



# **ÖLJYN POISTAMINEN VEDESTÄ**

Satu Vehmaa

Opinnäytetyö

Lokakuu 2012

Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan  
koulutusohjelma

Kemiantekniikan suuntautuminen

Tampereen ammattikorkeakoulu

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Tampere University of Applied Sciences

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Paperi-, tekstiili- ja kemiantekniikan koulutusohjelma  
Kemiantekniikan suuntautuminen

SATU VEHMAA: Öljyn poistaminen vedestä

Opinnäytetyö 26 s.  
Lokakuu 2012

---

Suurimmalle osalle meistä suomalaisista puhdas vesi on itsestäänselvyys. Näin asia ei kuitenkaan kaikilla ole. Yksi suurimmista haasteista vedenpuhdistusprosessissa on poistaa öljy vedestä. Tämän työn tarkoituksena oli selvittää nykyään käytetty käyttökelpoisiin menetelmä, jolla öljy voidaan poistaa vedestä. Öljyvahinkoja ei ole pystytty estämään ja valitettavasti öljyturmilta tuskin pystytään välttymään tulevaisuudessakaan. Työssä käsitellään asiaa lähinnä teollisuuden näkökulmasta eli lähinnä suurien öljymäärien poistamiseen käytettyjä menetelmiä. Tämä opinnäytetyö tehtiin käyttäen kvalitatiivista tutkimusta eli käytettiin jo olemassa olevia dokumentteja.

Öljyturman sattuessa merellä, alue rajataan mahdollisimman nopeasti jonka jälkeen öljyä aletaan pumpata vedenpinnalta säiliöihin. Putkistoissa kulkeva öljyä sisältävä jätevesi johdetaan jätevedenpuhdistamoon, jossa on erillinen yksikkö öljyn puhdistusta varten. Öljyn puhdistus vedestä on monivaiheinen prosessi, joka on osa suurempaa jätevedenpuhdistusprosessia. Öljyä poistettaessa ensin johdetaan öljypitoinen jätevesi kokooma-altaaseen, jonka jälkeen veteen lisätään erotusainetta ja käytetään se sentrifugissa. Lopuksi tapahtuu vielä ultrasuodatus sekä tämän jälkeen vesi vielä neutraloidaan. Neutraloinnin jälkeen vesi jatkaa matkaansa jätevedenpuhdistusprosessissa.

Jotta öljyltä vesistöissä vältytään, öljyn käytön määrää vähennetään. Esimerkiksi sähköautojen käyttöä lisätään ja energiaa tuotetaan muilla tavoin. Öljyn kuljetusta myös vähennetään. Öljyä kuljettavat alukset tarkastetaan tietyin väliajoin, jotta öljyvuodoilta vesistöissä vältytään. Myös tietoutta öljyvahinkotilanteissa toimimisesta lisätään. Monilla öljyntorjunta-aluksilla on liian vähän henkilökuntaa lähtövalmiudessa, jos öljyvahinko tapahtuu.

**ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu

Tampere University of Applied Sciences

Degree Programme in Paper, Textile and Chemical Engineering

Option of Chemical Engineering

SATU VEHMAA: Removing Oil from Water

Bachelor's thesis 26 pages

October 2012

---

For the most part of Finnish people the fresh and clean water is axiomatic and isn't concerned as rare or valuable material, all thought this is not the case for everyone. One of the biggest issues on water cleaning is separating oil from water. Purpose of this thesis was to find out most effective way to separate oil from water. Focus is mainly on industry's point of view, separating larger amounts of oil and water from each other. This thesis has been made mainly observing and using existing documents.

When oil accident occurs, it is essential that area is closed as soon as possible, after that the oil can be pumped to container. Oiled water running in the pipes is guided to unit contracted for this purpose on water cleaning facility. It is essential that we reduce oil usage and transporting in the future to reduce the risk of oil catastrophe.

**SISÄLLYS**

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | JOHDANTO.....                           | 5  |
| 2 | VESI.....                               | 6  |
|   | 2.1 Yleistä .....                       | 6  |
|   | 2.2 Rakenne .....                       | 6  |
|   | 2.3 Ominaisuudet .....                  | 7  |
|   | 2.4 Käyttötarkoitukset.....             | 8  |
|   | 2.5 Tilastotietoja .....                | 9  |
|   | 2.6 Puhtaan veden laatuvaatimukset..... | 9  |
| 3 | ÖLJY .....                              | 10 |
|   | 3.1 Yleistä .....                       | 10 |
|   | 3.1.1 Raakaöljy.....                    | 10 |
|   | 3.1.2 Voiteluöljyt .....                | 11 |
|   | 3.2 Haittoja.....                       | 12 |
| 4 | ÖLJY VESISTÖISSÄ .....                  | 15 |
|   | 4.1 Öljyn pääseminen vesistöihin .....  | 15 |
|   | 4.2 Jätevesien käsittely .....          | 15 |
|   | 4.3 Öljyn poistaminen.....              | 16 |
|   | 4.3.1 Vesistöistä .....                 | 16 |
|   | 4.3.2 Teollisuuden jätevesistä .....    | 18 |
|   | 4.4 Öljyn torjuminen vesistöistä .....  | 20 |
| 5 | LOPUKSI .....                           | 22 |
|   | 5.1 Jäteöljyn käsittely .....           | 22 |
|   | 5.2 Raakaveden laatuvaatimukset.....    | 22 |
| 6 | POHDINTA.....                           | 24 |
|   | LÄHTEET.....                            | 25 |

## 1 JOHDANTO

Vesi on meille elinehto, joten on erittäin tärkeää, ettei ihminen toiminnallaan pilaa vesistöjä käyttökelvottomiksi. Öljyn poistaminen vedestä on yksi suurimmista vedenpuhdistusprosessin haasteista. Mitä öljy sitten on? Miksi sitä ei saa olla veden seassa ja miten sitä pääsee veden sekaan? Miten öljyä voidaan poistaa vedestä? Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on perehtyä näihin kysymyksiin sekä erityisesti kuvata kuinka öljy saadaan poistettua vedestä öljykatastrofin sattuessa. Tämä työ kuvaa myös sitä osaa jätevedenpuhdistusprosessista, jossa öljynerotus jätevesistä tapahtuu. Tarkoitukseni oli käsitellä mahdollisimman käyttökelpoisia menetelmiä, joilla öljy saadaan poistettua vesistä. Käsiteltäviä menetelmiä ovat öljyn poistaminen vesistöistä puomittamalla alue ja pumppaamalla tämän jälkeen vedenpinnalle jäävä öljy säiliöihin sekä poistaa jätevesien mukana kulkeutuva öljy erikseen suunnitellussa jätevedenpuhdistuslaitoksen osassa. Työssä käytettävät menetelmät ovat tarkoitettu suurille öljymäärille sekä teollisuuden käytettäväksi. Yksityinen henkilö voi puhdistaa pieniä määriä öljyä vedestä erilaisin menetelmin, joihin tässä työssä ei ole keskitytty.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on kerätä tietoa öljyn poistamisesta vesistä sekä saada kokonaiskuva tästä vaativasta prosessista sekä öljyvahinkojen ehkäisemisestä erilaisten lähteiden avulla. Opinnäytetyössä on käsitelty vain yhtä tapaa poistaa öljy vesistöistä, mutta varmasti teollisuudessa on myös monia muita käytössä olevia tapoja, joista ei kirjallisuudesta tai olemassa olevista dokumenteista löydy vielä tietoa. Harvat yritykset ovat halukkaita julkaisemaan heillä käytössä olevaa menetelmää tai antamaan siitä tietoja ulkopuolisille.

## 2 VESI

### 2.1 Yleistä

Kun vety palaa, eli reagoi ilmassa olevan hapen kanssa, syntyy vesihöyryä. Palamisen tuotteena saadaan vettä. Vesi on välttämätöntä elämälle. (Ketvel & Toivonen 1986, 9.) Vesi on hajuton ja mauton neste, joka on väriltään aavistuksen sinertävää, mutta lähes väritöntä. Maapallomme kokonaispinta-alasta yli kaksi kolmasosaa eli noin 1,46 miljardia kuutiometriä on veden peittämää. Vettä esiintyy maan luonnonoloissa kaikissa kolmessa olomuodossa eli jäänä, nesteenä ja kaasuna. Vesi on tavallinen aine, joka pystyy esiintymään kaikissa näissä kolmessa olomuodossa. (Krämer 2009, 13, 29, 37, 47.) Kasvien ja eläinten massasta vettä on 50-90%. (Kalkku, Kalmi & Korvenratanta 2004, 20). Havainnoillistamaan veden tärkeyttä on taulukossa 1 esitetty muun muassa kasvien ja eläinten vesipitoisuuksia.

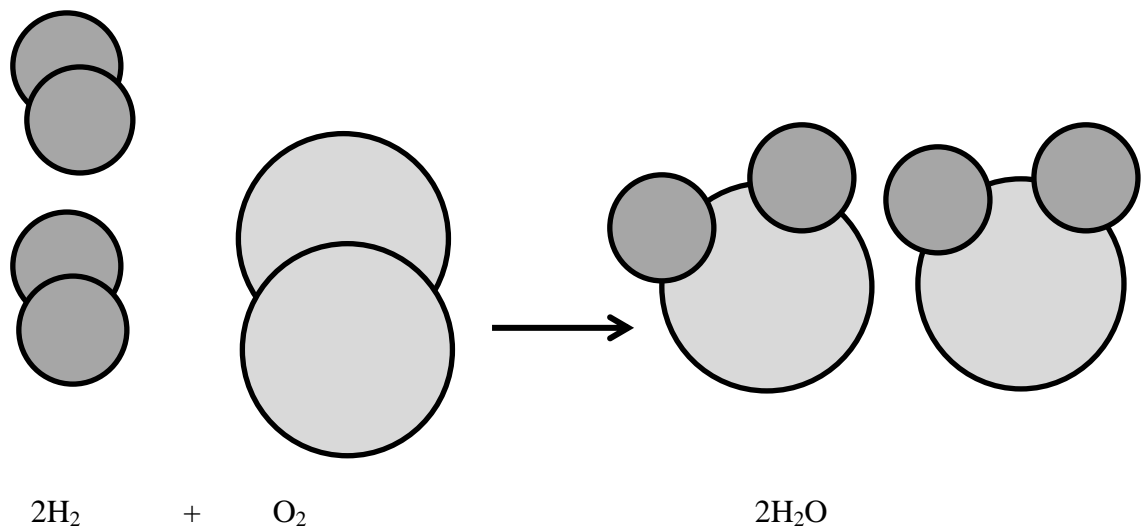
TAULUKKO 1. Esimerkkejä erilaisista vesipitoisuuksista. (Hillamo, Piironen, Aspholm, Hirvonen, Lavonen, Penttilä, Saari & Viiri 2004, 111, muokattu)

| kasvi/eläin      | vesipitoisuus % |
|------------------|-----------------|
| kurkku           | 96              |
| vesimeloni       | 93              |
| ihmisen aivot    | 85              |
| kastemato        | 80              |
| kana             | 74              |
| ihminen          | 67              |
| ihmisen lihakset | 33              |

### 2.2 Rakenne

Vesi sisältää siis happea ja vetyä. (Hillamo ym. 2004, 112). Vesimolekyylissä vetyatomiin on sitoutunut kovalenttisella sidoksella happiatomiin. Vesiatomissa olevat kaksi kovalenttista sidosta ovat molemmat poolisia. Vesi on siis poolinen eli polaarinen aine. (Kalkku ym. 2004, 20.) Hyvä esimerkki veden polaarisuudesta on ruuan lämmitys mikroaaltouunissa. Suuritaajuinen ja nopeasti vaihtuva sähkömagneettinen kenttä saa veden pooliset molekyylit värähtelemään ja tämän ansiosta ruoka lämpiää. (Kalkku ym.

2004, 21.) Kuvassa 1 on havainnollistettu kuinka vesimolekyyli muodostuu vedyn palassa.



KUVA 1. Vesi molekyylin muodostuminen (Hillamo ym. 2004, 112, muokattu)

### 2.3 Ominaisuudet

Veteen liukenee useampia aineita kuin mihinkään muuhun nesteeseen eli vesi on hyvä liuote. Veden liuottavat ominaisuudet perustuvat vesimolekyylin sähkövaraukseen. Vesimolekyylit pystyvät varauksiensa avulla tunkeutumaan moniin eri aineisiin ja näin liuottamaan ne itseensä. Kun vesi jäätyy, sen tilavuus kasvaa noin kymmenen prosenttia. Vesi on tiheintä +4-asteen lämpötilassa ja vesimolekyylit ovat pakkautuneet tällöin tiiveimmin. (Ketvel & Toivonen 1986, 9–11.) Veden tiheys jäänä on pienempi kuin nesteinä. (Kalkku ym. 2004, 22). Mikään muu neste ei pysty varastoimaan lämpöä itseensä niin hyvin kuin vesi. (Krämer 2009, 31.) Lisää veden ominaisuuksia on kuvattu taulukossa 2.

TAULUKKO 2. Veden erityisominaisuuksia (Karttunen & Tuhkanen, 2003, 195, muokattu)

| Ominaisuus                                     | Arvo         | Seuraus/vaikutus   |
|--|--------------|--|
| Molekyyli massa                                | 18 g/mol     | Isotooppisuhteita voidaan käyttää hyväksi alkuperän määrittämisessä                |
| Muodostumislämpö (25°C, 1 atm)                 | 286 kJ/mol   | Vesi on stabiili verrattuna vetyyn ja happeen                                      |
| Dipoli-momentti                                | 1,84 depues  | Vesi on hyvä liuotin ioniyhdisteille   |
| Johtokyky                                      | 70 µmho/m    | Puhdas vesi johtaa sähköä huonosti   |
| Viskositeetti                                  | 1,005 cP     | Pienenee veden lämmittäessä  |
| Pintajännitys                                  | 728 µN/cm    | Pisaran muodostuminen, kapillaari-ilmiö  |
| Tiheys   |              |  |
| jää 0°C  | 0,91671 g/ml | Suurin tiheys +4°C:ssa   |
| vesi 0°C                                       | 0,99867 g/ml | Jää kelluu-> vesistö ei jäädy kokonaan   |
| vesi 4°C                                       | 1,00000 g/ml | Terminen kerrostuneisuus   |
| Sulamislämpö (0°C)                             | 335J/g       | Suuri  |
| Höyrystymislämpö (100°C)                       | 2261J/g      | Höyry hyvä lämmön kuljetin   |
| Suurin olomuodon muutokseen vaikuttava energia |              | Tasapainottaa lämpötilan vaihtelua   |
| Höyrinpaine (20°C)                             | 17,54 mm Hg  | Haihtumisilmiö   |
| Lämpökapasiteetti                              |              | Suuri, tasoittaa luonnossa lämpötilaeroja  |
| Hyvä liuotin                                   |              | Jäte- ja ravinneaineet liukenevat, biologiset prosessit mahdollisia vesiliuoksessa |
| Läpäisee UV- ja näkyvää valoa                  |              | Läpinäkyvä, fotosynteesi mahdollinen   |

## 2.4 Käyttötarkoitukset

Vettä käytetään muun muassa juomiseen, ruuan valmistukseen, peseytymiseen, kylpyihin, lämmityslaitteissa, nurmikkojen ja kasvien kasteluun, uimaloissa, katujen pesussa, höyryvoimalaitoksissa, teollisuusprosesseissa, palontorjunnassa sekä jätteiden poistossa. Nämä toiminnot vaikuttavat myös veden laatuun. Vedellä on tärkeä merkitys terveydellisenä tekijänä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 15.) Ihmisestä pelkästään kaksi kolmasosaa on vettä. Vesi säätelee ihmiselle elintärkeitä toimintoja. (Krämer 2009, 54.) Vettä on mahdotonta korvata millään muulla aineella. Vettä on oltava määrällisesti riittävästi, jotta eläminen maapallolla olisi edes mahdollista. Luonnonkatastrofien, sodan sekä terrorismin vuoksi veden saanti voi katketa pitkäksi aikaa ja tämä näkyy heti selvänä terveydentilan heikkenemisenä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 15.) Vesi kuljettaa lämpöä, roskaa sekä liuenneita aineita mukanaan. Vesi mahdollistaa väliaineena sidoksien syntymisen esimerkiksi erilaisten kuitujen välille ja se voi myös purkaa näitä sidoksia. Vettä voidaan käyttää myös jäähdyttämiseen sekä teollisuudessa esimerkiksi pumppujen tiivistenesteinä. (Knowpulp, 2011.)



## 2.5 Tilastotietoja

Suomessa puhdistettua vettä kulutetaan noin 90-270 litraa asukasta kohti vuorokauden aikana. Kulutukseen vaikuttavat esimerkiksi asumismuoto sekä tottumukset. (Martat, 2012.) Keskimäärin suomalainen kuluttaa vettä 160 litraa vuorokaudessa. (VesiVerto). Vuonna 1999 vesilaitokset jakoivat yhteensä vettä keskimäärin 1,11miljoonaa kuutiometriä vuorokaudessa. Jäteveden puhdistamoissa käsiteltiin tuolloin yhteensä 4 145 000 asukkaan jätevedet. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 29).

## 2.6 Puhtaan veden laatuvaatimukset

Suomen ensimmäinen yleinen vesilaitos perustettiin vuonna 1876 Helsinkiin. Veden laatua alettiin valvoa 1960 -luvulla kansan terveyden vuoksi. Vesilaitoksen jakaman veden tulee aina ja kaikissa tilanteissa olla terveydelle vaaratonta ja miellyttävää käyttää. Veden yleisiä laatuvaatimuksia ovat hygieeniset, esteettiset ja tekniset laatuvaatimukset. Hygieeniset laatuvaatimukset tarkoittavat sitä, että vedessä ei saa olla terveydelle vaarallisia mikrobeja eikä myrkyllisiksi luokiteltuja aineita. Veden kiintoaine ja vieraiden aineidenpitoisuudet täytyy olla tällöin hyvin pienet. Esteettiset laatuvaatimukset edellyttävät, että vettä on myös miellyttävä käyttää. Vesi ajatellaan yleensä miellyttäväksi, kun siinä ei ole väriä, makua, hajua tai sameutta. Teknisillä laatuvaatimuksilla huolehditaan siitä, ettei vesi syövytä, tuki tai muulla tavalla vahingoita putkistoja ja laitteita. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 18–19, 41–42.)

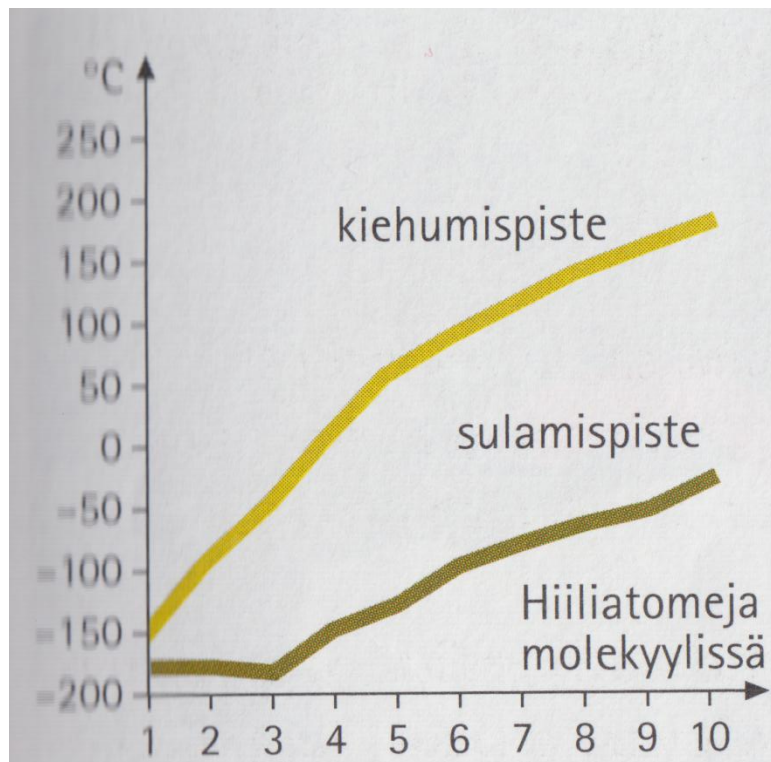
## 3 ÖLJY

### 3.1 Yleistä

Ölly on fossiilinen polttoaine. Öljyä muodostuu maan korkean paineen sekä lämmön vaikutuksesta maaperään. Suuri osa Suomeen tuotavasta öljystä jalostetaan eteenpäin muun muassa bensiiniksi ja dieselöljyksi, joita käytetään polttoaineina. Öljyä käytetään jonkin verran myös sähkön- ja lämmöntuotannossa. Suomessa ei ole omaa raakaöljytuotantoa. Öljyä poltettaessa syntyy hiilidioksidia, rikkidioksidia ja raskasmetallipäästöjä. Rikkidioksidi ja typpioksidit lisäävät vesien happamuutta. (Öljyalan keskusliitto 2012.) Suomessa Neste Oil Oyj vastaa öljynjalostuksesta. (Ketvel & Toivonen, 1986, 116). Mineraaliöljy on orgaaninen neste, joiden tiheydet poikkeavat yli prosentin tai yleensä jopa yli 10% veden tiheydestä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 272.)

#### 3.1.1 Raakaöljy

Raakaöljy on nestemäisten hiilivetyjen seos. (Ketvel & Toivonen, 1986, 116). Raakaöljyä saadaan maaperästä. Sen koostumus vaihtelee riippuen siitä mistä päin se on peräisin. (Määttä 1978, 63.) Raakaöljy jaetaan tislamalla kaasuiksi, bensiiniksi, petroliksi, kaasuöljyksi sekä pohjaöljyksi. Bensiinit koostuvat hiilivedyistä, joiden molekyyileissä on hiiliatomeja viidestä kahteentoista kappaletta. (Kalkku, Kalmi & Korvenranta 2004, 58.) Kuviossa 1 on esitetty kuinka hiiliatomien lukumäärä vaikuttaa esimerkiksi alkaanien sulamis- ja kiehumislämpötiloihin.



KUVIO 1. Alkaanien kiehumis- ja sulamispisteet hiiliatomien lukumäärän funktiona. (Kalkku ym. 2004, 53)

Tavallisesti raakaöljy sisältää suurimolekyylisiä orgaanisia yhdisteitä, orgaanisia rikkiyhdisteitä sekä happiyhdisteitä. Raakaöljyn jalostuksessa muodostuu nestekaasua esimerkiksi propaania ja butaania sekä muina tuotteina bensiiniä, petrolia, dieselöljyä, kevyttä polttoöljyä, raskasta polttoöljyä, bitumia ja voiteluöljyä. (Määttä 1978, 63, 66). Luvussa 3.1.2 on kuvailtu voiteluöljyn ominaisuuksia tarkemmin, jotta voitaisiin hiukan ymmärtää kuinka monipuolinen aine öljy on.

### 3.1.2 Voiteluöljyt

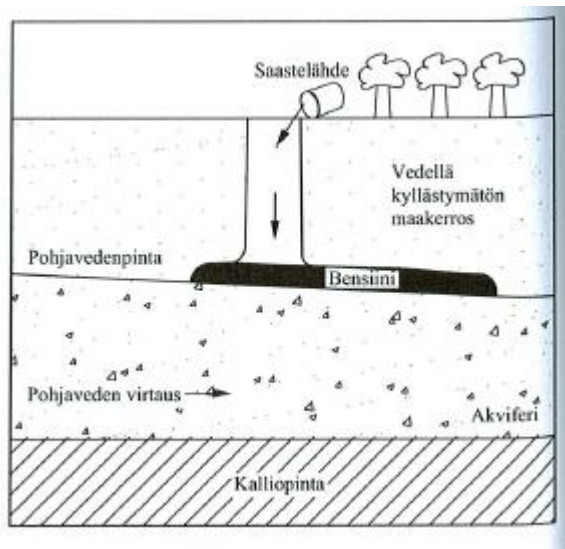
Voiteluöljyt koostuvat mineraaliöljyistä tai synteettisistä öljyistä sekä ominaisuuksiaan parantavista lisäaineista, joita kutsutaan additiiveiksi. Voiteluöljyä käytetään koneenosien ja laakereiden voiteluun esim. generaattoreiden ja suurien sähkömoottoreiden vaihteistoissa tai laakereissa. Voiteluöljyjen tärkeimmät tekniset ominaisuudet ovat kylmälämpötila-juoksevuus, hapettumisen kestävyys korkeissa lämpötiloissa ja paineissa, korroosionestovaikutus sekä mahdollisimman samana pysyvä viskositeetti. Voiteluöljyt voidaan jakaa koostumuksensa mukaan mineraalisiin voiteluöljyihin sekä synteet-

tisiin voiteluöljyihin. Mineraaliset voiteluöljyt ovat tavallisimmin käytettyjä voiteluöljyjä. Niitä voidaan kutsua myös mineraaliöljyiksi. Ne saadaan maaöljystä tislaamalla ja puhdistamalla. Koostumukseltaan mineraaliöljyt ovat hiilivetyseoksia, joiden molekyylien suuruus määrää mineraaliöljyn viskositeetin. Kun halutaan parempia mineraaliöljyjen ominaisuuksia, niihin sekoitetaan lisäaineita. Synteettiset voiteluöljyt taas ovat kemiallisesti tuotettuja nesteitä, joilla on voiteluaineelta vaadittavat ominaisuudet. Ne ovat suhteellisen kalliita ja niitä käytetään vain erikoistarkoituksiin. Mineraaliöljyt eivät kestä rasituksia kuten korkea ja matala lämpötila tai äärimmäisilleen viedyt kulumisolosuhteet. Synteettisiä öljyjä ovat esimerkiksi silikoniöljyt. Voiteluöljyt voidaan edelleen jakaa käyttötarkoituksensa mukaan erilaisiin voiteluöljylajeihin. (Ignatowiz, Spiefvogel & Tkotz 2010,7–9.)

### 3.2 Haittoja

Maahan imeytyessään öljy aiheuttaa usein pohjavesien pilaantumista. Esimerkiksi raakaöljyn jalostuksen tuote, bensiini, imeytyy maahan 2-10 kertaa nopeammin kuin vesi. (Määttä 1978, 63.) Orgaanisen nesteen etenemiseen maaperässä vaikuttaa myös sen viskositeetti ja pinta-aktiivisuus. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 273).

Öljyllä on pieni ominaispaino ja vähäinen liukoisuus, joiden johdosta se muodostaa veden pinnalle kelluvan lautan, jota paino- ja pintajännitysvoimat levittävät veden pinnalle peittäväksi ohueksi kalvoksi. Esimerkiksi yksi tynnyrillinen öljyä pystyy peittämään pinta-alaltaan lähes neliökilometrin kokoisen alueen. Mitä kevyemmät öljylajit sitä ohuemmiksi kalvoiksi ne leviävät. Avovesistä ohuet öljykalvot häviävät melko nopeasti, noin muutamassa vuorokaudessa, hapettumisen, haihtumisen, veteen liukenemisen ja emulgoitumisen johdosta. (Määttä 1978, 63–64.) Kuvassa 3 on esitetty veteen liukene-mattoman orgaanisen nesteen käyttäytymistä pohjavesissä.



KUVA 3. Veteen liukenemattoman orgaanisen nesteen käyttäytyminen pohjavedessä (Karttunen & Tuhkanen 2003,272)

Raakaöljy ja raskas polttoöljy eivät muodosta ohutta kalvoa veden pinnalle vaan useimmiten muutaman senttimetrin paksuisen lautan. Tällöin vesilinnut saattavat tahriintua öljyyn ja kuolla. Öljy tunkeutuu helposti lintujen höyhenpeitteen lävitse ja takeruu siihen, joka aiheuttaa lintujen hukkumisen tai paleltumisen. (Määttä 1978, 63–64.) Linnut myös sukivat itseään, jolloin öljyä joutuu niiden ruuansulatuselimistöön. Öljyvaingin sattuessa lintuja voidaan pestä, mutta pesu on hidasta. Yhden linnun pesu kestää 15 minuutista jopa yhteen tuntiin. (MTV3, 2012). Kuvasta 4 voidaan nähdä kuinka lintu sotkeutuu öljyyn.



KUVA 4. Öljyyn tahriintunut lintu (National geographic 2010)

Öljy saattaa tunkeutua myös erilaisten pienien vesieliöiden pintaan pienentäen niiden tiheyttä, jolloin eliöt nousevat veden pintaan ja tuhoutuvat. (Määttä 1978, 64). Öljy voi tarttua kalojen kiduksiin aiheuttaen hapen puutetta ja lopulta kalojen kuoleman. (Karttunen & Luhtanen 2003, 270). Öljyvahingot ovat suuri ympäristöhaitta. (Määttä 1978, 70). Teollisuudessa öljypitoinen vesi aiheuttaa puhdistuslaitteiden – ja laitteiden likaantumista. (Karttunen 2004, 505).

## 4 ÖLJY VESISTÖISSÄ

### 4.1 Öljyn pääseminen vesistöihin

Öljyä pääsee vesistöihin pääasiassa teollisuudesta. Kunnat ovat usein kieltäneet teollisuusyrityksiä laskemasta öljyjä viemäriin, mutta silti teollisuudessa öljyä joutuu jäteveden sekaan. (Määttä 1978, 65.) Myös öljyturmia tapahtuu teollisuudessa. Öljynkuljetuslaivojen ja öljynporauslauttojen onnettomuuksissa on mereen päässyt suuria määriä öljyä, mikä on vahingoittanut ympäristöä. (Öljyalan keskusliitto 2012.) Lainsäädäntö on onneksi muuttunut nykyään niin, että esimerkiksi öljyä kuljettavat laivat eivät saa enää laskea öljyä sisältäviä vesiä mereen tai jäävät siitä todennäköisemmin kiinni ja joutuvat myös vastuuseen (MTV3, 2012).

Lisäksi polttoaineen jakeluasemien takia öljyjä pääsee vesistöön. Jakeluasemilta pääsee maanalaisten säiliöiden syöpyessä öljyä ja bensiiniä valumaan viemäreihin, maaperään ja pohjaveteen. Jakeluasemilla on hankittu erillisiä öljynerottimia estämään öljyn pääseminen vesistöihin, mutta riittämättömän huollon vuoksi nämä eivät aina riitä estämään öljyn pääsyä vesistöihin. (Määttä 1978, 65.)

### 4.2 Jätevesien käsittely

Jätevesi ei ole helposti selitettävä käsite. Yleensä jätevesistä puhuttaessa tarkoitetaan asunnoista, kouluista, hotelleista, sairaaloista ja sekä teollisuudesta tulevaa jätevetä. Asumisjäteveden sekä teollisuusjäteveden osuudet vaihtelevat tapauksittain. Teollisuusjätevesissä on suuria vaihteluita vuorokausittain sekä poikkeuksellisen suuria määriä haitallisia aineita. (Karttunen 2004, 457, 495.) Jätevedenkäsittelyn tarkoituksena on vähentää ympäristölle aiheutuvia jäteveden haittavaikutuksia. Monet käsittelyprosessit pyrkivät vain epäpuhtauksien muuttamiseen harmittomampaan muotoon. Harvoja aineita poistetaan vedestä kokonaan. Yhdistelemällä erilaisia osaprosesseja, saadaan erilaisia laitospaketoituksia erilaisten jätevesien puhdistamiseen. Vesihuollon kannalta keskeisiä lakeja ovat vesi- ja viemärlaitoksia koskeva laki (928/1977)<sup>23</sup>, vesilaki (264/1961)<sup>26</sup>, ympäristönsuojelulaki (86/2000)<sup>27</sup>, maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999)<sup>28</sup>, kuluttajansuojalaki (38/1978)<sup>29</sup> ja laki kilpailunrajoituksista (480/1992)<sup>30</sup>.

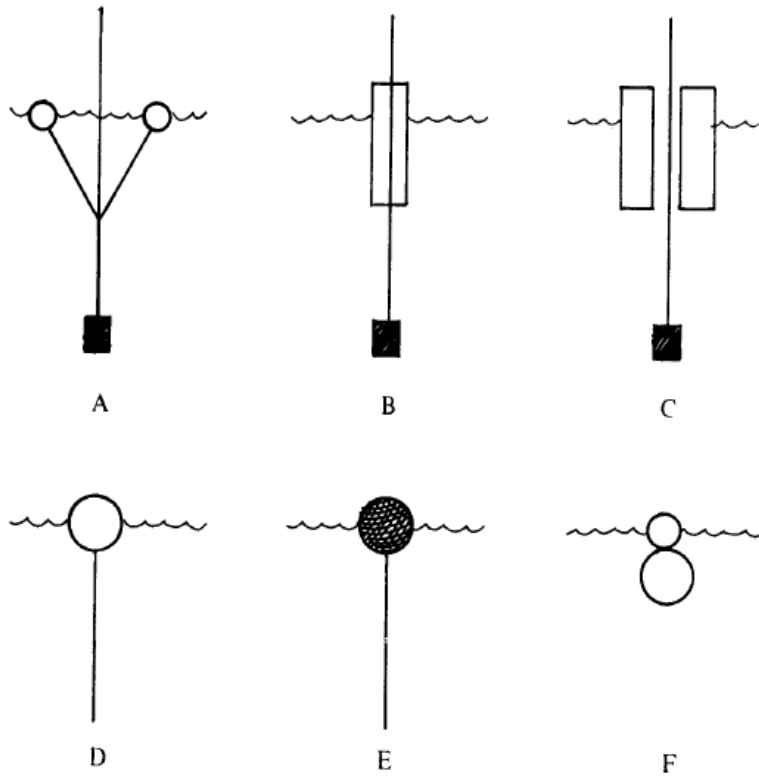
(Karttunen & Tuhkanen 2003, 52–53). Jätevesien käsittelylle on asetettu vaatimuksia, jotka liittyvät aineiden pitoisuuksiin. (Karttunen 2004, 493).

### **4.3 Öljyn poistaminen**

#### **4.3.1 Vesistöistä**

Mahdollisen öljyvahingon sattuessa vesistöissä, öljyä yritetään kerätä talteen niin paljon ja niin pian kuin mahdollista. Öljy pääsee usein kulkeutumaan tuulen ja merivirtojen mukana laajalle alueelle sekä saarten ja karien rannoille. Öljyn leviäminen laajemmalle alueelle voidaan yrittää estää laittamalla veteen erilaisia puomeja. Kun öljyalue on puomitettu, voidaan öljyä pumpata säiliöihin talteen. Kivikko- ja kaislarantoja on todella vaikea puhdistaa öljystä. (Määttä 1978, 70, 72.) Kuvassa 5 on kuvattu erilaisia puomityyppejä, joita voidaan käyttää öljyalueen rajaamiseksi.





**Kuva 10.** Erilaisia puomityyppejä.

- A. Kohopuomi
- B. Kohopuomi
- C. Metallipuomi
- D. Ilmapuomi
- E. Täytepuomi
- F. Ilma—vesipuomi

KUVA 5. Puomeja öljyalueen rajaamiseksi (Määttä 1978, 71)

Öljypuomit sijoitetaan siten, että puomit keräävät öljylautan esimerkiksi lähelle öljyntorjunta-alusta, johon öljy voidaan kerätä. Öljyntorjunta-aluksissa on harjakalusto, joka lähtee nostamaan harjojen avulla öljyä ylös veden pinnasta, jonka jälkeen öljykammat harjaavat öljyn ristikkoon, jonka läpi öljy ohjataan aluksessa olevaan tankkiin. (MTV3 2012.) Kuvasta 6 voidaan nähdä Itämerellä käytettävän öljyntorjunta-aluksen harjakalusto.



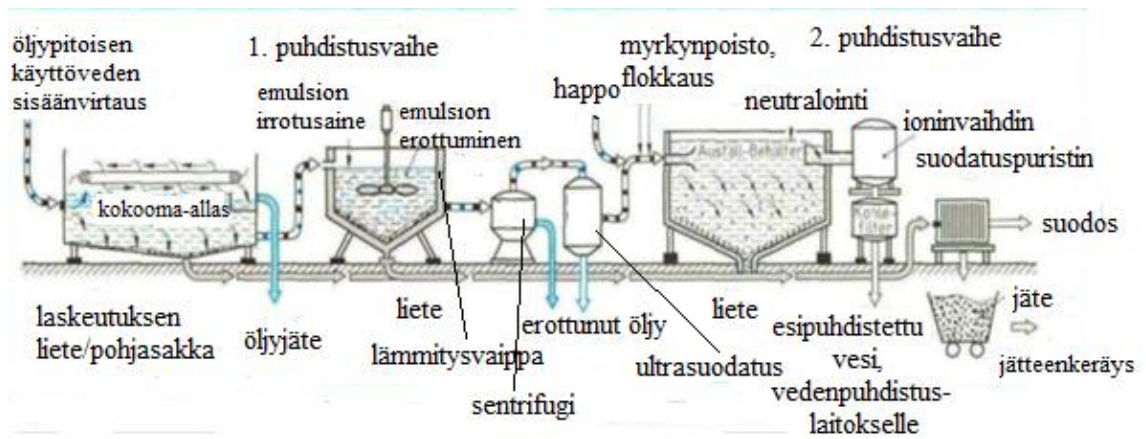
KUVA 6. Kuva öljyntorjunta-alus Hylkeen harjakalustosta (MTV3 2012)

Öljy voidaan poistaa vedestä joissakin tapauksissa myös imeytysaineiden avulla. Imeytysaineet ovat käsiteltyjä, huokoisia aineita, joiden pinta on öljyä imevä. Imeytysaineiden ominaispainon on tällöin oltava vettä pienempi. Imeytysaineet eivät myöskään saa painua veden pohjaan eikä vesi saa syrjäyttää öljyä niiden pinnalta. Tällä tavalla talteenotettu öljy voidaan jälkeensä polttaa. Imeytysaineita ovat esimerkiksi olkiturve, kaarna ja sahanpuru sekä jotkin muovilaadut. Imeytysaineet voidaan levittää joko käsin tai koneellisesti öljyn pinnalle. (Määttä 1978, 73–74.) Jos öljyvahinko sattuu talvella, sen korjaaminen on selvästi vaikeampaa muihin vuodenaikoihin verrattuna, koska öljy on tällöin sekoittunut jään sekaan.

Öljykatastrofeja varten harjoitellaan jatkuvasti sekä kehitellään uusia tapoja kerätä öljyä talteen veden pinnalta. Jatkuvasti etsitään ja koulutetaan myös vapaaehtoisia toimimaan öljyturmatilanteissa. (MTV3 2012.)

#### 4.3.2 Teollisuuden jätevesistä

Teollisuudessa syntyvä öljypitoinen jätevesi voidaan puhdistaa esimerkiksi sille suunnitelluissa jäteveden puhdistuslaitoksissa. Kuvassa 7 on havainnoillistettu kuvin se osa jätevedenpuhdistuksesta, jossa öljyn erotus vedestä tapahtuu.

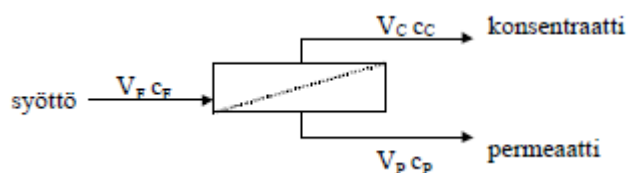


KUVA 7. Öljypitoisen jäteveden puhdistuslaitos (Ignatowiz, Spiefvogel & Tkotz 2010, 279, muokattu)

Öljypitoinen jätevesi kulkeutuu aluksi kokooma- ja erotussäiliöön, jossa suurimmat öljymäärät saadaan poistettua veden pinnalta. (Ignatowiz, Spiefvogel & Tkotz 2010, 279.)

Kokooma-altaan jälkeen hienoksi jakautuneen öljyn erotus saavutetaan palstoittamalla eli jakamalla emulsio osiin, jollain erotusaineella ja erottamalla tämän jälkeen jäljellä olevat öljymäärät sentrifugissa. (Ignatowiz, Spiefvogel & Tkotz 2010, 279.) Sentrifugi on laite, jolla voidaan erotella nesteessä olevia tiheydeltään erilaisia aineita toisistaan. (Solunetti 2006.)

Loput öljyjäännökset saadaan erotettua vedestä ultrasuodatuksella. (Ignatowiz, Spiefvogel & Tkotz 2010, 279). Ultrasuodatus on kalvoprosessi. Useimmiten se osa suodatettavasta aineesta, joka ei läpäise kalvoa, on konsentraatti. Ja se osa, joka läpäisee kalvon on permeaatti. Yleensä ultrasuodatuksessa kalvon läpäisevä osa laimenee. (Teknillinen korkeakoulu 2004, 2–3.) Kuviossa 2 on havainnollistettu vielä ultrasuodatusta.

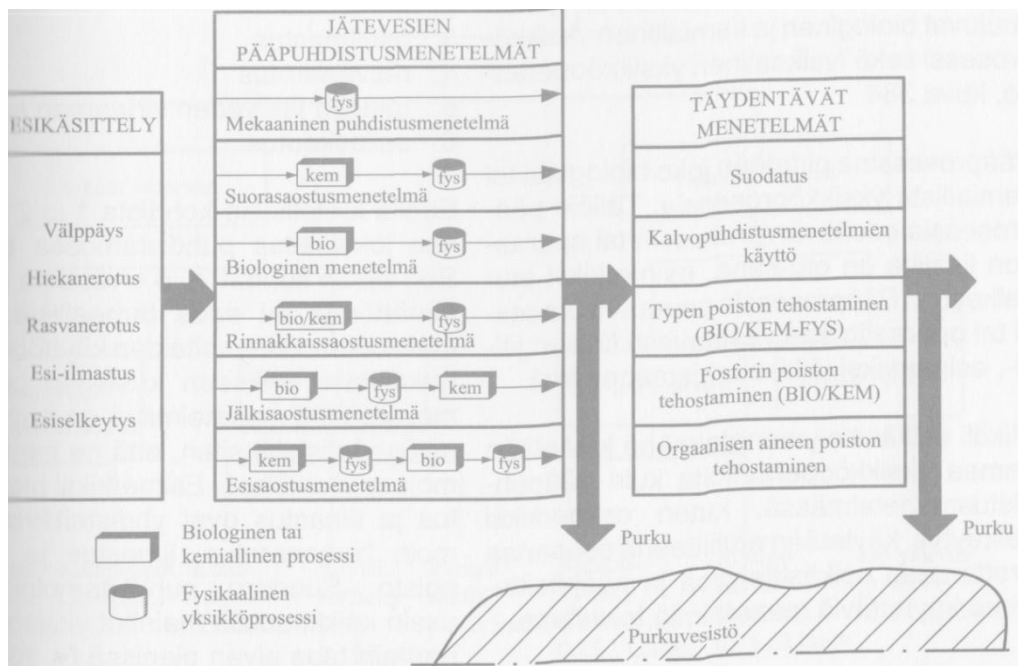


KUVIO 2. Ultrasuodatus (Teknillinen korkeakoulu 2004, 3)

Lisäämällä öljystä puhdistettuun veteen vielä kalkkimaitoa  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  voidaan neutraloida jäljelle olevat happamat jätevedet. Tällä tavalla esipuhdistettu teollisuusjätevesi joh-

detaan tämän jälkeen kunnalliseen jätevedenpuhdistukseen. (Ignatowiz, Spiefvogel & Tkotz 2010, 279.)

Jätevedenpuhdistusprosessissa oleva esi-ilmastus helpottaa rasvojen ja öljyjen erotusta vedestä. Öljyt täytyy poistaa vedestä ennen niiden joutumista varsinaiselle puhdistamolle. (Karttunen 2004, 505, 508.) Kuvassa 9 on esitetty vielä kokonaisuudessaan jätevesien puhdistusmenetelmien pääryhmät. Öljyjen poistaminen vedestä tapahtuu usein mekaanisella puhdistuksella sekä öljyt voidaan luokitella orgaanisiin aineisiin.



KUVA 9. Jätevesien puhdistusmenetelmien pääryhmät. (Karttunen 2004, 497)

#### 4.4 Öljyn torjuminen vesistöistä

Öljyn torjuntaan vesistöissä voidaan käyttää esimerkiksi erilaisia emulgaattoreita, jotka ovat hyvin vahingollisia. Emulgaattorit ovat myrkyllisempiä kuin itse öljy. Emulgoitunut öljy kuluttaa runsaasti happea ja voimistaa öljyn makua vedessä. Joskus öljyjen torjumiseen vesistöissä on käytetty mikro-organismeja, jotka hajottavat öljyä vesistöistä. Öljyä voidaan käyttää joissain tapauksissa myös mikrobien ravinnoksi. On olemassa myös öljylaitteita, jotka hälyttävät, kun öljyä on joutunut veden sekaan. (Määttä 1978, 63, 65.)

Öljyä voidaan torjua vesistöistä yksinkertaisesti vähentämällä öljyn käyttöä. Esimerkiksi sähköautoja käytettäessä öljyä ei enää tarvita polttoaineena sekä energiaa pystytään tuottamaan ilman öljyäkin. Öljyn kuljetukseen tulisi myös panostaa, tarkistamalla öljyn kuljetusalusten kunto, näin välttyttäisiin monilta öljyvuodoilta. (MTV3 2012.)

## 5 LOPUKSI

### 5.1 Jäteöljyn käsittely

Jäteöljyn varastointi ja kuljetus ovat ongelmallisia. Siihen ei ole käytettävissä riittävästi kalustoa eikä säilytystilaa. Jäteöljyn varastoimiseen sopisi säiliöt, käytöstä poistetut laivat tai muut sellaiset. (Määttä 1978, 69.) Maanpäälliset säiliöt tulee sijoittaa vallitiilaan, jossa on joko sadevesiviemärointi öljynerotuskaivoineen tai teräksiset suoja-altaat, jottei öljyä pääsisi maahan tai vesistöihin. (Knowpulp 2011). Raakaöljyvarastojen vähentyessä kiinnitetään entistä enemmän huomiota öljyn varastointi mahdollisuuksiin sekä regenerointiin eli uudelleen käsittelyyn ja uudelleen käyttöön. (Määttä 1978, 69.)

Jäteöljyä käsitellään regenerointilaitoksissa ja lisäksi pieni osa jäteöljyistä käytetään teollisuuslaitoksissa energian tuotantoon. (Määttä 1978, 65–66, 73.) Nykyisin kaikki jäteöljy on toimitettava ongelmajätteiden käsittelylaitokselle. Käytettyä jäteöljyä ei saa missään tilanteessa kaataa viemäriin, maahan tai vesistöön vaan se täytyy hävittää ympäristöä vahingoittamatta. (Ignatowiz, Spiefvogel & Tkotz 2010). Öljyjätteet on hyödynnettävä aina kun se on teknisesti mahdollista ja se ei saa aiheuttaa suuria lisäkustannuksia verrattuna muunlaiseen öljyjätehuoltoon. Valtioneuvoston päätöksellä öljyjätteet on ensisijaisesti kierrätettävä ja toissijaisesti poltettava energiaksi. Jäteöljyn polttaminen on kielletty viiden megawatin tai sitä pienemmissä kattilalaitoksissa. Jäteöljyn polttaminen on kiellettyä myös kooltaan pienissä laitoksissa, joiden ei ole tarvinnut anoa erillistä ilmansuojelulain (67/1982) tarkoittamaa ilmalupaa. (Ekokem.)

### 5.2 Raakaveden laatuvaatimukset

Mitä pitäisi tehdä, jotta öljystä puhdistettu vesi voitaisiin puhdistuksen jälkeen laskea takaisin vesistöihin? Luonnossa oleva raakavesi täyttää harvoin kaikkia vesijohtovedelle asetettuja vaatimuksia (Karttunen & Luhtanen 2003, 43–44.)

Raakavesi eli luonnonvesi ei yleensä ole sellaisenaan puhtaan veden jakeluun sopivaa. Eräs johtava periaate raakaveden vaatimuksissa on, että myrkyllisiksi katsottujen ainei-

den konsentraatio ei saa ylittää vesijohtoveden vaatimuksia. Juomaveden valmistamiseen käytetyn pintaveden on täytettävä valtioneuvoston päätöksen (VNp 366/1994) asettamat vaatimukset. Lähtökohtana jäteveden laskemisessa raakaveden sekaan on pilaa-miskieltonormitus. Jätevesi on aina käsiteltävä. Kun asukasvastineluku on vähintään 4000, tarvitaan aina lupa jätevesien laskemiseen vesistöihin. (Karttunen & Luhtanen 2003, 249, 247, 253.)

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyöni päätavoitteena oli selvittää kuinka öljyä saadaan poistettua vesistä öljyvahingon sattuessa sekä teollisuudessa syntyvistä jätevesistä. Aluksi halusin selvittää veden ja öljyn ominaisuuksia, jotta ymmärtäisin miksi öljy on haitallista vedessä ja miten sitä joutuu veden sekaan. Pohdin myös miksi ja miten öljyä pääsee veden sekaan sekä mitä öljypitoiselle vedelle pitäisi tehdä, jotta se voitaisiin laskea jälleen raakaveden sekaan. Mielestäni oli myös tärkeää miettiä hieman kuinka öljyä voitaisiin jatkossa torjua vesistöistä. En keskittynyt öljykatastrofien tarkasteluun, koska olisi ollut lähes mahdotonta lähteä perehtymään niihin kaikkiin.

Öljyn poistamista vesistä tutkitaan jatkuvasti ja jatkuvasti kehitetään uusia laitteita ja menetelmiä. Uskon, että tulevaisuudessa öljyn poistaminen vesistöistä ei ole enää ongelma. Ympäristönsuojeluun todella panostetaan, joten varmasti tähän asiaan paneudutaan jatkossakin.

Pyrin käyttämään työssäni mahdollisimman monipuolisesti erilaisia lähteitä, jotta työni olisi mahdollisimman luotettava. Valitettavasti en päässyt tutustumaan kaikkiin käytössä oleviin öljynpoistomenetelmiin niiden salassapitovelvollisuuden vuoksi. Työssäni olen käsitellyt aihetta yleisesti, mutta kehitystyötä tapahtuu jatkuvasti, joten ei voida varmaksi sanoa, että tämä olisi paras ja tehokkain mahdollinen tapa. Työstäni kattavamman olisi tehnyt yrityksien yhteistyö. Monilla yrityksillä oli tiukat salassapitosopimukset, joten tiedonsaannin suhteen jouduin turvautumaan pelkästään kirjallisuuteen sekä olemassa oleviin dokumentteihin.



**LÄHTEET**

Ekokem. Valtioneuvoston päätös öljyjätehuollosta. 30.1.1997/101. Luettu 16.10.2012  
<http://www.edilex.fi/ekokem/fi/lainsaadanto/19970101?toc=1>

Ignatowiz, E., Spiefvogel, O. & Tkotz, K. A. 2010. Werkstoffe für Elektroberufe 4. Europa Lehrmittel.

Kalkku, I., Kalmi, H. & Korvenratanta, J. 2004. Kide 1 Ihmisen elinympäristö ja kemia. Helsinki: Otava.

Karttunen, E. & Tuhkanen, T. 2003. Vesihuolto I. Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

Karttunen, E. 2004. Vesihuolto II. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

Ketvel, L. & Toivonen, M. 1986. PISARA 8 KEMIA. Weilin+Göös kirjapaino

Knowpulp. 2011. Polttoöljyn varastointi. Luettu 7.8.2012

[http://knowpulp.upm-kymme-ne.com/knowpulp/suomi/monipolttt\\_kattilat/4\\_muut\\_polttoain\\_kasittely/frame.htm](http://knowpulp.upm-kymme-ne.com/knowpulp/suomi/monipolttt_kattilat/4_muut_polttoain_kasittely/frame.htm).

Knowpulp. 2011. Veden käyttö sellunvalmistuksessa. Luettu 7.8.2012.

[http://knowpulp.upm-kymmene.com/knowpulp/suomi/raw\\_materials/2\\_water/1\\_usage/frame.htm](http://knowpulp.upm-kymmene.com/knowpulp/suomi/raw_materials/2_water/1_usage/frame.htm)

Krämer, T. 2009. Välttämätön Vesi. Suom. Anne Mäkelä, alkuperäinen teos 2008. Jyväskylä: Minerva kustannus.

Hillamo, M-L., Piironen, J., Aspholm, S., Hirvonen, H., Lavonen, J., Penttilä, A., Saari H. & Viiri J. 2004. Aine ja energia. Helsinki: WSOY.

Martat. 2012. Käytä vettä harkiten. Luettu 20.8.2012

[http://www.martat.fi/neuvot\\_arkeen/ymparisto/energiansaasto/vedenkulutus/](http://www.martat.fi/neuvot_arkeen/ymparisto/energiansaasto/vedenkulutus/)

MTV3. Itämeri ohjelma. 31.7.2012 & 7.8.2012.

Määttä, R. 1978. Vesiensuojelun kemia ja biologia II. Otakustantamo.

National Geographic. 2010. Gulf Oil Spill Pictures: Birds, Fish, Crabs Coated. Luettu 30.8.2012

[http://news.nationalgeographic.com/news/2010/06/photogalleries/100608-gulf-oil-spill-environment-birds-animals-pictures/#/gulf-oil-spill-killing-wildlife-brown-pelican-wings\\_21352\\_600x450.jpg](http://news.nationalgeographic.com/news/2010/06/photogalleries/100608-gulf-oil-spill-environment-birds-animals-pictures/#/gulf-oil-spill-killing-wildlife-brown-pelican-wings_21352_600x450.jpg)

Solunetti. 2006. Erilaisia sentrifugeja. Luettu 14.8.2012

[http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/erilaisia\\_sentrifugeja/](http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/erilaisia_sentrifugeja/)

Solunetti. 2006. Sentrifugi. Luettu 14.8.2012

<http://www.solunetti.fi/fi/solubiologia/sentrifugi/>

Teknillinen korkeakoulu kemian laitetekniikan laboratorio. 2004. Ultrasuodatin. Luettu 28.8.2012.

VesiVerto. Opas järkevään veden käyttöön. Luettu 20.8.2012

Öljyalan keskusliitto. 2012. Öljy. Luettu 13.7.2012

<http://www.oil.fi/index.php?m=4&id=376>