućava efektivno implementiranje i provođenje organizacijske politike o sigurnosti i sprječavanju onečišćenja. Svaki Sustav upravljanja sigurnošću mora biti napravljen u skladu sa složenosti brodskog pothvata, te u skladu sa brodskim operacijama koji predstavljaju ugrozu sigurnosti [1].

Sustav upravljanja sigurnošću trebao bi osigurati :

1. Suglasnost sa zakonima i propisima,
2. Da su se propisi, zakoni, upute i standardi preporučeni od Međunarodne pomorske organizacije, države zastave, klasifikacijskih društava i pomorskih organizacija uzeli u obzir [13].

Ciljevi ISM Code-a moraju biti ugrađeni u sustav upravljanja sigurnošću, a mogu se svesti na:

1. Osigurati sigurno radno okruženje i sigurno obavljanje brodskih operacija,
2. Procijeniti sve moguće rizike i opasnosti za brod, posadu i okoliš, te postaviti potrebne mjere predostrožnosti,
3. Stalno poboljšavanje vještina upravljanja sigurnošću posade na brodu i osoblja na kopnu, uključujući pripremu za hitne slučajeve koji se odnose na sigurnost i sprječavanje onečišćenja [13].

Kako bi brodski Sustav upravljanja sigurnošću omogućio sigurno radno okruženje i minimalizirao posljedice neželjenih okolnosti svaka brodarska organizacija mora razviti, implementirati i održavati SMS i ispuniti sljedeće funkcionalne zahtjeve:

1. Razvijena politika kompanije o sigurnosti i sprječavanju onečišćenja,
2. Smjernice i procedure koje omogućuju sigurno rukovanje brodom, sigurno provođenje brodskih operacija, te sprječavanje onečišćenja u skladu sa zakonima države zastave,

3. Definiranu brodsku hijerarhiju, kao i načine komunikacije između posade i rukovodstva kompanije,
4. Procedure za prijavljivanje nezgoda i nepoštivanja propisa ISM Code-a,
5. Procedure za pripremu i odgovor na hitne situacije,
6. Procedure za preglede rada posade i menadžmenta kompanije [13].

Uspješna implementacija Sustava upravljanja sigurnošću rezultirati će:

- Povećanoj svijesti od mogućih rizika i opasnosti, kao i većoj mogućnosti da se isti uklone ili smanje,
- Bolje shvaćanje ciljeva kompanije vezanih za sigurnost i komunikaciju na brodu,
- Bolje donošenje odluka vezanih za brodske operacije [1].

### 2.3. Međunarodni vodič za sigurnost na tankerima i terminalima - ISGOTT

Međunarodni vodič za sigurnost na tankerima i terminalima (ISGOTT) važi za najbolji vodič za tankere i terminale, s ciljem očuvanja sigurnosti i sprječavanja onečišćenja, te je primjer dobre suradnje koja postoji između pomorske industrije i Međunarodne Pomorske Organizacije koju ista organizacija regulira.

Primarni cilj ISGOTT-a je pružiti savjete vezane uz rukovanje broda kako bi se pomoglo posadi i osoblju uključenom u brodske operacije i poslove na terminalu. ISGOTT daje preporuke za brodsku posadu i osoblje terminala vezane za siguran prijevoz i rukovanje sirovom naftom i naftnim derivatima na tankerima i terminalima [1].

Pravilno provođenje propisa vezanih uz zdravlje, sigurnost i zaštitu okoliša vrlo je važno za tankere i terminale, a ISGOTT je postao standard preporuke za sigurno rukovanje naftom i naftnim derivatima [1].

Kako bi ostvario svoj cilj, ISGOTT pruža savjete i primjere vezane uz određene aspekte i operacije na tankerima i terminalima, te kako se nositi sa istima. Efektivno rukovanje brodom i kontroliranje rizika zahtijeva primjenu sustava upravljanja sigurnošću (SMS) i procedura koje su sklone promjenama. Zbog toga savjeti i vođenje ISGOTT-a nije finalno, nego se mogu primijeniti i alternativne procedure zbog specifičnosti operacija određenih brodova [1].

### 3. Odrednice obuhvaćene SMS – ISGOTT zahtjevima

U ovom poglavlju prikazat će se odrednice koje su propisane Sustavom sigurnog upravljanja sigurnošću i ISGOTT-om kojima se nastoji unaprijediti sigurnost na brodovima i terminalima, te spriječiti onečišćenja okoliša. S obzirom na navedene ciljeve ističu se tri bitna elementa; sustav dozvola za rad, procjena rizika, i povezane brodske procedure za operacije koje predstavljaju potencijalnu opasnost.

#### 3.1. Dozvole za rad

Tankeri i terminali razvijaju vlastite procedure za planiranje i obavljanje raznih operacija ili poslova. Postoji više metoda kojima se osigurava sigurno rukovođenje operacijama i poslovima, a jedna od takvih koja se pokazala vrlo efikasnim izborom je sustav dozvola za rad.

Sustav dozvola za rad je sustav pisanog oblika koji kontrolira obavljanje i provođenje određenih operacija i poslova. On zagovara princip rada koji uključuje procjenu rizika, te zahtjeva od posade provođenje i zapisivanje procjena rizika kako bi se promicao što sigurniji sistem obavljanja poslova [1].

Sustav dozvola za rad koristi jedan ili više od sljedećih alata pomoću kojih se kontrolira obavljanje opasnih operacija ili poslova:

- Upute za rad
- Procedure vezane za održavanja,
- Lokalne procedure
- Liste provjera (engl. *Checklists*)
- Dozvole za rad [1].

Kako bi se dobila dozvola za rad, potrebno je obaviti nekoliko prethodnih radnji. U dobivanje dozvole za rad možemo uključiti prethodne odrednice SMS-a i ISGOTT-a. Potrebno je točno odrediti tip posla koji je potrebno obaviti, kao i lokaciju gdje će se radovi odvijati. Bitna je stavka kako bi se pravilno provela procjena rizika i mogućih opasnosti. Tek kada su poznati

rizici i moguće opasnosti može se odabrati posada koja će obavljati radove uzimajući u obzir njihovu kompetentnost za obavljanje istih. Nakon što je definirano tko će obavljati radove, potrebno je odrediti mjere predostrožnosti, osobnu zaštitnu opremu i primijeniti sve potrebne mjere koje će rizike dovesti na prihvatljivi nivo. Važno je odrediti način komunikacije između posade koja obavlja radove, te brodsku proceduru kojom će se na siguran način obaviti potrebni radovi. Kada su svi spomenuti uvjeti ispunjeni, može se započeti sa predajom zahtjeva za dozvolu za rad. Kada je dozvola odobrena i formalno izdana, potrebno je održati sastanak posade na kojem će se jasno iznijeti predviđeni plan obavljanja radova, kao i svačije dužnosti i odgovornosti tokom radova. Nakon sastanka i priprema mogu se obaviti radovi prema predviđenom planu i tijeku rada. Vrlo je važno nakon završetka svih radova radno mjesto vratiti u stanje u kakvom je bilo prije radova, te dokumentirati kako je proteklo obavljanje radova u svrhu oglednog materijala za sve buduće poslove [1].

### 3.2. Procjena rizika

Kako bi brodski sustav upravljanja sigurnošću ispunio svoje ciljeve potrebno je za sve brodske operacije i aktivnosti napraviti procjenu rizika. Procesom procjene rizika pokušava se identificirati potencijalne opasnosti, te analizirati vjerojatnost pojave i posljedice koje može izazvati. Procjena rizika je većinom proces od pet koraka, a rezultat svakog koraka se može izraziti u kvantitativnom ili kvalitativnom obliku:

#### 1. Identificiranje opasnosti

Potrebno je identificirati i dokumentirati sve moguće opasnosti s obzirom na vrstu plovidbenog pothvata, specifičnost broda i tereta kojeg prevozi. Ovo se postiže pregledom broskog stroja i opreme, radnih područja i smještaja posade i putnika. Također je potrebno uzeti u obzir sve dnevne brodske operacije kao što su ukrcaj goriva ili tereta, te sve aktivnosti u koje je brod svakodnevno uključen [16].

#### 2. Određivanje tko bi mogao biti ugrožen uslijed pojavljivanja opasnosti i na koji način

Kada su opasnosti identificirane i dokumentirane, potrebno je razmotriti tko bi mogao biti ugrožen i na koji način ukoliko do istih dođe. Možemo uzeti za primjer da je identificirana

opasnost kod brodskog vitla. Rizici povezani sa brodskim vitlom su ozljede članova posade koji rukuju njim [16].

### 3. Procijeniti rizik i odrediti preventivne mjere

Kako bi se točno procijenio učinak koju opasnost može imati potrebno je uzeti u obzir mogućnost da opasnost uzrokuje ozljedu, moguće posljedice i ozbiljnost ozljede, te broj izloženih članova posade i učestalost izloženosti opasnosti. Ovo je poznato kao faza procjene rizika i vrlo je bitna kako bi se mogle točno odrediti preventivne mjere. Kako bi se donijela ispravna odluka pri odabiru preventivnih mjera potrebno je definirati nekoliko stavki. Prva je mogućnost uklanjanja opasnosti u potpunosti. Ukoliko se opasnost ne može potpuno ukloniti, potrebno je razmotriti načine na koji se potrebni posao može učiniti sigurnijim. Ukoliko je definirano da se opasnost ne može ukloniti, a posao ne može učiniti sigurnijim potrebno je razmotriti koje mjere predostrožnosti se moraju poduzeti kako bi se rizik držao u prihvatljivim granicama. [16].

#### 4. Zapisati bitne spoznaje do kojih smo došli tokom procjene rizika

#### 5. Pregledati procjenu uz pomoć smjernica zadanih u SMS-a [1].

Proces procjene rizika trebao bi pružiti osnovu za razvijanje potrebnih procedura i mjera koje pokrivaju sve operacije vezane za tanker ili terminal. Također, pri procjene rizika trebalo bi uvijek uzeti u obzir mogućnost ljudske greške i odrediti zaštitne mjere.

Kako bi bili sigurni da su sve opasnosti identificirane, procjena rizika trebala bi se obaviti timom stručnjaka, tj. bilo bi poželjno kada istu ne bi obavila jedna osoba.

U Tablici 1. prikazan je preporučeni redoslijed pri odabiru preventivnih / kontrolnih mjera, pružajući načine pristupa operacijama poredanih sukladno učinkovitosti kontrolnih mjera, a najučinkovitije kontrolne mjera su potpuna eliminacija opasnosti i zamjena predložene operacije drugom, manje rizičnom i opasnom. Ukoliko se nijedna od navedenih kontrolnih mjera ne može primijeniti, potrebno je primijeniti druge, manje učinkovite. To su fizičke mjere odvajanja posade i radnika od opasnosti, upotreba brodskih procedura kako bi se potrebni radovi obavili sigurno, te najmanje učinkovita kontrolna mjera je upotreba osobne zaštitne opreme.

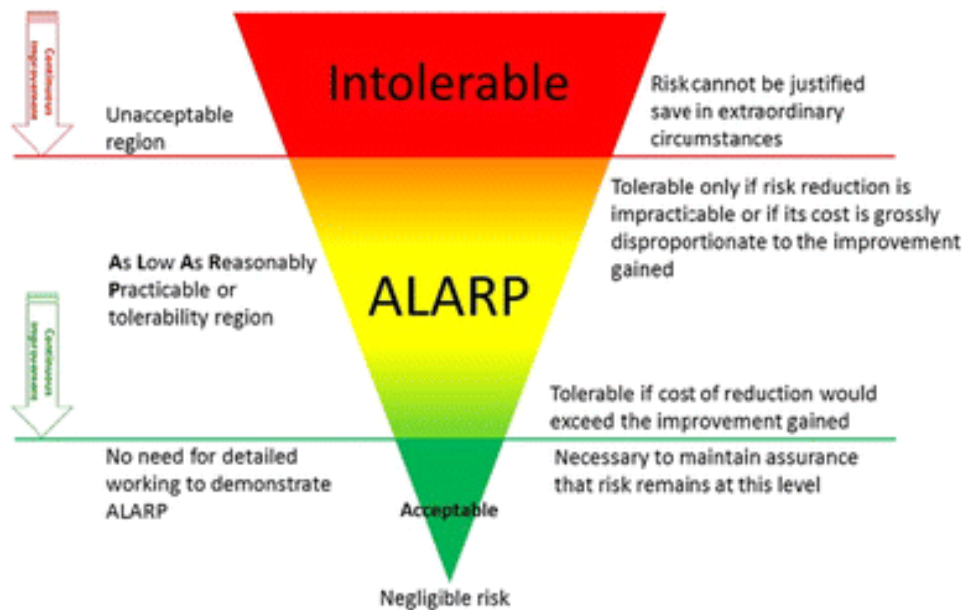


Tablica 1. Hijerarhija kontrolnih mjera

1. Eliminacija	Ukloniti uzroke opasnosti u potpunosti, na način da se uopće ne obavljaju predložene operacije
2. Zamjena	Zamijeniti predloženu operaciju sa drugom, manje rizičnom i opasnom
3. Tehničke/fizičke mjere	Odvojiti posadu i radnike od opasnosti fizičkim putem
4. Administracijske mjere	Koristiti procedure kako bi se predložena operacija obavila sigurno, to uključuje dozvole za rad s otvorenim plamenom, dozvole za ulaske u zatvorene prostore, procjenu rizika, te raspodjelu timova kako bi se maksimalno smanjila izloženost opasnosti
5. Osobna zaštitna oprema	Koristiti osobnu zaštitnu opremu kako bi se zaštitila posada i radnici koji obavljaju potrebnu operaciju, na primjer zaštitne naočale. Osobna zaštitna oprema treba uzeti u obzir samo kada su sve prethodno spomenute mjere nedovoljne da bi se rizik smanjio na prihvatljivu razinu. Odabrati zaštitnu opremu kako bi kontrolirali procijenjenu opasnost, te obučiti posadu kako ju pravilno koristiti, te provjeravati odgovara li i dalje namijenjenoj svrsi.

Izvor: Obrada autora prema [1]

Pri procjeni rizika i odabiru preventivnih i kontrolnih mjera bitno je razumjeti da se mogući rizik ne može u svim situacijama u potpunosti ukloniti. Sama činjenica da bi u pokušaju potpunog uklanjanja rizika kod određenih situacija moglo doći do ogromnih gubitaka novca i vremena, uvjetovala je razvoj ALARP principa. Suština ALARP principa je smanjenje rizika do najniže razine do koje je to izvedivo (engl. *As Low as Reasonably Practicable*) [16].



Slika 1. Razine rizika po ALARP principu; Izvor: [17]

Na slici 1. Prikazane su razine rizika po ALARP principu. Crveno područje predstavlja neprihvatljivi rizik koji se ne može opravdati, izuzev izvanrednih okolnosti. Žuto područje predstavlja rizike koji su dovedeni do najniže razine do koje je to izvedivo. Kako bi se rizik smatrao ALARP potrebno je dokazati da bi svaki daljnji pokušaj smanjenja rizika bio nepraktičan ili neprihvatljivo skup, kao i to da bi dobitak u vidu smanjenja rizika bio nesrazmjern gubitku u vidu vremena ili novca. Zeleno područje na slici predstavlja prihvatljiv do neznatan rizik. Takve rizike moguće je kontrolirati pomoću rutinskih brodskih procedura, te dodatne mjere predostrožnosti nisu potrebne.

Rizik možemo prikazati kao umnožak vjerojatnosti i posljedica. Vjerojatnost predstavlja mogućnost da će se nezgoda dogoditi. Možemo je podijeliti na:

1. Izvjesno – nezgoda će se dogoditi ponovno i učestalo,
2. Vjerojatno – nezgoda će se ponoviti, ali neće biti učestala,
3. Moguće – nezgoda će se možda dogoditi s vremena na vrijeme,
4. Mala vjerojatnost – predviđa se da se neće dogoditi u skorije vrijeme,
5. Rijetkost – vrlo mala vjerojatnost za koju se pretpostavlja da se neće nikad ni dogoditi.

Učinak definiramo kao pretpostavljene posljedice kojima će nezgoda rezultirati. Obično predstavlja radijus na kojem će opasnost imati negativne posljedice u vidu ozljeda, oštećenja broda ili zagađenja okoliša.

Na tablici 2. Prikazana je matrica rizika gdje možemo vidjeti funkcionalnu primjenu odnosa vjerojatnosti i učinka. Crvene ćelije tablice predstavljaju veliku do srednju vjerojatnost umnoženu velikim učinkom što rezultira u vrlo visokom riziku koji se ne može prihvatiti niti opravdati, izuzev izvanrednih situacija. Žute ćelije predstavljaju odnos visoke vjerojatnosti sa malenim učinkom, srednje vjerojatnosti sa umjerenim učinkom, kao i niske vjerojatnosti sa velikim učinkom. Kao što je prethodno spomenuto, to je rizik koji se može prihvatiti ukoliko je daljnje smanjenje rizika nepraktično. Zelene ćelije predstavljaju odnos srednje do niske vjerojatnosti sa malenim učinkom, te niske vjerojatnosti sa umjerenim učinkom. One rezultiraju u niskom riziku koji se može kontrolirati pomoću uobičajenih mjera.

Tablica 2. Primjer matrice rizika 3 x 3

VJEROJATNOST DOGAĐAJA	POSLJEDICE		
	MALE	UMJERENE	VELIKE
<b>VISOKA</b>			
<b>SREDNJA</b>			
<b>NISKA</b>			

Izvor: Obrada autora prema [16]

### 3.3. Sigurnosne procedure

Brodске procedure i procedure na terminalima su upute koje pomažu stručnom i kompetentnom osoblju provesti potrebne operacije. Kako bi se unaprijedila efektivnost procedura, brod i terminal trebaju uzeti u obzir sljedeće:

- Uključivanje posade koja će sudjelovati u stvaranju procedura i ažuriranju istih. Ovo će rezultirati u poboljšanoj točnosti obavljanja zadataka,
- Pravilno prezentirana procedura je efektivnija. One bi trebale pomoći korisniku, ali ne mogu biti zamjena za iskustvo i trening,
- Potrebna oprema i tijek odvijanja zadatka bi trebale biti objašnjene u procedurama, a naglasak bi trebao biti na potencijalne probleme i opasnosti [1].

Sigurnosne procedure bi trebale biti izrađene za opasne brodske operacije, te potrebne radnje kojima bi se potencijalna opasnost pokušala eliminirati, tj. svesti na najmanju moguću mjeru.

Ukoliko brod ili terminal ima problema sa efektivnošću procedura, trebalo bi obratiti pažnju na sljedeće:

1. Jesu li sve vrlo opasne brodske operacije pokrivenne procedurama?
2. Jesu li procedure dostupne i upotrebljive?
3. Postoji li jedna ili više kontradiktornih procedura za određeni zadatak?
4. Jesu li napisane jasno i razumljivo?
5. Jesu li točne i potpune?
6. Jesu li ažurirane i valjane?
7. Jesu li članovi posade i osoblja upoznati i uvježbani postupati po procedurama?[1].

#### **4. Istaknute opasnosti na brodovima za prijevoz sirove nafte i derivata**

Kroz ovo poglavlje prikazat će istaknute opasnosti na brodovima za prijevoz sirove nafte i derivata koja predstavljaju rizik i opasnost prilikom obavljanja brodskih operacija. Budući da na brodovima za prijevoz nafte i naftnih derivata postoje istaknute opasnosti, zapaljivost i toksičnost tereta (nafte), one uvjetuju specifične procedure prilikom ulazaka u zatvorene prostore i obavljanja radova prilikom kojih postoji visok rizik od zapaljenja.

##### **4.1. Zatvoreni Prostor – Enclosed Space**

Na brodu su identificirani i označeni prostori koji se smatraju zatvorenim prostorima. Oni imaju jednu ili više ovih karakteristika :

- Ograničen broj ulaza i izlaza,
- Lošu prirodnu ventilaciju,
- Nisu predviđeni za kontinuirani boravak radnika [1].

Opasan prostor po ljude je zatvoren ili ograničen prostor čija atmosfera može ugroziti život ili zdravlje osobe koja ulazi. Neke od opasnosti su :

- Nedostatak kisika
- Toksični ili zapaljivi plinovi
- Inertni plin
- Atmosfera prebogata kisikom<sup>1</sup> [1].

Atmosfera u bilo kojem zatvorenom prostoru može sadržavati neku od ovih karakteristika. Takva opasna atmosfera može postojati i u prostorima za koje se prethodno smatralo opasnim ili prostora koji su u blizini toksičnih ili zapaljivih plinova, tereta ili inertnog plina [14]. Također, važno je napomenuti da svaki brodski prostor može postati opasan i smatrati se zatvorenim ukoliko je loša ventilacija. Brodski SMS trebao bi identificirati i označiti moguće lokacije kao što je prikazano u Tablici 3, kao i okolnosti ili brodske operacije uslijed kojih se može stvoriti atmosfera zatvorenog prostora [1].

Tablica 3. Primjer identificiranih i označenih zatvorenih prostora

Tankovi tereta	Lančanik	Tunelska kobilica (Ducktkeel)
Dvostruko dno	Tankovi za svježu vodu	Tankovi za kaljužu i mulj
Tankovi za pogonsko gorivo	Scrubber inertnog sustava	Bojleri
Balastni tankovi	Koferdami	Radilica stroja
Prostorija za pumpe tereta	Prazni prostori ( <i>Void Spaces</i> )	Prostori za čišćenje stroja
Tankovi za otpadne vode	Tankovi za maziva	Prostori potisnika

Izvor: Obrada autora prema [1]

<sup>1</sup> Atmosfera prebogata kisikom definira se kao svaka atmosferu koja sadrži 23,5% volumena kisika ili više. Ona može biti rezultat: curenja na prirubicama ili cjevovodima, ulaska na silu u prostore koji su pod pritiskom, plinskog rezanja i zavarivanja, izljev kriogene tekućine i slično [15].

#### 4.1.1. Ulazak u zatvorene prostore – Enclosed Space Entry

Unatoč mjerama predostrožnosti koje kompanije poduzimaju kako bi se zaštitilo osoblje pri ulasku u zatvorene prostore, ozljede i smrtni slučajevi se i dalje događaju.

Najefektivniji način uklanjanja rizika je ne ulaziti u zatvorene prostore. Ipak, to u stvarnosti nije moguće. Stoga, sljedećih pravila bi se trebalo pridržavati:

1. Kompanija i zapovjednik bi trebali osigurati da osoblje ulazi u zatvorene prostore samo onda kada nema druge korisne alternative,
2. Ukoliko je potrebno ući u zatvoreni prostor, trebaju postojati procedure za siguran ulazak,
3. Zapovjednik broda bi trebao potvrditi da su procedure valjane i da se temeljito provode i prate, te da je svaki ulazak u zatvorene prostore planiran u skladu s tim procedurama, nebitno koliko često se ulazi u zatvorene prostore [8].

Kompetentna osoba/e, određena/e od strane kompanije putem brodskog SMS-a, trebala bi obaviti procjenu rizika kako bi se otkrile moguće opasnosti i poduzele mjere predostrožnosti. Pri obavljanju procjene rizika trebalo bi uzeti u obzir prethodne terete koje je brod prevezio, ventilaciju, strukturu broda, tip premaza, te sve ostale faktore koji bi mogli utjecati na sigurnost [1].

Procjena rizika trebala bi sadržavati pregled potrebnih radnji u zatvorenom prostoru, broj potrebnih članova posade kako bi se zadatak sigurno obavio i smjernice za učinkovitu reakciju u slučaju hitnosti. Također, trebala bi uzeti u obzir mogućnost stvaranja opasne atmosfere uslijed curenja iz susjednog prostora [1].

Potrebne mjere za siguran ulazak u zatvorene prostore variraju ovisno o vrsti zadatka i rezultatima procjene rizika. Efektivan način dokumentiranja i osiguravanja da su se poduzele potrebne mjere predostrožnosti, te da je poznata mogućnost stvaranja opasne atmosfere je dozvola za rad.

Dozvola za ulazak u zatvoreni prostor (slika 2.) odnosi se na ulazak u bilo kakav zatvoreni prostor, mora biti ispunjena od zapovjednika broda ili odgovornog časnika, te osobe koja ulazi u zatvoren prostor ili odgovorne osobe za tim koji ulazi u zatvoreni prostor. Dozvola osigurava pitanjima koje je potrebno odgovoriti i informacijama koje je potrebno upisati da su

obavljene sve potrebne radnje i da su poduzete potrebne mjere predostrožnosti prije ulaska. Dozvola ima ograničeno i jasno određen period valjanosti koji ne prelazi 12 sati i ostaje valjana samo dok su svi uvjeti koji proizlaze iz nje ispunjeni.

**ENCLOSED SPACE ENTRY PERMIT**

(Separate Permit is required for each Enclosed Space. For Enclosed Space Entry Procedure refer to HSEQA manual sect. 11)

Permit No : \_\_\_\_\_  
(Eg: XXX/ES/NN/YY)  
( XXX - Ship's 3 letter code, NN - Permit no., YY - Year)

**GENERAL**

Location / Name of Enclosed Space \_\_\_\_\_

REASON FOR ENTRY \_\_\_\_\_

This permit is valid (**Note: Validity of Permit is not to exceed 8 hours**):  
From (Date & Time): \_\_\_\_\_ To (Date & Time): \_\_\_\_\_

Other Permits issued - to work in this space at the same time:  
Isolation Permit No: \_\_\_\_\_ // Hot work Permit No: \_\_\_\_\_ // Cold Work Permit No: \_\_\_\_\_  
Work Aloft Permit No: \_\_\_\_\_ // Any other permit(specify): \_\_\_\_\_  
Routine Risk Assessment PCS/13/0028  
*reviewed* \_\_\_\_\_ YES / NO RA review date: \_\_\_\_\_  
**(If the PCS/13/0028 is not reviewed, enclosed space entry is not permitted)**

1. Does the Routine Risk Assessment adequately address the activity to be carried out? YES / NO  
*If the above item 1 is marked as "NO", has a non routine risk assessment been prepared, reviewed and approved by office?* YES / NO / NA

2. **(If the above item 2 is marked as "NO", enclosed space entry is not permitted)**

3. *If the above item 2 is marked as "YES", mention the non-routine risk assessment number :* \_\_\_\_\_

**SECTION 1-PRE-ENTRY PREPARATIONS (To be completed and filled by Master or nominated Responsible Officer)**

The space been segregated by blanking off or isolating all connecting pipelines & electrical power/ equipment

Valves on all pipelines serving the space have been secured shut to prevent their accidental opening.

The space has been cleaned Yes/ No/ NA

The space has been thoroughly ventilated. Means of ventilation: Natural/ Forced (Fixed/Portable fans): \_\_\_\_\_

The previous cargo carried in the space to be entered -Applicable when entering Cargo tank / Hold space **(See Note 5)**  
Cargoes: \_\_\_\_\_

Function test / zero calibration of Gas measuring equipment carried out prior use

Initial Pre-entry atmosphere test readings: **(See Note 1 & 2)**  
Oxygen \_\_\_\_\_ % vol (not less than 20.9%)  
Hydrocarbon \_\_\_\_\_ % LFL (Less than 1 %)

**Toxic Gases & TLV :** H2S- \_\_\_\_\_ (Less than 2.5 PPM, TLV-5PPM)  
CO- \_\_\_\_\_ (Less than 12.5 PPM, TLV-25PPM)  
Others - \_\_\_\_\_ PPM (Must be less than 50% of the declared TLV of the gas)

**(Review MSDS of last cargo carried in this space and adjacent spaces to identify the toxic gases)**

Person carrying out above gas checks: Name: \_\_\_\_\_ Rank: \_\_\_\_\_  
Signature: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_ Time: \_\_\_\_\_

The Local port / terminal requirements met, as applicable.

Interval of checking & recording the gas content of the space: \_\_\_\_\_ Mins (Not to exceed 120 mins & to be recorded in BD 19 - 'Control of Enclosed Space Entry' by Duty Officer)

Arrangements have been made for the space to be continuously ventilated throughout the period of occupation and during work breaks.

Adequate access and illumination is provided: Hand held lights/Portable pneumatic lights

Rescue and resuscitation equipment are available for immediate use at the entrance to the space.

An "Attendant" has been designated to be in constant attendance at the entrance to the space **(See Note 4)**

The system of communication between the "Attendant" and those entering the space and the "Attendant" and the Duty Officer has been agreed and tested.

Personnel entering the space are carrying personal Multi gas detectors. (At least one member of each team MUST have personal multi gas detector, if more than one team entering the space).

TANK ENTRY TAG notices (as provided in HSEQA section 11.12) are posted on all open enclosed spaces indicating the status for entry.

Slika 2. Dio liste provjere za ulazak u zatvoreni prostor; Izvor [6]

#### 4.1.2. Testiranje sadržaja atmosfere, mjere predostrožnosti i postupci za ulazak u tankove i zatvorene prostore

Ulazak u zatvorene prostore prije testiranja sadržaja atmosfere može rezultirati ozbiljnim ozljedama, te smrću. Prije ulaska u tankove i zatvorene prostore potrebno je ispitati sastav atmosfere čime se utvrđuju osnovne sigurnosne stavke:

1. Količina prisutnog kisika koja mora biti minimalno 20.8 % ,
2. Koncentracija eksplozivnih plinova i para mora biti ispod donje granice eksplozivnosti, a zatvoreni prostori se moraju ventilirati tako da je sadržaj para ispod 25% donje granice eksplozivnosti (DGE),
3. Količina otrovnih tvari u tanku i zatvorenom prostoru treba biti ispod Maksimalne dozvoljene koncentracije (MDK), a ona predstavlja maksimum dozvoljene koncentracije štetnih tvari koja ne smiju izazvati oštećenja zdravlja pri radu od osam sati, te se moraju u potpunosti izlučiti iz organizma nakon 16 sati [1].

Atmosfera bi trebala biti testirana koristeći pripadajuću opremu koja mjeri sadržaje kisika, zapaljivih plinova i para, sadržaj CO, H<sub>2</sub>S i ostalih toksičnih plinova. Uzimanje uzoraka, testiranje i očitavanje rezultata bi trebala obavljati ekipa stručnjaka koji su upoznati sa opremom. Oprema i uređaji se trebaju redovno pregledavati, održavati i kalibrirati sukladno sa uputama proizvođača istih [6], a najčešće se koriste:

##### - Mjerač kisika

Mjerač kisika je uređaj koji mjeri količinu kisika u prostoriji u postotku. Uređaj ima brojan pokazatelj, te zvučni alarm koji se aktivira ako postotak kisika nije zadovoljavajući. Norma količine kisika u svježem zraku je 20.9%, no ovo očitavanje je skoro nemoguće postići u praksi, pa moderni uređaji stavljaju normu između 20.80% do 20.95% [1]. Mjerač kisika se također može napraviti kao kombinacija sa uređajem koji mjeri i donju koncentraciju eksplozivnih plinova.





Slika 3. Mjerač kisika; Izvor: [6]

- Mjerači koncentracije para ugljikovodika

Uređaj koji mjeri koncentraciju para i plinova ugljikovodika je tankoskop. Naziva se i eksplozimetar, a mjeri donju koncentraciju eksplozivnih plinova i zapaljivih plinova. Sposoban je mjeriti prisutnost 100 različitih eksplozivnih plinova u atmosferi. Kako bi osigurali pravilan rad tankoskopa, potrebno ga je kalibrirati po uputama proizvođača. Na brodovima koji prevoze kemikalije za kalibriranje se koristi metan koji se nalazi u ispitnim bocama.



Slika 4. Tankoskop; Izvor: [9]

- Mjerači toksičnosti atmosfere u tanku

Prostori koji su prethodno sadržavali toksične ili zapaljive terete su opasni, čak i ako su nakon iskrcaja tereta bili očišćeni, testirani i sigurni za ulazak. Neki od primjera su:

- Toksični ili zapaljivi tereti koji se mogu apsorbirati u premazu tanka, te nakon čišćenja mogu nastaviti ispuštati plinove,
- Toksični ili zapaljivi teret koji je zapeo u opremi unutar tanka ili iza premaza tanka. Također, pumpe tereta i cjevovodi mogu nastaviti ispuštati otrovne i zapaljive pare čak i nakon čišćenja,
- Teret koji je mogao iscuriti u odjeljke, koferdame, balastne tankove ili tankove pored,
- Ostatci tereta koji nisu bili opasni prije mogu početi ispuštati otrovne plinove ili pare ako su bili podloženi podizanju temperature [1].

Kod ovakvih situacija izrazito je koristan univerzalni mjerni uređaj koji mjeri četiri aspekta atmosfere u tanku. BW Defender mjeri količinu kisika, donju granicu eksplozivnosti, količinu sumporovodika i količinu ugljikovog monoksida.



Slika 5. BW Defender; Izvor: [10]

Ulazna vrata i grotla koja vode u zatvoreni prostor trebaju biti osigurana na ulazu, a ako ulazak nije potreban treba staviti upozorenja kako bi se jasno označilo da se radi o zatvorenom prostoru [1].

Prije ulaska u prostor isti treba biti temeljito ventiliran. Vrijeme potrebno za ventilaciju ovisi o veličini i konstrukciji prostora, kapacitetu i učinkovitosti ventilacijskog sustava, količini toksične tvari, te gustoći para koje se trebaju ukloniti [1]. Zbog mogućnosti za netočno očitavanje podataka, potrebno je prekinuti ventilaciju otprilike 10 minuta prije uzimanja uzoraka. To će nam omogućiti točnije rezultate pravom stanju atmosfere, a s obzirom na iskustvo radnika, veličinu i raspodjelu prostora potrebno je nekad i duže vrijeme isključiti ventilaciju kako bi bili što sigurniji u točnost rezultata. Također, zbog mogućnosti stvaranja džepova toksičnih para i plinova potrebno je uzimati uzorke sa različitih lokacija i različitih visina unutar prostora. Preporuča se, kao minimum, uzimanje uzorka sa dna, sredine i vrha, te u područjima gdje će se radovi obavljati, to jest gdje će posada biti u toku radova [1].

Ukoliko su vrata ili grotlo otvoreni kako bi se prirodno ventilirao prostor, može se pogrešno shvatiti kao da je atmosfera u prostoru sigurna za ulazak. U tom slučaju osoba na ulazu ili fizička prepreka, kao konop ili lanac na otvorenju mogu služiti kao znak upozorenja, te spriječiti slučajan ulazak [1].

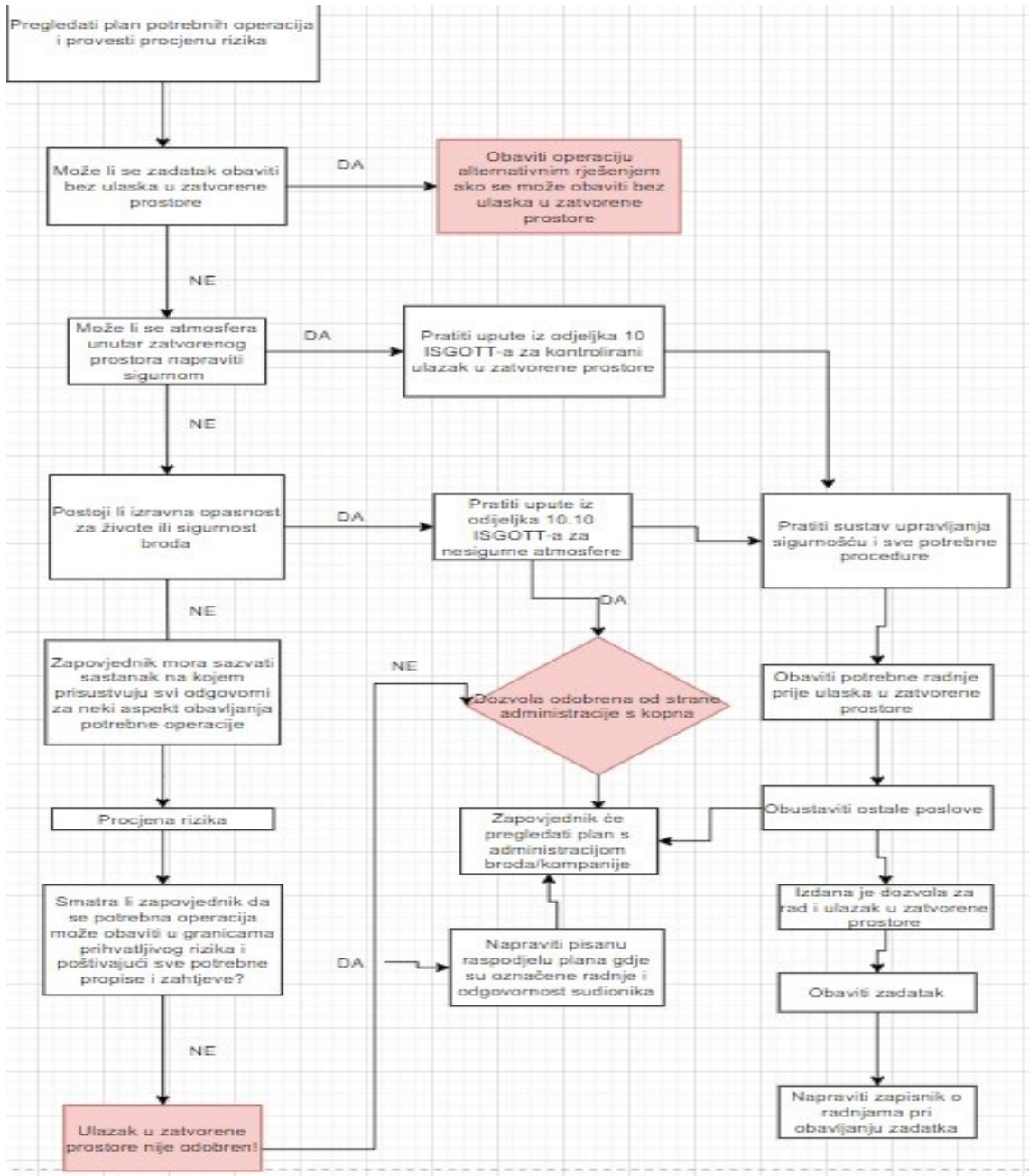
Prostor u koji se ulazi treba u potpunosti odijeliti od svih prostora u kojima može postojati toksična atmosfera. Svi ventili koji vode do ostalih prostora trebaju zatvoreni i označeni.

Nebitno u koliko prostora se ulazi, svaki bi trebao imati određenu osobu koja je u funkciji čuvanja straže tokom ulaska i obavljanja radova u zatvorenom prostoru.

Ukoliko je potreban ulazak u zatvorene prostore ili tankove dok je brod na vezu, o potrebnoj operaciji treba obavijestiti terminal. U nekim slučajevima je potrebno prekinuti sve operacije sa teretom dok se obavljaju radovi u zatvorenim prostorima kako bi uklonili rizici kao što su greške ventila ili cjevovoda uslijed kojih bi moglo doći do curenja toksičnih para. Također, prilikom operacija s teretom može doći do kontradiktornosti u uvjetima koji se moraju ispuniti za sigurno obavljanje operacija s teretom i ulaska u zatvorene prostore, zbog čega je najbolje prekinuti operacije s teretom [1].

Tijek radnji i uvjeta koje je potrebno ispuniti kako bi se dobila dozvola za ulazak u zatvorene prostore prikazan je na slici 2. Također pruža alternativne načine obavljanja potrebnih operacija ukoliko se ne mogu ispuniti određeni uvjeti za dozvolu za ulazak u zatvorene

prostore. Bitne stavke dijagrama su da predlaže obavljanje potrebnih operacija alternativnim načinom, ukoliko isti postoji, koji ne zahtjeva ulazak u zatvorene prostore. Također bitno je napomenuti da ukoliko zapovjednik ne smatra da se potrebna operacija može obaviti u granicama prihvatljivog rizika uz poštivanje potrebnih propisa i zahtjeva, ulazak u zatvorene prostore nije odobren.



Slika 6. Tijek radnji prije ulaska u zatvorene prostore; Izvor: Obrada autora prema [1]

## 4.2. Opasnosti od zapaljenja

Opasnost od zapaljenja je jedan od glavnih i najčešće, skoro i uvijek, prisutnih rizika kada se rukuje naftom.

Pri izgaranju plinova ugljikovodika zbog reakcije sa kisikom u zraku proizvodi se ugljikov dioksid i voda. Pri reakciji stvara se dovoljno topline da se formira plamen koji putuje kroz mješavinu plinova ugljikovodika i zraka. Kada se para iznad tekućih ugljikovodika zapali, toplina je u većini slučajeva dovoljna da omogući održavanje plamena jer konstantno isparava svježije pare. Vanjskom oku izgleda kao da gori tekućina, dok zapravo gore pare tekućih ugljikovodika, te se konstantno nadopunja svježim parama koje isparavaju iz tekućine [1].

Mješavina para ugljikovodika i zraka ne može se zapaliti i goriti osim ako količina para u zraku nije unutar granica zapaljivosti. Razlikujemo donju granicu eksplozivnosti – DGE (engl. *Lower flammable limit – LFL*) i gornju granicu eksplozivnosti – GGE (engl. *Upper Flammable Limit – UFL*).

Donja granica eksplozivnosti je granica ispod koje atmosfera u prostoru nije povoljna za proces gorenja zbog nedovoljne koncentracije para ugljikovodika.

Gornja granica eksplozivnosti predstavlja granicu iznad koje je atmosfera u prostoru prezasićena parama ugljikovodika što je ne čini povoljnom za proces gorenja.

Granice eksplozivnosti mogu se razlikovati za plinove ugljikovodika i mješavine plinova koje potječu od tekuće nafte. Zbog praktičnosti, mješavine plinova od sirove nafte, kerozina, te produkata benzina mogu se predstaviti kroz čiste ugljikovodike – propan, butan i pentan.

Tablica 4. prikazuje granice eksplozivnosti za propan, butan i pentan, te broj potrebnih razrjeđivanja sa istim volumenom zraka kako bi se smjesa smanjila za 50% volumena na donju granicu eksplozivnosti. Zadnji stupac u tablici nam govori da u slučaju miješanja sa atmosferom, pare će se s lakoćom razrijediti ispod donje granice eksplozivnosti [1].

Tablica 4. Granice eksplozivnosti za propan, butan i pentan

Plin	Zapaljive granice % volumena ugljikovodika u zraku		Broj potrebnih razrjeđivanja sa istim volumenom zraka kako bi se smjesa smanjila za 50 % volumena na DGE
	Gornja	Donja	
Propan	9.5	2.2	23
Butan	8.5	1.9	26
Pentan	7.8	1.5	33

Izvor: Obrada autora prema [1]

#### 4.2.1. Rad s otvorenim plamenom

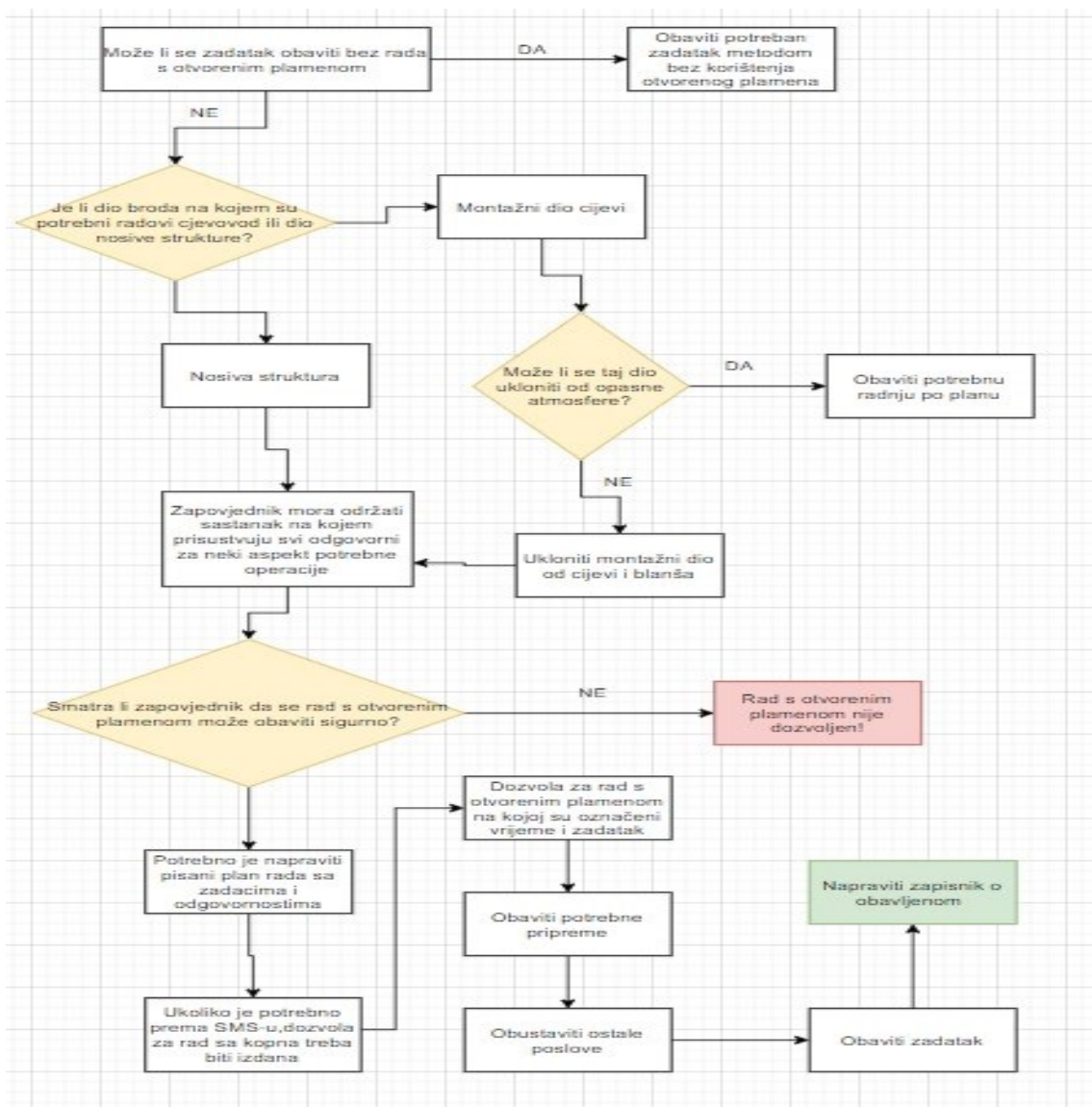
Rad s otvorenim plamenom (engl. *hot work*) po definiciji je svaka vrsta rada koja sadrži izvore paljenja ili dovoljno visoku temperaturu pri kojoj se može zapaliti zapaljivi plin, tekućina ili materijal. Neki od primjera su:

1. Zavarivanje
2. Rezanje/paljenje
3. Grijanje
4. Lemljenje [1].

Zavarivanje na brodu bi se trebalo vršiti samo u ventiliranim prostorima, a ukoliko se ne može kontrolirati izloženost plamenu, radnici bi trebali nositi adekvatnu respiratornu opremu kako bi se spriječile opasnosti po zdravlje i život radnika. Također, korištenje električne opreme, električne opreme koja nije potpuno osigurana i motora s unutarnjim izgaranjem u opasnim područjima se također smatra pod rad s otvorenim plamenom [1].

SMS broda bi trebao sadržavati adekvatne savjete za kontroliranje rada s otvorenim plamenom, a nedostatak savjeta i propisa se treba shvatiti kao da je rad s otvorenim plamenom zabranjen, a ne dopušten [1].

Slika 7. predstavlja tijek radnji i uvjeta koje je potrebno ispuniti kako bi se smanjio rizik rada s otvorenim plamenom i dobila dozvola za obavljanje istog. Bitne stavke su da predlaže ukoliko se potrebna operacija može obaviti bez upotrebe otvorenog plamena da se tako i obavi jer rizik najbolje kontroliramo ako ga možemo potpuno ukloniti. Druga bitna stavka dijagrama je da je posljednja odluka na zapovjedniku broda, te ukoliko on nije zadovoljan s predloženim planom i ne smatra da se rad s otvorenim plamenom može obaviti sigurno isti nije dozvoljen.



Slika 7. Dijagram toka rada s otvorenim plamenom; Izvor: Obrada autora prema[1]

#### 4.2.2. Rad s otvorenim plamenom u namijenjenim prostorima

Prostor gdje su uvjeti sigurni za obavljanje radova s otvorenim plamenom smatra se namijenjenim prostorom, kao što je radionica u strojarnici, te kada je god moguće svi radovi s otvorenim plamenom bi se trebali obavljati tu [12].

Za namijenjeni prostor za rad s otvorenim plamenom treba napraviti procjenu rizika, te bi SMS trebao jasno definirati uvjete koje treba ispuniti za obavljanje takvih radova, kao i ograničenja i zabrane. Rad s otvorenim plamenom se ne treba obavljati i trebao bi biti zabranjen tokom operacija s teretom, pranja tankova sirovom naftom, čišćenja tankova ili kada se ispuštaju pare iz tankova tereta. Ukoliko nema druge alternative i rad s otvorenim plamenom se mora obaviti, potrebno je obustaviti ove operacije dok se radovi ne završe [1].

Za radove s otvorenim plamenom kao što su električno varenje ili plinsko zavarivanje, potrebno je postaviti sigurnosne granice unutar prostora gdje se rad obavlja kako bi se spriječila bljeskalica luka i zadržale iskre unutar granica. Radijus koji je potrebno osigurati prikazan je u tablici 5. Ovaj prostor bi trebalo ograničiti zavjesama ili nekom drugom pregradom. Rad van sigurnosnih granica, ali i dalje unutar namijenjenog prostora može biti dozvoljen ukoliko se obavi procjena rizika i ukoliko se obavlja u skladu sa SMS-om [1].

Tablica 5. Radijus koji je potrebno osigurati za radove s otvorenim plamenom u tankovima

Visina radnog područja	Strana s koje se radi		Suprotna strana	
	Plinsko rezanje	Zavarivanje	Plinsko rezanje	Zavarivanje
0-5 metara	1.5 m	5.0 m	7.5 m	2.0 m
5-10 metara	1.5 m	5.0 m	10.0 m	2.0 m
10-15 metara	1.5 m	5.0 m	15.0 m	2.0 m
Više od 15 metara	1.5 m	5.0 m	20.0 m	2.0 m

Izvor: Obrada autora prema [1]



### 4.2.3. Rad s otvorenim plamenom izvan namijenjenih prostora

Rad s otvorenim plamenom izvan namijenjenih prostora mora se kontrolirati pomoću uputa u SMS-u i povezanih dozvola za rad.

Kao što je prikazano na dijagramu, za ovakve radove se smatra da su od iznimne važnosti za sigurnost ili trenutno rukovanje brodom, te se ne mogu odgoditi do idućeg odlaska broda na popravak [1].

Zadnja odluka u ovakvim situacijama je na zapovjedniku broda, koji odlučuje o hitnosti i važnosti obavljanja radova, kao i to mogu li se obaviti sigurno.

Procjena rizika bi trebala identificirati sve potencijalne opasnosti i mogući rizik prije obavljanja ikakvih radova. Na taj način se smanjuje rizik i opasnosti vezane za sigurnost posade, broda i okoliša jer možemo poduzeti sve potrebne mjere kako bi se rad obavio na siguran način.

Procjena rizika bi također trebala identificirati opasnosti za posadu koja drži stražu tokom obavljanja radova, te planove za njihovu evakuaciju u slučaju nesreće. Dalje, trebala bi identificirati svu potrebnu dodatnu opremu za posadu koja će osigurati prihvatljiv nivo rizika tokom obavljanja radova [1].

Plan za obavljanje radova bi trebao biti sastavljen, napisan i razmotren od strane svakog člana posade koji ima odgovornosti vezane uz obavljanje rada. Plan bi trebao definirati potrebne pripreme prije obavljanja radova, procedure tokom obavljanja radova, te mjere predostrožnosti. Također, trebao bi sadržavati ime osobe koja je odobrila obavljanje posla, kao i imena osoba koje se smatra odgovornim za neki aspekt posla [1].

Posada koja obavlja radova trebala bi biti adekvatno obučena i kompetentna kako bi se radovi obavili sigurno i efektivno.

Protupožarna zaštita i oprema za gašenje požara treba biti pregledana. Adekvatna oprema za gašenje požara treba biti pripremljena i spremna za korištenje u slučaju hitnosti [1].

Potrebno je odrediti plan držanja straže prostora gdje se obavljaju radovi, kao i prostora u blizini na koja bi se mogla prenositi toplina ili u kojima bi se uslijed radova mogla dogoditi

nezgoda kao što je oštećenje kablova ili slično. Osoba koja drži stražu bi trebala nadzirati radove, te u slučaju nezgode reagirati.

Prije obavljanja radova potrebno je testirati atmosferu u prostoru koja mora biti ispod 1% donje granice eksplozivnosti [1].

Dozvola za obavljanje radova mora se izdati neposredno prije početka radova. U slučaju da je izdana, a radovi su se odgodili, potrebno je ponovno provesti sve već spomenute mjere prije obavljanja novih radova [12].

Izolacija prostora gdje se radovi obavljaju ili gdje su se obavljali, kao i sve mjere predostrožnosti spomenute moraju se nastaviti redovno pregledavati i obavljati sve dok ne postoji rizik od zapaljenja.

#### 4.2.4. Rad s otvorenim plamenom u opasnim ili toksičnim područjima

Opasna ili toksična područja se smatraju svim područjima na brodu ili u blizini terminala u kojima je moguća prisutnost zapaljive atmosfere. Na brodu ova područja su najčešće tankovi tereta, tankovi balasta, prostorije s pumpama, te cijeli prostori oko i iznad njih. Rad s otvorenim plamenom na ovim područjima ne bi se trebao obavljati sve dok područja nisu osigurana, testirana, te dok potrebne dozvole za rad nisu dobivene [1].

Radu s otvorenim plamenom na područjima koja su opasna ili toksična treba prethoditi procjena rizika, te treba uzeti u obzir mogućnost prisustva para ugljikovodika i izvora plamena/paljenja.

Rad s otvorenim plamenom na ovim područjima treba obavljati samo kada je brod u balastu. Tokom obavljanja operacija s teretom, čišćenja tankova, ispuštanja plinova, purgiranja ili inertiranja radovi bi trebali biti zabranjeni. Ukoliko se radovi s otvorenim plamenom trebaju obustaviti radi obavljanja nekih od ovih operacija, dozvola za rad treba biti povučena ili napravljena nevažećom. Kada su operacije s teretom završene, prije izdavanja nove dozvole za rad potrebno je ponovno poduzeti potrebne mjere predostrožnosti [1].

Ukoliko radu s otvorenim plamenom prethodi ulazak u zatvoren prostor potrebno je poduzeti sve sigurnosne mjere, kao što je već spomenuto u cjelini 3.

Susjedni tankovi za pogonsko gorivo mogu se smatrati sigurnim kada očitavanja testova pokazuju ispod 1% donje granice eksplozivnosti u atmosferi tanka. Rad s otvorenim plamenom ne bi se trebao obavljati na pregradama tankova za pogonsko gorivo ili u blizini od 0.5 metra od njih, osim ako se taj tank nije osigurao i očistio za obavljanje radova s otvorenim plamenom [1].

Susjedni balastni tankovi i pregrade, ne uključujući tankove tereta, trebaju se pregledati i testirati na prisustvo para ili plinova ugljikovodika prije obavljanja radova s otvorenim plamenom. Ukoliko su prisutne pare ili plinovi, tankove treba degazirati ili inertirati [1].

## 5. ZAKLJUČAK

Potrebno je razumjeti razliku u brodovima koji prevoze sirovu naftu i naftne derivate. Tankeri su veliki brodovi koji prevoze sirovu naftu, dok su produkt tankeri brodovi manje nosivosti, ali sa većim brojem tankova kako bi se mogli prevoziti različiti derivati nafte [5].

Velika svjetska potreba za naftom, kao i velika dostupnost nafte uvelike pomaže u ekonomiji brodarstva. Ipak, ta ista potražnja predstavlja i potrebu za sve većim brodovima što samo po sebi nosi veću opasnost [5].

Sama specifičnost prijevoza nafte i opasnosti koje prijevoz nosi sa sobom, kao što su eksplozivnost, zapaljivost, toksičnost, su razlozi mnogobrojnim propisima i potrebnim procedurama kako bi se operacije s teretom učinile što sigurnijim.

Kao što je spomenuto u radu bitne stavke kod prijevoza nafte i naftnih derivata morem su dokumenti ISM Code, brodski SMS, kao i savjeti koje pruža ISGOTT.

Ono što čini posao brodske posade delikatnim su i niz procedura i lista provjera koje je potrebno pratiti i poznavati dok se obavljaju radnje koje bi se mogle smatrati opasnima kao što su ulasci u zatvorene prostore ili radovi s otvorenim plamenom.

Ipak, bitno je napomenuti i imati na umu stalnu mogućnost ljudske greške, ali i to da nijedna dozvola za rad, procedura ili "checklista" ne čini sama po sebi posao sigurnim.

## LITERATURA

1. ISGOTT, 6th Edition, International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals, OCIMF 2020.
2. Nafta, Hrvatska enciklopedija (MREŽNO) Leksikografski zavod Krleža Miroslav 2021. <https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=42761> (Pristupljeno 23.08.2021.)
3. Tanker safety - preventing accidents and pollution, (MREŽNO) <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/OilTankers.aspx> (Pristupljeno 23.08.2021.)
4. Komadina P., Tankeri, Pomorski fakultet u Rijeci 1994.
5. Galović P., Kovačević M., Podobnik M. Pomorsko tržište tankera – brodovi za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata, ukapljenog plina i kemikalija, Pomorski fakultet u Rijeci, Pomorski zbornik 45 (2008.) (Pristupljeno 24.08.2021.)
6. Enclosed space entry, <https://knowledgeofsea.com/enclosed-space-entry/> (MREŽNO) (Pristupljeno 22.08.2021.)
7. Guidance on Enclosed Space Entry and Rescue, <https://www.ics-shipping.org/wp-content/uploads/2020/08/document-b-guidance-on-enclosed-space-entry-and-rescue-based-on-ics-tanker-safety-guide-chemicals28F7B3075079.pdf> (MREŽNO) (Pristupljeno 24.08.2021.)
8. The Standard Club, A Masters Guide to Enclosed Space Entry, [https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2020/10/The-Standard-Club-A-Master%E2%80%99s-Guide-to-Enclosed-Space-Entry-2020\\_10.pdf?\\_cf\\_chl\\_jschl\\_tk\\_\\_=pmd\\_f3vE1GWe8f2YnSkGNmmT6hJimzBfxZgmD\\_6ZjJJTU4c-1630859863-0-gqNtZGzNAICjcnBszQiR](https://safety4sea.com/wp-content/uploads/2020/10/The-Standard-Club-A-Master%E2%80%99s-Guide-to-Enclosed-Space-Entry-2020_10.pdf?_cf_chl_jschl_tk__=pmd_f3vE1GWe8f2YnSkGNmmT6hJimzBfxZgmD_6ZjJJTU4c-1630859863-0-gqNtZGzNAICjcnBszQiR) (MREŽNO) (Pristupljeno 03.09.2021.)
9. GASALARM 07 Prijenosni eksplozimetar, <http://www.crowave.com/blog/2017/10/21/gasalarm-07-prijenosni-eksplozimetar/> (Pristupljeno 05.09.2021.)
10. Bw Technologies D4 2000 Defender Portable Multi Gas Detector With Case, <https://cdn11.bigcommerce.com/s-a1x7hg2jgk/images/stencil/1280x1280/products/16659/88031/bw-technologies-d4-2000->

[defender-portable-multi-gas-detector-with-case-1.40\\_85251.1490103541.jpg?c=2?imbypass=on](#)(Pristupljeno 05.09.2021.)

11. International Maritime Organization (IMO),  
<https://www.imo.org/en/OurWork/HumanElement/Pages/ISMCode.aspx> (Pristupljeno 25.08.2021.)

12. Hot Work- Definition, Responsibility, Process and Risks On-board Ships,  
<https://cultofsea.com/safety/hot-work-on-board-ships/> (Pristupljeno 24.08.2021.)

13. International Management Code For The Safe Operation Of Ships And For Pollution Prevention (International Safety Management (ISM) Code), 2014. Edition, PDF

14. Revised Recommendations for Entering Enclosed Spaces Abroad Ships, IMO, 2011

15. Fire Hazards of Oxygen and Oxygen Enriched Atmospheres, Asia Industrial Gases Association, 2010

16. Risk Management in the National System, <https://www.amsa.gov.au/vessels-operators/domestic-commercial-vessels/risk-management-national-system> (Pristupljeno 10.09.2021.)

17. The Nature of Maritime Security Risk, <https://link.springer.com/article/10.1007/s13198-017-0594-8/figures/1> (Pristupljeno 10.09.2021.)

## POPIS SLIKA:

1. Razine rizika po ALARP principu
2. Dio liste provjere za ulazak u zatvoreni prostor
3. Mjerač kisika
4. Tankoskop
5. BW Defender
6. Tijek radnji prije ulaska u zatvorene prostore
7. Dijagram toka rada s otvorenim plamenom

## POPIS TABLICA:

1. Hijerarhija kontrolnih mjera
2. Matrica rizika 3x3
3. Primjer identificiranih i označenih zatvorenih prostora
4. Granice eksplozivnosti za propan, butan i pentan
5. Radijus koji je potrebno osigurati za radove s otvorenim plamenom u tankovima