

# Ugroze zdravlja ljudi prilikom transporta nafte

---

Čondra, Bruno

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:164:905283>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-04**

Repository / Repozitorij:

[Repository - Faculty of Maritime Studies - Split -  
Repository - Faculty of Maritime Studies Split for  
permanent storage and preservation of digital  
resources of the institution](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

**BRUNO ČONDRA**

**UGROZE ZDRAVLJA LJUDI PRILIKOM  
TRANSPORTA NAFTE**

**ZAVRŠNI RAD**

**SPLIT, 2021.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET U SPLITU**

**STUDIJ: BRODOSTROJARSTVO**

**UGROZE ZDRAVLJA LJUDI PRILIKOM  
TRANSPORTA NAFTE**

**ZAVRŠNI RAD**

**MENTOR:**  
**dr. sc. Rosanda Mulić**

**STUDENT:**  
**Bruno Čondra**  
**(MB:0171272216)**

**SPLIT, 2021.**

## SAŽETAK

Nafta je jedan od najvažnijih izvora energije bez koje bi život ljudi bio gotovo nezamisliv. S razvojem industrije, došlo je do povećane potrebe za naftom. Prijevoz nafte odvija se tankerima ili specijaliziranim naftovodima. Unatoč povećanim sigurnosnim zahtjevima, ipak se događaju nesreće tankera koje dovode do uništavanja morske flore i faune. Izlivanje nafte na površini mora dovodi do ugibanja milijuna riba i morskih ptica. Također, važno je naglasiti da je nafta opasna i za ljudsko zdravlje. Donesene su mnoge konvencije i zakoni kojima se nastoje zaštititi ljudski životi i morski okoliš. U ovom radu analizira se utjecaj nafte na ljudsko zdravlje i okoliš. Opisane su i neke od najvećih tankerskih nesreća koje su ozbiljno narušile ekosustav kao i propisi kojima se nastoji spriječiti onečišćenje morskog okoliša.

**Ključne riječi:** *ljudsko zdravlje, tankerske nesreće, onečišćenje morskog okoliša*

## ABSTRACT

Oil is one of the most important sources of energy and it is hard to imagine life without oil. With the development of the industry, there was an increased need for oil. Oil is transported by tankers or specialized pipelines. Despite increased safety requirements, tanker accidents occur very often leading to the destruction of marine flora and fauna. Oil spills on the surface of the sea are killing millions of fish and seabirds. It is also important to emphasize that oil is dangerous to human health. Many conventions and laws have been enacted to protect human lives and the marine environment. This paper analyzes the impact of oil on human health and the environment. Some of the biggest tanker accidents that have seriously damaged the ecosystem are also described, as well as regulations that seek to prevent pollution of the marine environment.

**Keywords:** *human health, tanker accidents, marine pollution*

## SADRŽAJ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. UVOD</b> .....                                       | <b>1</b>  |
| <b>2. NAFTA I UGLJIKOVODICI</b> .....                      | <b>2</b>  |
| 2.1. FIZIKALNA I KEMIJSKA SVOJSTVA NAFTE .....             | 2         |
| 2.2. OPEC .....  | 3         |
| <b>3. PRIJEVOZ NAFTNIH DERIVATA</b> .....                  | <b>6</b>  |
| 3.1. PRIJEVOZ NAFTNIH DERIVATA MOREM .....                 | 7         |
| <b>4. ONEČIŠĆENJE MORA I MORSKOG OKOLIŠA</b> .....         | <b>12</b> |
| 4.1. ONEČIŠĆENJE MORA NAFTOM.....                          | 13        |
| 4.2. ONEČIŠĆENJE MORA BALASTNIM VODAMA.....                | 14        |
| 4.3. SPRJEČAVANJE ONEČIŠĆENJA MORA BALASTNIM VODAMA .....  | 14        |
| <b>5. TANKERSKE NESREĆE</b> .....                          | <b>16</b> |
| 5.1. NESREĆA TANKERA „PRESTIGE“ .....                      | 17        |
| 5.2. EXXON VALDEZ .....                                    | 18        |
| 5.3. SEA EMPRESS.....                                      | 19        |
| <b>6. PROPISI I MJERE ZA ZAŠTITU OKOLIŠA</b> .....         | <b>21</b> |
| 6.1. UREDBE I PRAVILNICI IZ PODRUČJA ZAŠTITE OKOLIŠA.....  | 21        |
| 6.2. MEĐUNARODNI UGOVORI IZ PODRUČJA ZAŠTITE OKOLIŠA ..... | 22        |
| 6.3. MARPOL.....   | 23        |
| <b>7. UTJECAJ NAFTNIH DERIVATA NA LJUDSKO ZDRAVLJE</b> ... | <b>25</b> |
| 7.1. ZAŠTITNA OPREMA .....                                 | 26        |
| <b>8. ZAKLJUČAK</b> .....                                  | <b>28</b> |
| <b>LITERATURA</b> .....                                    | <b>29</b> |
| <b>POPIS SLIKA</b> .....                                   | <b>31</b> |
| <b>POPIS KRATICA</b> .....                                 | <b>32</b> |

## 1. UVOD

Policiklički aromatski ugljikovodici (eng. Polycyclic aromatic hydrocarbons -PAH) su sastavni dijelovi različitih organskih spojeva. Svaki od njih sastoji se od dva ili više aromatska prstena koje čine vodikovi i ugljikovi atomi. Najpoznatiji spojevi su:

- floren,
- antracen,
- piren,
- naftalen,
- benzoapiren.

PAH-ovi nastaju pirolizom organskih tvari, ali mogu nastati i kao produkt nepotpunog izgaranja. Znanstvenici su najviše istražili i testirali benzoapiren. Znanstvena istraživanja su otkrila da benzoapiren ima mnoga toksikološka svojstva među kojima se ističe genotoksični i kancerogeni potencijal. Najčešći izvori izloženosti ovim kemikalijama za većinu ljudi su hrana i zrak. Policiklički aromatski ugljikovodici mogu nastati prirodnim procesima. Najpoznatiji od njih je proces karbonizacije. Karbonizacija je dugotrajan geološki proces, u kojem razgrađivanjem biljnih ostataka pomoću složenih biokemijskih procesa, nastaje ugljen. PAH-ovi nastaju kao produkt procesa pirolize ili oksidacije, tijekom raznih aktivnosti koje provodi čovjek i na taj način ulaze u okoliš kroz atmosferu. Osim toga, važno je spomenuti da PAH-ovi nastaju i kao produkti prilikom proizvodnje benzina, sirove nafte, prirodnog plina, lakih i teških metala. Također, paljenje šuma i različitog otpada u nekontroliranim uvjetima dovodi do povećanja koncentracije policikličkih aromatskih ugljikovodika [13].

Policiklički aromatski ugljikovodici mogu kontaminirati hranu. Postoji više načina pomoću kojih se hrana može kontaminirati. Najčešće se kontaminacija događa preko zraka, ali može se dogoditi preko vode, ali i preko tla. Posebnu pažnju treba obratiti prilikom termičke obrade i pripreme hrane kako bi se smanjila koncentracija policikličkih aromatskih ugljikovodika.

## 2. NAFTA I UGLJIKOVODICI

Nafta je fosilno gorivo koje se obično naziva „crno zlato“. U prirodi nastaje procesom karbonizacije, a može se dobiti i raznim tehnološkim postupcima. Nafta ima nekoliko naziva kao što su:

- petrolej,
- mineralno ulje,
- zemno ulje,
- kameno ulje.

Proces nastajanja nafte je dugotrajan i smatra se da nafta nastaje od algi, bakterija i biljki koje su se razlagale godinama. Nafta sadrži velike koncentracije organskih tvari i time nanosi štetu ekosustavu. Potrebno je oko 20 godina da se ekosustav oporavi. Sirova nafta sastoji se od različitih ugljikovodika sa dodatkom sumpora, dušika i određene količine kisika. Ugljikovodični spojevi mogu biti manje isparljivi i veće isparljivi spojevi, ovisno o geološkom sastavu područja u kojem se nalazi nafta [7].

### 2.1. FIZIKALNA I KEMIJSKA SVOJSTVA NAFTE

Sastav nafte i naftnih derivata varira, te svaka vrsta nafte i derivata ima karakteristična svojstva. Dizelsko gorivo i benzin su mješavine manjih spojeva i samim tim njihova svojstva su varijabilnija i manje specifična. Najveći dio u sastavu nafte imaju vodik i kisik, ali važno je spomenuti i određene količine dušika, kisika, sumpora, kroma, vanadija i mineralnih soli. Ugljikovodične strukture koje se nalaze u nafti su zasićeni, polarni, olefinski i aromatski spojevi. Obično je crno-smeđe ili tamno-zelene boje, najčešće u krutom, ali može biti i u tekućem stanju. Ako u svom sastavu ima sumporovih spojeva, ima izrazito neugodan miris. Razlika u boji predstavlja različiti kemijski sastav nafte. Obično je lakša i bistrija nafta koja u svom sastavu ima malu količinu metala ili sumpora. Sirova nafta se sastoji od ugljikovodika koji u svom sastavu imaju najviše ugljika (85%) i vodika (13%).

Ostali elementi koji izgrađuju naftu su:

- dušik (0,5%),
- sumpor (0,5%),

- kisik( 1%),
- željezo i nikal (manje od 0,1%) [7,19].

Ugljikovodici mogu biti u čvrstom, tekućem i plinovitom agregatnom stanju. U naftnom rudarstvu ugljikovodici mogu biti:

- prirodni plin,
- nafta,
- plinski kondenzat [15].

Ugljikovodici u svom sastavu imaju ugljik i vodik, te oni sami po sebi ne predstavljaju opasnost. Međutim, ako su izloženi djelovanju ugljikovih oksida ili ako su izloženi djelovanju Sunčeve svjetlosti, sudjeluju u štetnim kemijskim reakcijama. Ugljikovodici povećavaju rizik od raka kod ljudi i životinja, povećavaju rizik od nastanka respiratornih bolesti i smanjuju učinak fotosinteze kod biljaka. Izlijevanje nafte je česta pojava koja dovodi do uništavanja mnogih biljaka i životinja i time se nepovratno mijenja cijeli ekosustav, kao i morska flora i fauna.

Naftnim derivatima se smatraju tekućine koje na temperaturi od 50°C imaju tlak pare niži od 300 kPa. Plamište mora biti niže od 61°C i nisu potpuno plinoviti pri normalnim atmosferskim uvjetima. Vrelište nafte je obično u rasponu od 24 do 400°C, a specifična težina kreće se u rasponu od 0,720 do 1,0 N/m<sup>3</sup>.

## 2.2. OPEC

Organizacija zemalja izvoznica nafte (eng. *Organization of the Petroleum Exporting Countries* – OPEC) osnovana je 1960.godine u Bagdadu u Iraku. Zemlje osnivačice OPEC-a su:

- Kuvajt,
- Iran,
- Irak,
- Venezuela,
- Saudijska Arabija.



Trenutno sjedište je u Beču u Austriji. Cilj OPEC-a je koordinirati politikama zemalja članica kako bi se omogućila ravnoteža na tržištu nafte i stabilizirati cijene na tržištu nafte. OPEC nastoji osigurati kontinuiranu, efikasnu i ekonomičnu opskrbu naftom u skladu sa zahtjevima zemalja potrošača. OPEC ima značaj utjecaj na svjetskom tržištu nafte. Ima udio od oko 40% svjetske proizvodnje sirove nafte i 80% ukupnih rezervi nafte. Višak nafte se raspoređuje između zemalja članica OPEC-a [18].

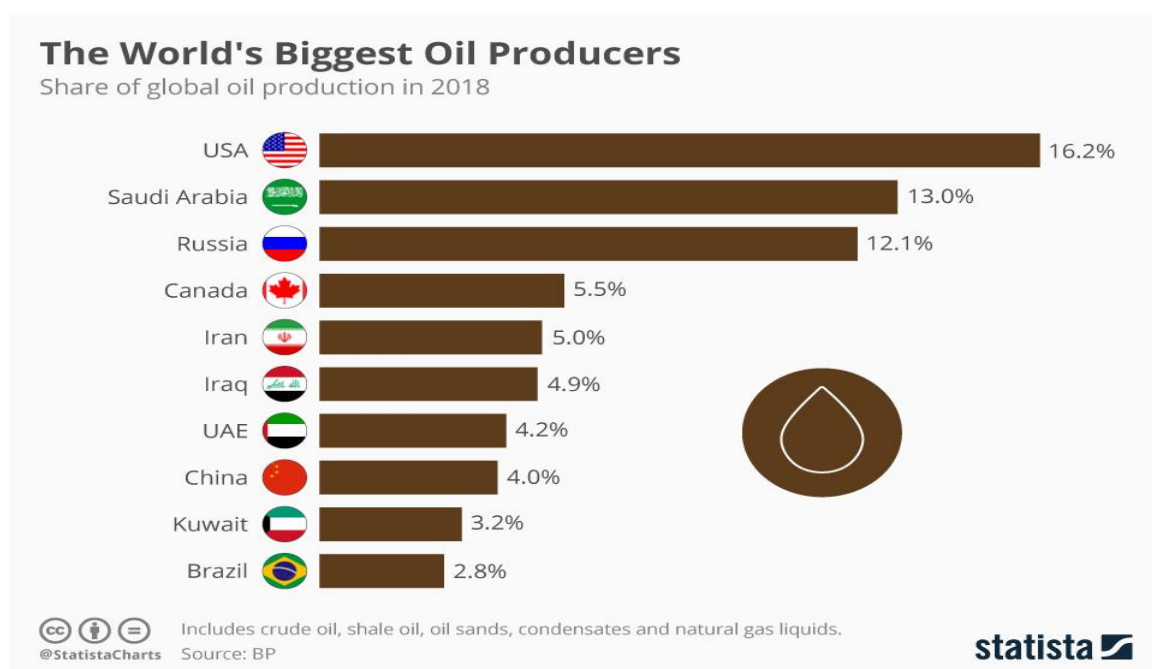
Trenutni članovi OPEC-a su:

- Venezuela,
- Ujedinjeni Arapski Emirati,
- Kuvajt,
- Libija,
- Iran,
- Irak,
- Nigerija,
- Indonezija,
- Gabon,
- Ekvador,
- Ekvatorijalna Gvineja,
- Alžir,
- Angola,
- Kongo,
- Katar,
- Saudijska Arabija.

Najveća nalazišta nafte su:

- Kuvajt,
- Saudijska Arabija,
- Iran,
- Irak,
- Venezuela,
- Rusija.

Na slici 1. vidljivo je da su Sjedinjene Američke Države najveći proizvođač nafte u 2018. godini.



**Slika 1. Najveći proizvođači nafte u 2018.godini [20]**

### 3. PRIJEVOZ NAFTNIH DERIVATA

Prijevoz naftnih derivata odvija se pomorskim, cestovnim, željezničkim i riječnim putem. Prijevoz naftnih derivata je specifičan zato što se radi o vrlo opasnim tvarima. Te tvari mogu imati eksplozivna i zapaljiva svojstva, te mogu ozbiljno ugroziti okoliš i zdravlje ljudi. Zbog toga se donose razni propisi, pravila i zakoni koji se s vremenom nadopunjuju kako bi se postigla veća razina sigurnosti prijevoza.

Prema Ministarstvu mora, prometa i infrastrukture opasne tvari se definiraju kao tvari koje mogu ugroziti okoliš ili zdravlje ljudi. Opasne tvari su one koje imaju dokazane radioaktivne, zapaljive, nadražujuće ili toksične učinke. Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu (eng. *European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road - ADR*) donesen je 30. rujna 1957. godine u Ženevi, a stupio je na snagu 29. siječnja 1968.godine. Sporazum je definirao pravila koja se moraju poštovati kako bi se prijevoz opasnih tvari izvršio na siguran i efikasan način [11].

Prema sporazumu opasne tvari mogu se podijeliti u devet klasa:

- klasa 1-eksplozivne tvari i predmeti punjeni eksplozivom,
- klasa 2-tekući plinovi, stlačeni plinovi ili otopljeni plinovi pod tlakom,
- klasa 3-zapaljive tekućine,
- klasa 4.1-samoreaktivne tvari, zapaljive krute tvari i desenzibilirani kruti eksplozivi,
- klasa 4.2-tvari sklone spontanom samozapaljenju,
- klasa 4.3-tvari koje u dodiru s vodom stvaraju zapaljive plinove,
- klasa 5.1-oksidirajuće tvari,
- klasa 5.2-organski peroksidi,
- klasa 6.1-otrovne tvari,
- klasa 6.2-infektivne tvari,
- klasa 7-radioaktivne tvari,
- klasa 8-korozivne(nagrizajuće) i nadražujuće tvari,
- klasa 9-ostale opasne tvari i predmeti [11].

Izmjene i dopune sporazuma vrijede 2 godine.

Na slici 2. prikazana je oznaka zapaljivosti klase 3.



**Slika 2. Oznaka zapaljivosti klase [21]**

Prednosti tekućih goriva u odnosu na kruta goriva su:

- jednostavniji transport,
- manje zagađenje,
- lakše izgaranje,
- lakši prelazak u plinovito agregatno stanje.

### **3.1. PRIJEVOZ NAFTNIH DERIVATA MOREM**

Nafta ima veliki značaj u gospodarstvu, tako da se može reći da je prijevoz nafte gospodarska grana. Na kopnu se najviše koristi cestovni prijevoz i mreža naftovoda, dok se u pomorskom prometu prijevoz nafte vrši specijalno opremljenim brodovima, tj. tankerima.

Tanker je brod koji služi za prijevoz tekućih tereta. S vremenom su tankeri postali najzastupljeniji trgovački brodovi. Radi povećanja sigurnosti plovidbe, prostor tereta kod tankera je podijeljen poprečnim i uzdužnim pregradama. Pregrade stvaraju nepropusna odjeljenja koja se nazivaju tankovi. U tankove se ukrcava gorivo, balast, teret i voda. Za ukrcaj i iskrcaj tekućih tereta koriste se različite vrste pumpi i uređaja, kao i posebne vrste cjevovoda. Posebna pažnja se pridaje sigurnosti broda, posade i morskog okoliša. Na brodu postoje brojni protupožarni uređaji i sustavi koji štite od eksplozije i požara [2].

Tekući tereti se dijele na:

- životinjska i biljna ulja, masti,
- tekući ugljikovodici (metan, propan, butan),
- nafta i naftni derivati (benzin, kerozin),
- vino, sokovi, alkohol, voda,
- ulja na bazi ugljena.

S obzirom na vrstu tereta koje prevoze brodovi za prijevoz tekućih tereta (tankeri) dijele se na:

- brodove za prijevoz kemikalija (eng. *chemical tankers*),
- brodove za prijevoz sirove nafte (eng. *product tankers*),
- brodove za prijevoz metanola (eng. *methanol tankers*),
- brodove za prijevoz ukapljenih plinova (eng. *gas tankers*, LNG i LPG),
- brodove za prijevoz koncentrata sokova, vina, ulja, vode,
- brodove za prijevoz naftnih derivata (eng. *product tankers*),
- kombinirani brodovi za prijevoz naftnih derivata i prijevoz kemikalija (eng. *oil/chemical tankers, product/chemical tankers*) [16].

Na slici 3. prikazan je tanker za prijevoz naftnih derivata.



**Slika 3. Tanker za prijevoz naftnih derivata [22]**

S obzirom na nosivost tankeri se mogu podijeliti na:

- obalne tankere,
- supertankere,
- mamut-tankere,
- tankere manje nosivosti,
- tankere srednje nosivosti.

Obalni tankeri imaju nosivost do 6 000 tona i obično prevoze sirovu naftu i derivate duž obale sa ciljem rasterećenja drugih tankera. Tankeri manje nosivosti imaju nosivost između 6 000 - 35 000 tona i uglavnom služe za prijevoz sirove nafte. Tankeri srednje nosivosti imaju nosivost između 35 000 - 160 000 tona i služe za prijevoz sirove nafte i teškog ulja. Supertankeri (eng. *Very Large Crude Carrier*) imaju nosivost između 160 000 i 400 000 tona (slika 4), dok mamut-tankeri (eng. *Ultra Large Crude Carrier*) imaju nosivost preko 400 000 tona. Supertankeri i mamut-tankeri prevoze samo sirovu naftu [2].



**Slika 4. Supertanker [23]**

Nakon iskrcaja nafte, u tankovima se mora izvršiti pranje tankova. Kod tankera za prijevoz ulja, pranje tankova vrši se pomoću sirove nafte da bi se smanjila količina taloga koja ostaje nakon iskrcaja. Za pranje se koriste fiksni strojevi koji mogu biti jednostupanjski i višestupanjski. Tankeri za prijevoz sirove nafte koriste morsku vodu za pranje tankova. Jako je važno napraviti pročišćavanje kako bi se spriječila pojava statičkog elektriciteta. Način pranja tankova kod tankera za prijevoz kemikalija ovisi o teretu. Prilikom pranja tankova mora se osigurati inertno stanje, tj. stanje u kojem je sadržaj kisika u atmosferi tanka smanjen na 8% volumena ili manje, dodavanjem inertnog plina [2].

Pranje tankova sirovom naftom ima neke prednosti u odnosu na pranje morskom vodom, a to su:

- manja korozija,
- manje zagađenje,
- smanjenje fizičkog rada posade,
- kraće vrijeme operacije,
- bolja kvaliteta tereta koji se iskrcava [2].

Velika pažnja se pridaje sigurnosti tankera, tako da oni moraju ispunjavati brojne kriterije. Kod tankera se ugrađuju dvostruke oplata broda kako bi se povećala razina sigurnosti u slučaju pomorske nezgode kao i dvostruko dno duž cijelog broda. Također se ugrađuju

balastni tankovi koji su u potpunosti odvojeni od tankova tereta. Svi ovi zahtjevi imaju za cilj zaštitu mora i morskog okoliša od onečišćenja naftom i njenim derivatima [2].



## 4. ONEČIŠĆENJE MORA I MORSKOG OKOLIŠA

Najveći dio svjetske trgovine odvija se morem, pa je more jedan od najvažnijih prirodnih resursa od kojeg živi dosta ljudi koji nastanjuju priobalni dio svojih država. Jedan od gorućih ekoloških problema je onečišćenje mora i morskog okoliša. Voda pokriva 71% Zemljine površine, od čega se 97% odnosi na morsku vodu, a ostatak na slatku vodu. Uzroci onečišćenja mora i morskog okoliša su:

- balastne vode,
- nafta,
- plastika,
- otpadne vode,
- smeće.

Većina onečišćenja morskog okoliša dolazi sa kopna preko kanalizacije, kućnog otpada i preko industrijskih postrojenja. More se može onečistiti preko brodova prilikom pomorskih nesreća, ali i iz zraka. Onečišćenje mora iz zraka se događa na način da industrijska postrojenja, prilikom svog redovnog rada, ispuštaju ogromne količine ugljikova dioksida (CO<sub>2</sub>). Oceani apsorbiraju ugljikov dioksid na način da ga raspodijele u vodi, tako da plin tone u dublje vode gdje se taloži. Dio ugljikova dioksida se otapa u površinskom dijelu oceana. More se može onečistiti i radioaktivnim otpadom koji djeluje na genetiku nekih organizama uzrokujući određene promjene. Promjene mogu biti toliko fatalne da uzrokuju nestanak određenih vrsta.

Pretpostavlja se da godišnje u svjetskim morima završi otprilike deset milijuna tona smeća. Najčešće se bacaju jednokratne vrećice, užad, boce, itd. Godišnje se na svjetskom nivou proizvode oko dvije stotine osamdeset milijuna tona plastike. Kada se plastika baci u vodu, ona se s vremenom rastavlja na sitne komade pod utjecajem slane vode i Sunčeve svjetlosti. Morske struje okupljaju komade plastike na mjesta koja se nazivaju vrtlozi. Otpad u moru može biti poguban za životinjski svijet. Morske životinje često zamijene otpad za hranu, pa zbog toga progutaju otpad koji ne mogu probaviti i na kraju ugibaju u najvećim mukama. Također, važno je spomenuti da neka plastika sadrži određenu količinu otrova koji može biti fatalan za morske životinje. Veliki problem predstavljaju komadi plastike kao što su ribarske mreže i užad. Životinje se mogu zaplesti i ugušiti jer ne mogu doći do površine vode kako bi disali i ne mogu se hraniti. Ovaj problem se mora rješavati

sistemske, uz prevenciju i edukaciju. Sa djelovanjem treba početi na kopnu [5]. Na slici 5. prikazan je primjer onečišćenja mora i morskog okoliša.



**Slika 5. Primjer onečišćenja mora i morskog okoliša [24]**

#### **4.1. ONEČIŠĆENJE MORA NAFTOM**

Svako onečišćenje mora i morskog okoliša naftom ima katastrofalne posljedice za morski okoliš. Nafta koja se prevozi sadrži mnoge nečistoće, vodu i kiseline koje štetno utječu na morski okoliš i morske organizme. Nafta sadrži neke tvari koje imaju korozivan učinak [4].

Utjecaj nafte na morski okoliš ovisi o sastavu nafte. Nafta dovodi do visoke biološke aktivnosti. Bakterije se nekontrolirano razmnožavaju, a posljedica toga je poremećaj u lancu viših i nižih organizama. Dolazi do mehaničkog uništavanja organizama zbog otrovnih sadržaja nafte. Jedan od štetnih utjecaja nafte je iscrpljivanje kisika iz mora koji dovodi do uništavanja biljnog i životinjskog svijeta. Mnoge životinje, kao što su morske ptice, ostaju zarobljene ispod naslaga nafte i umiru u velikim mukama [9].

Izlijevanje nafte može zahvatiti i mala i velika područja. Izlijevanje nafte u manjim područjima također može imati fatalan utjecaj na morsku floru i faunu.

Glavni faktor koji uzrokuje izlijevanje nafte je čovjek. Od iznimne važnosti je razviti metode za sprječavanje izlijevanja nafte i čišćenje. Potrebno je napraviti planove za

krizne slučajeve koji zahtijevaju koordinaciju mnogih faktora. Učinkoviti planovi za krizne slučajeve i efikasno djelovanje smanjiti će negativne posljedice izlivanja nafte. Takvi planovi moraju sadržavati postupke kojima se zaustavlja protok i omogućuje efikasno čišćenje. Izlivanje nafte je nemoguće predvidjeti tako da se uvijek mora biti u pripravnosti kako bi se smanjile posljedice eventualnog izlivanja nafte [17].

#### **4.2. ONEČIŠĆENJE MORA BALASTNIM VODAMA**

Pojam balast nastao je od engleske riječi ballast što znači opterećenje koje brod uzima za normalnu plovidbu kada plovi bez korisnog tereta [10].

Balast se ukrcava na brodove zbog kontrole nagiba, stabiliteta i trima. Nakon što se iskrcava teret, ukrcava se balast zbog stabiliteta. Brodovi imaju posebne balastne tankove u koje se ukrcavaju balastne vode. Balastne vode prenose mnoge mikroorganizme koji uzrokuju različite bolesti. Mikroorganizmi koji uđu u neke vode preko balasta, mogu prouzročiti ogromne probleme i pri tom nepovratno devastiraju morski okoliš.

Balastnim vodama se prenose mnoge biljne i životinjske vrste koje počinju dominirati u novim ekosustavima. Te vrste mogu štetno utjecati na turizam i ribarstvo, nanoseći veliku štetu ljudima i samoj državi. Pretpostavlja se da se oko 7 000 različitih vrsta organizama prevozi preko balastnih voda u jednoj godini [8].

U prošlosti je veliki problem stvarala invazivna vrsta pod nazivom *Caulerpa Taxifolia*. To je vrsta alge koja je iz akvarija Oceanografskog instituta u Monacu ispuštena u more. *Caulerpa Taxifolia* stvara veliku količinu otrovnih kemikalija koje štetno utječu na morske organizme. Učinkovite metode uklanjanja *Caulerpe Taxifolie* su ručno skupljanje i isisivanje podvodnim sisaljka [6].

#### **4.3. SPRJEČAVANJE ONEČIŠĆENJA MORA BALASTNIM VODAMA**

Postupci za sprječavanje onečišćenja morskog okoliša balastnim vodama su brojni, a jedan od njih je ispuštanje balastnih voda u uređaj za pročišćavanje u lukama gdje se vrši ukrcavanje tereta. Također se uvodi i dušik, kako bi se smanjila koncentracija kisika koji bi doveo do umiranja organizama u balastnim vodama. Voda na otvorenom moru ima veću količinu soli, pa se iz tog razloga vrši rebalastiranje, odnosno promjena balastne vode koja je preuzeta u luci ukrcava s onom na otvorenom moru. Još jedan od postupaka za

sprječavanje onečišćenja morskog okoliša balastnim vodama je segregirani balast, koji zahtijeva posebne pumpne sustave i tankove. Loša strana tog postupka je smanjenje transportnog volumena tankera. BAT princip je princip koji zahtijeva ugradnju posebnih uređaja za obradu balastne vode, ali zahtijeva velike troškove za brodare. Kontinuirana izmjena vode tijekom putovanja je još jedan postupak koji sprječava onečišćenje morskog okoliša balastnim vodama, zajedno sa korištenjem biocidnih sredstava za uništavanje biološkog svijeta u balastnim vodama [17].

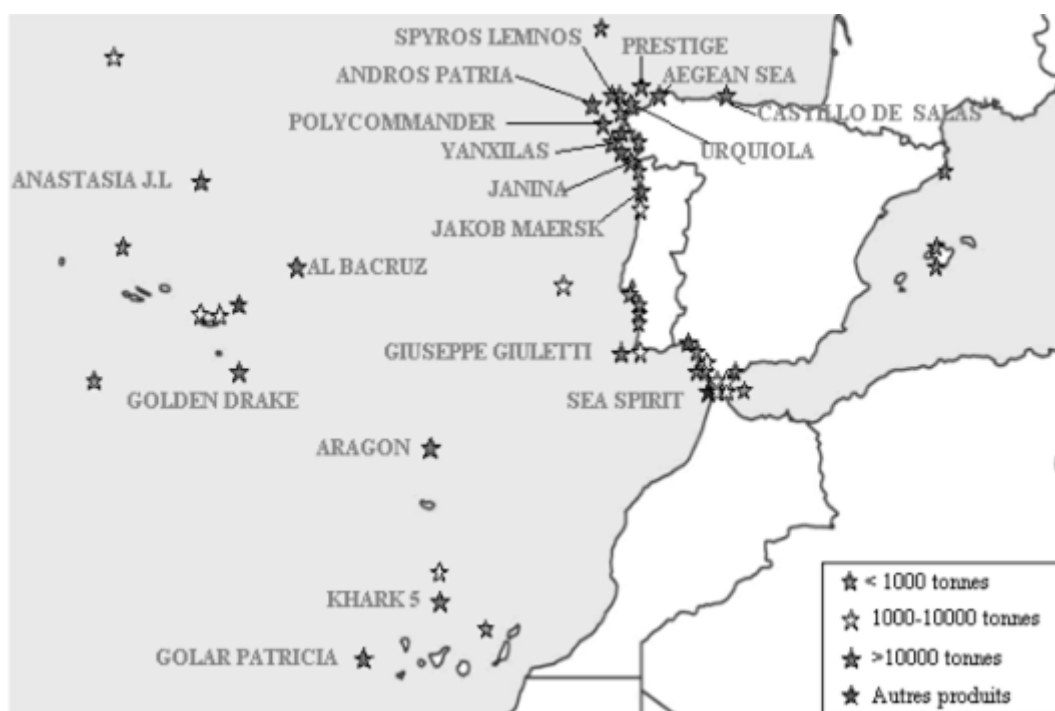
Brodovi moraju sve svoje operacije vezane za balastne vode evidentirati u Knjigu o balastnim vodama. Sve u knjizi mora biti jasno navedeno sa svim potrebnim podacima. Podaci koji se zahtijevaju su podaci o lukama gdje se ukrcava balastna voda, podaci o uplovljavanju i podaci o stanju mora. Važno je napraviti procjenu rizika sa podacima koji se koriste za komunikaciju između brodova, luka i država kako bi se smanjio prijenos različitih organizama putem balastnih voda. Koordinacijom se nastoji pravovremeno otkriti potencijalni rizik i nastoji se maksimalno pripremiti za određene situacije [14].

## 5. TANKERSKE NESREĆE

Procjenjuje se da se godišnje preveze oko 3 bilijuna tona nafte, a polovina se prevozi pomorskim putem. Tankerske nesreće nisu toliko česte, ali kada se dogode, uzrokuju katastrofalne posljedice za biljni i životinjski svijet. Izlijevanje nafte može nanijeti ogromnu štetu priobalnim državama kojima je more izrazito važan faktor gospodarstva. Izlijevanjem nafte se ugrožava zdravlje ljudi koji žive u priobalnom dijelu. Tankerske nesreće kod kojih dolazi do izlijevanja nafte u more ili oceane mogu nastati:

- sudarom,
- nasukavanjem,
- eksplozijom,
- udarima i ostalim nezgodama,
- potonućem [3].

Na slici 6. se nalazi prikaz područja najvećih tankerskih nesreća. Vidljivo je da se najveći dio tankerskih nesreća dogodio oko Pirinejskog poluotoka.



Slika 6. Područja najvećih tankerskih nesreća [3]

Težak oblik tankerskih nesreća su sudari. Oni uzrokuju djelomično ili potpuno uništenje brodova, mogu prouzrokovati veliko zagađenje mora i obale. Potonuće broda ima

slična obilježja kao i sudar, te je važno spomenuti da veličina zagađenja ovisi o dubini mora. Nasukavanje ima posebno obilježje, a to je da onečišćenje dolazi nakon same nesreće i obično se događa uz samu obalu [14].

Najveći uzrok nesreća je nemar posade, ali dio odgovornosti snose brodovlasnici koji smanjuju broj članova posade radi uštede. Smanjenjem broja članova posade povećava se obujam posla i radnih zadataka koji malobrojna posada mora odraditi. Povećanje obujma posla i radnih zadataka dovodi do umora, a umor dovodi do pada koncentracije koji može uzrokovati nezgode sa fatalnim ishodom. Stoga je potrebno posadu rasteretiti kako bi se osigurala sigurna plovidba i kako bi se smanjile katastrofalne posljedice.

### **5.1. NESREĆA TANKERA „PRESTIGE“**

Tanker „Prestige“ nasukao se 13. studenog 2002. godine kraj galicijske obale. Bio je star 26 godina i prevezio je sedamdeset sedam tisuća tona nafte. Plovio je pod zastavom Bahama. Nasukao se na dijelu koji se naziva i „Obala smrti“, a uzrok nezgode je bila oluja. Počeo je tonuti ispred španjolske obale, a kasnije se prepolovio prilikom pokušaja odvlačenja u dublje vode Atlantskog oceana (slika 7). Potonuo je stražnji dio i došlo je do velikog izlivanja nafte. Pretpostavlja se da se izlilo oko šezdeset tri tisuće tona nafte. Nesreća tankera „Prestige“ je jedna od najvećih gospodarskih i ekoloških nesreća u povijesti Španjolske i Portugala. Uništen je veliki dio biljnog i životinjskog svijeta. Stradale su i mnoge morske ptice koje su ostale zarobljene ispod naslaga nafte. Zbog niske temperature, nafta se održala na površini i tako se spriječilo veće onečišćenje morskog dna. Sanacija štete je koštala milijarde dolara. Posljedice ove nesreće će se osjećati još dugo jer su u more dospjeli mnogi otrovni spojevi kao što su poliaromatični ugljikovodici. Ti spojevi mogu imati kancerogeni utjecaj na ribe, a posljedično i na ljude [3].



**Slika 7. Nesreća tankera „Prestige“ [25]**

## **5.2. EXXON VALDEZ**

Supertanker Exxon Valdez se nasukao na Aljasci 1989. godine na stjenovitu obalu. Pokušao je izbjeći santu leda, ali nije uspio. Nesreća se dogodila u Tjesnacu princa Williama. Tanker je imao 11 tankova, od kojih je 8 oštećeno. U more se izlilo oko jedanaest milijuna barela nafte i pri tome se stvorila ogromna naftna mrlja (slika 8). S vremenom se raširila duž obale i zahvatila područje veličine oko 1700 kilometara. Uginulo je 300 tuljana, 22 kita, 250 orlova i 5000 morskih vidri. Pronađeno je oko 250 000 morskih ptica, ali pretpostavlja se da je uginulo oko 400 000 morskih ptica. Nafta u moru ubija morske organizme zbog svog otrovnog sastava. Međutim, morske ptice ne ugibaju zbog otrovnog sastava nafte, već zbog fizičke štete koju im plutajuća nafta nanosi. Zalijepe se za površinu, a voda ulazi u krila i ispunjava prostor između kože i perja, te tako perje prestaje biti vodootporno. Ugibaju zbog niske tjelesne temperature, nedostatka hrane ili se utope zbog nemogućnosti letenja. Zbog utjecaja raznih kemijskih spojeva mnoge su se kolonije ptica prestale razmnožavati. Naftna kompanija je platila globu od stotina milijuna dolara i uplatila je devet stotina milijuna dolara za čišćenje obale [3].



**Slika 8. Exxon Valdez [26]**

### **5.3. SEA EMPRESS**

U veljači, 1996. godine, u blizini jugozapadnog Walesa, nasukao se tanker Sea Empress. Izgrađen je 1993. godine i plovio je pod liberijskom zastavom. Prevezio je 130 000 tona nafte, dok se u more izlilo oko 72 400 tona nafte. Razlivena nafta je uzrokovala veliku štetu biljnom i životinjskom svijetu. Naftna mrlja se proširila na 200 km od obale. Plaže su se očistile tek nakon 2 mjeseca. Mnoge ptice su uginule, a pokazalo se da je veliki broj kopnenih životinja otporan na učinke izljeva nafte. Proces saniranja štete je bio dugotrajan, pogotovo u područjima zaklonjenih obala. Nesreća tankera Sea Empress je uzrokovala veliku štetu turizmu i gospodarstvu i trebalo je puno vremena da se država ekonomski oporavi [3]. Na slici 9. je prikaz operacije tegljenja tankera Sea Empress.





**Slika 9. Nesreća tankera Sea Empress [27]**

## **6. PROPISI I MJERE ZA ZAŠTITU OKOLIŠA**

U Republici Hrvatskoj doneseni su određeni propisi sa ciljem zaštite okoliša. Svjedoci smo da se u svijetu često događaju nesreće koje ozbiljno ugrožavaju biljni i životinjski svijet, te tako posljedično ugrožavaju i zdravlje ljudi. Koordinacijom različitih resora države, kao i edukacijom, te se nesreće mogu svesti na minimum. Hrvatski sabor je donio Zakon o zaštiti okoliša, koji se nadopunjuje kada je to potrebno. Zaštitom okoliša se osigurava očuvanje prirodne zajednice, kao i racionalno korištenje energije i prirodnih bogatstava na najpovoljniji način za okoliš. Osim Zakona o zaštiti okoliša, doneseni su još neki zakoni i strategije, a to su:

1. Zakon o vodama (NN 107/95 i NN 150/05),
2. Zakon o zaštiti zraka (NN 48/95 i NN 178/04),
3. Zakon o otpadu (NN 151/03 i NN 150/05),
4. Zakon o zaštiti prirode (NN 70/05),
5. Nacionalni plan djelovanja na okoliš (NN 46/02),
6. Nacionalna strategija zaštite okoliša (NN 46/02).

### **6.1. UREDBE I PRAVILNICI IZ PODRUČJA ZAŠTITE OKOLIŠA**

Republika Hrvatska je donijela mnoge uredbe, pravilnike i strategije za zaštitu okoliša od onečišćenja.

#### **Zaštita voda**

1. Uredba o klasifikaciji voda (NN 77/98),
2. Pravilnik o graničnim vrijednostima pokazatelja, opasnih i drugih tvari u otpadnim vodama (NN 40/99 i NN 6/01),
3. Uredba o opasnim tvarima u vodama (NN 78/98).

#### **Zaštita tla**

1. Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada s katalogom otpada i listom opasnog otpada (NN 50/05),
2. Uredba o uvjetima za postupanje s opasnim otpadom (NN 32/98),
3. Strategija gospodarenja otpadom (NN 130/05),
4. Pravilnik o procjeni utjecaja na okoliš (NN 59/00),

5. Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom (NN 123/97),
6. Pravilnik o vrstama otpada (NN 27/96).

### **Zaštita zraka**

1. Uredba o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka (NN 101/96 i NN 2/97),
2. Uredba o kritičnim razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05),
3. Uredba o graničnim vrijednostima emisije onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 140/97, NN 105/02, NN 108/03, NN 100/04 i NN 21/07),
4. Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05),
5. Uredba o tvarima koje onečišćuju ozonski sloj (NN 7/99 i NN 120/05),
6. Pravilnik o praćenju emisija onečišćujućih tvari u zrak iz stacionarnih izvora (NN 01/06),
7. Pravilnik o praćenju kakvoće zraka (NN 155/06),
8. Ispravak uredbe o preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka (NN 2/97).

## **6.2. MEĐUNARODNI UGOVORI IZ PODRUČJA ZAŠTITE OKOLIŠA**

Drugu polovicu 20. st. karakterizira razvoj ekološkog pokreta koji je doveo do promjene svijesti mnogih ljudi. Stručnjaci su uvidjeli da se onečišćenjem mora, zraka i tla ugrožava ljudski život, te su donijeli brojne konvencije kojima se nastoji zaštititi okoliš. Temeljna konvencija je Barcelonska konvencija na kojoj je donesen Akcijski plan za zaštitu i razvoj Sredozemnog mora. Nakon Barcelonske konvencije, donesene su i brojne druge međunarodne konvencije za zaštitu okoliša.

### **Zaštita voda**

1. Konvencija o zaštiti i upotrebi prekograničnih vodotokova i međunarodnih jezera (Helsinki, 1994.) i pripadajući Protokol o vodi i zdravlju (NN Međunarodni ugovori 4/96),

2. Konvencija o zaštiti Sredozemnog mora od onečišćenja (Barcelonska konvencija 1993.) i pripadajući protokoli o zaštiti mora od onečišćenja s kopna (NN Međunarodni ugovori 12/93),
3. Konvencija o suradnji na zaštiti i održivoj uporabi rijeke Dunav (1996.) s pripadajućim akcijskim planom 2000.-2005. (NN Međunarodni ugovori 2/96).

### **Zaštita zraka**

1. Kyoto protokol uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih naroda o promjeni klime,
2. Montrealski protokol o tvarima koje oštećuju ozonski omotač (NN Međunarodni ugovori 12/93),
3. Zakon o potvrđivanju Konvencije o prekograničnim učincima industrijskih akcidenata (NN Međunarodni ugovori 7/99),
4. Zakon o potvrđivanju Konvencije o procjeni utjecaja na okoliš preko državnih granica (NN Međunarodni ugovori 1/96 i NN 6/96),
5. Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka (NN Međunarodni ugovori 12/93),
6. Zakon o potvrđivanju Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (NN Međunarodni ugovori 2/96).

### **6.3. MARPOL**

MARPOL (eng. *International Convention for the Prevention of Pollution from ships*) je Međunarodna konvencija za sprječavanje onečišćenja mora s brodova. Donesena je 1973. godine nakon nesreće broda Torrey Canyon. Svrha konvencije je da sprječava onečišćenje mora s brodova koje se može dogoditi namjerno, ali i slučajno. Konvencija se stalno nadopunjuje.

MARPOL konvencija sadrži 6 priloga, a to su:

- Prilog 1. - Pravila o sprječavanju onečišćenja naftom,
- Prilog 2. - Pravila za kontrolu onečišćenja tekućim tvarima koje se prevoze tankerima,
- Prilog 3. - Pravila o sprječavanju onečišćenja štetnim tvarima u pakiranom obliku,

- Prilog 4. - Pravila o sprječavanju onečišćenja fekalijama s brodova,
- Prilog 5. - Pravila o sprječavanju onečišćenja otpacima s brodova,
- Prilog 6. - Pravila o sprječavanju onečišćenja s brodova posredno zrakom, emisijom sumporova i dušikova oksida [14].

Prema MARPOL-u, svaki brod mora imati brodske knjige, a to su: Knjiga ulja, Knjiga smeća, Brodski plan pri pojavi onečišćenja i Plan rukovanja smećem. MARPOL propisuje da tankeri moraju imati odvojeni vodeni balast od uljnog tereta. Zauljene vode i otpadna ulja se moraju smještati u namjenske tankove (eng. slop tanks) [14].

Tankerima se dopušta da ispuštaju određenu količinu zauljenih voda i otpadnih ulja u more, ali u posebnim uvjetima. Brodovi moraju biti na propisanoj udaljenosti od obale, moraju ploviti propisanom brzinom i mogu ispustiti u more propisanu količinu.

Postoje posebna područja koja su ekološki osjetljiva i tu nije dopušteno nikakvo ispuštanje. Ta područja su:

- Sjeverno more,
- Baltičko more,
- Karibi,
- Arapski zaljev,
- Crno more,
- Crveno more.

## 7. UTJECAJ NAFTNIH DERIVATA NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Aromatski ugljikovodici su hlapljivi organski spojevi, bezbojni su i imaju specifičan miris. Najpoznatiji ugljikovodici su benzen, ksilen i toluen. Imaju toksična svojstva i upotrebljavaju se kao organska otapala. Jedan od najzastupljenijih sastojaka sirove nafte je benzen. Benzen ima najveću hlapljivost od svih aromatskih ugljikovodika i izrazito je toksičan. Nastaje prilikom petrokemijskih procesa. Ksilen se koristi kao sredstvo za čišćenje i kao otapalo u procesima proizvodnje kože i gume. Toluen nastaje prilikom izgaranja koksa u pećima i prilikom aromatizacije ugljikovodika. Na tankerima se prevozi nafta čiji je glavni sastojak benzen. On je izrazito toksičan i djeluje nepovoljno na ljudsko zdravlje. Općenito, aromatski ugljikovodici mogu ući u organizam preko kože, probavnog sustava i pluća, ali je inhalacija najčešći način unosa u organizam. Trovanje benzenom može imati kronični i akutni učinak. Kronični učinak nastaje kada se organizam dugo vremena izlaže djelovanju nekog otrova u malim količinama. Akutni učinak nastaje kada se organizam, u kratkom vremenskom periodu, izloži velikim količinama otrova. Kronično izlaganje benzenu može izazvati umor, pospanost, nervozu, glavobolju i gubitak apetita. Također, važno je spomenuti da benzen može izazvati velike zdravstvene probleme jer direktno djeluje na krvni sustav, te tako uzrokuje anemiju i oštećenje koštane srži. U nekim situacijama može dovesti do nastanka leukemije. Prilikom rada sa naftom, treba izbjegavati direktni kontakt sa naftom, zato što učestali dodir sa naftom nadražuje kožu i može izazvati upalu, dermatitis i sušenje kože. Akutni učinak benzena uzrokuje vrtoglavicu, glavobolju, pospanost, mučninu, nesvjesticu, oštećenje jetre i bubrega. Udisanje pare koja ima koncentraciju 2% benzena u razdoblju od 5-10 minuta izaziva smrt. Tekućine i pare benzena nadražuju oči. Akutno trovanje benzenom može izazvati razdoblje veselog raspoloženja prije same pojave simptoma.

Ksilen se u organizam unosi udisanjem. On ima slabiji učinak od toluena i benzena. Učinak ksilena na organizam čovjeka ovisi o količini koja je dospjela u organizam i o vremenu izloženosti. Izlaganje velikoj količini ksilena uzrokuje oslabljenu koordinaciju mišića, mučninu, probavne smetnje, vrtoglavicu itd. Također može izazvati iritaciju očiju, nosa, grla i kože.

Toluen ima izrazito toksična svojstva koja u nekim situacijama mogu dovesti i do smrti. Toluen se u organizam unosi udisanjem i direktno djeluje na središnji živčani sustav. Visoke koncentracije toluena mogu izazvati ošamućenost, pospanost, mučninu i oštećenje

fetusa kod trudnica. Niske koncentracije toluena mogu izazvati slabost, mučninu, umor, gubitak pamćenja, gubitak vida i apetita. Simptomi nestaju nakon prestanka izloženosti toluena. Važno je izbjegavati dodir sa tekućim toluenom jer može doći do crvenila i sušenja. Ako je koža dugo vremena izložena djelovanju toluena, može doći do nastanka dermatitisa. Benzen, za razliku od ksilena i toluena, ima kancerogeni učinak i stoga je važno nositi odgovarajuću zaštitnu opremu kada se radi s njim. Zbog svoje izrazite toksičnosti, benzen se zamjenjuje manje toksičnim spojevima gdje god je to moguće [12].

Prijevoz nafte je izrazito opasan i može ugroziti zdravlje ljudi. Osim spomenutog kancerogenog učinka, prilikom prijevoza nafte mogu nastati visoki tlakovi koji su opasni po život. Visoki tlakovi mogu nastati zbog propuštanja medija u atmosferu, ali i zbog dotrajalosti materijala. Opasnost od visokog tlaka postoji kod zamjene i skidanja određene opreme koja je potrebna za funkcioniranje broda. U visokotlačnim posudama se moraju mijenjati manometri i tada može doći do nastanka visokog tlaka koji može životno ugroziti posadu. Nafta može uzrokovati požar i eksploziju. Na brodu su temperature zraka visoke, tako da curenje medija može vrlo lako izazvati požar. Visoke temperature se javljaju na mjestima gdje se ne treba sačuvati toplinska energija. Takva mjesta su cjevovodi, separatori i uređaji koji se griju prilikom rada. Prilikom prijevoza nafte, potrebno je održavati postrojenje. Prilikom održavanja može doći do ozbiljnih ozljeda kod članova posade koje nastaju padom sa velikih visina (podesti, ljestve itd.). Uvijek je potrebno nositi odgovarajuću zaštitnu opremu kojom ne štitimo samo sebe, već i ostale članove posade [1].

## 7.1. ZAŠTITNA OPREMA

Članovi posade moraju nositi propisanu zaštitnu opremu kako bi se zaštitili od mogućih ozljeda. Zaštitna oprema mora sadržavati:

- sigurnosnu kacigu,
- zaštitne naočale,
- zaštitne slušalice,
- kožne ili gumene rukavice,
- zaštitne cipele sa debelim đonom za zaštitu od strujnog udara,
- kombinezon od prirodnog vlakna.

Zaštitna oprema uvijek mora biti smještena na mjestu do kojeg se može lako doći u slučaju nesreće. Posada mora biti spremna i uvježbana za pravilno rukovanje zaštitnom opremom i mora biti upoznata sa postupcima u slučaju nužde.



## 8. ZAKLJUČAK

Nafta je postala jedan od najvažnijih energenata bez koje je život čovjeka nezamisliv. Prilikom transporta nafte postoje velike opasnosti koje mogu biti pogubne za biljni i životinjski svijet, ali i za zdravlje ljudi. Svjedoci smo da se relativno često događaju pomorske nesreće u kojima dolazi do izlivanja nafte. Zbog svog toksičnog učinka, nafta uništava biljni i životinjski svijet. Izlivanje nafte u blizini obale uzrokuje katastrofalne posljedice za ljude koji žive od mora i njegovih blagodati, ali također može uzrokovati ekonomsku i gospodarsku krizu kod priobalnih država koje se oslanjaju na more i turizam. Glavni uzrok pomorskih nesreća je ljudski faktor. Veliki dio odgovornosti snose brodovlasnici koji smanjuju broj članova posade i tako povećavaju obujam posla i radnih zadataka koje posada mora izvršiti. Povećanjem radnih zadataka, smanjuje se koncentracija članova posade, narušavaju se međuljudski odnosi i tako se smanjuje efikasnost rada. Povećava se umor kod članova posade koji može uzrokovati pomorsku nesreću. Doneseni su mnogi propisi kojima se nastoji zaštititi okoliš. Najpoznatija konvencija je MARPOL konvencija koja je donesena nakon nesreće tankera Torrey Canyon. Konvencija propisuje gdje se i pod kojim uvjetima mogu ispustiti određene količine zauljenih voda i otpadnih tekućina, a gdje se ne mogu ispustiti, bez obzira na okolnosti. Konvencija propisuje procedure koje se trebaju poštovati kako bi se izbjeglo onečišćenje morskog okoliša. Aromatski ugljikovodici nisu opasnost samo na brodu, oni su prisutni svugdje oko nas. Velika koncentracija aromatskih ugljikovodika nalazi se u velikim gradovima sa razvijenim industrijskim postrojenjima. Dokle god je nafta primarni energent, događat će se pomorske nesreće koje ozbiljno ugrožavaju biljni i životinjski svijet. Jedino rješenje je uvođenje ekološko prihvatljivijih spojeva i poštivanje zakonskih mjera i procedura.

## LITERATURA

- [1] Aunedi, A.: *INA naftaplin*, Kabi tisak, Zagreb, 2002.
- [2] Belamarić, G.: *Brodovi za prijevoz sirove nafte*, Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, 2012.
- [3] Bralić, T., Slišković, M.: *Najveće tankerske nezgode*, Naše more, 104 - 111. str., 2006.
- [4] Čavar, J.: *Specifičnosti prijevoza naftnih derivata na području Republike Hrvatske*, diplomski rad, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb 2018.
- [5] Europska agencija za okoliš, *Smeće u našim morima*, 2014.  
<https://www.eea.europa.eu/hr/signals/signali-2014/zatvoriti/smece-u-nasim-morima>
- [6] Geografija.hr, *Caulerpa i dalje u Jadranu*, 24.5.2004.  
<https://geografija.hr/caulerpe-i-dalje-u-jadranu/>, (pristupljeno 10.3.2021.)
- [7] Jukić, A.: *Sirova nafta-sastav i svojstva*, interna skripta, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, 2019.
- [8] Koludrović, B.: *Balastiranje i de - balastiranje broda u eksploataciji*, završni rad, Pomorski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2018.
- [9] Markulin, Ž.: *Opasnosti prijevoza tereta (onečišćivača) morem*, završni rad, Veleučilište u Karlovcu Odjel Sigurnosti i zaštite, Karlovac, 2019.
- [10] Martinović, D.: *Brodski strojni sustavi*, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2004.
- [11] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture (2021.) , <https://mmpi.gov.hr/more-86/86> (pristupljeno 2.4.2021.)
- [12] Poplašen, D.: *Aromatski ugljikovodici – Izloženost i utjecaj na zdravlje*, 65-67 str., Zagreb, 2015.
- [13] Puntarić, D.; Bošnjir, J.; Miškulin, M.: *Zdravstvena ekologija*, Medicinska naklada, Zagreb 2012.
- [14] REMPEC: „Zaštita Mediterana od pomorskih nesreća i ilegalnih ispuštanja tvari iz brodova”, 2005.
- [15] Sharma, S.; Chatterje, S.: *Microplastic pollution, a threat to marine ecosystem and humanhealth: a short review*, Environmental Science and Pollution Research, 2017.
- [16] SOLAS (engl. Safety of Life at Sea) Međunarodna Konvencija o zaštiti ljudskih života, 1973/1978.

- [17] Weis, J.S.: *What everyone needs to know*, Marine pollution, Oxford University Press, New York, 2005.
- [18] <https://www.jodidata.org/about-jodi/partners/opec.aspx>; (pristupljeno 4.2021)
- [19] <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/petroleum/12th-grade>  
(pristupljeno 20.3.2021.)
- [20] Armstrong, M.: *The world's biggest oil producer*, 2019.  
<https://www.statista.com/chart/19367/share-of-global-oil-production/>
- [21] <https://www.miriam-packaging.com/index.php/akcije/klasa-3>  
(pristupljeno 3.5.2021.)
- [22] Ship technology,,: *Ohio product tanker*,2017.  
<https://www.ship-technology.com/projects/ohio-product-tanker/>
- [23] Lee Hong Liang: *VLCC rates hit \$300,000 a day in robust yet volatile market*,  
Seatrade Maritime News, 2019.  
<https://www.seatrade-maritime.com/middle-east-africa/vlcc-rates-hit-300000-day-robust-yet-volatile-market>
- [24] Global Environment Facility,,: *The ocean is everyone's business*, 2017.  
<https://www.thegef.org/news/ocean-everyones-business>
- [25] Maritime Cyprus: Flashback in history: Prestige sinking and oil spill – 19 November 2002, 2015.  
<https://maritimecyprus.com/2015/11/20/flashback-in-history-prestige-sinking-and-oil-spill-19-november-2002/>
- [26] Mambra, S.: *The Complete Story of the Exxon Valdez Oil Spill*, Marine inside, 2020.  
<https://www.marineinsight.com/maritime-history/the-complete-story-of-the-exxon-valdez-oil-spill/>
- [27] <http://blog.culturalecology.info/2016/02/14/subjects-of-the-sea-empress-the-20th-anniversary-of-an-oil-spill/>  
(pristupljeno 12.5.2021.)

## POPIS SLIKA

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. Najveći proizvođači nafte u 2018.godini [20].....    | 5  |
| Slika 2. Oznaka zapaljivosti klasa [21] .....                 | 7  |
| Slika 3. Tanker za prijevoz naftnih derivata [22] .....       | 9  |
| Slika 4. Supertanker [23] .....                               | 10 |
| Slika 5. Primjer onečišćenja mora i morskog okoliša [24]..... | 13 |
| Slika 6. Područja najvećih tankerskih nesreća [3] .....       | 16 |
| Slika 7. Nesreća tankera „Prestige“ [25] .....                | 18 |
| Slika 8. Exxon Valdez [26].....                               | 19 |
| Slika 9. Nesreća tankera Sea Empress [27] .....               | 20 |

## POPIS KRATICA

|  |   |
|--|---|
| ADR (eng. <i>European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road</i> ) | Europski sporazum o međunarodnom cestovnom prijevozu              |
| PAH (eng. <i>Polycyclic aromatic hydrocarbons</i> )  | Policiklički aromatski ugljikovodici                              |
| OPEC (eng. <i>Organization of the Petroleum Exporting Countries</i> )                                  | Organizacija zemalja izvoznica nafte                              |
| MARPOL (eng. <i>International Convention for the Prevention of Pollution from ships</i> )              | Međunarodna konvencija za sprječavanje onečišćenja mora s brodova |