

Ekološki aspekti transporta ulja tankerima

Šimić, Lea Antonia

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka / Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:187:547658>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-24**



Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet
University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies

Repository / Repozitorij:

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies - FMSRI Repository](#)



uniri DIGITALNA
KNJIŽNICA



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U RIJECI

POMORSKI FAKULTET

LEA ANTONIA ŠIMIĆ

EKOLOŠKI ASPEKTI TRANSPORTA ULJA TANKERIMA

ZAVRŠNI RAD

RIJEKA, 2022.

**SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET**

**EKOLOŠKI ASPEKTI TRANSPORTA ULJA TANKERIMA
THE ECOLOGICAL ASPECTS OF OIL TRANSPORT BY
TANKERS**

ZAVRŠNI RAD

Kolegij: Ekologija u prometu

Mentor: dr. sc. Radoslav Radonja, izv. prof.

Studentica: Lea Antonia Šimić

Studijski smjer: Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112074085

Rijeka, lipanj 2022.

SVEUČILIŠTE U RIJECI
POMORSKI FAKULTET
51000 Rijeka, Studentska 2

Student/studentica: LEA ANTONIA ŠIMIĆ

Studijski program: TEHNOLOGIJA I ORGANIZACIJA PROMETA

JMBAG: 0112074085

IZJAVA O SAMOSTALNOJ IZRADI ZAVRŠNOG RADA

Kojom izjavljujem da sam završni rad s naslovom

EKOLOŠKI ASPEKTI TRANSPORTA UVAJ TANKERIMA
(naslov završnog rada)

izradio/la samostalno pod mentorstvom

DR. SC. RADOŠLAV RADONIJA, IZV. PROF.
(prof. dr. sc. / izv. prof. dr. sc. / doc dr. sc. Ime i Prezime)

te komentorstvom _____

stručnjaka/stručnjakinje iz tvrtke _____
(naziv tvrtke).

U radu sam primijenio/la metodologiju izrade stručnog/znanstvenog rada i koristio/la literaturu koja je navedena na kraju završnog rada. Tuđe spoznaje, stavove, zaključke, teorije i zakonitosti koje sam izravno ili parafrazirajući naveo/la u završnom radu na uobičajen, standardan način citirao/la sam i povezo/la s fusnotama i korištenim bibliografskim jedinicama, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Rad je pisan u duhu hrvatskoga jezika.

Suglasan/na sam s trajnom pohranom završnog rada u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci te Nacionalnom repozitoriju Nacionalne i sveučilišne knjižnice.

Za navedeni rad dozvoljavam sljedeće pravo i razinu pristupa mrežnog objavljivanja:
(zaokružiti jedan ponuđeni odgovor)

- a) rad u otvorenom pristupu
- b) pristup svim korisnicima sustava znanosti i visokog obrazovanja RH
- c) pristup korisnicima matične ustanove
- d) rad nije dostupan

Student/studentica

Šimić
(potpis)

Ime i prezime studenta/studentice

LEA ANTONIA ŠIMIĆ

Student/studentica: Lea Antonia Šimić

Studijski program: Preddiplomski studij – Tehnologija i organizacija prometa

JMBAG: 0112074085

IZJAVA STUDENTA – AUTORA
O JAVNOJ OBJAVI OBRANJENOG ZAVRŠNOG RADA

Izjavljujem da kao student – autor završnog rada dozvoljavam Pomorskom fakultetu Sveučilišta u Rijeci da ga trajno javno objavi i besplatno učini dostupnim javnosti u cjelovitom tekstu u mrežnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta.

U svrhu podržavanja otvorenog pristupa završnim radovima trajno objavljenim u javno dostupnom digitalnom repozitoriju Pomorskog fakulteta, ovom izjavom dajem neisključivo imovinsko pravo iskorištavanja bez sadržajnog, vremenskog i prostornog ograničenja mog završnog rada kao autorskog djela pod uvjetima *Creative Commons* licencije CC BY Imenovanje, prema opisu dostupnom na <http://creativecommons.org/licenses/>

Student/studentica - autor

Šimić
(potpis)

SAŽETAK

Problematika onečišćenja nastalog izlivanjem ulja obično se spominje u kontekstu velikih akcidentnih izljeva koji mogu imati i vrlo štetne posljedice po ljude, gospodarstvo i okoliš. No, za razumijevanje mogućih ekoloških učinaka i načina zbrinjavanja potrebno je obuhvatiti i nešto širi kontekst. Stoga, u samom radu pojašnjene su karakteristike ulja te njegove fizikalne i kemijske promjene nastale u doticaju s morskom površinom, značajke tankera kojima se takva ulja prevoze te sustavi koji se na njima nalaze, kao i metode čišćenja i zaštite mora i morskog okoliša. Naglašava se provođenje i primjena pravila i propisa međunarodnih organizacija te konvencija koje reguliraju brodske dokumente kojima se nastoji spriječiti nastanak takvih događaja.

Ključne riječi: ulje, nafta i naftni derivati, MARPOL konvencija, sprječavanje onečišćenja mora

SUMMARY

The environmental pollution caused by the oil spillage is mostly mentioned within the context of accidental spills on a greater scale which could potentially have devastating consequences for people, the economy and the environment. In order to understand the possible environmental impacts and different methods of disposal, it is necessary to take into consideration even broader context on a larger scale. Therefore, this dissertation explains the characteristics of oil as well as its physical and chemical modifications and changes once in contact with the sea surface, the characteristics of tankers which are used for the transportation of such oils and different tanker's systems as well as the cleaning methods used for the protection of the sea and marine environment. This paper also emphasizes on the application and implementation of international organization's rules and regulations as well as the conventions which are responsible for the regulation and governing of ship documentation with the main mission of the prevention of such occurrences and events.

Keywords: oil, petroleum and petroleum products, MARPOL Convention, prevention of marine pollution

SADRŽAJ

SAŽETAK	II
SUMMARY	II
SADRŽAJ	III
1. UVOD	1
2. SASTAV I KARAKTERISTIKE ULJA	2
2.1. GUSTOĆA.....	2
2.2. VISKOZNOST	2
2.3. POVRŠINSKA NAPETOST	3
2.4. KRUTIŠTE	3
2.5. PLAMIŠTE	3
2.6. TOPLJIVOST	3
3. TANKERI ZA PRIJEVOZ ULJA	4
3.1. KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE TANKERA	5
3.2. OPREMA TANKERA.....	6
3.3. PRANJE TANKOVA TERETA.....	7
3.3.1. <i>Pranje tankova sirovom naftom (COW)</i>	7
3.3.2. <i>Pranje tankova morskom vodom</i>	8
3.3.3. <i>Pranje tankova Butterworth-ovim sustavom</i>	9
3.4. IMO-OVA PRAVILA ZA NOVE I POSTOJEĆE TANKERE	9
4. PONAŠANJE ULJA NA POVRŠINI	11
4.1. ŠIRENJE I KRETANJE ULJNE MRLJE	11
4.2. PROCESI RAZLAGANJA ULJA	12
4.2.1. <i>Isparavanje</i>	12
4.2.2. <i>Otapanje</i>	13
4.2.3. <i>Emulgiranje</i>	13
4.2.4. <i>Oksidacija</i>	14
4.2.5. <i>Taloženje</i>	14
4.2.6. <i>Raspršivanje</i>	14

4.2.7. Biološka razgradnja	15
5. UTJECAJ ULJNOG IZLJEVA	16
5.1. OBALE	16
5.2. OTVORENO MORE I PODMORJE	17
5.3. RIBARSTVO I MARIKULTURA	17
6. METODE UKLANJANJA ULJA	17
6.1. MEHANIČKE METODE	18
6.2. FIZIKALNO KEMIJSKE METODE	19
6.3. KEMIJSKE METODE	19
6.4. MIKROBIOLOŠKA METODA	21
7. SREDSTVA ZA ČIŠĆENJE MORA I OBALA	22
7.1. UPIJAČI	22
7.2. SREDSTVA ZA SKRUTNJAVANJE MASE	23
7.3. OMEKŠIVAČI I ODMAŠČIVAČI	24
7.4. DISPERZANTI	25
7.5. BRANE	25
7.6. SPREMNICI ZA SKUPLJANJE ULJA	28
8. OBNOVA OBALA ONEČIŠĆENIH ULJIMA	29
9. PRAVNA REGULATIVA ZAŠTITE MORA I MORSKOG OKOLIŠA.....	30
9.1. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O SPRJEČAVANJU ONEČIŠĆENJA MORA ULJEM I PRERAĐEVINAMA.....	30
9.2. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O SPRJEČAVANJU ONEČIŠĆENJA S BRODOVA.....	30
10. PRAVILA O SPRJEČAVANJU ONEČIŠĆENJA ULJEM.....	31
10.1. PREGLEDI, IZDAVANJE I POTVRĐIVANJE SVJEDODŽBA	31
10.2. BRODSKI DOKUMENTI.....	32
10.2.1. <i>Knjiga ulja, Dio I - Radovi u prostoriji strojeva.....</i>	<i>32</i>
10.2.2. <i>Knjiga ulja, Dio II - Radovi s teretom/balastom</i>	<i>34</i>
10.2.3. <i>Brodski plan u nuždi za slučaj onečišćenja uljem.....</i>	<i>36</i>
10.3. SUSTAV ZA PRAĆENJE I NADZOR ISPUŠTANJA ULJA	37
10.3.1. <i>Ispuštanje iz prostora strojarnice</i>	<i>37</i>
10.3.2. <i>Ispuštanje iz prostora tereta.....</i>	<i>37</i>

10.4. OBALNI UREĐAJI ZA PRIHVAT	38
10.4.1. Uređaji za prihvat izvan posebnih područja	38
10.4.2. Uređaji za prihvat unutar posebnih područja.....	39
11. ZAKLJUČAK	40
LITERATURA	41
POPIS KRATICA	43
POPIS SLIKA	45

1. UVOD

Izlivena ulja u moru mogu izazvati vrlo opasne i štetne učinke s pogubnim biološkim posljedicama koja mogu ugroziti ekološku ravnotežu u slučaju havarija uzrokovanih nemarnim i nestručnim rukovanjem. Međunarodna pomorska organizacija (engl. International Maritime Organization - IMO) kroz donesene konvencije nastoji poboljšati sigurnost pomorskog transporta (SOLAS konvencija), ali i spriječiti moguća onečišćenja s brodova (MARPOL konvencija).

Rad je napisan na temelju istraživanja problematike uljnih onečišćenja na vodenim površinama i obalama prilikom transporta ulja tankerima te se sugerira daljnja potreba za istraživanjem novih metoda, uređaja i tehnologija. Pri tom treba istaknuti da se pod pojmom „ulje“ na brodu podrazumijeva: sirova nafta, svi njeni derivati i zauljene vode.

Stoga, uvodni dio opisuje ulje kao važan faktor koji neodgovornim ponašanjem može dovesti do katastrofa svjetskih razmjera. Drugo poglavlje tumači i naglašava osnovna obilježja ulja i njegove karakteristike koje je potrebno poznavati prilikom intervencija. Osnovna podjela tankera, njihove konstrukcijske karakteristike, zahtjevi za ugrađenom opremom te odredbe IMO-a sastavni su dio trećeg poglavlja, a u četvrtom poglavlju opisani su prirodni procesi razlaganja koji prate neki uljni izljev. Peto poglavlje obrađuje štetne ekološke učinke izljeva ulja na morska staništa s osvrtom na gospodarske djelatnosti od kojih je najosjetljivije ribarstvo i marikultura. Metode uklanjanja ulja s ciljem smanjenja štete u okolišu, kao i dostupna sredstva za čišćenje i zaštitu predmetom su šestog i sedmog poglavlja, dok se u osmom poglavlju naglasak stavlja na obnovu obala onečišćenih s uljima. Pri tome su istaknute i najbolje tehnike obnove u ovisnosti o tipu i karakteristikama bioloških čimbenika toga dijela obale. Propisani kriteriji za prijevoz ulja tankerima određeni Međunarodnim konvencijama navedeni su u devetom, dok se u desetom poglavlju detaljnije pojašnjavaju uvjeti za izdavanje svjedodžbi, posjedovanje nužnih brodskih dokumenata te brodski sustavi i obalni uređaji potrebni pri nadziranju/prihvatulja.

2. SASTAV I KARAKTERISTIKE ULJA

Uljni izljevi razvrstavaju se temeljem mjerila o dugotrajnosti zadržavanja na morskoj površini. Teška (perzistentna) ulja se puno dulje razgrađuju i zahtijevaju operacije čišćenja dok laka ulja nestaju s površine ubrzo nakon izlivanja. Općenito, ulje je opći izraz koji se koristi za označavanje velikog broja prirodnih supstancija (biljnog, životinjskog ili mineralnog porijekla) i niza sintetskih spojeva. Prvenstveno, sirova nafta je prirodna tvar koja se sastoji od spojeva ugljikovodika te kod povišenja gustoće pojedinih frakcija to su: plinovi, benzini, petrolej, ulja za loženje, teška ulja za loženje, maziva ulja, asfalt i parafin. Fizičke i kemijske karakteristike ulja koje uvjetuju ponašanje na vodi i učinkovitosti operacija čišćenja uključuju: gustoću, viskoznost, površinsku napetost, krutište, plamište i topljivost. [6]

2.1. GUSTOĆA

Gustoća ulja je odnos mase neke supstancije prema njegovom volumenu te djeluje tako da dolazi do disperzije ulja u vodi. Gotovo sva ulja, čija je gustoća manja od $1,0 \text{ g/cm}^{-3}$, plivati će na površini vode uz iznimke nekih sirovih nafti i perzistentnih ulja za loženje, čija je gustoća veća od $1,0 \text{ g/cm}^{-3}$. Naime, mora se napomenuti da će se gustoća izlivenog ulja povećati s vremenom zbog hlapljenja pojedinih frakcija; gustoća može prijeći $1,0 \text{ g/cm}^{-3}$ te će ulje potonuti na dno. „American Petroleum Institute“ kratice API sadrži skalu koja se temelji na čistoj vodi, kojoj je određena vrijednost mase 10^0 . Stoga, ulja niskih gustoća imaju visoke API mase, nisku viskoznost, slaba adhezivna svojstva i jaku tendenciju emulgiraju dok kod ulja visokih gustoća je suprotno. [6]

2.2. VISKOZNOST

Viskoznost je mjera unutrašnjeg otpora toku neke tekućine; što je niža, supstancija lakše teče. Važan faktor koji utječe na viskoznost i ostale fizičke karakteristike ulja jest temperatura – padom temperature, viskoznost je viša. Također, određena je količinom lakših frakcija koje ulje sadrži i temperaturom okoline. Važno je napomenuti kako kod čišćenja

uljnog izljeva utječe na širenje uljne mrlje, ljepljivosti ulja te na njegovo prodiranje u tlo, kao i mogućnosti ispumpavanja ulja s površine. [6]

2.3. POVRŠINSKA NAPETOST

Površinska napetost se karakterizira kao snaga privlačnosti između površinskih molekula neke tekućine te zajedno s viskoznošću djeluje na brzinu kojom se neka uljna mrlja širi po površini vode, kopna ili prodire u zemlju. Ulja male gustoće, kao što su sirova nafta ili lakša ulja za loženje, imaju male vrijednosti površinske napetosti koja će se porastom temperature smanjiti, a brzina širenja uljne mrlje povećati. [6]

2.4. KRUTIŠTE

Krutište je temperatura na kojoj ulje postaje polučvrsto i ne može teći što je rezultat stvaranja unutrašnje mikrokristalične strukture te je jedna od najvažnijih karakteristika ulja. U prirodnim uvjetima, sirovoj nafti krutište seže od 32 °C do -57 °C dok benzini i druga tekuća ulja se nalaze na temperaturama iznad njihovog krutišta, a polučvrta ulja ispod svojeg krutišta koja postaju tekuća pod utjecajem vrlo visokih temperatura (15-25 °C). [6]

2.5. PLAMIŠTE

Plamište ulja je temperatura na kojoj se uljne pare zapale pri izlaganju izvoru topline te je bitan čimbenik što se tiče sigurnosti prilikom operacija čišćenja. Konkretni rizik kod izlivanja, u svim atmosferskim uvjetima, jest benzin dok „bunker“ ulja i teška ulja za loženje ne predstavljaju ozbiljnu opasnost. [6]

2.6. TOPLJIVOST

Topljivost je mogućnost tvari (ulja) da se otapa u određenom otapalu (vodi). Otapanje ulja u vodi je vrlo slabo, svega manje od 5 dijelova na milijun dijelova (<5 ppm), no ono je ključan proces u odnosu na potencijalnu toksičnost ugljikovodika na vodene organizme. [6]

3. TANKERI ZA PRIJEVOZ ULJA

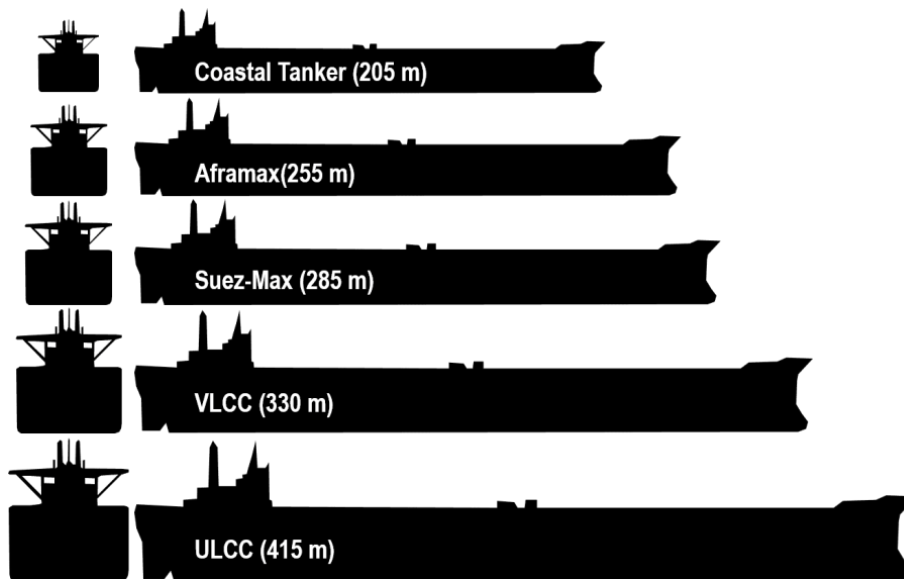
Tanker je brod za prijevoz tekućih tereta od kojih su najzastupljeniji sirova nafta i naftni derivati. Kroz povijest, Kinezi se smatraju najstarijim prijevoznicima nafte čiji su posebno građeni brodovi već tada imali prostor za teret podijeljen poprečnim pregradama i prostore predviđene za pohranjivanje tekućeg tereta. „Elisabeth Watts“ je brod koji je 1861. godine, u drvenim bačvama, prvi prevezao zemno ulje preko Atlantika jedrenjakom te nakon samo osam godina, 1869., izgrađen je brod „Charles“ koji je bio opremljen metalnim tankovima zaštićenim drvom koji su stvarali izgubljen prostor (engl. broken stowage) zbog jednakog zauzimanja prostora kao i nafta.

Zbog naglog rasta prometa, potrebno je bilo izgraditi specijalne brodove za prijevoz ulja koji bi trebali riješiti postojeće probleme: rastezanje tereta kod promjene temperature, nepropusnost priključaka i ispuštanje plinova. Neophodan problem bio je istjecanje nafte, kao i stvaranje zapaljivih plinova te opasnost od eksplozije i požara. 1886. godine izgrađen je brod naziva „Gluckauf“ koji je postao preteča današnjih tankera s rješenjima navedenih problema - nafta se krcala u brodski trup podijeljen u osam tankova poprečno postavljenih preko cijele širine broda.

Danas, razvoj automobilske industrije, razmještaj naftnih resursa daleko od potrošača i gradnja rafinerija na kraju transportnog puta doveli su do transporta većih količina nafte te samim time gradnje većih i modernijih tankera.

Opća podjela tankera za prijevoz sirove nafte i naftnih derivata, [3 - 5]:

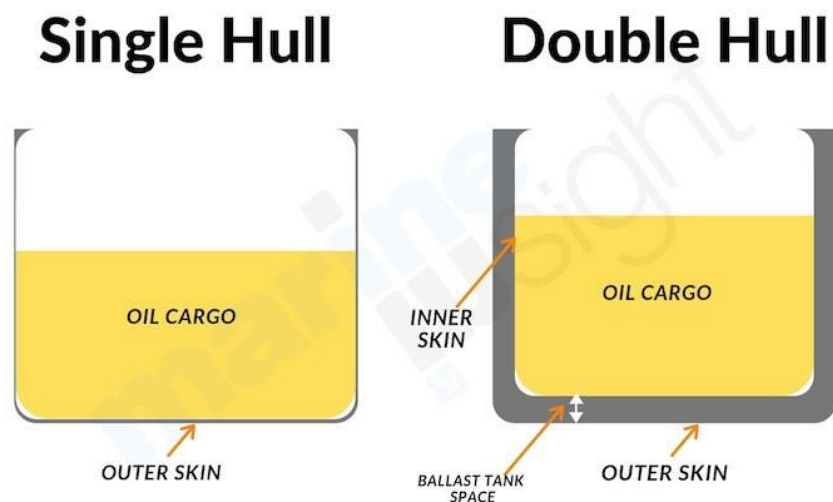
- Products - tankeri ukupne nosivosti najčešće do 100000 t
- Handysize - tankeri ukupne nosivosti od 10000 t do 40000 t
- Handymax - tankeri ukupne nosivosti od 40000 t do 60000 t
- Aframax - tankeri ukupne nosivosti od 80000 t do 120000 t
- Suezmax - tankeri čija veličina ograničava prolaz Suezom, ukupne nosivosti od 120000 t do 180000 t
- VLCC - tankeri ukupne nosivosti od 200000 t do 320000 t
- ULCC - tankeri ukupne nosivosti iznad 320000 t



Slika 1. Prikaz veličina tankera, [14]

3.1. KONSTRUKCIJSKE KARAKTERISTIKE TANKERA

Zahtjevi tereta koji se prevoze tankerima određuju njihovu gradnju, shodno tome, uzdužne i poprečne nepropusne pregrade dijele sekcije za prijevoz tekućeg tereta u više tankova. Tankeri se grade po uzdužnom sustavu gradnje za koji su karakteristični jaki uzdužni elementi, uzdužno ukrepljena paluba i nepropusna pregrada s uzdužnim ukrepama. Također, tu se nalaze i okvirna rebra i sponje. Strojarnica i nadgrađe kod velikog broja tankera nalazi se na krmi gdje postoje i palubni mostovi. Današnji propisi nalažu ugradnju sustava za protupožarnu zaštitu. Veća sigurnost zahtijeva i ispunjavanje posebnih uvjeta kojima će se osigurati zaštita mora, podmorja i priobalnih područja, a koji nalažu ugradnju dvostrukog dna po cijeloj duljini broda, dvostruke oplata trupa te ugradnju odvojenih balastnih tankova. Konstrukcija dvostrukog trupa sastoji se od tankova tereta odvojenih od vanjske oplata broda prostorom koji štiti od oštećenja i izlivanja tereta u more. Uz konstrukciju dvostrukog trupa, postoji i izvedba tankera sa središnjom palubnom konstrukcijom koja se sastoji od bočnih balastnih tankova (zaštita od sudara) i teretnih tankova koji su građeni tako da se na dnu trupa broda stvara nadtlak; kod probijanja trupa, izjednačavanjem tlaka unutar i izvan tankova sprječava se izlivanje nafte te omogućava prelijevanje u bočne tankove. [3, 4]



Slika 2. Jednostruko i dvostruko dno, [15]

3.2. OPREMA TANKERA

Zahtjevi za dodatnom opremom za tankere prema Prilogu I. MARPOL konvencije, [13]:

- a) DVOSTRUKA OPLATA (engl. Double Hull – DH): efektivno rješenje ukoliko dođe do sudara ili nasukanja tankera pri malim brzinama
- b) ODVOJENI BALASTNI TANKOVI (engl. Segregated Ballast Tanks – SBT): balast koji se krca u posebne odvojene tankove te ne dolazi u kontakt s teretom
- c) OPREMA ZA PRANJE TANKOVA SIROVOM NAFTOM (engl. Crude Oil Washing – COW)
- d) SUSTAV INERTNOG PLINA (engl. Inert Gas System – IGS): primjena sustava radi sprječavanja nastanka eksplozije i požara zbog oslobodjenja para ugljikovodika prilikom operacije iskrcanja tereta. Stoga, postoje dva načina inertiranja – inertiranje tankova potiskivanjem (inertni plin ulazi u tank malom brzinom te potiskuje eksplozivne pare koje kroz odušnik izlaze u atmosferu) i inertiranje tanka miješanjem (inertni plin ulazi velikom brzinom, miješa se na dnu tanka te stvara homogenu smjesu inertnog plina i zapaljivih para koje kroz ventilacijski otvor na vrhu tanka izlaze u atmosferu)

- e) TALOŽNI TANK ZAULJENIH VODA (engl. Slop Tank – ST): izdvojeni tank za zauljene vode koje nastaju nakon pranja tankova tereta vodom ili morem
- f) SEPARATOR ZAULJENIH VODA (engl. Oily Water Separator – OWS) ili FILTAR ZAULJENIH VODA (engl. Oily Water Filtering Equipment – OWFE): oprema za odvajanje ulja iz ispusta tijekom ispuštanja zauljenih voda
- g) OPREMA ZA NADZOR SADRŽAJA ULJA U ISPUSTU (engl. Oil Content Monitoring Equipment – OCME): oprema koja mora zaustaviti ispuštanje kada sadržaj ulja u ispustu pređe 15 ppm.

3.3. PRANJE TANKOVA TERETA

Jedan od razloga pomorskih nesreća tankera za prijevoz ulja jest nestručno rukovanje sustavom za pranje tankova. Radi sprječavanja nezgoda, doneseni su propisi i standardi koji zahtijevaju pravilan način upravljanja sustavima.

3.3.1. Pranje tankova sirovom naftom (COW)

Sirova nafta je najučinkovitija tvar za uklanjanje sedimenata koji se sastoje od parafinskih i asfaltnih materija koje je potrebno ukloniti jer smanjuju učinkovitost ispumpavanja tereta i kapacitet tankova. Prve su se instalacije tako postavljale u razdoblju 70-ih godina 20. stoljeća kada je COW sustav (engl. Crude Oil Washing) postao znatno isplativ. Propisani strojevi jedni su od opreme pranja sirovom naftom - dijelimo ih na strojeve na palubi koji mogu biti fiksni ili prenosivi i strojeve u tankovima. Kod strojeva na palubi, pogonski dio stroja za pranje smješten je iznad palube te može biti opremljen jednostrukom, koja je učinkovitija ili dvostrukom mlaznicom. Također, cjevovodi su važan dio opreme načinjeni od čelika ili drugog materijala izrazite čvrstoće koji moraju biti fiksni i spojeni na iskrcajni cjevovod tereta te neovisan o drugim brodskim sustavima. COW sustav primjenjuje dvije metode pranja tankova: jednostupnjevitom i višestupnjevitom pranje. [3, 4]

Na samom početku pranja sirovom naftom, potrebno je utvrditi količinu kisika u točki koja se nalazi 1m ispod palube. Količina kisika se tokom cijelog procesa pranja mora pratiti te mjerenje ne smije pokazati koncentraciju veću od 8% volumenskih udjela kisika u inertnom

plinu. Ukoliko sustav za inertiranje tankova nije u najboljem stanju te mjerenje prikazuje suprotno tj. prelazi zadani postotak, pranje se odmah mora zaustaviti. [3, 4]

Postupak pranja sirovom naftom ima svoje prednosti od kojih se izdvajaju, [3, 4]:

- iskrcan teret veće kvalitete
- tankovi zahtijevaju kraće vrijeme čišćenja
- smanjeno onečišćenje mora i morskog okoliša
- posada odrađuje manje ručnog čišćenja
- manja količina morske vode u emulziji s naftom koja se iskrcava u rafineriji
- nakon iskrcavanja ostaje manje tereta na brodu
- smanjen utjecaj korozije.

Također, i svoje nedostatke, [3, 8]:

- iskrcaj zahtijeva više vremena
- isparavanje lakših frakcija sirove nafte
- neprikladnost pojedinih vrsta tereta obzirom na viskozitet i skrućivanje.

3.3.2. Pranje tankova morskom vodom

Tankovi brodova, prije razvoja i primjene COW sustava, ispirali su se mlazovima morske vode te je tada došlo do potrebe za donošenjem propisa vezanih za ispuštanje zauljenih tekućina u more. MARPOL konvencija donosi pravila o uvjetima ispuštanja zauljenih voda s tankera. Kao i prethodna metoda, pranje tankova morskom vodom ima svojih nedostataka - veliko onečišćenje morskog okoliša koje je proizlazilo iz ispuštanja emulzija voda-nafta u more te znatnoj količini slane vode u sirovoj nafti koja je predstavljala problem za naftne rafinerije. Zbog svega navedenog, potrebno je bilo uspostaviti novi sustav kako bi se smanjilo onečišćenje. Mali tankeri i dalje koriste hladnu ili toplu morsku vodu. Tankovi se isušuju sisaljkaama te se emulzija vode i ulja iskrcava u sloop tankove odnosno tankove za mješavine. Svaki tanker s 150BT-a i više mora imati ugrađene uređaje i opremu za čišćenje tankova tereta i pretakanje ostataka nečistog balasta i pranja tankova tereta u tank

za mješavine ulja s drugim tekućinama. Također, tankeri moraju imati odgovarajuće sustave cjevovoda, odnosno međunarodni priključak za ispuštanje zauhljene vode s ventilom i opremom za prihvat koji se moraju ugrađivati na otvorenoj palubi ili brodskom boku, iznad vodene crte. [3]

3.3.3. *Pranje tankova Butterworth-ovim sustavom*

Butterworth-ov sustav je najpoznatiji sustav za pranje tankova vodom. Koristi se na brodovima za prijevoz kemikalija i manjim brodovima za prijevoz ulja dok se na velikim izbacio iz upotrebe zbog prelaska na COW sustav. Njime se peru unutarnji dijelovi tanka, a sastoji se od naprave sa mehaničkom mlaznicom i gumenom cijevi koja se kroz otvor na palubi spušta u tank; stroj za pranje spušta se do polovine tanka te se mlaznice kreću horizontalno i vertikalno kako bi isprale površinu unutarnjih stjenki tanka. Dovoljan tlak i temperatura koja se kreće od 75 °C do 85 °C potrebni su za uspješno pranje. [3]

3.4. IMO-OVA PRAVILA ZA NOVE I POSTOJEĆE TANKERE

IMO (engl. The International Maritime Organization) je specijalizirana organizacija UN-a kojoj je cilj i svrha razmjena informacija između vlada te njihova suradnja vezana za pomorska pitanja. Također, tu spada briga o sigurnosti na moru, izrada i pomaganje u donošenju propisa koji se odnose na sigurnost, uklanjanje nepotrebnih ograničenja na moru koje uvode pojedine vlade. Organizacija sa sjedištem u Londonu, osnovana je konvencijom UN-a 1948. godine. Sastoji od skupštine, vijeća, tajništva i 5 odbora, među kojima su najznačajniji Odbor za pomorsku sigurnost i Odbor za zaštitu morskog okoliša. Odbor za pomorsku sigurnost (engl. Maritime safety committee - MSC) najviše je tehničko tijelo organizacije čija je osnovna zadaća razmotriti pitanja vezana za navigaciju, navigacijska pomagala, konstrukciju i opremu brodova, rukovanje sa stajališta sigurnosti, pravila o sprječavanju sudara na moru, rukovanje opasnim teretima, hidrografske podatke, pomorske nezgode, spašavanje i pružanje pomoći na moru te sva druga pitanja vezana za sigurnost na moru.

Konvencije donešene od strane IMO-a, a tiču se sigurnosti na moru, [9]:

- Međunarodna konvencija o sigurnosti ljudskih života na moru (engl. International Convention for the Safety of Life at Sea - SOLAS)
- Konvencija o međunarodnim pravilima o izbjegavanju sudara na moru (engl. Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea - COLREG)
- Međunarodna konvencija o sprečavanju onečišćenja mora s brodova (engl. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships - MARPOL)
- Međunarodna konvencija o teretnim linijama (engl. International Convention on load lines)
- Međunarodna konvencija o baždarenju brodova (engl. International Convention on tonnage measurement of ships - TONNAGE)
- Međunarodna konvencija o pomorskom traganju i spašavanju (engl. International Convention on maritime search and rescue)
- Međunarodna konvencija o standardima uvježbavanja, stjecanja ovlaštenja i držanja straže (engl. International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers).

Naime, IMO-ov odbor za zaštitu morske okoliša (engl. Marine Environment Protection Committee - MEPC) usvojio je dva nova pravila (13F i 13G) kao dopune priloga I, Međunarodne konvencije o spriječavanju onečišćenja s brodova (Marpol 73/78). Pravilo 13F određuje zahtjeve koje tankeri za prijevoz nafte moraju ispuniti prilikom gradnje, a ono uključuje: tankeri od 5000 tona nosivosti i više moraju imati dvostruki trup ili središnju palubnu konstrukciju te oni između 600 i 5000 tona ukupne nosivosti moraju imati dvostruko dno. Naime, mogu se prihvatiti i drugi nacrti koji jamče isti stupanj zaštite od onečišćenja naftom ukoliko dođe do sudara ili nasukanja. Ukupni kapacitet bočnih tankova, tankova dvodna, pramčanih i krmenih tankova ne smije biti manji od kapaciteta tankova za čisti balast tankera za prijevoz sirove nafte nosivosti 20000 tona i više, te tankera za prijevoz naftnih derivata nosivosti 30000 tona i više. Cjevovodi za balast i teret i cijevi za

provjetravanje i sondiranje tankova ne smiju prolaziti kroz tankove tereta uz izuzetak kraćih cijevi, pod uvjetom da su kompletno zavarene. Pravilo 13G odnosi se na zahtjeve koji moraju ispuniti postojeći brodovi što znači da se tankeri za prijevoz sirove nafte iznad 30000 tona ukupne nosivosti trebali, nakon određenog vremena, izbaciti iz upotrebe osim ako nemaju dvostruki trup ili središnju palubnu konstrukciju. Također, zahtjevi se odnose i za brodove koji prevoze sirovu naftu od 20000 tona ukupne nosivosti i više, kao i tankere za prijevoz naftnih derivata od 30000 tona ukupne nosivosti i više. Moraju se podvrgnuti pojačanim pregledima (specijalni, povremeni i godišnji) koji moraju biti u skladu smjernica Međunarodne pomorske organizacije (IMO). Tankeri starosti iznad 5 godina moraju imati kompletnu dokumentaciju koja sadrži izvješće o izvršenom pregledu, propisanom baždarenju, izvješće o izvedenim konstrukcijskim radovima i procjenu stanja konstrukcije broda. Dokumentacija mora biti dostupna na uvid nadležnim vlastima koje sudjeluju u izradi Konvencije o zaštiti od onečišćenja mora i morskog okoliša (Barcelonska konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja i Konvencija o zaštiti morskog okoliša Atlantika).

[3]

4. PONAŠANJE ULJA NA POVRŠINI

Izlivena ulja prolaze kroz niz fizičkih i kemijskih promjena koje mogu rezultirati nestankom s morske površine, no s druge strane mogu i opstati na morskoj površini. Ponašanje uljne mrlje ovisi o tipu izlivenog ulja i o klimatskim uvjetima, a ono karakterizira prirodni proces koji slijedi neki uljni izljev. [6]

4.1. ŠIRENJE I KRETANJE ULJNE MRLJE

Širenje uljne mrlje po površini uvjetovano je stanjem mora i čimbenicima kao što su: vjetar koji je značajan faktor u ponašanju i stanju kako ulja, tako i mora. Utječe na brzinu pomicanja ulja, visinu i oblik vala, mogućnost upotrebe uređaja i opreme za čišćenje. Struja, kao i vjetar pomiče uljnu mrlju koja može pod njezinim utjecajem biti raspršena. Plima i oseka omogućavaju stvaranje „plimne struje“ koja može privremeno onesposobiti i onemogućiti postavljanje plutajućih brana ili uređaja za čišćenje u priobalnim zonama.

Dubina određuje tip valova bez obzira na snagu vjetra te ograničava primjenu kemijskih sredstava koja se u plitkim vodama zabranjuje.

Valovi su rezultat prethodnih elemenata - pospješuju stvaranje emulzija, raspršivanje i isparavanje. Dije se na: translatorne (nastaju uslijed djelovanja horizontalnih sila na mirnu površinu vode) i oscilatorne (nastaju djelovanjem okomitih sila na mirnu površinu vode). Visina valova ovisi o trajanju vjetra, opsegu područja na kojem se razvijaju i dubini mora. Prestankom vjetra, površina mora ne smiruje se odmah; valovito gibanje i dalje traje. Tada uočavamo pravilnije valove i valove maksimalne duljine te se takva pojava naziva „mrtvo more“. Pojava mrtvog mora se uočava i na mjestima gdje vjetar ne puše, ono je doneseno valovima s područja gdje su prouzročeni vjetrom te najčešće tvore pravilnu valovitu površinu jednake visine, brzine i intervala trajanja vala. [6,12]

4.2. PROCESI RAZLAGANJA ULJA

Razlaganje prvenstveno ovisi o tipu razlivenog ulja i ono je gubitak nekih značajki ulja tokom odvijanja prirodnih procesa koji počinju od trenutka izljeva i nastavljaju se sve dok ima ostatka ulja u okolišu. Primjerice, lagana sirova nafta i laka ulja za loženje znatno se brže razlažu od teške sirove nafte i teških ulja za loženje. Stoga, osnovni procesi koji se mogu primijetiti tijekom razlaganja ulja jesu: isparavanje, otapanje, emulgiranje, oksidacija, taloženje, raspršivanje i biološka razgradnja. [6, 12]

4.2.1. Isparavanje

Isparavanje je jedno od svojstva ulja koje ovisi o:

- plamištu
- tlaku para
- uvjetima u okolišu.

Hlapljivost ulja velikim dijelom utječe na brzinu isparavanja, ali i na brzinu kojom se ono odvija. Ulja kao što su benzin, kerozin ili petrolej, imati će tendenciju bržeg isparavanja zbog sadržavanja velikog postotka lakih i hlapljivih spojeva. Suprotno tomu su teška ulja za

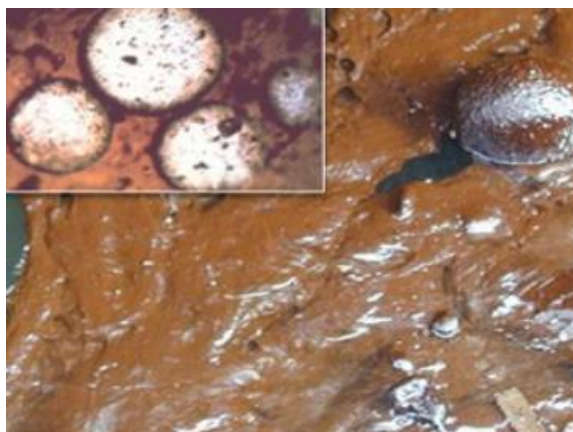
loženje koja imaju nisku razinu isparavanja. Isparavanje može smanjiti volumen izlivenog ulja, toksičnost i zapaljivost te, također, može povećati viskoznost i gustoću ostataka. [6, 12]

4.2.2. Otapanje

Otapanje je jedan od najvažnijih procesa koji se događaju u kontaktu ulja s morem te ga opisujemo kao stanje koje je uglavnom ograničeno na neke od lakših komponenti. Ono se događa u procesima kada ulje sadrži spojeve koji su topivi u vodi poput laganih aromatskih spojeva ugljikovodika. Stupanj i brzina otapanja uglavnom ovise o: sastavu ulja, fizičkim svojstvima, brzini širenju ulja, temperaturi vode te miješanju i stupnju raspršivanja. [6,12]

4.2.3. Emulgiranje

Emulgiranje je proces koji nastaje miješanjem kapljica vode u uljnoj matrici (voda u ulju) ili u obrnutom slučaju, kapljica ulja u vodenoj matrici (ulje u vodi) pomoću vjetra i valova. Kad je udio vode u ulju veći od 50%, može se pojaviti fenomen koji se naziva „čokoladna mahovina“ koja predstavlja emulziju visoke viskoznosti i postojanosti od izvornog ulja te se na taj način može zaustaviti proces razlaganja odnosno „starenja“ zbog smanjenja površine ulja izloženog utjecaju vode i zraka. [6, 12]



Slika 3. Prikaz "čokoladne mahovine", [16]

4.2.4. Oksidacija

Oksidacija karakterizira proces kojem ugljikovodici sami po sebi nisu podložni, ali u kontaktu s vodom, zrakom i svjetlošću oksidiraju vrlo brzo. Primjerice, ulje kemijski reagira s kisikom ili se raspada u topljive produkte ili se stvaraju spojevi koje potiče sunčeva svjetlost, a nazivaju se katrani. Katran je uzrokovan oksidacijom debelih slojeva ulja ili emulzije visoke viskoznosti. [6, 12]

4.2.5. Taloženje

Taloženje je posljedica „starenja“ gdje dolazi do povećanja gustoće izlivenog ulja. Plitke vode mogu sadržavati takvu pojavu kada lakši spojevi ispare, a ulje dostigne gustoću morske vode odnosno kada plutajuće ili raspršeno ulje dođe u kontakt sa suspendiranim talogom, talog se može vezati za njega. Kada gustoća ulja postane veća od gustoće vode, ulje će potonuti na dno. Također, potonuti će ukoliko je došlo do jakog zagađenja gdje se nasukana nafta na pješčanim obalama, pomiješana sa pijeskom, muljem i drugim sedimentima, ispere s plaže natrag u more. Potonućem ulja na dno dolazi do anaerobne razgradnje koja je usporena. [6, 12]

4.2.6. Raspršivanje

Raspršivanje je proces mehaničkog djelovanja mora i vjetra na ulje gdje raspršene kapljice ulja imaju veći omjer površine u odnosu na volumen plutajućeg ulja. Počinje odmah nakon nastanka uljnog izljeva te je vrlo izraženo u narednim satima. [6, 12]



Slika 4. Prikaz raspršivanja uljne mrlje, [17]

4.2.7. Biološka razgradnja

Biološka razgradnja ima važan utjecaj kod ulja koje je došlo u dodir s morem jer morska voda sadrži razne vrste mikroorganizama kao što su bakterije, plijesan i kvasac koji mogu djelomično ili potpuno razgraditi određenu skupinu spojeva u ulju. Sukladno tomu, proces se odvija sve dok morska voda sadrži dovoljne količine hranjivih soli i kisika koji su potrebni mikroorganizmima za razmnožavanje. Stupanj razgradnje ovisi o nekoliko čimbenika [6, 12]:

- sastavu ulja
- prisutnosti mikroorganizama
- rasprostranjenosti ulja
- kontaktnoj površini vode i ulja
- raspršivanju ulja
- temperaturi
- količini hranjivih tvari
- prisutnosti kisika.

5. UTJECAJ ULJNOG IZLJEVA

Učinci uljnog izljeva, na život u moru, mogu biti fizičke ili kemijske prirode. Fizičke, uključuju zatrovanje i pare koje su uzrokovane većim onečišćenjima. Među najugroženijima su životinje i biljke kod kojih u doticaju s onečišćenom morskou površinom mogu nastupiti uginuća zbog onemogućenog hranjenja, disanja i gibanja. Kemijske, uključuju otrovno djelovanje i akumulaciju koja dovodi do onečišćenja. Otrovnost se manifestira kao vrijeme i koncentracija potrebna za stvaranje određenog stupnja onečišćenja. Otrovnosti sastojci u uljima uzrokovani su svježim uljima transformiranim u krute slojeve, kao i kod fizičkog djelovanja, mogu biti pogubni za morske organizme. Mogućnost preživljavanja biljaka i životinja u takvim uvjetima ovisi o mnogim faktorima: vrsti, općem fiziološkom stanju organizma, godišnjem dobu, itd. Zato je bitno uspostavljanje ravnoteže u staništima te uočavanje vrijednih resursa i fokusiranje studija na pronalaženje načina prevencije. S druge strane, veliku ulogu u onečišćenju imaju i zabavno-rekreacijske aktivnosti te ugostiteljski objekti (hoteli i restorani) koji tijekom turističke sezone ostavljaju negativan trag (korištenje visoko djelotvornih tehničkih načina u čišćenju koji mogu nepovoljno utjecati na opstanak biocenoze), kao i brodogradilišta i remontna postrojenja, ugrožavanje biološke raznolikosti uz lučke gatove i opasnost od ulaska ulja u brodske kondenzatore što dovodi do oštećenja grijača o isparivača. [7]

5.1. OBALE

Obale, kao granični pojas između mora i kopna, jedne su od najizloženijih dijelova morskog okoliša učincima izlivenog ulja koje ozbiljne posljedice ostavlja na područjima pijeska, blata i stijena za vrijeme oseke. Za razliku od drugih obala, kamenite dominiraju na većem dijelu svjetskog obalnog pojasa i nastanjene su brojnim organizmima koji su se prilagodili uvjetima okoliša te su upravo iz tih razloga ugrožene. Ukoliko dođe do onečišćenja, stopa oporavka je puno manja i duža od uobičajene. Problematika kamenitih obala primarno ovisi o topologiji, položaju i strukturnom sastavu što znači da obale s malim nagibom u zaklonjenim uvalama mogu sadržavati velike količine ulja koje s godinama potpuno ne nestaje. Učinak ulja na ekosustav ovisi o otrovnosti, viskoznosti, količini vremena izloženosti djelovanju i osjetljivosti morskih organizama. Trovanje školjki i crvenih algi uzrokovano dizelskim gorivom ili plinom i brzo razmnožavanje makro algi, pokazatelji su neuravnoteženog okoliša. [7]

5.2. OTVORENO MORE I PODMORJE

Otvoreno more i njegovo podmorje karakteristični su po planktonima koji su temelj hranidbenog lanca i glavni faktor u pretvorbi tvari u moru te kod onečišćenja koja se događaju u manjim područjima, ne postoji mogućnost za značajnije posljedice jer se narušeno područje, zbog dinamike mora, brzo nastanjuje planktonskim organizmima iz područja u kojima nije došlo do onečišćenja uljem. Naprotiv, negativan utjecaj ima taloženje - uzburkano more na površinu mora podigne kruti talog koji se fizički vezuje s izlivenim uljima te zatim ono ponovno potone na dno što uzrokuje nemogućnost nastanjanja područja. [7]

5.3. RIBARSTVO I MARIKULTURA

Oprema za lov te sami brodovi mogu se oštetiti ukoliko je more onečišćeno uljima - plutajuća oprema i zamke koje se nalaze iznad vodene površine, podložnije su od uronjenih mreža, konopa i vrša. Velika opasnost prijete uzgajalištima ukoliko dođe do onečišćenja: podmazivanje opreme može biti izvor otrovanja organizama u marikulturi što uvelike može biti rezultat tržišnog nepovjerenja i gubitka na tržištu, uporaba disperzanata – onečišćenje kapljicama raspršenog ulja, potapanje ulja - utjecajem strujanja, potopljeni onečišćivač može se premještati i tako dospjeti u osjetljiva područja. [7]

6. METODE UKLANJANJA ULJA

Ukoliko dođe do uljnog izljeva na morskoj površini, kod operacija čišćenja važno je da se samim postupkom ne nanosi veća šteta od one koja je već učinjena. Metode koje se primjenjuju kod uklanjanja ulja svrstavaju se u četiri skupine, [6]:

- mehaničke metode
- fizikalno kemijske metode
- kemijske metode
- mikrobiološka metoda.

6.1. MEHANIČKE METODE

Mehanička metoda započinje s ručnim odstranjivanjem ulja koji je najjednostavnija tehnika potrebna skoro u svakoj od akcija saniranja uljnih izljeva te zahtijeva veliki broj ljudi i priličan radni napor. Primjenjuje se uporabom katni, lopata i sličnim sredstvima kod manjih izljeva u lukama, rijekama i uz naseljena mjesta. Također, u ovu skupinu svrstavamo i uređaje za odstranjivanje ulja s vodenih površina tzv. skimeri. Skimeri su uređaji koji će ulje s vodene površine ukloniti bez promijene fizičkih i kemijskih svojstva samog ulja te se dijele u pet skupina, zavisnosti o principu rada: uređaji tipa lijevka, uređaji za usisavanje, uređaji s centrifugiranjem, uređaji s uronjavanjem i uređaji s adsorpcijom ulja. Takvi uređaji smatraju se nedovoljno djelotvornim na otvorenim morima uz pojačan vjetar i valove gdje mehaničko sredstvo mora biti adekvatno za brzu kontrolu velikih površina.

Organizaciju čišćenja potrebno je pripremiti tako da sredstvo (čistač) sakupi ulje u što manje prolaza jer prolaskom skimera, uljna mrlja se širi strujama nastalim njegovim prolaskom (uz prirodna strujanja). Ukoliko je uljna mrlja šira, potrebno je slijediti suprotno od njezinog kretanja, sporije, kako bi se izbjeglo miješanje propelerima. Kako bi se odabrao najbolji uređaj za određenu potrebu, ovisno o mjestu rada (otvoreno more ili priobalne zone) potrebno je: odrediti radne uvjete, princip rada dostupnih uređaja i osnovne karakteristike onečišćenja koje podrazumijevaju: gustoću, viskoznost, zapaljivost ulja, prisutnost čvrstih tvari u ulju, topografiju obale, itd.. Uz sve navedeno, potrebno je naglasiti kako su prljavština i otpaci u ulju ili vodi (morska trava, granje) jedni od glavnih problema u radu zbog začepljenja pumpi, usisavanja zraka što uzrokuje smanjenje kapaciteta određenih tipova uređaja. [6]



Slika 5. Prikaz skimera, [18]

6.2. FIZIKALNO KEMIJSKE METODE

Fizikalno kemijske metode upotrebljavaju sredstva za sprječavanje širenja ulja tako da se istodobno ne mijenja konstitucija ulja. Podjela čini četiri skupine: agensi za potapanje - teški materijali s oleofilnim svojstvima koji se miješaju s uljem na površini vode te kasnije tonu povlačeći ga za sobom. Upotreba takvih materijala u priobalnim zonama je neprihvatljiva zbog neispitanosti toksičnosti potopljenog ulja. Agensi za želiranje - skrutnjivanje ulja želatinoznom masom u tankovima tankera ukoliko dođe do oštećenja ili onesposobljenosti uklanjanja ulja prepumpavanjem. Metoda zahtijeva miješanje odgovarajućih agenasa i duži period skrutnjivanja nastale želatine te se ono sastoji u formiranju krute trodimenzionalne mreže unutar uljnog sloja u kojoj je ulje zarobljeno. Agensi za koncentriranje – karakterizira ih međusobni odnos površinskih napetosti ulje-voda, voda-zrak i ulje-zrak kako bi se izazvala kontrakcija uljne mrlje. Upotrebljavaju se kao predradnja u eliminaciji uljnih filmova i nanose se prskanjem iz čamaca ili helikoptera. Agensi za apsorpciju i adsorpciju - materijali koji uklanjaju ulje apsorpcijom (ulje prodire/upija se u unutrašnjost druge tvari) ili adsorpcijom (tvar se veže/lijepi na površinu druge tvari). Adsorbensi su jedni od važniji sredstava koji daju najučinkovitije rezultate prilikom sigurne i bezopasne primjene, no mogu stvoriti i probleme vezane sa samom primjenom - začepljenje uređaja masom u toku rada s mehaničkim uređajem. [6]

6.3. KEMIJSKE METODE

Kemijske metode uglavnom uključuju neke kemijske agense koji se nanose na ulje kako bi omogućili njegovo uklanjanje s vodene površine. Uporaba kemikalija i kemijskih sredstava se ne preporučuje i zabranjuje, stoga se njihova primjena ograničava samo na nužne situacije u kojima druge metode i postupci ne uspijevaju.

Disperzanti i emulgatori, jedni su od metoda koje primjenjuju površinske aktivne tvari na ulje tako da ga disperziraju i emulgiraju u vodi koja se nalazi ispod njega. Disperzante koji osiguravaju disperziju ulja u fine čestice, možemo svrstati u tri skupine, [6]:

- produkti „prve generacije“ - bogati aromatski spojevi i jake toksične površinske aktivne tvari (zabranjena uporaba zbog toksičnosti)

- produkti „druge generacije“ - nearomatska otapala i neionske površinske aktivne tvari (slaba toksičnost u optimalnoj upotrebi)
- produkti „treće generacije“ - od 50% do 80% površinske aktivne tvari u otapalu koje su djelomično topive u vodi

Osnovni problemi u radu s disperzantima podijeljeni su na dvije stavke, [6]:

1. TOKSIČNOST – proizvodnja disperzanata usredotočena na one koji se u prirodnoj okolini mogu biološki razgraditi i do 85%
2. POSTIZANJE POTREBNOG OMJERA MIJEŠANJA DISPERZANATA I ULJA - primjenjivanje sustava kojim se disperzant raspršuje i zatim nanosi na površinu ulja takvom snagom kojom kapljice nisu u mogućnosti probiti kroz sloj ulja. Ukoliko se dogodi probijanje, djelovanje se smanjuje zato što emulzija disperzanta u vodi ima manju moć od disperzije ulja koje se nalazi iznad.

Prednosti upotrebe disperzanata, [6]:

- primjenjivanje u svim uvjetima (vjetar, valovi i struje)
- efikasni u borbi s uljnim onečišćenjem
- povećava biološku razgradnju ulja
- sprječavanje foto-oksidacije ulja u otrovne peroksidi i kiseline
- smanjenje opasnosti od požara
- smanjenje stvaranja viskoznih emulzija
- smanjuje onečišćenje obale.

Nedostaci primjene disperzanata, [6]:

- nepovoljno djelovanje na:

- ribe
- školjke i slične organizme

- pješčane obale (prodiranje ulja u pijesak)
- biocenuz plitkih akvatorija
- raspršivanje može prouzročiti podizanje sedimenata
- nemaju učinka na teškim ili starim uljima.



Slika 6. Raspršivanje disperzanata, [19]

6.4. MIKROBIOLOŠKA METODA

Metoda, čiji je cilj čišćenje vode od nafte i naftnih derivata, obuhvaća biološku razgradnju ugljikovodika koja se primjenjuje u priobalnim područjima (površine mora konstantno onečišćivane uljima), s najviše bakterija koje mogu oksidirati jednu ili više vrsta ugljikovodika. Ne onečišćene zone poput otvorenog mora sadržavaju koncentraciju bakterija od 1:100 do 1:10000 što znači da sadrže manje bakterija i samim time biološka razgradnja je daleko sporija. Uz manjak mikroorganizama uzrokovanih zbog toksičnosti sastojaka ulja, temperature ispod optimalnih, nedostataka potrebnih mineralnih sastojaka i dr., također, mogu utjecati na sporu razgradnju ulja. Ključan pojam u cijelom procesu je stimulirana biorazgradnja tj. dodavanje soli dušika i fosfora u vode kojima se proces razgradnje ulja zaustavlja zbog nedostatka hranjivih tvari. [6]

7. SREDSTVA ZA ČIŠĆENJE MORA I OBALA

More i morski okoliš od velikog su značaja za dobrobit sadašnjih i budućih generacija te je potrebno poduzimati aktivnosti i uspostaviti sredstva kojima će se zaštititi morski ekosustav i uspostaviti ravnoteža u moru i obalnom području.

7.1. UPIJAČI

Upijači ili sorbenti su sredstva koja se proizvode u rasutom obliku i služe za upijanje tekućih onečišćenja. Učinkovita su rješenja koja se mogu koristiti na kopnu i morskoj površini, a jedna od temeljnih obilježja su im: otpornost na termalne promjene i plamen, višekratna uporaba, neotrovni za biološku raznolikost (ne trunu i ne pljesnive), upijanje do 25 puta veće količine ulja od vlastite težine i dr.. Također, uz priručna prirodna sredstva (mahovina, kora od drveta, piljevina, itd.), postoje i komercijalna (ovisno o vrsti onečišćenja) koja se upotrebljavaju za uljne izljeve čija viskoznost seže između nekoliko desetaka do više od 10000 mm²/s. Stoga, razlikujemo vrste upijača kao što su upijači u rasutom stanju - sastoje se od rasutog materijala (praškovi, fine čestice ili kratka mineralna vlakna) koji djeluju apsorpcijom i aglomeracijom. Apsorpcija je brzi proces u kojem čestice upijača dolaze u kontakt s onečišćivačem, natope se te otpočinje upijanje, dok je aglomeracija proces nakupljanja u kojem se čestice natopljene onečišćivačem teže međusobno povezuju. Zatim, razlikujemo jastuke i valjkaste brane - upijajuća tvar se smješta u vrećicu koja se lako natapa. Sastoje se od jastuka koji su relativno mali (oko 1m²) i brana sastavljenih od nekoliko metara dugačkih valjaka (nepogodne za vrijeme nemirnog mora) koji djeluju kao spužve za upijanje onečišćivača. Listovi i svici - omogućuju bolji doticaj s onečišćivačem, pogotovo kod uljnih izljeva niske viskoznosti (150 do 25005 mm²/s) te otirači - izrađeni od lako upijajućeg materijala oblika laganih savitljivih vrpca. Upotrebljavaju se rijetko, osim u slučajevima ručnog skupljanja debelog površinskog sloja onečišćenja. [7]



Slika 7. Postavljanje upijača na uljni izljev, [6]

7.2. SREDSTVA ZA SKRUTNJAVANJE MASE

Sredstva koja se koriste pri učvršćivanju mase onečišćivača radi lakšeg uklanjanja, pretežno u obradama uljnih izljeva. Uporaba ovog rješenja za zaštitu, usprkos pozitivnim učincima, pokazala se financijskim neprihvatljivom. Skrutnjavanje se može odvijati pomoću dva čista reagensa, od kojih je najpoznatiji „Rigid oil“ - sastoji se od polimera i sredstva za učvršćivanje. Nanosi se propisana količina u odnosu na količinu onečišćivača jer, u suprotnom, onečišćivač postaje ljepljiv i mekan što onemogućuje daljnju obradu. Navedeni problemi uzrokuju korištenje sredstva kod manjih izljeva ili manje viskoznih onečišćenja. Direktnim nanošenjem krutog polimera na izljev, primjerice „Norsorex“ koji u obliku bijelog praha povećava viskoznost uljnih onečišćenja i olakšava skrutnjavanje mase te primjenom sredstava za zgušnjavanje zajedno sa sredstvom za otapanje. [7]



Slika 8. Nanošenje reagensa za učvršćivanje mase, [20]

7.3. OMEKŠIVAČI I ODMAŠČIVAČI

Ireverzibilne emulzije, nastale miješanjem ulja s vodom, i isparavanje lakih frakcija mogu štetno utjecati na viskoznost ulja te uporabom omekšivača, omogućava se razdvajanje ulja od vode što dovodi do smanjenja količine onečišćivača. Omekšivači, odnosno mješavine za otapanje, djeluju u međuprostoru uljnih i vodenih kapljica. Pogodni su za čišćenje plaža ili obala, u operacijama sakupljanja pjene s morske površine i tokom prelijevanja onečišćivača iz jednog spremnika u drugi. [7]



Slika 9. Uklanjanje naftnog onečišćenja pomoću omekšivača, [21]

7.4. DISPERZANTI

Disperzanti su najdjelotvornija tehnika za uklanjanje uljnog izljeva (manje viskoznih ulja) zbog trajnog sprječavanja oporavka samog onečišćenja, no važno je napomenuti kako njihovo korištenje nije preporučljivo kod uklanjanja kemijskih izljeva. Uporaba disperzanata ovisi o mnogo čimbenika, [7]:

- potrebno je imati odobrenje za nanošenje u određenim područjima
- potrebno je odobrenje stručnog organizacijskog povjerenstva
- potrebno je odobrenje zrakoplovu u djelovanju.

Stoga, bitno je odabrati adekvatne sustave za prskanje koji će ravnomjerno nanijeti na onečišćenje te tako pospješiti bolje uklanjanje uljnog izljeva, [7]:

- naprtnjače – prednost je jednostavnost uporabe, a nedostatak predstavlja nedovoljan kapacitet primitka korisnog tereta
- brodski sustavi – jeftini, korištenje kod velikog broja brodova/brodica, no djelotvornost im je ograničena samo na područja s najdebljim uljnim izljevom
- sustavi na zrakoplovima – brzo djelovanje i velika djelotvornost, pogotovo kod velikih namjenskih zrakoplova koji se mogu usredotočiti na velike izljeve na otvorenom moru .

7.5. BRANE

Brane (zapreke) su sredstva koja djeluju površinski i dubinski te služe za ograđivanje vodene površine radi sprječavanja širenja uljnog izljeva. Također, mogu se definirati kao oprema za nadzor kretanja onečišćenja po morskoj površini radi lakšeg i djelotvornijeg uklanjanja i zaštite morskog okoliša tj. dijelova obale. Koriste se zajedno s drugim uređajima za uklanjanje ulja zbog postizanja boljih rezultata čišćenja. Konstrukcijske karakteristike ovise o području i okolnostima te moraju omogućavati zaustavljanje gibanja uljnog izljeva, preusmjerenje ulja prema crpilištu i njegovo povlačenje, odnosno povećanje gustoće mase onečišćivača radi lakšeg čišćenja skupljačima. Temeljni konstrukcijski elementi brane su: element uzdužne čvrstoće, uzgonski dio, zavjesa i uteg. Važno je naglasiti kako se sve brane izrađuju prema unaprijed dogovorenim i propisanim ISO 9002 standardima.

Podjela brana se vrši na, [7]:

- BRZORAZVIJAJUĆU – brana u dijelovima koju karakterizira glatka površina te je izrađena od teške gume koja se primjenjuje u pomorstvu više od 20 godina. Proizvode se u raznim veličinama tj. duljinama sekcija; brana duga 200 m, zahvaljujući dobrim konstrukcijskim odlikama, može se razviti unutar 20 minuta. Glavna odlika je izvrsno praćenje gibanja mora i morske površine.
- RASUTU - brana, također, izrađena od teške gume s glatkom površinom koja se sastoji od odvojenih plutajućih komora koje se pune zrakom. Odlike su joj lako i brzo postavljanje te osigurava visok stupanj zadržavanja uljnog izljeva.
- DVOSTRUKU – brana koja je izrađena u jednom dijelu (bez komora) što joj omogućuje znatnu prednost u odnosu na druge (brza i laka priprema za polaganje). Dva usporedna uzdužna dijela u koje se polaže osiguravaju poboljšano zaustavljanje širenja izljeva.
- PREVENTIVNU – brana koja se sastoji robusnih sekcija karakterističnih po velikim razmacima koji se nalaze između svake. Izrađena je od visoko kvalitetnog poliuretana koji je specifičan po otpornosti na probijanje i trenje, različitih veličina te se upotrebljava najčešće u lukama, zaljevima (mirnije vode), ali i na otvorenim dijelovima mora.
- SAMOSTALNU ČUVARSKU – brana kojoj konstrukcija i učvršćivanje za obalu jamče dugotrajno, sigurnosno i preventivno djelovanje.
- OBALNU – brana koja se izrađuje od dvostrukog poliuretana s armaturom od najlonskog tkanja, u dvije veličine. Karakteriziraju je trajnost i elastičnost, kao i otpornost kod trenja i nepažljivog rukovanja. Primjenjuje se kod zaštite obala i plaža te u plitkim, priobalnim područjima. Također, može se primijeniti i na obalnoj crti; za vrijeme visokih voda štiti od približavanja onečišćenja, dok se u plitkim vodama koristi kao privremeno sredstvo.

- MALU – brana koja se primjenjuje u područjima gdje postoji stalna opasnost od uljnih onečišćenja. Obzirom da se postavlja na zahtjevna područja, izrađuje se od teških materijala s do četiri puta većom vučnom čvrstoćom zbog boljeg uranjanja i same zaštite. Također, vrlo su otporne na ubode, rezove i nestručno rukovanje.

Uz sve navedene brane koje se koriste pri zaštiti od uljnog izljeva, postoje i dvije osnovne vrste, [7]:

1. ZIDNE BRANE – izrađene su od krute ili polukrute površine koju bočna pluta ili neki uzgonski materijali održavaju u okomitom položaju. Nedostaci poput otežane manipulacije, upitnog uzgona, mogućih oštećenja i teškog održavanja na površini prilikom jačeg vjetra i struja mogu znatno utjecati na njihovu uporabu.
2. ZAVJESNE BRANE - izrađuju se od plutajućeg dijela s kojeg visi zavjesa s utezima koja je izrađena od impregnirane tkanine ili sličnih vodootpornih materijala, izdržljivih na fizikalno-kemijska djelovanja.



Slika 10. Postavljanje zavjesne brane, [22]

7.6. SPREMNICI ZA SKUPLJANJE ULJA

Spremnici za skupljanje ulja dijele se na: maone i plutajuće spremnike (Viko, Hoyle i plutajući poliuretanski spremnici). Maone su plovni objekti bez vlastitog pogona, izrađeni od čvrstih čeličnih materijala. Tegle se remorkerima tj. lučkim tegljačima te se upotrebljavaju, u ovom slučaju, za odvoz otpadnog ulja. Suvremene maone za potrebe prijevoza ulja, prave se od teške gume te su opremljene pokretnim poklopcima koji omogućuju iskrcavanje, ukrcavanje ili čišćenje. Plutajući spremnici izrađeni su od poliuretana s krajevima ispunjenim zrakom ili uzgonskom pjenom. Od poznatijih i znatno upotrebljivih izdvajaju se: Viko spremnici su proizvodi malih veličina i težina koji na vrhu imaju otvor za ukrcavanje ili iskrcavanje onečišćenja. Pogodni su za korištenje u svim vremenskim uvjetima te osjetno otporniji na mehaničke udare od PVC spremnika. Hoyle spremnici su mekano obloženi spremnici, kapaciteta od 1,5t do 10t, koji omogućuju brzo i dugotrajno spremanje tekućine, a njihova uporaba moguća je i u najtežim uvjetima. Plutajući poliuretanski spremnici su čvrsti i otporni na mehaničke udare koji omogućuju spremanje onečišćenja u nepovoljnim vremenskim uvjetima. [7]



Slika 11. Plutajući poliuretanski spremnik za sakupljanje uljnog izljeva, [6]

8. OBNOVA OBALA ONEČIŠĆENIH ULJIMA

Uljni izljev negativno utječe na svaki tip obalnog područja (pijesak, stijena ili šljunak) te je čišćenje znatno kompliciranije i sporije od odstranjivanja ulja na vodi. Operacije uklanjanja ulja mogu rezultirati ekološkim i fizičkim oštećenjima obale, te se stoga moraju poduzimati akcije čišćenja i obnove koje se temelje na pažljivo razmatranim procjenama poput ekoloških, estetskih i društveno-ekonomskih faktora.

Specifičnost različitih tipova obale i tla zahtijevaju i različite postupke, sve u svrhu nanošenja što manjih šteta prilikom čišćenja i obnove, [7]:

a) PJEŠČANA OBALA - nužno izbjegavanje uništavanja vegetacije, zakopavanja zauljenih ostataka, prodiranja ulja na ne onečišćena područja ili očišćene zone, prelaženja strojeva ili ljudi preko onečišćenih površina i upotreba nerazrijeđenih disperzanata. Disperzanti i druge kemikalije upotrebljavaju se s nadolazećom plimom dok adsorbensi služe za sakupljanje ulja iza plime. Također, potrebno je obavljati grabljanje površinskog sloja zauljenog pijeska radi pospješivanja biološke razgradnje te uspostaviti dovoz svježeg pijeska.

b) ŠLJUNČANA OBALA - nužno odstraniti zauljeni pijesak do čistih slojeva te nadomjestiti sviježim. Moguća upotreba brana za sakupljanje ulja koje ispliva iz šljunka pod utjecajem plime ili valova te strojeva, u slučaju zauljenog šljunka. Također, poduzimati mjere radi sprječavanja prodiranja ulja na susjedne obale ili već očišćene zone.

c) STJENOVITA OBALA – upotreba disperzanata (na izloženim površinama uz kasnije ispiranje mlazom vode pod niskim tlakom), ručnog čišćenja (teško i malo djelotvorno) i strojeva (utječu negativno na promjenu obale).



Slika 12. Prikaz uljnog izljeva u obalnim područjima, [25 - 27]

9. PRAVNA REGULATIVA ZAŠTITE MORA I MORSKOG OKOLIŠA

Tijekom posljednjih godina, čovjek svojim neobzirnim ponašanjem sudjeluje u ugrožavanju okoliša u kojem dolazi do nepovratnih šteta. More i morski okoliš bitni su dio ekosustava koji biva narušen ne nadziranom unošenjem onečišćivača i zagađivača. Upravo iz tih razloga, organizacije Ujedinjenih naroda donose pravila i propise tj. međunarodne konvencije kojima će regulirati postupke i mjere zaštite mora i morskog okoliša i otklanjanja posljedica od onečišćenja.

9.1. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O SPRJEČAVANJU ONEČIŠĆENJA MORA ULJEM I PRERAĐEVINAMA

Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora uljem i prerađevinama, 1954., (engl. The International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil - OILPOL) je prva konvencija koja se bavi problematikom onečišćenja mora uzrokovanih uobičajenim brodskim operacijama i ispuštanjem onečišćenih tvari iz brodskih strojarnica. OILPOL konvencija nastoji zaštititi ugrožene dijelove otvorenog mora zabranom ispuštanja naftom onečišćene vode na određenoj udaljenosti od obale ili u određenim dijelovima mora te traži od država potpisnica provođenje mjera u poticaju organizacije postrojenja i sredstava za prihvatanje onečišćene vode i otpadnog materijala s brodova te obvezu vođenja očevidnika o prijevozu ulja i prerađevina. [7]

9.2. MEĐUNARODNA KONVENCIJA O SPRJEČAVANJU ONEČIŠĆENJA S BRODOVA

MARPOL konvencija (engl. The International Convention for the Prevention of Pollution from ships - MARPOL) donesena je 1973. godine u Londonu temeljem rastućeg tržišta i potrebe za daljnjim razvojem koji su zahtijevali nove mjere zaštite. Predstavlja međunarodni propis o sprječavanju onečišćenja mora i morskog okoliša namjernim ili slučajnim ispuštanjem ulja, prerađevina i drugih štetnih tvari s brodova.

Konvencija iz 1973. nadopunjena je s dva protokola 1978. godine, pa se tada nazivala MARPOL 73/78. Protokol I, odnosio se na obvezu izvješćivanja u slučaju izljeva, a Protokol II, odnosio se na arbitražu. Protokolom iz 1997., konvencija je nadopunjena s Prilogom VI, a tada je donijeta i preporuka o ponovnom korištenju naziva MARPOL konvencija. Dakle, danas se ona sastoji od šest priloga, [7, 10, 13]:

- Prilog I - Pravila o sprječavanju onečišćenja mora uljem
- Prilog II - Pravila o nadzoru onečišćenja nezdravim tekućim tvarima u razlivenom stanju
- Prilog III - Pravila o sprječavanju onečišćenja štetnim tvarima koje se prevoze morem u upakiranom obliku
- Prilog IV - Pravila o sprječavanju onečišćenja brodskim sanitarnim otpadnim vodama
- Prilog V - Pravila o sprječavanju onečišćenja smećem i otpadom s brodova
- Prilog VI - Pravila o sprječavanju onečišćenja zraka s brodova.

10. PRAVILA O SPRJEČAVANJU ONEČIŠĆENJA ULJEM

Pravila o sprječavanju onečišćenja uljem, jedne su od važnijih stavki kod očuvanja mora i morskog okoliša koja reguliraju svjedodžbe i brodske dokumente, ali i prethodno navedene zahtjeve s obzirom na konstrukciju i opremu tankera, kao i zahtjeve za uređajima na kopnu.

10.1. PREGLEDI, IZDAVANJE I POTVRĐIVANJE SVJEDODŽBA

Međunarodna svjedodžba o sprječavanju onečišćenja uljem (engl. The International Oil Pollution Prevention Certificate - IOPP) izdaje se tankerima preko 150BT-a i drugim brodovima preko 400BT-a na temelju pregleda gdje je utvrđeno da struktura, oprema, sustavi, ugrađeni dijelovi, razmještaj opreme i uređaja udovoljavaju odredbama Priloga I. konvencije. Svjedodžba se izdaje na razdoblje od pet godina. Tankeri za ulja, grade se i opremaju na način da mogu zadržavati ostatke na brodu (tzv. engl. „Load on Top“) i potom ih ispustiti u prihvatne uređaje na kopnu po dolasku u luku. Brodovi s više od 400BT-a moraju biti opremljeni opremom za odvajanje zauljene vode tj. separatorom - uređaj za

odvajanje ulja od vode radi potpuno samostalno te se mora redovito provjetravati. Također, mora imati svjedodžbu o tipskoj provjeri i ispravnosti koju izdaje ovlaštena služba države pod čijom zastavom brod plovi. Odvajanje se odvija na način da se krupne čestice odvajaju od vode i ostaju na površini dok mješavina finijih uljnih čestica i vode tone prema dnu spremnika gdje se nalazi ugrađeni filter od poroznog materijala, ili sustavom pročištača uljnih ostataka iz separatora i pročištača dok oni preko 10000 ukupne nosivosti moraju sadržavati sustave za nadzor ispuštanja ulja. [1, 2]

10.2. BRODSKI DOKUMENTI

Knjiga ulja, dio I - Radovi u prostoriji strojeva, Knjiga ulja, dio II - Radovi s teretom/balastom te brodski plan u nuždi jedne su od važniji dokumenata za vođenje očevidnika o svim događajima na brodu koji mogu prouzročiti onečišćenje.

10.2.1. Knjiga ulja, Dio I - Radovi u prostoriji strojeva

Svaki tanker za ulje od 150BT-a i više te svaki brod od 400BT-a i više koji nije tanker, mora posjedovati Knjigu ulja, Dio I koja se mora ispuniti za svaki tank prilikom sljedećih radnji, [1, 2, 7, 11]:

- **BALASTIRANJE ILI PRANJE TANKOVA GORIVA**
 - oznaka balastiranog i očišćenog tanka
 - vrsta goriva koje se u tankovima nalazilo
 - procesi pranja:
 - pozicija broda za vrijeme pranja (početak i završetak)
 - načini pranja tankova (potpuno ispiranje, pranje parom ili kemikalijama)
 - specifikacija tankova u kojima je voda za pranje
 - procesi balastiranja:
 - pozicija broda za vrijeme balastiranja (početak i završetak)
 - količina balasta
 - pozicija broda na početku pranja i balastiranja

- IZLIJEVANJE NEČISTOG BALASTA ILI VODE ZA PRANJE TANKOVA GORIVA
 - oznaka tanka ili tankova
 - pozicija broda pri započinjanju iskrcavanja
 - pozicija broda nakon završetka iskrcavanja
 - brzine broda prilikom iskrcavanja
 - oblici izlivanja:
 - uređajem od 100 ppm
 - uređajem od 15 ppm
 - u uređaje za prihvrat
 - ispuštena količina

- SAKUPLJANJE I UKLANJANJE ULJNIH TALOGA
 - sakupljanje taloga - preostalih nakon separacije goriva i ulja za podmazivanje
 - načini uklanjanja taloga te utvrđivanje količine uljnih ostataka

- NEAUTOMATIZIRANO ISPUŠTANJE IZVAN BRODA ILI UKLANJANJE KALJUŽNE VODE U STROJARSKOM PROSTORU
 - ispuštena i/ili uklonjena količina
 - početak i završetak ispuštanja i/ili uklanjanja
 - način ispuštanja i/ili uklanjanja

- AUTOMATIZIRANO ISPUŠTANJE IZVAN BRODA ILI UKLANJANJE KALJUŽNE VODE U STROJARSKOM PROSTORU
 - vrijeme i pozicija broda pri uključanju sustava u automatski rad za ispuštanje izvan broda
 - vrijeme uključanja sustava u automatski rad za pretakanje kaljužne vode u tank za zauljene mješavine
 - vrijeme uključanja sustava na ručno upravljanje
 - načini ispuštanja izvan broda

- STANJE SUSTAVA ZA NADZOR I UPRAVLJANJE ISPUŠTANJEM ULJA
 - vrijeme kvara sustava
 - vrijeme osposobljavanja sustava za rad
 - uzroci kvara

- SLUČAJNA ILI DRUGA IZVANREDNA ISPUŠTANJA ULJA
 - položaj broda za vrijeme ispuštanja
 - vrijeme ispuštanja
 - količina i vrsta ispuštenog ulja
 - uzroci ispuštanja

- KRCANJE GORIVA ILI ULJA ZA PODMAZIVANJE
 - mjesto krcanja
 - vrijeme krcanja
 - vrsta i količina goriva te oznaka tankova
 - vrsta i količina ulja za podmazivanje te oznaka tankova

- DODATNI POSTUPCI

Svaka prethodno opisana radnja mora biti zabilježena te one dovršene, moraju biti potpisane od strane časnika ili časnika u službi pri izvođenju određene radnje. Knjiga ulja, dio I mora sadržavati upis svakog kvara opreme za filtriranje te mora biti lako dostupna na uvid prilikom inspekcijskog nadzora.


10.2.2. Knjiga ulja, Dio II - Radovi s teretom/balastom

Svaki tanker za ulje od 150BT-a i više mora posjedovati Knjigu ulja, Dio II koja se mora ispuniti za svaki tank prilikom sljedećih radnji, [1, 2, 7, 11]:

- krcanje tereta ulja
- unutarnje prebacivanje tereta ulja za vrijeme putovanja
- iskrcavanje tereta ulja
- balastiranje tankova tereta i namjenski čistih balastnih tankova
- čišćenja tankova tereta uključujući pranje sirovom naftom
- ispuštanje balasta, osim iz tankova odijeljenog balasta

- ispuštanje vode iz taložnih tankova
- zatvaranje svih primijenjenih ventila ili sličnih naprava nakon ispuštanja iz taložnog tanka
- zatvaranje ventila potrebnih za odvajanja namjenski čistih balastnih tankova od cijevi tereta i isušivanja nakon ispuštanja iz taložnog tanka
- uklanjanje ostataka.

Knjiga ulja, dio II mora sadržavati ukupnu količinu ulja i vode koja je korištena za pranje i vraćena u skladišni tank. Također, moraju biti navedene okolnosti i razlozi za ispuštanja ulja te mora biti lako dostupna na uvid prilikom inspekcijskog nadzora.


**Republic of the Marshall Islands
Maritime Administrator**

NAME OF SHIP: _____ GROSS TONS: _____
 OFFICIAL NUMBER: _____ IMO NUMBER: _____
 TYPE: TANKER CARGO SHIP OTHER _____
(SPECIFY)

OIL RECORD BOOK

COVERING THE PERIOD: FROM _____ TO _____
 AND CONTAINING ENTRIES FOR:

PART I – MACHINERY SPACE OPERATIONS (ALL SHIPS)	<input type="checkbox"/>
OR	
PART II – CARGO AND BALLAST OPERATIONS (TANKERS)*	<input type="checkbox"/>

WARNING: TANKERS MUST MAINTAIN SEPARATE OIL RECORD BOOKS FOR MACHINERY SPACE AND CARGO AND BALLAST OPERATIONS.

* A non-tanker that carries more than 200 cubic meters of oil, in bulk as cargo, must also maintain a Part II Oil Record Book.

THIS OIL RECORD BOOK MUST BE PRESERVED FOR THREE (3) YEARS FROM DATE OF LAST ENTRY.
 REFER TO "OIL RECORD BOOK GUIDELINES," (MG-2-13-3) WHEN MAKING ENTRIES IN THIS BOOK

Rev. 4/11 MI-332

Slika 13. Knjiga ulja, [23]

10.2.3. Brodski plan u nuždi za slučaj onečišćenja uljem

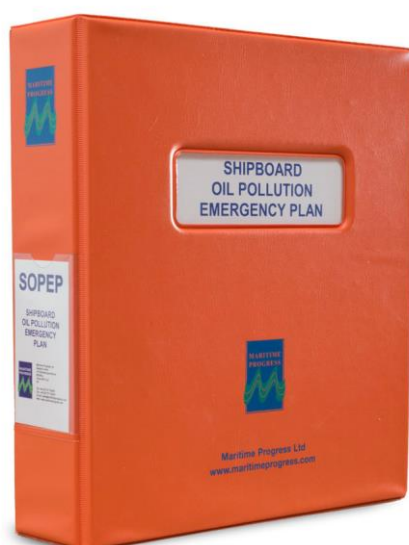
Brodski plan u nuždi za slučaj onečišćenja uljem (engl. Shipboard Oil Pollution Emergency Plan – SOPEP) moraju posjedovati tankeri za ulje od 150BT-a i veći te svaki brod koji nije tanker za ulje te od 400BT-a i veći. Plan mora biti odobren od strane Uprave i izrađen na temelju smjernica koje je odredila Organizacija.

Plan mora sadržavati, [1, 2, 13]:

- postupak koji će primijeniti zapovjednik broda ili druge osobe koje upravljaju brodom da bi izvijestile o nezgodi s onečišćenjem
- popis vlasti ili osoba s kojima treba stupiti u vezu u slučaju nezgode onečišćenja uljem
- opis radnje koju trebaju odmah poduzeti osobe na brodu da bi smanjile ili nadzirale ispuštanje ulja nakon nezgode
- postupke i mjesta za uspostavljanje veze na brodu radi usklađivanja mjera na brodu s nacionalnim i lokalnim vlastima radi suzbijanja onečišćenja.

Svi tankeri za ulje od 5000 tona nosivosti i veći moraju imati brz pristup računalnim programima na kopnu o stabilnosti u oštećenom stanju i o rezidualnoj strukturnoj čvrstoći.

[1, 2]



Slika 14. Brodski plan u nuždi za slučaj onečišćenja uljem – SOPEP, [24]

10.3. SUSTAV ZA PRAĆENJE I NADZOR ISPUŠTANJA ULJA

MARPOL konvencija regulira nadzor ispuštanja ulja za tankere preko 150BT-a i drugim brodovima s više od 400BT-a; zabrana ispuštanja ulja ili uljnih prerađevina izuzev udovoljenju određenim zahtjevima.

10.3.1. Ispuštanje iz prostora strojarnice

Ispuštanje ulja iz prostora strojarnice dopušteno je nakon 12M, prilikom plovidbe broda preko uređaja za filtriranje s nadzornom jedinicom (oprema odgovara zahtjevima pravila 14., priloga I. MARPOL konvencije). Sadržaj ulja, koji nije razrijeđen, ne smije prelaziti 15 ppm-a te takvo ulje na tankerima ne smije protjecati iz kaljuža prostorija s teretnim pumpama i biti izmiješano s ostacima tereta ulja. Vrijedi za ispuštanje unutar i izvan posebnih područja; jedino na području Antarktika je zabranjeno svako ispuštanje ulja i prijevoz ili uporaba teškog goriva. [1, 2]

10.3.2. Ispuštanje iz prostora tereta

Ispuštanje ulja iz prostora tereta (sirova nafta, lož ulje, talog, otpadno ulje, prerađeni proizvodi), zabranjuje se u posebnim područjima (Sredozemno, Crno, Baltičko i Crveno more te područja zaljeva), pogotovo u području Antartika. Izvan tih područja dopušta tankerima i drugim plovnim objektima manja ispuštanja isključivo čistog ili odvojenog balasta, uz uvjete, [1, 2, 7]:

- brod se mora nalaziti izvan posebnih područja
- najmanje 50M udaljenosti od obale
- brod mora biti u plovidbi
- brzina ispuštanja ne smije prelaziti 30l na 1M
- ukupna količina ispuštenog ulja ne smije prelaziti 1/15000 (za tankere izgrađene na ili prije 31.12.1979.) odnosno 1/30000 (za tankere izgrađene nakon 31.12.1979.) ukupne količine tereta od kojeg potječu zauljeni ostatci
- tanker mora imati ugrađen sustav za upravljanje i nadzor ispuštanja ulja.

Također, uz ugrađen sustav za upravljanje i nadzor ispuštanja ulja iz prostora tereta, tanker mora posjedovati i sustav za upravljanje i nadziranje ispuštanja uljem onečišćene balaste vode, kao i tekućina za ispiranje tankova. Takav sustav omogućava ispuštanje vode, pod neprekidnim nadzorom, iz donjeg dijela tanka izvan broda. Sam sustav je složen elektronički uređaj s pripadnom mu računalnom jedinicom, namijenjen praćenju i prikupljanju podataka vezanih za ispušeno ulje tijekom plovidbe (I/M) te se sastoji od, [1, 2, 7]:

- sustava za nadzor
- sustava za uzorkovanje
- sustava za mjerenje protoka ispuštene količine
- broskog brzinomjera
- uređaja za rukovanje ispuštanja zauljene vode i uređaja za registriranje
- uređaja za blokiranje
- računalne jedinice
- pokazivača podataka.

10.4. OBALNI UREĐAJI ZA PRIHVAT

Vlada svake države ugovornice MARPOL konvencije dužna je osigurati opremanje terminala za ukrcaj ulja, luka za popravke i drugih luka u kojima brodovi iskrcavaju ostatke ulja. Također, obalne uređaje za prihvata ostataka i mješavina ulja koje ostaju od tankera i drugih brodova.

10.4.1. Uređaji za prihvata izvan posebnih područja

Uređaji za prihvata izvan posebnih područja moraju se nalaziti u: svim lukama i terminalima u kojima se krca sirova nafta na tankere za ulje gdje su ti tankeri neposredno prije dolaska dovršili putovanje u balastu u trajanju od najviše 72 sata ili najviše 1200M, lukama koje imaju brodogradilišta za popravak brodova ili uređaje za čišćenje tankova, kao i u lukama u kojima se zauljene kaljužne vode i drugi ostaci ne mogu ispustiti u skladu s pravilom 15. ovog priloga, itd. [1, 2]

10.4.2. Uređaji za prihvatanje unutar posebnih područja

Vlada svake države ugovornice MARPOL konvencije, čija obala graniči s nekim posebnim područjem, mora osigurati da svi terminali za ukrcaj ulja i luke za popravak unutar posebnog područja imaju odgovarajuće uređaje za prihvat i obradu svih prljavih balastnih voda i voda od pranja tanka iz tankera za ulje. Luke koje se nalaze unutar posebnog područja moraju imati adekvatne uređaje za prihvat drugih ostataka ulja i mješavina ulja iz svih brodova. Takvi uređaji moraju imati odgovarajuću zapreminu kako bi zadovoljili potrebe brodova koji se njima koriste, bez bespotrebnog zadržavanja brodova. [1,2]

11. ZAKLJUČAK

Konzumerizam i težnja multinacionalnih kompanija za ostvarivanjem što većih profita, rezultiraju povećanjem prijevoza veće količine robe. Pomorski prijevoz, kao takav omogućuje odvijanje robne razmjene u kraćem vremenskom roku i po manjim cjenovnim tarifama što, s druge strane, dovodi do zanemarivanja zakonskih odredbi i nepoštovanja etičkih načela zaštite i održavanja okoliša. Uljna onečišćenja, jedna su od glavnih razloga za zabrinutost koja, ovisno o vrsti i količini uljnog izljeva prilikom kojeg dolazi do raznih fizičkih i kemijskih promjena, mogu ugroziti ekološki sustav flore i faune te, također, nanijeti štetne posljedice u odvijanju djelatnosti (poput ribarstva i marikulture) u moru i priobalju.

Kako bi se zaustavile teške i štetne posljedice izlivanja sirove nafte, primarnog izvora energije i sirovine za mnoge proizvode poput naftnih derivata, potrebno je uzeti u obzir mjere i propise donijete od strane Međunarodne pomorske organizacije s brojnim konvencijama i propisima vezanih za pravne i tehničke uvjete gradnje i opremanje tankera za prijevoz ulja, kao i uspostave kopnenih priobalnih uređaja na terminalima te korištenja metoda i sredstava u borbi protiv onečišćenja uzrokovanih kvarom brodske opreme ili ljudskim nemarom. Stoga je važno: vođenje brodskih dokumenata (Knjiga ulja, dio I i dio II te brodski plan u nuždi za slučaj onečišćenja uljem), praćenje suvremenih tehnologija čišćenja uljem onečišćenih voda (upijači, sredstva za skrutnjavanje mase, omekšivači i odmašćivači, brane i spremnici za skupljanje ulja), ulaganje u dodatna osposobljavanja posade te pridržavanje država potpisnica konvencije na poštivanje navedenih pravila.

LITERATURA

- [1] IMO, MARPOL – *How to do it*, IMO publication 2002.
- [2] IMO, MARPOL – *Consolidated edition*, IMO publication 2011.
- [3] Komadina, P.: *Tankeri*, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka 1994.
- [4] Komadina, P.: *Tankeri*, Pomorski fakultet Rijeka, Rijeka 2005.
- [5] Brodosplit d.d., Brodogradnja: *Brodovi za prijevoz nafte i naftnih derivata* <https://www.brodosplit.hr/hr/brodogradnja/brodovi-za-prijevoz-nafte-i-naftnih-proizvoda/> (7.6.2022.)
- [6] Dorčić, I.: *Osnove čišćenja uljnih zagađenja*, SKTH/Kemija u industriji, Zagreb 1987.
- [7] Bičanić, Z.: *Zaštita mora i morskog okoliša*, Split 2003.
- [8] Lovrović M., Stipanić Lj., Stanković P.: *Pranje tankova sirovom naftom (Crude Oil Washing – COW)*, Rijeka 1983.
- [9] KLIPER, Ustanova za obrazovanje kadrova u pomorstvu: *Međunarodna pomorska organizacija – IMO* <https://kliper.hr/zanimljivosti/medjunarodna-pomorska-organizacija-imo/> (7.6.2022.)
- [10] Milošević Pujo, B., Radovan, H.: *Sprječavanje onečišćenja mora po MARPOL-KONVENCIJI*, Naše more, 52 (5-6), Pomorski fakultet Dubrovnik, 2005., str. 231-234
- [11] Milošević Pujo, B., Pavlić, T.: *BRODSKE ISPRAVE I KNJIGE*, Naše more, 53 (5-6), Pomorski fakultet Dubrovnik, 2006., str. 239-243
- [12] Radonja, R.: *Ekologija u prometu, materijali za pripremu - Prvi kolokvij*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet Rijeka 2021.
- [13] Radonja, R.: *Ekologija u prometu, materijali za pripremu – Drugi kolokvij*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet Rijeka 2021.
- [14] <https://porteconomicsmanagement.org/pemp/contents/part8/ports-and-energy/tanker-size/> (7.6.2022.)
- [15] <https://www.marineinsight.com/naval-architecture/single-hull-vs-double-hull-tankers/> (7.6.2022.)

- [16] <https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/fate-of-oil-spills/weathering/> (7.6.2022.)
- [17] <https://seos-project.eu/marinepollution/marinepollution-c02-s12-p02.fr.html> (7.6.2022.)
- [18] <https://www.vikoma.com/Oil-Spill-Solutions/Skimmers> (7.6.2022)
- [19] <https://www.eopugetsound.org/articles/oil-dispersant-effectiveness-and-ecological-consequences-san-juan-county-marine-waters> (7.6.2022)
- [20] <https://unipro-ikk.com/products/oil-and-gas/norsorex-APX.pdf> (7.6.2022)
- [21] <https://usgreentechnology.com/weird-news-clean-up-oil-with-magnetic-fabric-softener/> (7.6.2022)
- [22] <https://www.elastec.com/products/floating-boom-barriers/oil-containment-boom/airmax/> (7.6.2022)
- [23] <https://www.amnautical.com/products/marshall-islands-oil-record-book-mi-332#.Yp8edKhBxPY> (7.6.2022)
- [24] https://www.stanfords.co.uk/SOPEP-Shipboard-Oil-Pollution-Emergency-Plan-Edition-2004_9786000646585 (7.6.2022.)
- [25] <https://response.restoration.noaa.gov/looking-deeper-social-science-behind-marine-pollution> (9.6.2022.)
- [26] <https://coastalcare.org/educate/pollution/> (9.6.2022.)
- [27] <https://www.timesofisrael.com/tarred-and-shuttered-anatomy-of-the-oil-disaster-thats-closed-israels-beaches/> (9.6.2022.)

POPIS KRATICA

Kratika	Puni naziv na stranom jeziku	Tumačenje na hrvatskom jeziku
API	engl. American Petroleum Institute	Skala gustoće
COLREG	engl. Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea	Konvencija o međunarodnim pravilima o izbjegavanju sudara na moru
COW	engl. Crude Oil Washing	Pranje tankova sirovom naftom
DH	engl. Double Hull	Dvostruka oplata
IMO	engl. International Maritime Organization	Međunarodna pomorska organizacija
MARPOL	engl. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships	Međunarodna konvencija o sprečavanju onečišćenja mora s brodova
MEPC	engl. Marine Environment Protection Committee	IMO-ov Odbor za zaštitu okoliša
MSC	engl. Maritime safety committee	IMO-ov Odbor za pomorsku sigurnost
IGS	engl. Inert Gas System	Sustav inertnog plina
IOPP	engl. The International Oil Pollution Prevention Certificate	Međunarodna svjedodžba o sprečavanju onečišćenja uljem

OCME	engl. Oil Content Monitoring Equipment	Oprema za nadzor sadržaja ulja u ispustu
OILPOL	engl. The International Convention for the Prevention of Pollution of the Sea by Oil	Međunarodna konvencija o sprječavanju onečišćenja mora uljem i prerađevinama
OWFE	engl. Oily Water Filtering Equipment	Filtar zauljenih voda
OWS	engl. Oily Water Separator	Separator zauljenih voda
ppm	engl. Part per million	Dijelova na milijun
SBT	engl. Segregated Ballast Tanks	Odvojeni balastni tankovi
SOLAS	engl. International Convention for the Safety of Life at Sea	Međunarodna konvencija o sigurnosti ljudskih života na moru
SOPEP	engl. Shipboard Oil Pollution Emergency Plan	Brodski plan u slučaju opasnosti od onečišćenja uljem
ST	engl. Slop Tank	Taložni tank zauljenih voda
TONNAGE	engl. International Convention on tonnage measurement of ships	Međunarodna konvencija o baždarenju brodova
UN	engl. United Nations	Ujedinjeni narodi

POPIS SLIKA

Slika 1. Prikaz veličina tankera, [14].....	5
Slika 2. Jednostruko i dvostruko dno, [15].....	6
Slika 3. Prikaz "čokoladne mahovine", [16].....	13
Slika 4. Prikaz raspršivanja uljne mrlje, [17]	15
Slika 5. Prikaz skimera, [18]	18
Slika 6. Raspršivanje disperzanata, [19].....	21
Slika 7. Postavljanje upijača na uljni izljev, [6]	23
Slika 8. Nanošenje reagensa za učvršćivanje mase, [20]	24
Slika 9. Uklanjanje naftnog onečišćenja pomoću omekšivača, [21]	24
Slika 10. Postavljanje zavjesne brane, [22]	27
Slika 11. Plutajući poliuretanski spremnik za sakupljanje uljnog izljeva, [6].....	28
Slika 12. Prikaz uljnog izljeva u obalnim područjima, [25 - 27].....	29
Slika 13. Knjiga ulja, [23]	35
Slika 14. Brodski plan u nuždi za slučaj onečišćenja uljem – SOPEP, [24]	36