

# Upotreba upijača u uklanjanju uljnog onečišćenja

---

Vranković, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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:164:124852>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-03**

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](#)



UNIVERSITY OF SPLIT




**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET**

**MARKO VRANKOVIĆ**

**UPOTREBA UPIJAČA U UKLANJANJU  
ULJNOG ONEČIŠĆENJA**

**DIPLOMSKI RAD**

**SPLIT, 2016.**

	<b>POMORSKI FAKULTET U SPLITU</b>	Stranica:	1/43
	<b>DIPLOMSKI ZADATAK</b>	Šifra:	F05.1.-DZ
		Datum:	22.03.2016.

Split,

\_\_\_\_\_

Zavod/studij: \_\_\_\_\_

Predmet: \_\_\_\_\_

### *DIPLOMSKI ZADATAK*

Student/ca: \_\_\_\_\_

Matični broj: \_\_\_\_\_

Zavod/studij: \_\_\_\_\_

#### **ZADATAK: UPOTREBA UPIJAČA U UKLANJANJU ULJNOG ONEČIŠĆENJA**

##### **OPIS ZADATKA:**

- definirati i opisati upijače
- opisati djelovanje upijača
- klasificirati različite tipove upijača
- analizirati kriterije odabira različitih tipova upijača

**CILJ:** Cilj rada je povezivanje upotrebe različitih upijača i njihovo djelovanje u operacijama uklanjanja ulja s mora, u svrhu što učinkovitijeg i bržeg djelovanja

**Zadatak uručen studentu/ci:** \_\_\_\_\_

**Potpis studenta/ce:** \_\_\_\_\_

**Mentor:** \_\_\_\_\_

**SVEUČILIŠTE U SPLITU  
POMORSKI FAKULTET**

**STUDIJ: POMORSKA NAUTIKA**

**UPOTREBA UPIJAČA U UKLANJANJU  
ULJNOG ONEČIŠĆENJA**

**DIPLOMSKI RAD**

**MENTOR:**

**izv. prof. dr. sc. Merica Slišković**

**STUDENT:**

**Marko Vranković**

**MB:0171238238**

**SPLIT, 2016.**

## SAŽETAK

Visoka koncentracija broskog prometa i eksploatacije uljnih derivata na moru danas dovodi do čestih nesreća koje za ishod imaju izljevanje ulja u morski okoliš. Kako bi se umanjila šteta na okoliš koja nastane izljevanjem ulja, izuzetno je važna brza reakcija i visoka razina profesionalnosti koju pomorci moraju zadržati. U ovom radu analizirana je upotreba upijača koji se koriste u uklanjanju uljnog onečišćenja. Upijači su samo jedan od mogućih načina uklanjanja ulja iz morskog okoliša. Cilj ovog rada je analizirati i klasificirati različite vrste upijača te povezati njihovo korištenje u različitim uvjetima.

**Ključne riječi:** *ulje, more, okoliš, eksploatacija ulja, pomorska nesreća, upijači, uljno onečišćenje, djelovanje*

## ABSTRACT

The high density of heavy maritime traffic and oil exploitation at sea nowadays leads to frequent accidents whose outcome is oil spillage into the maritime environment. To reduce the damage to the maritime environment caused by oil spillage, fast reaction and high level of professionalism maintained by the mariners are of great importance. This work analyzes the usage of sorbents used in removing oil spills. Sorbents are only one of the possible ways of removing the oil from the maritime environment. The aim of this work is to analyze and classify different types of sorbents and to connect their usage under different conditions.

**Key words:** *oil, sea, environment, oil exploitation, marine accidents, sorbents, oil spillage, usage of sorbents*

1. UVOD.....	1
2. UPIJAČI U UKLANJANJU ONEČIŠĆENJA.....	3
3. TIPOVI UPIJAČA.....	6
3.1. FIZIČKA RAZDIOBA UPIJAČA .....	6
3.2. PODJELA UPIJAČA PREMA REAKCIJI NA VODU.....	8
3.3. PODJELA UPIJAČA PO OBLIKU .....	11
4. KRITERIJ ZA ODABIR I KORIŠTENJE UPIJAČA.....	17
4.1. KAPACITET UPIJAČA .....	17
4.2. KRITERIJ ODABIRA VELIČINE UPIJAČA .....	18
4.2.1. Plovnost.....	18
4.2.2. Zasićenje uljem.....	18
4.2.3. Zadržavanje ulja .....	19
4.2.4. Čvrstoća i trajnost.....	19
4.2.5. Cijena .....	19
4.3. KRITERIJ ODABIRA MATERIJALA UPIJAČA .....	20
5. RUKOVANJE UPIJAČIMA .....	21
5.1. POSTAVLJANJE UPIJAČA .....	21
5.2. PRIKUPLJANJE UPIJAČA.....	23
5.3. SKLADIŠTENJE I ODLAGANJE ISKORIŠTENIH UPIJAČA .....	24
5.3.1. Paljenje.....	24
5.3.2. Zakopavanje .....	25
5.3.3. Ponovno korištenje.....	26
5.3.4. Biorazgradnja.....	26
6. PRIMJERI UPOTREBE UPIJAČA .....	28
6.1. HAVARIJA BRODA <i>ERIK</i> A .....	28
6.2. HAVARIJA BRODA <i>PRESTIGE</i> .....	29
6.3. HAVARIJA BRODA <i>ROKIA DELMAS</i> .....	30
6.4. HAVARIJA BRODA <i>TIN UJEVIĆ</i> .....	31
7. ZAKLJUČAK .....	34
LITERATURA.....	35
POPIS ILUSTRACIJA.....	37
POPIS TABLICA.....	38

# 1. UVOD

Danas se u svijetu preko 80 % robe prevozi morem. Svjetski su oceani autoputevi i vitalni pravci kojim se prevoze milijuni tona robe i dobara. U svakom se trenutku nalaze tisuće i tisuće brodova koji voze u raznim pravcima i na kojima se nalaze različite posade i kulture. Premda postoje općeprihvaćena pravila za skladištenje otpada i ulja na brodu, još uvijek postoji tendencija za nezakonitim odlaganjem i ispuštanjem otpada iz brodova. Brod je skup i kompliciran proizvod koji je u mnogim slučajevima kao grad, pritom se misli na putničke brodove. Brodovi koriste gorivo koje pokreće zahtjevne sustave te prevoze opasni teret i ulja. Imajući u vidu ove činjenice, oceani i okoliš trpe određenu štetu. [2]

Na konferenciji UN-a 1982. godine je definiran pojam onečišćenja mora. Konvencija glasi *Onečišćenje morskog okoliša označava čovjekovo izravno ili neizravno unošenje u morski okoliš, uključujući estuarije, tvari ili energije koje uzrokuju ili mogu prouzročiti pogubne posljedice kao što su štete živim bogatstvima i životu u moru, ugrožavaju ljudsko zdravlje, ometaju pomorske djelatnosti uključujući ribolov i druge zakonite upotrebe mora, pogoršavaju upotrebnu kakvoću morske vode i smanjuju privlačnost obalnog i morskog ambijenta.*[5]

Konvencija Ujedinjenih naroda o pravu mora (1982.) u članku 199. spominje plan u slučaju izvanrednih okolnosti: „...nacije bi trebale razvijati i zajednički promovirati plan u slučaju izvanrednih okolnosti kako bi bile sposobne nositi se s incidentima koji rezultiraju onečišćenjem morskog okoliša“.[3] More ima svojstva samopročišćavanja do određene granice.

Organizmi koji se nalaze u moru povezani su nizom interakcija kroz hranidbeni lanac. Jedna je od njih odnos predatora i plijena, parazita i domaćina. Prilikom onečišćenja, ma koliko bilo malo, utječe se, ne samo na jedinke, već i na cijelu floru te faunu. Većina ulja dolazi u morski okoliš slučajnim manipulacijama prilikom ukrcanja goriva ili iskrcanja *sludgea*<sup>1</sup>, a manje od havarija.[1]

Najvidljivija je i najpoznatija vrsta zagađenja mora ona uzrokovana izlivanjem ulja iz tankera ili kao posljedica nesreće na bušotinama. Učinci su takvih nesreća često katastrofalni, višestruki i, nažalost, dugotrajni. Primjerice, biološke posljedice izlivanja ulja (oko 42 milijuna litara) iz VLCC<sup>2</sup> tankera *Exxon Valdez*<sup>3</sup> koji se nasukao kod obale Aljaske

---

<sup>1</sup> Nečistoće koje nastaju nakon pročišćavanja goriva.

<sup>2</sup> VLCC je brod za prijevoz tekućih tereta kojemu je kapacitet između 200.000 – 315.000 i dužine do 350 m

1989. godine, osjećaju se i danas.[6] Drugi je primjer potonuće teretnog broda *Prestige*<sup>4</sup> ispred španjolske obale 2002. godine. Ulje koje je isteklo iz broda prouzročilo je zagađenje na stotinjak plaža diljem obala Francuske i Španjolske te dovelo do pomora ribe u razmjerima ekološke katastrofe u Biskajskom zaljevu.[12]

Bitno je istaknuti sljedeće karakteristike ulja i to da je samo 8 grama ulja dovoljno za onečišćenje kubičnog metra mora. Kubični metar ispuštenog ulja iscrpljuje kisik iz 400.000 m<sup>3</sup> mora. Unatoč tome, spomenuto zagađenje čini samo mali dio ukupnog zagađenja mora koje se svakodnevno odvija.[12]

Oko 80 % svog zagađenja u morima i oceanima dolazi od aktivnosti s kopna jer se more koristi kao spremnik svega što nam ne treba.[6] Nakon dospijevanja u more ulje se počinje razgrađivati u morskom okolišu, što je rezultat mnogih kemijskih i fizikalnih procesa. Ti procesi ovise o: značajkama razlivenog ulja i meteorološkim uvjetima, a mogu biti: premještanje, širenje, isparavanje, raspršivanje, emulzifikacija, sedimentacija, otapanje, oksidacija, biorazgradnja te nasukavanje.

Uljna onečišćenja posljedično mogu imati ozbiljan gospodarski učinak na sve priobalne djelatnosti, iskorištavanje morskih bogatstava i podmorja. Onečišćenja i zagađenja su u većini slučajeva privremena i u prvom redu prouzročena fizičkim značajkama ulja koje uvjetuju nastajanje štete i rizičnih stanja. Utjecaj na život u moru ogleda se u otrovnosti i onečišćenju kao rezultatu kemijskoga sastava ulja te u različitosti i promjenjivosti bioloških sustava i njihove osjetljivosti na fizička/kemijska onečišćenja/zagađenja.

Prilikom izljeva ulja postoji nekoliko razvojnih procesa akcijskog djelovanja. Prvo se mora procijeniti situacija i odabrati način uklanjanja, ovisno o vrsti i količini ulja koje se izlilo. U nekim slučajevima izljeva, kada se ulje ne približava obali, nije potrebna intervencija na uljni izljev jer se ulje, uz stalni nadzor, prepušta prirodnim procesima razgrađivanja. Međutim, ako se ulje približava obali, onda se razmatra djelovanje koje je često skupo i zahtijeva prekomjernu količinu vremena i radnu snagu.[4]

Uljna onečišćenja posljedično mogu imati ozbiljan gospodarski učinak na sve priobalne djelatnosti, iskorištavanje morskih bogatstava i podmorja. Onečišćenja i zagađenja su u većini slučajeva privremena i u prvom redu prouzročena fizičkim značajkama ulja koje uvjetuju nastajanje štete i rizičnih stanja. Utjecaj na život u moru ogleda se u otrovnosti i onečišćenju kao rezultatu kemijskoga sastava ulja te u različitosti i promjenljivosti bioloških sustava i

---

<sup>3</sup> VLCC tanker Exxon Valdez 23. ožujka 1989. se nasukao na obalu Aljaske.

<sup>4</sup> Tanker *Prestige* plovio je sa 77.000 tona ulja 13. studenog 2002. kad je tijekom nevremena potonuo u blizini španjolske obale blizu rta Finisterre.



njihove osjetljivosti na fizička/kemijska onečišćenja/zagađenja. Količina izlivenog ulja ne odražava uvijek intenzitet nanese štete. Naime, malo ulja u osjetljivom području može nanijeti znatno više štete od velike količine na pustoj stjenovitoj obali.

Znanstvene metode korištene prilikom pisanja rada su komparativna metoda (usporedba različitih upijača i njihovog djelovanje), metoda deskripcije (opis upijača i njihovih prednosti i mana).

## 2. UPIJAČI U UKLANJANJU ONEČIŠĆENJA

U današnje vrijeme često se koriste upijači za uklanjanje ulja. Upijači su sredstva koja upijaju tekućinu, a zadržavanjem velike količine tekućine djeluju poput spužve. Upijanje se može definirati kao ulazak atoma, molekula ili iona u smjesu čvrste, tekuće ili plinovite faze te takvoj smjesi oduzima vodu ili neki drugi fluid.[6] Upijači se mogu upotrijebiti u svakodnevnom životu te se susreću u mnogim granama i djelatnostima kao sredstvo ispomoći prilikom različitih izljeva ili drugih operacija gdje je potrebno brzo posušivanje. U pomorstvu se koriste na brodovima u raznim situacijama. Koriste se u strojarnici gdje je potrebno posušiti razliveno ulje ili kemiju. Na palubi se koriste prilikom curenja ulja na palubnim strojevima, dizalicama itd.

Upijači su jako zahvalni u poslu jer se lako postavljaju i brzo upijaju tekućinu i nakon upotrebe lako ih je odložiti. Valja naglasiti kako se upijači koriste kod manjih izljeva kako bi se izljev lokalizirao ili, pak, kod većih izljeva kako bi se očistili rubovi. Dije se u kategorije ovisno o tome za koju su tekućinu najpogodniji i kako na nju reagiraju. Upijače se može podijeliti prema podrijetlu: mineralno (organsko) te anorgansko (umjetno). Različiti upijači različito upijaju određene tekućine.



**Slika 1. Upijači u pomorstvu [26]**

Hidrofobni upijači se koriste na kopnu ili moru za upijanje proizvoda na bazi ugljika (npr. ugljikovodici). Svi tekući upijači koji se koriste za uklanjanje polarnih i nepolarnih tekućina (voda, kiseline, baze, ugljikovodik, itd.) jedino se mogu koristiti na kopnu jer more neutralizira njihov učinak. Korištenje upijača koji mijenjaju strukturu ulja i razgrađuju ga najčešće je korištena tehnika u slučaju incidenata. Tehnika upijača koristi se za malih izlivanja na kopnu ili mirnim vodama te u čišćenju područja koja nemaju mnogo izbočina (čišćenje pristaništa ili obala). *Make-shift* upijači, poput slame ili piljevine, mogu se koristiti samo kao privremena mjera jer djeluju na ulje upijajuće, ali ne i razgrađujuće. Slama ili piljevina djeluju na ravnim površinama, no problem se javlja kada upijač popuni svoj kapacitet upijanja.

Na vodi se koriste plutajući upijači ulja niske gustoće koji su u prisutnosti vode i ulja sposobni razgrađivati ulje (oleofilni produkti), ali ne i vodu (hidrofobnim). Spomenuti proizvodi adsorbiraju (na površini proizvoda) i apsorbiraju ulje (u samom proizvodu) tako da su često primjenjivi. Dostupni su u rasutom stanju, odnosno u obliku praha, vlakana, strugotine, sitnih čestica, u obliku tepiha, listova i sl.

Postoje upijači veće gustoće od vode koji mogu uzrokovati tonjenje zagađivača, a ono je potrebno izbjegavati u unutarnjim vodama ili na moru. Naime, u tim slučajevima ulje pada na dno čime postaje prijetnja prirodnim vrstama, ne samo na površini, već i na dnu. Svako sredstvo u uljnom izljevu za brodske nezgode vrlo je važno i poželjno imati. Način rada upijača vrlo je jednostavan, a bazira se na priljepljivanju, odnosno vezanju ulja za sam upijač koji djeluje na ulje kao spužva. Taj se proces vezivanja ulja odvija na dva načina:

1. upijač upija ulje na svojoj površini
2. upija ulje u sebe, odnosno unutar upijača.[6]

Važno je istaknuti da su upijači fizičke stvari pa imaju i ulogu barijere, nakon upijanja ulja djeluje i kao brana te sprječava širenje ulja. U zagađenim tekućinama manje gustoće upijači brzo upijaju, ali moguće je otpuštanje ulja s njih i širenje zagađenja što može uzrokovati ponovni problem. U zagađenim tekućinama ili uljima veće gustoće upijači mogu upiti ulje samo površinski, ali ne i unutar sebe. Spomenuta je pojava značajna za zagađivanje mora teškim gorivima. Često se zna dogoditi problem za ukrcaja goriva na brod i to HFO-a

(eng. *heavy fuel oil*)<sup>5</sup> koje je gusto i teško pa bi upotreba upijača bila zanemariva. Naime, upijač bi ga samo upio na svoju površinu, ali ne i zadržao. Nekad kruti upijači mogu samo pogoršati situaciju budući da ne mogu zadržati ulje, već ga drže samo površinski. Suprotno, rasuti upijači imaju veću površinu na koju se lijepi ulje te brže i učinkovitije upijaju ulje. Miješanje ili prodiranje u ulje poboljšava lijepljenje te uklanjanje ulja, posebice u teškim i gustim gorivima ili uljima.

Upijači zbog svoje specifičnosti i raznih područja djelovanja moraju biti označeni. Označavaju se i zbog sigurnosnih uvjeta, ali i zato što je zakonom obvezno označiti svaki kemijski ili drugi spoj. U pojedinim zemljama svijeta postoje i posebne organizacije čiji je zadatak provođenje i kontrola kvalitete proizvoda, a s time i njihovo označavanje. Reakcija na mjestu zagađenja i označavanje tada pomažu u odabiru upijača. Prvo je klasificiranje za upijače koji su za more, tj. vode, odnosno za one koji se isključivo koriste na kopnu. Također, dijele se na one koji su napravljeni za upijanje ulja i na one koji upijaju ostale zagađivače. Standard pri obilježavanju odnosi se na pojedinosti i važne informacije o djelovanju.

Prilikom označavanja upijača, navodi se sljedeće:

1. ime upijača
2. tip
3. sadržaj pakiranja
4. količina
5. uvjeti u kojima se mora skladištiti.

Treba voditi računa o biranju i skladištenju upijača te gomilanju zaliha jer se nikada ne može točno odrediti kada će doći do neke nesreće te koliko će upijača biti potrebno. Upijači su uglavnom stabilni predmeti koji nemaju određeni rok trajanja. Treba ih držati u kontroliranim uvjetima gdje ne bi smjelo biti vlage. Naime, upijaju vodu vrlo lako čime im se smanjuje prihvatni kapacitet. Pitanje količine je problematično jer se nikad ne može reći kolika je vjerojatnost ili količina upijenog ulja. Kod ovlaštenih tvrtki obično upijači mogu dva puta pokriti prostor za koji tvrtka ima licencu, a na brodovima se to regulira SOPEP planom<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> HFO - teško gorivo, derivat s viskoznošću većom od 130 mm<sup>2</sup>/s pri 50 °C, gorivo koje se koristi za pogon brodskih motora.

<sup>6</sup> SOPEP (eng. *Ship Oil Pollution Emergency plan*) je plan sprječavanja zagađenja mora s broda. Ova se pravila impliciraju na brodove veće od 150 GT i ostala plovila manja od 400 GT. U potonjem je planu istaknut pregled mogućih postupaka u slučaju izlivanja ulja (popis ulja, moguća količina), tko bi trebao kontaktirati s broda prema kopnu (popis vlasti, državni nadzor, nadležna luka) i kako prijaviti ovaj događaj do najbliže stanice

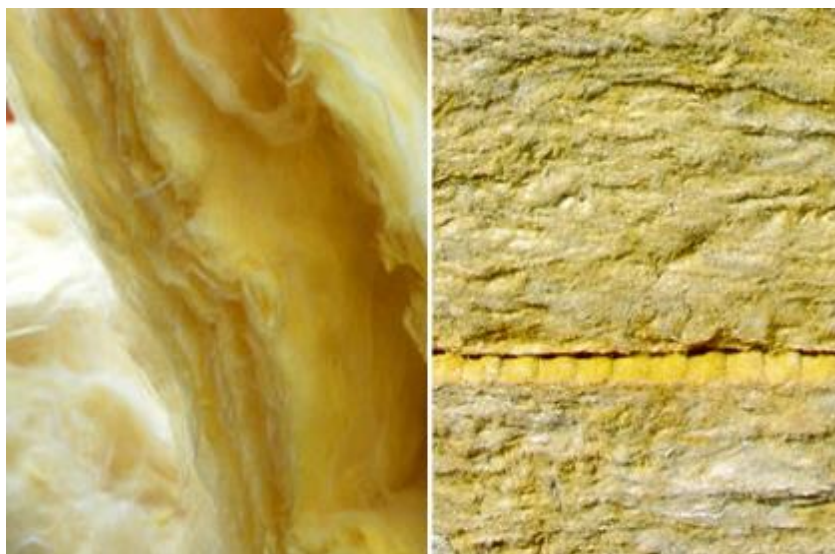
### 3. TIPOVI UPIJAČA

Upijači se mogu radi lakšeg poimanja razvrstati u nekoliko kategorija i to s obzirom na fizičku te kemijsku razdiobu.[6]

#### 3.1. FIZIČKA RAZDIOBA UPIJAČA

Upijače se može podijeliti prema podrijetlu: mineralno (organsko) te anorgansko (umjetno). U mineralne upijače ubrajaju se mineralna vuna i ekspanzirani perlit.

Mineralna vuna se dobiva propuhivanjem pare ili zraka kroz užarenu zgru (šljaka) visokih peći ili prelijevanjem mase dijabaza (na temperaturi 1600 – 1700 °C) preko brzrotirajućih, šamotnih diskova[23]. Dobivene fine staklaste niti slažu se u vunu. Gustoća vune je najčešće 40 – 50 kg/m<sup>3</sup>, a ovisi o stupnju zbijenosti. Priprema se (pakira) u rastresitom stanju, u užetima, u obliku filca, jastuka (u rolama, na mekoj podlozi ili jednostavno proširenih na pergamentu) i polutvrdih ploča uz dodatak veziva, fenolnih smola. Ploče su zbog smola otporne samo do temperature od 250 °C, a neobrađena vuna podnosi temperature do 800 °C.[23] Mineralna vuna u sprječavaju širenja ulja vrlo je korisna s obzirom na moć upijanja. Naime, upijanje se vrši ulaskom ulja i u sredinu vune, a ne samo na rubnim dijelovima što je učinkovitije jer se na taj način ne širi ulje dalje kao kod nekih drugih vrsta upijača.



**Slika 2. Mineralna vuna [23]**

---

obalne straže. Zapovjednik broda zadužen je za SOPEP akcije broda, zajedno s glavnim časnikom i podređenima koji su zaduženi za provedbu SOPEP-a na brodu.

Ekspandirani perlit je eruptivni aluminijsko-silikatni kamen koji se mehanički usitnjava i kratko zagrijava na 1000 °C. Voda sadržana u stijenu pretvara se u vodenu paru, napuhuje materijal i povećava njegov obujam 15 – 20 puta.[6] Nastali proizvod je bijeli granulat veličine zrna i do 6 mm. Pojedinačna zrna sastoje se od ćelija koje su odgovorne za termoizolacijska svojstva. Perlitski izolacijski materijali koriste se uglavnom kao izolacijski materijal za zasipavanje, rijetko u obliku ploča. Ekspandirani perlit nije zapaljiv, ali je osjetljiv na vlagu. Zato se, ako je u upotrebi kao izolacija jezgre, hidrofobira silikonima u disperzijama, bez sadržaja otapala ili pomoću umjetnih smola. Perlit zbog svojih svojstava vrlo dobro upija u sebe ulje budući da se za nj lijepi i zadržava na zrcima koje se sastoje od ćelija.[22]



**Slika 3. Ekspandirani perlit [22]**

Druga su vrsta upijača oni organskog podrijetla ili, pak, oni koji su nastali procesom fosilizacije, npr. treset i celuloza. Treset je tamnosmeđi do crni organski talog koji nastaje razgradnjom i raspadom mahovina, trave i stabala u vlažnim i močvarnim područjima, akumulacija je djelomično trule vegetacije. Oblici su treseta močvarno blato, baruština i šume močvarnog tla. Treset se ubire kao važan izvor goriva u pojedinim dijelovima svijeta. Celuloza je bijela vlaknasta tvar bez okusa i mirisa, netopljiva u vodi i organskim otapalima. Glavni je sastojak staničnih stijenki biljaka. Najrasprostranjeniji je polisaharid i najrašireniji organski spoj na Zemlji. Također je osnovni sastojak mnogih, danas nezamjenjivih, industrijskih proizvoda: papir, maramice (džepne salvete, toaletni papir, kuhinjske maramice

itd.), karton, ljepenka, vata (najčešće pamučna) i celulozna vlakna za tekstilnu industriju. Široku primjenu imaju i celulozni derivati (esteri i eteri) u proizvodnji lakova, eksploziva, ljepila, filmova, celulozida, sintetske vate i tkanine, itd. U uklanjanju ulja celuloza djeluje kao snažan upijač, a upija i vodu što ponekad može imati i negativan učinak. Upijanjem vode, brzo se popunjava kapacitet upijanja pri čemu nestane kapaciteta (mjesta) za upijanje ulja, odnosno općenito ulja. Osim toga, izuzetno je važno postaviti upijač na površinu izljeva jer se na taj način povećava djelovanje celuloze i sličnih upijača.

Treća vrsta su upijači umjetnog, tj. anorganskog podrijetla kao što su polipropileni i poliuretani.[6] Polipropilen (PP) je makromolekularni produkt polimerizacije propilena. Polipropilen je u obliku bijelog praška ili granula te predstavlja tvrdi termoplastični polimer koji ima višu temperaturu topljenja od polietilena, ali je manje otporan na niske temperature. Netopljiv je u organskim rastvaračima na sobnoj temperaturi, a iznad 80 °C rastvara se u aromatskim i kloriranim ugljikovodicima.[21]



**Slika 4. Polipropilen [21]**

### **3.2. PODJELA UPIJAČA PREMA REAKCIJI NA VODU**

Upijači se mogu podijeliti s obzirom na reakciju prema vodi na: hidrofilne i hidrofobne. Navedeni upijači se koriste na vodi i kopnu, ali jedino u reakciji s tekućim vrstama ulja, tj. zagađenjima gdje je ulje povezano ili pomiješano s vodom. Hidrofobni plutajući upijači djelotvorni su samo na ulje. Oni ekstrahiraju nepolarne zagađivače, tj. nepolarne elemente u gorivu. Hidrofobija je svojstvo materija i tijela koji odbijaju vodu ili se ne miješaju s njom, tj. izbjegavajući vodu djeluje na ulje. Hidrofobni upijači su lagani i plutaju na vodi. Neki upijači mogu biti hidrofilni zbog svoje prirode nastanka ili se mogu tretirati da bi postali hidrofobni. Hidrofobni upijači upijaju samo ulje i nauljeni materijal koji pluta na površini vode. Na taj se

način ulje uklanja iz okoliša. Hidrofobni upijači nakon rada, tj. zasićenja uljem, nastavljaju plutati, a postoji nekoliko vrsta.

Upijači za ulja (eng. *Oil Only Sorbents*) bijele su boje, a služe za upijanje ulja i ostalih tekućina koje su na bazi ugljikovodika (nema vode). Ovi upijači plutaju i vrlo su pogodni za odvajanje ulja iz vode. Upijači smeđe boje koriste se također za upijanje ulja i drugih tekućina na bazi ugljikovodika, ali oni uklanjaju nečistoće i čađu iz tekućine.

Upijači za kemijske izljeve koriste se kod curenja kemikalija, odnosno kiselih ili lužnatih spojeva. Oleofilni i hidrofilni upijači privlače ulja iz vode ili tekućine u kojima ima kemijskih spojeva nakon čega se koriste upijači od 100 % polipropilena koji najuspješnije upijaju tekuće kemikalije, kao što su kiseline, lužine i jaki oksidansi. Također se upotrebljavaju za čišćenje i održavanje poslovnih prostora, laboratorija, prijevoz opasnih tvari, itd.

Univerzalni upijači koji su sive boje upijaju gotovo sve uobičajene nautičke i rashladne tekućine, maziva, otapala te tekućine na bazi vode, kao što su kiseline i lužine. Vrlo je važno u korištenju hidrofilnog upijača izbjegavati dodir s raspršivačima ili deterdžentima budući da bi se njihovo djelovanje anuliralo, odnosno jedan bi izvlačio kiselinu, a drugi lužinu što je nedjelotvorno.[7]

Hidrofilni upijači su dizajnirani kako bi pokupili polarne tekućine, uključujući i vodu, te ostale polarne produkte. Koriste se kod izljeva ulja na nepolarne tekućine. Imaju različitu gustoću pa mogu plutati ili tonuti, a i varijabilne su težine, ovisno o kapacitetu upijanja. Zbog navedenih faktora koriste se samo na kraju kod uljnih izljeva. Od nekih polarnih upijača možemo istaknuti drvo, tj. drvenu prašinu koja nastaje pri brušenju ili piljenju drva. Strugotine po svojoj veličini mogu kupiti više ili manje zagađene tekućine, npr. strugotine od blanjanja drva koriste se za prikupljanje gustih ulja jer imaju veću površinu upijanja. Strugotine od ispiljenog drva upotrebljavaju se za upijanje finijih ulja jer se rjeđe ulje sporo hvata na male, fine i gusto posipane čestice drva.

Tablica 1. Prikaz efektivnosti različitih vrsta materijala od kojih se rade upijači.[7]

	<b>MATERIJAL IZRADE</b>	<b>PREDNOSTI</b>	<b>NEDOSTATCI</b>
<b>RASUTI</b>	Organskog su podrijetla uključujući koru, treset, piljevinu, papir-celulozu, pluto, slamu, vunu i ljudske dlake. Sintetički, u prvom redu polipropilen	Često su širokodostupni kao otpad ili nusprodukt industrijskih procesa. Uglavnom su jeftini. Mogu se koristiti bez straha da će ugroziti život divljih životinja.	Teško ih je postavljati i kontrolirati njihov rad u otežanim vremenskim uvjetima. Teško ih se sakuplja. Iskorišteni materijal se teško pumpa. Zbrinjavanje zauljenog materijala je teže nego skupljanje samog ulja.
<b>RASUTI U PAKIRANJU</b>	Svi gore navedeni materijali se koriste. Način na koji funkcioniraju je da stvaraju forme. Za to se koriste mreže u koje se ovaj materijal puni.	Lakši su za impletaciju i postavljanje od rasutih upijača u nepakiranoj formi. Upijači u ovakvom obliku više upijaju i bolji su od rasutih oblika.	Strukturna snaga upijača je ograničena na materijal kojim su obavijeni, tj. mreže. Organski upijači u ovakvim formama mogu postati vrlo brzo teški. Njihova težina im umanjuje plovnost. Prihvatni kapacitet je ograničen.
<b>TVORNIČKI PAKIRANI</b>	Sintetičkog su materijala te u prvom redu se koristi polipropilen.	Prednost im je dugotrajno skladištenje. Relativno su jednostavni za implementaciju i popravlanje ako se oštete. Imaju veliki prihvatni kapacitet za ulje. Ovo se dobiva isključivo pravilnom upotrebom.	Imaju ograničenu učinkovitost za viskozna ulja. Nakon korištenja dolazi do mogućeg raspadanja strukture što predstavlja problem za odlaganje.
<b>VLAKNASTI</b>	Materijal izrade je isključivo sintetički te je to također u prvom redu polipropilen.	Idealan je za vrlo viskozna ulja.	Postoji ograničena učinkovitost za lakohlapljiva ulja.



### 3.3. PODJELA UPIJAČA PO OBLIKU

Prema obliku upijače možemo podijeliti na rasute, jastuke, pokrivače, cerade, krpe, kobasice i ostale specijalne produkte.[6]

Rasuti upijači su po svojoj formi i obliku nepravilni komadni upijači, nemaju nikakvu vezu između sebe i tako djeluju. Mogu biti organskog i anorganskog podrijetla. Vrlo se često koriste, s obzirom na široki spektar primjene. Upotrebljavaju se kod manjih izljeva, odnosno kada se brzo trebaju pokupiti ostaci ulja na suhim površinama. Nedostatak rasutih upijača jest otežano sakupljanje, s obzirom da se ono ne može izvesti bez mehaničkih pomagala, kao primjerice usisivača ili stlačenog (komprimiranog) zraka. Na ovaj način ih se dovede u kut, nakon čega se nastavlja sakupljanje lopatama ili nekom drugom vrstom pomagala. Kada se natope uljem skupljaju se i postaju ljepljivi, a ako se ostave duže vrijeme, mogu se i osušiti i tako postati neadekvatni za rukovanje. Ovo se najčešće događa u radu s teškim gorivima i ostalim ljepljivim ugljikovodicima, bojom pogotovo. Svaka boja ima u sebi katalizator koji ubrzava proces sušenja čime se boja stvrdnjava, a kada se prolije po palubi koristi se upijač koji brzo treba pokupiti razlivenu masu. Neki spojevi imaju i drugu komponentu, tj. ubrzivač koji boju veže kao kod dvokomponentnih boja. Proces je tada još kraći ako se uzme u obzir i temperatura koja ubrzava proces sušenja.

Cement je građevinski vezivni materijal dobiven usitnjavanjem i pečenjem vapnenca te lapora u fini prah. Jedan je od najčešćih upijača, pogotovo na brodu koji ima široku primjenu i nalazi se u SOPEP opremi.



**Slika 5. SOPEP oprema na brodu [18]**

Cement vrlo dobro upija, ali i veže te zadržava ulje. Cement se u dodiru s morem i vodom stvrdnjava pa je ta primjena jako diskutabilna budući da ulje ostaje u vodi, ali u drukčijem agregatnom stanju. Cement se jedino koristi na brodu kod izljeva po palubi, kada je izljev na suhome u stroju ili u nekim drugim prostorima na brodu. Može ga se koristiti za upijanje boje te ostalih tekućina i kemikalija.

Jastuci su, pak, kako im sam naziv kaže, namijenjeni dugom upijanju. Koriste se kod prvog djelovanja na izljev. Debljine su nekoliko centimetara, a smanjuju se koliko im se povećava kapacitet upijanja. Kad se potpuno popune, spljošte se. Kod premještanja može doći do izlivanja ulja budući da djeluje kao spužva. Jastuci se lako spremaju i uglavnom su omotani plastičnom folijom kako bi se zaštitili od atmosferskih utjecaja. Na jastuke djeluje vlaga, more i voda. Pri skladištenju treba voditi računa o foliji kako se ne bi probušila, ali i redovito vršiti preglede. Ako se uoče rupe na uskladištenoj robi, vlaga se jedino može ukloniti izlaganjem jastuka suncu.



**Slika 6. Jastuci za upijanje [20]**

Pokrivači su vrlo korisni za završno čišćenje, a deblji su ne više od 3 mm.[6] Napravljeni su od više tankih slojeva, ali jedan pokrivač može sadržavati i nekoliko metara tkanine. Posebno su korisni za zakrivljene površine za razliku od spomenutih upijača. Kada im se kapacitet popuni, prestanu djelovati, a kada želimo maknuti ulje, vrlo slabo izlazi zbog čega je učinkovit za zatvorene prostore. Iako im je kapacitet manji od jastuka, krajnje izlivanje pri micanju znatno je manje. Pokrivači se mogu koristiti i za zaštitu vodoopskrbe i to stavljanjem pokrivača na mjesto iz kojega izvire nauljena tekućina. Pokrivač se skladišti jednostavno: zarola se, omotan prvo konopcem koji ga drži u formi, a nakon toga omotan plastičnom folijom zbog zaštite od vlage i drugih atmosferskih nepravilika.



**Slika 7. Uljni pokrivač [19]**

Cerade su materijali od netkane vune, koriste se za sušenje, a obično se pojačavaju i konopom radi lakšeg rukovanja.[6] Nedostatak cerada je što postanu teške i mogu se lako potrgati. Na krajevima cerade postavlja se konop koji pomaže pri premještanju. Kada se uklanjaju uljne mrlje na moru, cerade su najbolje rješenje. Mogu se lako rasporediti, jednostavne su za korištenje i vrlo jeftine. Naime, proizvodnja ceradi uključuje tkanje materijala nakon čega se jakim koncem prišiva konop za ceradu, obično najlonskim jer je lagan, pluta te ne ugrožava plovnost cerade. Cerada ne upija vodu, uvijek pluta na površini vode, iznimno je otporna na vatru i jednostavna za odlaganje. Otpornost na vatru je vrlo bitna budući da nekada u aktivnoj fazi izljeva ima i vatre koja služi za povlačenje ulja, a ne može potpuno izgoriti.

Može se istaknuti da cerada služi kao zaštita od dodatnog priljeva ulja kada prilazimo izvoru onečišćenja. Cerada se stavlja na izvore iz kojih izlazi ulje ili neka druga nauljena tekućina. Pri svakom onečišćenju potrebno je prvo naći izvor i njega neutralizirati (npr. cerada se omotava oko razbijene cijevi ili rupe). Nakon korištenja cerade, može se spaliti i to u kontroliranim uvjetima u *inceneratoru*. Izgaranje je u *inceneratoru* zakonom propisano za sve upijače ili bilo koja druga sredstva koja se moraju uništiti. Tijekom spomenutog procesa mora se imati na umu oslobađanje otrovnih para koje mogu kontaminirati okoliš, posebice ako je riječ o teškim gorivima i frakcijama. Kad je proces spaljivanja gotov, kao ostatak izgaranja ostane manje od 0,02 % po težini izgorenog materijala, a ostalo ide u pare koje idu u atmosferu.[18]



**Slika 8. Cerada za prikupljanje ulja s konopom [18]**

Kobasice su upijači koji su u rasutom stanju, ali u formi kobasice radi lakšeg djelovanja. [17] Omotani su mrežastom ovojnicom koja propušta ulje. Upijajuće se kobasice sastoje od tekstilnih prediva u obliku cijevi te su u potpunosti ispunjene upijajućim materijalom. Obično se sastoje od zbijenih polipropilenskih pahuljica koje se nalaze unutar formiranog prediva. Tkanina koja obavija cijev daje optimalnu snagu i oblik, čak i kada je potpuna. Pahuljice pružaju maksimalnu površinu kontakta s izlivenim uljem, jamče najvišu apsorpciju, obvezujuću snagu i sprječavaju ponovno apsorpiranje ulja i njegovo isticanje (osobito ako se kobasica mehanički ili ručno uklanja). Napravljene su od otpornog najlona s optimalnom veličinom oka od približno 6 mm.[6] Na kobasici je kanal na kojem je učvršćeno uže za vuču po cijeloj duljini kraka. Upijajuće kobasice su jednostavne za rukovanje. Na kobasicama se nalaze velike kuke i prstenja, posebice na svakom kraju koji služi za povezivanje. Mogu se postaviti na način da jedna drugu preklapaju što jamči bolju sigurnost, a sprječava izlijevanje ulja. Upijajuća kobasica je namijenjena zahtjevnom i neprekidnom korištenju, a može plutati i potpuno zasićena uljem. Djelovanje kobasice može se ograničiti na kopno i na more. Za djelovanje na moru imaju tzv. suknu ili plašt koji im omogućava plutanje, ali i odbija vodu. Mogu hvatati samo plutajuće materijale, ulje i nauljenu vodu. Supersorbenti ili superupijači u obliku kobasica pune se gušćim polipropilenskim pamukom koji više upija, čak do 90 % svoje težine. Upijači u obliku kobasice ispunjeni plutom mogu biti komadni ili ispunjeni granulama pluta. Navedeno punjenje je vrlo povoljno i ekološki prihvatljivo jer je pluto (eng. *cork*) održiva, 100 % prirodna, obnovljiva i biorazgradiva sirovina, izvađena iz kore hrasta plutnjaka. Hrast plutnjak ima osobinu odbacivanja svoje kore koju mijenja rastom, a spomenuta se kora sakuplja bez izravnog uništavanja drva.[6]



**Slika 9. Uljna kobasica[17]**

Krpe ili pomponi namijenjeni su za upijanje vrlo gustih ulja.[6] Spomenuti se upijač sastoji od dva osnovna dijela: prvi je hvatište vlakana iz kojeg izlaze trakice koje upijaju ulja. Služi za radove u stroju i čišćenje neravnih dijelova. Kanava se koristi kao sredstvo za čišćenje nauljenih dijelova stroja i dobro podnosi miješanje s kemikalijama za čišćenje. Također, kanava je biološki razgradljiva i nije ekološki štetna. Pomponi se obično koriste u neposrednoj blizini obale te služe za prikupljanje teških goriva kao što je HFO (eng. *heavy fuel oil*) tj. mazut, a upijaju od 20 do 60 puta svoje mase, ovisno o viskoznosti ulja. Uljne krpe se pojedinačno koriste sa separatorom ulja/vode. Koriste se i kod pravljenja zamke za hvatanje ulja na vodu; jednostavne su za čišćenje stijena i stupova. Uljne krpe na užetu olakšavaju dohvaćanje, a najučinkovitije su za upijanje s pješčanih i stjenovitih plaža te u močvarama. Užad ih osigurava do obale za čišćenje. Pomponi se potapaju u ulje s površine i ekstrahiraju ugljikovodike. Zatim se podižu iz nauljene vode ili mora te ih se transportira u posebnim vrećama zbog visokog rizika od izlivanja ulja.



**Slika 10. Uljani pomponi[16]**

Od ostalih vrsta upijača bitno je naglasiti upijače koji tonu, mreže koje upijaju ulja, upijače koji se postavljaju na plažu i djeluju na razlici plime i oseke, biorazgradive upijače i ostale specijalne upijače.



**Slika 11. Prikupljanje nauljene vode [15]**

Upijači koji tonu zapravo su plutajući upijači, koji, kada se napune uljem, zarobe ga i potonu na dno. Nisu dobri za korištenje u dubokom moru gdje je dno puno kamenja budući da ulje samo prividno nestaje s površina, ali ono i dalje djeluje u prirodi jer mu je promijenjena specifična težina. Postoje mnogi drugi upijači koji su više kompliciraniji i koriste se za mnoge druge stvari i na drugim mjestima. Također, postoje upijači specijalizirani za ceste i druga područja. S upijačima treba djelovati brzo i oprezno jer neki od njih postaju zagađivači kada im se prihvatni kapacitet popuni. Tada ulje počinje izlaziti čime se pojavljuje još veći problem, kao što je požar zbog zapaljivih para koje prevladavaju posebice u lakohlapljivim gorivima.

## **4. KRITERIJ ZA ODABIR I KORIŠTENJE UPIJAČA**

Prije uporabe upijača važno je istaknuti da oni služe jedino kod manjih izljeva i isključivo kao filtriranje ili zaštita rubnih dijelova. Oni se koriste prilikom brzih intervencija u obalnim vodama, lukama ili estuarijima te ušćima rijeka. Također, koriste se za zaštitu rubnih dijelova i obala rijeke gdje su nepristupačni i teško dostupni tereni, na mirnim jezerima ili lokvama. Posebno se koriste kod trstike i mangrove šume jer su ove biljke vrlo porozne i šuplje zbog čega izljev uspješnije prodire u njihovo raštrkano stanište. Na kopnu se koriste kod malih izljeva kada brzo treba onemogućiti prolaz ulja do rahle zemlje ili nekih podloga gdje je brzo upijanje. Koriste se kada treba posušiti nepristupačne dijelove ceste ili na vozilima. Treba paziti na pravilan odabir upijača. Potrebno je napomenuti kako prilikom rukovanja samo upotreba različitih upijača može efikasno pomoći u rješavanju izljeva, ali nije ih dobro kombinirati s drugim raspršivačima jer se može zamijeniti učinkovitost.

### **4.1. KAPACITET UPIJAČA**

Kapacitet zadržavanja upijača mijenja se tijekom korištenja i u svezi je s težinom. Spomenuti kapacitet izražava koliko upijač može zadržati ulja, a računa se u kontroliranim laboratorijskim uvjetima.[6] On služi čistačima u korištenju upijača ulja, kako bismo mogli izračunati koliko im je potrebno upijača. Za svaki upijač može se izračunati teoretska cijena po litri, odnosno podijeli se kapacitet zadržavanja s cijenom upijača.[6] Volumenski se kapacitet zadržavanja jednostavno može dobiti tako da se težinski kapacitet zadržavanja u masi pretvori u volumen. Mora se uzeti u obzir i približna gustoća upijača.

Pakiranje upijača mora biti pažljivo birano. Proizvođač pakira upijač čime garantira njegove sposobnosti i upijanje koje može biti smanjeno ako se puni vlagom. Nekad pakiranje može oštetiti upijač, npr. ako se kobasica ošteti, može izaći cijeli sadržaj upijača.

## **4.2. KRITERIJ ODABIRA VELIČINE UPIJAČA**

Prilikom rukovanja s rasutim upijačima treba voditi računa o veličini jer ista može olakšati, ali i stvoriti problem prilikom rasipanja ili sakupljanja. Treba voditi računa o upotrebi zaštitne opreme, kao i spriječiti udisanje finih čestica prilikom nanošenja tipa A, ali i pripremiti kako ga se kupi. Kada je riječ o veličini za rukovanje tipovima B, C, D i E, ne smiju se pokidati ili pak puknuti od težine koju su prikupili. Rukovanje spomenutim tipovima zahtijeva opreznost i brzinu u otklanjanju upotrijebljenih upijača. Potrebno je pravilno uklanjanje i odlaganje na prikladno mjesto. Prilikom postavljanja upijača na more ili rijeku treba voditi računa i o strujanju rijeke ili mora, morskoj razini i vjetru kako ne bi došlo do puknuća upijača, posebice na rubnim dijelovima zagađenja.

### **4.2.1. Plovnost**

Plovnost upijača je jako bitna jer će jedino tako biti učinkovit na plutajuće ulje. Kad je upijač zasićen s uljem i vodom mora imati sposobnost zadržati uzgon i tako ostati na površini. Brojni prirodni organski materijali kao što su slama i piljevina imaju dobar uzgon, ali s vremenom se njihov prihvatni kapacitet popuni te gube plovnost i počinju tonuti. Uzgon može u nekim slučajevima biti štetan za učinkovitost upijača. Primjerice, pojedina lagana, manje viskozna ulja mogu se nalaziti na površini iznad težih viskoznih ulja te se zbog prevelike plovnosti upijača ne mogu sakupiti. U takvim slučajevima upijače treba mehaničkim putem miješati da bi se nakupilo ulje u njemu.[7]

### **4.2.2. Zasićenje uljem**

Zasićenje uljem ili prihvatni kapacitet je jako bitna stavka kod korištenja upijača, čak relativno mala mrlja ulja može brzo prekapacitirati neke upijače. Ulje zatim može biti pušteno iz upijača u okoliš što je štetno. Jednom zasićeni upijači ne mogu se koristiti za daljnje djelovanje i trebaju biti uklonjeni iz korištenja. Razina zasićenja teško se može prepoznati, pri čemu se brana ili kobasica prerežu da se vidi unutrašnjost.[7] Nepotpuno zasićenje dovodi do neiskoristivosti upijača, a samim time i povećava trošak uklanjanja ulja. Takva situacija se može izbjeći na način da se koristi brana s malim promjerom gdje se lako može vidjeti je li unutrašnjost zasićena ili ne. Također, zasićenost je povezana s viskoznošću ulja. Manje viskozna ulja će lakše prodrijeti u unutrašnjost i tako napuniti prihvatni kapacitet upijača.



### **4.2.3. Zadržavanje ulja**

Sposobnost zadržavanja ulja je jedan od ključnih aspekata koji je jako bitan prilikom upotrebe upijača. Temeljna sposobnost upijača je zadržavanje ulja. Neki materijali brzo adsorbiraju ulje, ali čim napune svoj kapacitet počinju ispuštati ulje u okoliš. Rezultat otpuštanja može biti u vezi s utjecajem vjetra, valova i struje. Isto tako, neki upijači ne mogu zadržati ulje kada se izvade iz vode ili mora te ga onda ispuštaju zajedno s vodom koja se cijedi iz njega. Zadržavanje ulja može biti osobit problem kod upijača sa slabom unutarnjom strukturom kao što su prirodni upijači. Upijači, odnosno materijali s finim porama, kao što je polipropilen koji u sebi sadrži pjenastu strukturu, pokazuju dobru retenciju ulja, ali prilikom prikupljanja ne mogu zadržati ulje. Brzina otpuštanja ulja je u koleraciji s viskozitetom ulja. Što je ulje više viskozno, to će ga upijač manje otpustiti kada se prikuplja.

### **4.2.4. Čvrstoća i trajnost**

Čvrstoća i trajnost upijača je važna stavka prilikom odabira i manipulacije s njima. Upijači mogu ostati duže vrijeme na licu mjesta i djelovati postepeno. Stoga je bitna njihova čvrstoća i trajnost jer su izloženi vremenskim uvjetima. Upijači se mogu početi raspadati u roku od nekoliko sati ako nisu jaki. Kao posljedica djelovanja okoliša javljaju se problemi kao što su valovi ili abrazije morskih stijena. Snaga nekih upijača može biti pojačana s jakom vanjskom oblogom od nekakve jake mreže. Postoji i opasnost od puknuća pri čemu se ulje širi u okoliš.

### **4.2.5. Cijena**

Cijena je jako bitna stavka budući da borba s uljem zahtijeva velike napore. Trošak proizvodnje upijača uvelike varira te u prvom redu ovisi o materijalu koji se koristi. Organski i anorganski materijali nemaju istu cijenu, ali su uvelike jeftiniji od sintetičkih materijala. Javlja se problem da se cijena uvećava jer je efektivnost upijanja slaba. Količina se povećava, a samim time i cijena po jedinici iskorištenog materijala. Kod sintetičkih upijača moć upijanja je veća i tada cijena opravdava korištenje.

### 4. 3. KRITERIJ ODABIRA MATERIJALA UPIJAČA

Najvažniji procesi u ranim stadijima uljne mrlje su:

- širenje,
- isparavanje,
- raspršenje,
- stvaranje emulzije.

Dugoročni procesi koji određuju konačnu sudbinu ulja su:

- oksidacija,
- taloženje te
- biorazgradnja.

Kriterij odabira materijala povezuje se s prirodom korištenja. Nekoliko je kriterija koji se moraju uzeti u obzir. Prije svega valja provjeriti je li materijal kompatibilan s uljem, pogotovo kada se suočavamo s kemijskim zagađenjem. Može se dogoditi da ulje ili kemijski spojevi unište upijač ili blokiraju njegovo upijanje čime se troši i vrijeme i novac. Nekada je riječ o kombiniranom zagađenju kod kojeg se treba paziti na posljedice. Uporabom upijača treba voditi računa o odlaganju korištenog upijača jer ispuštaju ulje (gorivo) u tekućem obliku ili pak štetne pare. Pare su izraziti problem u zagađenjima lakih goriva, tj. onih koji brzo i lako ishlapljuju. Nekontroliranim ispuštanjem štetnih i vrlo otrovnih plinova koji nastaju kao produkt izgaranja ulja i upijača također može doći do opasnih posljedica.

## **5. RUKOVANJE UPIJAČIMA**

U radu s upijačima se treba istaknuti da su oni produkti opasni za zdravlje, a neki od njih ispuštaju otrovne čestice koje se ne preporuča udisati. Ulje i ostala goriva aromatski su ugljikovodici koji imaju kancerogene spojeve u parama. Nadalje, jako je bitna adekvatna zaštita kako u dodiru s navedenim sredstvima ne bi došlo do zdravstvenih poteškoća. Neophodno se koriste sredstva za zaštitu lica, očiju, ruku i dišnih puteva te se koristi odgovarajuća odjeća i obuća koja je otporna na kemikalije i ostale nagrizajuće tekućine. Rasuti upijači mogu proizvoditi prašinu koja može izazvati alergijske probleme kod korisnika zbog čega svi članovi ekipe za spašavanje od zagađenja moraju obaviti liječnički pregled i provjeriti jesu li alergični te se pravovaljano zaštititi. Treba uzimati u obzir i vremenske uvjete i smjer vjetrova kako se ne bi nanosile kemijske čestice i ostala prašina na osobe koje rukuju upijačima.

### **5.1. POSTAVLJANJE UPIJAČA**

Nakon reakcije na uljni izljev i odabira upijača, dolazi do njegovog postavljanja. Ono je svaki put drukčije i ovisi o raznim tipovima upijača, prirodnim i meteorološkim uvjetima. Postavljanje rasutih upijača vrši se vrlo brzo, što je i prednost. No, neki su podložni vremenskim uvjetima i tada se anulira njegovo djelovanje. Postavljanje rasutih upijača tipova B, C i D radi se s određenim vrstama strojeva koji omogućuju brzo postavljanje i zamjenjuju ljudski rad.[6] U zagađenjima je to vrlo bitno jer uglavnom sudjeluju volonteri i specijalizirani radnici.

Na otvorenom moru postavljanje dodatno otežava morska struja koja ubrzava postavljanje upijača, ali i širenje ulja. Postavljanje se vrši brzim plovilima, pogotovo na otvorenom moru u manjim i rubnim dijelovima mora, s malim i okretnim brodicama koje omogućuju preciznije postavljanje. Spomenuti specijalni brodovi imaju i top koji može bacati rasuti upijač.[6] Postavljanje se vrši i puhalicama, s kojima se pojavljuju prašina i čestice u zraku. One mogu izazvati poteškoće u disanju jer su neke čestice otrovne. Upijače je moguće postaviti i tako da se stavljaju u mreže. Ručno postavljanje je najsporije i djelotvorno je kod vrlo malih izljeva, osušivanja ili čišćenja malih i nepristupačnih dijelova. Neki upijači se mogu koristiti više puta tako da je moguće i ponovno postavljanje i višekratno korištenje. Prilikom reakcije na uljni izljev uvijek treba imati na umu da su sve reakcije podložne atmosferskim prilikama pa djelovanje može biti znatno ograničeno.



**Slika 12. Postavljanje upijača na otvorenom moru [21]**

Korištenje upijača kraj obale može odigrati veliku ulogu u priobalnoj borbi s uljem. Međutim, treba izbjegavati preveliku upotrebu velikih količina upijača. Prevelika upotreba stvara sekundarne probleme vezane uz odlaganje zauljenog materijala. Prema tome, upotrebu velikih razmjera upijača treba ograničiti na one situacije gdje druge tehnike nisu izvedive ili će biti manje učinkovite ili izvedive. Ulje na tvrdim pješčanim plažama, na primjer, obično se može ukloniti bez opsežnog korištenja upijača, tj. zakopavanjem. Radnici opremljeni lopatama ili uporabom rovova miču zauljeni materijal i skladište ga van plaže.

Uklanjanje ulja kraj obale može biti otežano. Postoje mjesta gdje je nemoguće pristupiti osim pješice, a gdje brodice i crpke također ne mogu doći. Tada se primjenjuju usidrene brane s upijačima blizu obale. Ovakve brane ne utječu na akcije čišćenja. Obala se također pere s visokotlačnim peraćima.

Nadalje, ovakve brane su pod utjecajem kolebanja morske razine i trebaju biti dobro osigurane. Treba spriječiti dodir s obalom koja ih može uništiti. Ovakav se proces naziva i „pasivnim čišćenjem“. Jedna od tehnika može biti i postavljanje brane na način da je jedan kraj brane osiguran na obali, a drugi je slobodan u moru i usidren za morsko dno. Valja napomenuti da nijedna plutajuća brana nije sposobna zaustavljati ulje protiv morskih struja jačih od 0.7 čvorova (0.35 m/s) bez obzira na veličinu i dubinu plutajuće brane. Ovaj učinak ograničava brzinu po kojoj se plutajuće brane mogu vući do ispod 0.5 čvorova.[9] Druge važne karakteristike plutajuće brane su snaga, jednostavnost i brzina razmještaja, pouzdanost, težina i trošak održavanja. Plutajuća brana mora biti dovoljno izdržljiva za svoju namjenu i mora podnijeti nestručno rukovanje, budući da obučeno stručno osoblje nije uvijek na raspolaganju.

## 5.2. PRIKUPLJANJE UPIJAČA

Prikupljanje je vrlo spor i težak proces koji je bitan jer se uklanja ulje iz okoliša. Započinje relativno brzo nakon djelovanja upijača i ispunjenja prihvatnog kapaciteta. Beskorisno je i nepotrebno duže ostavljanje upijača budući da onda ne djeluju više na ulje, bez obzira na to gdje se izljev dogodio. Prikupljanje rasutih upijača je problematično jer upijači u navedenom stanju mogu svugdje zapeti, pogotovo ako se radi o stjenovitom terenu, punom neravnina i ostalih krivina. Na kopnu se uklanjaju pomoću lopata, metli ili nekih drugih ručnih alata, ali i strojno: usisivačem ili nekim drugim izvorom vakuuma. Mogu se gurati pod tlakom zraka u jedno mjesto i onda pokupiti.

Na moru je malo kompliciranija situacija jer vjetar može otpuhnuti rasute upijače. Obično ih se kupi pomoću mreža na površini koje imaju pluta i drže mrežu na površini dok je brodovi (ili brod) vuku. Ako su uključena dva broda tada oni drže mrežu otvorenu i moraju se paralelno postaviti jedan pored drugoga. Samo je navedenim načinom mreža potpuno otvorena i omogućuje efikasno kupljenje upijača. „Oko“ mreže mora biti manje od veličine upijača jer bi mogao proći kroz mrežu. Može se koristiti *skimmer*<sup>7</sup> koji na svojim oleofilnim diskovima lijepi nauljene upijače. *Skimmer* je spojen na vakuumsku pumpu čime kupimo rasute komadiće upijača. Budući da pumpa trpi određenu veličinu rasutog upijača, moguće je zaglavljenje. Svako je kupljenje beskorisno ako su atmosferski uvjeti (nemirno more, vjetar, snažna struja) jaki i nepredvidivi jer tada svaka akcija na moru predstavlja uzaludno potrošeno vrijeme i novac. Pri kupljenju treba svaki izljev ograditi branama koje pomažu u zadržavanju rasutih upijača.

Ostale upijače (krpe, spužve i sl.) moguće je učinkovito ukloniti ručno. Ponekad se na moru koriste specijalni brodovi koji imaju otvor sprijeda za ulaz nečistoće i smeća čime skupljaju sve plutajuće upijače.

---

<sup>7</sup> Skimeri se koriste za prikupljanje lakih i teških ugljikovodika putem sisanja pumpom. Nastavak sadrži oleofilne diskove s kojim se ulje prikuplja, može se kretati u dva smjera. Ukoliko se pojas kreće prema površini ulja, skimerom se može postići visoka stopa uklanjanja lakih ulja, a ukoliko se pojas kreće u smjeru od površine ulja, skimerom se mogu ukloniti vrlo teška ulja s niskim sadržajem vode.



**Slika 13. Prikupljanje zauljenih kobasica [7]**

### **5.3. SKLADIŠTENJE I ODLAGANJE ISKORIŠTENIH UPIJAČA**

Metoda odlaganja upijača nakon korištenja ovisi o više čimbenika. Prije svega, valja sagledati prirodu ulja koje je prikupio upijač budući da sva ulja ne djeluju isto. Nakon toga treba provjeriti koji je upijač korišten i ocijeniti reakciju prema ulju i vodi. Neophodno je voditi računa o koncentraciji ulja i vode u upijaču koji se odlaže i na kraju o volumenu cijelog upijača. Volumen varira pa je nekad bolje prvo upijač izložiti suncu kako bi para ishlapila, a ostalo ulje. Na taj način se smanjuje volumen. Potrebno je voditi računa i o tome da se nauljeni materijal ne miješa s drugim otpadom. Druge nauljene materijale također treba maknuti od nauljenih iskorištenih upijača i segregacijom materijala nakon onečišćenja.

Iskorišteni upijači na moru se moraju pohraniti na adekvatan način kako ne bi ispuštali ulje dalje. Na moru ih se kupi ručno, s brodom, a potom i s obale prije konačnog odlaganja. Opcije za odlaganje koje se mogu razmotriti su uglavnom odlaganje, tj. uništavanje i recikliranje. Uništavanje se može nekad koristiti ako su u blizini dostupna postrojenja za separaciju ulja ili rafinerije gdje se uništavaju tako što se pale.[7]

#### **5.3.1. Paljenje**

Paljenje je proces u kojemu se namjernim izazivanjem vatre uništava materijal i do 90 %, uz oslobađanje visoke temperature.[9] Spaljivanje je jedna od tehnika koje se koristi za uklanjanje ulja s površine mora. Paljenje se može izvoditi na otvorenom prostoru ili u zatvorenom, tj. u kontroliranim uvjetima. Paljenje na otvorenom je jednostavnije jer je

jeftinije. Zauljeni se materijal stavlja na hrpu pri čemu je važno obavijestiti nadležne institucije da je proces paljenja u tijeku. Paljenje se izaziva obično s nekim lakim uljem, tj. lakohlapljivim uljem koje se lako pali. Na otvorenom prostoru ima dovoljno kisika koji podržava proces gorenja. Nekada treba očekivati prvotnu burnu reakciju popraćenu s jakim plamenom. Zauljeni materijal može biti bogat parama koje su jako opasne. Osoba odgovorna za paljenje mora biti upoznata sa sadržajem koji se spaljuje.

Spaljivanja se može vršiti i u zatvorenom prostoru u kontroliranim uvjetima, tj. u inceneratorima<sup>8</sup> koji imaju atest za takve procese. Prilikom takvih procesa oslobađa se visoka temperatura i otrovni plinovi koji mogu naštetiti okolišu i ljudima. Ovo je zapravo neizbježan proces jer se njime sve uklanja iz okoliša. Nekad se radi i u pećima za pravljenje cementa gdje nauljeni materijal služi kao sirovina ili gorivo za održavanje plamena i temperature.

### **5.3.2. Zakopavanje**

Zakopavanje je relativno jednostavan posao budući da se rovokopačem nauljeni materijal stavlja u zemlju. Jeftin je, ali za okoliš i ljude nekad opasan. Ne može se bilo koji nauljeni materijal tako odložiti jer se mora brinuti i o materijalu upijača koji je nauljen. Obično se zakapaju upijači od prirodnog materijala koji s vremenom istrunu u zemlji i tako stope s okolišem. Ulje koje je na njemu obično je lakorazgradivo, kao što su neke vrste prirodnih ulja i lakih frakcija. Materijal se melje i miješa sa živim vapnom koje pravi stabilnu vezu između nauljenog materijala i vapna. Vapno se mora miješati uz dodavanje vode koja služi za aktiviranje vapna. Ova reakcija oslobađa temperaturu što omogućava ulju koje je još slobodno da se veže za mineralnu podlogu, a spomenuti se proces izvodi pomoću miješalice za beton. Nakon završenog procesa nauljeni materijal postaje stabilan što je vrlo bitno jer je oslobađanje ulja u okoliš zaustavljeno. Zakopavanje se još vrši miješanjem s pepelom koji također neutralizira ulje. Takav se spoj može održati jedino ako nema materijala koji je podložan truljenju.

Troska (drozga, šljaka) dobiva se pri proizvodnji željeza u visokim pećima kao ostatak. Naglim hlađenjem tekuće troske koja pliva na rastaljenom željezu granulira se u zrna klinkerskog oblika. Postoje dva oblika troske: bazična i kisela. Bazična sadrži najmanje 50 %

---

<sup>8</sup> Incenerator je uređaj za spaljivanje različitih stvari u zatvorenim kontroliranim uvjetima, Paljenje se inicira sa lako zapaljivim gorivom koji pali stvar koja se želi uništiti. Prilikom ovoga procesa oslobađa se velika temperatura. Ostatci su obično samo pepeo.

bazičnih oksida  $\text{CaO}$ <sup>9</sup> i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ <sup>10</sup>, a ostatak je najvećim dijelom  $\text{SiO}_2$ <sup>11</sup>. Kisela zgura sadrži znatno manje od 50 % bazičnih oksida  $\text{CaO}$  i  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , a prevladava  $\text{SiO}_2$ . [11] Kao vezivo upotrebljava se samo bazična zgura. Troska sama nema vezivna svojstva, ali svojstva dobije nakon dodavanja katalizatora (vapno, gips). Glavni je mineral bazične zgre belit koji ima produkte hidratacije skoro identične kao i hidrati belita iz cementnog klinkera. [7] Proces hidratacije troske i portland cementnog klinkera istog su i osnovnog tipa. Troska se također koristi kao stabilizator koji se miješa s nauljenim materijalom. Bitno je da je materijal tvrd i otporan na mehaničko miješanje i udarce. Pepeo je rezidualni prah koji ostane nakon izgaranja neke tvari. Pojedini pepeo je koristan kao onaj koji nastaje izgaranjem drveta, a koristi se u poljoprivredi i proizvodnji sapuna. Pepeo i troska nusprodukti su izgaranja ili taljenja čelika tako da ima višestruku korist u očuvanju okoliša. Kad je riječ o kemikalijama, situacija je ozbiljnija budući da se koristi kemikalija koja je spoj više elemenata različitog reagiranja. Nekad navedene tehnike nisu moguće i vrlo ih je teško odvojiti. Treba ih tretirati drugim kemikalijama kako bi se razbila veza između dva materijala, a ono je vrlo skupo i neisplativo.

### 5.3.3. Ponovno korištenje

Ponovno upotrebljavanje je moguće jedino ako je upijač 100 % čist ili u većem dijelu čist. U teoriji, neke vrste upijača se mogu ponovno koristiti. To se može postići kompresijom, centrifugom ili ekstrakcijom ulja uz pomoć otapala. Kompresija je uglavnom više praktična te je moguća samo za neke sintetske proizvode. Međutim, broj puta koji se upijač na ovaj način može ponovno koristiti se znatno smanjuje. Smanjuje se zbog toga jer materijal postaje neupotrebljiv, smanjena je površina djelovanja te povećana mogućnost drobljenja.

### 5.3.4. Biorazgradnja

Biorazgradnja je mogućnost materijala da se biorazgradi, a biorazgradljivost je značajka materijala koja mu omogućuje da bude podvrgnut biorazgradnji na poseban način u zadanu vremenu. Biološka razgradnja se može uzeti u obzir jedino kod organskih upijača.

Prepustiti upotrijebljene zauljene upijače biorazgradnji je vrlo složena odluka. Mora se uzeti u obzir da oni sadržavaju i dalje male količine ulja koje će nastaviti zagađivati okoliš,

---

<sup>9</sup> Živo vapno je bijela amorfn krutina, u većinskome sastavu sastavljena od kalcijeva oksid ( $\text{CaO}$ ).

<sup>10</sup> aluminijev oksid

<sup>11</sup> Silicijdioksid je prilično inertan i jedna od osnovnih komponenata u proizvodnji stakla.



mjereno posebnim standardnim metodama ispitivanja. Ovisno o raspolaganju i lokalnim zakonima i propisima otpada, i uz pretpostavku relativno niskog sadržaja ulja, odlaganje organskih upijača je moguće. Proces se vrši na način da se zauljeni upijači razmrve i prosipaju po zemlji u sitnim komadićima. Degradacija može potrajati nekoliko godina, iako je brža razgradnja moguća na način da se koristi prekopavanje i oranje zemljišta te primjena gnojiva. Kompostiranje određene vrste organskih upijača također može biti izvedivo, ali to se mora strogo kontrolirati. Valja napomenuti da sve ovo mora biti napravljeno dalje od izvora pitke vode, rijeka, jezera i mora.

## 6. PRIMJERI UPOTREBE UPIJAČA

U prethodnom se tekstu istaknula upotreba, klasifikacija i način korištenja upijača za vrijeme većeg zagađenja i izljeva. U povijesti su se dogodile brojne ekološke katastrofe povezane s izljevima ulja u more. Različito su tretirani, a značajniji će se opisati u nastavku rada, posebno na koji je način u praksi korišten upijač. Nakon izlijevanja ulja u morsku vodu, ona prolaze kroz niz fizičkih i kemijskih promjena od kojih neke rezultiraju njihovim nestankom s morske površine dok druge prouzrokuju zadržavanje. Morski okoliš može prihvatiti izliveno ulje, a vrijeme potrebno za te procese ovisi o količini izlivenog ulja, njegovoj vrsti i početnim fizikalno-kemijskim značajkama, geomorfologiji, prevladavajućim klimatskim i hidrološkim stanjima i o tomu hoće li se ulje zadržati na pučini ili će ga morska voda nanijeti na obalu. U ovim primjerima posljedice onečišćenja su bile značajne za privredne djelatnosti u priobalju, život u moru i ribolov.

### 6.1. HAVARIJA BRODA *ERIKA*

Tanker *Erika* 8. prosinca 1999. isplovio je iz Dunkerque na putu za Livorno i s teretom od oko 31.000 tona loživog ulja. Ušavši u Biskajski zaljev tanker je zapao u snažnu oluju. Samo četiri dana kasnije, brod se prepolovio i potonuo te se pritom tisuće tona ulja izlilo u more. Rezultat je bio zagađenje morskog života i obale oko Bretanje u Francuskoj. Tvrtka nije zaposlila stručnjaka u brodogradnji, vrlo često u tvrtkama koje štede na potrebitim situacijama, pa je brod jednostavno puknuo. Nije mogao izdržati pritisak tereta i mora zbog čega je okoliš nepovratno zagađen, a ljudi dovedeni u opasnost. Upotreba upijača kod ovog izljeva vidi se u korištenju sijena za filtriranje vode, tj. odvajanje od nauljenih voda. Filtracija se vodila zbog zaštite osjetljivih prirodnih rezervata koji imaju veliku biološku i ekonomsku vrijednost za državu pogođenu izljevom. Brane su se pravile da bi zaštitile farme kamenica i dagnji. Navedeni sustav nije mogao ukloniti ulje potpuno, međutim usporio je prodiranje ulja u okoliš, a pojeftinio proces čišćenja.[6],[13]



**Slika 14. Havarija tankera *Erika* [13]**

## **6.2. HAVARIJA BRODA *PRESTIGE***

Izlijevanje ulja s broda *Prestige* na obali Galicije uzrokovano je potapanjem 2002. godine. Izlijevanje je utjecalo na zagađenje tisuća kilometara obale i više od tisuću plaža na španjolskom, francuskom i portugalskom području te izazvalo veliku štetu lokalnoj ribarskoj industriji. Spomenuto je izlijevanje predstavljalo najveću ekološku katastrofu u povijesti Španjolske i Portugala. *Prestige* je bio grčki tanker s jednostrukom oplatom, nosivosti 81.000 tona *afamax* klase <sup>12</sup>, manje od većine prijevoznika ulja, ali i veće od većine prijevoznika uljnih derivata. Francuska, španjolska i portugalska vlast odbile su dopustiti *Prestigeu* uplovljavanje u svoje luke. No, 13. studenog 2002. *Prestige* je nosio 77.000 metričkih tona tereta u oluji na sjeverozapadu Španjolske. Bojeći se da će brod potonuti, kapetan je pozvao u pomoć kako bi se brod doveo u luku. Međutim, pritisak lokalnih vlasti prisilio je kapetana da brod udalji od obale zbog čega nije mogao pristati ni u Portugalu, ni u Španjolskoj.[12]

Oko 8:00, 19. studenog, brod je puknuo na dva dijela. Potonuo je isto popodne i ispustio 76.000 m<sup>3</sup> ulja u more. Nakon potonuća je iz olupine i dalje curilo ulje, oko 125 tona ulja dnevno te zagađilo morsko dno i obalu, osobito uz teritorij Galicije. Pogođeno je područje

---

<sup>12</sup> Aframax je naziv za vrstu tankera za prijevoz ulja kapaciteta od 70.000 tona do 110.000 tona. Izraz je baziran prema eng. *Average Freight Rate Assessment*.

bilo vrlo značajno zbog koraljnih grebena i mnogih vrsta morskih pasa i ptica. Važno je napomenuti da je i lokalno ribarstvo i egzistencija ljudi bila znatno ugrožena. Nesagledivo zagađenje obale prisililo je vlade u navedenim regijama na obustavu ribolova na otvorenom moru (eng.*offshore*<sup>13</sup>) na šest mjeseci.[12]

Upotreba upijača zasnivala se na građenju barijera od mreža koje su filtrirale more. Bile su postavljene u nekoliko slojeva (od rijetke do guste mreže) s upijačima i kobasicama. Izrađene su betonske brane s polipropilenskim upijačima koji su vadili iz vode ulje, a upotrijebljeni su i hidrofилni materijali kao što su kobasice (10 cm široke). Napravljene su metalne kutije s tri ulaza: kroz dva je prolazilo nečisto more, a kroz treći je izlazilo čisto more. Na mjestima gdje je bilo jače strujanje odložene su upijajuće polupropilenske kobasice. Preko njih se stavljalo i sijeno kao prva barijera koja je uklanjala gusto ulje. Rjeđe frakcije prolazile su kroz sijeno, a kobasice su ih uklanjale.



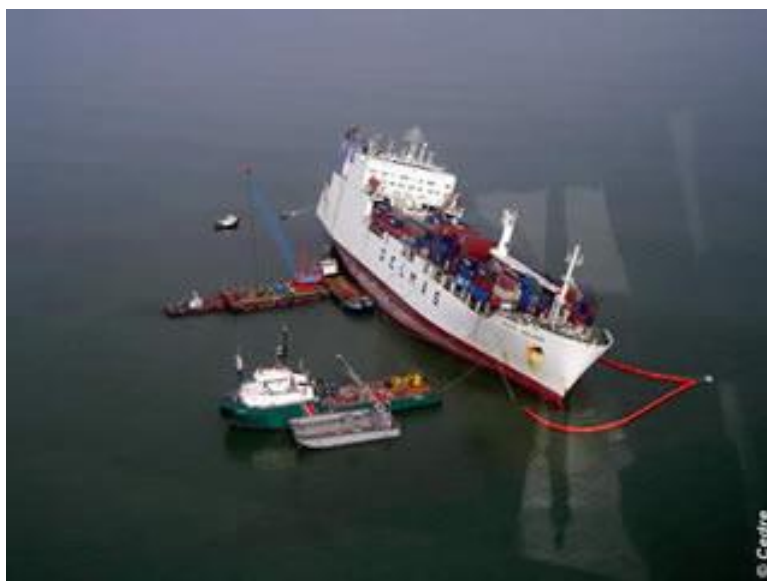
**Slika 15. Čišćenje ulja na obali Španjolske [12]**

### **6.3. HAVARIJA BRODA *ROKIA DELMAS***

---

<sup>13</sup> *Off shore* je skraćena oznaka aktivnosti na moru koja se odvija daleko od obale.

Kontejnerski brod Rokia Delmas 24. listopada 2006., oko 4 sata ujutro, doživio je kvar na motoru. More ga je nosilo prema obali zbog oluje na južnoj obali *Ile de Re*. Brod je usidren, ali krmeni dio broda pogodio je stjenovito dno obale oko jedne nautičke milje južno od Couarde sur Mer. Brod je prevezio uglavnom kakao, drvo i više od 500 tona mazuta. Klasa je goriva bila *IFO 380*<sup>14</sup> i 50 tona običnog dizela (*MDO*)<sup>15</sup>. Dio je posade napustio brod helikopterom. Zapovjednik i pet članova posade ostali su na brodu kako bi se pomoglo u koordinaciji spašavanja. Brod se nagnuo za 20°, a otkrivena je mala mrlja ulja iako nije bilo onečišćenja. Cedre je odmah mobilizirala svoja dva savjetnika koji su stigli iz La Rochelle iste večeri. Aktiviran je i Alcyon brod za spašavanje i promptno reagiranje u slučaju izlivanja ulja. Akcija ispumpavanja goriva započela je jer je brod bio previše oštećen za tegljenje. Stavljene su brane oko broda s upijačima za ulje koji su imali namjenu upiti ono malo ulja razlivenog na početku. Koristili su kobasice za upijanje dizela, a u pripravnosti su bili i upijači za upijanje mazuta.[11]



Slika 16. Havarija kontejnerskog broda *Rokia Delmas* [11]

#### 6.4. HAVARIJA BRODA *TIN UJEVIĆ*

<sup>14</sup> IFO ( *eng. intermediate fuel oil*) gorivo srednjeg viskoziteta

<sup>15</sup> MDO (*eng.marine diesel oil*) lako dizelsko gorivo

Brod Tin Ujević je trajekt dužine 98 metara, a širine 17 metara. U vlasništvu je Jadrolinije i obavlja redovitu liniju između Splita i Starigrada na otoku Hvaru. Dnevno ima i do 4 putovanja što uključuje minimalno osam manevara uplovljavanja i isplovljavanja. Brod ima dvije ukrcajne rampe, a krma i prova su identični. Brod bismo mogli klasificirati kao *ro-ro* brod. Manevarske značajke su mu gotovo savršene budući da je opremljen azipod sustavom propulzije. Pokreću ga četiri moćna i pouzdana Caterpillar motora ukupne snage 3280 Kw.[26]

Dana 22. ožujka 2010. godine, u 19:20 sati, na vezu broj 13 u luci Split, ro-ro putnički brod „Tin Ujević“, luke upisa Rijeka, BT 4103, dužine 98.3 m, godine gradnje 2002., sa 140 putnika, 15 članova posade i 32 ukrcana vozila, ploveći na redovnoj državnoj trajektnoj liniji br. 635 Split – Stari Grad (otok Hvar) je svojim lijevim krmenim dijelom udario o vrh gata što je uzrokovalo izvijanje oplata i proboj. S unutarnje strane nalazio se tank s pogonskim gorivom, dizelom. U istom trenutku dogodio se izljev ulja u luku i to 34.8 tone. Odmah su reagirale sve nadležne institucije: lučka kapetanija, Cian<sup>16</sup> i ostali. Na površini mora nalazio se deblji sloj goriva budući da se izlila značajna količina ulja na manjem području zbog čega se ulje nije moglo raširiti. Strategija je bila smanjiti debljinu sloja uz pomoć kemije upijača i atmosferskih prilika. Sunce je ubrzalo proces ishlapljivanja što je uzrokovalo intenzivan miris u luci i gradu Splitu. Cian je tog dana postavio plutajuće brane između gata svetog Petra i gata svetog Duje. Ulje ili laki dizel tretirao se raspršivačima i upijačima. Upijači su postavljeni uz branu i na rubne dijelove gdje brana nije 100% mogla djelovati. Upijače u obliku kobasica stavljali su ispod ukrcajnih rampi na gatovima.

Navedena je pozicija bila vrlo nepristupačna, ali je kobasica bolje djelovala jer je upijala s ulje. Također su se koristile i cerade koje su pokrivala rupu na trupu da bi se smanjio kontakt mora s tankom goriva. More je cijelo vrijeme bilo u tanku goriva, pralo ga i izbacivalo ulje, a da bi se to spriječilo trebalo je smanjiti protok mora kroz tank. Kasnije su se koristili i pomponi koji su upijali ulje tu oko bokobrana i guma oko pristana. Problem su zadavale i školjke koje su rasle na pristaništu, u rubnom dijelu gdje je crta između visoke i niske vode. Bile su natopljene uljem te ih je trebalo očistiti i odstraniti jer su i dalje ispuštale ulje.

Brzom intervencijom nadležnih institucija i službi spriječila se veća katastrofa i izljev koji je mogao izaći iz granica splitske luke u kanal. Da se to dogodilo, kanalom bi se izljev

---

<sup>16</sup> CIAN - tvrtka iz Splita za čišćenje i sanaciju uljnih izljeva.

brzo raširio strujama i vjetrom. Uljno onečišćenje je onemogućeno promptnom reakcijom spomenutih, ali i nepostojanjem vjetrova, valova, a ni struje tog dana nesreće.



**Slika 17. Havarija Tina Ujevića u splitskoj trajektnoj luci [10]**



**Slika 18. Sanacija izljeva i kobasice s upijačima [9]**

## 7.ZAKLJUČAK

Čovjek je pronašao ulje koje u suvremeno doba dosta eksploatira, svjetski je pokretač, nezaobilazni energent, ali i jedan od najčešćih zagađivača. Zaključno se može istaknuti kako se čovjek upotrebom upijača može uspješno oduprijeti uljnim onečišćenjima. Čitav niz prirodnih i kemijskih upijača omogućio nam je promptno reagiranje za vrijeme izljeva koji često imaju neprocjenjivu i nepovratnu štetu za ekosustav i čovjeka. Međutim, koliko god se govorilo o metodama zaštite, izljeva će uvijek biti i nemoguće ih je izbjeći. Navedeno je nekoliko primjera, kao što je nasukavanje tankera *Prestige*. Uz pravovremeno reagiranje i primanje potonjeg u luku, vjerojatno do havarije ne bi nikada ni došlo, a time i do onečišćenja obale i mora.

Upijači imaju veliku ulogu u suzbijanju uljnog onečišćenja. Njihova je prednost što ne zagađuju prirodu jer nemaju nikakvo kemijsko djelovanje, već skupljaju ulje. Također, lako ih se postavlja i upravlja njima u svim nepredvidljivim situacijama. Upijači se koriste na samom početku havarije i mogu uvelike suzbiti prvotno širenje uljai djelovanje na okoliš.

Mogu se jednostavno staviti na brodove ili druge alate kojima se uklanja onečišćenje jer su vrlo lagani. Međutim, postoje i negativnosti koje upijače ne svrstavaju u djelotvorna rješenja za spomenute probleme. Imaju svoj prihvatni kapacitet nakon čega postaju beskorisni. Često samo plutaju i šire ulje dalje zbog čega se trebaju uzimati obzir i druge metode kao što je kemijsko tretiranje uljnog izljeva.

Brojne pomorske nezgode, nakon kojih se dogodio izljev ulja i onečišćenje mora, potakle su mnoge organizacije, udruge i pojedince na razmišljanje što se sve može napraviti da se posljedice izljeva svedu na što je moguće manju mjeru. Postavlja se pitanje što sve valja poduzeti da se spriječi izljevanje, kakve planove za nepredvidive situacije napraviti, koji sve čimbenici uvjetuju njihovu strukturu, koje načine u postupanju za onečišćenja koristiti te kako odrediti pristup rješavanju problema. Vrlo važno je definirati operacije koje se poduzimaju prilikom izljeva te valja imati na umu da se skupljena ulja nakon naknadne tehnološke obrade ponovno mogu koristiti. To znatno umanjuje troškove u intervencijama i iznos konačne štete.

Problem našeg društva jest niska razina svijesti o zaštiti morskog okoliša, a s obzirom na tu činjenicu cilj nam je očuvati prirodno morsko bogatstvo. Kako bi se u tome uspjelo, treba pronaći rješenje i način da se to i postigne. Prvi korak bi bio podizanje svijesti o očuvanju mora i morskog okoliša jer bez suživota čovjeka i prirode njegov život je nemoguć. S druge strane, treba voditi računa da očuvanje i sprječavanje onečišćenja budu pravno regulirani.



## LITERATURA

- [1] Lončarić–Horvat, Olivera. (1998) *Osnovna prava okoliša*, Biblioteka Pravo, Zagreb
- [2] Milošević Pujo, Branka. (2006) *Morski prostori i njihova zaštita*, Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik
- [3] Bičanić, Z. (2003) *Zaštita mora i morskog okoliša*, Pomorski fakultet Split, Split
- [4] Grabovac, Ivo; Petrinović, Ranka (2006) *Pomorsko javno, upravno pravo*, Pomorski fakultet, Split
- [5] Konferencija UN-a o pravu mora (1982.) i Završni akt Treće konferencije Ujedinjenih naroda o pravu mora s Prilozima I.-VII. i Dodatkom
- [6] *Sorbent in oil spill* URL <http://www.cedre.fr>.(pristupljeno 20.3.2016.)
- [7] *Use of sorbent materials in oil spill response* URL <http://www.itopf.com/fr/en> (pristupljeno 20.3.2016.)
- [8] *International Convention for the Prevention of Pollution from Ship* <http://www.imo.org> (pristupljeno 15.2.2016.)
- [9] URL <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=948134&page=10> (pristupljeno 15.2.2016.)
- [10] <http://www.stari-grad.hr/?show=11437&nid=54071> (pristupljeno 15.2.2016.)
- [11] <http://www.cedre.fr/en/spill/rokiawreck.php> (pristupljeno 10.12.2014.)
- [12] [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/86/S-vicente1-Prestige\\_oil\\_spill.jpg](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/86/S-vicente1-Prestige_oil_spill.jpg)(pristupljeno 10.12.2014.)
- [13] <http://www.theguardian.com/news/gallery/2008/jan/16/1>(pristupljeno 10.12.2014.)
- [14] <http://www.ukpandi.com/loss-prevention/article/portable-sopep-storage-1006/> (pristupljeno 10.12.2014.)
- [15] <http://www.mass.gov/eea/agencies/massdep/cleanup/marine/oil-spill-response-trailer-sorbents.html>(pristupljeno 10.12.2014.)

- [16] <http://www.darcy.co.uk/product/marine-oil-absorbents/drizit-oil-absorbent-pom-poms/>(pristupljeno 10.12.2014.)
- [17] <http://www.raw-international.com/en/en/products-and-solutions/range-of-products/oil-and-chemical-sorbents/oil-booms-skimmer-pillows-absorbent-sweep.html> (pristupljeno 15.12.2014.)
- [18] <http://www.raw-international.com/en/en/products-and-solutions/range-of-products/oil-and-chemical-sorbents/oil-booms-skimmer-pillows-absorbent-sweep.html>(pristupljeno 15.12.2014.)
- [19] <http://www.bmpstore.com/Oil-Blanket-p/oilblanket.htm>(pristupljeno 15.12.2014.)
- [20] <http://www.dawginc.com/absorbents/oil-only-absorbents/oil-only-absorbent-pillows.html>(pristupljeno 15.12.2014.)
- [21] <http://www.espageridonusum.net/portfolio3.html>(pristupljeno 15.12.2014.)
- [22] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Datoteka:PerliteUSGOV.jpg> (pristupljeno 17.12.2014.)
- [23] <http://www.gradimo.hr/clanak/mineralna-ili-kamena-vuna/921>(pristupljeno 17.12.2014.)
- [24] <http://pdsafetycenter.indonetwork.co.id/3759789>(pristupljeno 17.12.2014.)
- [25] <https://enescuric.files.wordpress.com/2013/12/6-zgure-i-pucolani.pdf>(pristupljeno 17.12.2014.)
- [26] *Izvešća o pomorskim nesrećama ,Nesreća broda Tin Ujević*,<http://www.mppi.hr/default.aspx?id=5512> (pristupljeno 17.12.2014.)

## POPIS ILUSTRACIJA

Slika 1. Upijači u pomorstvu	3
Slika 2. Mineralna vuna	6
Slika 3. Ekspandirani perlit	7
Slika 4. Polipropilen	8
Slika 5 SOPEP oprema na brodu	11
Slika 6. Jastuci za upijanje	12
Slika 7. Uljni pokrivač	13
Slika 8. Cerada za prikupljanje ulja s konopom	14
Slika 9. Uljna kobasica	15
Slika 10. Uljani pomponi	15
Slika 11. Prikupljanje nauljene vode	16
Slika 12. Postavljanje upijača na otvorenom moru	22
Slika 13. Prikupljanje zauljenih kobasica	24
Slika 14. Havarija tankera <i>Erika</i>	29
Slika 15. Čišćenje ulja na obali Španjolske	30
Slika 16. Havarija kontejnerskog broda <i>Rokia Delmas</i>	31
Slika 17. Havarija <i>Tina Ujevića</i> u splitskoj trajektnoj luci	33
Slika 18. Sanacija izljeva i kobasice s upijačima	33

## **POPIS TABLICA**

Tablica1. Prikaz efektivnosti različitih vrsta materijala od kojih se rade upijači

10