

Designing the training programmes for response teams

Final Version of 09/May/2022

Deliverable Number D.5.1.3. - HR

Project Acronym	PEPSEA
Project ID Number	10047424
Project Title	Protecting the Enclosed Parts of the Sea in Adriatic from pollution
Priority Axis	2
Specific objective	2.2
Work Package Number	5
Work Package Title	Capacity building in response system in case of the sea pollution and raising community awareness
Activity Number	5.1.
Activity Title	Designing the training programmes for response teams
Partner in Charge	ATRAC
Partners involved	PP1, PP7
Status	Final
Distribution	Partnership

SADRŽAJ

VRSTE, IZVORI I UZROCI ONEČIŠĆENJA MORA ULJEM.....	6
UČINCI I POSLJEDICE ONEČIŠĆENJA MORA ULJEM.....	14
ULJE I NJEGOVO PONAŠANJE, SUDBINA, KRETANJE I IZGLED NAKON IZLIJEVANJA NA POVRŠINU MORA	21
KORIŠTENJE MODELA ZA PREDVIĐANJE (PONAŠANJA) IZLJEVA.....	29
OPCIJE REAGIRANJA NA IZLIJEVANJA ULJA.....	32
PRIPRAVNOST ZA REAGIRANJE I PLANIRANJE ZA NEPREDVIĐENE SITUACIJE (UZ OSVRT NA ARANŽMANE ZA NEPREDVIĐENE SLUČAJEVE U PILOT ZONAMA PROJEKTA PEPSEA).....	41
DALJINSKO OPAŽANJE I DOSTUPNI SUSTAVI ZA OTKRIVANJE ULJA IZLIVENOG NA MORE.....	47
OTKRIVANJE ONEČIŠĆENJA ULJEM POMOĆU RADARSKIH I TERMIČKIH SUSTAVA /INTEGRIRANJE PODATAKA DALJINSKOG OPAŽANJA S PODACIMA KOJE GENERIRA AIS I METEOROLOŠKIM PODATCIMA.....	52
NACIONALNI, REGIONALNI I LOKALNI ARANŽMANI ZA REAGIRANJE NA INCIDENTE ONEČIŠĆENJA MORA (S OSVRTOM NA ARANŽMANE ZA NEPREDVIĐENE SITUACIJE U PILOT ZONAMA PROJEKTA PEPSEA).....	57
PITANJA ZDRAVLJA I SIGURNOSTI VEZANA UZ AKTIVNOSTI REAGIRANJA NA ONEČIŠĆENJE ULJEM.....	62
PLUTAJUĆE BRANE I NJIHOVA UPORABA KOD REAGIRANJA NA INCIDENTE ONEČIŠĆENJA MORA.....	70
SKIMERI I NJIHOVA UPORABA KOD REKUPERACIJE (VAĐENJA) ULJA IZ MORA.....	89
UPORABA UPIJAJUĆIH MATERIJALA KOD REAGIRANJA NA IZLJEVANJE ULJA.....	104
ČIŠĆENJE OBALE.....	110
RUKOVANJE, PRIVREMENO SKLADIŠTENJE I PREVOŽENJE REKUPERIRANOG ULJA I ZAULJENOG MATERIJALA.....	132
ZBRINJAVANJE TEKUĆEG I KRUTOG OTPADA NASTALOG TIJEKOM AKTIVNOSTI REAGIRANJA NA IZLIJEVANJE.....	139
DEMOBILIZACIJA RESURSA, ČIŠĆENJE, SKLADIŠTENJE I ODRŽAVANJE OPREME I PROIZVODA ZA REAGIRANJE NA IZLJEVANJA.....	149
PRAĆENJE (MONITORING) ONEČIŠĆENJA ULJEM I UZORKOVANJE ULJA I ZAULJENOG MATERIJALA.....	158
PRAĆENJE OKOLIŠA (EKOLOŠKI MONITORING).....	166
MJERENJE UZORAKA ULJA.....	171
SANACIJA MORSKOG OKOLIŠA UGROŽENOG IZLJEVANJEM ULJA.....	174

RAZUMNE MJERE ZA VRAĆANJE OKOLIŠA U PRIJAŠNJE STANJE176

TEČAJ / MODUL 1

SITUACIJA PRIJE INCIDENTA

VRSTE, IZVORI I UZROCI ONEČIŠĆENJA MORA ULJEM

1. UVOD

Fenomen onečišćenja mora naftom, iako nije nov, počeo je privlačiti pozornost javnosti od 1960-ih. Bilo je to zbog općenito povećane svijesti o ekološkim problemima, no veliku zabrinutost javnosti izazvala je ozloglašena nesreća tankera TORRY CANYON 1967. godine i opsežno medijsko izvještavanje koje je slijedilo. Niz velikih incidenata s tankerima koji su uslijedili 1970-ih, rezultirajući velikim izljevima ulja i uzrokujući onečišćenja golemih morskih i obalnih područja u Sjevernoj Americi i Europi, od tada su onečišćenje mora uljem držali u fokusu medija i šire javnosti.

S druge strane, manje očito kontinuirano, kronično, operativno onečišćenje, unatoč tome što je dominantan izvor ulja i drugih opasnih i štetnih tvari u moru, nikada nije izazvalo takav interes kao nesreće tankera.

Ovo predavanje ima za cilj dati pregled mogućih izvora onečišćenja mora uljem i pružiti osnovu za bolje razumijevanje problema vezanih uz spremnost i reagiranje na incidente onečišćenja mora, te ograničavanja njihovih posljedica.

Riječ "onečišćenje" u ovom tekstu ima značenje usvojeno od strane Ujedinjenih naroda i univerzalno prihvaćeno za "onečišćenje morskog okoliša":

„Onečišćenje morskog okoliša” znači čovjekovo izravno ili neizravno unošenje tvari ili energije u morski okoliš, uključujući estuarije, koje rezultira ili bi moglo rezultirati takvim štetnim učincima kao što su šteta za žive resurse i morski svijet, opasnosti za zdravlje ljudi, ometanje aktivnosti na moru uključujući ribolov i druge zakonite upotrebe mora, narušavanje kvalitete korištenja morske vode i smanjenje privlačnosti“.

Iako se prema ovoj definiciji ulje koje ulazi u more iz prirodnih izvora ne bi trebalo smatrati onečišćenjem, ovaj tekst ga također ukratko spominje, jer se danas smatra da većina ulja u oceanima potječe iz prirodnih izvora.

2. PRIRODNI IZVORI ULJA

Mjesta prirodnog probijanja ulja (ili naftnog probijanja) su mjesta gdje prirodni tekući ili plinoviti ugljikovodici izlaze na površinu zemlje ili u atmosferu, iz podzemnih nakupina nafte. Takva mjesta nalazimo u cijelom svijetu, ali najpoznatija probijanja ulja su ona u Karipskoj regiji, Meksičkom zaljevu i u kanalu Santa Barbara (Kalifornija, SAD). Sukladno tome, neka od najstarijih pisanih izvješća o "izljevima ulja", koja datiraju iz XVI. stoljeća, povezana su s prirodnim curenjem nafte u Venezuelskom zaljevu. Smatra se da je čovječanstvo koristilo polukruto ulje koje potječe iz prirodnih probijanja/curenja (asfalta/bitumena, smole/katrana) još od kamenog doba. Ako se plinoviti ugljikovodici koji prodiru u atmosferu zapale (npr. munjom), razne civilizacije takva mjesta nazivaju (prirodnim) "vječnim plamenom".

3. ONEČIŠĆENJE MORA ULJEM

Svaka faza u "životu" ulja/nafte t.j. proizvodnja, transport, prerada i potrošnja, mogu dovesti do onečišćenja morskog okoliša.

Opsežna upotreba sirove nafte i raznih rafiniranih proizvoda (derivata) datira iz druge polovice devetnaestog stoljeća. Značajan porast potrošnje sirove nafte i naftnih derivata započeo je 1930-ih godina i još uvijek stalno raste.

Otkako je sirova nafta postala glavni izvor energije, postoji nepodudarnost između mjesta gdje se nafta vadi u velikim količinama (Bliski istok, Srednja Amerika, Sjeverna Afrika) i glavnih centara njene potrošnje (Europa, Sjeverna Amerika, Daleki istok). Kao posljedica, korištenje sirove nafte

uvijek je bilo izravno povezano s njezinim transportom od glavnih proizvodnih područja do područja glavne potrošnje, uglavnom brodovima poznatim kao "tankeri". Uz to, (teško) brodsko ulje je gotovo cijelo stoljeće najvažnije gorivo za sve vrste plovila.

4. KLASIFIKACIJA IZVORA ONEČIŠĆENJA MORA ULJEM

Onečišćenje mora često se klasificira prema **lokaciji izvora**, praveći razliku između onečišćenja iz kopnenih izvora i onečišćenja uzrokovanog pomorskim aktivnostima.

Onečišćenje mora (uljem) također se može podijeliti prema **okolnostima** nastanka onečišćenja. Može biti slučajno (tj. iznenadno, neočekivano, relativno kratkog trajanja i uzrokovano anomalnim događajem) ili operativno (pojavljuje se više ili manje redovito, zbog poznatih i očekivanih uzroka). Operativno onečišćenje je često kronično.

Konačno, onečišćenje mora također se može kategorizirati prema **namjeri** ili nenamjeri, ispuštanja onečišćujućih tvari u more: može biti namjerno ili nenamjerno.

Dok praktički svi slučajevi slučajnog onečišćenja spadaju u kategoriju nenamjernih ispuštanja, većina operativnih ispuštanja ulja iz plovila ili obalnih postrojenja može se smatrati namjernim (ili barem toleriranim od strane zagađivača). Budući da postoji tek nekoliko iznimaka od ovog pravila, a kako bi se stvar pojednostavila, slučajno se onečišćenje može smatrati nenamjernim, a operativno namjernim.

Kombinirajući gore navedene kategorije, svi mogući slučajevi onečišćenja mora uljem uzrokovanih ljudskim aktivnostima mogu se svrstati u četiri rezultirajuće "mješovite" kategorije:

1. POMORSKO / SLUČAJNO: sudari, nasukavanja, strukturna oštećenja, potonuće itd. brodova/plovila;
2. POMORSKO / OPERATIVNO: operativna ispuštanja s brodova tijekom npr. operacije debalastiranja, pranja rezervoara itd.;

3. KOPNENO / SLUČAJNO: nesreće u obalnim rafinerijama, rezervoarima, puknuća cjevovoda;
4. KOPNENO / OPERATIVNO: otpadne vode rafinerija, otpadne vode iz obalnih komunalnih kanalizacijskih sustava.

5. OPERATIVNA ISPUŠTANJA ULJA

Veći dio onečišćenja mora naftom potječe od operativnih (i često namjernih) ispuštanja ulja, povezanih bilo s raznim ljudskim aktivnostima na obali ili s pomorskim prometom. Najznačajniji izvori operativnih ispuštanja navedeni su u nastavku:

5.1 Obalne rafinerije i nerafinerijska industrija

Obalna industrija, a posebno rafinerije smatraju se "tradicionalnim" izvorom onečišćenja mora naftom, te se redovito nazivaju jednim od najvećih zagađivača mora. Međutim, tijekom posljednjih pet desetljeća većina nacionalnih uprava nametnula je stroge propise o količinama ulja koje se smiju ispuštati u more iz objekata na kopnu, dok su poboljšane tehnologije odvajanja dovele do značajnog smanjenja sadržaja ulja u otpadnim vodama.

5.2 Drugi kopneni izvori

Takvi izvori su komunalni sustavi odvodnje kroz koji otpadna maziva, hidraulična, turbinska, vretenska, rezna i razna druga ulja dospijevaju u more. Tipičan primjer je rabljeno automobilsko mazivo ulje izliveno u sustav odvodnje, koje će vjerojatno doći do toka slatke vode, a na kraju i do mora ako se otpadne vode ne pročiste pravilno. Značajan dio ukupnog unosa ulja u more potječe iz obalnih rijeka i gradske odvodnje. Uvođenje i provedba zakona koji reguliraju zbrinjavanje otpadnih ulja smatra se najvažnijim čimbenikom u minimiziranju unosa nafte u more iz kopnenih izvora.

5.3 Istraživanje i proizvodnja na moru

Korištene tehnologije i propisi koji se primjenjuju u području bušenja i proizvodnje na moru obično su vrlo napredni, čime se eliminira velik dio potencijalnog rizika. Slijedom toga, normalni rad u odobalnim naftnim poljima općenito ne rezultira značajnim operativnim ispuštanjem nafte. Tri glavna izvora operativnog onečišćenja iz postrojenja na moru uključuju ispuštanja: (a) isplaka za bušenje onečišćenih naftom (fluidi); (b) proizvodne vode koja prati naftu izvađenu iz proizvodne bušotine; i (c) istisne vode koja je slična balastnoj vodi tankera.

S druge strane, nesreće na instalacijama na moru su rijetke, ali kada se dogode, njihove posljedice mogu biti ogromne i iznimno ih je teško kontrolirati: nekoliko zabilježenih nesreća na instalacijama na moru rezultiralo je najvećim poznatim izlivanjima nafte (npr. Ixtoc 1979., Nowruz 1983., Deepwater Horizon 2010.).

5.4 Pomorski promet

Operativni ispuštanja s brodova potječu od brojnih operacija na brodovima.

5.4.1 Operacije balastiranja

Kako bi zadržali potrebnu sposobnost plovidbe kada nisu natovareni naftom, tankeri moraju nositi balast na povratnim putovanjima do utovarnih luka. Prije utovara novog tereta ovu vodu treba ispustiti. Brodovi koji nisu tankeri ponekad moraju balastirati svoje prazne spremnike za gorivo (eng. "bunker"). Balastne vode koje se prevoze u tankovima za teret ili gorivo neizbježno su onečišćene naftom koja se prije nalazila u istim tankovima. Velika većina svjetske flote zadržava zauljene balastne vode na brodu, kako je propisano MARPOL konvencijom, te ih ispušta u lučke prihvatne objekte ili u more pod uvjetima propisanim istom Konvencijom. Razvoj separatora za zauljene vode smanjio je sadržaj ulja u balastnim vodama, a uvođenje čistih balastnih tankova (CBT) i odvojenih balastnih tankova (SBT) na svim novim brodovima ima za cilj eliminirati unos nafte u oceane zbog operacija balastiranja.

5.4.2 Operacije pranja tankova (spremnika)

Nakon istovara tereta, određena količina ulja ostaje zalijepljena na stijenke tanka. Kada se teretni tank mora očistiti (npr. pri zamjeni tereta), oslobađaju se relativno velike količine ulja (otprilike 0,3% volumena tankova za teret). Npr. u brodu od 100.000 tona može ostati oko 350 tona ulja u tankovima. Uvođenje postupka pranja sirovom uljem („crude oil washing“ - COW) od 1970-ih omogućilo je puno bolji učinak čišćenja, eliminirajući istovremeno stvaranje voda od pranja jako kontaminiranih uljem.

Spreminike za gorivo (bunker) također je potrebno oprati prije nego što brod uđe u brodogradilište radi popravka, međutim sva remontna brodogradilišta su dužna osigurati prihvatne objekte za otpadne vode od pranja tankova, čime se eliminira potreba za ispuštanjem u more uljem kontaminiranih voda od pranja.

5.4.3 Operacije ukrcanja goriva (eng. “*bunkering*“)

Spremnici za gorivo (bunker) se na nekim brodovima koriste za balastiranje, pa se prije utovara novog goriva (bunkera) voda iz takvih tankova mora ispustiti. Kako su nastale zauljene vode praktički jednake onima koje nastaju balastiranjem teretnih tankova, sva plovila iznad 80 BRT, koja za balastiranje koriste tankove goriva, moraju imati separatore ulja i vode kako bi se zadovoljili zahtjevi za kvalitetom ispusnih voda.

5.4.4 Uljni mulj

Goriva ulja koja se koriste u pogonskim i pomoćnim motorima moraju se prije uporabe "odvojiti". Različita onečišćenja ulja (poznata kao “mulj”, eng. “*sludge*”) odvojena od goriva, moraju se ispustiti, te su stoga luke dužne osigurati objekte za odlaganje mulja. Ako se mulj ispušta izravno u more, on ostaje dugo plutati na površini mora. Pomican vjetrovima i strujama, mulj se na kraju taloži na obali kao istrošeni uljni ostatak.

5.4.5 Ispuštanje kaljužne vode

Gorivo ili ulja za podmazivanje koja cure ili se prolijevaju u strojarnici, nakupljaju se u brodskim kaljužama i ako se ispuštaju izravno u more značajno pridonose razini operativnog onečišćenja mora uljem. Količina ulja koja se nakuplja u kaljužama ovisi o vrsti i starosti plovila, održavanju motora itd. Kaljužne vode se moraju povremeno iskrcati, a luke su dužne osigurati prihvatne objekte za njihovo prikupljanje.

5.4.6 Naftne luke i terminali

Tijekom svog normalnog rada, naftne luke i terminali su manji izvori operativnog onečišćenja, unatoč tome što se često smatraju jednom od glavnih prijetnji morskome okolišu. Operativni gubici na naftnim terminalima su zanemarivi u usporedbi s količinama nafte koje se pretovaruju, ali rizik od nesreća na prilazima naftnim terminalima ili unutar njih ostaje vrlo visok.

6. SLUČAJNA (INCIDENTNA) ONEČIŠĆENJA ULJEM

Vrsta onečišćenja mora koja privlači veliku pozornost medija i javnosti su velika slučajna izlivanja nafte, iako je njihova pojava danas zapravo iznimno rijetka. Izravni ili neizravni uzroci slučajnog izlivanja nafte su brojni. Većina izlivanja iz tankera potječe od rutinskih operacija kao što su utovar, pražnjenje i bunkeriranje (zbog slomljenih cijevi, neispravnih ventila, itd.) koji se javljaju u naftnim lukama ili terminalima, a rezultiraju ispuštanjem samo nekoliko tona nafte/ulja. S druge strane, pomorske nesreće kao što su sudari, nasukavanja, eksplozije na brodovima (vrlo često praćene požarima), konstruktivne greške, potonuće zbog nepovoljnih vremenskih uvjeta, itd. imaju veću vjerojatnost da će rezultirati izlivanjem većih količina nafte ili velikim izlivanjima, a vrlo se često mogu pripisati "ljudskoj grešci".

Nesreće manjih plovila, poput plovila za razonodu, ribarskih i turističkih brodova obično su uzrokovane istim vrstama incidenata. Međutim, one rezultiraju manjim izljevima, veličine od

nekoliko litara do nekoliko kubičnih metara, obično nepostojanog ulja (npr. dizel ili benzin) koje se prirodno raspršuje i ne zahtijeva složenu operaciju reagiranja na izlijevanje.

Većinu čimbenika koji dovode do slučajnog izlijevanja teško je ili čak nemoguće predvidjeti, iako postoje i drugi čimbenici koji se mogu kontrolirati i koji značajno smanjuju rizik od nesreća.

Ti uključuju:

- gradnja brodova u skladu sa zahtijevanih standardima;
- pravilan pregled, održavanje i upravljanje brodovima;
- pridržavanje utvrđenih i zahtijevanih sigurnih praksi u rukovanju brodom i teretom;
- provedbu preporučenih sigurnosnih mjera na brodovima (tankerima i netankerima) i drugim plovilima;
- korištenje sofisticiranih navigacijskih pomagala; i
- visok standard obuke posade.

Nažalost, čak i najrigoroznija primjena svih ovih mjera opreza ne može eliminirati rizik od slučajnog izlijevanja nafte: samo će ga smanjiti.

Brojna velika izlijevanja iz naftnih tankera ostaju u sjećanju šire javnosti diljem svijeta, a najistaknutija su izlijevanja iz MT Torrey Canyon (1967.), MT Amoco Cadiz (1978.), MT Atlantic Empress (1979.), MT Exxon Valdez (1989.), MT Khark 5 (1989.), MT Haven (1991.), MT Egean Sea (1992.), MT Braer (1993), MT Sea Empress (1996.), MT Erika (1999.), MT Prestige (2002.), MT Hebei Spirit (2007.) i MT Sanchi (2018.), koja su sva započela kao pomorske nesreće.

UČINCI I POSLJEDICE ONEČIŠĆENJA MORA ULJEM

1. UVOD

Različite ljudske aktivnosti na moru i obali kao što su ribarstvo, pomorski promet, istraživanje i proizvodnja nafte, industrijske aktivnosti na obali, proizvodnja energije, turizam itd. mogu rezultirati ispuštanjem ulja tijekom svog normalnog rada, a posebno u slučaju nesreće.

Izlijevanje ulja može ugroziti i utjecati, izravno i neizravno, na živa bića uključujući ljude, njihov okoliš i njihove aktivnosti uključujući gore navedene ljudske društveno-ekonomske aktivnosti, kao i na kulturne i arheološke resurse, i privlačnost obale.

2. UČINCI PROLIVENOG ULJA

Općenito, **učinci prolivenog ulja** uglavnom su uzrokovani njegovom **toksičnošću** i **prekrivanjem** (fizičkom kontaminacijom), ali i **ometanjem aktivnosti** živih bića, uključujući ljudske aktivnosti.

Utjecaji ulja (onečišćenja) proučavani su tijekom nekoliko desetljeća i smatra se da izlijevanje ulja rezultira kratkoročnim utjecajima, te samo umjerenim do niskim dugoročnim utjecajima. Važno je razlikovati utjecaje na pojedinačne organizme i one na populaciju: vrlo često nekoliko jedinki može pretrpjeti ozbiljne štetne učinke bez utjecaja na cjelokupnu populaciju. Općenito, zdravlje populacije je važnije od zdravlja pojedinačnih organizama.

Čimbenici koji utječu na utjecaje ulja uključuju:

- Vrstu ulja i stupanj promjena pod utjecajem vremenski uvjeta;
- Biološke karakteristike područja;
- Zemljopisna lokacija;

- Stupanj zauljenosti;
- Oceanografski i meteorološki uvjeti;
- Sezona (doba godine); i
- Izbor strategije reagiranja i učinkovitost reagiranja.

2.1 Učinci/djelovanje na žive organizme

Ulje može utjecati na različite komponente morskog okoliša, uključujući posebno plankton, koralje, ribe, morske kornjače, ptice i morske sisavce.

Plankton je vrlo osjetljiv na ulje, a posebno na njega utječe prirodno ili kemijski raspršeno ulje. Međutim, kako se smrtnost planktona nadoknađuje prekomjernom proizvodnjom mladih organizama i potpunom iz nezahvaćenog područja, nije uočen značajan pad nakon izlivanja ulja.

Koralji su vrlo osjetljivi organizmi i njihov oporavak nakon izlaganja ulju vrlo je dug i neizvjestan. Izloženi koraljni grebeni mogu biti izravno pogođeni (prekriveni) plutajućim uljem, a oni koji su potopljeni mogu biti izloženi raspršenom ulju, osobito blizu obale s visokoenergetskim razbijanjem valova. Koraljni grebeni su područja s najvećim prioritetom zaštite.

Među ribama, mlade su osjetljivije na izloženost ulju od odraslih koje su otpornije (npr. slobodno plivajuće ribe izbjegavaju ulje). Smrtnost riba povezana je s lokaliziranim uvjetima, npr. je li nafta prirodno ili kemijski raspršena, vrstom ulja, dubinom vode, itd. Riba su podložne procesima pročišćavanja, pa izlivanje nafte općenito ima mali utjecaj na riblju populaciju.

Sve vrste morskih kornjača su ugrožene i osjetljive na naftu, osobito tijekom sezone gniježđenja i u plitkim vodama. Morske kornjače koriste pješčane plaže za gniježđenje i polaganje jaja, pa će čišćenje ovih područja tijekom sezone gniježđenja biti prioritet. Odrasle morske kornjače mogu trpjeti od iritacije i upale membrana, ali ih je moguće očistiti.

Morske ptice (uključujući divlje ptice i močvarice) su osjetljive na plutajuće ulje i velik ih broj može umrijeti od kontakta s plutajućim uljem u moru ili na obali. Zauljenost perja najočitija je posljedica ulja na ptice, a utječe na izolacijska svojstva perja i rezultira hipotermijom. Također, ptice će gutati ulje pri pokušaju čišćenja perja. Druga uobičajena posljedica je iscrpljenost uzrokovana prekrivanjem perja uljem, osobito nakon izlaganja viskoznim uljima. Onečišćenje staništa ptica, osobito tijekom sezone gniježđenja, može uzrokovati značajne utjecaje. Zauljene ptice mogu se očistiti i rehabilitirati, ali ovisno o vrsti, može biti da samo mali dio preživi. I jedinke i populacija mogu trpjeti kratkoročne i dugotrajne štete.

Morski sisavci, uključujući kitove, dupine, tuljane, vidre i morske krave, mogu biti pogođeni izlivanjem ulja. Budući da se radi o vrstama koje moraju izroniti da udahnu, mogu biti izložene plutajućem ulju koje može izazvati iritaciju dišnih putova i očiju. Oni koji koriste obalu (npr. tuljani i vidre) mogu patiti od izlaganja ulju ako su mjesta na kojima se izvlače na obalu kontaminirana. Životinje prekrivene krznom mogu patiti od hipotermije ako im je krzno zauljeno. Općenito, utjecaji izlivanja nafte na sisavce su blagi: iritacije kože i poremećaji su najčešće prijavljivani. Smrtnost sisavaca obično je rijetka nakon izlivanja ulja, ali može do nje doći.

2.2 Učinci/djelovanje na različite vrste morskog okoliša

U većini slučajeva incidenti onečišćenja uljem dovode do onečišćenja obližnjih obala. Kako utjecaj ulja na različite vrste obale varira u odnosu na njihove vrste, učinci se mogu kategorizirati prema njihovoj osjetljivosti na onečišćenje uljem, uzimajući u obzir koliko bi jednostavno bilo čišćenje određene vrste obale i koliko bi se dugo ulje zadržalo na njoj.

Osjetljivost na onečišćenje uljem tipova obale uobičajenih u jadranskom i mediteranskom području raste sljedećim redoslijedom:

- Izložene stjenovite obale (najmanje osjetljive);
- Platforme formirane valovima;
- Pješčanje plaže sa sitnim pijeskom;
- Pješčanje plaže s krupnim pijeskom;
- Mješovite pješčane i šljunčane plaže;
- Šljunčane plaže/plaže od oblutaka;
- Zaklonjene stjenovite obale;

- Zaklonjene plimne pličine (ravne muljevite obale) i ušća; i
- Močvarna područja s vegetacijom (najosjetljivija).

Općenito, **stjenovite obale**, a posebno strme, izložene stjenovite litice i obale, najmanje su podložne oštećenju uljem, jer ulje ne može prodrijeti u stijenu i brzo će ga isprati valovi i plime. Stjenovite obale obično su kolonizirane algama ili malim beskralješnjacima, a nakon izlivanja nafte rekolonizacija može biti brza. Kratkotrajni utjecaji tipični su za kamenite obale.

Pješčane obale su također manje biološki aktivne i stoga manje osjetljive na onečišćenje uljem, a kratkoročni utjecaji tipični su i za ove vrste obala. Međutim, zbog kretanja pijeska ulje na pješčanim plažama može biti zatrpano, ometajući njihovo čišćenje i oporavak, dok interakcija ulja i pijeska u zoni pod utjecajem plime i oseke dovodi do potonuća ulja.

Zaklonjene plimne pličine (ravne muljevite obale) mnoge vrsta kralježnjaka i beskralježnjaka koriste kao stanište. Riječ je o niskoenergetskim obalama, a dugoročni učinci općenito su uzrokovani prodiranjem ulja u sedimente zbog gaženja ili prodiranjem ulja kroz rupe koje dube crvi.

Slane močvare su vrlo biološki važne jer su to najproduktivniji vodeni okoliši. Ako se ne ukloni, ulje može u njima ostati niz godina. Unatoč relativnoj otpornosti biljaka na zauljivanje (ovisno o ciklusu rasta) očekuju se dugoročni učinci zbog prodiranja ulja u supstrat koji utječe na korijenski sustav. Prodor je općenito uzrokovan gaženjem i korištenjem mehaničke opreme u operacijama čišćenja, pa se prikladna metoda čišćenja za takva područja mora razmotriti od slučaja do slučaja.

Nakon izlivanja mogu se poduzeti različite studije, uključujući npr. kemijske analize, popise populacija itd., kako bi se procijenile stvarne ekološke štete uzrokovane izlivanjem ulja. Takve studije trebaju imati jasnu svrhu, ostvarive ciljeve i usredotočiti se na moguće učinke izlivanja. Mjere obnove mogu se odrediti na temelju ovih studija, a u nekim slučajevima, ako je potrebno, i provesti.

2.3 Učinci/djelovanje na društvene i gospodarske aktivnosti

Izlijevanje ulja vjerojatno će ometati brojne aktivnosti na moru i obalama te može uzrokovati njihov poremećaj ili prekid, što može rezultirati značajnim neugodnostima i financijskim gubicima u različitim sektorima.

Učinci na **obalne zajednice**:

- Populacija gradova i sela koji se nalaze na obali ili blizu obale je velika;
- Izloženost uljnim isparenjima može prouzročiti poteškoće s disanjem, glavobolju i mučninu;
- Isparenja su obično prisutna na početku izlijevanja, a utjecaj će vjerojatno biti kratkotrajan;
- Prisutnost ulja i operacije reagiranja mogu utjecati na svakodnevne aktivnosti.

Učinci na **turizam**:

- Prihod od turizma važan je za mnoge obalne zajednice;
- Izravni učinci ulja na plaže i obalne objekte mogu zahtijevati njihovo zatvaranje;
- Izlijevanje ulja može izazvati gubitak klijenata za restorane, hotele, vodene parkove, itd.;
- Arheološka nalazišta i pripadajući artefakti pronađeni u obalnim područjima mogu biti kontaminirani izravnim kontaktom s uljem –vrlo su osjetljivi, a metode čišćenja moraju se prilagoditi kako bi se ova nalazišta očuvala;
- Učinci su općenito kratkotrajni, a aktivnosti se nastavljaju nakon čišćenja, no moguće narušavanje predodžbe može biti značajno i može potrajati.

Učinci na **usisne otvore za vodu**:

- Mnoge industrije (uključujući rafinerije, elektrane, pogon za desalinaciju, akvarije, bazene, itd.) trebaju morsku vodu za pravilan rad;
- Ulje u usisnim otvorima za vodu može dovesti do kontaminacije vodoopskrbe, kvarova, itd.;
- Može imati ozbiljne posljedice na proizvodnju energije i aktivnosti desalinizacije;
- Važno je zaštititi područja oko isisnih otvora za vodu kako bi se izbjegla kontaminacija.

Učinci na **luke i marine**:

- Luke su ključne ulazne ili izlazne točke za mnoge osnovne robe i trgovinu;
- Luke i marine mogu biti pogođene zbog:
 - Zabrane ili restrikcije plovidbe na pristupnim plovnim putovima;
 - Onečišćenja infrastrukture kao što su pristaništa, molovi, itd.;
 - Onečišćenja plovila;
 - Zatvaranja ili ograničavanja pristupa zbog operacija reagiranja (npr. postavljanja brana);
- Često je potrebno čišćenje plovila, posebice jahti;
- Čišćenje onečišćene infrastrukture može biti zahtjevno.

Učinci na **ribarstvo i marikulturu**:

- Ribarstvo i marikultura su važne gospodarske i egzistencijalne djelatnosti;
- Ribarstvo može biti pogođeno uljem zbog:
 - Prekrivanja (organizama uljem)
 - Toksičnosti (sastojaka ulja)
 - Poprimanje mirisa ili okusa po ulju (npr. mesa ribe ili školjaka)
 - Poremećaja poslovanja
- Marikultura je posebno ranjiva:
 - Životinje ne mogu pobjeći;
 - Moguće je onečišćenje opreme uljem;
 - Neke vrste će tijekom vremena ukloniti ulje (pročišćavanjem);
- Riba koje slobodno plivaju su rijetko pogođene ako nisu izložene raspršenom ulju.
- Mnogo je važnih pitanja kad je ribarstvo pogođeno:
 - Briga o javnom zdravlju
 - Toksični spojevi (PAHs) u mesu;
 - Mnogo međunarodnih smjernica;
 - Povjerenje tržišta
 - Prodaja može biti pogođena čak i ako riba nije kontaminirana uljem;
 - Zabrana (zatvaranje) ribarenja
 - Zabrane ribarenja često se uvode tijekom izlivanja ulja, no trebaju biti utemeljene na dobro definiranim tehničkim/znanstvenim kriterijima.
- Strategije upravljanja trebaju uzeti u obzir:
 - Organoleptičko testiranje
 - Utvrđivanje okusa i mirisa ulja u mesu;
 - Uzorkovanje i kemijske analize
 - Otkrivanje otrovnih spojeva u mesu
 - Uspoređivanje nalaza sa smjernicama za javno zdravlje
 - Usmjeravanje marketinških kampanja na vraćanje povjerenja.

3. POSLJEDICE IZLOŽENOSTI PROLIVENOM ULJU

Posljedice izloženosti prolivenom ulju mogu biti **akutne** ili **kronične**.

Akutne posljedice izloženosti lakim uljima uglavnom su povezane s njihovom toksičnošću koja uzrokuje trovanje udisanjem i gutanjem, što u ekstremnim slučajevima može uzrokovati smrt određenih organizama, dok su akutne posljedice izloženosti teškoj i srednjoj sirovoj nafti i teškim rafiniranim proizvodima prekrivanje (fizička kontaminacija) živih organizma i asfiksije.

Poprimanje mirisa ili okusa po ulju kod ribe, rakova i školjki smatra se akutnom posljedicom jer se javlja za nekoliko minuta ili sati. Ta je pojava reverzibilna, ali je proces depuracije, dok se onečišćujuće tvari metaboliziraju i eliminiraju iz organizma, mnogo sporiji (tjedni).

Konzumacija morskih organizama koji su bili u kontaktu s uljem može biti rizična za organizme koji su viši u lancu ishrane, npr. konzumacija kontaminirane ribe, rakova i školjki, može stvoriti rizik po zdravlje ljudi i morskih sisavaca kroz kumulativne učinke.

Kronične posljedice izloženosti kod morskih organizama uzrokuju fiziološke probleme (kao što su smanjenje produktivnosti, sporiji rast i smanjenje osjeta mirisa), poremećaje ponašanja (kao što su sporije vrijeme reakcije, problemi s hranjenjem i problemi s reprodukcijom) i **bioakumulaciju**.

ULJE I NJEGOVO PONAŠANJE, SUDBINA, KRETANJE I IZGLED NAKON IZLIJEVANJA NA POVRŠINU MORA

1. ULJE

U terminologiji koja se koristi u području reagiranja na onečišćenje mora riječ "ulje" koristi se za sirovu naftu i za sve rafinirane proizvode (naftne derivate) dobivene njegovom destilacijom.

Izraz "ulje" tako obuhvaća različite mješavine kemijskih spojeva koji se uglavnom sastoje od ugljika i vodika, a koje kemičari nazivaju "ugljkovodici", iako u sastav sirovih ulja i naftnih derivata ulaze i neki drugi organski i anorganski spojevi koji nisu ugljkovodici. Postoci (u težini) ugljika i vodika u različitim sirovim uljima proizvedenim u svijetu variraju između 83 do 87% za ugljik i između 11 i 14% za vodik. Količine ostalih elemenata su male, osim sumpora koji može doseći i do 8% (u nekim iračkim sirovim naftama). Ukupni broj kemijskih tvari u sirovoj nafti kreće se između 10^5 i 10^6 , a većina ih je u teškim frakcijama. Zbog toga se ne može očekivati detaljno i precizno poznavanje svake komponente određene sirove nafte ili rafiniranog proizvoda. Međutim, poznato je da tri serije ugljkovodika čine najmanje 95% svih sirovih nafti:

Alkani (parafini) – niz stabilnih, zasićenih organskih spojeva koji se sastoje samo od ugljika i vodika. Sadrže lance ugljikovih atoma, povezane samo jednostrukim vezama ugljik-ugljik, s vezanim atomima vodika. Alkani s malim brojem ugljikovih atoma su plinovi (npr. metan, etan, propan i butan), dok su oni s većim brojem ugljikovih atoma ili tekućine ili krute tvari na temperaturi od 15 °C. S povećanjem broja ugljikovih atoma u molekuli, vrelište se povećava, a hlapljivost smanjuje.

Cikloalkani (nafteni) – niz zasićenih ugljkovodika, sličnih alkanima, ali sa krajevima spojenim tako da tvore prstenastu strukturu. Veze ugljik-ugljik su jednostruke.

Aromatski ugljkovodici – niz organskih spojeva karakteriziranih benzenskim prstenom(ima) od 6 ugljikovih atoma. Aromatski ugljkovodici s niskim vrelištem odgovorni su za toksičnost većine

ulja. Sumnja se da su aromati s višim vrelištem, posebno spojevi s više prstenova, dugotrajni otrovi, a neki od njih su poznati karcinogeni.

Ostale komponente ulja uključuju organske spojeve koji sadrže dušik, kisik ili sumpor, kao i tragove metala kao što su željezo, nikal, bakar i vanadij.

Asfalteni – niz spojeva vrlo velike molekularne mase (100 000 i više) i neprecizne definicije, iako se ponekad definiraju kao kruti katrani vrlo visokog vrelišta. Struktura im je vrlo često nepoznata. Sadrže sumpor, dušik i kisik, kao i metale kao što su nikal i vanadij.

Smole – skupina heterocikličkih molekula koje sadrže jedan ili više atoma kisika, dušika ili sumpora. Prisutnost ovog heteroatoma u njihovoj strukturi uzrokuje njihova blago površinski aktivna svojstva koja su odgovorna za početno stvaranje inverznih emulzija s morskom vodom.

Sadržaj gore navedenih skupina organskih spojeva značajno varira od jedne sirove nafte do druge: zasićeni ugljikovodici (alkani i cikloalkani) 30-70% (težinski), aromatski ugljikovodici 20-40%, asfalteni 0-10% i smole 5-25%.

Konačno, klasa ugljikovodika koja se ne nalazi u sirovim naftama, ali je uobičajena u rafiniranim proizvodima, su **alkeni (olefini)** – niz nezasićenih, necikličkih ugljikovodika koji sadrže barem jednu dvostruku vezu između ugljikovih atoma, a čiji lanci mogu biti ravni i razgranani. Zbog svoje veće reaktivnosti, alkeni se smatraju otrovnijima od alkana.

1.1 Svojstva sirovih nafti

Sirove nafte su tekućine čija je boja u rasponu svijetlo jantarne do neprozirne crne (asfaltenske sirove nafte). Mogu imati zelenu (**parafinske**) ili plavu (**naftenske**) fluorescenciju, a miris im je neugodan zbog prisutnosti sumpornih spojeva.

- Viskoznost sirovih nafti varira u zavisnosti od sadržaja lakih frakcija.
- Sirove nafte su vrlo zapaljive (plamište manje od 30 °C).

- Specifična težina sirove nafte varira između 0,750 (parafinske sirove nafte) i 1,06.
- Prije transporta sirove nafte se dehidriraju i stabiliziraju kako bi se uklonili plinovi koji se ne mogu kondenzirati i koji su izazivaju mučninu, te voda i nečistoće.

2. PONAŠANJE ULJA NAKON IZLIJEVANJA

Nakon izlijevanja u more, ulja su podložna raznim fizikalnim i kemijskim promjenama, ovisno o njihovoj prirodi, kao i o oceanografskim uvjetima. Nakon izlijevanja u more ulje se nastavlja širiti, kretati (biti nošeno) i mijenjati svoje izvorne karakteristike, što uvelike utječe na odabir tehnika reagiranja na izlijevanje ulja:

- **Širenje** ulja utječe na njegovu debljinu na površini mora.
- **Kretanje** (pomicanje, zanošenje) rezultira promjenom njegovog položaja u odnosu na izvorno mjesto izlijevanja.
- **Mijenjanje pod utjecajem vremenski uvjeta** (eng. *weathering*¹) uzrokuje različite promjene svojstava ulja, kao i njegovog volumena i preostale količine, koje nastaju nakon ispuštanja ulja na površinu mora.

Važno je istaknuti da se širenje, kretanje i mijenjanje izlivenog ulja događa istovremeno.

2.1 Širenje ulja

Najvidljivija karakteristika ulja izlivenog po površini mora je njegova sklonost horizontalnom širenju pod kombiniranim utjecajem sila gravitacije, viskoznosti i površinske napetosti. U pravilu, u početku dominira gravitacija, uz utjecaj viskoznosti ulja. Nakon nekoliko sati, debljina sloja ulja će se znatno smanjiti, a površinska napetost zamjenjuje gravitaciju kao glavni uzrok širenja. Obično će ulje izliveno po vodi formirati tanku leću čiji je unutarnji dio deblji od rubova. U nedostatku drugih utjecaja, širenje se nastavlja sve dok se ne formira gotovo monomolekularni sloj ulja, debljine ne veće od 0,5 μm (mikrometara), koji na površini mora izgleda samo kao blagi

¹ U svom izvornom značenju na engleskom jeziku izraz '**weathering**' označava različite mehaničke i kemijske procese (npr. kontakt s vodom, atmosferskim plinovima i biološkim organizmima) koji uzrokuju razgradnju stijena (ali i tla i minerala, a ponekad i drva i umjetnih materijala). Korištenje pojma '**weathering**' uobičajeno je u području reagiranja na onečišćenje mora uljem, a odnosi se na slične promjene kojima prolazi ulje (nafta) izliveno po površini mora (vode).

NAPOMENA: Zbog uštede prostora, izraz '**weathering**' ponekad će se koristiti i u hrvatskom tekstu.

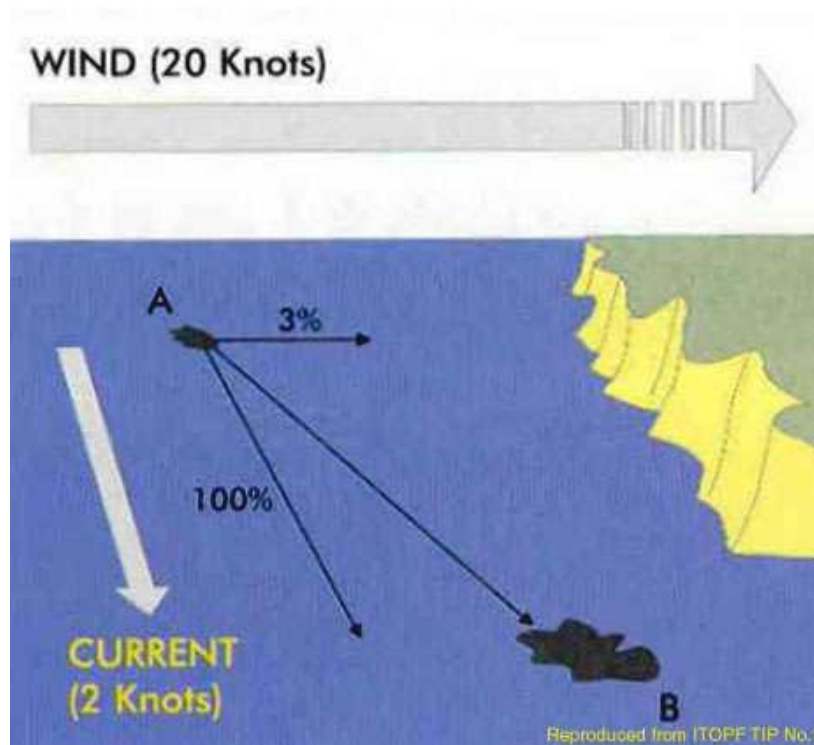
srebrnasti sjaj. Nakon što širenje uznapreduje do pojave sjaja duginih boja ili srebrnaste boje, slijedi brza prirodna disperzija, uz uvjet da ima minimalnog miješanja.

- Vrlo tečna ulja niske viskoznosti šire se brže od ulja visoke viskoznosti;
- Mala izljevi ulja niske viskoznosti ravnomjerno se šire;
- Širenje viskoznijih ulja nije jednoliko, a debljina ulja unutar mrlje može varirati između manje od 1 μm do nekoliko mm (milimetara) ili više;
- Vjetar, valovi, struje i plimne struje utječu na način i brzinu širenja, te fragmentaciju uljne mrlje;
- U početku homogena uljna mrlja često se može fragmentirati u manje mrlje;
- Na otvorenom moru vjetar stvara uske redove (linije) ulja, paralelne sa smjerom vjetra, poznate kao "otkosi" (eng. "windrows");

2.2 Kretanje ulja

Empirijski je utvrđeno da se ulje koje pluta na površini mora kreće u istom smjeru u kojem puše vjetar, brzinom od oko 3% brzine vjetra. S druge strane, u nedostatku vjetra, plutajuće ulje kretati će se u istom smjeru kao i površinska morska (vodena) struja, brzinom jednakom brzini (100%) te površinske struje. Kada su prisutni i vjetar i struja, kretanje ulja proporcionalno brzini i smjeru struje bit će superponirano na kretanje uzrokovano vjetrom. U područjima s jakim plimnim strujama blizu obale, njihovu snagu i smjer također treba uzeti u obzir pri predviđanju kretanja ulja, dok je dalje na (otvorenom) moru utjecaj plimnih struja manje značajan zbog cikličke prirode plimnog kretanja.

Stoga, ako je poznat izvorni položaj uljne mrlje, kao i brzine i smjerovi vjetra i struje u tom području, očekivani položaj plutajućeg ulja nakon određenog vremenskog razdoblja može se predvidjeti jednostavnim vektorskim zbrajanjem, kao što je prikazano na slici ispod:



Prenijeto iz "Technical Information Paper No. 1 – Aerial Observation of Marine Oil Spills", ITOPF, London, UK, 2012

2.3 Mijenjanje ulja pod utjecajem vremenski uvjeta (eng. *weathering*)

2.3.1 Isparavanje

- Javlja se unutar nekoliko sati nakon izlijevanja;
- Hlapljive frakcije se gube u atmosferu;
- Brzinu određuju vrsta ulja, brzina vjetra i temperatura okoline;
- Uzburkano more povećava brzinu isparavanja;
- Ostatak ima veću gustoću i veću viskoznost od izvornog ulja;
- Većina sirovih ulja gubi do 40% izvornog volumena;
- Teška loživa ulja pokazuju male gubitke isparavanjem;
- Lagani rafinirani proizvodi (benzin, kerozin, dizel) gotovo potpuno ispare za nekoliko sati, stvarajući opasnost od požara u ograničenom prostoru kao što su luke.

2.3.2 Otapanje

- Čimbenici koji određuju brzinu i stupanj otapanja ulja uključuju njegov sastav, širenje, temperaturu mora/vode, snagu vjeta i stupanj raspršenosti;
- Gubici su relativno mali jer većina ugljikovodika u ulju ima nisku topljivost u morskoj vodi;
- Teška ulja su praktički netopiva;
- Kako su najtopljivije komponente ulja ujedno i najhlapljivije, gubitak kroz isparavanje djeluje kao protuteža otapanju koje može biti 10 do 1000 puta sporije od isparavanja;
- Proces je prilično dug;
- Otapanje pojedinih komponenti ulja odgovorno je za toksične učinke prolivenog ulja.

2.3.3 Disperzija

- Valovi i turbulencija razbijaju uljnu mrlju u kapljice, koje se zatim miješaju u gornje slojeve vodenog stupca;
- Brzina disperzije ovisi o vrsti ulja i stanju mora;
- Manje kapljice (promjera manjeg od 70 μ m) ostaju u suspenziji;
- Povećana površina disperziranog ulja potiče biorazgradnju, otapanje i sedimentaciju;
- Veće kapljice ponovno izbijaju na površinu;
- Brzina prirodne disperzije može se povećati primjenom (prskanjem) kemijskih disperzanta na tekuće, plutajuće ulje.

2.3.4 Emulgiranje

- Do emulgiranja dolazi miješanjem ulja s morskom vodom, uslijed djelovanja valova;
- Pojam se obično odnosi na stvaranje emulzija vode u ulju (tzv. inverznih emulzija);
- Sirove nafte će najvjerojatnije stvoriti emulzije vode u ulju, koje su općepoznate kao "CHOCOLATE MOUSSE";
- Sadržaj vode u emulziji može biti do 80%;
- Emulgiranjem se povećava ukupni volumen uljnog materijala kojeg treba obraditi;
- Emulgiranje drastično povećava viskoznost izvornog ulja.

2.3.5 Sedimentacija

- Sedimentacija počinje kada raspršene (dispergirane) kapljice ulja stupe u interakciju s česticama sedimenta i suspendiranim tvarima, što dovodi do povećanja gustoća nafte i uzrokuje njeno potonuće;
- Potonuću pogoduje ugradnja suspendiranih krutih tvari u ulje koje se promijnilo pod utjecajem vremenskih uvjeta;
- Na pješčanim plažama ulje može nakupiti velike količine pijeska;
- Većina sirovih nafte neće potonuti u morskoj vodi;
- Neki teški derivati mogu potonuti u morskoj vodi niskog saliniteta ili u slatkoj vodi, koje imaju niže specifične težine;
- Temperatura može utjecati na uzgonu ulja.

2.3.6 Biorazgradnja (biodegradacija)

- Brojne bakterije, plijesni, gljivice, kvasci, jednostanične alge i praživotinje (protozoe), koje su prisutne u morskom okolišu, mogu biorazgraditi ugljikovodike;
- Biorazgradnja se događa redovito;

- Brzina ovisi o svojstvima ulja, prisutnosti kisika i hranjivih tvari (dušik, fosfor), te temperaturi;
- Rezultati biorazgradnje su ugljični dioksid i voda;
- Lakše komponente se biorazgrađuju brže;
- Mikroorganizmi su aktivni samo na sučelju ulje/voda;
- Raspršivanje ulja u kapljice povećava brzinu biorazgradnje.

2.3.7 Fotooksidacija

- Ugljikovodici u ulju mogu reagirati s kisikom, stvarajući topljive produkte ili katran;
- Do fotooksidacije dolazi pod utjecajem ultraljubičastog zračenja sunčeve svjetlosti;
- Javlja se na površini ulja, vrlo sporo, ali brže kada je ulje rašireno u tankom sloju (filmu);
- Oksidirana laka ulja općenito su topljivija, sklona disperziji i biorazgradiva;
- Vrlo viskozna ulja oksidiraju u postojeće ostatke (katran).

2.4 Izgled ulja na morskoj površini

Kada se izlije po morskoj površini, ulje stvara mrlju koja je nošena vjetrom i strujom, a zatim se raspada u manje mrlje, obično ispresijecane relativno tankim sjajnim područjima, te se rasprostire područjima koja s vremenom postaju značajna (velika). Promjenom smjera vjetra, ulje koja je već nataložena na obalama može ponovo dospjeti u more. Nakon određenog razdoblja na moru ulje se može pomiješati s algama i naplavinama.

Različite vrste ulja koje plutaju na morskoj površini imaju različit izgled:

- Lagani rafinirani proizvodi (benzin, kerozin, dizel) ravnomjerno se šire velikim površinama i podložne su snažnom isparavanju i brzim procesima prirodnog raspršivanja, što često rezultira njihovim potpunim nestankom za nekoliko dana. Formiraju tanak sjajni sloj (film).
- Teški rafinirani proizvodi (teško pogonsko gorivo i većina vrsta goriva koje koriste trgovački brodovi), koji su vrlo viskozni, šire se sporije i ne nestaju prirodnim putem. Oni tvore tamne deblje mrlje, odvojene područjima srednjeg i tankog sjajnog sloja.
- Sirove nafte, čije karakteristike i ponašanje uvelike variraju ovisno o njihovoj vrsti i podrijetlu, obično se brzo razbijaju u područja tamnog, gušćeg ulja ispresijecana područjima srednjeg i tankog sjajnog sloja.

Općenito, deblji dijelovi uljne mrlje su **zagasite (tamne)** boje, mrlje srednje debljine prelijevaju se **plavkasto** ili **u duginim bojama**, a najtanji dijelovi izgledaju kao područja **sivog** ili **srebrnastog sjaja**.

Sjajni sloj (srebrni, sivi ili prelive) sastoji se od samo malih količina ulja, ali je najvidljiviji dokaz onečišćenja. Često se debele mrlje mogu naći usred i okrenute prema vjetru na području prekrivenom sjajnim slojem.

Debele mrnje predstavljaju velike količine ulja i općenito su **crne** ili **tamno smeđe** u ranim fazama onečišćenja. Većina sirovih nafti i teških rafiniranih proizvoda (derivata) tvori emulzije vode u ulju (čokoladni mousse) (vidi točku 2.3.4) koje se pojavljuju kao **smeđe, crvene, narančaste** ili **žute** mrlje.

Donja tablica daje naznaku odnosa između vrste ulja, njegovog izgleda (boje), približne debljine i približne količine ulja koje mrlja sadrži:

OIL TYPE	APPEARENCE	APPROXIMATE THICKNESS [mm]	APPROXIMATE. VOLUME [m ³ /km ²]
Oil sheen	Silver	>0.0001	0.1
Oil sheen	Iridescent (rainbow)	>0.0003	0.3
Crude and fuel oil	Brown to black	>0.1	100
Water-in-oil emulsions	Brown / orange	>1	1000

Prenijeto iz "Technical Information Paper No. 1 – Aerial Observation of Marine Oil Spills", ITOPF, London, UK, 2012

KORIŠTENJE MODELA ZA PREDVIĐANJE (PONAŠANJA) IZLJEVA

1. UVOD

Cilj lekcije je pružiti osnovne informacije o tome što su modeli za predviđanja (ponašanja) izlivanja ulja i kako mogu biti od pomoći onima koji su odgovorni za pripravnost i reagiranje na slučajno onečišćenje mora.

Modeliranje izlivanja ulja je **proces koji simulira sudbinu prolivenog ulja**. Koristi se od 1960-ih, a danas postoje brojni modeli izlivanja ulja koji mogu simulirati procese uzrokovane vremenskim uvjetima i predvidjeti sudbinu izlivenog ulja. Njihova složenost, područje geografske primjenjivosti i jednostavnost korištenja značajno variraju. Neki se mogu pokrenuti na prijenosnom računalu, dok drugi samo na velikim središnjim („mainframe“) računalima. Postoje modeli koji se mogu **preuzeti besplatno** (npr. ADIOS 2[®] i GNOME[®], koje je razvila NOAA, SAD; MEDSLIK II[®] kojeg su razvili Cipar i Italija), oni kojima se može pristupiti putem **interneta** (npr. SeaTrackWeb-STW[®], kojeg je razvila grupa zemalja oko Baltičkog mora), oni koji se **mogu kupiti od komercijalnih tvrtki** (npr. OILMAP[®], dostupan od RPS-a, UK) i oni koje su **razvile nacionalne organizacije** i znanstvene **institucije** i općenito nisu dostupni vanjskim korisnicima (npr. MOTHY[®], kojeg je razvila i njime upravlja francuska nacionalna meteorološka služba).

Modeli izlivanja ulja su računalni alati za podršku odlučivanju dizajnirani da (a) pokažu kako se fizička i kemijska svojstva različitih vrsta ulja mijenjaju tijekom vremena u morskom okolišu, (b) prognoziraju putanju izlivenog ulja i (c) procijene vrijeme koje ulju treba da dosegne određena područja interesa. Većina modela može napraviti predviđanja za period u rasponu od nekoliko sati do nekoliko dana. Parametri okoliša mogu se, i trebaju se, redovito ažurirati kako bi odgovarali stvarnim uvjetima incidenta.

Općenito, mogu se razlikovati dvije kategorije modela izljeva ulja:

- Modeli koji pripadaju prvoj kategoriji, i koji se obično nazivaju **modeli trošenja ulja**, procjenjuju koliko se različiti tipovi ulja „troše“ (mjenjaju pod utjecajem vremenskih prilika, podvrgavaju fizičkim i kemijskim promjenama) u morskom okolišu, ali ne predviđaju moguće kretanje uljne mrlje.
- Modeli u drugoj kategoriji, poznati kao **modeli putanje izlijevanja ulja**, osim što predviđaju promjene kojima će određeno ulje biti izloženo nakon izlijevanja na morsku površinu, također procjenjuju evoluciju mrlje tijekom vremena, odnosno kako se uljna mrlja kreće preko površine vode, te raspodjelu ulja u tri dimenzije.

Informacije o **vrsti ulja**, dopunjene **ulaznim podacima iz okoliša**, uključujući brzinu i smjer vjetra, brzinu i smjer morske struje, plimu i oseku, temperaturu zraka i mora, i batimetriju, **glavni su podaci** koji se unose u softver koji generira predviđanje, kao i **elektroničke karte** područja interesa. Uz informacije iz **ugrađenih baza podataka** o fizikalnim i kemijskim svojstvima ulja, te onim iz **hidrodinamičkog modela** (koristeći ulazne podatke iz okoliša), neki modeli također mogu koristiti **prijenos podataka uživo** iz npr. satelitskih promatranja i podatke o vjetru, valovima i vremenu uživo koje pružaju meteorološke službe.

Točnost i dostupnost **ulaznih podataka** te kvaliteta **hidrodinamičkog modela** ključni su čimbenici točnosti predviđanja koje generira model. Postupci za određivanje scenarija izlijevanja i za unos potrebnih podataka o okolišu obično uključuju „grafičko korisničko sučelje“, koje je jednostavno i lako se može naučiti.

Rezultati modela izlijevanja ulja mogu uključivati grafičke i tablične liste rezultata proračuna masene bilance i GIS prikaze područja zahvaćenih izlijevanjem.

2. UPOTREBA MODELA IZLIJEVANJA ULJA

Modeli izlijevanja ulja vrijedni su alati podrške za tijela odgovorna za pripravnost i reagiranje na incidente onečišćenja mora, ali i za timove za reagiranje na onečišćenje i za profesionalne tvrtke koje djeluju u ovom području rada.

Modeli se mogu koristiti pri:

- **procjeni rizika** (za analizu rizika s ciljem procjene potencijalnog gubitka života, štete po okoliš, štete na obalnim gospodarskim resursima, imovini i morskim objektima);
- **planiranju za izvanredne situacije** (definiranje odgovarajućih strategija reagiranja na izlivanje ulja za različite dijelove morskog i obalnog područja, procjenu vremena intervencije, utvrđivanje potreba za ljudskim resursima i opremom za reagiranje, itd.);
- **obuci i vježbama** (za osposobljavanje nominiranog osoblja u donošenju odluka o različitim aspektima reagiranja na izlivanje ulja i HNS-a, za pripremu realnih scenarija za vježbe reagiranja na izlivanje: u retrospektivnom načinu rada - otkrivanjem izvora izlivanja, ili u načinu predviđanja - predviđanjem putanje ulja);
- **reagiranju na izlivanje** (za olakšavanje donošenja odluka u slučaju izvanrednog onečišćenja mora, predviđanje kretanja uljne mrlje, predviđanje sudbine, ponašanja i učinaka vremenskih uvjeta na ispušteno ulje, predviđanje disperzije izlivenog ulja, procjenu učinkovitost predviđenih operacija reagiranja na izlivanje i utjecaj specifičnih scenarija reagiranja na izlivanje, asimiliranje informacija dobivenih (zračnim) nadzorom izljeva, utvrđivanje mjera ublažavanja koje su potrebne i razvijanje odgovarajućih taktika čišćenja, procijenu koliko dugo može proliveno ulje ostati u određenom okruženju, i sl.);
- **procjeni utjecaja na okoliš i ljude** (za procjenu učinaka tehnika čišćenja koje su korištene ili planirane za korištenje, npr. uporaba disperzanata, zadržavanje i rekuperacija ulja, itd., za pripremu studija procjene utjecaja na okoliš).

Pa ipak, kada se modeli koriste u stvarnim situacijama reagiranja na izlivanje, važno je imati na umu da **modeli izlivanja ulja** imaju svoja ograničenja i da **ne mogu zamijeniti stvarna opažanja**, bilo iz zraka (nadzor iz zraka) ili s kopna (pregled obale).

U idealnom slučaju, modeli izlivanja ulja trebali bi:

- olakšati pravovremeni reagiranje;
- pružiti točna predviđanja parametara ključnih za donošenje odluka;
- omogućiti asimilaciju podataka iz terenskih promatranja i prilagodbu predviđanja;
- biti baziran na softveru jednostavnom za korištenje; i
- biti potpuno operativni na prijenosnoj opremi i u udaljenim područjima.

Ako je model izlivanja ulja dostupan u zemlji ili regiji, informacije o njegovim karakteristikama, potrebnim ulaznim podacima i postupku za pristup modelu u slučaju nužde trebale bi biti priložene u prilogu relevantnog plana za nepredviđeno onečišćenje mora.

OPCIJE REAGIRANJA NA IZLIJEVANJA ULJA

1. UVOD

Bez obzira na razmjor problema, može se očekivati da reagiranje na izvanredne situacije onečišćenja mora bude uspješno samo ako postoji **organizacija** reagiranja, ako je na raspolaganju (obučeno) **osoblje** i potrebna **oprema** te ako je dogovorena **strategija** reagiranja. U kombinaciji s pažljivim planiranjem aktivnosti reagiranja za svaki pojedinačni incident, prisutnost ovih ključnih elemenata značajno povećava šanse da će napori reagiranja uspjeti.

Na lokalnoj razini učinkovita organizacija reagiranja na izlijevanje može se postići uspostavom adekvatnog **lokalnog sustava za pripravnost i reagiranje** na slučajno onečišćenje mora, potpuno kompatibilnog s regionalnim i nacionalnim sustavom.

Odgovornost za pripravnost i reagiranje na onečišćenje treba povjeriti odgovarajućem dijelu (odjelu, službi, uredu) lokalne samouprave, koji će biti podržan odgovarajućim mehanizmom za koordinaciju s regionalnim tijelima. Međutim, bliska suradnja s lokalnom industrijom, ako postoji na tom području, i drugim dionicima (npr. operaterima marina, organizacijama turističkog sektora, ribarima, nevladinim organizacijama, itd.) nužna je za povećanje učinkovitosti lokalnog sustav pripravnosti i reagiranja.

Sve relevantne informacije o administrativnim, pravnim, operativnim, logističkim, tehničkim, ekološkim, financijskim, itd. aspektima reagiranja na izvanredne situacije na moru trebale bi se prikupiti i prezentirati u **lokalnom planu za nepredviđene situacije** (kompatibilnim s regionalnim i nacionalnim planovima), što će značajno smanjiti vrijeme utrošeno na prikupljanje neophodnih informacija (u vezi npr. komunikacija, radne snage, opreme, podataka o okolišu, itd.).

Konačno, uspješan ishod svake pojedine operacije reagiranja na izlijevanje uvelike će ovisiti o odabiru najprikladnije **opcije reagiranja na izlijevanje**.

2. OPCIJE REAGIRNJA

Broj dostupnih **opcija reagiranja na izlivanje**, odnosno metoda i tehnika koje se mogu primijeniti, zapravo je vrlo ograničen i uključuje:

1. Nadzor, praćenje i predviđanje razvoja izlivanja;
2. Uklanjanje izvora ulja (ili drugog zagađivača);
3. Zaustavljanje (ograničavanje širenja) ulja i zaštita osjetljivih resursa;
4. Uklanjanje izlivenog ulja s morske površine, i to:
 - 4.1. Mehaničkim prikupljanjem/rekuperacijom prolivenog ulja;
 - 4.2. Upotrebom disperzanata;
 - 4.3. Upotrebom drugih proizvoda za obradu (uključujući upijače);
 - 4.4. *In situ* spaljivanjem prolivenog ulja;
5. Uklanjanje nafte nanešenog na obalu (čišćenje obale); i
6. Obnova/restauracija mjesta izlivanja.

Dvije operacije koje, strogo govoreći, ne spadaju u opcije reagiranja na izlivanje, ali se trebaju smatrati sastavnim i vitalnim dijelom svake opcije koja uključuje prikupljanje ulja/zauljenog materijala su:

7. Transport, skladištenje i obrada prikupljenog ulja/zauljenog materijala; i
8. Konačno odlaganje prikupljenog ulja/zauljenog materijala.

Konačno, još jedna operacija koju treba uzeti u obzir kao dio bilo kojeg reagiranja na incident onečišćenja mora uljem je:

9. Reagiranje na zauljenje divlje faune.

Ovih devet opcija ukratko je opisano u nastavku, dok se detaljne informacije o svakoj od njih mogu pronaći u posebnim dokumentima koji su također uključeni u program obuke PEPSEA.

2.1 Nadzor, praćenje i predviđanje razvoja izlijevanja

Ova opcija prihvatljiva je i legitimna opcija za postupanje s izlijevanjem ulja kada tip izlivenog proizvod (kao što su benzin, kerozin, dizel i drugi lagani, nepostojani proizvodi) ne zahtijeva operaciju reagiranja u punom opsegu ili kada intervencija na takvim proizvodima može ugroziti osoblje koje intervenira (npr. jer njihovo brzo isparavanje može uzrokovati stvaranje eksplozivne atmosfere). S druge strane, pokretanje operacije reagiranja na izljeve takvih proizvoda može biti nepotrebno, imajući na umu da se oni brzo prirodno razgrađuju zbog isparavanja, otapanja i/ili prirodne disperzije.

Ona je također adekvatno rješenje za postupanje s uljem u posebno osjetljivim područjima gdje bi bilo kakva intervencija mogla prouzročiti više štete za okoliš od samog ulja.

Konačno, ova opcija može biti jedina razumna kada nepovoljni vremenski uvjeti ne dopuštaju provedbu bilo kakvih drugih mjera reagiranja na izlijevanje zbog rizika po zdravlje i sigurnost osoblja ili siguran rad opreme, plovila i zrakoplova.

2.2 Uklanjanje izvora ulja (ili drugog zagađivača)

Reagiranje na izvoru onečišćenja uključuje visoko specijalizirane aktivnosti spašavanja kao što su stabilizacija (oštećenog) plovila, zaustavljanje i smanjenje istjecanja ulja, prijenos ulja u drugi spremnik na (oštećenom) plovilu i iskrčavanje plovila (prebacivanje ulja u drugo plovilo/ teglenicu). Sve ove operacije zahtijevaju specifična znanja, visoko obučeno osoblje, sofisticiranu opremu i specijalizirana plovila, a mogu ih izvesti samo specijalizirane spasilačke tvrtke.

2.3 Zaustavljanje (ograničavanje širenja) ulja i zaštita osjetljivih resursa

Ograničavanje širenja i kretanja ulja i postizanje određene kontrole nad njim bio je jedan od glavnih ciljeva tehnologije kontrole izljeva ulja. Namjenski dizajnirane plutajuće barijere (obično zvane **brane**) mogu pružiti razumno visok stupanj kontrole kretanja i širenja izlivenog ulja, pa se brane

stoga definiraju kao sredstva (plutajuće barijere) posebno dizajnirana za kontrolu kretanja ulja na morskoj (vodenoj) površini).

Brane se mogu koristiti za zadržavanje i za usmjeravanje prolivenog ulja, a glavni ciljevi njihove uporabe su:

- koncentrirati proliveno ulje kako bi se olakšala njegova rekuperacija;
- zaštititi pojedine dijelove obale od onečišćenja prolivenim uljem.

Važno je napomenuti da se brane uvijek trebaju koristiti zajedno s nekom vrstom uređaja za rekuperaciju jer se nijedna od njihovih gore navedenih funkcija ne može postići ako se ulje sukcesivno ne uklanja iz područja u kojem je bilo zaustavljeno.

2.4 Uklanjanje izlivenog ulja s morske površine

Uklanjanje plutajućeg ulja s morske površine, što je konačni cilj svake operacije reagiranja na izlivanje, može se postići mehaničkim uređajima, raspršivanjem pomoću kemijskih disperzanta koji pojačavaju njihovu disperziju u stupac morske vode, korištenjem posebno osmišljenih proizvoda uključujući adsorbente (ili apsorbente), te spaljivanjem prolivenog ulja na površini mora.

2.4.1 Mehaničko prikupljanje/rekuperacija prolivenog ulja

Mehaničko prikupljanje/rekuperacija plutajućeg ulja na moru (obično uz pomoć zaustavljanja ulja) često se smatra poželjnom opcijom reagiranja, pod uvjetom da postoji specijalizirana oprema potrebna za zaustavljanje, prikupljanje i skladištenje prolivenog ulja (brane, skimeri, specijalizirana plovila za reagiranje na onečišćenje, plutajući tankovi/teglenice).

Najbolji rezultati postižu se korištenjem namjenski izgrađenih uređaja za rekuperaciju ulja poznatih kao "skimeri", koji su definirani kao mehanički uređaji posebno dizajnirani za uklanjanje ulja (ili mješavine ulja/vode) s površine mora (vode) bez značajnije promjene njegovih fizičkih i/ili kemijskih

svojstava. Ova definicija uključuje brojne dizajne i principe rada koji se koriste u konstrukciji skimera.

Većina skimera nema vlastiti pogon i moraju se koristiti ili s plovila (čamca ili broda) ili s obale, no postoje i specijalizirana plovila za reagiranje na onečišćenje koja imaju ugrađen skimmer (uređaj za rekuperaciju) kao svoj sastavni dio.

2.4.2 Upotreba disperzanata

Disperzanti (ili kemijski disperzanti) su mješavine otapala, sredstava za vlaženje i površinski aktivnih tvari koje smanjuju međufaznu napetost između ulja i vode. Kada se nanese na ulje koje pluta na morskoj površini, disperzanti potiču njegovu disperziju i pomažu uljnoj mrlji da se razbije u fine kapljice koje se brzo distribuiraju po vodenom stupcu. Time se povećava omjer površine i volumena ulja, ubrzavajući proces prirodne biorazgradnje.

Zbog mogućih negativnih učinaka raspršenog ulja na određene morske organizme, upotreba disperzanta je ograničena na one okolnosti u kojima bi potencijalna šteta biološkim i fizičkim resursima jasno mogla biti veća kada se ne bi upotrijebili.

Upotrebu disperzanta treba uzeti u obzir na otvorenom moru gdje su brane i skimeri manje učinkoviti ili čak neučinkoviti, te u slučajevima kada kretanje naftne mrlje prijete područjima od velike biološke ili ekonomske važnosti. U pravilu se ne preporučuje njihova uporaba u plitkim, obalnim vodama.

2.4.3 Upotrebom drugih proizvoda za obradu (uključujući upijače)

Predloženi su razni kemijski i fizikalni agensi (sredstva) za obradu prolijevanog ulja, uključujući npr. upijače (adsorbense i apsorbense), sredstva za želiranje, modifikatore površinske napetosti (kemijske barijere), sredstva za potapanje i biološka sredstva. Međutim, većina njih nema značajnu praktičnu važnost, posebno kod velikih izlivanja.

Samo upijači, koji su definirani kao proizvodi koji fiksiraju tekuće ulje bilo adsorpcijom ili apsorpcijom, našli su širu primjenu kod reagiranja na izlijevanje nafte. Dostupni su u raznim oblicima (kao jastuci, otirači, plahte, pomponi, prah, granule itd.). Korištenje upijača ograničeno je na mala ili srednja izlijevanja u zaklonjenim područjima uz obalu. Često se koriste u operacijama čišćenja obale kada uobičajene metode reagiranja ili daju loše rezultate ili su neprimjenjive.

2.4.4 *In-situ* spaljivanje

Kontrolirano spaljivanje prolivenog ulja, na ili blizu izvora izlijevanja, potencijalno može ukloniti relativno velike količine plutajućeg ulja. Za njegovu provedbu potrebna je upotreba protupožarnih zaštitnih brana, uređaja za paljenje ("upaljača") i tvari poznatih kao "primeri" (pojačivači paljenja), "fitilji" (promotori izgaranja) i "kemijske brane".

Unatoč zapaljivosti mnogih ugljikovodika koji se nalaze u ulju i opsežnim istraživanjima u ovom području, metoda još uvijek ima niz ograničenja koja ometaju njezinu širu primjenu, kao što su npr. gubitak lakših (hlapljivijih) frakcija ulja kroz isparavanje i poteškoće u održavanju ulja na okupu/akumuliranog kako bi se ostalo u dovoljno debelom sloju da održi gorenje.

S druge strane, izgaranje koje nikada nije potpuno, rezultira ozbiljnim onečišćenjem zraka koje izaziva zabrinutost za zdravlje, osim što ostavlja znatne količine teških, djelomično izgorjelih ostataka koji su skloni potonuću i potencijalnom utjecaju na živi svijet na morskom dnu.

Upotreba *in situ* spaljivanja prolivenog ulja u priobalnim područjima obično nije dopuštena, dok se spaljivanje ulja i uljem kontaminiranog materijala na kopnu (npr. vegetacije) ponekad koristi kao dio mjera čišćenja obale.

2.5 Čišćenje obale

Ako se izlivanje nafte dogodi relativno blizu obale, manji ili veći dio izlivena nafte dospjet će do obale, što će rezultirati njezinim oblaganjem naftom. Odluka o tome hoće li se zahvaćena obala čistiti ili ne, i kako to učiniti, ovisit će o nizu čimbenika uključujući, između ostalog, ekološke, ekonomske, logističke, meteorološke, oceanografske, (geo)morfološke i tehničke, kao i kao o dostupnosti osoblja i opreme u zahvaćenom području.

Metode čišćenja obale općenito se dijele u četiri glavne kategorije, a to su uklanjanje (ručno ili mehaničko) ulja i zauljenog materijala, ispiranje ulja (obično vodom), kontrolirano spaljivanje ulja i zauljenog materijala na kopnu te ostavljanje ulja da se prirodno razgradi (ponekad potpomognuto bioremedijacijom). Brane, skimeri i upijači često se koriste u čišćenju obale, za uklanjanje ulja koja pluta u blizini obale.

2.6 Obnova/restauracija mjesta izlivanja

Obnova (koja se također naziva vraćanje u prvobitno stanje ili sanacija) okoliša pogođenog izlivanjem ulja skup je (razumnih) mjera koje se poduzimaju s ciljem ubrzanja prirodnog oporavka štete u okolišu.

Takve mjere mogu uključivati npr. ponovno zasađivanje biljaka u slanim močvarama, ograničavanje pristupa i ljudskih aktivnosti u oštećenim područjima, stavljanje pod nadzor ribolova kako bi se smanjila konkurencija za ograničene izvore hrane, zatvaranje pristupa plažama na kojima se gnijezde kornjače, itd. Složenost morskog okoliša vjerojatno će ograničiti opseg u kojem se šteta u okolišu može umjetno sanirati, a i prirodni je oporavak vrlo često dovoljno brz.

2.7 Transport, skladištenje i obrada prikupljenog ulja/zauljenog materijala

Prijevoz nafte i zauljenog materijala od mjesta rekuperacije/prikupljanja do privremenog skladišta ili konačnog odlagališta predstavlja veliki logistički problem. Prijevozna sredstva mogu uključivati pomorska plovila i kopnena vozila, a u određenim slučajevima čak i zrakoplove (helikoptere). Sva korištena prijevozna sredstva moraju biti opremljena nekom vrstom nepropusnih kontejnera kako bi se spriječila kontaminacija nezagađenih područja.

Vrlo često je brzina prikupljanja ulja/zauljenog materijala (na moru i na kopnu) veća od brzine njihovog konačnog odlaganja, čak i kada su metode, mjesta i pogoni za to unaprijed proučeni i definirani, što zahtijeva osiguranje privremenih skladišnih kapaciteta, po mogućnosti što bliže mjestu gdje se ulje prikuplja. Takvi kapaciteti mogu uključivati improvizirane jame, otvorene bačve za ulje, čvrste plastične vreće, fleksibilne/sklopive spremnike i fiksne spremnike/skladišne kapacitete.

Ulje prikupljeno tijekom operacija reagiranja na izlivanje potrebno je odvojiti od morske vode i/ili krutih materijala prikupljenih s njim, kako bi se smanjio volumen materijala kojim se treba rukovati, transportirati i skladištiti, te kako bi se olakšalo konačno odlaganje ili moguće ponovno korištenje ulja. Najčišće ulje je ono koje skimeri prikupe s površine mora (do 90% ulja), dok materijal prikupljen s plaže tijekom čišćenja obale može sadržavati samo 1-2% ulja. Sadržaj ulja u raznim emulzijama i različitim vrstama zauljenog materijala varira između ove dvije brojke. Metode obrade prikupljenog ulja i zauljenog materijala uključuju gravitacijsko odvajanje ulja i vode, uklanjanje otpada, skupljanje ulja koje curi, pranje zauljenog materijala, ekstrakciju ulja i prosijavanje.

2.8 Konačno odlaganje prikupljenog ulja/zauljenog materijala

Odlaganje otpada od izlivanja ulja često je najduži i najskuplji dio reagiranja. Dostupne metode zbrinjavanja mogu se grupirati u skladu sa "sudbinom" ulja/zauljenog materijala kako slijedi:

- **Rekuperacija** (dijela) ulja za ponovnu upotrebu.

- **Stabilizacija** sakupljenog zauljenog materijala odlaganjem ili korištenjem u građevinskim radovima.
- **Uništavanje** ulja/zauljenog materijala toplinom/spaljivanjem (uz mogućnost povrata topline) ili biorazgradnjom..

Najprikladnija metoda odabire se uzimajući u obzir prirodu prikupljenog ulja/zauljenog materijala i dostupnost potrebne opreme ili pogona za njegovu obradu. Za zbrinjavanje prikupljenog zauljenog otpada nužna je bliska suradnja tijela nadležnih za reagiranje na izlivanje nafte i industrije, poštujući pri tom sve nacionalne i lokalne zakonske propise koji se odnose na gospodarenje otpadom.

2.9 Reagiranje na zauljenje divlje faune

Reagiranje na zauljenje divljih životinja ne odnosi se samo na rehabilitaciju zauljenih životinja, već i na niz aktivnosti koje imaju za cilj minimiziranje utjecaja izlivanja ulja na divlje životinje (uključujući ptice, sisare i gmazove) sprječavanjem zauljenja kada je to moguće i ublažavanjem posljedica za pojedine životinje kada je do zauljenja došlo.

Uključuje procjenu rizika za divlje životinje, praćenje u stvarnom vremenu lokacije divljih životinja u odnosu na izljev ulja, zaštitu mjesta za gniježđenje, tjeranje životinja dalje od ulja, preventivno hvatanje i prikupljanje nezauljenih životinja i jaja, prikupljanje i analizu leševa, eutanaziju, rehabilitaciju živih zauljenih životinja, njihovo ponovno puštanje u prirodu, te praćenje preživljavanja nakon puštanja na slobodu.

PRIPRAVNOST ZA REAGIRANJE I PLANIRANJE ZA NEPREDVIĐENE SITUACIJE (UZ OSVRT NA ARANŽMANE ZA NEPREDVIĐENE SLUČAJEVE U PILOT ZONAMA PROJEKTA PEPSEA)

1. UVOD

Bez obzira na njegovu veličinu, svaki incident onečišćenja mora vjerojatno će utjecati na **okoliš** i na **gospodarske aktivnosti** u području u kojem se dogodio. Izlijevanje može uzrokovati štetu okolišu, posebno u zoni između plime i oseke, tj. na obali ili blizu nje. S druge strane, incident onečišćenja mora također će utjecati na različite ljudske aktivnosti na moru i u obalnom području, od kojih neke mogu imati ozbiljne posljedice na dobrobit zajednice koja živi u pogođenom području, ali i cijele zemlje. Gospodarske djelatnosti koje mogu pretrpjeti posljedice izlijevanja nafte ili HNS-a uključuju ribarstvo, turizam, pomorske djelatnosti, proizvodnju energije (elektrane) i industrijske aktivnosti.

Kako bi se ublažile takve negativne posljedice, svako izlijevanje zahtijeva određenu razinu reagiranja, razmjernu veličini izlijevanja i prevladavajućim okolnostima. Da bi bilo uspješno, reagiranje mora biti **brzo** (započeti što je prije moguće nakon primitka obavijesti o incidentu), **ispravno** (prilagođeno okolnostima izlijevanja) i **učinkovito** (koristeći znanja i vještine na najbolji mogući način, bez gubitka vremena, truda i sredstava).

Da bi reagiranje postiglo svoje ciljeve, **organizacija** reagiranja, **obučeno osoblje**, **oprema** i **strategija reagiranja** moraju postojati prije početka stvarnih aktivnosti.

Uspostavljanje **sustava pripravnosti i reagiranja** na onečišćenje mora (na lokalnoj, regionalnoj, nacionalnoj i međunarodnoj razini), koji uključuje plan za nepredviđene situacije i sve gore navedene elemente, dokazan je način osiguravanja odgovarajućeg reagiranja na incident onečišćenja mora.

U izvanrednoj situaciji lako je zaboraviti ili previdjeti mnoga važna pitanja, pa je stoga najbolji način da se osigura ispravno funkcioniranje reagiranja na izlivanje ulja pripremiti plan za nepredviđene situacije onečišćenja mora unaprijed, kada nema izvanrednih situacija. Plan, neovisno o svom opsegu, mora definirati **tko će što, gdje i kako** raditi, odnosno plan mora definirati **odgovornosti, politiku/strategiju** reagiranja, **pokrivenost/obuhvat**, te u određenoj mjeri i **metode reagiranja** na izlivanje ulja. Što se tiče posljednje navedenog, treba imati na umu da **plan za nepredviđene situacije nije priručnik za reagiranje na onečišćenje uljem**.

Osigurati da će reagiranje na izlivanje (ulja ili HNS) ispravno funkcionirati kada se za to ukaže potreba cilj je niza aktivnosti pripravnosti, a posebno **planiranja za nepredviđene situacije**. Ova lekcija ima za cilj objasniti osnovna načela planiranja za izvanredne situacija kao ključnog elementa pripravnosti za reagiranje na incident onečišćenja mora.

2. PLANIRANJE ZA NEPREDVIĐENE SITUACIJE

Postojanje pouzdanog **sustava za pripravnost i reagiranje** (bilo da se radi o međunarodnom, nacionalnom, regionalnom ili lokalnom), uključujući organizaciju reagiranja, obučeno osoblje, osnovnu opremu i **plan za nepredviđene situacije** za reagiranje na incidente onečišćenja mora, najvažniji je čimbenik koji određuje učinkovitost i uspješnost reagiranja nadležnih javnih tijela na izlivanje.

Plan za nepredviđene situacije onečišćenja mora može se opisati kao dokument koji prikazuje **organizaciju i strategiju (politiku)** reagiranja na incidente onečišćenja mora, opisuje **hitne postupke** i pruža **informacije** potrebne za provođenje operacija reagiranja na izlivanje. Opći cilj plana za nepredviđene situacije je osigurati učinkovit, prikladan i pravovremen odgovor na onečišćenje ili prijetnju onečišćenja uljem (ili drugim opasnim i štetnim tvarima), s ciljem smanjenja štete po okoliš i minimiziranja ekonomskih i društvenih utjecaj izlivanja.

Plan za nepredviđene situacije trebao bi biti **sažet** dokument koji sadrži kratke **definicije, opise i upute**, daje **opći pregled politike** (lokalne, područne ili nacionalne) za postupanje s incidentima onečišćenja mora i jasno odražava odredbe pravnih dokumenata na kojima se temelji. Dobar plan

za nepredviđene situacije trebao bi biti napisan jednostavnim, ali preciznim jezikom, ne opterećenim kompliciranom znanstvenom ili tehničkom terminologijom.

Više informacija o specifičnim planovima za nepredviđene situacije uključeno je u lekciju koja se tiče aranžmana za postupanje s incidentima onečišćenja mora uljem (**lekcija L 2.1**).

3. SADRŽAJ PLANA ZA NEPREDVIĐENE SITUACIJE

Dokazano je da **nije moguće** razviti **univerzalni “model”** plana za nepredviđene situacije, međutim, mogu se identificirati određeni elementi zajednički za većinu planova, a oni su navedeni u nastavku. Isto vrijedi i za **format** plana, iako iskustvo pokazuje da je većina planova za nepredviđeno onečišćenje mora podijeljena u **dva**, odnosno **tri**, različita dijela:

Prvi dio trebao bi se baviti **pitanjima politike i organizacije**, te definirati:

- svrhu plana i njegove ciljeve;
- nadležnost, oravomoćnost, definicije i zemljopisni opseg;
- sažetak procjene rizika;
- sustav i politike reagiranja (odnose s drugim planovima);
- organizaciju reagiranja, uključujući posebno uloge i odgovornosti različitih organa vlasti i drugih dionika;
- strategije reagiranja;
- financiranje **odgovora**;
- zdravstvenu i sigurnosnu politiku;
- obuku i vježbe (vrsta, učestalost);
- potrebe i postupke revizije/ažuriranja.

Ovaj dio mora biti dovoljno općenit da pruži fleksibilan okvir za drugi dio.

Drugi dio trebao bi se baviti operativnim postupcima koji se odnose na reagiranje na izlivanje, uključujući:

- postupak inicijalne dojave;

- zapovjedno mjesto;
- prikupljanje podataka (početno izvješće, nadzor izlivanja, modeliranje izlivanja);
- provjeru/dopunu informacija;
- analizu situacije;
- procjenu utjecaja na okoliš;
- aktiviranje plana;
- administraciju (vođenje evidencije, izvješćivanje, financiranje, dokumentiranje troškova);
- logistiku (dozvole, osoblje, opremu, podršku);
- komunikacije (komunikacijski plan, sredstva, resursi);
- predviđene aktivnosti reagiranja;
- praćenje razvoja situacije i napretka operacija reagiranja;
- prestanak aktivnosti reagiranja i demobilizaciju sredstava;
- gospodarenje otpadom (uključujući transport, privremeno skladištenje i zbrinjavanje prikupljenog ulja/zauljenog otpada);
- plan zaštite zdravlja i sigurnosti radilišta;
- informiranje javnosti i odnose s medijima.

Ovaj dio treba redovito ažurirati i mijenjati u skladu s promjenama npr. pravnog i administrativnog okvira (lokalnog, regionalnog ili nacionalnog) i razvojem tehnologije.

Konačno, plan treba nadopuniti **skupom podataka** potrebnih za organiziranje i provođenje reagiranja na izlivanje koji se obično prikazuju u prilozima planu, ili u zasebnom trećem dijelu plana, poznatom kao „popis podataka“. Informacije sadržane u prilogima ili popisu podataka trebaju sadržavati:

- podatke o okolišu (meteorološke, oceanografske, klimatske, biološke, itd.);
- kontakt podatke nadležnih tijela, organizacija, službi i institucija;
- format prijave o onečišćenju;
- SCAT - Obrazac za procjenu zauljene obale;
- popise različitih kategorija raspoloživih resursa (specijalizirana oprema i proizvodi za reagiranje, nespecifična oprema koja se može koristiti u aktivnostima čišćenja obale, kopnena vozila, plovila, zrakoplovi, OZO itd.);
- imenike izvora (vlasnika ili upravitelja) resursa navedenih u popisima;
- imenik ovlaštenih laboratorija;
- osjetljiva područja (identifikaciju, lokaciju, prioritete);
- mjesta za moguće privremeno skladištenje otpada;
- distribucijski popis plana.

Gore navedene podatke potrebno je redovito ažurirati, revidirati i po potrebi mijenjati.

3. ARANŽMANI ZA NEPREDVIĐENE SITUACIJE U PILOT ZONAMA PROJEKTA PEPSEA

Aranžmani za nepredviđene situacije onečišćenja mora koji su pripremljeni za odabrane pilot zone u okviru projekta PEPSEA općenito **sljede smjernice** navedene u prethodnom odjeljku. Nacrti planova za nepredviđene slučajeve onečišćenja mora i pripremljene preporuke jasno postavljaju **pravni okvir** za lokalno djelovanje **na temelju postojećih** nacionalnih i regionalnih **propisa** za reagiranje na incidente onečišćenja mora, te **definiraju uloge i odgovornosti** onih koji su uključeni u upravljanje reagiranjem na lokalnoj razini.

Definirani su mogući **sudionici** u reagiranju na incident onečišćenja mora na lokalnoj razini, kao i **ključne operativne procedure** koje treba slijediti (tj. aktiviranje plana, procjena situacije, komunikacijski aranžmani, prijenos ovlasti, strategija reagiranja na izlivanje, kontrola/ nadzor aktivnosti reagiranja, prestanak operacija reagiranja, vođenje evidencije, osposobljavanje i vježbe, informiranje javnosti i ažuriranje popisa podataka).

Različite **skupove podataka** koji su prikupljeni i obrađeni tijekom PEPSEA projekta treba također smatrati dijelom „popisa podataka“ svakog pojedinog plana, tim više jer su ti podaci pohranjeni u **GIS-u posebno pripremljenom** za pilot zone.

4. KORIŠTENJE GIS-a ZA POVEĆANJE PRIPRAVNOSTI ZA REAGIRANJE NA INCIDENTE ONEČIŠĆENJA MORA

GIS (Geografski informacijski sustav) aplikacije su računalni alati koji omogućuju korisniku stvaranje upita (pretraživanja), pohranu i uređivanje prostornih i neprostornih (npr. tabličnih) podataka, analizu izlaznih prostornih informacija i vizualno dijeljenje rezultata tih operacija prikazujući ih kao karte. Zahvaljujući svojoj svestranosti, GIS je pronašao brojne namjene u aktivnostima pripravnosti, ali i u stvarnim operacijama reagiranja na izlivanje.

U aktivnostima vezanim za pripravnost, GIS se koristi tijekom **procesa planiranja za nepredviđene situacije**, posebno u mapiranju osjetljivosti okoliša, proučavanju obrazaca prometa plovila i pitanja pomorske sigurnosti, procjeni rizika, razvoju strategija za ublažavanje utjecaja mogućih izlivanja ulja, identificiranju područja u kojima disperzanti mogu koristiti (s obzirom na dubine vode i specifične osjetljive resurse), identificiranju mjesta zakloništa za brodove kojima je potrebna pomoć, uzimajući u obzir osjetljivost na opasne i štetne tvari (HNS) itd. Proizvodi GIS-a mogu se također koristiti za pripremu vježbi i za potrebe obuke.

Korištenje GIS-a u **razvoju karata osjetljivosti** od posebne je važnosti jer omogućuje jednostavno stvaranje i ažuriranje karata. GIS također olakšava dijeljenje i komuniciranje informacija sadržanih na kartama, pohranjivanje i upravljanje informacijama (npr. slike, statistika, itd.), te izradu karata u različitim razmjerima, s relevantnim slojevima informacija i u različitim formatima (npr. papir, PDF, interaktivne internetske karte). Geografski slojevi i parametri mogu se preklapati i pretraživati kako bi se ilustrirao niz informacija (npr. osjetljiva područja, staništa, planovi za postavljanje brana, transportni putevi, mjesta skladištenja i odlaganja otpada, vremena reagiranja itd.).

Tijekom provedbe **projekta PEPSEA** korišten je geografski informacijski sustav (GIS), koji se sastoji od GIS baze podataka, GIS poslužitelja podataka (Geoserver) i web stranice s GIS modulom za vizualizaciju prostornih podataka, za izradu modela rizika i za izradu planova za nepredviđene situacije onečišćenja mora za različite lokalitete. GIS je također korišten u nekoliko drugih komponenti projekta, npr. za razvijanje modela porasta razine Jadranskog mora, modela rizika od poplava, indeksa izbijanja požara (rizika od požara), modela osjetljivosti tla na eroziju, digitalnog modela reljefa, modela vegetacijskog pokrova, te za analizu podataka o vegetacijskom pokrovu, za klasifikaciju sedimenata i za kartiranje livada morske trave *Posidonia oceanica*.

DALJINSKO OPAŽANJE I DOSTUPNI SUSTAVI ZA OTKRIVANJE ULJA IZLIVENOG NA MORE

1. UVOD

Daljinsko se opažanje već dugo koristi u raznim domenama pomorske sigurnosti i zaštite morskog okoliša. Daljinsko opažanje ulja u moru provodi se ili u kontekstu nadzora s ciljem kontrole operativnog onečišćenja i provedbe međunarodnih i nacionalnih propisa za **zaštitu morskog okoliša** od onečišćenja s brodova, ili kao podrška **operacijama reagiranja** u slučaju incidenata onečišćenja mora uljem.

Redoviti nadzor daljinskim opažanjem smatra se snažnim sredstvom odvracanja za potencijalne počinitelje i alatom za prikupljanje dokaza za kazneni progon počinitelja, dokumentiranje izlivanja i pohranu podataka.

S druge strane, daljinsko opažanje može poslužiti za upozoravanje odgovornih za reagiranje na onečišćenja o postojanju izlivanja ulja, i za podršku reagiranju na njega.

Ova lekcija ima za cilj prezentirati pregled raspoloživih sredstava za daljinsko opažanje i nadzor onečišćenja uljem na moru, posebice onih koja se koriste u reagiranju na onečišćenje mora uljem.

Naglašavamo da se ovaj program obuke **ne bavi sprječavanjem onečišćenja** s brodova i zaštitom morskog okoliša od nedopuštenih ispuštanja ulja ili drugih štetnih tvari. Stoga se o primjeni daljinskog opažanja u ovim važnim područjima ne govori previše detaljno, iako treba napomenuti da **daljinsko opažanje svoju najvažniju primjenu** nalazi upravo u tom segmentu zaštite morskog okoliša.

2. POTREBE KORISNIKA

Što se tiče reagiranja na incidente onečišćenja mora, daljinsko opažanje trebalo bi poslužiti da **odmah upozori** tijela nadležna za reagiranje na onečišćenja da je došlo do izlivanja ulja, te da pruži pouzdane početne informacije potrebne za donošenje odluka u vezi s reagiranjem na izlivanje, uključujući veličinu, opseg, mjesto i izvor izlivanja, količinu i vrstu ulja, njegovo stanje i putanju, vremenske uvjete, stanje mora i hidrografiju područja (npr. morske dubine i struje).

U idealnom slučaju, oprema koja se koristi za daljinsko opažanje **ne bi smjela biti osjetljiva na vremenske uvjete**, trebala bi imati dovoljno **visoku prostornu razlučivost** da omogući pravilnu procjenu situacije i trebala bi omogućiti **kombiniranje svojih izlaznih podataka** s onima od npr. modela izlivanja ulja i drugih alata za podršku odlučivanju.

3. OPREMA I SENZORI ZA DALJINSKO OPAŽANJE / NADZOR

Najčešći senzori koji se koriste za daljinsko ispitivanje nafte na moru su:

- **SAR** (Synthetic Aperture Radar) – može detektirati ulje kao i karakteristike površinskog vjetra, ne ovisi o vremenu (oblacima i suncu), svestran, najčešće se koristi na satelitima;
- **SLAR** (Side-Looking Airborne Radar) – otkriva prisutnost uljnog filma;
- **IR** (termalni infracrveni senzor) – oslanja se na toplinsku emisiju površine mora, ne ovisi o dnevnom svjetlu i može se koristiti noću;
- **FLIR** (Forward Looking Infra-Red camera system) – ako je instaliran na zrakoplovu, može snimiti ime, broj itd. plovila osvjetljavajući ga laserom zračenja bliskog infracrvenom području;
- **UV** (Ultra-ljubičasti detektor/skenner) – može otkriti vrlo tanke uljne filmove manje od 0,1 μm , mjerenja su ograničena na uvjete dnevnog svjetla i dovoljne vidljivosti;
- **IR/UV** (linijski skener) – može integrirati rezultate dobivene IR i UV senzorima;
- **MWR** (Mikrovalni radiometar) – omogućuje određivanje debljine sloja ulja u rasponu od 50 μm do nekoliko mm, može raditi danju i noću;

- **LFS** (Laserski fluorosensor) – može odrediti debljinu sloja ulja u rasponu od 0,1 do 20 μm , može identificirati tipove ulja prema dogovorenoj klasifikaciji, može **pogrešno protumačiti** kao ulje, npr. alge i tvari slične ulju;
- **Optički senzori** (kamera, TV, video) – ovise o vremenskim uvjetima, dnevnom svjetlu;

4. PLATFORME KOJE SE KORISTE ZA NOŠENJE OPREME I SENZORA ZA DALJINSKO OPAŽANJE

Ovisno o tome gdje se podaci prikupljaju (zrak, svemir ili zemlja), platforme koje se najčešće koriste uključuju **zrakoplove** i **satelite**, iako se oprema **fiksirana na kopnu** ili na **odobalnim instalacijama** (npr. naftnim platformama) često koristi, ako je područje koje treba biti praćeno ograničene veličine. Uređaji za daljinsko opažanje mogu se montirati i na **plovila**, međutim plovila se rijetko koriste kao platforme zbog raznih mogućih mana.

4.1 Zrakoplovi

Niz zemalja u Europi, a neke i na Mediteranu, upravljaju **specijaliziranim zrakoplovima za nadzor izlivanja ulja** opremljenim različitom opremom za daljinsko opažanje i sensorima. Vrste zrakoplova razlikuju se od zemlje do zemlje i uključuju npr. Casa CN-235MP, Cessna 406, Britten Norman Islander, Dornier 228, Beech King Air B200, Reims Aviation F406, Dash 8 Q-300.

Važne karakteristike koje svaki zrakoplov za nadzor/daljinsko opažanje treba imati uključuju dobru izdržljivost, relativno veliku maksimalnu nosivost, upravljivost i mogućnost letenja različitim brzinama. Budući da se ne očekuje da lete visoko, kabina možda neće morati biti pod pritiskom.

Primjer opreme za daljinsko opažanje u dobro opremljenom nadzornom zrakoplovu jedne od zemalja EU-a uključuje:

- SLAR;
- IR/UV-linijski skener, s IR i UV sensorima;

- MWR;
- LFS;
- Sustav infracrvenih kamera (FLIR), s laserskim iluminatorom;
- Optičke senzore (kameru, TV, video);

te osim toga:

- Informatičku opremu (senzor procesora podataka, glavno računalo, konzolu za prikaz podataka, foto pisač);
- Prikaz navigacijskih podataka;
- Sustave za prijenosa podataka;
- HF, VHF, UHF, pomorsku radiokomunikacijsku opremu;
- Satelitsku komunikaciju putem INMARSAT-a; i
- GPS.

Glavni nedostaci češćeg i opsežnijeg korištenja opreme za daljinsko opažanje iz zraka u stvarnim situacijama izlivanja je taj što je većina **sustava daljinskog opažanja glomazna** (s izuzetkom IR/UV senzora, od kojih su neki čak i ručni), da moraju biti **ugrađeni u namjenske zrakoplove** (koji nisu lako dostupni u mnogim zemljama), da svi **senzori moraju biti kalibrirani** (što oduzima mnogo vremena) i da zahtijevaju **visoko obučeno osoblje** za rad i tumačenje rezultata.

S druge strane, **zrakoplovi** (i helikopteri i zrakoplovi s fiksnim krilima) **redovito se koriste u gotovo svim** situacijama izlivanja, za **vizualno promatranje** izlivenog ulja **iz zraka**. Za ovu vrstu daljinskog nadzora može se koristiti gotovo svaki pouzdan zrakoplov s dobrom vidljivošću. Vizualno promatranje iz zrakoplova ostaje prevladavajući oblik daljinskog opažanja jer je najjednostavniji, najdostupniji i najfleksibilniji, a rezultati se lako tumače, razumiju i komuniciraju.

Tehnike daljinskog opažanja redovito se koriste za otkrivanje, praćenje i **identificiranje izvora ilegalnih ispuštanja** na moru, a povremeno i za praćenje slučajnih izlivanja. Međutim, vizualno promatranje iz zraka smatra se jednim od bitnih **alata za reagiranje na izlivanje ulja** i redovito se koristi u operacijama reagiranja. **Zajedničku uporabu obje metode** treba poticati što je više moguće, ali se daljinsko opažanje **ne smije koristiti umjesto** vizualnih promatranja iz zraka.

4.2 Sateliti

Sateliti imaju **određene prednosti** u odnosu na zrakoplove jer im je **pokrivanje** puno veće, prate brodske rute i **mogu upozoriti** nadležna tijela na izlivanje daleko od kopna, a **ne ovise** toliko o **vremenskim uvjetima**, iako je optičkim senzorima instaliranim na satelitima potrebno čisto nebo za dobiti slike dobre kvalitete.

S druge strane, **pouzdanost** podataka dobivenih sa satelita može biti upitna, podaci SAR-a (koji je najčešći senzor koji se koristi na satelitima) **osjetljivi su na pojave koje izgledaju poput ulja**, **učestalost** njihovog **prelaska** preko određenog područja je **niska**, njihovi vremenski **rasporedi** prelaska su **fiksni** i nefleksibilni, podaci dobiveni satelitskim daljinskim opažanjem imaju **nižu prostornu razlučivost**, a **volumen prolivenog ulja** teško je, ako ne i nemoguće, odrediti.

4.3 Fiksne platforme

Daljinski senzorski sustavi postavljeni **na kopnu** ili na **odobalnim instalacijama**, pa čak i na **plovilima**, omogućuju **kontinuirani, lokalni nadzor** relativno malih morskih područja. Koriste se za **rano otkrivanje** prolivenog ulja, te za **upozoravanje** odgovornih za reagiranje.

OTKRIVANJE ONEČIŠĆENJA ULJEM POMOĆU RADARSKIH I TERMIČKIH SUSTAVA /INTEGRIRANJE PODATAKA DALJINSKOG OPAŽANJA S PODACIMA KOJE GENERIRA AIS I METEOROLOŠKIM PODATCIMA

1. UVOD

Radari su jedan od najšire korištenih uređaja za otkrivanje izlivanja ulja. Mogu otkriti prisutnost ulja na površini mora, ali nažalost ne mogu dati podatke o njegovoj debljini. Korištenje radara u daljinskom opažanju onečišćenja uljem iznimno je važno u kontroli i prevenciji operativnih onečišćenja i nedopuštenih ispuštanja s brodova, međutim njegova je uporaba u reagiranju na izlivanje ulja ograničena određenim ograničenjima samog uređaja.

Radari se mogu koristiti zajedno s nekim drugim sensorima (posebno termičkim kamerama ili termovizijskim sustavima) kako bi se dobili bolji i vrijedniji rezultati za korištenje kod reagiranja na izlivanje ulja.

Lekcija ima za cilj ukazati na glavne principe otkrivanja ulja na površini mora radarima i termovizijskim sustavima, kao i prednosti i nedostatke njihovog korištenja.

2. RADAR I NAČELO NJEGOVO RADA

Radar (što je skraćenica za **radio** **d**etekciju i određivanje **ra**spona) je sustav detekcije koji koristi radio (elektromagnetske) valove („radarski signal“) za određivanje prisutnosti objekata te njihovu udaljenost i brzinu. Može se koristiti za otkrivanje različitih fiksnih (npr. uzvisina na zemljinoj površini ili drugih prirodnih obilježja, zgrada itd.) ili pokretnih objekata (npr. brodova, drugih

plovila, zrakoplova, vozila), ali i valova, oblaka i drugih prirodnih pojava. Između ostalog, radar može otkriti ulje na površini mora.

Radar (sustav) se sastoji od nekoliko komponenti: **odašiljača** koji proizvodi elektromagnetske valove, **odašiljačke i prijemne** antene (koje se mogu kombinirati), te **prijemnika i procesora** koji utvrđuje svojstva detektiranih objekata. Radio valovi koje generira odašiljač reflektiraju se od objekta i vraćaju se u prijamnik, dajući informacije o lokaciji i brzini objekta.

U slučaju ulja na površini mora, za detekciju se koristi činjenica da glatka površina mora reflektira manje energije od neravne površine. Naime, u prisutnosti ulja na površini mora vjetar ne stvara iste kapilarne valove kao u područjima bez ulja. Kao rezultat toga, područja prekrivena uljem radaru se čine glatkima i **ne pokazuju** povratni radarski signal (odbljesak, tj. refleksiju valova), dok područja u kojima nema ulja djeluju neravno na radaru i **pokazuju** povratni signal.

Radari koriste elektromagnetske valove različitih frekvencija ("pojasi"), nazvane raznim slovima, u različite svrhe. Otkriveno je da su valovi X-pojasa najprikladniji za daljinsko opažanje ulja, ali se također koristi područje valova L-pojasa i C-pojasa.

3. VRSTE RADARA KOJE SE KORISTE U DETEKCIJI ULJA

Radarski sustavi koji se koriste u daljinskom opažanju (otkrivanju) ulja na površini mora uključuju radar sa sintetskom antenom (Synthetic Aperture Radar, **SAR**) i bočni zračni radar (Side-Looking Airborne Radar, **SLAR**).

Glavne značajke **SAR**-a (radara sa sintetskom antenom) su:

- može detektirati naftu, kao i karakteristike površinskog vjetra;
- svestran je;
- uglavnom se koristi na **satelitima**;
- ako se koristi na satelitu, pokriva velika (300x300 km) područja;
- ne može klasificirati (razlikovati) ulja;

- ne može odrediti volumen izlivenog ulja, niti ga verificirati;
- nije osjetljiv na debljinu uljnog filma i ne može je odrediti;
- ne ometaju ga vremenske prilike (oblaci i sunce).

Nažalost, uljne mrlje nisu jedini fenomen koji se može pojaviti kao tamno područje na SAR prikazu: pod određenim uvjetima neki drugi prirodni fenomeni na površini mora mogu rezultirati SAR odrazima sličnim onima za ulje ("lažni ciljevi") i biti zamijenjeni s uljem.

SLAR (Side-Looking Airborne Radar) ima sljedeće karakteristike:

- otkriva prisutnost uljnog filma;
- koristi se u **zrakoplovu**;
- uz prosječnu visinu leta od 300 m, ima širok domet (otprilike 30 km);
- nema mogućnosti klasificirati ulje (ne može odrediti vrstu/klasu ulja);
- nije osjetljiv na debljinu uljnog filma i ne može je odrediti;
- ima visoku prostornu rezoluciju (60x30 m);
- ne ometaju ga vremenske prilike.

4. INTEGRACIJA RAZLIČITIH PODATAKA DOBIVENIH DALJINSKIM OPAŽANJEM S DRUGIM RELEVANTNIM INFORMACIJAMA

Kada se radar koristi za daljinsko opažanje ulja, obično je spojen s IR (termalnim infracrvenim senzorom ili sustavom za snimanje) i UV (ultraljubičastim detektorom) ili kombiniranim IR/UV linijskim skenerom, koji može integrirati rezultate dobivene od senzora IR i UV zraka. IR senzor se oslanja na toplinsku emisiju površine mora i može se koristiti noću, jer ne ovisi o dnevnom svjetlu, dok UV senzor određuje reflektiranu sunčevu svjetlost na površini mora, pa su mu mjerenja ograničena na dnevne svjetlosne uvjete i dovoljnu vidljivost.

Daljinski senzorski sustavi koji su **fiksirani** bilo na kopnu ili na instalacijama na moru, najčešće koriste kombinirane sustave koji se sastoje od **radara**, kao ključnog elementa, s **termalnim (IR) senzorom** koji mu omogućuje rad pri slaboj vidljivosti ili noću i/ili **UV senzorom**, a moguće i **kamerom za dnevno svjetlo**, kao dodatnom podrškom. Konačno **računalo (procesor)** za obradu podataka dopunjuje sustav. Takvi kombinirani sustavi su često modularni i mogu se konfigurirati prema potrebama korisnika.

Procesor se može koristiti za kombiniranje podataka generiranih od strane radara, IR i UV senzora, s podacima **AIS**-a (Automatic Identification System) o plovilima iz nadležnog sustava za nadzor prometa plovila (VTS), podacima o vjetru i valovima iz **postaje za praćenje vremena**, te podacima iz elektroničkog sustava za prikaz karata i informiranje (**ECDIS**). Razvijeni su i moduli za povezivanje rezultata s **uobičajenim GIS alatima**, kako bi se dodatno poboljšala interoperabilnost podataka i omogućila daljnja analiza. Konačno, također su razvijeni moduli za **pretvaranje rezultata** u prikladan podatkovni format, za uključivanje u opće baze podataka.

TEČAJ / MODUL 2

SITUACIJA TIJEKOM INCIDENTA

NACIONALNI, REGIONALNI I LOKALNI ARANŽMANI ZA REAGIRANJE NA INCIDENTE ONEČIŠĆENJA MORA (S OSVRTOM NA ARANŽMANE ZA NEPREDVIĐENE SITUACIJE U PILOT ZONAMA PROJEKTA PEPSEA)

1. UVOD

Lekcija L 1.4 izložila je u glavnim crtama ono što se smatra glavnim komponentama “sustava pripravnosti i reagiranja na onečišćenje mora” i sažeto prikazala proces planiranja za nepredviđene situacija i sam plan.

Međutim, postojanje plana za nepredviđene situacije ne jamči da će reagiranje na incident onečišćenja mora biti učinkovito ili uspješano. Organizacija reagiranja na izlivanje obično će se odrediti tijekom procesa planiranja nepredviđenih situacija i plan će je opisati, uključujući uloge i odgovornosti osoba uključenih u upravljanje reagiranjem i terenske operacije. Plan će također definirati strategiju reagiranja na izlivanje, te navesti izvore ljudskih i materijalnih resursa potrebnih za reagiranje na izlivanje. Međutim, kako bi se uspješno reagiralo na izlivanje, možda će biti potrebno dodatno se dogovoriti o primjeni odredbi plana (bez obzira radi li se o lokalnom, regionalnom ili nacionalnom planu).

2. STUPNJEVANO REAGIRANJE

Reagiranje koje zahtijeva incident onečišćenja mora mora biti proporcionalna veličini izlivanja i njegovoj blizini osjetljivim resursima (koji se obično nalaze na obali). Kako bi se izbjeglo pretjerana ili nedovoljna reakcija, reagiranje se obično dijeli u tri kategorije. Općeprihvaćena međunarodna praksa je uspostavljanje sustava pripravnosti i reagiranja na onečišćenje mora na temelju koncepta stupnjevanog reagiranja. On predviđa tri (3) razine reagiranja, u skladu s ozbiljnošću incidenta onečišćenja, pri čemu je reagiranje na lokalnoj razini temelj svakog

reagiranja. Planovi za nepredviđene situacije obično ne definiraju granice svake razine u odnosu na točan volumen izlivena onečišćujuće tvari.

Općenito, **1. razina** (eng. *Tier 1*) pokriva pripravnost i reagiranje na **mala izlijevanja** koje se može provesti s **resursima dostupnim na lokalnoj** (općinskoj) **razini**.

2. razina pokriva pripravnost i reagiranje na velika izlijevanja koja nadilaze mogućnosti reagiranja i resurse dostupne na lokalnoj razini, ali se im se može suprotstaviti s onima dostupnim na regionalnoj razini.

3. razina pokriva velika izlijevanja s kojima se ne može učinkovito nositi na razini reagiranja i s resursima 2. razine, i koja zahtijevaju mobilizaciju svih raspoloživih nacionalnih resursa. To također podrazumijeva moguću mobilizaciju vanjskih (međunarodnih) resursa i stručnosti.

Odgovarajuća razina reagiranja za pojedini incident onečišćenja može se odrediti tek nakon procjene stvarnog stanja u svakom konkretnom slučaju, pa stoga planovi za nepredviđene situacije obično **ne definiraju granice** pojedine razine **u odnosu na točan volumen** izlivena onečišćujuće tvari.

3. LOKALNI ARANŽMANI

Planovi za nepredviđene slučajeve onečišćenja mora (**lokalni** ili **1. razine**) pripremljeni u sklopu projekta PEPSEA sadrže određene podatke (ili naznačuju njihov izvor), međutim sve potrebne informacije (meteorološke, oceanografske, biološke, itd.) koje se odnose na područja obuhvaćena ovim planovima, moraju biti odmah na dostupne osoblju za reagiranje u slučaju potrebe, što zahtijeva dogovor o dobivanju potrebnih informacija (za svaki lokalitet koji je identificiran kao važan u svakom području), nakon usvajanja planova.

Kako bi se osiguralo njezino aktivno sudjelovanje u mogućim operacijama reagiranja (npr. kao volonteri), lokalna zajednica treba biti uključena u sve procese podizanja razine pripravnosti što

je moguće više. Aranžmane za sudjelovanje lokalnog osoblja u budućim operacijama reagiranja na izlivanje treba napraviti na lokalnoj razini, što je prije moguće nakon službenog objavljivanja planova. To može uključivati predstavljanje planova lokalnoj zajednici kroz organiziranje kratkih seminara s ciljem upoznavanja šire javnosti s relevantnim odredbama planova.

Svaki lokalni plan (**1. razine**) nužno mora uzeti u obzir **granice odgovornosti** lokalnih javnih tijela propisane relevantnim pravnim aktima. Potrebni aranžmani za **prijenos odgovornosti** na viša tijela, kao i aranžmani za prijavu incidenata **onečišćenja** višim tijelima, kao što je predviđeno lokalnim planovima izrađenim u sklopu projekta PEPSEA, moraju se pripremiti prije nego što dođe do onečišćenja mora.

4. REGIONALNI I NACIONALNI ARANŽMANI

Planovi 2. razine (regionalni) pripremaju se u skladu s teritorijalnom podjelom zemlje na administrativne jedinice (regije, pokrajine, županije) i pružaju osnovu za reagiranje na svako srednje ili veliko onečišćenje koje premašuje mogućnosti lokalnih aranžmana (1. razine) za reagiranje na izlivanje. Oni se trebaju temeljiti na udruživanju lokalno dostupnih resursa (ljudskih i materijalnih) i na njihovoj dopuni resursima dostupnim na regionalnoj ili državnoj razini. Od planova 2. razine posebno se očekuje da definiraju odgovornosti za koordinaciju reagiranja u slučaju bilo kakvih većih izlivanja.

Uzimajući u obzir geografsko područje koje pokriva **projekt PEPSEA**, planovi **2. razine** koji bi mogli biti aktivirani uključuju **nekoliko regionalnih** (Italija) i **županijskih** (Hrvatska) planova za nepredviđene slučajeve koji su već na snazi. Priprema dogovora o upoznavanju lokalnog osoblja za koje se očekuje da će u budućnosti biti uključeno u reagiranje na izlivanje, sa sadržajem i odredbama postojećih regionalnih i županijskih planova za izvanredne situacije, trebao bi biti jedan od prioriteta nadležnih lokalnih vlasti.

Nacionalni plan za nepredviđene situacije, koji predstavlja plan 3. razine, definira cjelokupnu nacionalnu politiku reagiranja na incidente onečišćenja mora, posebno u slučaju velikog izlivanja koje premašuje bilo koju određenu lokalnu ili regionalnu sposobnost za reagiranje i

može čak zahtijevati međunarodnu pomoć. Nacionalni plan trebao bi koordinirati različite planove za izvanredne situacije niže razine i pružiti podršku regionalnim vlastima kada veličina izljeva premašuje regionalne kapacitete za reagiranje.

Što se tiče područja u kojima se provodi projekt PEPSEA, planovi 3. razine koji bi mogli biti aktivirani u slučaju velikih incidenata su:

Hrvatska: Plan intervencija kod iznenadnih onečišćenja mora, 2008, kojeg je pripremio Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture;

Italija: Nacionalni plan hitne intervencije za obranu od onečišćenja uljima i ostalim štetnim tvarima prouzročenih pomorskim incidentima (*Piano di pronto intervento nazionale per la difesa da inquinamenti da idrocarburi e di altre sostanze nocive causati da incidenti marini*), 2010, kojeg je pripremio Odjel civilne zaštite. Ako se dogodi veliki incident onečišćenja uljem, na moru pod talijanskom jurisdikcijom (uključujući obalne/unutarnje vode, teritorijalno more, ekološku zaštitnu zonu EZZ i otvoreno more), mogao bi biti aktiviran i Operativni plan hitne intervencije za obranu mora i obalnih područja od incidentnih onečišćenja uljima i ostalim štetnim tvarima (*Piano operativo di pronto intervento per la difesa del mare e delle zone costiere dagli inquinamenti accidentali da idrocarburi e da altre sostanze nocive*), 2013, kojeg je pripremio talijansko Ministarstvo zaduženo za okoliš.

Ako dolje navedena pitanja nisu bila riješena tijekom izrade relevantnog plana za nepredviđene slučajeve, nadležna tijela zadužena za reagiranje na slučajno izlijevanje (na svim razinama, uključujući **lokalnu razinu** reagiranja) možda će ih morati riješiti nakon izrade plana, dogovarajući:

- nadopunjavanje raspoloživih resursa za reagiranje na izlijevanje kroz nabavu dodatnih sredstava (npr. putem dostupnih međunarodnih izvora financiranja);
- potpomaganje intervencije nadležnih lokalnih vlasti, prema potrebi, od strane profesionalnih privatnih izvođača čišćenja;
- procjenu financijskih posljedica mjera reagiranja predviđenih za različite scenarije izlijevanja, te pravovremeno osiguravanje raspoloživosti potrebnih sredstava za hitne slučajeve (npr. iz proračuna lokalne samouprave);
- provođenje dogovorene politike razvoja ljudskih potencijala (u pogledu npr. obuke i vježbi);

- suradnju s naftnom i brodarskom industrijom;
- razmjenu informacija s odgovarajućim susjednim lokalnim, regionalnim ili nacionalnim tijelima nadležnim za reagiranje na onečišćenje mora.

U slučaju najviše razine reagiranja (nacionalna, 3. razina) možda će biti potrebno napraviti aranžmane za korištenje međunarodnih mehanizama za međusobnu pomoć i suradnju, posebno kroz **REMPEC** (Regionalni centar za hitne intervencije na onečišćenje mora za Sredozemno more), prema **Protokolu o prevenciji i izvanrednim situacijama** uz Barcelonsku konvenciju, ili korištenjem odredbi postojećeg međunarodnog plana za nepredviđene situacije za jadransku regiju („Subregionalni plan za nepredviđene situacija za prevenciju, pripravnost i reagiranje na velike incidente onečišćenja mora u Jadran”).

PITANJA ZDRAVLJA I SIGURNOSTI VEZANA UZ AKTIVNOSTI REAGIRANJA NA ONEČIŠĆENJE ULJEM

1. UVOD

Najveći prioritet tijekom reagiranja na incidente onečišćenja mora uljem treba dodijeliti osiguravanju da se rizik za ljudske živote, zdravlje i sigurnost osoblja za reagiranje svede na najmanju moguću mjeru. Osiguravanju dobrih zdravstvenih i sigurnosnih standarda imat će prioritet u odnosu na sve ostale radnje.

Nacionalno tijelo koje ima sveukupnu odgovornost za reagiranje na incidente onečišćenja mora, mora osigurati da se pitanja zdravlja i sigurnosti na odgovarajući način rješavaju u nacionalnom planu za nepredviđene situacije onečišćenja mora, kao i u svim ostalim podređenim planovima za izvanredne situacije. Općenito, nacionalna, regionalna i lokalna tijela zadužena za reagiranje na izlivanje ulja dužna su osoblju za reagiranje pružiti odgovarajuću obuku i upute kako bi osigurali da je to osoblje svjesno rizika povezanih s operacijama reagiranja na izlivanje ulja i kako ih izbjeći.

Cilj lekcije je podcrtati najvažnije aspekte brige za zdravlje i sigurnost tijekom reagiranja na izlivanje ulja, međutim detaljne mjere za zaštitu zdravlja i osiguravanje sigurnog provođenja operacija reagiranja na izlivanje treba potražiti u primjenjivim nacionalnim propisima o zaštiti na radu i zaštiti zdravlja na radu.

2. OPASNA SVOJSTVA ULJA

Svojstva ulja, kako sirove nafte tako i rafiniranih proizvoda, koja mogu operacije reagiranja na izlivanje učiniti nesigurnima za osoblje za reagiranje su:

- zapaljivost;
- eksplozivne pare;

- toksičnost;
- istiskivanje kisika; i
- skliskost ulja.

NAPOMENA: incidenti koji osim ulja uključuju i druge opasne i štetne tvari (HNS) mogu predstavljati značajan dodatni rizik za ljudsko zdravlje, te stoga reagiranje na izlijevanje ulja može biti otežano ili čak nemoguće u prisutnosti HNS-a.

2.1 Zapaljivost

Proliveni rafinirani proizvodi, sirova nafta i kondenzati mogu se zapaliti u prisutnosti izvora paljenja. Ulje obično ostaje lako zapaljivo samo kratko vrijeme, zbog brzog isparavanja hlapljivijih komponenti. Dok je ulje još svježije, svi potencijalni izvori paljenja moraju biti isključeni iz područja incidenta ili reagiranja, kako bi se smanjio rizik od požara. Treba koristiti samo intrinzično sigurnu opremu za reagiranje, a svaki potencijalni izvor paljenja treba držati podalje od područja izlijevanja (npr. pušenje, alati koji iskre, vozila). Pristup području reagiranja mora biti strogo kontroliran sve dok postoji opasnost od paljenja. Laki proizvodi, poput benzina ili kerozina, predstavljaju posebnu opasnost i približavanje izljevima tih proizvoda zahtijeva posebne mjere opreza. (Vidi i sljedeći odlomak.)

2.2 Eksplozivne pare

Izliveni rafinirani proizvodi (kao i hlapljiva sirova nafta) oslobađaju pare ugljikovodika, osobito tijekom početnih faza incidenta. Nastali oblak pare može se pod utjecajem vjetera kretati prema naseljenim mjestima ili mjestima gdje postoji opasnost od zapaljenja tih para.

Kako bi se rizik od eksplozije sveo na najmanju moguću mjeru, možda će biti potrebno uspostaviti **sigurnosnu zonu zabranjenog pristupa i stanice za nadzor zraka** kako bi se utvrdile razine pare i jesu li one unutar granica eksplozivnosti. Motori s unutarnjim izgaranjem ne smiju se koristiti u područjima gdje postoji opasnost od eksplozije. Kao mjeru opreza, motore treba zaštititi postavljanjem uređaja za zatvaranje ulaza zraka (u motor) i sakupljanje iskri.

2.3 Toksičnost

Tijekom intervencija **na moru i na obali**, odnosno **na otvorenom**, toksičnost većine prolivenih ulja predstavlja malu ili nikakvu prijetnju ljudskom zdravlju. Rizik od potencijalno štetnog izlaganja može biti prisutan tijekom početnih faza izlijevanja, osobito u slučaju izlijevanja hlapljivih proizvoda (npr. lakih rafiniranih proizvoda, određenih sirovih nafti i kondenzata). Unatoč činjenici da ulja sadrže neke potencijalno štetne komponente, rizik od izloženosti može se svesti na minimum nošenjem **odgovarajuće osobne zaštitne opreme (OZO)**.

S druge strane, u slučaju intervencija **u zatvorenim prostorima** (npr. na tankerima koji prevoze sirovu naftu, tijekom operacija pretakanja tereta) povećavaju se rizici zbog viših koncentracija ugljikovodika, te prisutnosti benzena i sumporovodika H₂S (u sirovim naftama).

Iako je malo je vjerojatno da će neprofesionalno osoblje za reagiranje na izlijevanje biti uključeno u reagiranje u zatvorenim prostorima, sljedeće su napomene o izloženosti H₂S ipak uključene kao osnovne smjernice:

Izloženost sumporovodiku (H₂S)

Sumporovodik (H₂S) je bezbojni plin, mirisa na pokvarena jaja, koji se nalazi u većini vrsta sirove nafte (više od 3% H₂S u nekim bliskoistočnim sirovim naftama). **Nedostatak karakterističnog mirisa nikada se ne smije smatrati odsutnošću** H₂S, jer on u visokim koncentracijama paralizira osjet mirisa. Udisanje para H₂S koje ispuštaju sumporne sirove nafte opasno je: ovisno o koncentraciji i trajanju izlaganja, učinci se kreću od iritacije očiju, nosa, grla i bronha, do kome i smrti. Ako se unesrećeni uzdržava od udisanja H₂S, oporavak je općenito potpun i bez posljedica.

Mjere prve pomoći uključuju: iznošenje unesrećenog na svjež zrak, primjenu (ako je potrebno) umjetnog disanja, terapija protiv nesvjestice i davanje amil nitrita inhalacijom.

2.3.1 Posljedice na zdravlje ljudi

Ljudski organizam može biti izravno pogođen **udisanjem para ugljikovodika, dodirom kože s tekućim uljem i slučajnim gutanjem ulja.**

- Udisanje: Miris para ugljikovodika može značajno varirati. U određenim slučajevima, pare ugljikovodika mogu poremetiti osjet mirisa i stoga se **odsutnost mirisa nikada ne smije smatrati odsutnošću para**. Ako se osoba liječi na vrijeme, učinci su reverzibilni i, u principu, nema dugotrajnih učinaka uzrokovanih samim ugljikovodicima, **osim benzena**. Ovisno o koncentraciji para i trajanju izlaganja, simptomi izloženosti mogu varirati od iritacije očiju, grla i nosa, preko umora, do simptoma opijenosti i kome. Nošenje **odgovarajuće OZO je obavezno** kako bi se izbjegli potencijalno štetni učinci izlaganja parama ugljikovodika.
- Dodir kože s tekućim uljima: Općenito, ugljikovodici isušuju kožu i mogu izazvati dermatoze i ekceme (**kratkotrajni učinci**), a određeni ugljikovodici, osobito aromatični, mogu izazvati rak kože kao rezultat dugotrajnog kontakta s kožom (**dugotrajni učinci**). Ulje i neki od kemijskih spojeva koji se koriste u operacijama čišćenja mogu na kožu djelovati kao odmašćivači, što dovodi do iritacije i dermatitisa, a također se mogu apsorbirati kroz oštećenu kožu uzrokujući unutarnje toksične učinke.
- Slučajno gutanje: Iako je vrlo malo vjerojatno, slučajno gutanje ulja zahtijeva liječničku intervenciju. Općenito je pravilo da se kod unesrećenog ne smije izazivati povraćanje, kako bi se izbjegao rizik od povećanog prodiranja ugljikovodika u pluća i bronhije.

Osim izravne intoksikacije, **konzumacija morskih životinja** (ribe, rakovi, školjke) koje su bile u kontaktu s uljem također može biti opasna za ljudsko zdravlje.

2.4 Istiskivanje kisika

Istiskivanje kisika općenito se događa samo u zatvorenim prostorima gdje ugljikovodični plinovi mogu istisnuti kisik (O_2), osobito kada se nakupljaju u skućenim prostorima ili jarcima/ rogovima koji nisu adekvatno ventilirani, što dovodi do rizika od gušenja za one koji ulaze. Operacije u skućenim prostorima treba prepustiti isključivo stručnom osoblju za reagiranje (vatrogasci, zaposlenici specijaliziranih spasilačkih tvrtki), a ne osoblju koje je angažirano na reagiranju na izlivanje na moru i obali. Općenito, ulazak bi trebao biti dopušten ako su očitavanja sadržaja kisika iznad 19,5% O_2 , ili bi u suprotnom trebalo koristiti neovisni izvor kisika.

2.5 Skliskost ulja

Većina naftnih derivata prirodno je skliska i nije iznenađujuće da su poskliznuće, saplitanje i padovi na zauljenim površinama neki od glavnih uzroka ozljeda i općenito najčešći oblik nesreća tijekom operacija reagiranja na izlivanje. Kako bi se rizik od osobnih ozljeda sveo na najmanju moguću mjeru, osoblje se mora stalno podsjećati na rizike vezane uz skliskost ulja. Ista karakteristika ulja otežava rukovanje opremom u zauljenim rukavicama, što usporava, pa čak i sprječava osoblje da ispravno izvrši neke od svojih zadataka bez prethodnog dekontaminiranja opreme.

3. UPRAVLJANJE PITANJIMA ZDRAVLJA I SIGURNOSTI

U slučaju manjeg incidenta izlivanja ulja, osoba iskusna u pitanjima zdravlja i sigurnosti (moguće iz lokalnog zdravstvenog centra) treba biti uključena u organizaciju reagiranja na izlivanje kao „službenik za zdravlje i sigurnost“ (HSO) i zadužena da osigura propisno poštivanje propisanih zdravstvenih i sigurnosnih standarda tijekom reagiranja. Dužnosti HSO-a trebale bi uključivati:

- provođenje početne procjene rizika predviđenih operacija reagiranja i njihove lokacije (identifikacija opasnosti, odabir osoba za reagiranje, dostupnost OZO, identifikacija područja za dekontaminaciju, procjena potreba za osposobljavanjem u vezi zdravstvenih i sigurnosnih standarda);
- razvoj i provedba „Plana sigurnosti i zdravlja na radilištu“ (PSZR), zajedno s nadležnim stručnjacima za zdravlje i sigurnost;

- uspostavljanje stanica prve pomoći u skladu sa PSZR;
- nadzor sigurnosti mjesta izlivanja tijekom operacija reagiranja;
- praćenje sigurnosnih i zdravstvenih implikacija planiranih aktivnosti reagiranja ili onih koje su već u tijeku;
- sudjelovanje na sastancima za planiranje kako bi se identificirali zdravstveni i sigurnosni problemi;
- ispravljanje svih uočenih nesigurnih postupaka i, po potrebi, njihovo zaustavljanje;
- istraživanje svih nesreća ili izloženosti (riziku) koje se mogu dogoditi tijekom operacija reagiranja;
- organiziranje redovitih brifinga osoblja za reagiranje prije i tijekom operacija reagiranja na onečišćenje uljem.

Brifinzi (informativni sastanci) za osoblje angažirano za reagiranje jedna su od osnovnih metoda upravljanja zdravljem i sigurnošću. Takvi brifinzi osiguravaju da svi zainteresirani (osoblje za reagiranje) razumiju:

- karakteristike radilišta;
- informacije o opasnostima koje predstavlja proliveni proizvod;
- mjere kontrole (npr. OZO);
- evakuacijske puteve;
- mjesta za sastanke;
- lokaciju ambulante za prvu pomoć;
- zborna mjesta;
- lokaciju zapovjednog mjesta; i
- kako odgovoriti na druge hitne slučajeve koji se mogu pojaviti.

4. OSOBNA ZAŠTITNA OPREMA (OZO)

Zbog opasnih svojstava ulja i općih rizika povezanih s radom u potencijalno nesigurnom okruženju (npr. na moru ili na obalama izloženim lošem vremenu), zaštita osoblja za reagiranje trebala bi biti jedan od glavnih prioriteta upravljanja reagiranjem.

Odgovornost je rukovodstva osoblja za reagiranje da za svo osoblje koje je izravno uključeno u operacije čišćenja opskrbi s odgovarajućom OZO (kako bi se sveo na najmanju moguću mjeru kontakt s uljem i kemijskim proizvodima koji se koriste kod reagiranja), te prslucima za spašavanje

ako radi na čamcima/plovilama. S druge strane, **odgovornost je osoblja za reagiranje** da paze jedni na druge kao i na sebe, te da nose i/ili koriste OZO prikladnu za posao koji se obavlja.

Ključne djelovi OZO za zaštitu određenih dijelova tijela tijekom reagiranja na izlivanje ulja su:

Oči Opasnost: prskanje kemikalija ili metala, prašina, čestice, plin i para, zračenje

OZO: zaštitne naočale, naočale, štitnici za lice, viziri (*sve specifično za opasnost o kojoj se radi*).

Glava Opasnost: udar od padajućih ili letećih predmeta, opasnost od udaranja glavom, zapetljanje kose.

OZO: kacige i zaštitne kape.

Tijelo Opasnost: ekstremne temperature, nepovoljne vremenske prilike, prskanje kemikalija ili metala, prskanje od curenja pod tlakom ili iz pištolja za raspršivanje, udar ili prodiranje, kontaminirana prašina, prekomjerno trošenje ili zaplitanje vlastite odjeće, utapanje.

OZO: konvencionalni ili jednokratni kombinezoni, radna odijela, odjeća visoke vidljivosti i specijalizirana zaštitna odjeća (*npr. za izlaganje kemikalijama*), prsluci za spašavanje.

Ruke Opasnost: trenje/ogrebotine, ekstremne temperature, posjekotine i ubodi, udarci, kemikalije, infekcija ili kontaminacija kože.

OZO: rukavice (pogledati specifikacije proizvođača), produžene rukavice. *Nijedan materijal za rukavice neće zaštititi od svih tvari i nikakve rukavice neće zaštititi od određene tvari zauvijek.*

Stopala i noge Opasnost: vlaga, klizanje, posjekotine i ubodi, predmeti koji padaju, prskanje kemikalija, trenje.

OZO: zaštitne čizme i cipele sa zaštitnim kapicama za prste i srednjim potplatom otpornim na probijanje, gamaše, gležnjaci, niske gamaše. (*Neke kemikalije lako prodiru u kožu (obuće) - materijal se odabire prema podacima proizvođača*)

Sluh Opasnost: buka na razinama od 85 dBA ili više.

OZO: štitnici za uši (sredstva za zaštitu sluha) u obliku raznih čepića, s mogućnošću osobnog odabira.

Respiratorna zaštitna oprema (RZO), dizajnirana za zaštitu korisnika od udisanja opasnih tvari u zraku, također može biti potrebna. Dvije glavne vrste uključuju **respiratore** (uređaje za filtriranje) koji koriste filtere za uklanjanje onečišćenja u zraku na radnom mjestu (nikada se ne smiju koristiti za zaštitu u situacijama sa smanjenom razinom kisika) i **aparate za disanje (BA)** koji zahtijevaju opskrbu zrakom podobnim za disanje iz boce (cilindra) za zrak ili iz kompresora, a koriste se za zaštitu u situacijama sa smanjenom razinom kisika. Različite maske za lice (npr. filterske maske, polumaske i maske za cijelo lice), kapuljače i kacige su dostupne za obje vrste RZO.

PLUTAJUĆE BRANE I NJIHOVA UPORABA KOD REAGIRANJA NA INCIDENTE ONEČIŠĆENJA MORA

1. UVOD

Ulje proliveno po površinu mora (vode) širi se pod utjecajem gravitacije i kreće se pod utjecajem morskih struja i vjetrova. Obje radnje negativno utječu na pokušaje uklanjanja izlivenog ulja s površine mora, što je konačni cilj svih aktivnosti reagiranja na izlijevanje.

Svaka prepreka na putu ulja utječe na njegovo kretanje, sve dok ne dođe do obale. U većini slučajeva nekontrolirani dolazak ulja na obalu najmanje je poželjan rezultat izlijevanja, pa je stoga postizanje određene kontrole kretanja i širenja uljne mrlje jedan od glavnih ciljeva reagiranja na izlijevanje ulja.

Neki rezultati u smislu kontrole kretanja izlijevanja ulja mogu se postići korištenjem improviziranih barijera (npr. trupaca, greda, stupova, vatrogasnih crijeva napuhanih zrakom, zemljanih ili pješčanih brana, itd.). Međutim, samo namjenski izrađene plutajuće barijere (koje se u području reagiranja na onečišćenje mora nazivaju "**brane**", eng. "**booms**") mogu pružiti razuman stupanj kontrole nad kretanjem prolivenog ulja.

Standard ISO 16446:2013 definira **branu** kao "plutajuću barijeru koja se koristi za kontrolu kretanja tvari koje plutaju".

Glavni ciljevi korištenja brana su:

- zadržati ulje i ograničiti njegovo širenje po površini mora
- koncentrirati proliveno ulje kako bi se olakšalo njegovo prikupljanje/oporaba;
- zaštititi određene dijelove obale od onečišćenja plutajućim uljem.

Važno je razumjeti da ne postoji takva brana koja može zadržati ulje na neodređeno vrijeme i da se ulje koncentrirano branom mora brzo i kontinuirano uklanjati od dodira s branom prije nego što počne bježati preko ili ispod nje.

2. DIZAJN

2.1 Konstrukcijski elementi

Brane su dostupne u različitim oblicima i veličinama, no, bez obzira na njihov dizajn, u svakoj od njih možemo razlikovati pet osnovnih elemenata:

Plutajući element (plovak) osigurava uzgon brane i funkcionira kao nadvođe koje sprječava prelijevanj i prskanje ulja preko brane. Punjen je ili zrakom ili čvrstim materijalom (obično sintetičkim, npr. ekspanzirani polietilen, poliuretan, polistiren).

Skut djeluje kao barijera koja sprječava prolaz ulja ispod brane. Dužina (dubina) skuta utječe na učinkovitost brane, ali također uvelike utječe na ukupno opterećenje cijelog sustava. Skut kod većine brana izrađen je od sintetičke gume ili tkanine presvučene plastičnim materijalom.

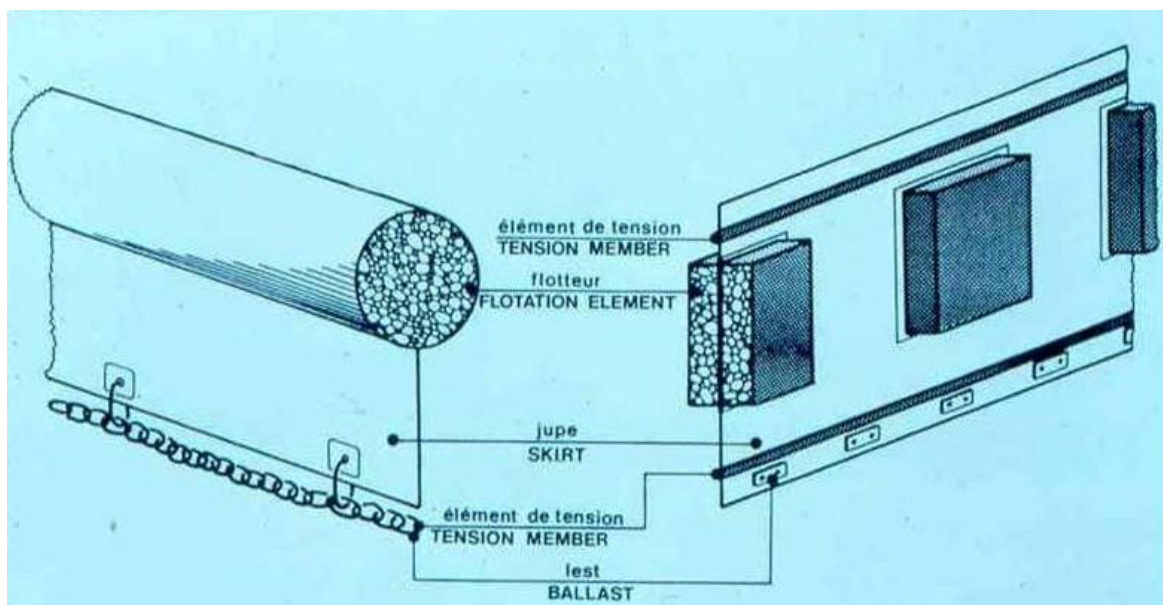
Balast je pričvršćen na dno skuta kako bi branu držao u položaju okomitom na površinu vode. U većini slučajeva to je ili lanac (specijalni ili pocinčani čelik) ili posebno dizajnirani metalni utezi (olovo, pocinčani čelik). U nekim izvedbama cijev punjena vodom istovremeno djeluje kao skut i balast.

Uzdužni zatezni element osigurava vlačnu čvrstoću (čvrstoću na vlak) brane, podnoseći većinu opterećenja stvorenog vjetrom, valovima i strujama. Može biti ugrađen u branu (najlonsko užje, traka, žičani kabel) ili se na nju pričvrstiti kao zaseban zatezni element (uže od nehrđajućeg čelika, užje). Često balastni lanac služi i kao zatezni element. Ako je materijal koji se koristi u izradi brane grane dovoljno jak, tj. ima visoku vlačnu čvrstoću, dodatni zatezni elementi se ne dodaju.

Konektori (spojnice) su “uređaji pričvršćeni na branu koji se koriste za spajanje sekcija brane jedne za drugu ili s drugim dodatnim uređajima”. Budući da se većina brana proizvodi u sekcijama standardnih duljina, možda će nekoliko njih morati biti spojeno kako bi se dobila odgovarajuća duljina brane za određenu namjenu. To se radi pomoću konektora (spojnica) pričvršćenih na oba kraja svake sekcije. Postoji dizajn poznat kao "standardni konektor", ali različiti proizvođači često koriste različite dizajne. Prethodno citirani ISO standard navodi univerzalnu metodu za spajanje brana s različitim spojnicama korištenjem standardnog adaptera.

Dobro dizajnirane brane također imaju **sidrene točke** ugrađene ili pričvršćene na strukturu brane.

Slika 1: Osnovni konstrukcijski elementi brane



2.2 Vrste (tipovi) brana

Većina brana se može kategorizirati kao „brane tipa ograde“ ili „brane sa zavjesom“.

Brane tipa ograde imaju okomiti zaslon koji se proteže iznad i ispod vodene linije i djeluje istovremeno i kao nadvođe i kao skut. Plutajući element je ili pričvršćen na "ogradu" ili integriran u nju kako bi se osigurao uzgon brane. Balast pričvršćen na dno zaslona drži branu u položaju okomitom na površinu vode. Poprečni presjek brana tipa ograde obično je plosnatiji od onog brana sa zavjesom.

Brane sa zavjesom imaju uzdužni plutajući element, koji djeluje kao nadvođe, i zavjesu (skut) okačenu na njega ispod vodene linije. Balast je pričvršćen na dno zavjese kako bi je držao u manje-više okomitom položaju. Zatezni element može biti integriran (ugrađen) u branu ili pričvršćen na njen donji kraj. Balastni lanac također može djelovati kao zatezni element.

Karakteristične izvedbe brana tipa ograde i brana sa zavjesom prikazane su na slikama 2 - 5.

Slika 2: Brana tipa ograde kod postavljanja s obale u moru



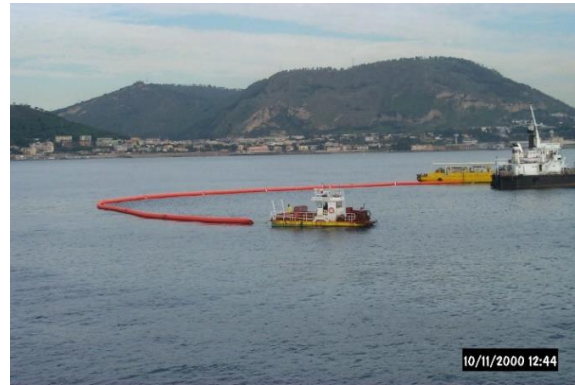
Slika 3: Brana tipa ograde



Slika 4: Usidrena, zrakom punjena, brana sa zavjesom



Slika 5: Tegljenje brane sa zavjesom



2.3 Ponašanje materijala od kojih se izrađuju brane

Brane mogu biti fleksibilne, polufleksibilne i krute.

- **Fleksibilne brane** ne opiru se (ili se odupiru tek neznatno) promjeni oblika u skladu s gibanjem površine mora (vode).
- **Polufleksibilne brane** prate oblik vodene površine uz određeni otpor.
- **Krute brane** zadržavaju svoj izvorni oblik bez obzira na valove i uzburkanost vode.

Većina komercijalnih brana je polufleksibilna, što predstavlja razuman kompromis između potrebne elastičnosti sklopa brane i njegove potrebne čvrstoće.

2.4 Dimenzije

Visina većine komercijalno dostupnih brana kreće se između 0,25 m i gotovo 3 m, ali visina najčešće korištenih brana obično je između 0,5 m i 1,5 m. U većini dizajna gaz čini približno 60% ukupne visine, a nadvodni dio ostalih 40%.

Brane se obično proizvode u sekcijama, čija duljina može varirati između 5 i 500 m.

Brane se ponekad dijele u kategorije prema okruženju u kojem se očekuje da će se koristiti. Tablica u nastavku prikazuje visinu brana koja odgovara maksimalnim visinama valova u tri glavne vrste radnog okruženja.

Tablica 1: Kategorije brana

RADNO OKRUŽENJE	STANJE MORA [Beaufort]	ZNAČAJNA VISINA VALOVA [metar]	VISINA BRANE (gaz + nadvodni dio) [metar]
Mirne vode	1	< 0.3	0.25 – 0.55
Zaklonjene vode	2	< 1	0.55 – 1.10
Otvorene vode	3 – 4	< 2	> 1.10

3. KORIŠTENJE BRANA

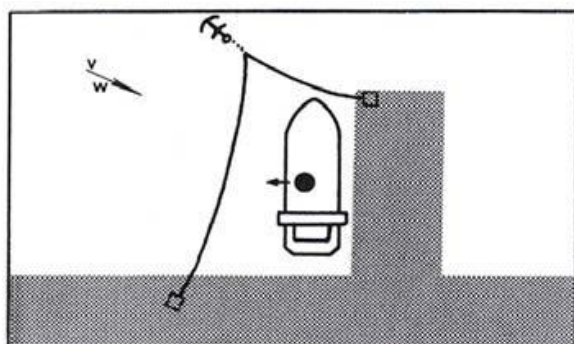
Kod korištenja, brane mogu biti stacionarne (usidrene) ili pokretne (tegljene jednim ili s više plovila): kad se koriste za zadržavanje i zaštitu ulja, brane su stacionarne, dok su kod prikupljanja ulja (povlačenjem) pokretne.

3.1 Korištenje brana u režimu zadržavanja ulja

- Brana se postavlja u blizini izvora izlivanja kako bi se ulje zadržalo i spriječilo njegovo širenje po površini vode.

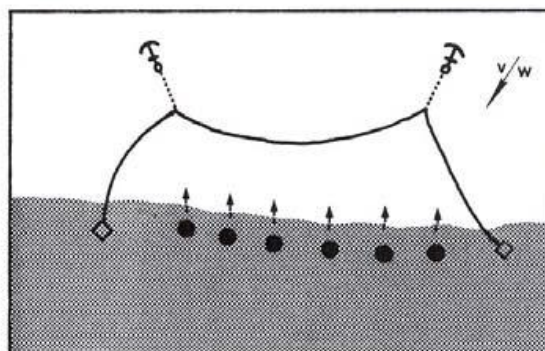
- Brana se postavlja uz zagađenu obalu kako bi se spriječila kontaminacija ostatka obale s npr. uljem koje se zadržalo na plažama, u malim zaljevima i uvalama, plimnim bazenima itd. ili uljem ispranim tijekom operacija čišćenja obale.

Slika 6: Brana postavljena oko broda u luci onečišćene



Slika 7: Brana postavljena oko uljem

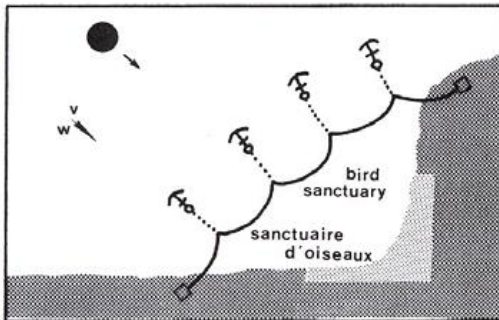
plaže



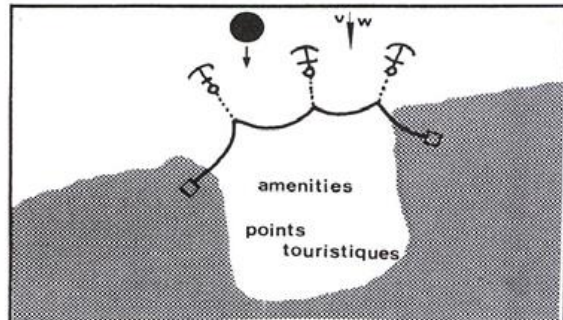
3.2 Korištenje brana u režimu zaštite

Brane se koriste u režimu zaštite kada je potrebno osjetljivo (ekološki ili ekonomski) područje zaštititi od onečišćenja uljem. Osjetljiva područja ili resursi također se mogu zaštititi pokušajem skretanja ulja od npr. elektrane, marine za jahte, popularne plaže itd. ili s područja koje nije pogodno za prikupljanje ulja, prema mjestu koje je manje osjetljivo ili/i pogodnije za prikupljanje zbog npr. boljeg pristupa. Potonje se ponekad naziva i režimom skretanjem ili diverzionim režimom korištenja brana.

Slika 8: Zaštita ptičjeg rezervata

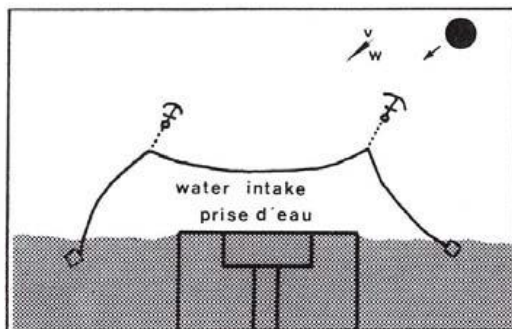


Slika 9: Zaštita područja turističkog sadržaja

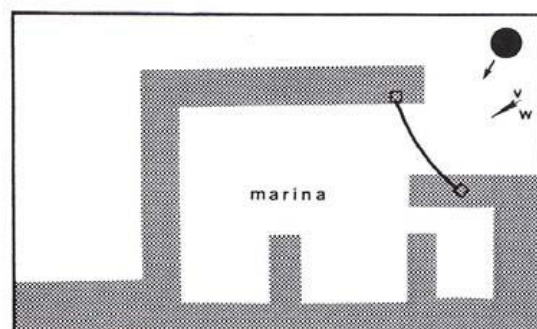


.....

Slika 10: Zaštita usisnog otvora za vodu

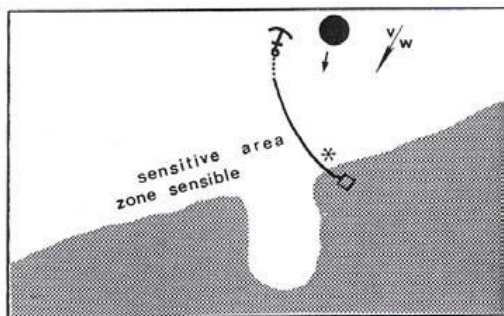


Slika 11: Zaštita marine



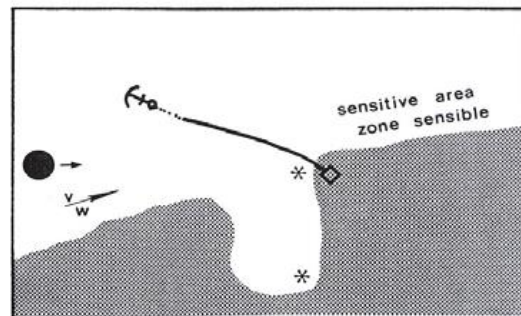
Slika 12: Skretanje od osjetljivog područja osjetljivom

prema točki prikupljanja



Slika 13: Skretanja prema manje osjetljivom području

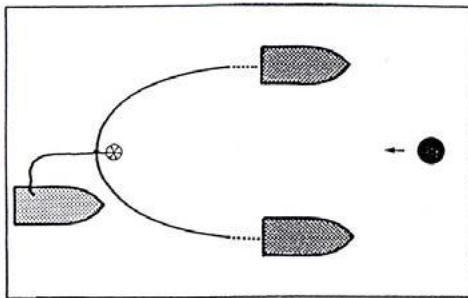
području



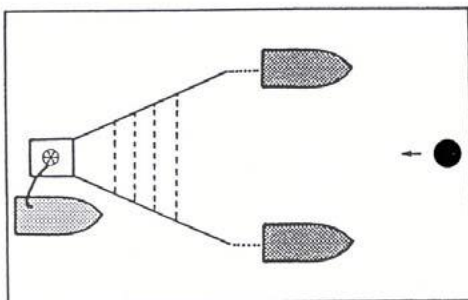
3.3 Korištenje brana u režimu prikupljanja (povlačenja)

Brane se koriste u režimu prikupljanja za koncentriranje plutajućeg ulja da bi se ovo lakše uklonilo s površine mora. Ulje se prikuplja na moru kombinacijom jednog, dva ili tri plovila i brana. Plovila moraju biti sposobna održavati potrebna navigacijska svojstva pri vrlo malim brzinama potrebnim za učinkovito „povlačenje“, a njihove posade moraju biti dobro obučene i uvježbane. Komunikacijski problemi povezani s koordinacijom sustava s više plovila dodatno kompliciraju korištenje ove metode reagiranja na izlivanje. Konačno, skupljanje ulja povlačenjem brana je beskorisno i neučinkovito ako brzina uklanjanja prikupljenog ulja ne odgovara brzini njegovog prikupljanja.

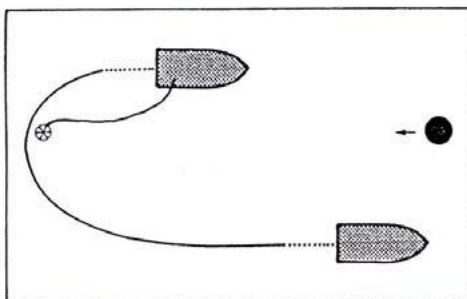
Slika 14: Oblik U (branu vuku dva plovila a uređaj za prikupljanje/rekuperaciju postavlja se s trećeg)



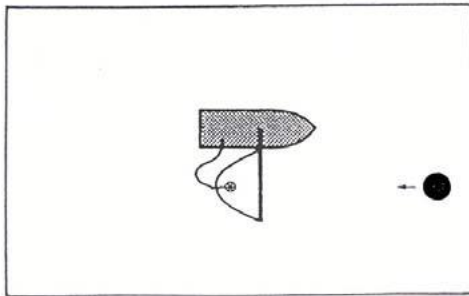
Slika 15: Oblik V (branu i uređaj za prikupljanje vuku dva plovila – ulje se prebacuje na treće)



Slika 16: Oblik J (branu vuku dva plovila, a uređaj za prikupljanje postavlja se sjednog od njih, koje ima i spremnik ulja)



Slika 17: Jednbrodski sustav (brana i uređaj za prikupljanje ulja postavljaju se s jednog od njih, uglavnom uz pomoć prečke)



Odluka o tome kako će se brana koristiti i, ako postoji izbor, koja će se vrsta brane koristiti mora se donijeti uzeti u obzir niz čimbenika uključujući:

- mjesto i veličinu izlivanja nafte;
- meteorološke uvjete;
- oceanografske uvjete;
- kretanje mrlje;
- oblik obale i karakteristike mora koje ju dotiče; i
- osjetljivost područja i prioritete za zaštitu.

4. SMJERNICE ZA KORIŠTENJE BRANA

Korištenje brana ograničeno je brojnim čimbenicima, uglavnom čisto fizičke prirode, a ta ograničenja moraju biti prihvaćena da bi od upotrebe brana bilo koristi i kako bi se one zaštitile od oštećenja ili uništenja. Većina smjernica u nastavku temelji se na eksperimentima i iskustvu stečenom (često nepravilnim) korištenjem brana. Osim toga, treba imati na umu da je postavljanje brana u većini slučajeva težak i radno intenzivan posao koji može rezultirati neuspjehom. Sve takve neuspjehe treba analizirati, identificirati pogreške i izbjegavati ili ispravljati u budućnosti.

Konačno, važno je zapamtiti da učinkovita uporaba brana ovisi o pažljivom **planiranju** njihova postavljanja, uporabe i povrata, te da se osoblje određeno za rukovanje branama u slučaju vanrednih situacija mora redovito osposobljavati kroz **tečajeve obuke i praktične vježbe**.

4.1 Sposobnost zadržavanja ulja

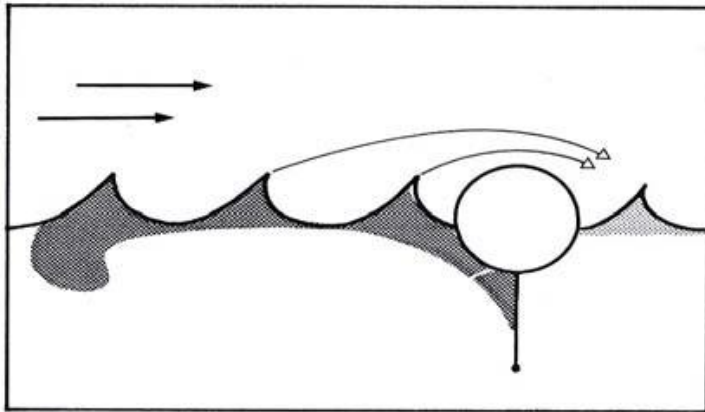
Na djelovanje brane utječu vjetrovi, valovi i struje. Pod njihovim utjecajem ulje zadržano branom nastavit će se kretati: pokušat će pobjeći ili preko nadvodnog dijela brane (zapluskivanje, eng. "splash-over") ili ispod njenog skuta (povlačenje, eng. "entrainment"). Vjetar i valovi općenito uzrokuju zapluskivanje, dok su struje odgovorne za povlačenje i "odvodnju" nafte. "Odvodnja" je rijedak problem, sličan povlačenju, a događa se kada se u maloj brani skupi previše ulja pa otiče po površini brane i bježi iz nje. "Potapanje" se događa kada je brana izložena brznoj struji, ali nije uobičajeno jer se povlačenje događa prije nego što je dostignuta brzina potrebna za potapanje. Konačno, "poravnjavanje" je čest problem koji se javlja kada se jake struje i vjetrovi kreću u suprotnim smjerovima i uzrokuju spljoštenje brane na površini vode i gubitak zadržane nafte. Sve ove pojave mogu utjecati i na usidrene i na tegljene brane.

4.1.1 Zapluskivanje ("splash-over")

Kratki valovi (omjer duljine i visine ≤ 4 i manji), koji se inače javljaju u ograničenim područjima i vrlo su česti u jadranskoj regiji, mogu uzrokovati zapluskivanje, dok dugi valovi (omjer duljine i visine ≥ 8) ne bi trebali utjecati na djelovanje brane ako je brana dovoljno fleksibilna.

- Jedini način za prevladavanje problema zapluskivanja je povećanje veličine brane (nadvodnog dijela), odnosno korištenje veće brane ako se na određenom području očekuju nestabilni uvjeti. Inače, postavljanje veće brane zahtijeva više vremena, osoblja i dodatne opreme.
- Brojke koje proizvođači navode o performansama svojih brana na valovima i vjetru, osim što su ponekad vrlo "optimistične", prije odgovaraju granicama otpornosti i integriteta brane nego njezinoj sposobnosti zadržavanja nafte.

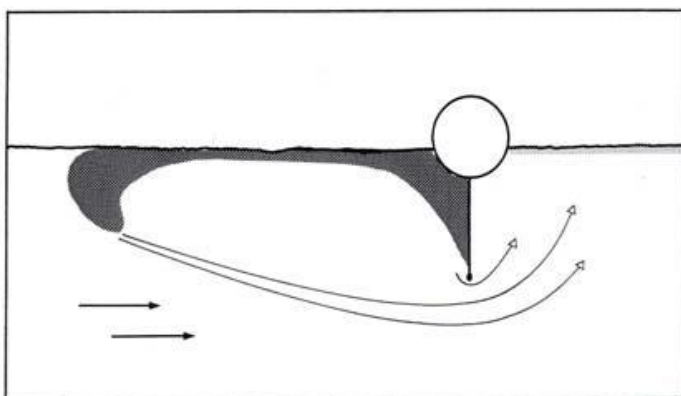
Slika 18: Zapljuskivanje



4.1.2 Povlačenje

Kada brzina struje pod pravim kutom na branu pređe 0.58-0.70 čvorova ili 0.30-0.36 m/s ("kritična brzina") ulje počinje izlaziti ispod brane. Ta pojava poznata je kao "povlačenje" i ne može se izbjeći povećanjem dužine (dubine) skuta.

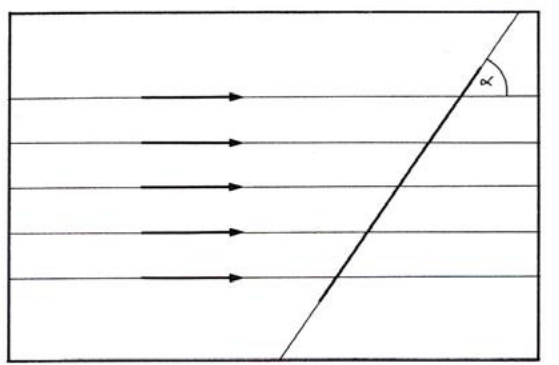
Slika 19: Povlačenje



Ponašanje brane u strujama koje prelaze "kritičnu brzinu" može se poboljšati postavljanjem brane pod oštrim kutom u odnosu na smjer struje. Relativna brzina struje se tako smanjuje, a ulje se

branom zadržava i preusmjerava niz nju. Kako bi se izbjeglo “povlačenje” kut između brane i smjera struje trebao bi zadovoljiti nejednakost $\sin \alpha \leq V_{cr} / V_{cu}$. (V_{cr} = kritična brzina; V_{cu} = brzina struje; α = oštri kut između brane i smjera struje; V_{cr} i V_{cu} trebaju biti izraženi u istoj jedinici, obično čvorovima ili m/s).

Slika 20: Brana postavljena pod oštrim kutom na smjer struje



U **Tablici 2** prikazani su kutovi između brane i smjera struje pod kojima bi branu trebalo postaviti kako bi se izbjeglo istjecanje ulja zbog povlačenja.

Tablica 2: Oštri kutovi između struje i brane kao funkcija stvarne brzine struje i kritične brzine

BRZINA STRUJE [čvor]	KUT IZMEĐU BRANE I SMJERA STRUJE	
	KRITIČNA BRZINA 0.30 m/s (0.583 čvorova)	KRITIČNA BRZINA 0.36 m/s (0.7 čvorova)
1.0	36°	45°
1.5	23°	28°
2.0	17°	20°
2.5	13°	16°
3.0	11°	13°
3.5	10°	12°
4.0	8°	10°
4.5	7°	9°

Navedene brojke su primjenjive samo ako je dubina vode 5 ili više puta veća od gaza brane, budući da su u vrlo plitkoj vodi kritične brzine manje od normalnih (0,6 do 0,7 čvorova) i sukladno tome date vrijednosti za kutove koji odgovaraju određenim brzinama struje nisu točne.

4.2 Usidrene brane

Ako se brane koriste u stacionarnom načinu rada, moraju se privezati. Broj točaka za privez, vrsta opreme za privez, težina sidara itd. ovisit će o silama struja, vjetrova i valova za koje se očekuje da će na privezne točke djelovati, te o veličini korištene brane. Iako nije moguće točno izračunati sile koje djeluju na branu, njihove se približne vrijednosti mogu dobiti pomoću sljedeće dvije formule:

- (1) Sila struje: $F_c = K \times A_s \times V_c^2$ (gdje je F_c = sila struja [kg], K = konstanta proporcionalnosti, čija je vrijednost obično $K = 26$ ili manja, A_s = površina podvodnog dijela brana [m^2], a V_c = brzina struje [čvor]).
- (2) Sila vjetra: $F_w = K \times A_f \times (V_w / 40)^2$ (gdje je F_w = sila vjetra [kg], K = konstanta proporcionalnosti, obično 26, A_f = površina nadvodnog dijela brane [m^2], i V_w = brzina vjetra [čvor]).

Kako struja određene brzine i vjetar otprilike 40 puta veće brzine stvaraju jednake pritiske, V_w se u formuli (2) dijeli sa 40.

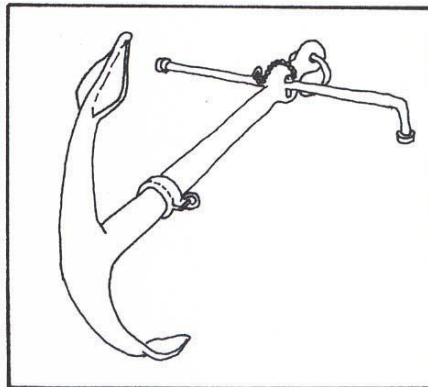
Ako i struja i vjetar djeluju u istom smjeru (najgori slučaj), njihove će združene sile biti jednake njihovom zbroju (3): $F = F_c + F_w$.

Na primjer, na branu dužine 100 m, s nadvodnim dijelom od 0,6 m i gazom od 1,0 m, struja od 0,4 čvora i vjetar od 20 čvorova, koji puše u smjeru struje, djelovat će silom od:

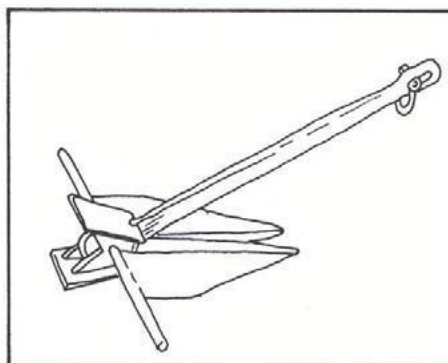
- (1) $F_c = 26 \times (100 \times 1) \times (0.4)^2 = 416 \text{ kg}$
- (2) $F_w = 26 \times (100 \times 0.6) \times (20/40)^2 = 390 \text{ kg}$
- (3) $F = 416 + 390 = 806 \text{ kg}$

Budući da se brana mora održavati u manje-više istom položaju i pod ispravnim kutom postavljanja kako bi se osigurala učinkovitost brane, za držanje brane na mjestu koriste se ili sidra ili betonski blokovi. Preporučena sidra uključuju ribarsko sidro (za kamenito dno) ili sidro tipa “Danforth” (za pijesak, šljunak, blato i glinu).

Slika 21: Ribarsko sidro



Slika 22: Sidro tipa “Danforth”



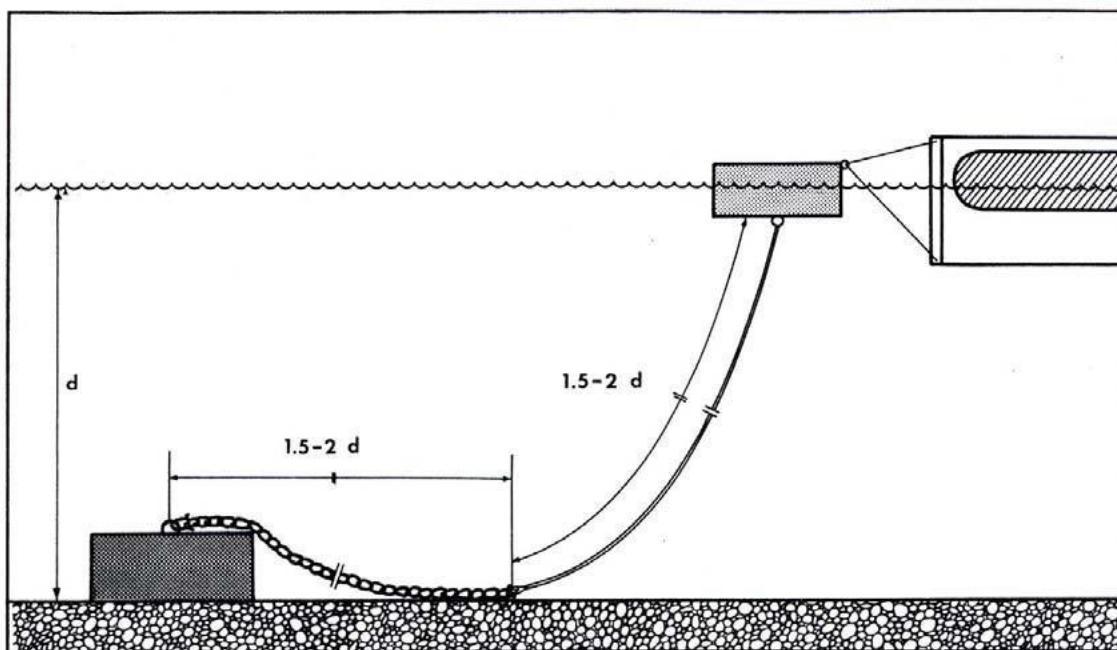
Tablica 3: Snaga držanja sidra tipa “Danforth” na različitim vrstama morskog dna

TEŽINA SIDRA [kg]	SNAGA DRŽANJA [kg]		
	MULJ	PIJESAK / ŠLJUNAK	GLINA
15	200	250	300
25	350	400	500
35	600	700	700

Kako bi kompenzirao kretanje valova, mrtvog mora i plime, dužina konopa za vez treba biti 3-4 puta veća od dubine mora (vode) za vrijeme plime. Komad teškog lanca treba pričvrstiti između sidra (ili betonskog bloka) i konopa za privez kako bi se poboljšala snaga držanja sidra.

Kako bi se izbjeglo potapanje brane, branu treba prvo pričvrstiti na bovu, a bovu na sidreni konop.

Slika 23: Dobro pripremljeno rješenje sidrenja



Ako je brana pričvršćena za obalu, određenu duljinu brane treba ostaviti ležati na tlu. Ako je moguće, branu treba pričvrstiti na relativno glatkom mjestu, prekrivenom pijeskom ili šljunkom, jer će grube površine (kamenje, stjenje) oštetiti branu. Na kamenitim obalama vrećama napunjenim pijeskom treba zagladiti površinu na kojoj je pričvršćena brana.

Ako se brana planira (bilo trajno ili samo u slučaju nužde) pričvrstiti na fiksno mjesto na zaštitnom zidu ili molu u luci, lučici ili marini, preporučljivo je unaprijed pripremiti vodonepropusni vez.

4.3 Tegljene brane

Skupljanje ulja na otvorenom moru ponekad je moguće korištenjem tegljenih brana. Ova operacija je vrlo često ograničena nepovoljnim meteorološkim uvjetima ili stanjem mora. S druge strane, ako uvjeti dopuštaju, to može biti vrlo učinkovit način eliminacije rizika onečišćenja obalnih resursa.

Za uklanjanje ulja može se koristiti bilo koja brana za otvoreno more dovoljne vlačne čvrstoće.

Sve procjene u vezi s brzinama kod kojih ulje istječe i silama koje djeluju na branu (odlomci 4.1 i 4.2) odnose se i na sustave za tegljenje brana, samo što će najrelevantniji faktor sada biti brzina tegljenja, a ne trenutna brzina struje.

Uspješan ishod operacije tegljenja brane uvelike će ovisiti o odabiru plovila za tegljenje: ona bi trebala imati dovoljnu snagu i održavati svoje manevarske sposobnosti pri vrlo malim brzinama (0,5 do 1,0 čvorova). Procjenjuje se da je 1 KS unutarnjeg motora ekvivalentna 20 kg vučne sile. Ako se koriste dva plovila, svako bi trebalo imati otprilike polovicu potrebne snage. Plovila s dvostrukim pogonom i s propelerima promjenjivog koraka, te pramčanim i krmnim potisnicima, vjerojatnije će imati potrebnu manevarsku sposobnost nego plovila s jednim propelerom.

Konopi za tegljenje moraju biti dovoljno dugački (najmanje 50 m) da kompenziraju iznenadna naprezanja.

Budući da ulje istječe iz brane u U - obliku lakše nego iz sustava u obliku slova V, dvije strane brane mogu se spojiti tankim žičanim uzicama u pravilnim razmacima (vidi sliku 15) kako bi se održao V - oblik.

Ulje neće istjecati iz tegljene brane samo ako relativna brzina tegljenja (relativna brzina između tegljene brane i suprotne struje) bude manja od kritične brzine (0,5 do 0,7 čvorova), i ako se ulje uklanja iz točke skupljanja (na vrhu korištene formacije) brzinom koja odgovara brzini skupljanja.

Relativna brzina cijelog sustava u vrlo jakoj struji može se održavati ispod kritične brzine puštanjem plovila za tegljenje da bude nošeno strujom prema krmi.

Posebnu pozornost treba posvetiti komunikaciji među plovilima, jer loša koordinacija može rezultirati neuspjehom intervencije i oštećenjem korištene opreme (brana).

SKIMERI I NJIHOVA UPORABA KOD REKUPERACIJE (VAĐENJA) ULJA IZ MORA

1. UVOD

Uklanjanje ulja s površine mora (vode) na koje je izliveno glavna je svrha aktivnosti reagiranja na izlivanje ulja, dok je njegovo fizičko uklanjanje s površine mora općenito poželjna metoda reagiranja, jer se u morski okoliš ne unose dodatne tvari i manje se ulja nepovratno gubi.

Ulje se može ukloniti s površine mora bilo nespecifičnim, ručnim i mehaničkim, sredstvima ili namjenski izgrađenom opremom. Ova lekcija pruža informacije o fizičkom uklanjanju ulja s površine mora korištenjem posebno dizajnirane opreme.

2. DEFINICIJA

Uobičajeni naziv raznih uređaja za vađenje (rekuperaciju) ulja je "skimer". Definira se kao svaki mehanički uređaj posebno dizajniran za uklanjanje ulja (ili mješavine ulja i vode) s površine vode (mora) bez promjene njegovih fizičkih i/ili kemijskih karakteristika.

Ova definicija uključuje brojne dizajne i principe rada koji se koriste u konstrukciji skimera.

U većini situacija izlivanja skimeri se koriste zajedno s branama, ali ih je moguće koristiti i samostalno. Može se reći da uklanjanje ulja, iako usko povezano, nije uvjetovano korištenjem brana, za razliku od zadržavanja ulja (branama) koje je učinkovito samo ako se prikupljeno ulje sukcesivno uklanja.

3. DIZAJN

Komercijalno dostupni skimeri temelje se na širokom rasponu radnih principa primijenjenih u njihovoj konstrukciji. Princip koji se koristi za uklanjanje ulja s površine vode nudi mogućnost kategorizacije skimera u dvije glavne skupine: **mehaničke** i **oleofilne** skimere.

U svakom skimeru mogu se razlikovati tri glavna elementa:

- element za vađenje (rekuperaciju) ulja;
- flotacijski element; i
- sustav prijenosa ulja.

Element za rekuperaciju ulja uklanja ga s površine mora, flotacijski element omogućuje skimeru da pluta na površini mora, a sustav prijenosa evakuira prikupljeno ulje u spremnik za skladištenje. Sustav prijenosa (pumpa, cijevi, spojnice) je ili ugrađen u skimer, ili dolazi kao zasebna jedinica, tj. element za rekuperaciju ulja može se priključiti na neovisnu, vanjsku pumpu.

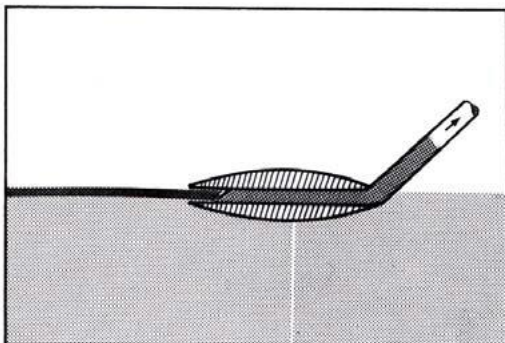
3.1 Mehanički skimeri

Mehanički skimeri obuhvaćaju sve uređaje koji se temelje na svojstvima ulja i mješavina ulje/voda da teku, te na razlici u gustoći između ulja i vode. Različiti principi rada primijenjeni kako bi se iskoristila gore spomenuta fizička svojstva ulja dodatno definiraju najčešće (a postoje i druge!) podkategorije mehaničkih skimera:

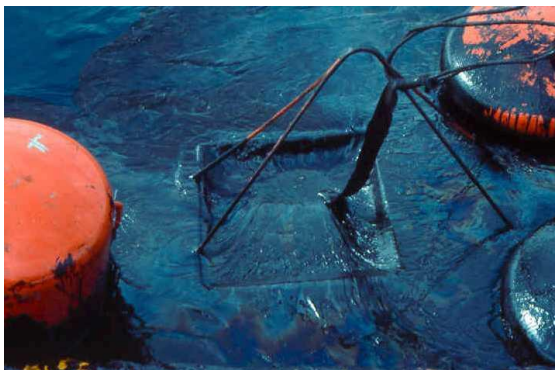
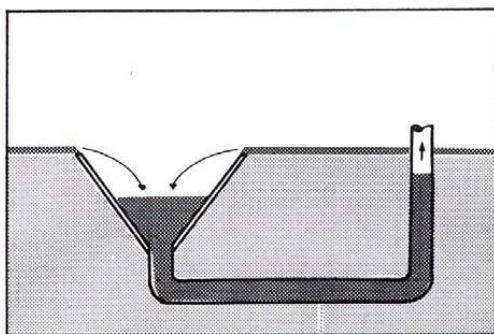
- **skimeri s izravnim usisom/usisni skimeri** – glava za rekuperaciju ili usisna glava koja se ručno drži na površini vode ili pluta na njoj, izravno usisava ulje.
- **preljevni skimeri** – preljev smješten malo ispod površine vode omogućuje protok ulja u sabirno (odvodni) prostor skimera, odakle se pumpa u spremnik za skladištenje.
- **skimeri s prijenosnom trakom** - nagnuta, neoleofilna, prijenosna traka transportira naftu do sabirnog (odvodnog) prostora. U nekim skimerima ovog tipa ulje se transportira izravno

prema gore od površine mora do sabirnog prostora, a kod drugih se prvo potiskuje ispod površine vode (potapa), a zatim nagore, prema sabirnom prostoru.

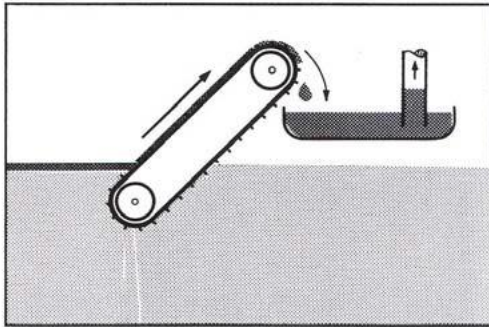
Slika 1: Princip rada i primjerak skimera s izravnim usisom/usisnog skimera



Slika 2: Princip rada i primjerak preljevnog skimera



Slika 3: Princip rada i primjerak skimera s prijenosnom trakom



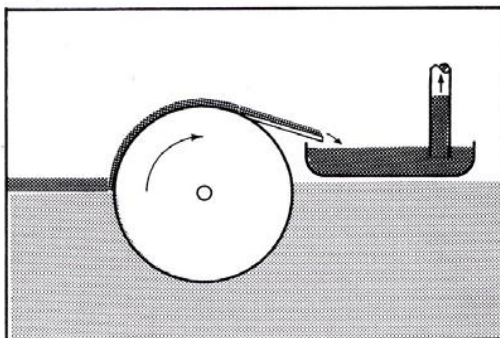
3.2 Oleofilni skimeri

Princip vađenja ulja druge glavne kategorije skimera temelji se na karakteristikama određenih materijala da imaju veći afinitet za ulje nego za vodu. Takvi materijali su poznati kao "oleofilni" i uključuju npr. nehrđajući čelik, aluminij i neki plastični materijali (npr. PVC). Posljedično, skimeri koji koriste ovu karakteristiku nazivaju se oleofilni skimeri. Sukladno obliku pokretne površine na koju ulje prijanja, najčešće (a ima i drugih!) potkategorije su.

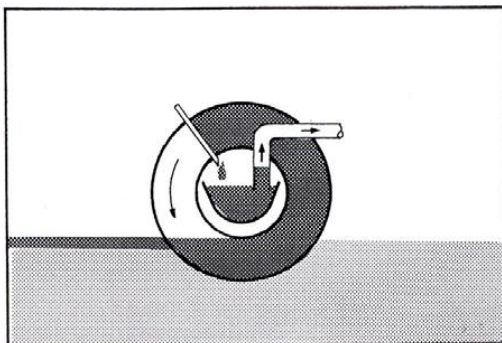
- **skimeri s oleofilnim bubnjem** – ulje se lijepi na rotirajući, vodoravno postavljeni i djelomično potopljeni bubanj obložen nekom vrstom oleofilnog materijala. Rotacijom bubnja ulje se prenosi prema strugačima koji ga uklanjaju s površine bubnja i talože u sabirni prostor (korito), odakle se pumpa u spremnik za skladištenje.
- **skimeri s oleofilnim diskovima (disk skimeri)** – imaju promjenjiv broj rotirajućih diskova izrađenih od oleofilnog materijala. Ulje koje se zalijepi za potopljenu površinu diska briše se strugačima koji ga usmjeravaju u sabirno korito za ispušavanje.
- **skimeri s četkama** – ulje se hvata za niz djelomično potopljenih, kontinuirano rotirajućih četki koje transportiraju ulje do čistača, odakle se pumpa u spremnik.
- **skimeri s oleofilnom užadi s resama** – ulje se lijepi za plutajuće oleofilno užde s resama koje se ili okreće između dvije remenice (jedne pogonske remenice i druge "repne" remenice), ili je obješeno iznad površine vode na plovilu, ili ga brod vuče po površini vode. U prva dva tipa užde kontinuirano prolazi kroz set valjaka za stiskanje koji uklanjaju

zaliječljeno ulje, dok se u trećem uže povremeno istiskuje sličnim uređajem nakon zasićenja uljem. Prikupljeno ulje se zatim pumpa u spremnik.

Slika 4: Princip rada i primjerak skimera s oleofilnim bubnjem



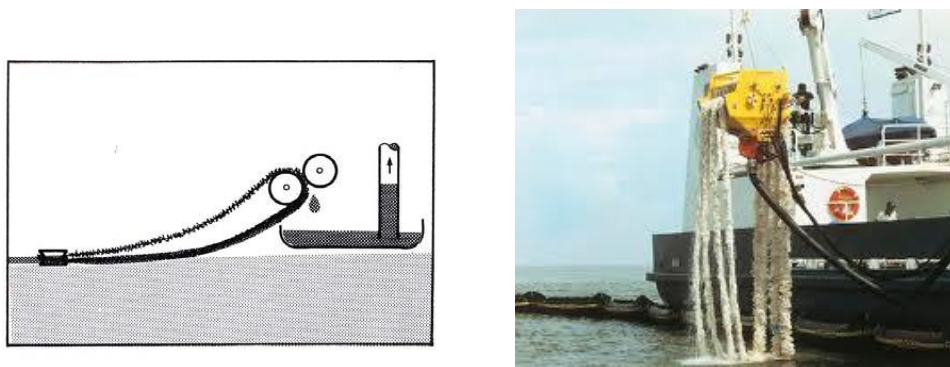
Slika 5: Princip rada i primjerak skimera s oleofilnim diskovima (disk skimera)



Slika 6: Princip rada i primjerak skimera s oleofilnim četkama



Slika 7: Princip rada i primjerak skimera s oleofilnom užadi s resama



Nekoliko proizvođača nudi skimere s **izmjenjivim** tipovima elementa za vađenje ulja (npr. četke, disk i bubanj), dok u nekim drugim izvedbama skimer ima **kombinaciju** npr. diskova i bubanja u ugrađenom elementu za vađenje.

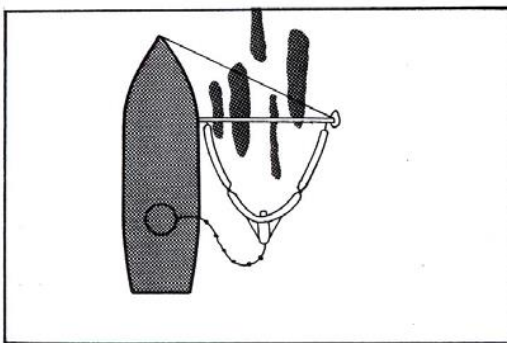
Oleofilne trake također se koriste kao elementi za vađenje ulja u nekim modelima, međutim, češće se koriste u separatorima za uljenu vodu nego kod reagiranja na izlijevanje ulja na moru.

3.3 Brane za skidanje (ulja) s površine

Brane za skidanje (ulja) s površine su uređaji za rekuperaciju koji se sastoje od dijela brane s integriranim uređajem za skidanje ulja s površine, ili zasebnog skimera spojenog na branu. Namijenjeni su za korištenje na otvorenom moru ili u zagađenim zonama koje su dovoljno prostrane da omoguće plovidbu većim plovilima.

Brane za skidanje (ulja) s površine imaju značajno visoku stopu susretanja ulja, mogu raditi na na srednje uzburkanom moru i lako se postavljaju, ali je njihova učinkovitost ograničena manevarskom sposobnošću plovila s kojih su postavljene. Niska radna brzina potrebna za njihovu uporabu (cca. 1,0-1,5 čv) čini kritičnim odabir odgovarajućih plovila. Mali obalni tankeri, jaružala, tegljači i opskrba plovila su vrste plovila koje se mogu koristiti za postavljanje brana za skidanje ulja.

Slika 8: Brana za skidanje ulja s ugrađenim uređajem sa rekuperaciju, postavljena s jednog plovila



3.4 Krakovi (krute brane) za čišćenje (eng. "sweeping arms")

Krakovi za čišćenje su krute plutajuće brane s ugrađenim skimerom ili sustavom za pumpanje ulja, koje se postavljaju i pričvršćuju, pod kutom, uz bok broda. Dok se brod kreće prema naprijed

kroz uljnu mrlju, ulje se trupom broda i krakom za čišćenje navodi prema sabirnoj komori odakle se pumpa u brodske spremnike. U nekim izvedbama razina ulaza u sabirnu komoru može se hidraulički podesiti kako bi se povećao sadržaj ulja u sakupljenoj mješavini ulja i vode.

Poput brana za skidanje ulja, krakovi za čišćenje su dizajnirani za korištenje s većim plovilima (npr. mali obalni tankeri, jaružala, plovila za opskrbu itd.) koja imaju dovoljan kapacitet skladištenja ulja na brodu kako bi se omogućilo razumno dugo razdoblje rada na moru bez potrebe za vraćanjem u luku zbog iskrcaja prikupljene nafte.

Slika 9: Brod za vađenje ulja s krakovima za čišćenje (“sweeping arms”) pričvršćenim s obje strane broda



4. KORIŠTENJE SKIMERA I NJIHOVA OGRANIČENJA

Skimeri se mogu koristiti za vađenje (rekuperaciju) ulja na **otvorenom moru** i **uz obalu** (u obalnim područjima, lukama itd.). Glavna razlika između ove dvije opcije je logistička podrška potrebna za svaku od njih, a ne u vrsti opreme koja se koristi.

Većina vrsta skimera može se koristiti bilo na moru ili na obali (isključujući brane za skidanje ulja i krakove za čišćenje koji su dizajnirani za korištenje na otvorenom moru), međutim, gdje i kako će se skimeri koristiti, kao i odabir odgovarajuće vrste skimera, ovise o:

- karakteristikama prolivenog ulja;
- veličini izlivanja;
- gibanje morske površine (valovi, struje)
- dostupnosti stručnog osoblja, opskrbe energijom i pomoćne opreme (npr. dizalica)
- dostupnost sredstava za održavanje i popravke opreme.

Iz očitih razloga nije moguće koristiti velike skimere u vrlo plitkim vodama i mjestima s ograničenim pristupom, jednostavno zbog njihovih dimenzija i težine, dok korištenje malih, laganih, prijenosnih uređaja nije moguće na moru.

4.1 Radne karakteristike skimera

Uspješno mehaničko vađenje izlivenog ulja ograničeno je nepovoljnim vremenskim uvjetima, viskoznošću ulja te utjecajem valova i struja. Količina ulja koju skimer može rekuperirati tijekom određenog vremenskog razdoblja naziva se **stopa susretanja ulja** (umnožak širine zahvaćanja ulja i brzine kretanja skimera u odnosu na ulje), a ovisi o stupnju širenja i fragmentacije uljne mrlje.

Kriteriji performansi kod ispitivanja (učinkovitost rekuperacije, učinkovitost protoka i stopa rekuperacije ulja) daju korisne indikacije o potencijalnim performansama skimera, međutim stopa susretanja ostaje glavni **ograničavajući čimbenik** stvarnog djelovanja skimera.

Skimeri se obično testiraju u eksperimentalnim tankovima, u kontroliranim uvjetima. Gore navedeni, najčešći kriteriji opisani su kako slijedi:

- **Učinkovitost rekuperacije (RE)** je postotak ulja u tekućini koju skimer izvlači. $RE = (\text{izvađeno ulje} / \text{ukupna izvađena tekućina}) \times 100 [\%]$. To je mjera selektivnosti kojom skimer rekuperira ulje, a ne vodu.

- **Učinkovitost protoka (TE)** je postotak ulja koje ulazi u skimer i koje se rekuperira: $TE = (\text{rekuperirano ulje} / \text{ulje koje je došlo u dodir sa skimerom}) \times 100 [\%]$. Ističe gubitke koji nastaju kod korištenja brane i samog skimera. TE se obično smanjuje kada se radna brzina poveća i stanje mora pogoršava.
- **Stopa rekuperacije ulja (ORR)** je volumen rekuperiranog ulja po jedinici vremena. $ORR = \text{volumen prikupljenog ulja} / \text{jedinica vremena} [m^3/h]$.

Nažalost, maksimalni kapacitet pumpe prilagođen tipičnoj viskoznosti ulja i gubitku zbog tlaka („**nominalni kapacitet**“) vrlo se često uzima i kao jedini pokazatelj kapaciteta skimera. Iako je važan, nominalni kapacitet samo je jedan od elemenata (drugi su RE, ORR i TE) koje treba uzeti u obzir kako bi se procijenila brzina kojom je skimer doista sposoban rekuperirati ulje i koliko će se slobodne vode izvaditi s uljem.

Glavna svojstva različitih tipova mehaničkih i olefilnih skimera sažete su u **Tablicama 1 i 2**. Tablice su prilagođene iz ITOPF-ovog Tehničkog Informativnog Dokumenta 05 (eng. *Technical Information Paper 05*).

Tablica 1: Svojstva mehaničkih skimera

TIP SKIMERA	STOPA REKUPERACIJE	VRSTE ULJA	STANJE MORA	NEČISTOĆE	POMOĆNA OPREMA
USISNI	Zavisí o usisnoj/vakuum pumpi.	Najunčikovitiji s uljima male i srednje viskoznosti.	Koristi se u mirnim vodama. Mali valovi dovode do prekomjernog skupljanja vode. Dodatkom preljeva postaje selektivniji.	Nečistoće ga mogu začepiti.	Vakumski kamioni cisterne ili prikolice su obično samostalni, sa potrebnim napajanjem, pumpom i spremnikom.
PRELJEVNI	Zavisí o kapacitetu pumpe, vrsti ulja, itd. Može biti značajna.	Učinkoviti s laganim uljima kao i s teškim. Vrlo teška ulja mogu ne teći prema preljevu.	Vrlo selektivan u mirnim vodama, povlači malo vode. U uzburkanoj vodi lako može biti preplavljen što povećava udio povučene vode.	Nečistoće ga mogu začepiti, iako neke pumpe podnose manje nečistoće.	Odvojeno napajanje, hidraulične i ispusne cijevi, pumpa i odgovarajući spremnik. Neki skimeri imaju ugrađene pumpe.
S TRAKOM	Niska do srednje.	Najdjelotvorniji s teškim uljima.	Može biti vrlo selektivan i povlačiti malo vode. Dobro radi u uzburkanoj vodi.	Djelotvoran s malim, a velike ga nečistoće mogu začepiti.	Može dovesti ulje izravno do spremnika na kraju trake.

Tablica 2: Svojstva oleofilnih skimera

TIP SKIMERA	STOPA REKUPERACIJE	VRSTE ULJA	STANJE MORA	NEČISTOĆE	POMOĆNA OPREMA
DISK	Zavisi o broju i veličini diskova.	Najdjelotvorniji u uljima srednje viskoznosti.	Visoko selektivan kod malih valova/struja. Na uzburkanoj vodi može biti preplavljen.	Nečistoće ga mogu začepiti.	Odvojeno napajanje, hidraulične i ispusne cijevi, pumpa i odgovarajući spremnik.
ČETKA	Obično srednja. propusnost Zavisi o broju i brzini četki.	Postoje različite veličine četki za lagana, srednja i teška ulja.	Skuplja relativno malo slobodne ili povučene vode. Neki modeli mogu raditi na uzburkanoj vodi, druge valovi mogu preplaviti.	Djelotvoran s malim nečistoćama. Velike ga mogu začepiti.	Odvojeno napajanje, hidraulične i ispusne cijevi, pumpa i odgovarajući spremnik.

TIP SKIMERA	STOPA REKUPERACIJE	VRSTE ULJA	STANJE MORA	NEČISTOĆE	POMOĆNA OPREMA
BUBANJ	Zavisi o broju i veličini bubnjeva.	Najdjelotvorniji u uljima srednje viskoznosti.	Visoko selektivan kod malih valova/struja. Na uzburkanoj vodi može biti preplavljen.	Nečistoće ga mogu začepiti.	Odvojeno napajanje, hidraulične i ispusne cijevi, pumpa i odgovarajući spremnik.
ROPE MOP	Zavisi o broju i brzini konopa. Obično niskog protoka.	Najdjelotvorniji u uljima srednje viskoznosti, no može biti djelotvoran i u teškim uljima.	Vrlo malo slobodne ili povučene vode. Može raditi u uzburkanoj vodi.	Može podnijeti značajne nečistoće.	Manje jedinice imaju ugrađeno napajanje, veće trebaju odvojebu pomoćnu opremu.

Svojstva različitih tipova skimera navedena u gornjim tablicama temelje se na operativnom iskustvu, ali također i na teorijskom i tehničkom znanju koje proizlazi iz izračuna i/ili laboratorijskih ispitivanja.

U svakom slučaju, ove tablice samo dokazuju da takva stvar kao što je "univerzalni" skimer ne postoji: svaka posebna vrsta skimera ima svoje prednosti u određenim situacijama izlijevanja i svoje nedostatke u drugim.

4.2 Rekuperacija ulja na otvorenom moru

Rekuperacija ulja na otvorenom moru zahtijeva **pažljivo planiranje** koje se temelji na stopama susretanja i rekuperacije skimera, kapacitetu pumpi za prijenos, kapacitetu raspoloživih spremnika na brodu ili plutajućih fleksibilnih tankova, udaljenosti od najbliže luke, brzinama plovila, itd.

Korištenje skimera na otvorenom moru (koji se postavljaju s plovila) može biti ograničeno, čak i u najpovoljnijim uvjetima, **nedovoljnim skladišnim kapacitetom** na brodu s kojeg se skimer postavlja, što zahtijeva povremeni iskrcaj ulja na obalu. Korištenje (obalnog) tankera za prevoženje na obalu mješavine ulja i vode prikupljene na moru može pomoći u prevladavanju ovog ograničenja.

Međutim, glavna ograničenja korištenju skimera na otvorenom moru predstavljaju **vremenski uvjeti i stanje mora** koji su na otvorenom moru obično nepovoljniji nego bliže obali.

U većim prošlim nesrećama samo je relativno mali dio izlivenog ulja izvađen s otvorenog mora, zbog gore navedenih razloga, ali i zbog uobičajenih poteškoća u lociranju izlivanja na moru i činjenice da je rekuperacija otežana, ako ne i nemoguća, tijekom razdoblja slabe vidljivosti i tijekom noći. Ipak, ne treba štedjeti napora u pokušajima da se rekuperira što više ulja dok pluta na moru, budući da će ekološke i gospodarske štete vjerojatno biti manje izražene na otvorenom moru nego u blizini ili na obali.

4.3 Rekuperacija ulja u obalnim područjima

Ako je potrebno prikupiti samo **mali volumen ulja**, preporuča se korištenje selektivnijih uređaja za prikupljanje.

S druge strane, ako je **volumen ulja veći**, može se dati prednost korištenju teže opreme s većom stopom rekuperacije, imajući na umu da **gaz skimera** treba biti manji od dubine mora.

Vrsta prolivenog ulja automatski će isključiti moguću upotrebu skimera koji se s takvim uljem ne mogu nositi. **Nečistoće** pomiješane s uljem (što je vjerojatno u blizini obale) mogu smanjiti učinkovitost određenih skimera, te je potrebno osigurati njihovo kontinuirano uklanjanje.

Topografija mjesta rekuperacije na obali snažno će utjecati na operaciju vađenja ulja u susjednim obalnim vodama. **Nepristupačnost obale s kopna** zahtijevat će ili korištenje brodica za postavljanje skimera ili korištenje samohodnih plovila za rekuperaciju. Stoga je potrebno pažljivo planiranje transfera prikupljenih onečišćujućih tvari na obalu, uzimajući u obzir iste čimbenike koji su navedeni za rekuperaciju na otvorenom moru. S druge strane, ako je mjesto rekuperacije dostupno s kopna, preporuča se upotreba izravnih usisnih/vakuumskih skimera u kombinaciji s vakumskim kamionima cisternama ili drugih vrsta skimera koji se mogu postaviti s kopna. Štoviše, može biti moguće organizirati privremeno skladištenje izvađenog ulja u neposrednoj blizini mjesta vađenja.

Dubina mora u blizini obale očito će ograničiti izbor opreme na one skimere koji imaju gaz manji od minimalne dubine mora za vrijeme oseke.

Mogućnost postavljanja brana na predviđenom mjestu rekuperacije također se mora procijeniti, jer će zadržavanje ulja povećati njegovu debljinu, a time i **stope rekuperacije** skimera. Suprotno tome, ako je zadržavanje neizvedivo, cjelokupna operacija rekuperacije može biti neučinkovita.

Budući da je učinkovitost većine skimera niska u **valovima višim od 0,8-1,0 m**, a za samo nekoliko se tvrdi da su djelotvorni u valovima do 1,0-1,5 m, i mrtvo more a, posebno, kratki valovi od 0,8 m vjerojatno će otežati, ako ne i onemogućiti, vađenje ulja. Uzburkano more, uobičajeno u obalnim područjima Jadrana, vjerojatno će utjecati na performanse skimera mnogo više od dugog, redovitog gibanja mrtvog mora.

Struje ponekad mogu povećati učinkovitost skimera u obalnim vodama koncentrirajući ulje oko skimera. Naprotiv, ako je brzina struje previsoka, ulje može preplaviti skimer ili proći ispod njega. Stoga je potrebno utvrditi **smjer i brzinu obalnih struja** prije odabira najprikladnijeg mjesta za rekuperaciju (vađenje) ulja.

Konačno, potrebno je kontinuirano pratiti rad skimera kako bi se osigurala optimalna učinkovitost, kao i logistiku crpljenja, skladištenja i zbrinjavanja rekuperiranog ulja kako bi se kašnjenja u rekuperaciji svela na minimum.

UPORABA UPIJAJUĆIH MATERIJALA KOD REAGIRANJA NA IZLJEVANJE ULJA

1. UVOD

Upijači² (eng. *sorbents*) su proizvodi koji fiksiraju tekuće ulje bilo **apsorpcijom** (natapanjem, ugradnjom ulja u strukturu materijala) ili **adsorpcijom** (privlačenjem i zadržavanjem molekula ulja na površini materijala). Većina proizvoda koji se koriste kod reagiranja na izlivanje ulja su adsorbenti, dok se apsorbenti češće koriste kod reagiranja na izlivanje kemikalija, odnosno izlivanje HNS-a (opasnih i štetnih tvari) osim ulja. Kako bi se izbjegla zabuna, generički izraz "**upijač**" općenito se koristi u kontekstu reagiranja na izlivanje ulja. Upijač treba biti i **oleofilan** (tj. privlačiti i apsorbirati ili adsorbirati ulje) i **hidrofoban** (odbijati vodu).

Korištenje upijača za fiksiranje i aglomeriranje prolivenog ulja ili drugih onečišćujućih tvari, te za olakšavanje njihovog uklanjanja, učinkovita je tehnika koja se široko primjenjuje na obali, u blizini obale, u zaštićenim morskim područjima i u lukama za rekuperaciju manjih zagađenja, posebno u završnim fazama čišćenje obale. Upijači općenito nisu dobro prilagođeni korištenju na otvorenom moru, te se stoga rijetko koriste daleko od obale. Kao upijači mogu se koristiti jeftini i odmah dostupni prirodni materijali, iako su sintetski upijači učinkovitiji što se tiče stope rekuperacije ulja.

2. MATERIJAL I OBLIK UPIJAČA

Upijači mogu biti organskog i anorganskog podrijetla, prirodni ili sintetski proizvodi. To su ili obrađeni **anorganski (mineralni)** materijali (npr. vermikulit, perlit, plovuđac) ili obrađeni materijali

² Riječ „**upijač**“ uvriježila se kod nas među profesionalcima koji se bave pripravnošću i reagiranjem na iznenadna onečišćenja mora, budući da u hrvatskom jeziku nema prikladnog izraza koji bi označavao sredstva koja bilo adsorbiraju ili apsorbiraju ulje/naftu (i/ili ostale opasne i štetne tvari). U engleskom je uobičajen izraz „**sorbent**“ koji označava i **adsorbente** (eng. *adsorbents*) i **apsorbente** (eng. *absorbents*).

organskog porijekla, bilo **biljnog** (npr. slama, piljevina, strugotine, mljeveni kukuruzni klip, celulozna vlakna) ili **životinjskog** (npr. kokošje perje, vuna, ljudska kosa), ili **sintetički materijali** (npr. polipropilen i drugi polimeri).

Na temelju oblika u kojem se sorbenti stavljaju na tržište, mogu se podijeliti na:

- **rastresiti** materijal (npr. granule, vlakna,);
- upijajući materijal **zatvoren u mrežicu** (mrežu), oblikovan kao npr. jastuci, čarape, brane;
- **kontinuirani** materijali oblikovani kao na pr. prostirke, plahte, smotci, brane;
- **rastresita vlakna (trakice)** spojena u oblik npr. metle, omče ("pom-poms").

2.1 Rastresiti upijači

Rastresiti upijači dolaze u obliku praha, finih čestica i kratkih mineralnih ili organskih vlakana. Često se radi o industrijskim otpadima, sirovim ili obrađenim i kondicioniranim da bi se mogli koristiti kao upijači. Rastresiti upijači mogu se nanositi ručno i mehanički, pomoću zračnih puhala ili hidro-ejektora. Nošenje maski i zaštitnih naočala je neophodno kako bi se zaštitile oči i dišni organi osoblja koje primjenjuje rastresite upijače.

Njihova plovnost je obično dobra (spec. težina 0,04-0,3), a kapacitet sorpcije (volumenski, za laka ulja) kreće se između 0,5 i 1,2.

2.2 Rastresiti upijajući materijal zatvoren u mrežicu (mrežu)

Bilo koji rastresiti upijajući materijal može se zatvoriti (pakirati) u mrežicu ili mrežu. Postoje različiti oblici zatvorenih upijača, no najčešći su oni u obliku brana ("čarapa"). Ne treba ih brkati s *kontinuiranim* upijajućim branama. Unatoč tome što se nazivaju "brane", oni nisu učinkoviti u zadržavanju ulja osim u vrlo mirnim uvjetima bez valova ili struja.

Upotreba im je ograničena na luke i zaštićena područja, kao i za korištenje u operacijama čišćenja obale gdje mogu biti vrlo korisni za sprječavanje izlaska ulja iz brane ili za prikupljanje ulja koja curi naniže od mjesta rekuperacije.

2.3 Kontinuirani upijajući materijali

Kontinuirani upijajući materijali dostupni su kao krpe, jastuci/jastučići, plahte/deke, smotci/brane ("kobasice"). Izrađuju se od sintetičke tkanine: najčešće polipropilena, ali se koriste i poliuretan, najlon i polietilen. Kontinuirani cilindrični upijači u obliku brana su homogeniji od rastresitih zatvorenih upijača u obliku brane, ali imaju manji omjer površine i volumena, i ulje ne prodire duboko u branu. Kontinuirani plosnati upijači (plahte, jastučići, prostirke) imaju velik omjer površine i volumena.

Kontinuirani upijajući materijali nisu prilagođeni viskoznim uljima.

2.4 Rastresita vlakna

Upijači od rastresitih vlakana, napravljeni od niti nalik pramenovima od polipropilena spojenim zajedno da tvore omče ("pom-poms"), svežnjeve ili svitke, mogu rekuperirati teža i viskozija ulja od drugih vrsta upijača. Učinkovite „metle“ ili brane za prikupljanje viskoznog ulja mogu se dobiti pričvršćivanjem nekoliko omči/svežnjeva na užu.

Glavna upotreba omči je za ručno skupljanje gustog, viskoznog ulja pronađenog u pukotinama ili u malim lokvama na obali.

3. UPOTREBA UPIJAČA

Upijači se uglavnom koriste u operacijama čišćenja u blizini obale ili na njoj, kada druge metode rekuperacije ili daju loše rezultate ili su neprimjenjive. To se posebno odnosi na prikupljanje ulja

koje pluta tako blizu obale da se brane i skimeri ne mogu koristiti, te na skupljanje ulja ispranog u more tijekom operacija čišćenja obale.

Korištenje upijača na moru stvara različite tehničke i logističke probleme, a njihova uporaba kao primarnog sredstva za reagiranje na izljeve, posebice veće, na moru **ne preporuča se**. Obrada određenog volumena ulja zahtijeva korištenje najmanje ekvivalentnog volumena upijača, kojeg stoga treba dopremiti, skladištiti, transportirati u zonu incidenta, nanijeti, rekuperirati/izvaditi nakon miješanja s uljem i zatim zbrinuti. Svi ovi problemi ograničavaju upotrebu upijača na mala ili srednja izlivanja u zaštićenim područjima u blizini obale.

Ako se upijači u rasutom stanju ipak koriste na moru, aglomerirano ulje može se relativno učinkovito izvaditi posebnim sustavom površinske koče s odvojivim krajem (vrećom) koju vuku dva plovila. Vreća (kraj koče) se vadi nakon što je napunjena i zamjenjuje se praznom, dok se puna vreća može odvući drugim plovilom.

Osim njihove izravne upotrebe kao alata za reagiranje na izlivanje, upijači se uvelike koriste za čišćenje i dekontaminaciju osoblja i opreme na ili u blizini mjesta čišćenja, te za oblaganje i zaštitu puteva/staza u području čišćenja.

Općenito, kod reagiranja na izlivanje ulja upijači se mogu najbolje koristiti za:

- pomoć u zadržavanju i rekuperiranju ulja u slučaju manjih izlivanja na vodu ili na kopno, posebno u obalnim područjima, lukama, lučicama, ušćima i na rijekama;
- pomoć u zadržavanju izlivenog ulja, u kombinaciji sa standardnim branama, osiguravajući i poboljšavajući vodonepropusno brtvljenje;
- olakšavanje zaštite područja koja se teško čiste (močvare, tršćaci, obale od lomljenog kamenja i sl.);
- fiksiranje i rekuperaciju plutajućeg ulja u stajaćim vodama;
- prikupljanje ulja koje curi s radilišta na kojem se rekuperira tijekom čišćenja obale;
- apsorpiranje otpadnih voda od čišćenja stijena i izgrađenih objekata; i
- apsorpiranje (filtriranje) suspendiranog ulja u blizini vodozahvata.

Donja tablica ističe ključne prednosti i nedostatke dostupnih vrsta upijajućih materijala. Prenesena je, uz manje izmijene, iz ITOPF-ovog Tehničkog Informativnog Dokumenta 08.

Tablica 1: Prednosti i nedostaci raznih tipova upijajućih materijala

	MATERIJAL	PREDNOSTI	NEDOSTATCI
RASTRESITI / RASUTI	<ul style="list-style-type: none"> • Organski: npr. slama, kora drveta, piljevina, vuna, kokoške perje, itd. • Anorganski: npr. vermikulit, plovućac. • Sintetički: prvenstveno polipropilen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Česti ih ima puno u prirodi ili su široko dostupni kao otpadni nusproizvodi industrijskih procesa. • Mogu biti jeftini. • Mogu se koristiti za zaštitu divljih životinja na mjestima na kojim se izvlače na obalu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Teško ih je kontrolirati, vjetar ih može raznositi. • Teško ih je prikupiti. • Mješavinu ulja i upijača može biti teško prepumpavati. • Odlaganje mješavine ulja i upijača više ograničeno nego ulja.
ZATVORENI U MREŽICU ILI MREŽU	<ul style="list-style-type: none"> • Svi gore spomenuti materijali mogu biti zatvoreni u mrežicu ili mrežu. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jednostavniji za primjenu i prikupljanje. • Brane od upijača zatvorenog u mrežicu imaju veću površinu od kontinuiranih brana. 	<ul style="list-style-type: none"> • Čvrstoća upijača ograničena je čvrstoćom mrež(ic)e. • Brane od organskom materijala mogu se brzo zasiti i potonuti. Moć zadržavanja ulja je ograničena.
KONTINUIRANI	<ul style="list-style-type: none"> • Sintetički: prvenstveno polipropilen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dugotrajno skladištenje. • Relativno jednostavni za primjenu i prikupljanje. • Moguća visoka stopa rekuperacije ako se upotrijebi do punog kapaciteta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ograničena učinkovitost s ostarijelim i viskoznijim uljima. • Ne rezgrađuju se lako ograničavajući mogućnost odlaganja.
RASTRESITA VLAKNA	<ul style="list-style-type: none"> • Sintetički: prvenstveno polipropilen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Učinkoviti na ostarijelim i viskoznijim uljima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manje učinkoviti na svježim laganim i srednjim uljima.

4. ČIMBENICI KOJI UTJEČU NA UČINKOVITOST UPIJAČA

Općenito, informacije o djelotvornosti sorbenata treba tražiti od njihovih **proizvođača**, posebno one koje se odnose na sljedeće karakteristike koje utječu na učinkovitost:

Sposobnost plutanja: upijači moraju imati i zadržati visoku plovnost kada su zasićeni uljem i vodom, kako bi se učinkovito koristili na plutajućem ulju. Neki lagani upijajući materijali mogu ostati na površini viskoznih ulja te je potrebno je miješanje kako bi se osiguralo zasićenje upijača uljem.

Zasićenost: razinu zasićenosti upijača općenito je teško procijeniti. Neki se mogu brzo zasiti uljem i početi ga otpuštati, stoga je bitno njihovo brzo uklanjanje. Upijajuće krpe/plahte brzo se zasićuju te im je upotreba stoga ograničena na incidente malih razmjera koji zahtijevaju rekuperaciju male količine ulja. S druge strane, nepotpuno zasićenje dovest će do rasipanja upijajućeg materijala.

Sposobnost zadržavanja ulja: jedan je od glavnih aspekata učinka upijača. Neki upijači počet će otpuštati ulje ako se brzo ne izvuku, dok će ga drugi početi otpuštati kada se podignu iz vode. Osim svojstava samog upijajućeg materijala, brzina otpuštanja izravno ovisi o viskoznosti ulja (laka, manje viskozna ulja brže se otpuštaju).

Čvrstoća i izdržljivost: važno je da upijajući materijal bude postojan, posebno ako se upijači ostave na mjestu gdje su korišteni određeno vrijeme prije nego ih se odstrani. U takvim slučajevima, upijač se može početi brzo razgrađivati uslijed djelovanja valova i kontakta s kamenjem. Čvrstoća upijajućih brana od zatvorenog rastresitog materijala ovisi o čvrstoći mrežice (mreže). Ako se mrežica (tkanina) ošteti u nepovoljnim vremenskim uvjetima, upijajući materijal može se osloboditi i uzrokovati sekundarnu kontaminaciju.

ČIŠĆENJE OBALE

1. UVOD

Unatoč svim nastojanjima da se što više ulja rekuperira na moru, najvjerojatnije je da će dio izlivenog ulja doći do obale, posebice ako je do ispuštanja ulja došlo nedaleko od nje. Dosadašnja iskustva pokazuju da gotovo sva izlivanja koja su se dogodila relativno blizu obala rezultiraju manje ili više jakim prekrivanjem uljem plaža, stijena ili bilo kojeg drugog oblika obale.

Odluka o čišćenju zahvaćene obale i u kojoj mjeri ovisit će o:

- mogućnosti smanjenja štetnih učinaka po okoliš ulja bačenog na obalu;
- vjerojatnosti da ulje bačeno na obalu može naknadno ponovno kontaminirati drugi, ponekad osjetljiviji dio obale;
- nužnosti korištenja obalnog područja u komercijalne svrhe (ribarstvo, turizam, industrija itd.);
- izvedivosti operacija čišćenja.

Metodu čišćenja obale odredit će druga skupina čimbenika uključujući:

- vrstu i količinu nasukanog ulja;
- vrstu zahvaćene obale;
- doba godine;
- meteorološke uvjete;
- dostupnost kontaminiranog područja s kopna ili mora, i nosivost obale;
- dostupnost osoblja i materijala.

Obje skupine čimbenika moraju se uzeti u obzir u odgovarajućem **planu za nepredviđene situacije**. Prva skupina će odrediti **prioritete za zaštitu** i čišćenje, dok će druga dati smjernice za **odabir odgovarajuće metode čišćenja**. Najučinkovitiji način za postizanje oba ova cilja je predstavljanje cjelokupnog obalnog područja na tzv. **kartama osjetljivosti**, u elektroničkom ili papirnatom obliku. Takve karte pokazuju prirodu obale i njezinu osjetljivost na ulje, prirodne (tipovi divlje faune, njihova staništa, područja od ekološkog interesa, područja mriještenja riba itd.) i gospodarske resurse (npr. ribolovna područja, ribogojilišta, uzgajališta školjki, industrijske

instalacije, uređene plaže, marine za jahte, luke itd.), dostupnost svakog dijela obale, moguća mjesta iskrcaja i mjesta privremenog skladištenja sakupljenog zauljenog materijala itd.

Dobro pripremljene karte osjetljivosti olakšavaju proces donošenja odluka (tj. odabir odgovarajućih metoda čišćenja i opsega čišćenja), budući da su jedini novi elementi koje treba uzeti u obzir podaci specifični za svaku pojedinu situaciju izlivanja (tj. priroda i količina ulja, vremenski uvjeti i uvjeti mora, doba godine itd.). U nedostatku karata osjetljivosti, donositelji odluka trebali bi se osloniti na savjete lokalnog stanovništva i vlasti, kao i znanstvenika koji su upoznati s pogođenim područjem.

2. OPĆA RAZMATRANJA

2.1 Procjena zauljene obale

Odabiru odgovarajuće metode čišćenja treba prethoditi terensko ispitivanje zahvaćenog područja, poznato kao **procjena zauljene obale**, čiji je cilj pružiti (a) brz, ali iscrpan pregled stanja zauljenosti obale, i (b) točne, sustavne, georeferencirane informacije, korištenjem standardiziranih metoda i terminologije kako bi se osigurali usporedivi podatci. Standardizirana metoda za procjenu zauljene obale poznata je kao **SCAT** (od eng. *Shoreline Clean-up Assessment Technique*, tj. Tehnika procjene čišćenja obale).

Osnovna načela SCAT-a uključuju:

- podjelu obalne crte na homogene zemljopisne cjeline ili „segmente”;
- korištenje standardnog skupa pojmova i definicija;
- sustavnu procjenu svih obalnih linija na zahvaćenom području;
- istraživački tim koji je objektivan i obučen; i
- pravodobno pružanje podataka i informacija za donošenje odluka i planiranje.

Detaljne informacije o SCAT-u mogu se pronaći u “Priručniku za procjenu zauljene obale”, koji je pripremila skupina vodećih europskih institucija aktivnih u području pripravnosti i reagiranja na slučajna onečišćenja mora, u okviru projekta POSOW kojeg je financirala EU.

2.2 Redoslijed operacija i vremenski faktor

Ulje koje je zahvatilo određeni dio obale može se ili nasukati na plažu i tamo fiksirati ili ostati djelomično plutati u blizini obale. Kako količine onečišćujuće tvari mogu varirati od kontinuiranog sloja do sporadičnih mrlja ulja, potrebno je slijediti određeni slijed operacija:

- **1. faza (hitna faza)** - uklanjanje velikih količina ulja, posebno ako je još uvijek na površini ako se to ne učini prije, vjetrovi, valovi, struje i plima mogu pomaknuti ulje na drugi (nezahvaćeni ili osjetljiviji) dio obale;
- **2. faza (faza projekta)** - uklanjanje nasukanog ulja koje je fiksirano na obali – ovaj korak može biti odgođen ako nema šanse da se već nasukano ulje dislocira i/ili ako se očekuje da još ulja stigne na istu obalu;
- **3. faza (faza poliranja)** - uklanjanje malih, raspršenih mrlja ulja.

Nakon što svo ulje stigne na obalu i bude donesena odluka o čišćenju obale, operacije čišćenja trebale bi započeti **odmah** jer će kašnjenje rezultirati stabilizacijom ulja u pijesku, na stijenama ili vegetaciji, više ulja će prodrijeti (dublje) u sediment na plaži i posljedično će biti teže i skuplje nositi se s njim.

2.3 Postavljanje baze/stožera za operaciju čišćenja

Operacije čišćenja obale trebaju planirati i koordinirati Zapovjednik na mjestu događaja i njegov/njezin tim za reagiranje, koji će trebati bazu ili stožer odakle će djelovati. Treba biti postavljen blizu područja na kojem se radi, lako dostupan, po potrebi označen putokazima i opremljen potrebnim sredstvima komunikacije (internet, telefon, radio itd.) te uredskim prostorom, uključujući prostoriju za brifinge, računala, karte itd.

2.4 Komunikacije

Potrebno je održavati stalni kontakt između stožera operacije reagiranja i operativnih timova i timova za podršku: nadzornici radnih timova trebaju se redovito javljati bazi. Mobilni telefoni (ako je zagađeno područje pokriveno mrežom mobilne telefonije) i prijenosna radio oprema

standardna su sredstva operativne komunikacije, dok se telefon i e-pošta koriste za komunikaciju na daljinu.

2.5 Nadzor

Dobro poznavanje stvarne situacije bitno je za ispravno planiranje budućih akcija. Dobivanje pouzdanih informacija je manje izazovno nego kod borbe protiv izlivanja ulja na moru jer se praćenje napretka čišćenja može obaviti redovitim pregledom terena, no bitno je redovito izvješćivati bazu o nalazima. Izviđanje onečišćene obale helikopterom, zrakoplovom s fiksnim krilima ili UAV-om (dronom) idealan je način za dobivanje cjelokupne slike situacije, pogotovo ako se očekuje da će na obalu doći više ulja. Načela nadzora i daljinskog otkrivanja detaljnije su objašnjena na drugom mjestu u ovom programu obuke.

3. BILJEŠKE O RAZLIČITIM VRSTAMA OBALA

3.1 Izgrađeni objekti

Općenito, ekološki su neosjetljivi i stoga je moguća primijena bilo koje prikladne metode. Početno uklanjanje plutajućeg ulja (skimerima, pumpama, upijačima), nakon čega slijedi ispiranje vodom niskog i visokog tlaka, čišćenje parom i eventualno pjeskarenje (koristeći vodu umjesto zraka kao nosivi medij), daju najbolje rezultate. Upotreba posebno formuliranih sredstava za čišćenje može biti prihvatljiva. Lukobrane je vrlo teško očistiti, jer ulje prodire duboko u strukturu, između stijena i betonskih blokova (tetrapoda).

3.2 Stjenovite obale, litice

Stjenovite obale su manje biološki aktivne. Obično ih koloniziraju alge ili mali beskralješnjaci, a ponovna kolonizacija može biti brza nakon izlivanja ulja. Kratkoročni utjecaji su tipični za ove obale.

Čišćenje treba razmatrati samo ako je potrebno. Ispiranje ulja pod visokim i niskim tlakom može dati dobre rezultate, ali ako se koriste grublje metode, treba obratiti pozornost na izbjegavanje prekomjerne abrazije stijena. Ručno čišćenje okomitih stijena/litica (vrlo rijetko potrebno) predstavlja opasnost za uključeno osoblje i stoga se moraju primijeniti stroge sigurnosne mjere.

3.3 Kamene gromade

Preporuča se ručno čišćenje i ispiranje ako je čišćenje potrebno, ali rezultati će općenito biti loši. Ako je ispiranje odabrano kao način čišćenja, treba koristiti samo morsku vodu. Gromade se mogu ukloniti teškim strojevima, ali će to gotovo sigurno rezultirati promjenom karaktera obale.

3.4 Plimne lokve s razbacanim kamenjem (kamene lokve)

Kamene lokve su plitke lokve morske vode koji se formiraju na stjenovitim obala pod utjecajem plime i oseke. U njima može živjeti razna morska vegetacija i beskralješnjaci, osobito u zoni oseke. Plimne lokve su jedan od najtežih tipova obale za čišćenje, ali ako se ulje ne ukloni, može ponovno kontaminirati druga područja na dulje vrijeme.

Korištenje upijača daje dobre rezultate kao i ručno čišćenje i ispiranje. Za potonju metodu treba koristiti morsku vodu. Korištenje brana i skimera bit će potrebno kako bi se spriječila ponovna kontaminacija susjednih područja.

3.5 Oblutci raznih veličina, šljunak, žal

Čišćenje ovakvih plaža obično je neophodno zbog njihove rekreacijske vrijednosti, no one su među najtežim za čišćenje jer ulje može prodrijeti u prostore između kamenja i duboko u plažu.

Najčešće se koriste mehaničke i ručne metode uklanjanja zauljenog materijala, ali ispiranje morskom vodom također može dati dobre rezultate ako ulje nije previše viskozno. Materijal koji

je uklonjen mora se vratiti nakon čišćenja (izvan ili na licu mjesta) ili zamijeniti materijalom slične veličine i vrste. Također se mogu primijeniti sve metode prirodnog čišćenja. Ako je žal zagađen prije sezone oluja i velikih valova, prirodno čišćenje ili guranje sedimenta plaže u međuplimnu zonu može dati vrlo dobre rezultate. Ako se za čišćenje koristi teška mehanizacija, prije njenog dolaska mora se provjeriti nosivost plaže kako bi se spriječilo imobiliziranje strojeva i vozila kojima se vrši prijevoz prikupljenog materijala. Korištenje brana i skimera za sprječavanje ponovne kontaminacije drugih plaža neophodno je ako se kao metoda čišćenja odabere ispiranje.

3.6 Pijesak

Osim uobičajene rekreacijske namjene, a time i komercijalne vrijednosti, pješčane plaže su manje biološki aktivne i ekološki nisu previše osjetljive. Kratkotrajni utjecaji tipični su za obale prekrivene pijeskom. Ako su čestice pijeska fine, samo će tanak gornji sloj plaže biti kontaminiran, ali čak i u krupni pijesak ulje neće prodrijeti preduboko.

Mehaničko i ručno uklanjanje zauljenog pijeska su najpreporučljivije metode čišćenja. Strojevi se ne smiju voziti preko kontaminirane plaže kako bi se izbjeglo zakopavanje ulja. Ukloniti treba samo apsolutno nužne količine zauljenog pijeska. Ako se ukloni velika količina pijeska, treba ga zamijeniti čistim pijeskom iste veličine čestica. Zamjena uklonjenog pijeska grubljim ili finijim može dovesti do propadanja plaže.

3.7 Muljevite obale

Ravne, za oseke muljevite obale su niskoenergetske obale, koje koriste mnoge vrste kralježnjaka i beskralježnjaka. Dugoročni utjecaji općenito su uzrokovani prodiranjem ulja u sedimente uzrokovano gaženjem ili prodiranjem ulja kroz jame crva.

Treba ih čistiti samo ako je to ekološki opravdano. Preporuča se ispiranje ulja vodom niskog pritiska, uz uvjet da se isprano ulje zatim zadrži i rekuperira. U tu svrhu mogu se koristiti skimeri i vakuumske pumpe. Ne preporučuje se korištenje teških strojeva jer će zatrpati ulje koje bi inače ostalo na površini. Korištenje upijača također može dati dobre rezultate. Vrlo često je najbolje rješenje ostaviti ulje da se prirodno razgradi.

3.8 Slane močvare s vegetacijom

To su ekološki najosjetljiviji tip obale od velike biološke važnosti. Biljke su relativno otporne na zauljivanje, što ovisi o ciklusu rasta. Dugotrajni utjecaji nastaju zbog prodiranja ulja u podlogu koje utječe na korijenski sustav.

Gotovo svaki pokušaj čišćenja slane močvare nanijet će više štete sustavu nego samo ulje. Ako je moguće, prednost treba dati zaštiti slanih močvara branama. Međutim, prije poduzimanja bilo kakve radnje potrebno je konzultirati se s ekolozima. Sakupljanje ulja upijačima (po mogućnosti organskim), u kombinaciji s ručnim odstranjivanjem, jedna je od mogućih metoda čišćenja, ali čak i to može poremetiti okoliš slane močvare.

4. METODE ČIŠĆENJA OBALE

Osnovne i najčešće metode i tehnike za čišćenje obale, razvijene na temelju iskustva stečenog u prošlim nesrećama izlivanja ulja, mogu se kategorizirati u tri glavne skupine:

- Uklanjanje (ručno i mehaničko) ulja i zauljenog materijala;
- Ispiranje ulja i pranje zauljenog materijala (morskom vodom);
- Ostavljanje/pomaganje ulju da se prirodno razgradi.

Skimeri, pumpe i upijači očito se također koriste za prikupljanje ulja na obali ili blizu nje, kao i brane za njeno zadržavanje: načela njihove uporabe ostaju ista kao ona opisana u drugim lekcijama. Kompatibilnost različitih metoda čišćenja s glavnim tipovima obale prikazana je u **Tablici 1.**

Tablica 1: kompatibilnost glavnih tehnika za čišćenje obale s glavnim vrstama obale

METODA ČIŠĆENJA			VRSTE OBALE							
			IZGRAĐENI OBJEKTI	LITICE / STIJENE	KAMENE GROMADE	PLIMNE (KAMENITE) LOKVE	OBLUTCI RAZNIH VELIČINA, ŠLJUNAK	PJEŠČANE PLAŽE	MULJEVITE OBALE	SLANE MOČVARE S VEGETACIJOM
REMOVAL	1	RUČNO UKLANJANJE								
	2	MEHANIČKO UKLANJANJE								
	3	KORIŠTENJE VAKUUM CISTERNI								
	4	REŠETANJE / PROSIJAVANJE								
	5	PJESKARENJE								
WASHING	6	ČIŠĆENJE PAROM								
	7	ISPIRANJE POD VISOKIM PRITISKOM								
	8	ISPIRANJE POD NISKIM PRITISKOM								
	9	POPLAVLJIVANJE								
ASSISTED SELF CLEANING	10	PRANJE VALOVIMA (GURANJE U VALOVE)								
	11	ZAORAVANJE / TANJURANJE								
	12	PRIRODNO ČIŠĆENJE / "OSTAVLJANJE"								
	13	REZANJE VEGETACIJE								
	14	SPALJIVANJE								

4.1 Ručno uklanjanje (rekuperacija) zauljenog materijala

Ova se tehnika može koristiti za prikupljanje ulja i zauljenog materijala na bilo kojoj vrsti obale, osobito ako kontaminacija nije prevelika. To je jedina primjenjiva metoda za čišćenje nepristupačnih plaža ili ekološki vrlo osjetljivih područja. Ručno uklanjanje je vrlo selektivna metoda čišćenja, ali u isto vrijeme vrlo radno intenzivna i stoga skupa.

Uvjetno, ova metoda također uključuje:

- prikupljanje tekućeg ulja s upijačima (i potom ručno uklanjanje zasićenih upijača);
- ručno struganje ulja s, npr. izgrađenih obalnih objekata, stijena, gromada itd.;
- ručno rezanje uljem onečišćene vegetacije (kako bi se spriječila ponovna kontaminacija).

Potrebna oprema i materijal:

- grablje;
- lopate / lopatice;
- strugači;
- četke;
- kante;
- čvrste plastične vreće;
- metalne ili plastične bačve;
- osobna zaštitna ooprema;
- hrana i piće.

Tehnika

Zauljeni materijal ručno sakupljaju radnici i slažu ga na hrpe od najviše 0,5 - 0,6 m. Nagomilani materijal se zatim prenosi u plastične vreće ili bačve i transportira na privremeno skladištenje i/ili odlaganje.

Područje koje se čisti treba podijeliti u nekoliko sektora. Radnike je potrebno grupirati u male timove (5 do 10 ljudi i pregradnik) i svakom timu dodijeliti sektor za čišćenje u određenom vremenu (npr. dan ili pola dana). Nekoliko takvih sektora treba nadzirati jedan nadzornik. Iskustvo iz prošlih velikih nesreća ukazuje na prosječnu stopu prikupljanja od 1 do 2 m³ zauljenog materijala po osobi dnevno. Ova se brojka može koristiti kao smjernica za planiranje operacije. Ako brzina čišćenja nije prilagođena brzini uklanjanja (kamionima, brodicama, helikopterima)

sakupljenog zauljenog materijala, plastične vreće ili bačve treba ostaviti iznad linije najviše plime da bi se uklonile naknadno. Međutim, treba imati na umu da će se plastične vreće koje su ostavljene na jakom suncu 1 do 2 tjedna vjerojatno početi raspadati.

4.2 Mehaničko uklanjanje (rekuperacija) zauljenog materijala

Različiti strojevi za zemljane radove (npr. grejderi, buldožeri, strugači, utovarivači) mogu se uspješno koristiti za uklanjanje ulja i zauljenih materijala s plaža (pijesak, oblutci raznih veličina, šljunak). Ova metoda je manje selektivna od ručnog uklanjanja (1-2% ulja u materijalu prikupljenom mehaničkim putem u usporedbi s 5-10% u ručno prikupljenom materijalu). Iako je brža od ručne metode, količine uklonjenog čistog sedimenta obično su 3-4 puta veće. Ova metoda se može primijeniti samo na plažama koje su dostupne s kopna i imaju dovoljnu nosivost. Može se kombinirati mehaničko i ručno skupljanje i uklanjanje.

Potrebna oprema i materijal:

- motorni grejder;
- strugač;
- utovarivač;
- buldožer;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Motorni grejderi i buldožeri koriste se za uklanjanje gornjeg, uljem kontaminiranog sloja sedimenta s plaže. Djeluju ili paralelno s vodenom linijom od čiste strane plaže prema rubu vode (grejder) ili okomito na vodenu liniju od visine oseke prema vrhu plaže (buldožer). Sakupljeni materijal se zatim prikuplja ili pomoću strugača ili utovarivača i premješta na prostor za privremeno skladištenje. Korištenje geotekstila i plastičnih plahti za oblaganje privremenih jama za skladištenje spriječit će curenje ulja. Strojevi koji se koriste za čišćenje (uključujući kamione) ne smiju prelaziti preko kontaminiranog područja prije čišćenja kako bi se izbjeglo zakapanje ulja. Treba ukloniti samo apsolutno nužne količine sedimenta s plaže. Uklanjanje prekomjernih količina

pijeska ili šljunka itd. rezultirat će erozijom i propadanjem plaže. Erozijska se može spriječiti zamjenom uklonjenog sedimenta čistim materijalom s česticama približno iste veličine.

4.3 Korištenje vakuum cisterni (kamiona)

Ova metoda koja se koristi kod većine velikih izlijevanja ulja sastoji se od sakupljanja tekućeg ulja iz lokvi u obalnim uleknućima ili ulja koja pluta na rubu mora, pomoću auto cisterni (kamiona) ili prikolica opremljenih vakuum pumpama. Alternativno, na plažama s visokom plimom mogu se iskopati rovovi paralelni s rubom vode ili jame, kako bi se ulje koncentriralo prije upotrebe cisterni s vakuumom. Ako skimeri nisu dostupni, ova je metoda najprikladnija za uklanjanje plutajućeg ulja.

Potrebna oprema i materijal:

- vakuum cisterne (kamioni);
- vakuum prikolice;
- cijevi;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Vakuum (auto) cisterne ili prikolice kreću se unazad do mjesta gdje je ulje koncentrirano te se usisne cijevi (ručno) postavljaju u ulje. Usisne glave treba držati blizu površine kako bi se izbjeglo usisavanje prevelike količine vode. Usisne cijevi trebaju biti ojačanog tipa, promjera 75 - 150 mm. Stopa prikupljanja ulja ovisi o različitim čimbenicima kao što su karakteristike i količina ulja, omjer prikupljanja ulja/vode, udaljenost do privremenog skladišta ili odlagališta itd., ali se može očekivati 20 m³ ulja dnevno po jedinici.

4.4 Korištenje uređaja za čišćenje plaža (čistača plaža)

Čistači plaža su uređaji posebno konstruirani za čišćenje pješčanih i šljunčanih plaža od krutog otpada/nečistoća, ali također mogu ukloniti kuglice katrana i tvrde uljane grudice i „kolačiće“. Čistači plaža mogu biti ili samohodni ili vučeni npr. traktorom. Najčešći princip rada je onaj u kojem se sloj kontaminiranog pijeska prosijava kroz žičanu mrežu i ponovno vraća na plažu, dok se kuglice katrana i nečistoće odlažu u ugrađeni ili vučeni kontejner za otpad, iako postoje i neke druge izvedbe.

Potrebna oprema i materijal:

- čistač plaža (uređaj);
- (traktor);
- kontejner za otpad;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Samohodni čistači plaža ili traktori voze se malom brzinom (3-10 km/h). Čišćenje treba započeti od ruba gornjeg djela kontaminirane plaže. Staza paralelna s rubom vode čisti se cijelom dužinom plaže, a potom se čistač plaže okreće kako bi očistio sljedeću stazu koja je paralelna i preklapa se s prvom.

4.5 Pjeskarenje

Ova je metoda uključena u metode "odstranjivanja" iako, strogo govoreći, ne spada među njih. Upotreba opreme za pjeskarenje trebala bi biti ograničena na izgrađene objekte koji zahtijevaju besprijeorno čišćenje. Povremeno se može koristiti i na kamenim gromadama ili stijenama koje nisu ekološki osjetljive. Ulje se uklanja abrazivnim djelovanjem pijeska nanesenog opremom za pjeskarenje. Preostalo ulje, pijesak i materijal uklonjen s površine treba prikupiti i prevesti na odlagalište.

Potrebna oprema i materijal:

- uređaj za pjeskarenje;
- kamion za opskrbu pijeskom (abrazivom);
- pijesak;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Čišćenje treba započeti od najviše točke kontaminiranog objekta i nastaviti prema dolje. Preostalo ulje, pijesak i materijal uklonjen s površine mogu se ukloniti ručno (lopatom) ili mehanički (utovarivačem).

4.6 Čišćenje parom

Vrlo viskozna, istrošena ulja mogu se ukloniti sa stijena, gromada ili izgrađenih objekata pomoću pare. Podižući temperaturu ulja, para će smanjiti njegovu viskoznost i time mu omogućiti da postane tekuće. Budući da korištenje pare može uništiti bilo koji živi organizam koji se nađe na kontaminiranoj površini, čišćenje parom treba primijeniti samo ako je nužno ukloniti ulje, te nakon procjene mogućih posljedica za okoliš. Općenito, treba ga koristiti samo na izgrađenim objektima.

Potrebna oprema i materijal:

- parni čistač (napajan slatkom vodom);
- mlaznica;
- plastične plahte;
- brane;
- skimeri / pumpe / vakuumski uređaju;
- slatka voda;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Gotovo isto kao ispiranje vodom pod visokim pritiskom (vidi dolje). Posebnu pozornost treba obratiti na strogu primjenu sigurnosnih mjera pri radu s parom (do 150-160 °C, 20 bara).

4.7 Ispiranje pod visokim pritiskom

Ulje koje je prionulo na tvrde površine može se učinkovito ukloniti hladnom ili toplom vodom pod pritiskom. Uobičajeni pritisci se kreću između 80 i 140 bara, a ako se koristi topla voda, njena temperatura treba biti između 60 i 80 °C. Metoda je primjenjiva na stjenovitim obalama, kamenim gromadama i izgrađenim objektima. Budući da je vjerojatno da će otpušteno ulje ponovno ući u more i kontaminirati drugi dio obale, treba koristiti ili brane i skimere (pumpe, vakuumske cisterne) za njegovo zadržavanje i rekuperaciju ili se mogu primijeniti upijači u podnožju radne zone. Rukovatelji visokotlačnim vodenim mlaznicama trebaju biti dobro obučeni, jer nekvalificirani radnici mogu uništiti svu postojeću floru i faunu (npr. školjke), pa čak i oštetiti izgrađene objekte.

Potrebna oprema i materijal:

- visokotlačni uređaj za čišćenje (samostalan, s grijačem);
- visokotlačne cijevi;
- mlaznice;
- plastične plahte;
- brane;
- skimmeri / vakuumske cisterne / pumpe;
- upijači;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Ispiranje vodom pod visokim pritiskom treba započeti na vrhu površine koju treba očistiti i nastaviti prema dolje do podnožja. Susjedna površina treba biti zaštićena od onečišćenja plastičnim plaktama koje će također usmjeriti mješavinu ulja i vode na sabirno mjesto. Improvizirani nasipi ili rovovi mogu se izraditi kako bi kanalizirali tok prema sabirnim jamama. Ulje uklonjeno sa

kontaminirane površine može se prikupiti pomoću skimera, vakuumskih cisterni ili pumpi. Preporuča se prilagoditi vrijeme početka čišćenja tako da se podnožje površine koju treba čistiti dosegne u vrijeme oseke.

4.8 Ispiranje pod niskim pritiskom

Ispiranje s morskom vodom pod niskim pritiskom može se koristiti za uklanjanje laganog, ne previše viskoznog ulja s praktički bilo koje vrste obale. Neće značajno poremetiti podlogu i stoga se može koristiti čak i na vrlo osjetljivim područjima. Budući da ulje uklonjeno ispiranjem može ponovno kontaminirati drugi dio obale, otjecanje bi trebalo ili biti ograničeno branama ili kanalizirano u sabirne jame i na kraju prikupljeno pomoću skimmera, vakuumskih cisterni ili pumpi.

Potrebna oprema i materijal:

- pumpe;
- cijevi s mlaznicama;
- brane;
- uređaji za rekuperaciju (skimmeri, vakuumske cisterne, pumpe);
- upijači;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Budući da izravno ispiranje može ugurati ulje dublje u podlogu plaže ili uzrokovati štetu flori i fauni, preporuča se nježno poplaviti podlogu plaže kako bi ulje isplivalo. Ako postoji mogućnost da isprano ulje uđe u more, brane treba pravilno privezati uz obalu oko radne zone. Ispiranje treba započeti na najvišoj kontaminiranoj točki i nastaviti prema rubu vode.

4.9 Poplavljanje

Ova metoda uključuje zasićenje kontaminiranih sedimenata poplavljanjem s morskom vodom kako bi ulje zarobljeno među sedimentnim materijalom isplivalo.

Potrebna oprema i materijal:

- prenosna pumpa velikog kapaciteta (cca 100 m³/h);
- crijeva;
- drenažne cijevi ili izbušene cijevi;
- izravna opskrba vodom;
- male brane ili brane za plaže;
- uređaji za rekuperaciju (skimmeri, vakuumske cisterne, pumpe);
- upijači;
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Fleksibilna perforirana cijev (drenažna cijev ili izbušena cijev) polože se uzdužno iznad spruda od većeg ili manjeg šljunka i obilno se napaja morskom vodom, kako bi se proizvelo strujanje s gornjeg dijela obale koje će poplaviti dio spruda od šljunka kojeg treba očistiti. Ova tehnika se koristi u kombinaciji s ispiranjem ili pranjem kako bi se ograničilo duboko prodiranje ulja zbog tlaka vode, i poboljšala drenaža prema donjem kraju spruda. Radovi bi se trebali odvijati metodično duž plaže. Potrebno je 10 operatera po radilištu. Otpušteno ulje mora se zadržati i rekuperirati (branama, skimmerima, pumpama, upijačima) uz obalu koja se čisti.

4.10 Pranje valovima (guranje zauljenog materijala u valove)

Ova tehnika se može koristiti za čišćenje malo do jako onečišćenih raznih šljunčanih i pješčanih plaža. Sastoji se od pomicanja sedimenata prema donjem dijelu plaže, kako bi ih se podvrglo prirodnom učinku čišćenja morskim valovima. Može biti osobito učinkovita ako se primjenjuje prije ili tijekom zimske sezone kada se očekuju oluje i uzburkano more. Kontaminirani sloj materijala s plaže gomila se i gura u zonu izloženu valovima, gdje se čisti djelovanjem valova i kretanjem

materijala. Materijal koji se gurne u more vratit će se na plažu prirodnim kretanjem valova i plime. Čišćenje kamenih gromada ovom metodom rezultirat će promjenom oblika i karaktera obale.

Potrebna oprema i materijal:

- buldožer, utovarivač;
- sredstva za rekuperaciju (mreže, upijači);
- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Buldožer se kreće okomito na liniju obalnih valova počevši od gornjeg kraja plaže. Samo se kontaminirani sloj materijala s plaže gomila i gura u zonu između plime i oseke. Buldožer se vraća po očišćenoj stazi i premješta tako da druga staza ide paralelno i preklapa se s prvom. Ako je moguće, ispušteno ulje može se prikupiti na obali zajedno sa upijajućim materijalom koji je prethodno rastresen po plaži, ili pomoću mreža ako se radi o vrlo viskoznom ulju.

4.11 Zaoravanje i tanjuranje slabo zauljenih sedimenta

Ako lagano zauljena pješčana ili šljunčana plaža nema rekreacijsku vrijednost, ulje se može ostaviti da se prirodno razgradi. Ova metoda izravno ne uklanja ulje s plaže, već samo povećava stopu prirodne degradacije. Poljoprivredna oprema (plug ili tanjurača), vučena traktorom, koristi se da bi se zakopano ulja vratilo na površinu i/ili da bi se promješali kontaminirani pijeska ili šljunak. Zaoravanje i/ili tanjuranje razbija zauljene sedimente čime se povećava brzina razgradnje ulja prirodno prisutnim bakterijama i drugim mikroorganizmima. Povećava površinu ulja izloženu vremenskim utjecajima i omogućuje bolju reakciju kisika s kontaminiranim sedimentom. Organizmi koji žive u sedimentima mogu biti pogođeni ponavljanjem ove radnje.

Potrebna oprema i materijal:

- traktor (gusjeničar);
- plug;
- tanurača;

- osobna zaštitna oprema;
- gorivo.

Tehnika

Oranje i/ili tanuranje može se primjenjivati samo na plažama s dovoljnom nosivošću da izdrže teške strojeve. Traktorom se upravlja duž cijele dužine plaže, paralelno s rubom vode, počevši od gornjeg ruba kontaminiranog područja. Sljedeći prolaz treba biti paralelan s prvim i malo se s njim preklapati.

4.12 Prirodno čišćenje

U određenim slučajevima, jedina mogućnost rješavanja problema ulja na obali bit će ostaviti ga da se prirodno razgradi, odnosno ne činiti ništa. Prirodno čišćenje (ponekad se naziva metoda „ostavljanja na miru”) može se opravdati ili vrlo visokom ekološkom osjetljivošću kontaminiranog područja u kojem bi primjena bilo koje druge metode čišćenja prouzročila veću štetu od samog ulja, ili činjenicom da je kontaminirano područje nedostupno i nema nikakvu komercijalnu, ekološku ili bilo kakvu drugu važnost. Ako je moguće, veće nakupine ulja mogu se ukloniti ručno (npr. strugačima) i odnijeti u vrećama.

Ova metoda se također može uzeti u obzir i za korištenje na obalama visoke energije, prije ili tijekom zimske sezone kada je gotovo sigurno da će valovi i djelovanje plime i oseke ukloniti zaostalo ulje prije sljedeće sezone. Većina uljnih naslaga vjerojatno će nestati za godinu dvije, osim možda nekih tragova ulja visoko iznad razine plime. S druge strane, ulje pomješano s finim sedimentima ili muljem u zaklonjenim područjima razgrađuje se vrlo sporo i može se održati godinama.

Tehnika

Nakon uklanjanja većih nakupina ulja, nasukano ulje ostavlja se na obali. Preporuča se periodično praćenje, posebice nakon zimskog razdoblja, kako bi se provjerio napredak prirodne degradacije i je li potrebno dodatno čišćenje.

NAPOMENA: prirodna razgradnja ulja može se poboljšati dodavanjem hranjivih tvari kao što su dušik i fosfor u kontaminirane sedimente. Proces je poznat kao **bioremedijacija**, točnije kao "**biostimulacija**". Operaciju mora nadzirati stručno osoblje s iskustvom u bioremedijaciji.

4.13 Rezanje vegetacije

Ako je vegetacija koja raste na obali ili blizu obale (npr. u slanim močvarama) onečišćena uljem, biljke obložene uljem mogu se odrezati tako da se ne utječe na korijenski sustav, osobito ako se izlivanje dogodilo pri kraju vegetacijskog razdoblja (jesen, zima) . Alternativno, ova se operacija može odgoditi za povoljniju sezonu.

4.14 Spaljivanje

Iako se čini da je spaljivanje logično rješenje za uklanjanje ulja s kontaminiranih obala, ova metoda se gotovo nikad ne primjenjuje na području Mediterana. Osim što je štetna za floru i faunu koja živi u zagađenom području, ulje nije moguće u potpunosti sagorjeti zbog rashladnog učinka podloge plaže. Nepotpuno izgaranje rezultira velikim onečišćenjem zraka, a zauljena čađa će najvjerojatnije kontaminirati susjedna područja. Dodavanje oksidacijskih sredstava ili upijajućih "fitilja" može poboljšati izgaranje.

Potrebna oprema i materijal:

- izvor zapaljenja (bacač plamena);
- vatrogasna oprema;
- (sredstva za gorenje: dizelsko gorivo, benzin, kemijski proizvodi);
- osobna zaštitna oprema.

Tehnika

Kako bi se osiguralo kontrolirano gorenje, potrebno je pažljivo izraditi plan i po potrebi predvidjeti protupožarne prepreke/prosjeke. Vatru uvijek treba zapaliti na strani kontaminiranog područja **uz vjetar**. Za paljenje vatre mogu biti potrebni bacač plamena i sredstva za paljenje. Vatra se može ostaviti da gori dok se ne iscrpi ili dok ne dosegne prepreku.

Sigurnosne propise treba strogo poštivati te je imperativ da se vatrogasna oprema drži u pripravnosti. Osoblje uključeno u operaciju treba uvijek ostati uz vjetar od vatre.

NAPOMENA: kontrolirano spaljivanje suhe, prethodno posječene, uljem kontaminirane vegetacije (koja se ne provodi nužno na licu mjesta) može se smatrati jedinom učinkovitom primjenom ove metode, iako bi se u takvim slučajevima spaljivanje zauljenog materijala prije trebalo smatrati metodom zbrinjavanjem nego metodom čišćenja.

5. UPOTREBA SREDSTAVA ZA ČIŠĆENJE

U kasnijim fazama reagiranja na obali ulje se često skrutne, a čak ni korištenje tople vode pod visokim pritiskom nije dovoljno da ga se omekša i odvoji. Čišćenje kontaminiranih površina (pristaništa, zidova, kamenja, šljunka) može se u takvim slučajevima olakšati upotrebom **posebno pripremljenih sredstava za čišćenje** koja se trebaju koristiti u kombinaciji s ispiranjem toplom ili hladnom vodom pod visokim ili niskim tlakom, nakon čega slijedi rekuperacija odvojenog ulje.

Upotreba sredstava za čišćenje postaje nužna nakon otprilike mjesec dana što je ulje na stijenama bilo izloženo vremenskim elementima.

Sredstva za čišćenje mogu biti ili **neemulgirajuća** (koja samo pomažu u odvajanju ulja od površine) ili **emulgirajuća** (koja osim čišćenja pomažu u disperziji ulja).

Najučinkovitiji su proizvodi koji sadrže lake naftne frakcije, na pr. hidrogenirani kerozin, s drastično smanjenim sadržajem aromatskih spojeva što omogućuje njihovu upotrebu na obali.

Sredstva za čišćenje treba nanijeti (četkom ili prskanjem) na onečišćenu površinu 15-30 minuta prije ispiranja. Omjer volumena sredstva za čišćenje/procijenjenog volumena ulja trebao bi biti 1 prema 3. Dulje vrijeme kontakta pogoduje djelovanju sredstva za čišćenje, ali ono ne smije prijeći 2 do 3 sata zbog opasnosti od isparavanja otapala.

6. UPOTREBA DISPERZANTA NA OBALI

Upotreba disperzanata u operacijama čišćenja obale obično se **ne preporuča** jer se učinci raspršenog ulja na okoliš smatraju štetnijim od učinaka neraspršenog ulja.

Ako nacionalni propisi o upotrebi disperzanata ne navode pravila za njihovu moguću upotrebu u čišćenju obale, prije upotrebe disperzanata za **olakšavanje čišćenja** tvrdih površina (izgrađenih objekata, stijena, kamenja) te raznih šljunčanih plaža, treba imati na umu slijedeće:

- Disperzanti se **nikada ne smiju koristiti** u osjetljivim morskim okolišima kao što su slane močvare, ušća, itd.;
- Disperzanti se mogu **koristiti samo za dodatno čišćenje**, nakon uklanjanja većih nakupina ulja drugim metodama, i to **ako specijalizirana sredstva za čišćenje nisu dostupna**;
- Disperzanti se **prskaju ručno** iz prijenosnih prskalica ili se **nanose četkama** na površine koje se čiste. Treba ih primijeniti ili neposredno prije porasta plime, ili njihovo nanošenje treba slijediti ispiranje velikom količinom morske vode;
- Ponekad, kada primjena disperzanta **ne dovodi do stvarnog raspršivanja** ulja, već **samo do njegovog odvajanja od površine** koja se čisti, tako oslobođeno ulje treba zadržati i rekuperirati pomoću brana, skimera ili upijača;
- Upotreba disperzanata **je beskorisna na izloženim, visokoenergetskim** šljunčanim plažama raznih vrsta, izloženim stjenovitim obalama, itd., ali **se može razmotriti** ako su te obale zaklonjene i potrebno im je opsežno čišćenje iz npr. komercijalnih razloga;
- upotreba disperzanta na **izgrađenim objektima** može se razmotriti, ali ne u blizini vodozahvata elektrana, rafinerija ili postrojenja za desalinizaciju;
- Trebaju se tretirati samo one vrste ulja koje se svakako mogu ukloniti disperzantima, odnosno **prije primjene učinkovitost disperzanta mora se ispitati.**

RUKOVANJE, PRIVREMENO SKLADIŠTENJE I PREVOŽENJE REKUPERIRANOG ULJA I ZAULJENOG MATERIJALA

1. UVOD

Rukovanje, privremeno skladištenje i transport ulja i zauljenog materijala prikupljenog tijekom reagiranja na incident izlivanja ulja pitanja su koja se ne smiju zanemariti u procesu planiranja. Naime, aktivnosti reagiranja na izlivanje mogu proizvesti značajne količine ulja i zauljenih ostataka koje je potrebno ukloniti i privremeno uskladištiti prije nego što se konačno zbrinu. Ako nije pažljivo planiran, ovaj dio aktivnosti reagiranja može lako omesti, pa čak i dovesti do prekida cijele operacije. Dolje navedena pitanja moraju se unaprijed temeljito analizirati (tijekom procesa planiranja nepredviđenih situacija) kako bi se pripremila nesmetano uklanjanje i skladištenje prikupljenog zauljenog materijala, a time i osigurao nesmetani napredak operacija rekuperacije na moru i na obali:

- Postoje li u blizini predviđenih mjesta prikupljanja ulja mjesta na kojima se prikupljeno ulje i zauljeni ostaci mogu privremeno skladištiti?
- Koje su najprikladnije metode privremenog skladištenja?
- Postoje li fiksni skladišni kapaciteti (npr. spremnici, umjetni bazeni koje koristi naftno prerađivačka industrija) u obalnom području koji bi se mogli koristiti za privremeno skladištenje ulja/zauljenog materijala prikupljenog tijekom reagiranja na izlivanje?
- Postoje li mjesta nedaleko obale (neiskorišteno, zapušteno zemljište) koja se mogu koristiti za izgradnju improviziranih privremenih skladišnih kapaciteta?
- Je li moguće unaprijed ishoditi potrebne dozvole za korištenje takvih lokacija?
- Je li moguće spriječiti bilo kakvo istjecanje ulja iz predviđenog(ih) mjesta(a) privremenog skladištenja, koje bi moglo kontaminirati podzemne vode?
- Koje su udaljenosti i najprikladniji prometni pravci između predviđenih mjesta prikupljanja ulja (uključujući luke i lučice u slučaju rekuperacije nafte na moru) i potencijalnih privremenih mjesta skladištenja;
- Mogu li se tim prometnim pravcima (cestama) bez ometanja redovnog prometa koristiti vozila koja prevoze ulje/zauljeni materijal između sabirnih mjesta na obali i mjesta predviđenih za privremeno skladištenje?
- Je li moguće očistiti ceste koje se koriste za prijevoz zauljenog materijala od mogućih istjecanja tijekom transporta (radi osiguranja sigurnosti prometa)?

Ako se na gornja pitanja jasno odgovori tijekom procesa planiranja nepredviđenih situacija, jedine nepoznanice koje će se morati definirati u trenutku incidenta i operacije raegiranja koja slijedi, bit će količina materijala s kojim treba rukovati, transportirati ga, privremeno uskladištiti (i na kraju zbrinuti), i karakteristike rekuperiranog materijala, npr. vrsta ulja, viskoznost, omjer ulja i vode (pijeska, otpada), vrsta kontaminiranih sedimenata itd.

2. TRANSPORT ULJA I ZAULJENOG MATERIJALA

Kada je količina izlivenog proizvoda velika, posebno ako se radi o sirovoj nafti ili teškom gorivu, transport rekuperiranog ulja i zauljenog materijala može postati veliki logistički problem. Prijevozna sredstva će uključivati plovila i kopnena vozila, a u određenim, iako rijetkim slučajevima, čak i helikoptere. Bez obzira na korišteno prijevozno sredstvo, ona bi sva trebala biti opremljeni nekom vrstom nepropusnih kontejnera kako bi se spriječila kontaminacija nezagađenih područja.

Tekuće ulje, prikupljeno tijekom operacije rekuperacije izljeva ulja na moru, može se s spremati i prevoziti u:

- **ugrađenim spremnicima** na plovilima za rekuperaciju ili pomoćnim plovilima, ili u **kontejnerskim spremnicima (tank kontejnerima)** smještenim na palubi tih plovila;
- plutajućim (fleksibilnim) **spremniciima za tegljenje**; i
- **teglenicama/baržama** (s vlastitim pogonom ili tegljenim).



Slika 1: Plovilo za rekuperaciju za ulje

s ugrađenim spremnicima



Slika 2: Plutajući (fleksibilni)

spremnik za tegljenje



Slika 3: Gumena teglenica

Ako viskoznost **postojanih ulja** (teškog goriva ili sirove nafte) dopušta njihovo prikupljanje pomoću skimera, vjerojatno je da se ona mogu i pumpati u bilo koji od gore navedenih spremnika. Međutim, kada se napune, može postati vrlo teško ili čak nemoguće isprazniti ih zbog povećanja viskoznosti ulja uslijed npr. stvaranja emulzija voda-u-ulju pomoću pumpi, taloženja vode koja je mogla biti korištena kao vektor za pumpanje, promjena temperature ili turbulencija uzrokovanih gibanjem mora tijekom transporta. Kako bi se izbjegli ovi problemi preporuča se dodavanje kemikalija za razbijanje emulzije rekuperiranom ulju tijekom punjenja spremnika, osim ako ugrađeni spremnici, tank kontejneri ili teglenice nisu opremljeni grijačima. Prije donošenja odluke o konačnom zbrinjavanju, ulje se može ostaviti u tim spremnicima ili prenijeti iz plovila ili plutajućih spremnika u privremene skladišne kapacitete na kopnu:

- autocisternama;
- željezničkim vagon-cisternama;
- vakuumskim autocisternama;
- poluprikolicama cisternama; ili
- vakuumskim prikolicama-cisternama.

Ako se sakupe samo manje količine ulja, one se mogu transportirati u standardnim **metalnim bačvama** od 200 litara (poznate kao bačve od 44 galona u Ujedinjenom Kraljevstvu i kao bačve od 55 galona u SAD-u).

Manje viskozna (nepostojana) ulja koja se prikupljaju na moru mogu se transportirati u istim vrstama posuda, kako na moru tako i na kopnu, no rukovanje njima dodatno se ne komplicira stvaranjem emulzija.

Polukruti ili čvrsti zauljeni materijali (uključujući ulja i emulzije visoke viskoznosti, te uljem kontaminirane sedimente s plaža) obično se prevoze u **otvorenim kontejnerima** („bajama“), kao i u **kaminima kiperima**. Ako postoji opasnost od istjecanja ulja, ove spremnike (uključujući otvorene sanduke kamiona kiperera) treba obložiti teškim, zavarenim plastičnim ili gumenim folijama.

3. PRIVREMENO SKLADIŠTENJE

Često je brzina **rekuperacije ulja** (ili mješavine ulja i vode) na moru i blizu obale, ili **sedimenta s plaže** kontaminiranih uljem na obali, veća od brzine njihovog konačnog odlaganja, čak i kada su metode konačnog zbrinjavanja unaprijed definirane (u planu za nepredviđene situacije). U takvim situacijama potrebno je postaviti privremene skladišne kapacitete, po mogućnosti što bliže mjestu gdje se ulje rekuperira. Dostupne su sljedeće opcije:

- **Fleksibilni spremnici:** Ako su dostupni, otvorene fleksibilne spremnike, sa ili bez potpore, treba koristiti za privremeno skladištenje tekućeg ulja, osobito na početku operacija čišćenja na obali. Ti spremnici nisu prikladni za čvrste zauljene materijale (npr. oblutke, otpad).



Slika 4: **Fleksibilni (složivi) spremnik**
spremnik,



Slika 5: **Kontejner za fleksibilni (složivi)**

otporan na vremenske uvjete

- **Improvizirane jame:** Ako lokalni uvjeti dopuštaju, jedan od najjednostavnijih načina za privremeno skladištenje prikupljenog zauljenog materijala je iskapanje jama u zemlji. Iskustvo pokazuje da su najpogodnije jame **dugačke** (otprilike 10 m), **uske** (2 do 3 m) i **ne previše duboke** (1,5 do 2>m). Kako bi se spriječilo istjecanje ulja i moguća kontaminacija podzemnih voda, jame treba obložiti debelom plastičnom folijom (polietilen, PVC) ili gumenom folijom otpornom na ulje. Prije oblaganja jame materijalom otpornim na ulje, korisno je rupu pokriti slojem pijeska, filca ili geotekstila kako bi se spriječilo moguće probijanje plastične ili gumene obloge kamenjem. Prikupljeni zauljeni materijal odlaže se u te jame i ostavlja do daljnje obrade i/ili transport do konačnog odlagališta.

Ako se očekuje kiša, jame treba samo djelomično popuniti zauljenim otpadom kako bi se spriječilo moguće prelijevanje uzrokovano oborinama. Nakon uklanjanja privremeno uskladištenog materijala, zemljište koje se koristilo za privremeno skladištenje mora biti vraćeno u prvobitno stanje.

Alternativno se mogu izgraditi **zemljani zidovi (nasipi)** (visine 1 do 1,5 m) kako bi se formirali pravokutni rezervoari iznad tla, koje također treba obložiti kako bi se spriječilo cijeđenje ulja. Kada se koriste zemljani zidovi (nasipi) treba obratiti pozornost na to da ih vozila kojima se prevozi zauljeni materijal ne oštete.



Slika 6: Improvizirana jama u rafinerije



Slika 7: Improvizirana jama u blizini

blizini mjesta rekuperacije na obali

- Otvorene (metalne) bačve za ulje:** Obično su dostupne u velikim količinama i mogu se koristiti za privremeno skladištenje bilo koje vrste prikupljenog ulja i zauljenog materijala. Budući da su također prikladne za transport, bačve za ulje mogu biti osobito korisne za rukovanje vrlo viskoznim uljima i emulzijama. Kako bi se izbjegla kontaminacija zemljišta koje se koristi za skladištenje ulja u otvorenim bačvama, treba ga zaštititi slojem geotekstila, prekrivenog plastičnom ili gumenom oblogom otpornom na ulje.



Slika 8: Punjenje otvorene bačve za ulje

- Čvrste („heavy duty“) plastične vreće i „big bags“ (fleksibilni intermedijarni kontejneri za rasuti teret - FIBC):** Najprikladniji način skladištenja i transporta zauljenog materijala prikupljenog ručno s plaža. Mjesto na kojem će se skladištiti napunjene plastične vreće prije transporta na konačno zbrinjavanja treba zaštititi (geotekstilom, a zatim plastičnom ili gumenom oblogom otpornom na ulje).



Slika 9: Zauljeni materijal skupljen u plastične vreće tijekom reagiranja na veliki izljev u J. Koreji



Slika 10: „Big bag“ pri ukrcanju na kamion za prijevoz

OPREZ: Ako ih se ostavi na jakom suncu 1-2 tjedna, plastične vreće mogu početi propadati i ispuštati prikupljeni zauljeni materijal. Plastične vreće također može biti teško isprazniti na mjestu konačnog zbrinjavanja.

- **Stalni skladišni kapaciteti:** Ako na području na kojem se predviđaju aktivnosti čišćenja izlivanja ulja ima rafinerija, naftnih terminala, lučkih prihvatnih objekata za uljne smjese itd., moguće je s vlasnicima ili operaterima takvih objekata dogovoriti korištenje njihovih raspoloživih spremnika za privremeno skladištenje tekućih ulja ili smjesa ulja i vode. Takve aranžmane, moguće raspoložive kapacitete spremnika, kao i vrste ulja koja se na taj način mogu privremeno skladištiti, treba razmotriti tijekom procesa planiranja za nepredviđene situacije.

ZBRINJAVANJE TEKUĆEG I KRUTOG OTPADA NASTALOG TIJEKOM AKTIVNOSTI REAGIRANJA NA IZLIJEVANJE

1. UVOD

Kao što je već navedeno u lekciji o transportu i skladištenju ulja i zauljenog materijala nastalog tijekom operacija reagiranja na izlijevanje, skladištenje i odlaganje otpada obično su donekle zanemareni dijelovi reagiranja na onečišćenje mora. Ipak, iskustvo pokazuje da su to ujedno i njegovi najskuplji i dugotrajniji elementi. Bez obzira na veličinu izlijevanja, **postojana ulja** (uključujući sirovu naftu, loživo ulje, teško dizelsko ulje i ulje za podmazivanje) vjerojatno će proizvesti količinu zauljenog otpadnog materijala koja je mnogo veća od volumena prolijevanog ulja.

Procjenjuje se da izlijevanje od **1000** m³ npr. sirove nafte može proizvesti do **750** m³ tekućeg otpada i do **30.000** m³ krutog otpada koji je potrebno obraditi i zbrinuti. Višestruko povećanje volumena uglavnom je posljedica procesa emulgiranja vode u ulje, te golemih količina kontaminiranih sedimenata nastalih operacijama čišćenja obale.

S druge strane, **nepostojana ulja** (poput benzina, lakog dizelskog ulja i kerozina) obično se prirodno rasipaju i razgrađuju u vrlo kratkom vremenskom razdoblju, što često onemogućuje rekuperaciju izlivenog proizvod na moru i mnogo manje onečišćenje zahvaćene obale. Posljedično, količina otpadnog materijala s kojim se treba suočiti nakon izlijevanja takvih ulja obično je mala.

Prioritet kod reagiranja trebao bi biti što veće minimiziranje proizvodnje otpada, slijedeći hijerarhiju: **SMANJENJE** ⇒ **PONOVA UPOTREBA** ⇒ **RECIKLIRANJE** ⇒ **OBRADA** ⇒ **ODLAGANJE**.

Ova lekcija ima za cilj sažeti **temeljna načela** gospodarenja zauljenim otpadom, a treba je čitati zajedno sa zasebnom lekcijom o prijevozu i skladištenju zauljenog otpada

2. VRSTE OTPADA

Tekući otpad nastaje tijekom operacija rekuperacije ulja na moru, u lukama/lučkim područjima ili tijekom čišćenja obale (odvodnjavanje). Uključuju više ili manje čisto ulje i mješavine ulja i vode s različitim sadržajem vode.

Čvrsti i raznoliki otpad nastaje tijekom operacija čišćenja obale. Otpad koji nastaje tijekom početnog čišćenja sadrži relativno visok postotak ulja, dok onaj koji nastaje u kasnijim fazama sadrži ulje pomiješano s materijalom kontaminiranim uljem, uključujući sedimente, materijal biljnog i životinjskog podrijetla, upotrijebljene proizvode korištene kod reagiranja (npr. upijače) i osobnu zaštitnu opremu, plastične obloge, vreće itd.

Proizvodnja otpada značajno varira od jednog do drugog incidenta onečišćenja i nije izravno proporcionalna količini prolivenog ulja. Ostali čimbenici koji utječu na količinu nastalog otpada između ostalog uključuju:

- vrstu prolivenog ulja;
- vrstu onečišćenog područja;
- stanje mora i vremenske uvjete;
- godišnje doba;
- korištene tehnike reagiranja;
- organizaciju reagiranja.

Donja tablica, reproducirana iz CEDRE-ovog Operativnog vodiča „Upravljanje otpadom od izljeva ulja“, prikazuje najčešće kategorije otpada i prosječni sadržaj njegovih uobičajenih komponenti.

Tablica 1: Kategorije otpada i njihova svojstva

KATEGORIJE	% ULJA	% VODE (slobodne)	MINERALNE TVARI	ORGANSKE TVARI	NAPOMENA
TEKUĆINE	> 10 %	0% - 90%	< 10 %	< 10 %	1
KAŠE I KRUTINE (pijesak, ...)	> 10 %	10% - 20%	> 10 %	< 10 %	2
ONEČIŠ. OBLUTCI / KAMENJE	> 10 %	1 %	> 80 %	< 10 %	3
ONEČIŠ. UPIJAČI	> 5 %	< 10 %	< 10 %	< 5 %	4
ONEČIŠ. MORSKA TRAVA	> 5 %	< 20 %	< 20 %	> 80 %	5
ONEČIŠ. KRUTI OTPAD	> 5 %	< 10 %	< 10 %	variable	6
ONEČIŠ. FAUNA	> 5 %	< 15 %	< 10 %	> 70 %	7

¹ Ukloniti što više je moguće više vode taloženjem. ² Odrediti granice za pojedinu onečišujuću tvar.

³ Kriterij izbora: stupanj onečišćenja površine.

⁴ Rasuti, krpe, jastuci, veće plohe, pom-pomi.

⁵ Tvari koje fermentiraju: **moгу izazvati** olefaktorne poremećaje/neugodne mirise.

⁶ Uključujući rukavice, obuću, zaštitna odijela, ...

⁷ Lešine ptica i sisavaca.

3. OSNOVNA PRAVILA

Francuski stručni centar CEDRE predlaže pridržavanje sljedećeg skupa osnovnih pravila kako bi se na najučinkovitiji i najjeftiniji način postupalo sa prikupljenim uljem i zauljenim otpadom:

- Osloniti se na relevantne odredbe ažuriranog plana za nepredviđene slučajeve (u vezi, primjerice, identifikacije privremenih skladišta i metoda konačnog odlaganja, postojećih sporazuma s izvođačima specijaliziranim za rukovanje i zbrinjavanje otpada, itd.).
- Količine generiranog otpada svesti na minimum.
- Izbjegavati kontaminaciju/prljanje okoliša koji nije bio zahvaćen (onečišćenjem).
- Spriječiti prelijevanje.
- Spriječiti zagušenja i zastoje.

- Razvrstavati otpad od početnih faza reagiranja.
- Osigurati transparentnost i sljedivost svih procesa.
- Reciklirati ili poboljšati kvalitetu što je moguće više obrađenog otpada.
- Odmah obnoviti sva mjesta na tlu na kojima se skupljao, rukovao i/ili skladištio otpad.

4. ODVAJANJE ULJA OD VODE I KRUTIH TVARI

Ulje prikupljeno tijekom operacija reagiranja na izlivanje neizbježno sadrži određenu količinu morske vode i/ili krutih materijala. Najčišće je ulje koju skimeri sakupe s površine mora (do 90% ulja), dok materijal s plaže prikupljen tijekom čišćenja obale može sadržavati samo 1-5% ulja. Odvajanje ulja od ostalih tvari koje su zajedno sakupljene (vode, pijeska, šljunka, kamenja, drva, plastičnih materijala, upijača i dr.) olakšava:

- povrat što je moguće više ulja u ponovnu upotrebu,
- smanjenje količine materijala s kojim se treba rukovati, transportirati ga i skladištiti,
- konačno odlaganje zauljenog materijala.

Najčešće korištene metode odvajanja uključuju:

4.1 Gravitacijsko odvajanje

Mješavine ulja i vode mogu se odvojiti korištenjem razlika u njihovim gustoćama. Ulje koje je lakše od vode, ima tendenciju dizanja na površinu (odakle se skida i pumpa u spremnike), a voda se taloži na dnu taložnika/separatora (odakle se sukcesivno uklanja). Gravitacijsko odvajanje može se provoditi u namjenski izgrađenim taložnicima (API separatori, kružni taložnici, separatori s valovitim pločama, itd.), ili u raznim posudama, npr. otvorenim spremnicima, kontejnerima za otpad/„bajama“, spremnici za skladištenje na plovilima, pa čak i u otvorenim bačvama za ulje.

Stabilne emulzije vode u ulju također se mogu odvojiti ovom metodom ako im se dodaju kemijski aditivi (razbijači emulzija ili demulgatori) i temeljito pomiješaju s emulzijom koja se obrađuje. Ako

su raspoloživi taložnici opremljeni grijaćim spiralama, toplina (do 80 °C) se može koristiti za razbijanje nestabilnih emulzija.

4.2 Sakupljanje ulja koje curi

Sakupljanje ulja koje iscuri iz privremeno uskladištenog sedimenta/materijala s plaže najjednostavniji je način odvajanja tekućeg ulja od drugog zauljenog materijala (pijeska, šljunka, smeća). Ulje treba kanalizirati u slivne jame i odatle pumpati u odgovarajuće spremnike.

4.3 Uklanjanje smeća

Ako relativno čisto ulje sadrži komadiće smeća (morske alge, drvo, plastiku, itd.), oni se mogu ukloniti prosijavanjem ulja kroz žičanu mrežu. Također se može koristiti filtriranje suhih krutina na tkanom ili netkanom materijalu. Ova operacija može prethoditi gravitacijskom odvajanju.

4.4 Prosijavanje

Ulje sakupljeno u obliku čvrstih grudica ili kuglica katrana, može se lako odvojiti od pijeska bilo ručnim ili mehaničkim rešetanjem (gruba mreža – nekoliko cm do dm) ili prosijavanjem (fina mreža – nekoliko mm).

4.5 Pranje

Pranje hladnom vodom zauljenog materijala sakupljenog tijekom čišćenja plaže može otpustiti ulje zalijepljeno na čvrsti materijal (oblutke, šljunak). Pranje se može obavljati u privremenim jamama za skladištenje, koje bi u tu svrhu trebale biti prilično plitke i veće površine. Bolji rezultati

postiču se pranjem kontaminiranog kamenja u mješalicama za beton. Rezultirajuća smjesa ulja i vode se zatim prebacuje u taložnike radi gravitacijskog odvajanja.

4.6 Ekstrakcija

Teoretski, ulje se može izvući iz zauljenog materijala s plaže ekstrakcijom otapalom, međutim, metodu je potrebno dalje razvijati.

5. METODE KONAČNOG ODLAGANJA

Za konačno odlaganje ulja i zauljenog materijala od izlivanja, mogu se koristiti tri skupine metoda:

- Rekuperacija ulja za ponovnu upotrebu.
- Stabilizacija ulja i zauljenog materijala.
- Uništavanje ulja.

Ako je moguće, prednost treba dati metodama koje omogućuju ponovnu upotrebu prikupljenog ulja. Ako to nije izvedivo, može se razmotriti stabilizacija zauljenog materijala i, konačno, uništavanje ulja.

Sljedeći prikazi različitih opcija odlaganja samo su informativni, jer će konačno odlaganje zauljenog materijala nastalog tijekom reagiranja na izlivanje vjerojatno biti prepušteno specijaliziranim izvođačima.

5.1 Ponovno korištenje ulja

Ponovna obrada i ponovna uporaba ulja prikupljenih tijekom operacije čišćenja izlivanja može doprinijeti smanjenju ukupnih troškova operacije. Potencijalni korisnici takvih ulja su rafinerije, postrojenja za reciklažu otpadnih ulja, elektrane i cementare.

Specifikacije ulja koje svako od ovih postrojenja može koristiti treba navesti u **planu za nepredviđene situacije**. Specifikacije obično pokrivaju sadržaj vode, krutih tvari i soli te viskoznost ulja. Ulje koje ispunjava potrebne zahtjeve može se ili pomiješati s loživim uljem za internu upotrebu u postrojenju ili u slučaju sirove nafte, pomiješano sa sirovinom za rafiniranje.

5.2 Stabilizacija zauljenog materijala vezivnim sredstvima

Zauljeni materijal može se stabilizirati miješanjem s vezivnim sredstvima i zatim korištenjem za npr. reklamaciju zemljišta i izgradnja servisnih puteva. Najčešće korišteno vezivno sredstvo je živo vapno, ali se mogu koristiti i drugi materijali poput cementa, zeolita i dimnog pepela. 5 do 20% živog vapna (točan omjer se mora odrediti eksperimentalno), miješa se s zauljenim materijalom ili u specijaliziranim postrojenjima za miješanje, ili rasprostiranjem zauljenog otpada na ravnoj površini (u slojevima od 20-30 cm) i miješanjem s živim vapnom. Prije primjene ove tehnike potrebno je provjeriti da ne postoji mogućnost onečišćenja podzemnih voda uljem koje se može procijediti.

Budući da je proces vrlo egzoterman, može stvoriti **prekomjernu toplinu** i izazvati burnu reakciju (požar/eksplozija). Stoga se za svaki pojedini otpad mora utvrditi točan omjer ulja i živog vapna. Miješanje zauljenog materijala sa živim vapnom stvara također veliku količinu **korozivne prašine**, te se moraju provoditi u **nenaseljenim područjima**. Operateri moraju koristiti odgovarajuću **osobnu zaštitnu opremu**.

Materijal koji nastaje procesom stabilizacije je čist i stabilan, ne ispušta ulje i lako se može skladištiti i transportirati. Metoda je posebno prikladna za područja na Mediteranu u kojima je živo vapno lako dostupno u dovoljnim količinama.

5.3 „Landfarming“ ulja i zauljenih ostataka

„Landfarming“ se temelji na dobro poznatoj činjenici da određeni mikroorganizmi mogu oksidirati ugljikovodike, uzrokujući prirodnu biorazgradnju ulja. Glavni uvjet je relativno velika površina zemljišta niske vrijednosti (treba ga definirati u relevantnom **lokalnom planu za nepredviđene slučajeve!**). Propusnost podloge treba biti niska kako bi se spriječila moguća kontaminacija podzemnih voda. Jedina potrebna oprema su uobičajeni poljoprivredni strojevi.

Odabrani komad ravnog zemljišta male vrijednosti mora biti opremljen odvodnim kanalima i slivnim bazenom za prikupljanje otpadnih oborinskih voda. Najprije ga se izdrlja/istanjura, a zatim se po površini ravnomjerno rasporedi sloj zauljenog materijala (debljine do 0,2 m) i ostavi da se razgradi uslijed vremenskih uvjeta. Kad materijal više nije mokar i ljepljiv, miješa se sa zemljom (ralicom, tanjuračom ili rotatorom). Supstrat se mora povremeno miješati kako bi se povećala aeracija. Brzina biorazgradnje može se povećati dodavanjem umjetnih gnojiva, na pr. uree i amonijevog fosfata. Potpuna razgradnja ulja tretiranog ovom metodom može se očekivati u razdoblju od jedne do tri godine.

Nakon biorazgradnje ulja, zemljište se može koristiti za uzgoj gotovo svih vrsta biljaka uključujući travu, ukrasno bilje i drveće. Ako se usjevi (za konzumaciju ljudi i životinja) uzgajaju na zemljištu koje se prethodno koristilo za aerobnu razgradnju ulja, potrebno ih je nadzirati zbog mogućeg sadržaja teških metala.

5.4 Kompostiranje

Kompostiranje je biološka pretvorba zauljenog otpada u stabilan, humusni materijal. Postiže se dodavanjem zauljenog otpada u kućni otpad ili miješanjem zauljenog materijala s kućnim otpadom i odlaganjem smjese u plitke jame izolirane slojem gline i prekrivene zemljom. Ove tehnike su prikladne za obradu samo ograničenih količina zauljenog materijala zbog niskog postotka takvog materijala koji se može uspješno kompostirati.

Kompostiranje se također može postići gomilanjem u hrpe zauljenih prirodnih upijajućih materijala (npr. slame, drvenih strugotina, itd.) ili zauljenih morskih algi. Međutim, može se primijeniti samo

ako se u operacijama čišćenja koriste prirodni upijajući materijali ili ako su morske alge zaprljane uljem, što nije vrlo uobičajeno.

5.5 Odlaganje otpada

Izravno odlaganje zauljenog materijala često je prva reakcija na problem zbrinjavanja, iako bi ovu metodu trebalo primijeniti samo ako se ne može primijeniti bilo koja od prethodno opisanih. Ako **nacionalni propisi dopuštaju** izravno odlaganje materijala kontaminiranog uljem, ono se mora pažljivo planirati. Odabrano odlagalište mora se prethodno provjeriti na nepropusnost kako bi se izbjegla moguća kontaminacija podzemnih voda ugljikovodicima. Otpad koji se odlaže na odlagalište trebao bi imati manje od 20% ulja. Rasprostiranje zauljenog otpada iznad razine tla treba dati prednost pred popunjavanjem rupa i/ili udubljenja. Podloge u blizini odlagališta treba povremeno analizirati kako bi se utvrdilo eventualno istjecanje ugljikovodika.

Ako je to dopušteno propisima, zauljeni materijal s **niskim udjelom ulja** može se odlagati zajedno s **kućanskim otpadom** na **odlagališta komunalnog otpada** ili, ako nije, na mjesta namijenjena **odlaganju opasnog otpada**. Kućni otpad apsorbira ulje koje se ispire iz odloženog zauljenog materijala, čime se sprječava njegovo daljnje ispiranje u tlo. Sloj zauljenog materijala treba biti tanak (10 cm) i rasprostrt na najmanje 4 m debeli sloj kućnog otpada, a zatim prekriven slojem od 1-2 m, kako ulje ne bi ponovno izašlo na površinu.

5.6 Izgaranje

Izravno izgaranje prikupljenog zauljenog otpada rijetko je izvedivo. Nepotpuno izgaranje, onečišćenje zraka i problemi odlaganja katraskih ostataka su neki od nedostataka ove metode. Međutim, ako testovi pokažu da je moguće zapaliti sakupljen zauljeni otpad, ova tehnika se može primijeniti, posebno na udaljenim mjestima. Prije početka potrebno je izraditi operativni plan i po potrebi protupožarne prosjeke. Vatru uvijek treba zapaliti na strani **uz vjetar** od mjesta izgaranja. Za paljenje vatre mogu biti potrebni bacači plamena ili sredstva za paljenje. **Sigurnosne propise** treba strogo poštivati i **vatrogasnu opremu** držati u pripravnosti. Osoblje uključeno u operaciju treba uvijek ostati uz vjetar od vatre.

5.7 Spaljivanje

Pokretne spalionice razvijene su za visokotemperaturno spaljivanje zauljenog materijala u blizini mjesta čišćenja. Tip rotacijske peći posebno je koristan za spaljivanje ulja s visokim (do 80%) sadržajem krutina. Proizvodi koji nastaju spaljivanjem su ekološki prihvatljivi plinovi i čiste, inertne krutine (oblutci, pijesak, itd.). Dodavanje goriva može biti potrebno ako materijal koji se obrađuje ima nisku kalorijsku vrijednost.

Spalionice industrijskog otpada (u sabirnim centrima za opasni otpad, cementarama (suspaljivanje) i pećima za vapno) prikladne su za zauljeni otpad s više od 30% udjela ulja koji zadovoljava specifične, precizno definirane kriterije. Mogu se koristiti i **spalionice kućnog otpada**, pod uvjetom da zauljeni ostaci imaju nizak sadržaj ulja.

DEMOBILIZACIJA RESURSA, ČIŠĆENJE, SKLADIŠTENJE I ODRŽAVANJE OPREME I PROIZVODA ZA REAGIRANJE NA IZLJEVANJA

1. UVOD

Postoji skupina aktivnosti koje, ako se ne planiraju i provode na odgovarajući način, mogu ugroziti svaku operaciju reagiranja koja bi mogla biti potrebna u slučaju incidenta onečišćenja uljem. Ove konkretne aktivnosti imaju za cilj osigurati željeno stanje pripremljenosti opreme i proizvoda za reagiranje na izlijevanje ulja (i izljeve drugih HNS-a).

Oprema koja se koristi u operacijama reagiranja na izlijevanje i, posebno, u operacijama čišćenja obale, općenito pripada dvjema glavnim kategorijama:

- posebno dizajnirana oprema za reagiranje na izlijevanje ulja;
- nespecifična oprema (koja se uobičajeno koristi u npr. poljoprivredi, građevinarstvu, transportu, komunalnim uslugama itd.).

Iako će potonju kategoriju vjerojatno osigurati (iznajmiti ili osigurati na drugi način) podizvođači koji svakodnevno koriste takvu opremu i sukladno tome imaju uspostavljene rutine održavanja, specijalizirana oprema za reagiranje na izlijevanje ulja, ili barem dio nje, vjerojatno će doći iz nacionalnih, regionalnih ili lokalnih zaliha.

Takva oprema, uključujući i onu koja se čuva na lokalnoj razini, nabavljena je za korištenje samo u slučaju nužde. Režim rada joj je stoga vrlo neredovan, karakteriziran dugim razdobljima mirovanja koja se tek povremeno prekidaju relativno kratkim razdobljima vrlo intenzivne uporabe, što znači da je izložena enormnom stresu kada se mora koristiti za reagiranje na izlijevanje. Kako bi oprema bila u dobrom radnom stanju i spremna za korištenje u slučaju nužde, mora se redovito održavati, provjeravati i testirati.

S druge strane, opremu koja se intenzivno koristila tijekom operacije reagiranja na izlijevanje potrebno je demobilizirati, očistiti i popraviti prije nego što se vrati u skladište.

Ova lekcija opisuje ključna pitanja koja osoba zadužena za zalihe opreme i proizvoda za reagiranje na izlivanje mora imati na umu kako bi ti resursi uvijek bili spremni za korištenje kada se ukaže potreba.

2 DEMOBILIZACIJA

Kao što je objašnjeno drugdje u ovom tečaju, aktivna faza reagiranja na izlivanje ulja završava se kada postane neučinkovita ili kada njezin nastavak može predstavljati neprihvatljiv rizik od dodatne štete po okoliš ili gospodarske aktivnosti u zahvaćenom području. Nakon što se donese odluka o prekidu aktivne faze reagiranja, potrebno je demobilizirati resurse koji su korišteni za reagiranje. Zapovjednik na mjestu događaja (OSC) odgovoran je za nadzor procesa demobilizacije, koji je obično postupan. Isto tako, OSC mora osigurati da:

- oprema koja je korištena bude propisno očišćena;
- oprema bude popravljena i održavana u skladu s uputama proizvođača;
- zalihe opreme i proizvoda budu popunjene i pregledane;
- oprema i proizvodi budu pravilno uskladišteni; i
- oprema bude spremna za korištenje kada dođe do sljedećeg izlivanja.

3. ČIŠĆENJE, PRANJE I DEKONTAMINACIJA OPREME

Tijekom operacija čišćenja izliva opremu koja se koristi treba redovito (dnevno, ako je moguće) čistiti i provjeravati kako bi se ustanovilo i popravilo bilo kakvu istrošenost ili oštećenje. To se posebno odnosi na brane i skimere, ali i na sve druge mehaničke uređaje, ručne alate i osobnu zaštitnu opremu.

Praonicu treba urediti na početku aktivnosti reagiranja i ona treba raditi do prestanka operacija, a trebala bi imati sljedeće elemente:

- **prostor za pranje** lako dostupan za osoblje i opremu, s blagim nagibom;

- **zabrtvljen jarak/nasip**, sa slivnom **jamom** za uklanjanje otpadnih voda, kako bi se spriječilo istjecanje;
- **opskrbu svježom vodom** i uređaj za **pranje pod visokim pritiskom**;
- **sredstva za čišćenje**;
- **spremnike** ili **separatore** za odvajanje vode i ulja;
- **spremnik** za odvojeno otpadno **ulje**;
- **viljuškar i dizalicu** za rukovanje težom opremom;
- **reflektorsku rasvjetu**, ako su predviđeni popravci preko noći.

Nakon što praonica počne s radom, potrebno je pridržavati se sljedećih postupaka čišćenja:

- oprati prljavu opremu samo vodom ili posebnim sredstvima za čišćenje;
- prepumpati zauljenu vodu iz jarka/nasipa u separator;
- ispustiti odvojenu vodu da se ocijedi, a ulje prebaciti u spremnik za skladištenje.

Nakon prestanka rada sav prikupljeni otpadni materijal (ulje) treba odvesti na odlagalište/postrojenje za odlaganje otpada, a mjesto koje je služilo za pranje vratiti u prvobitno stanje.

Što se tiče čišćenja **skimera**, moguće je koristiti toplu vodu pod visokim pritiskom ili paru ili ugljikovodična otapala za uklanjanje ulja, međutim **disperzanti i deterdženti ne smiju se koristiti na oleofilnim skimerima** (s diskovima, bubnjevima, četkama, užadi od resa). Kako bi zadržali svoja oleofilna svojstva, mogu se očistiti **dizelskim uljem**.

Nakon uporabe u operacijama reagiranja na izlivanje, **brane** se moraju očistiti, osobito ako su bile u kontaktu s uljem. Brane koje su služile samo za zaštitu određenog prostora i nisu bile izložene ulju prije skladištenja treba samo oprati slatkom vodom. Brane onečišćene uljem zahtijevat će drastičnije metode čišćenja, uključujući korištenje tople vode i disperzanata. Bez obzira na odabranu metodu čišćenja, prije početka čišćenja treba potvrditi da je kompatibilna s materijalom brane, prema specifikacijama proizvođača.

4. SKLADIŠTENJE

Ako je moguće, opremu treba skladištiti u suhim, temeljito prozračenim skladišnim prostorima. Kako bi se produžio vijek trajanja materijala, potrebno je kontrolirati vlažnost i temperaturu te izbjegavati izlaganje UV zrakama. Osim toga, materijal treba zaštititi od štetnika. Brane koje se pohranjuju presavijene ili smotane trebaju se redovito rasklapati i odmotavati kako bi se spriječilo lijepljenje materijala i stvaranje trajnih pregiba koji bi mogli oslabiti materijal.

Unutar skladišta treba postojati prazan prostor (površina) gdje se oprema može očistiti od ulja i morske vode i gdje se mogu obavljati određeni radovi na održavanju. Bitno je da je oprema lako dostupna kako bi se omogućila i inspekcija i održavanje. Pristup vozilima i opremi za dizanje, potrebnim za brzu otpremu opreme i proizvoda u slučaju nužde, također treba biti osiguran u svakom trenutku. Treba primeniti sigurnosne mjere kako bi se spriječili akti vandalizma ili krađe.

Skimeri i njihovi pogonski agregati trebaju biti zaštićeni od oštećenja i vlažne slane atmosfere koja uzrokuje koroziju. Oleofilne krpe i četke od sintetičkih materijala, gumene pokretne trake i plastični materijal ugrađen u skimere mogu propasti ako su dulje vrijeme izloženi izravnoj sunčevoj svjetlosti. Sukladno tome, skimere treba skladištiti u dobro prozračenim, natkrivenim šupama ili skladištima.

4.1 Starenje i skladištenje disperzanata

Disperzanti su složene formulacije koje se sastoje od nekoliko površinski aktivnih tvari otopljenih u otapalima. Također mogu sadržavati vodu i dodatke za stabilizaciju smjese.

Starenje disperzanata općenito ne predstavlja probleme i različite komponente se tek neznatno mijenjaju s vremenom. Kristalizacija i taloženje su uočeni nakon dugog razdoblja (nekoliko godina) skladištenja bez mješanja. U takvim slučajevima gornja faza postaje bogatija otapalom, a niža površinski aktivnim tvarima. Konvencionalni proizvodi na bazi ugljikovodika (također poznati kao disperzanti 2. generacije ili Tip I) osjetljiviji su na ove promjene. Miješanje spremnika za disperzante prije upotrebe obično bi trebalo osigurati homogenizaciju proizvoda.

Starenje disperzanta tijekom vrlo dugih razdoblja (10 godina i više) slabo je poznato, te je stoga potrebno povremeno provjeravati njihova glavna svojstva (učinkovitost i toksičnost).

Disperzanti sami po sebi nisu značajno korozivni, jer ne napadaju metal. Međutim, oni povećavaju vlaženje metala i tako mogu ubrzati koroziju u prisutnosti slatke, a posebno morske vode. Proizvođači obično isporučuju disperzante u metalnim bačvama obloženim iznutra epoksidnim premazom, bojom ili lakom ili u spremnicima od sintetičkog materijala.

Glavni problemi s korozijom odnose se na skladištenje naslaganih metalnih bačava na otvorenom, zbog vanjske korozije koja nije uzrokovana djelovanjem disperzanta. Kako bi se spriječila vanjska korozija, bačve moraju biti zaštićene od kiše.

Korištenje plastičnih bačava dovodi do drugih vrsta problema: plastični materijali brzo stare na otvorenom i zbog djelovanja disperzanta, bačve postavljene na dnu hrpe se deformiraju i na kraju se mogu srušiti pod težinom bačava postavljenih na njih.

Sukladno tome, preporuča se skladištenje disperzanata u obloženim spremnicima ili u metalnim bačvama zaštićenim iznutra i izvana.

5. ODRŽAVANJE OPREME ZA REAGIRANJE NA IZLIJEVANJE

5.1 Redovito održavanje

Najbolji način da se osigura dobar rad opreme za reagiranje na izlijevanje je da je se redovito **pregledava** i povremeno **testira**. Testiranje je najbolje provesti kroz vježbe, koje ujedno služe i za **obuku osoblja za reagiranje na izlijevanje ulja**, koje je određeno za rukovanje opremom u slučaju incidenta. **Tablica 1** prikazuje preporučljive redovite intervale za testiranje različitih kategorija opreme, ali također može pomoći službenicima zaduženim za održavanje za planiranje redovite obuke operativnih timova.

Mehanička oprema (npr. skimmeri, agregati za napajanje, pumpe) treba se redovito **servisirati**, u skladu s proizvođačevim uputama za održavanje.

Tablica 1: preporučeni intervali za testiranje glavnih kategorija opreme za reagiranje na izlijevanje

VRSTA OPREME	INTERVAL	TEST
Pumpe za ulje	mjesečno	startati pumpe
	svakih 6 mjeseci	vježbanje/obuka u rukovanju
Skimeri (mehanički uređaji za rekuperaciju)	svakih 6 mjeseci	operativno ispitivanje (bez onečišćavajuće tvari)
Brane	svakih 6 mjeseci	- postaviti (u vodi) znatnu dužini (najmanje 3 sekcije) - razviti (na tlu) cijelu dužinu
Brane za skidanje ulja	jednom godišnje	vježbanje/obuka u rukovanju
Plutajuće, fleksibilne i krute teglenice i kontejneri za skladištenje prikupljenog ulja	jednom godišnje	- napuhati uređaje na napuhavanje - postaviti/podići stale uređaje - napuniti vodom
Oprema za rspršivanje - disperzanata - rastresotih upijača	jednom godišnje	obuka osoblja nadležnog za rukovanje

Kontejneri za skladištenje proizvoda za tretiranje izlivenog ulja	jednom godišnje	<ul style="list-style-type: none"> - provjeriti uvjete skladištenja - protresti bačve - najstarije uskladištene proizvode može se upotrijebiti za pokuse
---	-----------------	---

NAPOMENA: Kad god je oprema korištena u vježbama bila u kontaktu s morskom vodom, **treba je isprati slatkom vodom prije ponovnog spremanja.**

5.2 Održavanje tijekom operacija reagiranja

Tijekom operacija reagiranja na izlijevanje bit će potrebne dvije različite vrste održavanja: **preventivno održavanje i popravak kvarova.**

Preventivno održavanje trebalo bi pomoći da se potreba za popravkom kvarova svede na minimum. Ako opremu koriste **obučeni operateri**, poštujući utvrđena pravila **dobrog održavanja**, pod **uvjetima koje preporučuje proizvođač i bez prekoračenja granica otpornosti materijala**, potreba za hitnim popravcima tijekom čišćenja izlijevanja bit će drastično smanjena.

U slučaju izlijevanja ulja, pogon za održavanje treba biti, ako je moguće, dostupan relativno blizu mjestu reagiranja na izlijevanje (čišćenja). Osoblje treba uključivati mehaničara, instalatera i električara, koji trebaju imati pristup potrebnim materijalima, alatima i rezervnim dijelovima. Od početka aktivnosti potrebno je osigurati dostupnost goriva i maziva za vozila, čamce i različite strojeve koji se koriste u operacijama čišćenja.

Velik dio opreme za reagiranje na izlijevanje, a posebno **skimeri**, dizajniran je da koristi **hidraulički pogon**. Hidraulički pogon vrlo je dobro prilagođen teškim uvjetima rada, siguran je, pouzdan i omogućuje dobar prijenos energije potrebne za rad specijalizirane opreme.

Redovita provjera nepropusnosti hidrauličkih krugova osigurat će učinkovit rad opreme, a dobra opskrba spojkama potrebnim za različite priključke omogućit će višestruku uporabu svakog hidrauličkog agregata.

Većina proizvođača **brana** osigurava komplete za hitne popravke koji uvijek moraju biti dostupni tijekom aktivnosti čišćenja kako bi se omogućio brzi popravak manjih oštećenja koja mogu, ako se ne poprave, učiniti jednu ili više sekcija brane neupotrebljivim.

Disperzanti su jaka sredstva za odmaščivanje i posebnu pozornost treba obratiti na provjeru da maziva u različitim dijelovima opreme nisu onečišćena disperzantima, ako se oni koriste. To se posebno odnosi na sklop repnog motora helikoptera. Disperzanti također napadaju izložene gumene komponente i razne premaze boja, te mogu uzrokovati blaga oštećenja napregnutog pleksiglasa koji se koristi na vjetrobranskim staklima i prozorima plovila i zrakoplova. Potrebno je temeljito isprati sva plovila, zrakoplove i druge strojeve izložene raspršenom disperzantu kako bi se spriječila moguća oštećenja opreme.

TEČAJ / MODUL 3

SITUACIJA NAKON INCIDENTA

PRAĆENJE (MONITORING) ONEČIŠĆENJA ULJEM I UZORKOVANJE ULJA I ZAULJENOG MATERIJALA

1. UVOD

Sve obalne države Europe i Mediterana manje ili više redovito prate onečišćenje mora uljem. Provodi se u različite svrhe i stoga se pojam „monitoring“ odnosi na niz različitih aktivnosti. „Monitoring“ se može primijeniti na praćenje morske površine sa satelita ili bilo koje vrste letjelica, na praćenje različitih parametara morske vode kemijskim analizama, na promatranje promjena u obalnom dijelu morskog okoliša itd.

U slučaju kemijske analize uzoraka vode i ulja, ili uzoraka koji sadrže ulje pomiješano s vodom ili krutom tvari ili obojem, potrebno je uzeti uzorke koji će služiti specifičnoj namjeni za koju se analiza provodi. Uzorkovanje je proces uzimanja uzoraka ulja, vode, sedimenata ili biote za analizu ili ispitivanje.

Cilj ove lekcije je dati pregled osnova praćenja onečišćenja mora uljem i uzorkovanja vode, ulja i zauljenih tvari, budući da se od sudionika u Programu može zatražiti pomoć u ovim vrstama vrsti aktivnosti prije incidenta onečišćenja uljem, tijekom reagiranja na njega, te nakon izravnog reagiranja na izlivanje i operacija čišćenja na moru i na obali.

2. PRAĆENJE

Razlozi za praćenje (monitoring) su višestruki, a između ostalog uključuju:

- **standardnu kontrolu kvalitete** morske vode;
- **redoviti nadzor** mora s ciljem **otkrivanja** i **identificiranja** prekršitelja propisa koji se odnose na zaštitu morskog okoliša od brodova (i iz kopnenih izvora) i **pružanja dokaza** za njihovo procesuiranje u slučaju nezakonitih ispuštanja;

- u slučaju **incidenata** onečišćenja, kada je izvor obično poznat, praćenje služi:
 - da bi se predvidjelo kretanje, ponašanje i sudbinu prolivenog proizvoda;
 - da bi pomoglo u donošenju odluka o odabiru odgovarajućih metoda reagiranja;
 - za podršku provođenju operacija reagiranja na izlivanje, na moru i na obali.
- praćenje nakon izlivanja provodi se kako bi se pomoglo u **identificiranju** prikladnih metoda **sanacije zahvaćenih mjesta** i kako bi se **kontrolirao** njihov **napredak** i uspjeh.

Relevantne **programe praćenja** razvijaju i provode stručnjaci u svakom od ovih područja.

Općenito, **prvi korak** u izradi programa praćenja je definiranje **ciljeva** i dogovor o **informacijama i podacima** potrebnim za postizanje tih ciljeva. U Europi je obično cilj utvrditi razinu kontaminacije u sedimentima na ključnim mjestima zauljenim tijekom incidenta. Aktivnosti praćenja uključuju prikupljanje uzoraka sedimenta s plaža i plitkih voda oko onečišćenih mjesta, u razdoblju od npr. 3 mjeseca, te njihovu analizu na ukupni sadržaj ugljikovodika (THC) i policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH). Rezultati monitoringa često su pokazali da je većina sedimenta ostala relativno nepromijenjena.

2.1 Praćenje kakvoće morske vode

To je rutinski postupak koji se provodi redovito, u skladu s propisima propisanim relevantnim nacionalnim i EU zakonodavstvom. Uključuje mjerenje standardnih fizičkih, kemijskih i bioloških parametara morske vode, kao što su temperatura, salinitet, suspendirane krute čestice, različiti anioni i kationi, COD (kemijska potreba za kisikom), BPK (biološka potreba za kisikom), razina eutrofikacije, itd. Redovito se kontrolira i sadržaj opasnih spojeva i elemenata (npr. teških metala, organohalogenih spojeva, policikličkih aromatskih ugljikovodika ili PAH-a itd.). Očekuje se da se mjeri i koncentracija ugljikovodika, koji su ključna komponenta mineralnih ulja, no propisi koji se odnose na praćenje ove skupine spojeva manje su strogi nego za druge, štetnije tvari.

Redovito praćenje parametara morske vode provode nadležne, certificirane državne institucije, iako specijalizirane znanstvene ustanove provode i posebne programe praćenja u svrhu istraživanja.

2.2 Praćenje sa svrhom otkrivanja nedopuštenih ispuštanja

Obično se provodi zračnim ili satelitskim izviđanjem, kao što je opisano u lekcijama **L 1.7 i 1.8**.

2.3 Praćenje u vezi s incidentima onečišćenja mora

Dvije vrste praćenja obično se provode kada se dogodi incident onečišćenja uljem. Prvi se tip može opisati kao **operativni**, a drugi kao **ekološki**, znanstveni monitoring. Ovaj drugi tip ovdje je samo spomenut, a dalje se raspravlja u **lekciji L 3.2**.

Operativni nadzor **pruža informacije** od izravnog značaja za upravljanje reagiranjem na izlivanje ulja, **služi za procjenu** stvarne situacije tijekom onečišćenja uljem te **uključuje** i zračni nadzor (bilo zrakoplovom, po mogućnosti helikopterom, UAV/dronom ili satelitom) i prikupljanje/analizu uzoraka iz mora i s obale. Zapravo, prva radnja bilo kojeg reagiranja na incident onečišćenja uljem trebala bi biti pokretanje operativnog praćenja, s kojim bi zatim trebalo nastaviti na dnevnoj bazi tijekom trajanja aktivnog reagiranja, kako bi se procijenila učinkovitost aktivnosti reagiranja.

Moguća su tri komplementarna pristupa praćenju:

- usporedba podataka nakon izlivanja s onim od prije izlivanja;
- usporedba podataka iz kontaminiranih područja i iz neonečišćenih referentnih lokacija;
- praćenje promjena tijekom određenog vremenskog razdoblja.

U određenim slučajevima, kao što je npr. izlivanje male količine lakih nepostojanih proizvoda, uz nepovoljne vremenske uvjete/stanje mora, operativni nadzor može biti jedina potrebna radnja.

Osim već spomenutih razloga za monitoring tijekom incidenta onečišćenja, odluka o provedbi programa praćenja, kao dio reagiranja na izlijevanje, može se donijeti iz jednog ili više od sljedećih razloga:

- da bi se izmjerile koncentracije ugljikovodika u sedimentu ili u vodi kako bi se pomoglo u donošenju odluke o tome hoće li se nastaviti s operacijama reagiranja ili će se aktivnosti prekinuti;
- da bi se utvrdilo postoji li opasnost od prijenosa kontaminanata u ljudski prehrambeni lanac;
- da bi se utvrdili učinci incidenta onečišćenja na komercijalne vrste riba i školjka, kako bi se poduprijelo donošenje odluke o uvođenju ograničenja ribolova.

Treba naglasiti da se svi razumni troškovi vezani uz operativno praćenje (monitoring) situacije izlijevanja i njenog razvoja mogu legitimno uključiti u troškove reagiranja, a njihovu nadoknadu potraživati od onečišćivača ili njegovog osiguravatelja, ili u slučaju velikog izlijevanja postojanog ulja, od IOPC Fondova (International Oil Pollution Compensation Funds).

2.4 Praćenje nakon izlijevanja

Ovi postupci uključuju **standardno praćenje kakvoće** morske vode i specifično **praćenje okoliša** s ciljem potpore mjerama sanacije okoliša, koje je kao što je već spomenuto i opisano u **lekciji L 3.2.**

3. UZORKOVANJE

U slučaju nezakonitog ispuštanja ulja s brodova, očigledan razlog uzorkovanja je **identificiranje** počinitelja i **pružanje dokaza** za njihovo procesuiranje. U slučaju incidenta onečišćenja ulja, izvor nafte je obično poznat, te stoga uzorkovanje služi prvenstveno kao **pomoć pri donošenju odluka** o operacijama reagiranja, a potom i o **sanaciji zahvaćenih područja**.

Uzimanje uzoraka ulja ne bi trebalo predstavljati ozbiljan problem kada ga ima u dovoljnim količinama, odnosno kada je sloj ulja u moru ili na obali debeo. Jedino pitanje koje treba uzeti u obzir u takvom slučaju je čistoća posuda u koje se uzorci uzimaju. Problemi mogu nastati kada se onečišćujuća tvar raširi u vrlo tankom sloju, ali oni se mogu prevladati korištenjem namjenski dizajniranih pomagala i tehnika uzorkovanja.

Postupci uzimanja uzoraka definirani su službenim nacionalnim i međunarodnim propisima (protokolima), a uzorkovanje će, u normalnim okolnostima, provoditi osoblje upoznato s potrebnim postupcima. Ipak, kao što je već naznačeno, od osoba koje sudjeluju u reagiranju na izlivanje ponekad može biti zatražena pomoć u uzorkovanju ulja ili zauljenog materijala.

Vrste uzorkovanja koje se odnose na izlivanje ulja uključuju uzorkovanje izlivenog **ulja, vode, sedimenata i biote**. Općenito, uzorci **ulja** uzimaju se prvenstveno za **kvalitativnu** analizu, bilo kako bi se potvrdio njegov izvor (vidi stavak 2.1) ili kako bi se odredile odgovarajuće metode reagiranja, dok su uzorci vode, sedimenata i biote potrebni za kvantificiranje onečišćenja ugljikovodicima, što može biti važno za planiranje operacija reagiranja na izlivanje, a potom i sanaciju okoliša i njegovo vraćanja u prvobitno stanje.

Količine ulja ili zauljenog materijala koje su potrebne za analize obično su male. Tablica u nastavku prikazuje tipične količine uzoraka potrebne za analizu ugljikovodika.

Tablica 1: Smjernice za tipičnu količinu uzorka potrebnog za analizu ugljikovodika

Opis	Naznaka minimalne potrebne količine (po uzorku)
Uzorak čistog izvornog ulja	30 – 50 ml
Kontaminirano ulje (npr. ulje s mora ili obale, grudice katrana s pijeskom, emulgirano ulje, itd.	10 – 20 g
Zauljeni otpad, pijesak onečišćen uljem	Dovoljna količina da sadržaj ulja bude oko 10 g
Zauljeno perje	5 -10 pera, zavisno o prisutnoj količini ulja
Ribe, školjke (meso i organi)	Više primjeraka iste vrste, ukupne težine oko 30 g
Uzorak vode s vidljivim uljem	1 litra
Uzorak vode bez vidljivog ulja	3 – 5 litara

Preneseno iz "Technical Information Paper 14 – Sampling and Monitoring of Marine Oil Spills", ITOPF, London, UK, 2012

3.1 Uzorkovanje izlivenog ulja

Uzorci ulja koje pluta na morskoj površini mogu se prikupiti izravno **posudama za uzorkovanje**, upijajućim **jastučićima** i **kantama** pričvršćenim na konop ili na produžni štap. Ako se uzorak uzima **s brodice**, treba ga uzeti s pramca, kako bi se izbjegla kontaminacija s uljnim filmom s trupa čamca, ispušnim plinovim motora ili rashladnom vodom.

Za uzimanje uzoraka ulja iz tankih uljnih filmova na morskoj površini koriste se guste mrežice ili (stožasti) tuljci za uzorkovanje, upijajući jastučići ili posebne spužve. Uz uzorak laboratoriju treba dostaviti i čiste, neiskorištene mrežice ili jastučići za uzorkovanje, kao reference za analizu.

Ulje koje je nanoseno na obalu i prilijepljeno za tvrdnu površinu može se prikupiti **struganjem** i skupljanjem u posudu za uzorke.

Odgovarajući “lanac čuvanja” uzoraka uključuje **skladištenje**, **označavanje** (mjesto, datum, vrijeme...), **pečaćenje** (u prisutnosti svjedoka), **pakiranje** (u podstavljene kutije s razdjelnicima) i **otpremu** u laboratorij. Svaki od ovih koraka mora biti pravilno dokumentiran.

Uzorke ulja treba **čuvati (pohraniti)** u staklenim, metalnim ili Teflonskim[®] posudama (jer određeni plastični materijali mogu reagirati s ugljikovodicima), na temperaturi od 4-5 °C (ali ne smrznute), te poslati u laboratorij čim prije moguće. **Stabilizacija** (uzorka) na terenu može biti potrebna ako se očekuje kašnjenje u slanju uzoraka u laboratorij, ali to treba učiniti kvalificirano osoblje.

U slučaju namjernog ispuštanja ulja, identifikacija izvora onečišćenja putem uzoraka uzetih s morske površine ili s obale prihvatit će se kao pravovaljani dokaz samo pod uvjetom da je uzorak sumnjivog naftnog tereta ili ulja iz strojarnice sumnjivog broda također dostupan i da ga se može usporediti s uzorkom uzetim s mora ili obale. Čuvanje na brodu uzoraka ulja uzetih tijekom utovara tereta i goriva (za slučaj komercijalnih sporova) standardna je radna praksa na trgovačkim brodovima. Ako oni nisu dostupni, uzorci se moraju uzeti iz tankova za teret i strojarnica sumnjivih plovila po dolasku u najbližu luku.

3.2 Uzorkovanje vode

Mjerenja kvalitete vode mogu se obaviti na licu mjesta pomoću **terenskih senzora** (koji mogu pružiti općenite podatke o pH, salinitetu, vodljivosti, COD, BPK ili **podatke specifične za ulje** npr. koncentracijama dispergirano ulja) ili **prikupljanjem uzoraka** i njihovim slanjem u laboratorij za analize, što je još uvijek najčešća praksa. Kako bi se izbjegla kontaminacija uljnim filmovima prisutnim na površini vode, uzorci se uzimaju iz vodenog stupca pomoću uređaja za uzorkovanje koji se spuštaju na željenu dubinu vode kada su zatvoreni, a zatim se otvaraju i ponovno zatvaraju prije izvlačenja.

3.3 Uzorkovanje sedimenta

Sedimenti se mogu uzeti iz zona ispod razine plime ili zona između razina plime i oseke. U prvom slučaju uzorci se uzimaju plitkim grabalicama, a u drugom slučaju površinskim strugačima ili posebnim alatom za vađenje uzoraka. Obuka je potrebna za operatere obje vrste uređaja.

3.4 Uzorkovanje biote

Uzorci biote mogu uključivati i divlje vrste i uzgojene vrste. Metoda koja se koristi ovisi o tipovima potrebnih vrsta: vrste koje žive u blizini morskog dna ili u vodenom stupcu, vrste koje žive na morskome dnu ili u sedimentima, kao i ptice i sisavci. Uzorci iz marikulturnih objekata uzimaju se zajedno s upraviteljima tih objekata, dok se uzorci komercijalno eksploatiranih vrsta mogu kupiti od ribara ili prikupiti zajedno s njima.

Uzorci ptica i sisavaca mogu se uzeti s leševa uginulih životinja ili na nenametljiv način (npr. s krzna ili perja) sa živih životinja. Uzimanje uzoraka biote također zahtijeva specijalizirano, osposobljeno osoblje.

PRAĆENJE OKOLIŠA (EKOLOŠKI MONITORING)

1. UVOD

Praćenje okoliša obično ima za cilj **kvantificiranje onečišćenja ugljikovodicima**, te je stoga nužno da se usredotoči na sedimente ili druge komponente područja koje je potencijalno kontaminirano, a **ne na ulje** koja je izliveno i koja je bilo cilj praćenja tijekom operacija reagiranja na izljev.

Razlog za provođenje monitoringa okoliša, koji su relevantan za ovaj Program, prvenstveno je **praćenje oporavka okoliša**.

Ova lekcija ima za **cilj** pružiti sudionicima u Programu osnovna znanja o praćenju reagiranja nakon izlivanja, budući da od njih može biti zatraženo da pomognu u aktivnostima programa praćenja nakon obustave operacija izravnog reagiranja na izlivanje.

2. PRAĆENJE (MONITORING) OKOLIŠA

Za potrebe ove lekcije, ekološki (znanstveni) monitoring će značiti bilo koju vrstu praćenja koja se poduzima u svrhu koja nije pružanja informacija za usmjeravanje reagiranja na izlivanje ulja. On počinje nakon što je prekinuto izravno reagiranje na izlivanje i o njemu bi se trebale prethodno dogovoriti relevantne (nacionalne, regionalne, lokalne) vlasti i onečišćivač ili njegov osiguravatelj. Znanstveni monitoring okoliša ima za cilj utvrđivanje **dugotrajnog utjecaja** onečišćenja na lokacije, populacije i vrste u zahvaćenom području, služi kao temelj za aktivnosti obnove okoliša i nužan je za **razumnu obnovu okoliša** nakon incidenta onečišćenja.

Prvo bi trebalo istražiti je li vraćanje u prvobitno stanje izvedivo, zatim pratiti njegov napredak i konačno utvrditi kada je vraćanje doseglo dovoljnu fazu da ga se zaključi.

Naglašavamo da u slučaju manjih izlivanja koja ne prijete nekim posebnim resursima, **praćenje nakon izlivanja nije potrebno**.

Odluka o provedbi programa praćenja nakon izlivanja ipak se može donijeti zbog:

- mjerenja koncentracija ugljikovodika u vodi ili sedimentima;
- utvrđivanja kada prestaje postojati rizik od prijenosa onečišćenja u ljudski prehrambeni lanac i kada se ograničenja ribolova mogu ukinuti;
- utvrđivanja mogu li se uočeni učinci na okoliš pripisati povećanim koncentracijama ulja u vezi s određenim incidentom onečišćenja;
- utvrđivanja pada koncentracija ugljikovodika u morskome okolišu i praćenja oporavka;
- identificiranja uvjeta prikladnih za pokretanje i održavanje mjera obnove;
- pokazivanja da je šteta uzrokovana izlivanjem procijenjena, da je oporavak u tijeku i da se koncentracije ulja u morskome okolišu vraćaju na prijašnje razine.

Cilj svakog programa praćenja mora biti pružanje **pouzdanih, objektivnih i korisnih** informacija kako bi se odgovorilo na specifične, racionalne zabrinutosti oko prisutnosti u okolišu izlivenog ulja. Specifične ciljeve programa postavljaju nadležna tijela, ili kao reakciju na specifične zahtjeve (za odštetu) protiv onečišćivača, a treba ih zadati u ranoj fazi, u suradnji sa svim uključenim stranama.

2.1 Trošak praćenja (monitoringa)

Bez obzira na to tko će platiti program praćenja, dobra je praksa pripremiti prijedlog proračuna po stavkama. Prijedlog bi se trebao raspraviti sa strankama koje plaćaju naknadu, prije početka praćenja.

Tablica 1: Tipične komponente prijedloga proračuna monitoring (praćenja)

PODLOGA	UZORKOVANJE	ANALIZA	LOGISTIKA
<ul style="list-style-type: none"> slučaj, ime, datumi, lokacija imena / pripadnost znanstvenom timu ciljevi, metode, postupci 	<ul style="list-style-type: none"> trajanje, učestalost geografski obuhvat vrste uzoraka 	<ul style="list-style-type: none"> laboratoriji koji obavljaju analize plan analiza i povezani troškovi predaja podataka za objavljivanje izvješća 	<ul style="list-style-type: none"> opis troškova opreme i materijala troškovi posebne logističke potpore troškovi potovanja i smještaja

Preneseno iz "Technical Information Paper 14 – Sampling and Monitoring of Marine Oil Spills", ITOPF, London, UK, 2012

Općenito, trošak praćenja trebao bi odražavati razinu uloženog truda, učestalost istraživanja, broj uzoraka, vrste analiza, a mora biti proporcionalan opsegu problema koji se obrađuju.

2.2 Praćenje onečišćenja obale i tla

Znanstveni ekološki monitoring onečišćenja obale ima za cilj određivanje dugoročnih utjecaja onečišćenja na materijale, okoliš i vrste koje žive na zahvaćenom području. Zahtijeva dubinsko poznavanje vrsta zahvaćenih obala. Rezultati praćenja trebaju uključivati:

- detaljan prikaz napretka onečišćenja obale i uklanjanja onečišćujuće tvari;
- sažetak fizikalne i kemijske degradacije obale zagađivačem i njezinog prirodnog ili potpomognutog vraćanja u prijašnje stanje;
- evidenciju utjecaja na karakteristične vrste i staništa na zahvaćenom području (dugoročne posljedice na floru i faunu).

Vjetar i valovi mogu prenijeti onečišćujuće tvari od obale prema kopnu (u ekstremnim slučajevima do nekoliko stotina metara). Ako je došlo do kontaminacije tla, možda će i nju biti potrebno pratiti.

Takvo dugoročno praćenje okoliša provode botaničari i specijalizirani biolozi. Ako se planira botanička obnova, tehnike koje će se koristiti mogu se kretati od jednostavnog obrezivanja vegetacije kako bi se potaknuo novi rast, do sadnje reznica nakon čišćenja tla.

Praćenje na kopnu uključuje:

- procjenu štete;
- planiranje obnove;
- pripremu i cjelokupni prikaz prirodne obnove i provedenih zahvata.

2.3 Praćenje onečišćenja vode

Cilj mu je utvrditi dugoročni utjecaj onečišćenja na vodni stupac i populacije koje žive u vodi. Ovu vrstu monitoringa provode oceanografi, uz podršku kemičara, biologa i ekotoksikologa. Glavne vrste praćenja u ovoj skupini uključuju:

- praćenje koncentracije i razgradnje (uključujući biorazgradnju) onečišćujuće tvari u stupcu vode;
- posebno praćenje razina kontaminacije koje odgovaraju poznatim pragovima opasnosti, za posebno opasne molekule/spojeva;
- praćenje bioakumulacije onečišćujućih tvari i progresivne dekontaminacije vodenih životinja i biljaka; i
- praćenje posljedica po biološku ravnotežu u zahvaćenom okolišu i progresivno uspostavljanje te ravnoteže.

2.4 Praćenje obalnih močvarnih područja

Obalne (a posebno slane) močvare i njihova populacija među glavnim su žrtvama izlivanja ulja. Osim toga, priroda močvarnih područja praktički isključuje učinke prirodnog čišćenja, dok njihova osjetljivost ozbiljno ograničava mogućnosti čišćenja, uključujući ručno čišćenje. Infiltraciju ulja ili drugih onečišćujućih tvari u takva područja potiče redovito izmjenjivanje pristizanja i povlačenja vode tijekom plimnog ciklusa.

Slijedom toga, obalnim močvarama treba dati visoki prioritet za dugoročni ekološki monitoring (praćenje okoliša):

- kvalitativnih parametara (specifične raznolikost); i

- kvantitativnih parametara (količine i evolucije onečišćujuće tvari, brojnosti vrsta, napredovanja biomase).

MJERENJE UZORAKA ULJA

1. UVOD

Rezultati aktivnosti praćenja (monitoringa) poduzetih prije, tijekom i nakon izlivanja ulja, u potpunosti će ovisiti o rezultatima kemijskih analiza uzoraka uzetih u sklopu programa praćenja.

Analize se obično provode u certificiranim (licenciranim) laboratorijima, koji mogu biti javni ili privatni.

Analiza ulja i zauljenih uzoraka uzetih s mjesta kontaminiranih tijekom incidenta onečišćenja visoko je specijaliziran posao koji nužno obavljaju stručnjaci iz tog područja.

Cilj ove lekcije je samo informirati sudionike u Programu o različitim analitičkim tehnikama koje se koriste i razlozima njihove primjene.

2. ANALITIČKE METODE I TEHNIKE KOJE SE KORISTE

Ne postoje univerzalno primjenjivi standardi ili smjernice za analizu uzoraka od onečišćenja uljem, no postoje različiti relevantni protokoli na međunarodnoj i nacionalnoj razini koji se mogu slijediti tijekom analize uzoraka. To uključuje protokole koje su objavile sljedeće organizacije:

- European Committee for Standardization (CEN);
- American Society for Testing and Materials (ASTM);
- American Petroleum Institute (API);
- US Environmental Protection Agency (US EPA);
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME).

Prije početka analiza, uzorke zaprimljene u laboratoriju potrebno je očistiti kako bi se uklonili strani materijali (npr. otpaci) i koncentrirali ugljikovodični spojevi (obično ekstrakcijom otapalom i kromatografijom). Nakon ovih preliminarnih postupaka slijedi jedna ili više od sljedećih analitičkih tehnika.

2.1 Ultraljubičasta fluorescencija (UVF)

UVF je kvalitativna i kvantitativna analitička metoda koja se koristi za otkrivanje prisutnosti ulja u uzorcima. Sposobna je detektirati vrlo niske koncentracije ulja u vodi (do 0,1 µg/l), a može odrediti i 1,0 mg/kg nafte u sedimentima.

Smatra se brzom i vrijednom tehnikom za potvrđivanje prisutnosti ulja, ali se ne koristi rutinski za potvrdu izvornog uzorka, jer to zahtijeva analizu pojedinačnih komponenti ulja. UVF nije prikladan za "daktiloskopsku" analizu jer neke molekule ne-ugljikovodika mogu interferirati sa signalima koje emitiraju policiklički aromatski ugljikovodici (PAH) koji karakteriziraju svako ulje.

2.2 Plinska kromatografija – detekcija plamene ionizacije (GC-FID)

GC je analitička tehnika za odvajanje složenih smjesa ugljikovodika u ulju u sastavne molekularne skupine, dok je FID senzor koji reagira na ione oslobođene izgaranjem molekula ispranih iz GC kolone. Rezultati se računalno obrađuju i pokazuju vrhove koji odgovaraju spojevima koji su prisutni u višim koncentracijama.

GC-FID se može koristiti za relativno brzo ispitivanje i „daktiloskopiju“ uzoraka ulja, ali se koristi i za kvantitativno mjerenje ugljikovodika.

2.3 Plinska kromatografija – masena spektrometrija (GC-MS)

Spojeni GC-MS sastoji se od plinskog kromatografa povezanog s masenim spektrometrom, koji detektira i analizira svaku molekulu zasebno, te omogućuje točnu detekciju i identifikaciju molekula, visoke rezolucije. Rezolucija MS-a je visoka, što ga čini prvorazrednom tehnikom za identifikaciju biomarkera, hlapljivih organskih spojeva (VOC) i specifičnih PAH-a. Granice detekcije za GC-MS su vrlo niske (0,1 µg/kg).

2.4 Odabir odgovarajuće tehnike

Odabir ovisi o ciljevima programa praćenja.

Za dokazivanje da je uzorak izljeva uzet iz sumnjivog izvora, uzorak se podvrgava kvalitativnoj analizi korištenjem GC-FID probira i GC-MS analize bioloških markera (biomarkera).

Ako je programom praćenja predviđeno praćenje ukupnog sadržaja ugljikovodika u uzorcima uzetim u zahvaćenom okolišu i bilježenje povratka na prijašnje razine, koristit će se UVF i GC-FID.

GS-MS se koristi za analizu biote, a posebno za analizu vrsta namijenjenih prehrani ljudi, kada je potrebno mjerenje koncentracija PAH-a.

SANACIJA MORSKOG OKOLIŠA UGROŽENOG IZLJEVANJEM ULJA

1. UVOD

Engleski izrazi za sanaciju (*remediation*), obnovu (*restoration*) i vraćanje u prijašnje stanje (*reinstatement*) često se koriste naizmjenično u kontekstu šteta u okolišu uzrokovanih incidentima onečišćenja uljem, iako zakoni pojedinih država svakog od njih različito definiraju. Za potrebe ovog Priručnika "sanacija" se prvenstveno koristi kao zamjena za **"biološku sanaciju (bioremedijaciju)"**, dok se "vraćanje u prijašnje stanje" (ili "obnova") koristi za svaku radnju usmjerenu na vraćanje okoliša u stanje prije incidenta.

"Priručnik o potraživanjima" Međunarodnih fondova za kompenzaciju zagađenja uljem (IOPC Fondovi) navodi da „...bi cilj svake razumne mjere **vraćanja u prijašnje stanje** trebao biti ponovno uspostavljanje biološke zajednice u kojoj su organizmi [koji su bili] karakteristični za tu zajednicu u vrijeme incidenti, prisutni i funkcioniraju normalno". Lekcija **L 3.5** bavi se takvim "razumnim mjerama", dok se ova lekcija usredotočuje na osnovne koncepte biološke sanacije (bioremedijacije).

Cilj lekcije je polaznicima Programa pružiti osnovne informacije o bioremedijaciji kao metodi obnove obalnog morskog okoliša koji je zahvaćen izlivanjem nafte.

2. BIOREMEDIJCIJA

Bioremedijacija se odnosi na korištenje bilo prirodno prisutnih bilo namjerno unesenih mikroorganizama, za konzumiranje i razgradnju tvari koje onečišćujuću okoliš, kako bi se očistilo zagađeno mjesto (lokacija).

To je proces obrade onečišćenog okoliša (vode, tlo i podzemnog materijala) promjenom ekoloških uvjeta, usmjerenom na poticanje rasta mikroorganizama i razgradnju ulja. Kao što je već navedeno u lekciji **L 1.3**, postoje brojne bakterije, plijesni, gljivice, kvasci i drugi mikroorganizmi koji su prisutni u morskom okolišu i mogu biorazgraditi ulje, odnosno ugljikovodike u njemu. Kada se bioremedijacija ulja planira koristiti kao metoda obnove kontaminiranih mjesta, glavni je zahtjev da takvi mikroorganizmi budu prisutni u dovoljnim količinama da relativno brzo razgrade ulje.

Biorazgradnja (biološka razgradnja) je najkorisnija za razgradnju ulja na tlu (ali ne baš na obali), jer se fizički, kemijski i biološki čimbenici mogu kontrolirati. Razvijeno je nekoliko tehnika biorazgradnje koje se koriste za povećanje prirodne stope razgradnje nafte. Mogu se primijeniti na **mjestu koje je kontaminirano** (*in situ*) ili na nekom **drugom mjestu**. Prednost korištenja biorazgradnje *in situ* je u tome što je isplativa i nedestruktivna, dok primjena izvan to mjesta zahtijeva iskop onečišćenog materijala, njegov transport do mjesta obrade i povratak na izvorno mjesto, što drastično povećava troškove. Dvije najčešće tehnike bioremedijacije su:

2.1 Biostimulacija

Metoda se temelji na dodavanju hranjivih tvari (koji bi mogli ograničiti stopu rasta mikrobne populacije ako se iscrpe) kako bi se ubrzala biorazgradnja ulja od strane autohtonih (prirodno prisutnih) bakterija. Hranjive tvari koje se dodaju moraju biti bogate dušikom i fosforom. Učinkovita bioremedijacija zahtijeva da hranjive tvari ostanu u kontaktu s zauljenim materijalom, a njihove koncentracije trebaju biti dovoljne da podrže maksimalnu brzinu rasta mikroorganizama koji razgrađuju ulje. Tehnike "land-farminga" (spomenute u lekciji **L 2.9**) mogu se primijeniti, ako je moguće, kako bi se biorazgradnja dodatno pospješila.

2.2 Bioaugmentacija

Bioaugmentacija je tehnika bioremedijacije koja se temelji na dodavanju mikroba koji razgrađuju ulje zauljenom materijalu, kako bi se nadopunila postojeća mikrobna populacija. Međutim, kako se populacija mikroba koji razgrađuju ugljikovodike brzo prirodno povećava u prisutnosti ulja, gotovo je nemoguće dodatno povećati veličinu populacije iznad veličine koja se postiže samo biostimulacijom.

RAZUMNE MJERE ZA VRAĆANJE OKOLIŠA U PRIJAŠNJE STANJE

1. UVOD

Svako pojedino morsko okruženje podržava biljke i životinje koje žive u njemu, kao i razne ljudske aktivnosti na obali i na moru. Izlijevanje ulja može utjecati i na normalno funkcioniranje prirodnog ekosustava i na ljudske gospodarske aktivnosti koje ovise o njegovom ispravnom funkcioniranju. Stoga bi vraćanje morskog okoliša u stanje u kakvom je bilo prije izlijevanja ulja moglo biti potrebno, posebice u slučaju kada je obalno područje zahvaćeno većim izlijevanjem.

S druge strane, mora se uzeti u obzir da je morski okoliš prirodno vrlo otporan, podložan ekstremnom rasponu fizičkih uvjeta, pa vrlo često nakon izlijevanja ulja ograničene veličine i učinaka poduzimanje mjera za vraćanje okoliša u prijašnje stanje možda uopće neće biti potrebno.

Priručnik o zahtjevima (za *kompensaciju štete*) Međunarodnih fondova za kompensaciju onečišćenja uljem (IOPC Fondovi) navodi da bi „cilj svake razumne mjere za **vraćanje u prijašnje stanje** trebao biti ponovno uspostavljanje biološke zajednice u kojoj su organizmi, karakteristični za tu zajednicu u vrijeme incidenta, prisutni i normalno funkcioniraju”.

Ova lekcija usredotočuje se na mjere za vraćanje u prijašnje stanje koje se smatraju razumnim prema gornjoj definiciji i ima za cilj pružiti sudionicima u Programu osnovne informacije o takvim mjerama.

2. MJERE ZA VRAĆANJE U PRIJAŠNJE STANJE

Hoće li mjere za vraćanje u prijašnje stanje biti potrebne ili ne, ovisi o **osjetljivosti** zahvaćenih resursa na onečišćenje uljem i njihovoj **prirodnoj stopi oporavka**.

Neke vrste pate od subletalnih učinaka kao što su smanjena prehrana i reprodukcija, a mlade jedinke, jaja i ličinke posebno su osjetljivi na otrovne komponente ulja. Ipak, takvi se utjecaji **rijetko mogu uočiti na populacijskim razinama** u okolišu, zbog npr. dolaska novih jedinki iz susjednih, nezahvaćenih područja.

Cilj mjera za vraćanje u prijašnje stanje trebao bi biti **poboljšanje obnove** oštećenog okoliša.

Alternativni koncept vraćanja pogođenog mjesta u teoretsko stanje koje bi postojalo da do izlivanja nije došlo, obično nije primjenjiv jer točno stanje okoliša prije izlivanja nije poznato.

Kako bi se smatrale razumnim, mjere za vraćanje u prijašnje stanje trebale bi:

- imati za cilj jačanje obnove oštećene komponente okoliša;
- imati realne izgleda da značajno ubrzaju prirodni proces oporavka;
- temeljiti se na ispravnim znanstvenim načelima;
- imati za cilj sprječavanje daljnje štete kao posljedica incidenta;
- ne dovesti do degradacije drugih staništa ili štetnih posljedica po druge prirodne ili gospodarske resurse;

- biti osmišljene tako da se osigura povezanost poduzetih mjera i oštećene komponente okoliša; i
- biti tehnički izvedive.

Posljednje, ali ne i najmanje važno, troškovi mjera za vraćanja u prijašnje stanje trebaju biti razmjerni opsegu i trajanju štete, te koristima koje će se vjerojatno postići.

3. MOGUĆE MJERE ZA VRAĆANJE RAZLIČITIH STANIŠTA U PRIJAŠNJE STANJE

STANIŠTE	MOGUĆE MJERE
Pješčane plaže	Ponovno profiliranje plaže, nadomještanje pijeska
Pješčane dine	Ponovna sadnja biljaka koje žive na dinamama
Kamenite obale	Ponovna kolonizacija ili ponovna sadnja, da bi se obnovila lokalna populacija
Slane močvare	Program ponovne kolonizacije i presađivanja da bi se stanište obnovilo i poboljšalo
Zajednice morske trave	Vraćanje staništa u prijašnje stanje kroz programe presađivanja i ponovnog sijanja da bi se lokalna zajednica obnovila i poboljšala
Koraljni grebeni	Rekonstrukcija ili ponovna kolonizacija staništa

* Prerađeno iz "Smjernica za podnošenje zahtjeva za štetu po okoliš", IOPC Funds, London, UK, 2018.

4. MOGUĆE MJERE ZA VRAĆANJE RAZLIČITIH POPULACIJA U PRIJAŠNJE STANJE

POPULACIJA	MOGUĆE MJERE
Morski sisavci	<ul style="list-style-type: none"> Hvatanje, čišćenje, rehabilitacija i puštanje Uzgoj u zatočeništvu i puštanje
Morski gmizavci	<ul style="list-style-type: none"> Hvatanje, čišćenje, rehabilitacija i puštanje Prikupljanje i premještanje kornjačinih jaja Kontrola grabežljivaca
Ptice	<ul style="list-style-type: none"> Hvatanje, čišćenje, rehabilitacija i puštanje Kontrola grabežljivaca
Ribe i školjke	<ul style="list-style-type: none"> Poribljavanje

* Prerađeno iz "Smjernica za podnošenje zahtjeva za štetu po okoliš", IOPC Funds, London, UK, 2018.