



UUSIMUOTOISTEN POLTTO- AINEIDEN JA NESTEIDEN VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN JA KERÄTTÄVYYS

Uusiutuvista ja kierrätetyistä raaka-aineista
valmistettujen nesteiden ja niiden raaka-aineiden
maa- ja vesistövahinkojen torjunta

Justiina Halonen (toim.)



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

Justiina Halonen (toim.)

UUSIMUOTOISTEN POLTTOAINEIDEN JA NESTEIDEN VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN JA KERÄTTÄVYYS

Uusiutuvista ja kierrätetyistä raaka-aineista
valmistettujen nesteiden ja niiden
raaka-aineiden maa- ja vesistövahinkojen
torjunta



NESTE LAMOR

Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020



Euroopan unioni
Euroopan aluekehitysrahasto

XAMK KEHITTÄÄ 218

KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULU
KOTKA 2023

Julkaisu on laadittu osana Uusiutuvien ja biopohjaisten nesteiden maa- ja vesistövahinkojen torjunta -hankekokonaisuutta (hankkeet A78380 ja A78383).

Hankkeissa kehitettiin ympäristövahinkojen torjuntavalmiutta vesistöissä ja maa-alueella tapahtuviin uusiutuvista ja kierrätetyistä raaka-aineista valmistettujen polttoaineiden, nesteiden ja niiden raaka-aineiden vahinkoihin.

Hankekokonaisuus toteutettiin 1.1.2022–31.08.2023. Hankkeita rahoittivat Kymenlaakson liitto Euroopan aluekehitysrahastosta (EAKR), Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Xamk, Kymenlaakson pelastuslaitos, Lamor Corporation Ltd, Neste Oil Oy ja Etelä-Savon pelastuslaitos. UPM Lappeenrannan biojalostamo toimitti tutkimuskäyttöön UPM BioVerno -dieseliä, UPM BioVerno -naftaa ja mäntyöljyä, Stora Enso Oyj:n Sunilan tehdas raakamäntyöljyä ja Neste Oil Oyj nesteytettyä jätemuovia ja teknistä eläinrasvaa.

© Tekijät ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Kannen kuva: Justina Halonen

Taitto ja paino: Grano Oy

ISBN: 978-952-344-538-3 (nid.)

ISBN: 978-952-344-535-2 (PDF)

ISSN: 2489-2467 (nid.)

ISSN: 2489-3102 (PDF)

julkaisut@xamk.fi

TIIVISTELMÄ

Öljy- ja kemikaalivahinkojen torjunta on uuden edessä: fossiilisia polttoaineita korvaavat tuotteet ja kierrätetyt raaka-aineet yleistyvät, mikä edellyttää uusien aineiden vahingontorjunnan haltuunottoa. Torjuntaosaamisen päivittämiseksi tarvitaan tietoa aineiden vaaraominaisuuksista sekä vuotokäyttäytymisestä ja kerättävyydestä. Näiden tietojen selvittämiseksi Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Xamk käynnisti kehittämishankkeen Uusiutuvien ja biopohjaisten nesteiden maa- ja vesistövahinkojen torjunta (A78380). Tässä julkaisussa kuvataan hankkeessa toteutetut testit, joilla kartoitettiin uusiutuvista tai kierrätettävistä raaka-aineista valmistettujen tuotteiden käyttäytymistä niiden vuotaessa veteen ja maape-rään. Testit toteutettiin Xamkin öljyntorjunta-altaalla Kotkassa.

Testien suorittaminen edellytti uusien tutkimus- ja testausrakenteiden käyttöönottoa. Julkai-sun ensimmäisessä artikkelissa kuvataan, kuinka öljyntorjunta-altaan aluetta laajennettiin uusilla harjoitus- ja demonstraatioympäristöillä.

Toisessa artikkelissa perehdytään uusiutuvista ja biopohjaisista raaka-aineista valmistettuihin polttoaineisiin ja niiden yleistymisen kehitykseen. Kolmas artikkeli syventää aineiden omi-naisuustietoja kuvaamalla niiden käyttäytymistä vesistöissä tapahtuvissa vuototilanteissa. Näiden testien tulokset osoittivat, etteivät testatut uusiutuvat kevyet polttoaineet poikenneet vuotokäyttäytymiseltään juurikaan fossiilisista vastineistaan. Tuotteiden raaka-aineet sitä vastoin käyttäytyivät perinteisistä öljyistä poikkeavasti.

Vuotokäyttäytymisen perusteella arvioitiin, millä menetelmällä aine on torjuttavissa. Tes-tatut kierrätetyt nesteet, uusimuotoiset polttoaineet ja niiden raaka-aineet jakautuivat mekaanisesti poistettaviin kiinteytyviin aineisiin sekä koneellisesti kerättäviin, juoksevana säilyviin aineisiin. Viimeksi mainittujen kerättävyyden varmistamiseksi toteutettiin skim-merikeräytestit. Skimmeritestit tuloksineen kuvataan neljännessä artikkelissa. Selvisi, että osalla uusimuotoisista polttoaineista on suurempi taipumus muodostaa emulsiota, mikä johtaa kokonaisnestemäärän kasvuun ja välivarastointikapasiteetin tarpeeseen. Havaittiin kuitenkin, että skimmerityypin valinnalla on lopputuloksen kannalta suurempi merkitys kuin sillä, onko polttoaine fossiilista vai uusiutuvaa alkuperää. Tulosta arvioitaessa on kuitenkin huomioitava, että skimmerikeräykseen soveltumattomat tuotteet karsiutuivat testeistä jo vuotokäyttäytymisarvion perusteella.

Uusimuotoisia polttoaineita liikkuu sekä meritse että maitse. Maaöljyvahinkoihin varau-tumiseksi julkaisun viidennessä artikkelissa etsitään ensivaiheen operatiivisissa toimissa hyödynnettävää tietoa. Tiedon hankkimiseksi toteutettiin testisarja, jossa vertailtiin uusi-muotoisten aineiden kulkeutuvuutta ja maa-aineksen läpäisevyyttä kolmessa maa-ainesla-

jissa. Testattujen uusimuotoisten aineiden kulkeutuminen osoittautui olevan nopeampaa kuin fossiilisen polttoaineen, mutta aineiden sitoutumisella erilajisiin maa-aineksiin ei ollut juurikaan eroa.

Kehityshankkeen tavoitteena oli testata myös uusiutuvista tai kierrätettävistä materiaaleista valmistettuja öljyn imeytystuotteita. Kuudes artikkeli selvittää näiden imeytystuotteiden käyttökelpoisuutta sekä arvioi tuotteiden uusiokäytön mahdollisuuksia. Artikkelin kuvaa myös yleisemmin, kuinka torjuntatoimissa voidaan huomioida kestävän kehityksen periaatteet ja minimoida muodostuvan öljyisen jätteen määrää.

Julkaisun seitsemäs artikkeli kertoo, miten hankkeessa tuotettua tietoa jalkautettiin öljyntorjuntaan osallistuville viranomaisille ja muille torjuntatoimijoille. Uusiutuvista raaka-aineista valmistettujen polttoaineiden ja niiden raaka-aineiden vuotokäyttäytymistä ja kerättävyyttä havainnollistettiin sidosryhmille järjestetyssä demonstraatiopäivässä. Käytännön demonstraatioiden seuraaminen osoittautui tehokkaaksi tavaksi jakaa torjuntaosaamista.

Julkaisussa kuvattu testaustoiminta on lajissaan ensimmäinen ja tuotti täysin uutta tietoa. Alkuaikojen tuloksia on kuitenkin syytä täydentää laajentamalla niin testattavien aineiden joukkoa kuin käytettäviä keräinlaitteistojakin. Lisäksi on tarpeen jatkaa tutkimusta eri ympäristömuuttujien, kuten aallokon ja suolapitoisuuden sekä öljyn säilymisasteen vaikutuksista keräystehokkuuteen.

Asiasanat: öljyntorjunta, uusiutuvat polttoaineet, tutkimus- ja kehittämistoiminta, testaus, ympäristövahinko

ABSTRACT

The field of oil and chemical spill response is facing a new challenge: the introduction of recycled raw materials and alternatives to replace fossil fuels, which also requires an adaptation of the response capability. Effective response measures necessitate knowledge of the hazardous properties of the substances, their spill behaviour and recoverability. To discover this information, South-Eastern Finland University of Applied Sciences (Xamk) launched the development project 'Response Demonstration Areas for Spills of Renewable and Bio-Based Liquids' (A78380). This publication describes the tests carried out in the project to study the behaviour of products made from renewable and biobased raw materials when spilt into water and soil. The tests were conducted at Xamk's Oil Spill Response Test Basin in Kotka, Finland.

The tests required the establishment of new research and testing environments. The first article in the publication describes how the testing facility was extended with new training and demonstration areas.

The second article examines fuels made from renewable and bio-based materials and the development of their market introduction. The third article deepens the knowledge of the properties of the substances by describing their behaviour in the event of spills in water bodies. These spill behaviour tests showed that the tested renewable light fuels did not differ significantly from their fossil counterparts. In contrast, the products' raw materials behaved differently from conventional oils.

Spill behaviour was used as a basis for assessing the method by which the substance can be controlled and recovered. Based on the test result, the fuels, recycled substances and their raw materials were divided into mechanically removable solids and recoverable liquids. Skimmer recovery tests were carried out to verify the recoverability of the latter. The results of the skimmer tests are described in the fourth article. It was found that some of the new fuel types have a greater tendency to form emulsions, leading to an increase in the total amount of liquid and the need for temporary storage capacity. However, it was concluded that the choice of skimmer type has a greater impact on the outcome than whether the fuel is of fossil or renewable origin. However, when interpreting the result, it should be noted that products unsuitable for skimmer recovery were already excluded from the tests on the basis of their spill behaviour.

Renewable fuels are traded both by sea and by land. The fifth article in the publication identifies information that can be used in the initial phase of an operational spill response to incidents on land. To obtain this information, a series of tests were carried out to compare

the permeability of new substances in three soil types. The tested renewable fuels had a faster permeability than fossil fuels, but there was little difference in the retention of the tested substances in the different soil types.

The project aimed to test absorbent products made from renewable or recyclable materials. The sixth article illustrates the applicability of these sorbents and assesses their potential for reuse. This article describes how the principles of sustainable development can be applied in response activities, for example by minimising the amount of oily wastes generated.

The seventh article describes how the knowledge generated by the project was disseminated to the authorities and other actors involved in oil spill responses through live demonstrations. A demonstration day for stakeholders was organised to illustrate the spill behaviour and recoverability of renewable fuels and their raw materials. Observing practical demonstrations on site proved to be an effective way of sharing expertise in the spill response field.

The testing activity described in this publication is the first of its kind and generated completely new knowledge and original findings. However, these preliminary results need to be complemented by extending both the range of substances and the recovery equipment tested. Further research is needed on the impact of different environmental variables, such as wave height, salinity and the weathering of the oil, on the recovery efficiency.

Keywords: oil spill response, environmental pollution, renewable fuels, research and development, testing.

KIRJOITTAJAT

JUSTIINA HALONEN, tutkimuspäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku
0000-0003-3829-0173

MANU KETTUNEN, TKI-asiantuntija

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

ANTERO MYRÉN, projektipäällikkö

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Logistiikka ja merenkulku

SISÄLTÖ

TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	5
KIRJOITTAJAT	7
ÖLJYNTORJUNTA-ALTAAN UUDET TESTAUSRAKENTEET	10
Antero Myrén	
Uusiutuvien ja biopohjaisten aineiden vaikutus rakenteellisiin ratkaisuihin.....	11
Virtaavan veden ojan kehittäminen	11
Maatestikolonnit ja vuotokäyttämisen akvaario.....	13
Keräyssäiliöt ja säiliöiden turva-altaat	13
Harjoitusmahdollisuuksien parantaminen	15
Varastotilojen huomattava parannus.....	15
Piha-alueen kunnostaminen.....	16
Rakennus- ja muutostöiden eteneminen ja rahoitus.....	16
KIERRÄTETYT SEKÄ UUSIUTUVISTA JA BIOPOHJAISISTA RAAKA-AINEISTA VALMISTETUT NESTEET ÖLJYNTORJUNTA-ALTAALLA.....	18
Manu Kettunen	
Biopolttoaineiden kehittämisestä	18
Öljyntorjunta-altaan tutkimuksissa ja harjoituksissa käytettävät nesteet.....	20
Uusimuotoisten aineiden vaikutus turvalliseen toimintaan.....	24
Katsaus tulevaisuuden polttoaineisiin öljyntorjunnan kannalta	26
UUSIMUOTOISTEN POLTTOAINEIDEN, NESTEIDEN JA NIIDEN RAAKA-AINEIDEN VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN	32
Justiina Halonen, Antero Myrén & Manu Kettunen	
Vuotokäyttäytyminen avovedessä.....	33
Testausvälineet ja -aineet.....	33
Testin kulku	34
Vuotokäyttäytyminen aineen vuotaessa veteen vedenpinnan yläpuolelta.....	34
Vuotokäyttäytyminen vuodoissa veden pinnan tasolta	37
Vuotokäyttäytyminen vedenalaisissa vuodoissa	39
Aallokon vaikutus aineen käyttäytymiseen	40
Vuotokäyttäytyminen jääolosuhteissa	41
Arvio soveltuvasta keräysmenetelmästä	43
Testitulosten koonti ainekorteiksi	44
Yhteenveto ja johtopäätökset	44
LIITE 1 AINEKORTTI	47

KERÄYSTEHOAKKUUS UUSIEN POLTTOAINEIDEN JA NIIDEN RAAKA- AINEIDEN SKIMMERIKERÄYKSESSÄ.....	49
Manu Kettunen & Justiina Halonen	
Skimmeritestien tarkoitus	49
Testausmenetelmä sekä testiaineet, -välineet ja -olosuhteet	50
Tulosten arviointi kokonaisnestemäärän suhteen.....	52
Keräystehokkuuden arviointi	54
Keräystuotto	58
Pohdintaa viskositeetin vaikutuksesta kerättävyyteen.....	60
Muita havaintoja	64
Yhteenveto ja johtopäätöksiä	65
UUSIUTUVIEN JA BIPOHJAISTEN POLTTOAINEIDEN KULKEUTUMINEN MAAPERÄSSÄ.....	70
Manu Kettunen	
Testausten tavoite ja raja.....	71
Testimenetelmä ja -olosuhteet	71
Esitesti.....	72
Maa-ainestestit	74
Tulokset ja niiden tulkintaa	75
Yhteenveto ja johtopäätökset	79
KESTÄVÄT KERÄYS- JA IMEYTYSMENETELMÄT ÖLJYNTORJUNTA-ALTAALLA.....	82
Manu Kettunen	
Ympäristöturvallisuuden huomioiminen yleisissä toiminnoissa	82
Kestävyys koneellisessa keräystoiminnassa.....	83
Imeytystuotteiden kestävä käyttö	85
DEMONSTRAATIOPÄIVÄ TORJUNTAOSAAMISEN JAKAMISEEN.....	91
Antero Myrén	
Vuotokäyttäytymisen demonstraatio	92
Torjuntademonstraatiot ojassa	93
Raakamäntööljyn kerääminen.....	94
Keräystoimintaa pääaltaassa	94
Palaute demonstraatiopäivästä	95
Johtopäätöksiä päivästä	96
LIITE 1 DEMONSTRAATIOPÄIVÄN PALAUTE	98

ÖLJYNTORJUNTA-ALTAAN UUDET TESTAUSRAKENTEET

Antero Myrén

Uusiutuvien ja biopohjaisten nesteiden maa- ja vesistövahinkojen torjunta -hanke (A78380) käynnistyi 1.1.2022. Ensimmäisinä viikkoina perehdyttiin hankesuunnitelmaan ja laadittiin samalla tarkempi työsuunnitelma, kuinka tavoitteena olevat toiminnot saadaan toteutettua ja niillä monipuolistettua testi- ja harjoitustoiminnan olosuhteita. Hankkeen aloituskokous rahoittajan kanssa pidettiin 7.4.2022, jonka jälkeen työt konkreettisesti käynnistyivät.

Kymen Vesi Oy:n käytöstä poistuneelle jätevesialtaalle valmistui Öljyntorjunnan tutkimus- ja testausympäristö -hankkeen (A75152) avulla 1.10.2019–30.3.2022 monipuolinen tutkimus- ja harjoittelukokonaisuus. Tässä artikkelissa tarkastellaan, kuinka aiemmin valmistunutta öljyntorjuntaympäristöä kehitettiin edelleen hankkeen A78380 ja sen investointihankkeen A78383 aikana.



Kuva 1. Näkymä altaan ympäristöstä projektin alkuvaiheessa (Manu Kettunen 2021).

UUSIUTUVIEN JA BIPOHJAISTEN AINEIDEN VAIKUTUS RAKENTEELLISIIN RATKAISUIHIN

Rakenteiden suunnittelutyö käynnistyi tarkemmalla teknisellä taustaselvityksellä biopohjaisten ja uusiutuvien aineiden edellyttämistä suojaustarpeista ja materiaaliyhteensopivuuksista. Osoittautui, etteivät tutkimuskäyttöön hankittujen uusien aineiden ominaisuudet käyttö-turvallisuustiedotteissa ilmoitettujen tietojen mukaan vaikuta rakennusmateriaaleihin tai aiheuta rakennusteknisiä muutoksia fossiilisten polttoaineiden vaatimuksiin verrattuna.

VIRTAAVAN VEDEN OJAN KEHITTÄMINEN

Hankkeen ensimmäinen kehitystyö koski yhdistetyn virtaavan ojan ja keräysaltaan rakentamista. Ojarakennetta pidettiin tärkeänä tutkimus- ja harjoittelumahdollisuuksien lisäämiseksi. Ojassa voidaan havainnoida öljyjen käyttäytymistä ja torjuttavuutta virtaavissa olosuhteissa sekä kuivalla kaltevalla pinnalla.



Kuva 2. Virtaavan veden ojan betonivalu 1.7.2022 ja oja tiiveyskokeessa (Antero Myrén 2022).

Ojan rakennustyö aloitettiin 15.6.2022. Pääaltaan reunaan mukaillen rakennettiin betonista 12 metriä pitkä oja, joka yhtyy kolme metriä pitkään valuma-altaaseen (kuva 2). Valuma-altaasta vesi johdetaan putkiyhteen kautta keräyssäiliöön, jossa olevat pumpput kierrättävät veden takaisin ojan yläpäähän. Näin saadaan ylläpidettyä virtausta rajatulla vesimäärällä. Oja ja allas on rakennettu sääolosuhteita kestävästä betonista ja pinnoitettu sisäpuolelta betoninsuojausmaalilla. Saumat on tiivistetty bentoniittinauhalla ja ojan ympäristö suojattu öljyjä läpäisemättömällä kalvolla.

Ojan rakenteet tarkastettiin ennen työn vastaanottamista. Tarkastuskohteita olivat ojan pohjan kaltevuus, virtausputken läpivienti ja venttiilin toiminta sekä betonivalun pinnan ja valusaumojen tarkastus. Ojan tiiveyskokeessa (kuva 2) oja täytettiin vedellä käyttökorkeu-

teen ja veden annettiin olla kaksi vuorokautta, jonka jälkeen todettiin veden pintakorkeus ja tarkastettiin, onko valussa havaittavia vuotoja. Tarkastusten jälkeen rakenne todettiin valmiiksi 15.7.2022.

Ojan vedenvirtaus saadaan aikaan uppopumpuilla, joilla pumpataan vettä ojaan noin 500 litraa minuutissa. Näin saadaan aikaan arviolta 1 metrin 10 sekunnin pintavirtaus. Ojaan on rakennettu myös kaksi säädettävää patolevyä, joilla voidaan säädellä veden korkeutta ja muuttaa hetkellistä virtausmäärää (kuva 3).

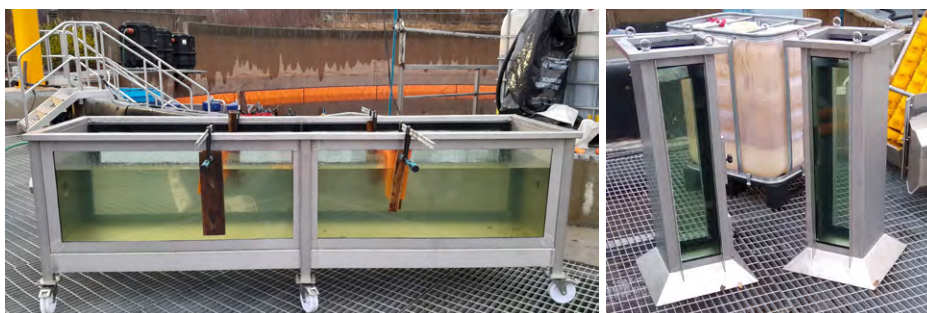


Kuva 3. Ojan alkupäässä oleva patolevy ja virtauksen säätöventtiili (Manu Kettunen 2023).

MAATESTIKOLONNIT JA VUOTOKÄYTTÄYTYMISEN AKVAARIO

Toinen merkittävä lisäys tutkimus- ja havainnollistamismahdollisuuksiin ovat kaksi maatestikolonna ja akvaario (kuva 4). Maatestikolonneilla tutkitaan öljyjen kulkeutumista erilaisissa maa-ainekerrostumissa. Akvaarion avulla voidaan turvallisesti ja pienempiä vahinkoainemääriä käyttäen selvittää aineiden vuotokäyttäytymistä.

Rakenteilla mahdollistetaan nestevuotojen käyttäytymisen seuranta vedessä ja maakerrostumissa. Käyttäytymisen perusteella voidaan arvioida aineille soveltuvat torjuntamenetelmät, esimerkiksi, kuinka imeytystuotteet toimivat tai minkälainen mekaaninen keräysmenetelmä on sopivin kyseiselle aineelle. Tämä mahdollistaa tehokkaan torjuntamenetelmän valinnan todellisissa vahinkotapauksissa.



Kuva 4. Vasemmalla testiakvaario ja oikealla testikolonnit, joissa seurataan öljyjen käyttäytymistä vedessä ja maa-aineksissa (Justiina Halonen 2023 ja Manu Kettunen 2022).

KERÄYSSÄILIÖT JA SÄILIÖIDEN TURVA-ALTAAT

Altaalle hankittiin seitsemän toiminnallisesti helppokäyttöistä 300 litran IBC-konttia aiempien 1000 litran konttien rinnalle. Pienemmät IBC-kontit toimivat keräystuotoksen analysointiin tarkemmin, sillä nestepinnan taso on hyvin havaittavissa mitta-asteikolta ja erilaiset ainekerrostumat näkyvät selvästi (kuva 5). Keräystulosta voidaan mitata toiminnan aikana sijoittamalla keräyssäiliö punnitsevan haarukkavaunun päälle.



Kuva 5. Kahden eri keräimellä toteutetun keräystoiminnan tulos nähtävissä (Justiina Halonen 2022).

IBC-konteille hankittiin kolme vuotoallasta (kuva 6), joiden päällä voidaan säilyttää turvallisesti tutkimuksissa tarvittavia testiaineita.



Kuva 6. Neste MY Polttoöljy vuotoaltaan päällä talvisissa olosuhteissa (Manu Kettunen 2023).

HARJOITUSMAHDOLLISUUKSIEN PARANTAMINEN

Pääaltaaseen tarvittiin mahdollisuus toimia laiturilta tapahtuneen onnettomuuden mukaisissa olosuhteissa. Tämä toteutettiin merikonttiritkaisulla. Konttiin asennettiin jalakset, jonka jälkeen se laskettiin altaaseen. Laiturina toimivan kontin päälle asennettiin liukkaita estävä ritilätaso ja portaat turvallista kulkua varten. Laiturilta voidaan suorittaa vuodon rajausta puomituksilla, jonka jälkeen voidaan aloittaa keräystoiminta esimerkiksi veneestä käsin. Kontti toimii myös haverialuksena. Lisäksi se mahdollistaa jatkossa esimerkiksi keulakerääjän tai laitakeräimen asentamisen ja niiden käytön harjoittelun.



Kuva 7. Merikontti toimii laiturina ja työskentelytasona. Vasemmalla konttiin on asennettu jalakset ja oikealla kontti on laskettu altaaseen tulevaa varustelua varten. (Antero Myrén 2022.)

VARASTOTILOJEN HUOMATTAVA PARANNUS

Kymen Vesi Oy:n kanssa tehtiin vuokrasopimus entisestä kompressorirakennuksesta. Hallista saatiin hyvä varastotila kaluston ja suojavarusteiden säilyttämiseen. Aluksi tila tyhjennettiin ja seinäpinnat eristettiin. Tämän jälkeen asennettiin ilmalämpöpumppu, jolla saadaan varasto pidettyä lämpöisenä ympäri vuoden. Seinille asennettiin vanerilevyjä varusteiden kiinnityspaikoiksi ja lisäksi siirrettäviä hyllyjä suojavarusteiden säilytystä varten.



Kuva 8. Vasemmalla varasto tyhjennettynä. Oikealla tila on valmis luentoja varten. (Antero Myrén 2022.)

PIHA-ALUEEN KUNNOSTAMINEN

Toimintojen laajentuminen vaati lisää tilaa työskentelylle oja-alueen ympäristöön ja varsinaiselle piha-alueelle testikaluston liikutteluun ja turvallisen toiminnan takaamiseksi. Lisäksi alueen kunnostamisella tutkittavien öljyjen säilyttäminen ja niiden siirtely helpottuivat. Työskentelyalueita laajennettiin kaikkiaan noin 500 neliötä, jotka myös osittain asfaltoitiin. Maa-alueen käytöstä tehtiin vuokrasopimus Kotkan kaupungin kanssa 1.1.2022. Xamk vuokrasi 2200 neliön maa-alueen.



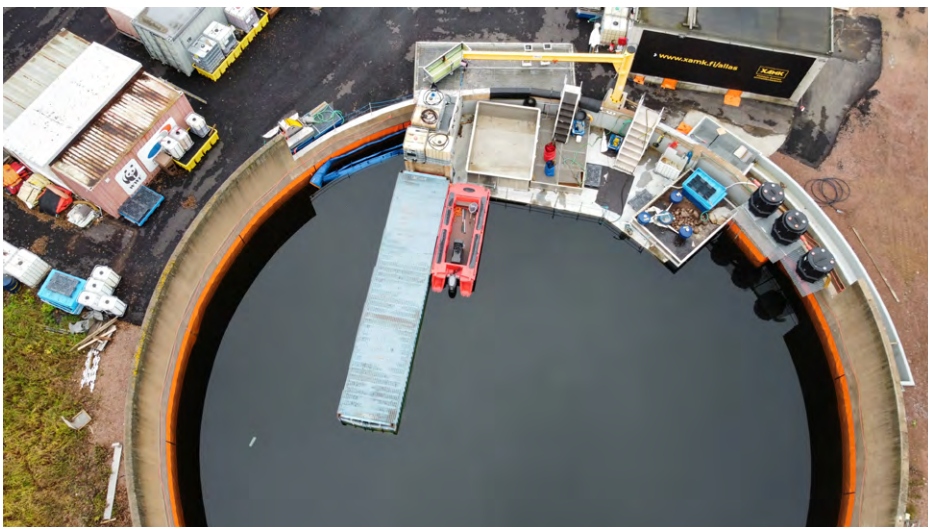
Kuva 9. Piha-alueen raivaus ja asfaltointi käynnissä, lisätilaa saatiin noin 500 neliötä. Asfaltoinnilla saatiin varastointitilaa ja kaluston liikuttelu helpottui. (Antero Myrén ja Manu Kettunen 2022.)

RAKENNUS- JA MUUTOSTÖIDEN ETENEMINEN JA RAHOITUS

Testiympäristön muutos- ja rakennusvaiheet veivät noin kymmenen kuukautta. Suurin yksittäinen rakennustyö oli virtaavan ojan rakenne. Rakennus- ja muutostyöt sujuivat pääsääntöisesti suunnitellussa aikataulussa. Ainoana yllätyksenä tuli akvaarion ja maatesitikolonniin myöhästyminen materiaalisatavuuteen liittyvien ongelmien johdosta. Tähän vaikutti merkittävästi senhetkinen maailmantilanne.

Oja- ja akvaariorakenteet ovat osoittautuneet toimiviksi ratkaisuiksi erilaisten vuototilanteiden ja virtaavan veden vaikutuksen havainnointiin öljyjen käyttäytymisessä. Altaaseen asennettu laiturirakennus huomattavasti erilaisten vahinkotilanteiden luomista. Tutkimus- ja harjoittelumahdollisuudet parantuivat merkittävästi uusien rakenteiden ja kaluston ansiosta.

Suurin osa edellä kuvatuista rakenteellisista muutostöistä toteutettiin EAKR-rahoitteisen investointihankkeen (A78383) avulla. Uuden varastorakennuksen parannustöiden, laituriratkaisun ja alueen asfaltointitöiden rahoituksesta vastasi Xamk. Yhteistyö Kymen Vesi Oy:n kanssa oli saumatonta, ja suurta apua saatiin myös Kymenlaakson pelastuslaitokselta.



Kuva 10. Öljyntorjuntaympäristö muutostöiden jälkeen. Altaan toimintaa on monipuolistettu oja- ja laiturirakenteilla, akvaariolla, testikolonneilla, keräyssäiliöillä, varoaltailla ja varastotilalla. (Manu Kettunen 2022.)

KIERRÄTETYT SEKÄ UUSIUTUVISTA JA BIO- POHJAISISTA RAAKA-AINEISTA VALMISTETUT NESTEET ÖLJYN- TORJUNTA-ALTAALLA

Manu Kettunen

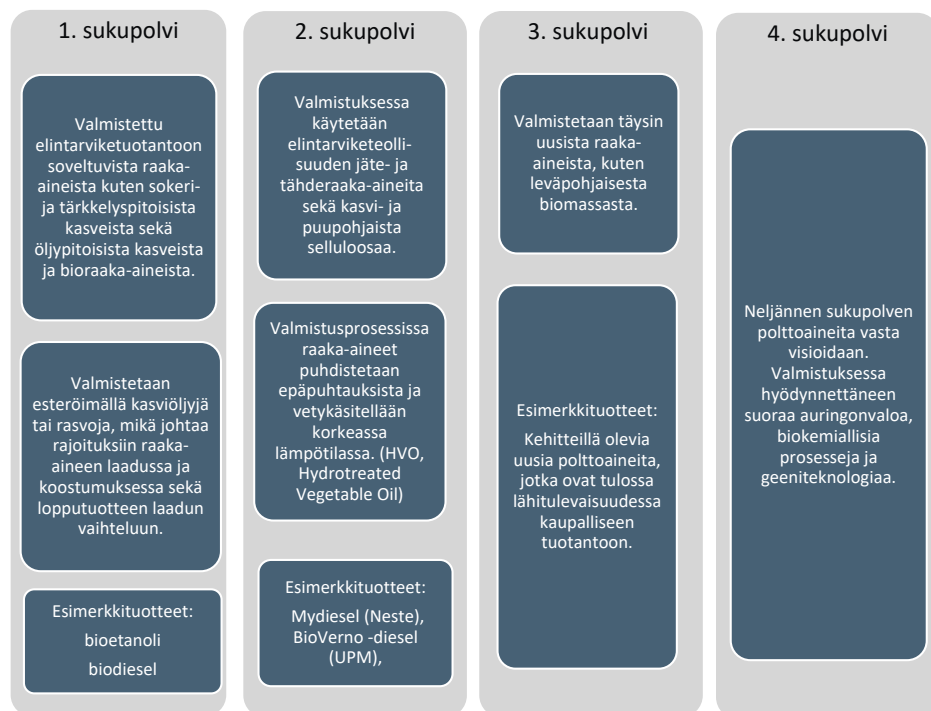
Eri biopohjaisten sekä uusiutuvista tai kierrätettävistä raaka-aineista valmistettujen öljyjen ja polttoaineiden ympäristökäyttäytymisestä löytyy melko vähän tutkittua tietoa ja aineistoa. Samoin biopohjaisten öljyjen ja polttoaineiden torjuntaa vahinkotilanteessa on toistaiseksi tutkittu vähän, ja tietoa niille parhaiten soveltuvista torjuntamenetelmistä on saatavilla niukasti (Malk & Soininen 2017, 10; Halonen & Malk 2017, 257). Uusiutuvien ja biopohjaisten nesteiden maa- ja vesistövahinkojen torjunta (A78380) -hanke käynnistettiin juuri tuottamaan lisätietoa aiheesta.

Tässä artikkelissa kuvataan ensin biopolttoaineita ja niiden kehitystä, öljyntorjunta-altaalla käytössä olevia aineita ja niiden ominaisuuksia sekä sitä, miten nämä ominaisuudet ja työ-
turvallisuustekijät huomioidaan altaalla tehtävissä testauksissa. Uusien sukupolvien polttoaineet ja öljytuotteet sekä niiden raaka-aineet ovat yleistymässä ja korvaamassa perinteisiä tuotteita, ja siksi niiden tutkiminen torjuntanäkökulmasta on aiheellista. Artikkelin lopuksi tarkastellaan uusimuotoisten aineiden yleistymisennusteita fossiilisten aineiden korvaajina ja sitä kautta muutoksen vaikutusta vahinkoriskiin ja torjunnalta edellytettävään kehitykseen.

BIOPOLTTOAINEIDEN KEHITTÄMISESTÄ

Biopolttoaine on biomassasta eli eloperäisestä aineesta valmistettu polttoaine. Biomassoista jalostetaan biopolttoaineita, joilla voidaan korvata liikenteen ja energiantuotannon fossiilisia polttoaineita. Biopolttoaineet jaotellaan usein eri sukupolvien mukaan (taulukko 1). Sukupolvilla kuvataan biopolttoaineiden raaka-aineita, tuotantoteknologiaa sekä niiden kestävyyttä ympäristövaikutuksien näkökulmasta. Niin sanottuja ensimmäisen sukupolven liikenteen biopolttoaineita valmistetaan jo nyt maailmanlaajuisesti elintarviketuotantoon soveltuvista raaka-aineista, kuten sokeri- ja tärkkelyspitoisista kasveista (bioetanoli) sekä öljypitoisista kasveista ja bioraaka-aineista (biodiesel). (Motiva 2022.)

Taulukko 1. Biopolttoaineiden eri sukupolvien polttoaineiden valmistuksessa käytetyt raaka-aineet, tuotantomenetelmät ja lopputuotteet tiivistettynä. Sukupolvien 3 ja 4 polttoaineet eivät ole vielä markkinoilla, vaan vasta kehitysvaiheissa ja suunnitelmassa. Tiedot koostettu lähteistä Motiva 2022, Saranpää 2021, Valta 2012 ja Yle 2016.



Euroopassa ensimmäisen sukupolven biopolttoaineet alkoivat yleistyä 2000-luvun alkupuolella. Suomessa Neste Oyj aloitti toisen sukupolven uusiutuvan dieselin valmistamisen Porvoon jalostamolla 2010-luvun alussa. Valmistusprosessissa käytetään raaka-aineena jäte- ja tähderaaka-aineita, kuten elintarviketeollisuuden eläin- tai kalarasvajätettä. Nesteen MY Uusiutuva Diesel lanseerattiin vuonna 2017. (Neste 2017.) UPM-Kymmene Oyj rakennutti Lappeenrantaan biojalostamon, joka aloitti toimintansa vuonna 2015. Lappeenrannassa valmistetaan selluntuotannon sivutuotteena syntyvästä raakamäntyöljystä uusiutuvaa dieseliä eli UPM BioVerno -dieseliä. BioVernon lisäksi tuotantoprosessissa syntyy bionaftaa, jonka avulla voidaan korvata muun muassa fossiilisia raaka-aineita muovipakkauksien valmistuksessa. (Saranpää 2021, 10.) Esimerkiksi UPM:n puupohjaisen UPM BioVerno -naftan käyttäminen kartonkisten nestepakkausten muovipinnoitteeseen vähentää vastaavan määrän fossiilisen raaka-aineen käyttöä (UPM 2019).

Toisen sukupolven biopolttoaineet alkoivat yleistyä ja tulla tuotantoon 2010-luvulla. Näiden biopolttoaineiden raaka-aineita ovat yleisesti kasvi- ja puupohjainen selluloosa sekä jätteet ja rähteet. Nämä biopolttoaineet vähentävät tehokkaammin päästöjä ja ovat korkealaatui-

sempia kuin ensimmäisen sukupolven biopolttoaineet. Toisen sukupolven biopolttoaineiden valmistus ei myöskään kilpaile ruoantuotannon kanssa, kuten ensimmäisen sukupolven raaka-aineet. (Motiva 2022.) Ensimmäisen sukupolven esittelyssä mainittujen yritysten lisäksi St1 Renewable Energy, Green Fuel Nordic ja Gasum Oy tuottavat biopolttoaineita Suomessa. Useammalla paikkakunnalla valmistetaan lisäksi biopolttoaineita pienissä määrin esimerkiksi omaan käyttöön. (Saranpää 2021, 6.)

Kolmannen sukupolven biopolttoaineet ovat kehitteillä olevia uusia polttoaineita, jotka ovat tulossa kaupalliseen tuotantoon lähitulevaisuudessa. Kolmannen sukupolven biopolttoaineita valmistetaan täysin uusista raaka-aineista, kuten merileivistä. Neljännenkin sukupolven biopolttoaineita visioidaan. Neljännen sukupolven polttoaineiden valmistuksessa hyödynnettäen suora auringonvaloa, biokemiallisia prosesseja ja geeniteknologiaa. (Valta 2012; Motiva 2022; Yle 2016.)

Biodiesel ja uusiutuva diesel ovat eri polttoaineita; ensimmäisen sukupolven FAME- (Fatty Acid Methyl Ester) ja RME- (Rapeseed Methyl Ester) biodieselit valmistetaan esteröimällä kasviöljyjä tai rasvoja, mikä johtaa rajoituksiin raaka-aineen laadussa ja koostumuksessa sekä lopputuotteen laadun vaihteluun. Toisen sukupolven uusiutuva diesel (HVO, Hydrotreated Vegetable Oil) valmistetaan vetykäsittelmällä jätettä ja tähteitä korkeassa lämpötilassa. (Neste 2019.) Uusiutuvan dieselin merkittävin hyöty biodieseliin verrattuna on mahdollisuus käyttää sitä rajoituksetta polttoaineena sen fossiilista dieseliä vastaavan kemiallisen koostumuksen ansiosta toisin kuin perinteistä biodieseliä, jonka käyttö suurempina pitoisuuksina dieselin komponenttina voi aiheuttaa teknisiä ongelmia. Uusiutuvan dieselin etuna perinteiseen biodieseliin verrattuna on myös sen tasalaatuisuus, sillä biodieselin raaka-aineella on suora vaikutus lopputuotteen ominaisuuksiin. (Saranpää 2021, 6, 9.)

Nestemäisiä biopolttoaineita käytetään Suomessa pääasiassa liikenteen polttoaineina. Liikenteeseen valmistetaan uusiutuvaa dieseliä ja bioetanolia, joita sekoitetaan fossiilisiin polttoaineisiin ennalta määrätyissä sekoitussuhteissa. Korkeamman kysynnän vuoksi uusiutuvaa dieseliä valmistetaan huomattavasti enemmän kuin bioetanolia. (Saranpää 2021, 6, 9.)

ÖLJYNTORJUNTA-ALTAAN TUTKIMUKSISSA JA HARJOITUKSISSA KÄYTETTÄVÄT NESTEET

Öljyntorjunta-altaan perustamishankkeiden, meneillään olevan tutkimushankkeen (A78380) ja muun toiminnan seurauksena altaalle on kertynyt erityyppisiä öljy- ja kemikaalilaatuja. Taulukkoon 2 on koottuna kaikki öljyntorjunta-altaalla tällä hetkellä käytössä olevat nesteet yleisimpien ominaisuustietojen kera. Osa aineista on saatu lahjoituksina tutkimuskäyttöön, osa hankittu harjoittelu- ja testauskäyttöön. Perinteiset, fossiiliset öljytuotteet toimivat myös vertailuaineina uusimuotoisille aineille hankkeen A78380 vesistövuoto- ja kerättävyydetutkimuksissa ja osaksi hankkeen maaöljyvahinkojen tutkimuksissa.

Taulukko 2. Tutkimushankkeessa käytetyt testiöljyt ja niiden ominaisuuksia. Aineet on ryhmitelty perinteisiin, fossiilisiin öljyihin sekä kierrätetyistä tai uusiutuvista raaka-aineista valmistettuihin öljyihin ja niiden valmistukseen käytettäviin raaka-aineisiin sekä kemikaaleihin. Tiedot on koottu käyttöturvallisuustiedotteista.

Testiöljyt		Suhteellinen tiheys kg/dm ³	Leimahdus-piste °C	Jähme-piste °C
Fossiiliset poltto-aineet	Kevyt polttoöljy	0,80–0,85	> 55°C	≤ 0°C ¹
	Raskas polttoöljy	0,9–1,0	> 65°C	< 30°C
	Raakaöljy	~ 0,7–1,1	< 0°C	-
	Marine diesel oil, MDO DMB	≤ 0,9	≥ 60°C	–6–10°C
	Marine gas oil, MGO DMA	0,82–0,89	≥ 60°C	–6–0°C
	Hydrauliikkaöljy S68	0,9	> 200°C	< –39°C
Uusiutuvista tai kierrätetyistä raaka-aineista valmistetut öljyt tai niiden raaka-aineet	Neste MY Uusiutuva Diesel	0,77–0,79	> 61°C	< –20°C
	UPM BioVerno diesel	0,8–0,83	>60°C	<0 °C
	UPM BioVerno nafta	0,72–0,775	10°C	< –50 °C
	Raakamäntööljy	0,958–0,969	121–185 °C	–3,15 °C
	Nesteytetty jätemuovi (LWP, Liquefied Waste Plastic oil)	~ 0,7–0,95	< 20°C	
	Tekninen eläinrasva (tali)	~ 0,86–0,88		
Muut kemikaalit	Metanoli	0,792	11 °C	–98 °C ²

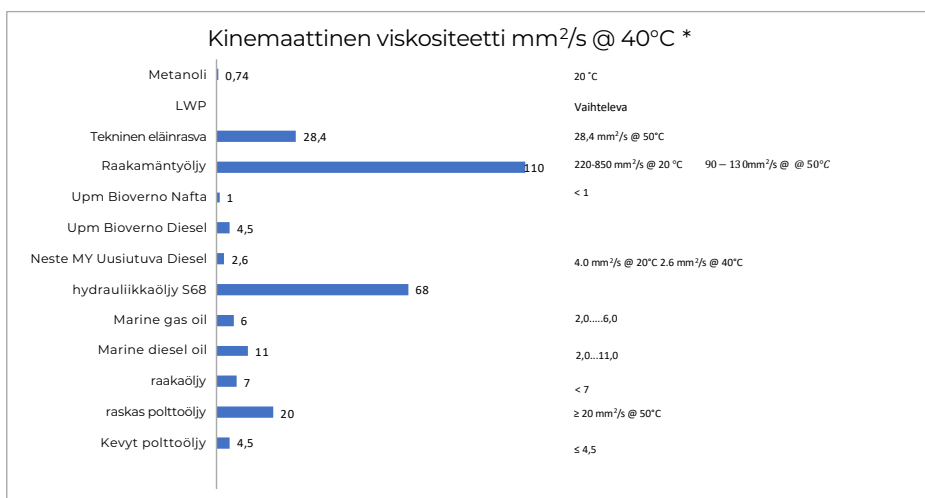
¹ Samepiste

² Sulamispiste

Taulukossa 2 luetelluista polttoaineista osa on käytännössä samaa tuotetta, vaikka ne kauppanimeltään eroavatkin toisistaan. Esimerkiksi Neste Oyj:n antaman tiedonannon (Engman 2023) sekä kemikaalien CAS-numeroiden perusteella fossiilisista polttoaineista kevyt polttoöljy, diesel ja MGO DMA ovat käytännössä samaa polttoainetta, ainoastaan värillä erotetaan niiden verotusluokka. Myös ”Neste MY Uusiutuva Diesel ja MY Polttoöljy ovat täysin samaa tavaraa, ainoastaan polttoöljyyn on lisätty väriaine alhaisemman veroluokan takia” (Engman 2023).

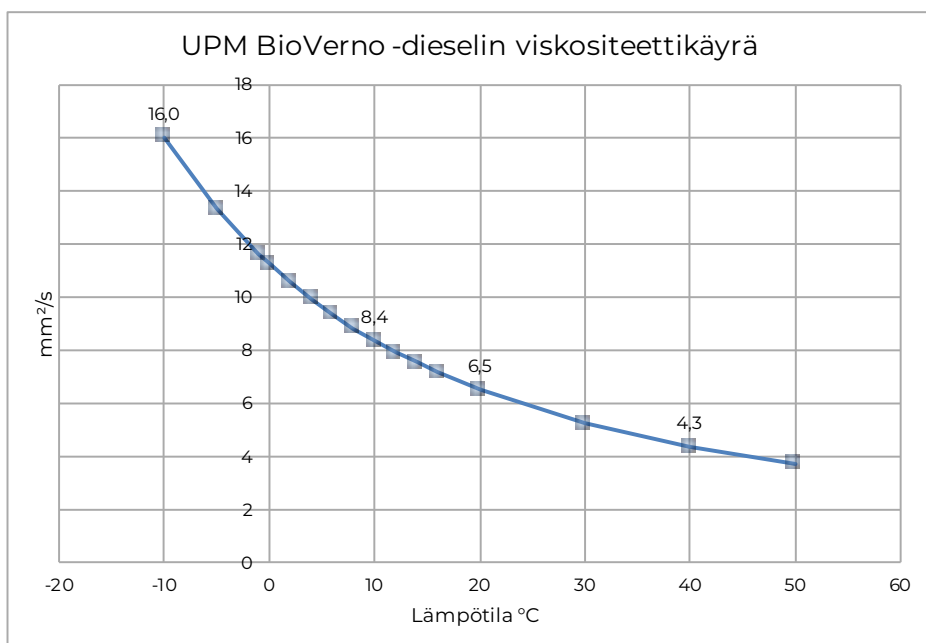
Öljyntorjunnan ja aineiden käsiteltävyyden kannalta tulee tuntea öljyn tai muun haitta-aineen oleelliset ominaisuudet. Taulukossa 2 mainittujen ominaisuuksien lisäksi on hyvä tuntea haitta-aineiden viskositeetti. Käyttöturvallisuustiedotteet ilmoittavat pääsääntöisesti nesteen kinemaattisen viskositeetin dynaamisen viskositeetin sijaan. Nesteen kinemaattinen viskositeetti on sen dynaamisen viskositeetin ja tiheyden osamäärä (Korpela s.a.). Viskosi-

teetti tarkoittaa yksinkertaisimmillaan nesteen juoksevuutta, johon vaikuttavat lämpötila ja paine. Öljyntorjunta-altaalla viskositeettiin vaikuttaa vain lämpötila, koska ilmanpaine pysyy ulkotilassa muuttumattomana.



Kuva 1. Kaaviossa on vertailtu öljyntorjunta-altaalla käytössä olevien nesteiden kinemaattista viskositeettia. Tiedot on koottu käyttöturvallisuustiedotteista.

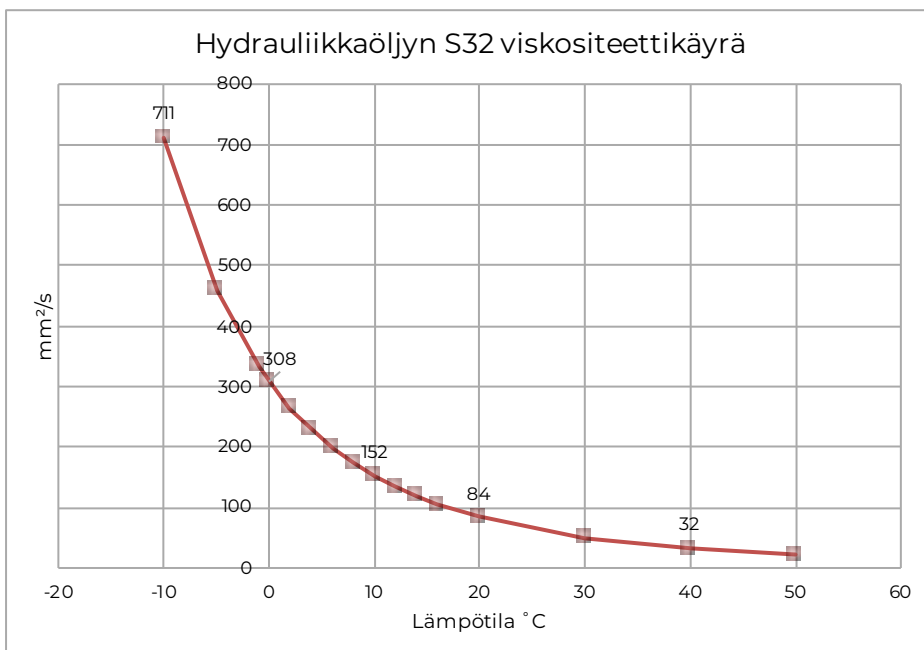
Kuten kuvasta 1 havaitaan, altaalla käytössä olevien testiöljyjen viskositeetissa on vaihtelevuutta sen määrittämislämpötilassa. Tästä syystä öljyntorjuntaa tutkivalla tai sitä harjoittelevalla taholla olisi hyvä olla käytössään jonkinlaiset viskositeetin määritysmenetelmät tai ainakin likimääräiset viskositeettikäyrät, joista selviäisi nesteen viskositeetin muuttuminen lämpötilan mukaan. Näin voidaan tarkastella viskositeetin vaikutusta eri keräysmenetelmien ja -laitteiden tehoavuuteen sekä sitä kautta menetelmän valintaan ja mahdollisimman tehokkaaseen keräystulokseen. Samoin aineen viskositeetin vaikutus imeytystuotteiden imukyvyyn muuttumiseen on hyvä tunnistaa. Todellisissa öljyntorjuntatilanteissa nesteiden viskositeetit ovat harvoin taulukkoarvojen (standardien) mukaiset, etenkin näillä leveysasteilla.



Kuva 2. UPM BioVerno -dieselin viskositeettikäyrä lämpötilan funktiona. Viskositeetti muuttuu lämpötilan vaikutuksesta logaritmisesti.

Kuvassa 2 on esitetty esimerkkinä yhden uusiutuvan polttoaineen viskositeettikäyrä, josta voidaan todeta, kuinka paljon lämpötilan muutos vaikuttaa viskositeettiarvoon. Alkulämpötilasta lähdettäessä viskositeettiarvon kasvu on aluksi hidasta ja kasvaa kiihtyvällä vauhdilla (logaritmisesti) lämpötilan laskiessa. Esimerkkinä lämpötilan muutos 40 °C:sta 20 °C:seen vaikuttaa noin 2 yksikön (senttistokin, cSt) ($\text{cSt} = \text{mm}^2/\text{s}$) muutoksen ylöspäin, kun taas yhtä suuri lämpötilan muutos 5 °C:sta -10 °C:seen vaikuttaa noin 8 yksikön kasvun.

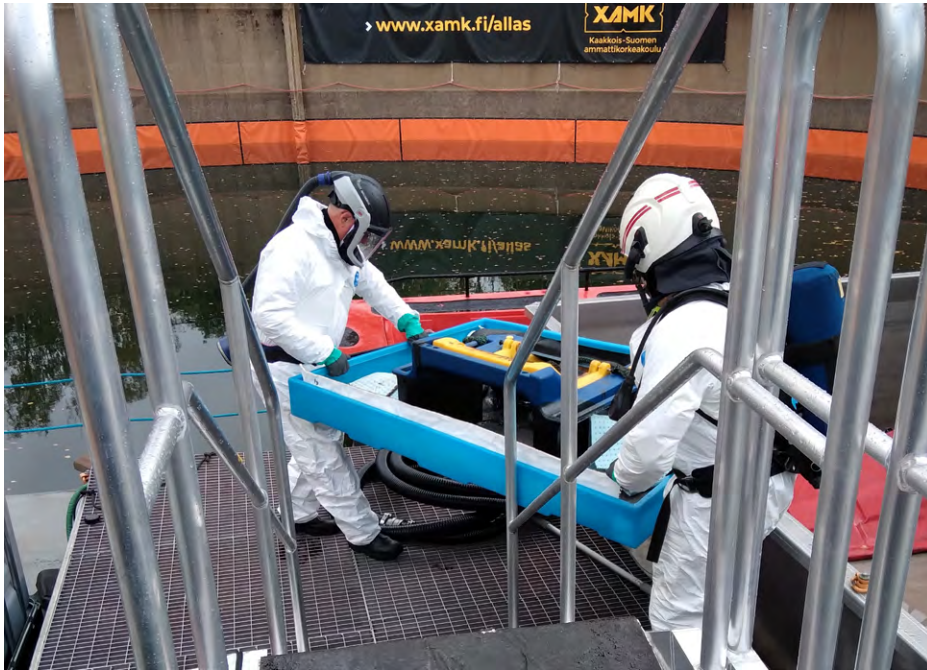
Kuvassa 3 on esitetty hydrauliikkaöljy S32:n viskositeettikäyrä. Kuvaan 2 vertaamalla huomataan käyrien poikkeavan toisistaan melkoisesti. Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että sitä jyrkemmin viskositeetti kasvaa, mitä suurempi viskositeettiarvo on korkeammissa lämpötiloissa.



Kuva 3. Hydrauliikkaöljyn S32 viskositeettikäyrä lämpötilan funktiona. Viskositeetti muuttuu lämpötilan vaikutuksesta logaritmisesti.

UUSIMUOTOISTEN AINEIDEN VAIKUTUS TURVALLISEEN TOIMINTAAN

Öljyntorjunta-altaalla nesteiden käsittelyssä ja harjoitustoiminnoissa käytetään aina tilanteen edellyttämiä turva- ja suojavarusteita. Siten turvallinen toiminta edellyttää aineiden ominaisuuksien tuntemista ja käyttöturvallisuustiedotteisiin tutustumista. Kaikkien aineiden käsittelyssä käytetään hengityssuojaimia ja suojavaatetusta (jalkineet, käsineet ja suojapuku). Aineen ominaisuuksista riippuen hengityssuojaimena käytetään tarpeen vaatiessa moottoroitua raitisilmasuodatinjärjestelmää (Jupiter 3M Versaflo) (kuva 4). Käsiteltävän aineen haihtuvien yhdisteiden (kaasu ja höyry) myrkyllisyys vaikuttaa oikeantyyppisten suodatinpanosten valintaan. Myös harjoituksia lähietäisyydeltä seuraamaan tulevat vierailijat varustetaan asianmukaisilla suojavarusteilla (kuva 5), vaikkakin yleisövierailuihin pyritään valitsemaan aina turvallisimmat aineet eli aineet, joista haihtuisi mahdollisimman vähän terveydelle haitallisia yhdisteitä.



Kuva 4. Raakaöljystä likaantuneiden öljyntorjuntavälineiden käsittely vaatii asianmukaiset suojaimet (Manu Kettunen 2022).



Kuva 5. Kansainvälisiä öljyntorjunta-alan ammattilaisia seuraamassa öljyn vuotokäyttäytymisen demonstraatiota Justiina Halosen johdolla (Manu Kettunen 2022).

Tällä hetkellä öljyntorjunta-altaalla käytössä olevista aineista suurinta suojautumistarvetta terveyshaittoja vastaan aiheuttavat raakaöljy ja Neste Oyj:n koekäyttö- ja testivaiheessa oleva nesteytetystä jätemuovista kehitetty raaka-aine. Edellä mainituista aineista vapautuvien kaasujen suodatuksen vaaditaan suojaustasoltaan ABEK 3 -luokan suodatin. Työturvallisuuden takaamiseksi Neste Oyj:n työhygieniasiantuntijat tutkivat altaalla kattavan mittauslaitteiston kanssa edellä mainittujen aineiden haihtuvia yhdisteitä ja niille altistumista työskentelyetäisyydeltä. Mittausdatasta on laadittu erillinen tutkimusraportti.

Öljyntorjunta-altaalla uusille öljyille ja muille tutkittaville aineille tehdään ennen käyttöönottoa työturvallisuuskartoitus. Öljyjen ja muiden syttyvien aineiden käsittelyssä ja erityisesti pumppauksissa huomioidaan staattisen sähköön muodostumisen mahdollisuus ja tarvittaessa käytetään maadoitusta kipinäoinnin estämiseksi sekä antistaattista suojavaate-tusta. Kannettava monikaasumittari, joka mittaa palavien kaasujen alemmaa räjähdysrajaa (LEL, Lower Explosive Limit), häkää, hapetta ja rikkivetyä, kulkee haihtuvien aineiden kanssa työskentelevän rintapielessä toimintojen aikana.

Ympäristöturvallisuuden näkökulmasta uusiutuvien, kierrätys- ja biopohjaisten aineiden kanssa toimitaan öljyntorjunta-altaalla samoin kuin perinteisienkin aineiden kohdalla: toiminta keskitetään altaan sisäpuolelle, ympäristö suojataan mahdolliselta likaantumiselta ja jätteet lajitellaan asianmukaisesti. Hiilivetypohjaisina aineet ovat eroteltavissa käytössä olevalla öljynerotinlaitteistolla.

KATSAUS TULEVAISUUDEN POLTTOAINEISIIN ÖLJYNTORJUNNAN KANNALTA

Tulevaisuudessa ollaan siirtymässä enenevässä määrin pois fossiilisista polttoaineista ja öljytuotteista, joita pyritään korvaamaan biopohjaisilla, uusiutuvilla raaka-aineilla ja uusiutuvalla energialla tuotetuilla menetelmillä. Tämä suuntaus on hyvä ympäristön ja kestävä kehityksen kannalta. Se tuo kuitenkin uusia haasteita öljyntorjuntaan. Muuttuvat aineet vaativat tutkimuksia niiden käyttäytymisestä maalla ja vesistössä sekä öljyntorjuntatoimien harjoittelua soveltuvampien öljyntorjuntamenetelmien löytämiseksi. Perinteiset öljytuotteet tulevat säilymään vielä pitkään markkinoilla. Siten öljyntorjunta-altaalla tapahtuvassa öljyntorjuntaviranomaisille suunnatussa koulutus- ja harjoituspalvelussa on huomioitava perinteiset aineet vielä pitkään, ja samalla tulee ottaa uusia vahinkoaineita niiden yleistyessä mukaan valikoimaan. Seuraavissa kappaleissa on muutama ennuste tulevasta kehityksestä poliittiselta ja laivanvarustamotasolta katsottuna.

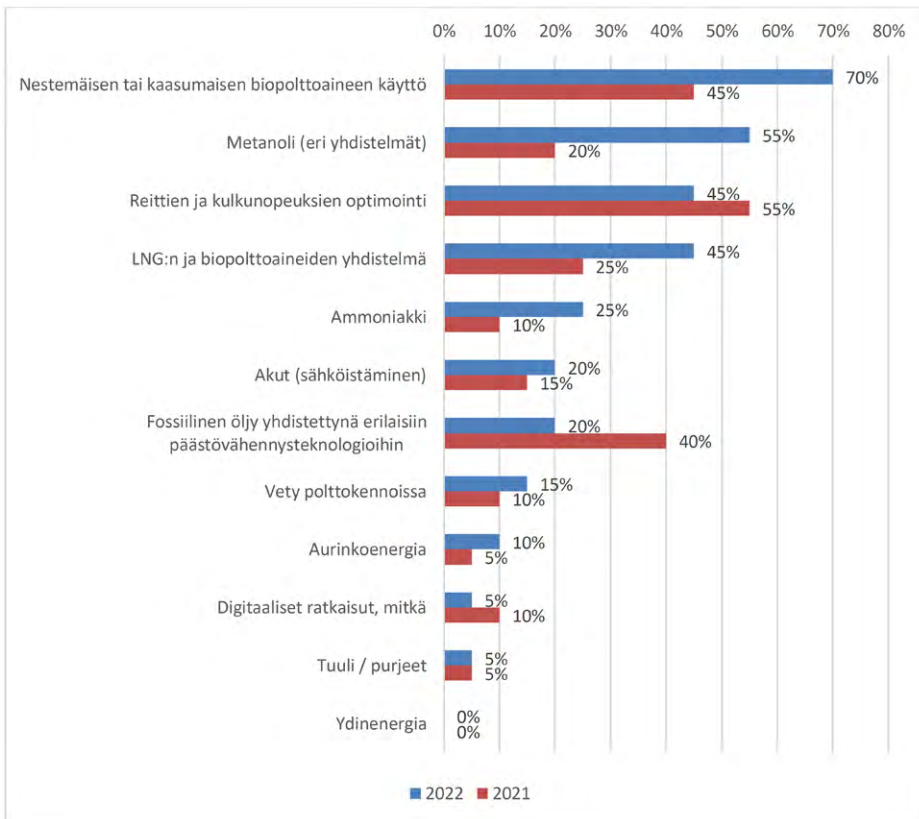
Tavoitteita päästöttömämmän maailman saavuttamiseksi asetetaan eri aikaikkunoilla. Esimerkiksi vuonna 2021 Euroopan komissio hyväksyi Fit For 55 -paketin (FF55), jonka tavoitteena on korvata merenkulun fossiilisista polttoaineista 75 prosenttia EU:n alueella vuoteen 2050 mennessä (EU 2021, 23). Sisäministeriön asettama öljy- ja aluskemikaalivahinkojen

torjunnan valtakunnallinen neuvottelukunta kuitenkin arvioi, että vuonna 2035 vasta yksi seitsemästä liikennöivästä kauppaluoksesta käyttäisi uudentyyppisiä, ei-kivennäispohjaisia polttoaineita. Uusia polttoaineita meriliikenteessä tulevat neuvottelukunnan mukaan todennäköisesti olemaan metanoli, ammoniakki ja vety. (Vähätalo 2023; Sisäministeriö 2023.)

Vuoden 2023 alussa Turun yliopiston merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus julkaisi varustamobarometrin, jossa tiedusteltiin sekä suomalaisilta että ulkomaisilta varustamoilta, joilla on säännöllistä Suomen-liikennettä, mitä vaihtoehtoisia polttoaineita tai käyttövoimia varustamot harkitsevat käyttävänsä tulevaisuudessa vähähiilisyyttä ja päästöjen vähentämistä edistääkseen. Vastaukset ilmenevät kuvasta 6, jossa on nähtävillä myös vuoden 2022 tulokset verrattuna vuoden 2021 tuloksiin. (Repka & Pöntynen 2023, 11, 36.)

Varustamobarometrin mukaan 70 prosenttia suomalaisista varustamoista aikoo kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiseksi tukeutua nestemäisen tai kaasumaisen biopolttoaineen käyttöön, 55 prosenttia metanoliin ja 45 prosenttia nesteytetyn maakaasun (LNG) ja biopolttoaineiden yhdistelmään, 25 prosenttia ammoniakkiin sekä 20 prosenttia akkuteknologiaan. Varustamoista 20 prosenttia arvioi jatkavansa fossiilisten öljyjen käyttöä hyödyntämällä päästövähennystekniikoita. (Repka & Pöntynen 2023, 36.) Tästä on nähtävissä, että torjuntaosaamista on kehitettävä uusien aineiden varalle samalla ylläpitäen edelleen fossiilisten polttoaineiden torjuntakykyä (Halonen 2023).

Kuvan 6 perusteella voitaneen todeta, että vuodessa on tehty aimo harppaus vähäpäästöisempään suuntaan. Fossiilisen öljyn käytön yhdistämisen erilaisiin päästövähennysteknologioihin valitsi vuonna 2022 enää 20 prosenttia, kun edellisenä vuotena vastaava luku oli 40 prosenttia. Suurimmat muutokset vastauksissa vuosien 2012 ja 2022 välillä koskivat metanolin ja ammoniakin käytön suosion kasvamista tulevaisuuden polttoaineena: metanolin käyttö eri yhdistelmillä lisääntyi 275 prosenttia ja ammoniakin 250 prosenttia. (Repka & Pöntynen 2023, 36.)



Kuva 6. Varustamojen vastaukset kysymykseen, mitä vaihtoehtoisia polttoaineita tai käyttövoimia ne harkitsevat tulevaisuudessa. Vertailuna kahtena perättäisenä vuotena, 2021 ja 2022, varustamoilta saadut vastaukset. Vastaajien määrä molempina vuosina oli 20. (Repka & Pöntynen 2023, 36.)

Uusimuotoisten polttoaineiden tarkkaa kasvuennustetta on kuitenkin vaikea antaa. Osittain tämä johtuu siitä, ettei niitä vielä tilastoida erikseen. Esimerkiksi kuvan 7 Tilastokeskuksen laatimassa ja Suomen virallisen tilaston julkaisemassa taulukossa mainitut öljytuotteet sisältävät niin fossiilisia kuin biopohjaisiakin tuotteita. Kemikaali-sarakkeessakin voi olla sisällytettyä uuden sukupolven bio- tai kierrätyspohjaisia ja uusiutuvia aineita, koska tarkkaa jakoa ja määritelmää ei vielä ole (Vähätalo 2023).

Ulkomaan merikuljetukset satamittain ja tavaralajeittain muuttujina Suunta, Vuosi, Tavaralaji ja Tiedot

	Tonnia
Yhteensä	
2022	
Raakaöljy	10 082 790
Öljytuotteet	11 747 739
Kemikaalit	5 532 399

Kuva 7. Meriliikenteen öljy- ja kemikaalikuljetukset Suomen satamiin vuodelta 2022 (Suomen virallinen tilasto 2023).

Edellä esitetyn varustamobarometrinkin viestin perusteella polttoaineet tulevat muuttumaan merkittävästi ja öljyntorjuntakin tulee saamaan uuden merkityksen tai kokonaan uuden käsitteen. Sisällöllisesti ollaan kuitenkin jatkossakin saman asian äärellä: ympäristölle haitallisten aineiden torjunnassa. Koko öljyntorjunnan ja ympäristövahinkojen torjuntakenttä joutunee uusien haasteiden eteen, vaikka edellisissäkin riittää vielä työsarkaa. Jatkossakin on ylläpidettävä valmiutta myös fossiilisten polttoaineiden torjuntaan. Vielä vuonna 2022 raakaöljyn kuljetusmäärät meritse olivat 37 prosenttia öljyjalosteiden ja kemikaalien kuljetusmääristä (Suomen virallinen tilasto 2023).

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun operoiman öljyntorjunta-altaan puitteet ja henkilökunta valmistautuvat myös tulevaisuuden polttoaineiden asettamiin käsiteltävyyden ja torjunnan haasteisiin. Eniten aineiden muutos näkyyneen suojaustasoissa, öljyisen veden käsittelylaitteistolle asettamissa vaatimuksissa sekä torjuntakaluston kehittämistarpeissa.

LÄHTEET

Engman, A. 2023. Uusiutuvat polttoaineet. Sähköpostitiedonanto 6.2.2023 klo 16.51. Neste Oyj.

Euroopan komissio. 2021. FuelEU Maritime -asetus. Article 4. PDF-dokumentti. Saatavissa: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2021/0562/COM_COM\(2021\)0562_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2021/0562/COM_COM(2021)0562_EN.pdf) [viitattu 19.2.2023].

Halonen, J. 2023. Öljyntorjuntavalmius turvaa myös huoltovarmuutta. AMK-lehti/UAS Journal, vol. 1/2023. Journal of Finnish Universities of Applied Sciences. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2023030930772> [viitattu 15.5.2023].

Halonen, J. & Malk, V. 2017. Bioöljyt ja -polttoaineet öljyntorjunnan näkökulmasta. Teoksessa Malk, V. (toim.) Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Xamk Kehittää 3. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, 235–261. ISBN 978-952-344-007-4. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-007-4> [viitattu 9.2.2023].

Korpela, J. s.a. Mittayksiköt. Mekaniikka: Kinemaattinen viskositeetti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://jkorpela.fi/yksikot/9.9.html> [viitattu 9.2.2023].

Malk, V. & Soininen, H 2017. Älykkäitä menetelmiä ympäristövahinkojen torjuntaan. Teoksessa Malk, V. (toim.) Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Xamk Kehittää 3. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, 235–261. ISBN 978-952-344-007-4. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-007-4> [viitattu 9.2.2023].

Motiva. 2018. Nestemäiset biopolttoaineet. WWW-artikkeli. Päivitetty 11.1.2022. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/bioenergia/nestemaiset_biopolttoaineet [viitattu 9.2.2023].

Neste. 2017. Neste lanseeraa 100 %:sti jätteistä ja tähteistä valmistetun Neste MY uusiutuvan dieselin. WWW-artikkeli. Saatavilla: <https://www.neste.com/fi/neste-lanseeraa-100-sti-j%C3%A4tteist%C3%A4-ja-t%C3%A4hteist%C3%A4-valmistetun-neste-my-uusiutuvan-dieselin> [viitattu 9.2.2023].

Neste. 2022. Jätemuovi raaka-aineena. WWW-artikkeli. Saatavissa: <https://www.neste.fi/vastuulliset-ratkaisut/tuotteet/raaka-aineet/tulevaisuuden-raaka-aineet/jatemuovi-raaka-aineena> [viitattu 5.3.2023].

Repka, S. & Pöntynen, R. 2023. VARUSTAMOBAROMETRI 2022. Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskuksen julkaisuja. Turun yliopiston Brahea-keskus. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.utu.fi/sites/default/files/media/MKK/Julkaisut/B219_Varustamobarometri-Rederibarometern-2022.pdf [viitattu 9.2.2023].

Saranpää, E. 2021. Biopolttoaineet perinteisten polttoaineiden korvaajina. Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, Tuotantotalous. pdf-tiedosto. Saatavissa: https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/162638/Kandidaatinty%C3%B6_Saranp%C3%A4%C3%A4.pdf?sequence=1 [viitattu 9.1.2023].

Sisäministeriö. 2023. Valtioneuvoston periaatepäätös SM/2023/9. Ympäristövahinkojen torjunnan kansallinen strategia vuoteen 2035. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/delegate/file/117181> [viitattu 1.3.2023]

Suomen virallinen tilasto (SVT): Ulkomaan meriliikenne [verkkojulkaisu]. ISSN=2670–1987. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 13.3.2023]. Saantitapa: <https://stat.fi/tilasto/uvliik>

UPM. 2019. Uusiutuva muovia UPM BioVerno -naftasta. WWW-artikkeli. Saatavissa: <https://www.upm.com/fi/tietoa-meista/innovaatiot/innovaatioita-tulevaisuuteen/luonnollinen-ratkaisu-uusiutuvalle-muoville/> [viitattu 22.1.2023].

Valta, M. 2012. Tankki täyteen, kiitos! T-lehti 7.2.2012. WWW-artikkeli. Saatavissa: <https://t-lehti.fi/2012/02/07/tankki-tayteen-kiitos/> [viitattu 9.2.2023].

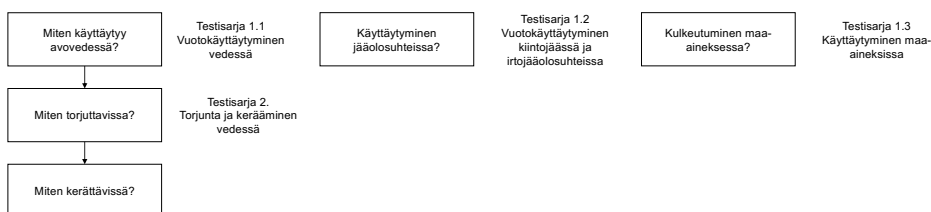
Vähätalo, J. 2023. Erityisasiantuntija. Verkkopalaveri 24.3.2023. Öljykuljetukset meritse. Traficom.

Yle. 2016. Tämä ei ole scifiä – suoria biopolttoaineita auringonvalosta. WWW-artikkeli. Saatavissa: <https://yle.fi/aihe/artikkeli/2016/05/11/tama-ei-ole-scifia-suoria-biopolttoaineita-aurionvalosta> [viitattu 9.1.2023].

UUSIMUOTOISTEN POLTTOAINEIDEN, NESTEIDEN JA NIIDEN RAAKA-AINEIDEN VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN

Justiina Halonen, Antero Myrén & Manu Kettunen

Öljyvahingon torjumiseksi ja keräysmenetelmän valitsemiseksi on tunnettava vuotaneen aineen ominaisuudet ja käyttäytyminen. Uusiutuvista tai kierrätetyistä raaka-aineista valmistettujen tuotteiden yleistyessä on siten tarpeen selvittää niiden käyttäytymistä vesistöissä ja maalla tapahtuvissa vahinkotilanteissa. Uusiutuvien ja biopohjaisten nesteiden maa- ja vesistövahinkojen torjunta -hankkeeseen (A78380) sisältyi neljä testikokonaisuutta (kuva 1). Ensimmäisen testisarjan tavoitteena oli tutkia uusien tuotteiden vuotokäyttäytymistä niiden vuotaessa veteen, toisessa vuotokäyttäytymistä jääolosuhteissa ja kolmannessa kulkeutumista maa-aineksissa. Lisäksi selvitettiin aineiden torjuttavuutta ja kerättävyyttä vesistöissä tapahtuvissa vahingoissa. Testeihin sisältyi myös perinteisiä fossiilisia polttoaineita verrokkiaineina.

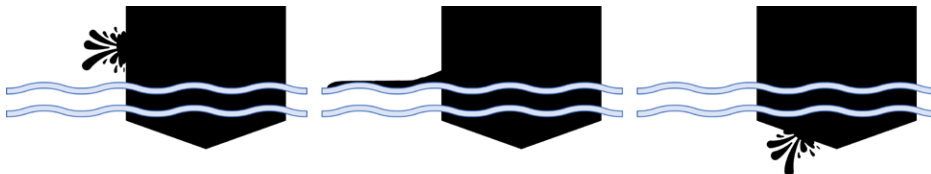


Kuva 1. Uusiutuvien ja biopohjaisten nesteiden maa- ja vesistövahinkojen torjunta hankkeessa suoritettut testikokonaisuudet.

Tässä artikkelissa kuvataan sekä avovedessä (1.1) että jääolosuhteissa toteutetut testit (1.2). Maa-aineksessa kulkeutuvuutta tutkineen testin (1.3) ja kerättävyyttä selvittäneen testisarjan (2.) tulokset on esitetty tämän julkaisun seuraavissa artikkeleissa *Keräystehokkuus uusien polttoaineiden ja niiden raaka-aineiden skimmerikeräyksessä* ja *Uusiutuvien ja biopohjaisten polttoaineiden kulkeutuminen maaperässä*.

UUJOKÄYTTÄYTYMINEN AVOVEDESSÄ

Ensimmäisen testin tarkoituksena oli havainnoida eri tuotteiden käyttäytymistä niiden vuotaessa veteen. Testissä vuoto demonstroitiin ensin tyyneen veteen, ja siinä havainnollistettiin kolmea erilaista vuotomekanismia: 1) vuotoa veden pinnan yläpuolelta, 2) vuotoa veden pinnalle pinnan tasolta ja 3) vuotoa vedenpinnan alapuolelta. Tällä haluttiin mallintaa erilaisia yhteentörmäyksestä, karilleajosta tai pohjakosketuksesta seuraavia aluksen vaurio-tilanteita (kuva 2). Kuvatus kaltaiset vuototilanteet voivat olla osin mahdollisia myös maakuljetusvahingossa, jossa säiliöauto tai junanvaunu kaatuu ojan tai vesistön läheisyydessä.



Kuva 2. Kolmella eri vuototavalla, 1) vuoto veden pinnan yläpuolelta, 2) vuoto veden pinnalle pinnan tasolta ja 3) vuoto vedenpinnan alapuolelta, havainnollistettiin erilaisia aluksen vauriotilanteita.

Toisessa vaiheessa öljy- tai nestelauttaan aiheutettiin liike-energiaa ja seurattiin aineen reagoimista siihen. Kolmanneksi arvioitiin aineen poistamiseen käytettäviä menetelmiä, kuten imeytystuotteen käyttökelpoisuutta ja aineen kerättävyyttä skimmereillä.

TESTAUSVÄLINEET JA -AINEET

Vuotokäyttäytymistestit suoritettiin 1,5 neliön lasiseinäisessä akvaariossa (kuva 3). Akvaario täytettiin vedellä 50 senttimetriin asti ja jaettiin kolmeen yhtä suureen osaan pienillä rajoituspuomeilla. Näin jokaiselle vuototavan osatestille muodostui oma, 0,5 neliön ala, ja kaikki kolmea eri vuotomekanismia havainnollistavat osatestit voitiin tehdä rinnakkain.



Kuva 3. Testiakvaario jaettiin kolmeen osaan vuotokäyttäytymisen testejä varten (Justiina Halonen 2022).

Testit suoritettiin kahdeksalle aineelle:

1. tekniselle eläinrasvalle
2. Neste MY Uusiutuvalle polttoöljylle
3. nesteytetylle jätemuoville (LWP, Liquefied Waste Plastic)
4. raakamäntyöljylle
5. UPM BioVerno -dieselille
6. kevyelle polttoöljylle
7. meriliikenteen dieselöljylle MDO DMB
8. hydraulikkaöljylle S68
9. raskaalle polttoöljylle PORL180.

Näistä viisi ensimmäistä on uusiutuvista tai kierrätettävistä raaka-aineista valmistettuja nesteitä tai niiden raaka-aineita, loput fossiilisia polttoaineita.

Ennen testausta aineet 1, 3 ja 4 esilämmitettiin 35–40 °C:seen niiden saamiseksi juokseviksi ilman lämpötilan ollessa noin 10 °C. Kyseiset tuotteet myös kuljetetaan 40–60-asteisina, ja näin vuototilanteesta pyrittiin saamaan todenmukaisempi. Aineet 2 ja 5–9 testattiin vallitsevan lämpötilan mukaisina.

TESTIN KULKU

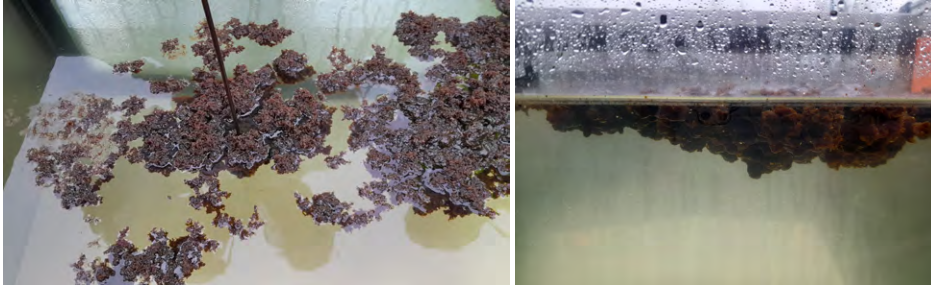
Lähtötiedot kirjattiin muistiin. Kutakin testattavaa ainetta kaadettiin 2,5 litraa kutakin kolmea 0,5 neliön vesialaa kohden siten, että jokainen kaato vastasi eri vuotomekanismia (ks. kuva 2). Kaato ja sitä seurannut aineen käyttäytyminen dokumentoitiin videoimalla. Aineen käyttäytymiseen ei puututtu, vaan sen annettiin reagoida aineelle ominaisella tavalla. Käyttäytymisestä havainnoitiin muun muassa aineen uppoamista tai kelluvuutta, sen sekoittumista veteen, pintaautumista, leviämisenopeutta sekä muutoksia aineen olomuodossa. Seuraavaksi altaaseen muodostettiin aallokkoa ja seurattiin, miten liike-energian lisäys vaikuttaa aineen käyttäytymiseen. Osalle aineista tehtiin myös vuotokäyttäytymistä jääolosuhteissa selvittävä testi. Lopuksi arvioitiin soveltuvinta menetelmää aineen poistamiseksi vedestä.

Seuraavassa kuvataan tehdyt havainnot kunkin vuotomekanismin, aallokkovaikutuksen, jääolosuhteiden ja kerättävyyssarvion osalta.

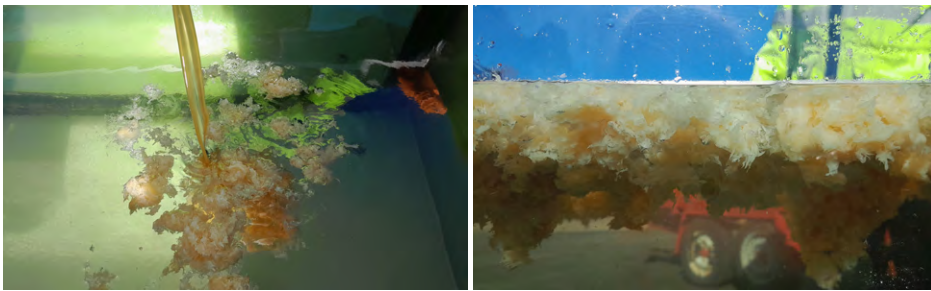
VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN AINEEN VUOTAESSA VETEEN VEDENPINNAN YLÄPUOLELTA

Kaikilla aineilla vuototapahtuman peruskuva oli samanlainen: ylhäältä kaadettaessa aineet painuivat melko syvälle, mutta pintaautuminen alkoi välittömästi liike-energian lakattua. Eroavaisuuksia syntyi aineen ominaispainon vaikutuksesta: suuremman ominaispainon omaavat aineet upposivat syvemmälle.

Esilämmitetyistä aineista nesteytetyn jätemuovin ja teknisen eläinrasvan olomuoto muuttui juoksevasta kiinteäksi aineen kohdatessa veden. Ylhäältä kaadettaessa nesteytetystä jätemuovista muodostui kasaantuvia ryppäitä (kuva 4) ja teknisestä eläinrasvasta kiinteitä, lastumaisia kappaleita (kuva 5). Kummatkaan aineet eivät muodostaneet yhtenäistä lautta veden pinnalle, eikä aineista vapautunut erityisemmin vettä värjääviä jakeita.

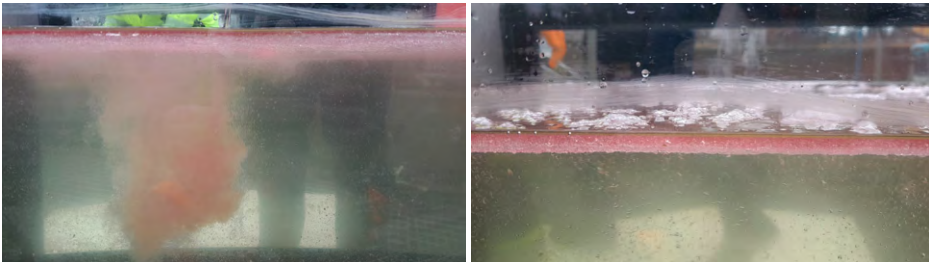


Kuva 4. Nesteytetty jätemuovi muodosti vedenpinnan yläpuolelta vuotaessaan kasaantuvia ryppäitä (Justiina Halonen 2022).



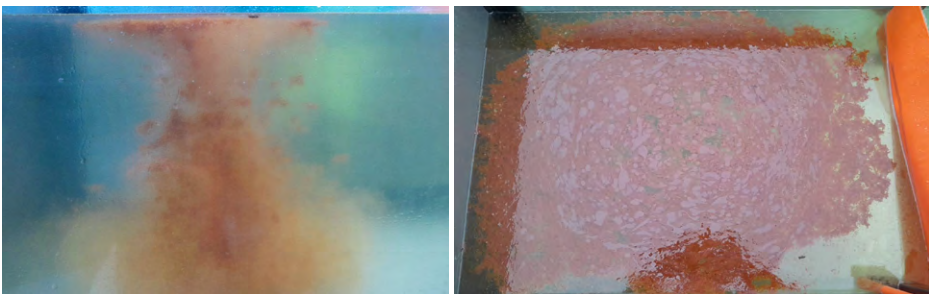
Kuva 5. Tekninen eläinrasva jähmettyi vaseliinimaiseksi ja muodosti vedenpinnan yläpuolelta vuotaessaan lastumaisia irtonaisia kappaleita, kuin suuria kookoshiutaleita (Justiina Halonen 2022).

Teknistä eläinrasvaa käytetään Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn valmistukseen. Valmis polttoaine erosi lähtöaineestaan merkittävästi. Sitä vastoin sen vuotokäyttäytyminen vastasi fossiilista vastinettaan, kevyttä polttoöljyä. Ylhäältä kaadettaessa uusiutuva polttoöljy pisaroitui veteen, mutta pintaui ja levisi koko pinta-alalle välittömästi. Pisaroitumisen aste noudatteli kaatokorkeutta eli kineettisen energian määrää. Öljykerroksen alapinta muodostui hieman vaahtomaiseksi: siihen jäi ilmakuplia, jotka kuitenkin ajan myötä hajoivat (kuva 6).



Kuva 6. Neste MY Uusiutuva Polttoöljy pisaroitui voimakkaasti veden sekaan mutta pintaui nopeasti (Justiina Halonen 2022).

Kaadettaessa raakamäntyöljyä ylhäältä se upposi syvälle, osa öljystä pisaroitui ja sekoittui laajalle alueelle veteen, mutta pintaui kuitenkin kohtalaisen nopeasti (kuva 7). Pintauttuaan öljy asettui jähmeäksi kerrokseksi, eikä se levinnyt peittämään koko testialaa. Lautta stabiloitui melko rikkonaiseksi ja epätasaiseksi sekä peittävyydeltään että kerrospaksuudeltaan.



Kuva 7. Raakamäntyöljyn vedenpinnan yläpuolelta tapahtunut vuoto johti öljyn uppoamiseen ja sen pisaroitumiseen veteen. Aine kuitenkin jähmettyi joutuessaan kosketuksiin viileän veden kanssa ja pintaui melko nopeasti. (Justiina Halonen 2022.)

Raakamäntyöljystä valmistettava UPM BioVerno -diesel levisi laajasti ja hyvin pieninä, hitaasti pintaautuvina pisaroina veteen (kuva 8). Öljykerroksen alapintaan jäi hieman ilmakuplia, jotka ajan myötä poistuivat.



Kuva 8. Kaadettaessa ylhäältä UPM BioVerno -diesel levisi pisarasumuna veteen pisaroiksi, jotka pintaoutuivat hitaasti ja levittivät vuotoa veden alla voimakkaasti (Justiina Halonen 2022).

Kaadettaessa meriliikenteen dieselöljyä MDO DMB vedenpinnan yläpuolelta polttoaine sekoittui voimakkaasti vesipatsaaseen muodostaen pieniä pisaroita, jotka pintauiivat suhteellisen hitaasti. Pintautumisen jälkeen öljykerroksen alapinnalla oli havaittavissa emulsiota ja ilmakuplia (kuva 9).



Kuva 9. Meriliikenteen dieselöljyä MDO DMB sekoittui vesipatsaaseen voimakkaasti, ja öljykerroksen alapintaan jäi ilmakuplia ja emulsiota (Justiina Halonen 2022).

VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN VUODOISSA VEDEN PINNAN TASOLTA

Veden pinnan tasolla tapahtuva vuoto johti kaikilla aineilla tasaiseen, pinnalle asettuvaan lauttaan eikä pisaroitumista tapahtunut. Esimerkiksi nesteytetty jätemuovi aiemman ”jäävuorimaisen” olomuodon (kuva 4) sijaan asettui tasaiseksi, joskaan ei yhtenäiseksi lautaksi (kuva 10). Aine muuttui välittömästi jähmeäksi vedessä, sen leviäminen oli hidasta eikä aine levinnyt koko pinta-alalle. Myös teknisestä eläinrasvasta muodostui pinnalta kaadettaessa tasainen, vedenpintaan asettava lautta (kuva 11).



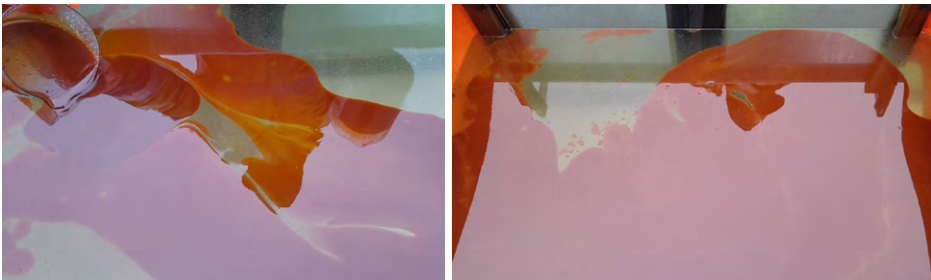
Kuva 10. Vedenpinnan tasalta vuotaessa nesteytetty jätemuovi muodostaa pintaan jäävän lautaa mutta ei levittäydy kattamaan koko testialueen pinta-alaa (Justiina Halonen 2022).



Kuva 11. Teknisen eläinrasvan vuoto vedenpinnan tasolle muodosti tasaisen sileän lautan (Justiina Halonen 2022).

Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn, raakamäntyöljyn (kuva 12), fossiilisen kevyen polttoöljyn, meriliikenteen dieselöljyn MDO DMB, hydraulikkaöljyn S68 ja raskaan polttoöljyn PORL180 vuodot muodostivat niin ikään tasaisen vedenpintaa myötäilevän lautan pinnan tasolta kaadettaessa eikä veteen sekoittumista juuri tapahtunut.

Neste MY Uusiutuvaan polttoöljyyn ja UPM BioVerno -dieseliin muodostui tässäkin vuoto-tavassa ilmakuplia öljyä kaadettaessa, mutta ne olivat suurempia kuin edellisessä osatestissä ja asettuivat nopeasti. Myöskään meriliikenteen dieselöljyn MDO DMB emulgoitumista ei tässä vuototavassa tapahtunut (kuva 13).



Kuva 12. Vedenpinnan tasolta kaadettaessa raakamäntyöljystä muodostui tasalaatuisempi lautta kuin vedenpinnan yläpuolisessa vuodossa (Justiina Halonen 2022).



Kuva 13. Kaadettaessa meriliikenteen dieselöljyä MDO DMB pinnan tasolta veteen öljystä muodostui rauhallisesti leviävä kerros, sekoittumista vesipatsaaseen tapahtui hyvin vähän eikä emulgoitumista havaittu (Justiina Halonen 2022).

VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN VEDENALAISISSA VUODOISSA

Pinnan alta tapahtuva vuoto saatiin aikaiseksi suppiloa ja letkua käyttäen (kuva 14). Kaikilla aineilla pintautuminen alkoi heti vuotoaukon suulta suoraan ylöspäin, horisontaalista leviämistä ei tyyneissä vedessä tapahtunut. Vuototilanteessa ei aiheutunut voimakasta sekoittumista MDO:ta lukuun ottamatta, vaan aineet nousivat pintaan joko yhtenäisenä tai katkonaisena nauhana.

Nesteytetty jätemuovi vedenpinnan alta vuotaessaan jähmettyi ja nousi pintaan nopeasti muodostaen yksittäisiä lauttoja, samoin käyttäytyivät tekninen eläinrasva ja raskas polttoöljy. Neste MY Uusiutuva Polttoöljy sekoittui hieman veteen, ja öljykerrokseen muodostui aluksi suuria ilmakuplia, mutta ne hävisivät nopeasti. Myös UPM BioVerno dieseliin muodostuneet suuret kuplat hävisivät nopeasti. MDO:n vuodossa pisaroituminen oli voimakasta ja öljykerrokseen muodostui suuria ilmakuplia. Vesi kirkastui kuitenkin ylhäältä tapahtuvaa vuotoa nopeammin.

Sekä raakamäntyöljyn että hydraulikkaöljyn vuodot veden alla vapautuivat rauhallisesti ja veteen sekoittumatta. Mäntyöljyn pintauduttua se alkoi levitä nauhamaisesti pinnalle. Hydraulikkaöljyssä oli aluksi isompia kuplia, jotka tasaantuivat kuitenkin nopeasti.



Kuva 14. Kuvakooste nesteiden käyttäytymisestä vedenpinnan alaisissa vuodoissa. Ylhäältä vasemmalta lukien nesteytetty jätemuovi, tekninen eläinrasva, Neste MY Uusiutuva Polttoöljy, raakamäntyöljy, meriliikenteen dieselöljy ja raskas polttoöljy. (Justiina Halonen 2022.)

AALLOKON VAIKUTUS AINEEN KÄYTTÄYTYMISEEN

Nesteytetystä jätemuovista muodostuneeseen lauttaan aallokko ja liike eivät merkittävästi vaikuttaneet: lautta pysyi lähes muuttumattomana seuraillen aaltoliikkeen mukana. Aine kuitenkin tarttui liikkeen voimasta kiinteisiin pintoihin, kuten altaan seinämiin. Teknisen eläinrasvan lautta sitä vastoin hajosi pienempiin osiin ja kasaantui paksummiksi lautoiksi (kuva 15). Sekoittumista veteen ei kuitenkaan tapahtunut kummallakaan aineella.

Raskas polttoöljy pysyi aallokossa yhtenäisenä lauttana ja rauhoitti aallokon terävyyttä. Myös hydraulikkaöljy pysyi melko stabiilina, vain pieniä ilmakuplia muodostui öljyn alapinnalle, mikä kasvatti hieman kerrospaksuutta. Öljykerros alkoi kuitenkin nopeasti asettua heti liikkeen lakattua. Raakamäntyöljyä aallokko taas sekoitti hyvin voimakkaasti, se painui vedenpinnan alle, hajosi useaan osaan ja emulgoitui, eikä sen pintautuminen tapahtunut kovinkaan nopeasti.

Aallotus sai sekä Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn että UPM BioVerno -dieselin sekoittumaan veteen, mutta öljylautat pysyivät yhtenäisinä ja liikkeen loputtua öljyt tasoittuivat välittömästi tasaiseksi kerrokseksi. Myös MDO-lautta pysyi aallokossa yhtenäisenä, mutta emulgoitui herkästi.



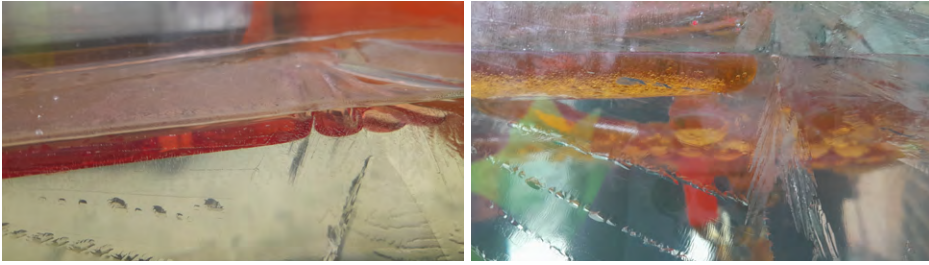
Kuva 15. Kuvapareissa raaka-aineen ja sen lopputuotteen käyttäytyminen aallokossa. Ylemmässä kuvaparissa tekninen eläinrasva (vas.) ja Neste MY Uusiutuva Polttoöljy, alakuvassa mäntyöljy (vas.) ja UPM BioVerno -diesel. (Justiina Halonen 2022.)

VUOTOKÄYTTÄYTYMINEN JÄÄOLOSUHTEISSA

Vuotokäyttäytymistesteihin sisältyi myös pienimuotoinen selvitys vuotokäyttäytymisestä jääolosuhteissa. Testi suoritettiin neljällä erityyppisellä aineella: meriliikenteen dieselöljyllä MDO DMB, raakaöljyllä, raskaalla polttoöljyllä ja kevyellä polttoöljyllä. Testiaineista karstiin pois jo aiemmin kiinteytyviksi todetut aineet. Testin tavoitteena oli havainnoida 1) öljyn leviämistapaa ja -nopeutta, 2) öljyn hakeutumista avoveteen ja 3) öljyn käyttäytymistä rikkonaisessa jääkentässä.

Testin aluksi akvaario täytettiin vedellä 50 senttimetriin asti ja jaettiin neljään yhtä suureen osaan pienillä puomeilla. Pinnalle annettiin muodostua viiden millimetrin jääkansi. Jokaiseen neljään alaen porattiin keskelle halkaisijaltaan 30 millimetrin reikä, josta öljy kaadettiin jään alle. Jokaisen alueen kulmaan porattiin toinen halkaisijaltaan 70 millimetrin reikä noin 50 senttimetrin päähän kaatoreiästä. Kaato ja sitä seurannut öljyn käyttäytymisen dokumentoitiin videoimalla. Käyttäytymiseen ei puututtu alkuvaiheessa, vaan aineen annettiin käyttäytyä sille ominaisella tavalla. Ilman lämpötila testien aikana oli $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Jääkansi hidasti jonkin verran testiaineiden leviämistä. Öljyt painautuivat jääkannen alapohjaa vasten, ja jään alapinnassa olevat epätasaisuudet vaikuttivat leviämiseen. Esimerkiksi jäässä olevat esteet, uurteet ja kohoumat (kuva 16) muuttivat polttoöljyn leviämistä selkeästi, ja se asettui paksummaksi kerrokseksi jäässä oleviin taskuihin.



Kuva 16. Jääkansi hidastaa polttoaineen leviämisenopeutta ja jään alapinnan epätasaisuus vaikuttaa aineen kulkeutumiseen. Vasemmalla kevyttä polttoöljyä ja oikealla meriliikenteen dieselöljyä MDO DMB. (Justiina Halonen 2023.)

Täysin tyynessä vedessä öljy ei itsestään hakeutunut jäähän tehtyyn avantoon, mutta saatuttaessaan sen öljyä ohjautui avoveteen ja oli siitä kerättävissä. Esimerkiksi poistettaessa polttoöljyä avannosta imeytystuotteen avulla öljyä virtasi avantoon tasaisesti lisää. Jään alle jäi kuitenkin huomattavan paljon öljyä, jota ei saatu kerättyä. Öljyn ohjaaminen jään alla haluttuun suuntaan aaltoa tai virtausta luomalla osoittautui hankalaksi. Öljy levisi liikkeen voimasta myös sivusuuntaan, sillä liikesuunnan aiheuttaminen vain yhteen, kapeaan sektoriin ei onnistunut käytettävissä olevin menetelmin.

Kiintojään rikkoutuessa lautoiksi öljy levisi jäälauttojen väleihin. Raskas polttoöljy ja raakaöljy tarttuivat jäälautoihin, varsinkin niiden karkeapintaisiin ja lumisiin osiin. Kevyemmät öljyt eivät tarttuneet jäähän, mutta jäänkappaleiden lumisiin osiin öljyä sitoutui.



Kuva 17. Raakaöljy (Pohjanmeren Brent) tahrii jäälauttoja voimakkaasti (Justiina Halonen 2023).

ARVIO SOVELTUVASTA KERÄYSMENETELMÄSTÄ

Vuotokäyttäytymistestien perusteella arvioitiin aineille soveltuvaa keräysmenetelmää. Nesteytetyn jätemuovin ja teknisen eläinrasvan kiinteytymisen vuoksi arvioitiin niiden olevan kerättävissä lähinnä mekaanisesti nostamalla. Myös aineiden jakautuminen epäyhtenäisiin, toisistaan irrallisiin osiin puoltaa mekaanista poistoa, sillä tehokas skimmerikeräys edellyttää aineen elastisuutta. Nesteytetty jätemuovi ei myöskään imeytynyt synteettisiin imeytystuotteisiin vaan lähinnä tarttui tuotteen pintaan pysyen siinä kohtuullisesti, mutta alkaen kuitenkin valua pinnalta välittömästi. Sama tapahtui raakamäntyöljyllä. Veteen vuotaneen teknisen eläinrasvan keräämisessä ei synteettisistä imeytystuotteista havaittu olevan hyötyä.



Kuva 18. Eläinrasvan keräyksessä käytettiin verkkokauhaa (Justiina Halonen 2023).

BioVerno-diesel (kuva 19) ja Neste MY Uusiutuva Polttoöljy imeytyivät sitä vastoin nopeasti, ja vuotoalueen kokoinen (0,5 m²) rannansuojamatto poisti kaiken öljyn (2,5 litraa) veden pinnalta. Myös hydrauliikkaöljy imeytyi synteettisiin imeytystuotteisiin tasaisesti mutta hitaammin kuin dieselöljy. Hydrauliikkaöljyn kohdalla paksumpien imeytystuotteiden kokonaiskylästyminen saattaa kuitenkin olla haasteellista.



Kuva 19. UPM BioVerno -diesel imeytyi hyvin imeytystuotteisiin (Justiina Halonen 2023).

Skimmerikerättävyyden arvioitiin soveltuvan testatuille aineille kiinteytyviä aineita lukuun ottamatta. Soveltuvuuden todentamiseksi aineille laadittiin erillinen skimmerikeräystesti, jonka tulokset on raportoitu seuraavassa artikkelissa tässä julkaisussa.

TESTITULOSTEN KOONTI AINEKORTEIKSI

Sekä vuotokäyttäytymis- että skimmerikeräystesteistä saadut havainnot koottiin yhdessä käyttöturvallisuustiedotteista kerättyjen ominaisuustietojen kanssa ainekohtaisiksi ohjeiksi. Näiden ns. ainekorttien tarkoituksena on tarjota vahinkotilanteessa tarvittavaa tietoa nopeasti omaksuttavassa muodossa torjuntatoimien aloittamisen helpottamiseksi. Ohjeet sisältävät kuvauksen aineen vaaratekijöistä, henkilökohtaisesta suojautumisesta, aineen vuotokäyttäytymisestä ja aineelle soveltuvista torjuntatoimista. Ainekortit on tarkoitettu eläviksi dokumenteiksi, joita päivitetään tutkimustiedon karttuessa. Esimerkki ainekortista löytyy tämän artikkelin liitteestä 1. Kortissa mainitut menetelmäohjeet viittaavat SÖKÖ-Suomenlahti-öljyntorjuntamanuaalin toimintaohjekortteihin.

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Suoritettujen testien perusteella testatut uusiutuvat kevyet polttoaineet eivät poikenneet fossiilisista vastineistaan vuotokäyttäytymisen osalta. Kierrätetyt sekä uusimuotoisten tuotteiden lähtöaineet sitä vastoin käyttäytyivät perinteisistä öljyistä poikkeavasti.

Vedenpinnan yläpuolelta kaadettaessa kaikki aineet painautuivat vedenpinnan alle. Kiinteytyvät aineet kokkaroituivat, kun taas juoksevat öljyt pisaroituivat voimakkaasti, mutta pintaoutuivat kuitenkin melko nopeasti lukuun ottamatta meriliikenteen dieselöljyä MDO DMB, joka pintaautui muita hitaammin. MDO DMB myös vaikutti emulgoituvan suhteelli-

sen helposti, mikä voi heikentää aineen kerättävyyttä. Mitä korkeammalta veden yläpuolelta vuoto tapahtui, sitä voimakkaampaa pisaroitumisesta näytti muodostuvan. Pisaroitumisen myötä öljyn on mahdollista levitä laajalle, jos vahinkoalueella on virtauksia. Pisaroituminen voi joissain tapauksissa vähentää rajoituspuomin tehoavuutta. Pintautumisen jälkeen aineet, kiinteytyvät ja jähmeät pois lukien, levittäytyivät tasaisesti koko testialueen pinta-alalle.

Veden pinnan tasolla tapahtuva vuoto johti kaikilla aineilla samankaltaiseen lopputulokseen. Pinnan alle painumista tapahtui hiukan, mutta pisaroitumista ei, joten aineiden huomaamaton leviäminen veden alla ei ole kovin todennäköistä. Aineet levittäytyivät tasaiseksi pintaa myötäileväksi kerrokseksi. Nesteytetyn jätemuovin, teknisen eläinrasvan, raakamäntyöljyn, hydraulikkaöljyn ja raskaan polttoöljyn leviäminen oli kuitenkin suuremman viskositeetinsä vuoksi hitaampaa. Hydraulikkaöljyä lukuun ottamatta raskaammat tuotteet eivät levinneet koko pinta-alalle.

Vedenpinnan alainen vuoto vastasi joltain osin pinnan yläpuolista vuotoa – vuotokohdan etäisyys vedenpinnasta ja siitä seuranneesta pudotuksesta tai noususta aiheutuva liike-energia ilmeisesti myötävaikutti aineiden sekoittumiseen veteen, joskin vedenalaisessa vuodossa yläpuolelta kaatoa hieman vähäisemmässä määrin. Kevyisiin polttoöljyihin sekoittui ilmaa suurempina kuplina kuin yläpuolisessa vuodossa ja kuplat myös hajosivat nopeammin. Vuodon sijainnista johtuen aineiden leviäminen laajalle alueelle on mahdollista; leviämisen laajuus ja todennäköisyys riippuvat veden virtauksista ja pintautumismatkan pituudesta.

Aallottaminen ei vaikuttanut kiinteytyviin aineisiin juurikaan, vaan lautat mukautuivat aaltoihin ja pysyivät yhtenäisinä eikä veteen sekoittumista tapahtunut. Raskaammista öljyistä ainoastaan raakamäntyöljy reagoi aallockoon voimakkaasti. Uusiutuva polttoöljy ja diesel sekoittuivat veteen mutta erottuivat heti liikkeen lakattua vaikuttamasta, kun taas MDO emulgoitui.

Yleisesti voidaan todeta, että kaikki testiaineet pintautuivat, mutta pintautumisnopeuteen näytti vaikuttavan pisaroitumisen hienojakoisuus: mitä pienemmiksi pisaroiksi aine veteen levisi, sitä pidempään veden selkiytymiseen kului aikaa. Pintautumisen jälkeiseen leviämiseen vaikutti aineiden viskositeetti: sen kasvaessa leviäminen hidastui ja lautta pysyi paksumpana kerroksena. Leviäminen oli hitaampaa myös jääkannen alla.

Vuotomekanismilla vaikuttaisi osalla aineista olevan merkittävääkin vaikutusta torjuntatoimiin. Esimerkiksi meriliikenteen dieselöljy emulgoitui herkästi liike-energian voimasta, ja siihen näytti riittävän sekä pudotuksen tai pintautumisen liikematka että aallocko. Aallocko muutti myös raakamäntyöljyn olomuotoa. Myös kiinteytyvillä aineilla öljystä muodostui vuotomekanismista riippuen joko yhtenäinen lautta tai toisistaan irrallista massaa. Irtonaisen aineksen voisi ajatella leviävän ja kulkeutuvan epäyhtenäisemmin ja muodostuvan siten työläemmäksi koota yhteen. Vuotomekanismi voi muuttaa torjunnan luonnetta myös

silloin, kun vuoto tapahtuu syvällä pinnan alla, jolloin aine voi levitä välivedessä virtausten vaikutuksesta ja rajoituspuomin tehoavuus heikkenee.

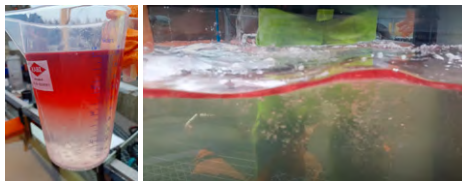
Kevyille, nestemäisinä säilyville uusiutuville polttoaineille vaikuttaa soveltuvan samat keräysmenetelmät kuin fossiilisille polttoaineille. Uusiutuvista polttoaineista Neste MY ja BioVerno-diesel kyllästivät imeytystuotteen nopeasti. Sitä vastoin nesteytetty jätemuovi, tekninen eläinrasva ja raakamäntyöljy muuttuivat veteen vuodettuaan niin korkeaviskoosiksi, että ne lähinnä pinnoittivat imeytystuotteen. Lisäksi nesteytetty jätemuovi ja tekninen eläinrasva kiinteytyivät ja menettivät tarttuvuutensa siinä määrin, ettei niiden kerääminen skimmereillä vaikuta olevan tarkoituksenmukaista, vaan poistamisessa kannattaa hyödyntää mekaanista nostoa.

LIITE 1

AINEKORTTI

1/2

Neste MY Uusiutuva Polttoöljy



Tuote

Uusiutuvista raaka-aineista valmistettu polttoöljy/
dieselöljy.

Uusiutuvat hiilivedyt (dieseltyyppinen jae).

YK 1202

Perusominaisuudet

Liikennepolttoaine

Väri: Neste Uusiutuva Diesel kirkas, Neste Uusiutuva Polttoöljy punainen

Viskositeetti 2,6 (cSt) 40 °C, tiheys 0,78 kg/l, jähmepiste alle -20 °C

Kelluva, hitaasti haihtuva ja huonosti veteen liukeneva

Turvallisuus

Syttävä ja ympäristölle haitallinen aine, ei pidetä räjähtävänä.

Syttymispitoisuusmittaus. Huomioi hapen syrjäytymisen vaara.

Huomioi staattisen sähkön aiheuttama kipinöinti, maadoitus tarvittaessa.

Voi olla tappavaa nieltynä ja joutuessaan hengitysteihin. Huomioi, että erityisesti öljyntyntynyt kalustoa pestessä ja harjakeräintä käytettäessä on suojauduttava aerosolisumulta.

Vuotokäyttäytyminen

Leviää erittäin nopeasti laajalle alueelle ilman rajausta.

Jos vuoto pääsee roiskumaan tai putoamaan veteen tai nousee pintaan veden pinnan alapuolelta, aine pisaroituu herkästi veteen.

Suojavarusteet

Öljynkestävät kumisaappaat

Kertakäyttöinen suoja-asu

Nitriilihansikkaat

Suojalasit

Hengityssuojain, yhdistelmäsuodatin, tyyppi A2/P2.

TORJUNTATOIMET

1. Vuodon leviämisen estäminen ja rajoittaminen

- Puomittamiseen voidaan käyttää sekä rajaustuomeja että imeytyspuomeja.
- Puomituksella muodostetaan alueita, joihin öljy ajautuu tai joihin öljyä ohjataan.
- Öljyn kerrospaksuutta lisätään nuottaamalla tai pienentämällä puomituk-sen pinta-alaa.
- Rantaviivan tai maaston suojaamisessa toimivat rannansuojausmatto ja imeytyspuomit.
- Katso tarkemmat menetelmäohjeet toimintaohjekorteista TOK 9 B 1–7.

2. Imeytysmateriaalien käyttäminen

- Synteettiset imeytystuotteet toimivat aineelle erittäin hyvin.
- Rantaviivan suojaamisessa toimivat rannansuojausmatto ja imeytyspuomit.
- Varaudu imeytystuotteiden jatkokäsittelyyn, varaa tiiviit säilytys- ja kuljetusastiat.
- Katso tarkemmat menetelmäohjeet toimintaohjekortista TOK 9C 6.



3. Mekaaninen kerääminen skimmereillä

- Tehosta keräystä kerrospaksuutta kasvattamalla.
- Optimoii kierrosnopeus vedentulon minimoimiseksi.
- Katso tarkemmat menetelmäohjeet toimintaohjekorteista TOK 9C 5, 9C 7–8 ja TOK 9B 10.



Harjakeräin

Harjakeräimen kyky kerätä öljyä on kohtalainen: kerättäessä muodostuu herkästi vaahtomaista emulsiota, jolloin keräysteho laskee. Öljy/vesi-keräyssuhde noin 1:5.

Diskettikeräin

Disketin kyky kerätä öljyä on hyvä koko keräystoiminnan ajan, emulgoitunutta öljyä voi syntyä hiukan kerrospaksuuden ohentuessa. Keräysalan saa lähes öljyttömäksi.

Öljy/vesi-keräyssuhde noin 1:1,5.

Johtopäätöksiä

Ensisijaisesti suositellaan käytettäväksi diskettikeräintä puhtaamman lopputuloksen sekä pienemmän välivarastointitarpeen ja muodostuvan jätemäärän vuoksi.

Imeytystuotteet toimivat hyvänä tukena rajaustuomitukselle sekä rannan ja työmaan suojaamiseen.

KERÄYSTEHOKKUUS UUSIEN POLTTOAINEIDEN JA NIIDEN RAAKA-AINEIDEN SKIMMERIKERÄYKSESSÄ

Manu Kettunen & Justiina Halonen

Öljyntorjunnalla tarkoitetaan ”öljyn leviämisen estämistä, rajaamista, ohjaamista ja öljyn keräämistä veden tai maa-aineksen pinnalta sekä likaantumisalttiina olevien kohteiden, kuten rantaviivan, suojaamista. Torjuntaan kuuluu lisäksi likaantuneen alueen karkeapuhdistus, eli irtonaisen öljyn kerääminen ja sen hallittu kuljettaminen siten, ettei uudelleen öljyntyminen tai vahingon laajenemisen vaaraa enää ole” (SÖKÖ 2011, 9; SÖKÖSaimaa 2018, 12; Halonen ym. 2021, 14). Määritelmä on johdettu käänteisenä Öljynvahinkojen torjuntalain (1673/2009) jälkitorjunnan määritelmästä. Tämän kumotun torjuntalain tekstit on nyt sisällytetty pelastuslakiin (Tervo 2019).

Tässä artikkelissa keskitytään öljyntorjuntamääritelmän kohtaan ”öljyn kerääminen vedestä”. Artikkelissa kuvataan öljyntorjunta-altaalla eri polttoaineiden vedestä kerättävyyden arviointia varten tehtyjen skimmeritestien tarkoitus, menetelmä, puitteet ja eri öljytyypeillä saadut tulokset. Testit kohdistettiin kolmeen kiinteytymättömään uusiutuvista raaka-aineista valmistettuun öljyyn ja verrokkiaineina käytettiin kolmea fossiilista polttoainetta. Näiden kuuden eri öljyn kerättävyyttä verrattiin kahden kelluvan öljynkeräimen, harja- ja kiekkoskimmerin, kesken. Skimmeritestejä suoritettiin siten yhteensä 12. Vaikka ainekohtaisia toistokertoja on rajallisesti, voidaan johtopäätöksiä hyödyntää alustavina suosituksina kullekin vahinkoaineelle optimaalisen keräintyyppin valitsemiseksi, sillä aiempaakaan tietoa aiheesta ei ole. Johtopäätöksiä tulee pitää siinäkin mielessä alustavina, että testeissä hyödynnettiin vain yhden laitevalmistajan ja kokoluokan keräimiä. Tässä kuvattujen keräystestien sekä vuotokäyttäytymistestien perusteella aineille laadittiin ainekohtaiset ohjekortit, joihin on koottu torjuntatoimissa hyödynnettävää tietoa. Tässä artikkelissa testituloksia tarkastellaan yleisemmällä tasolla skimmerien keräystuloksia vertaillen.

SKIMMERITESTIEN TARKOITUS

Kahdella yleisimmällä keräimellä tehtyjen skimmeritestien tarkoituksena oli selvittää, kumpi keräintyypeistä soveltuu paremmin kullekin öljylle. Sopivuutta arvioitiin sen perusteella, kummalla keräimellä saavutettiin paras öljy/vesi-suhde keräystuotoksessa. Siten pääasiallinen

testeissä arvioitava parametri oli kerätyn haitta-aineen määrän suhde kokonaisnestemäärään. Tämä suhdeluku kuvaa keräimen keräystehokkuutta. (ITOPF 2014, 8.) Samalla testit tuottivat myös muuta tietoa, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi öljy-vesiseoksen erottelussa ja tarvittavan välivarastointikapasiteetin arvioinnissa.

TESTAUSMENETELMÄ SEKÄ TESTIAINEET, -VÄLINEET JA -OLOSUHTEET

Testiaineina käytettiin fossiilisista öljyistä hydrauliikkaöljyä S68, meriliikenteen dieselöljyä MDO DMB ja kevyttä polttoöljyä, joka vastaa meriliikenteen kaasuoöljyä MGO DMA. DMA ja DMB ovat molemmat kevyitä ns. tislepolttoaineita, jotka eroavat toisistaan lähinnä siten, että DMB voi sisältää pieniä määriä raskaampia jakeita (Oiltanking 2023). Biopohjaisista ja uusiutuvista polttoaineista testeissä olivat mukana Neste MY Uusiutuva Polttoöljy, UPM BioVerno -diesel ja raakamäntyöljy. Fossiilinen kevyt polttoöljy ja diesel ovat käytännössä sama aine, kuten myös Nesteen MY Uusiutuva Polttoöljy ja MY Uusiutuva Diesel, joita erottaa toisistaan vain väriaine (Engman 2023). Testattavat poltto- ja raaka-aineet valittiin vuotokäyttäytymistestien (ks. artikkeli *Uusimuotoisten polttoaineiden, nesteiden ja niiden raaka-aineiden vuotokäyttäytyminen*) perusteella siten, että skimmerikeräykseen soveltumattomat, kiinteytyvät tuotteet rajattiin testin ulkopuolelle,

Testit suoritettiin pääasiassa Minimax 12 -skimmerirungolla, jossa käytettiin sekä harjamoduulia että kiekkomoduulia. Minimax 12 korvattiin vastaavilla kiekko- ja harjamoduuleilla varustellulla Minimax 25 -rungolla BioVerno-dieselin keräystestiin Minimax 12:sta kiekkomoduulin rikkoutumisesta johtuneen heikentyneen keräyskyvyn vuoksi. Skimmerin vaihdolla ei arvioida olleen kovin suurta merkitystä tulokseen, sillä kyseisten skimmerien kiekkojen keräyspinta-alat (oleofiilinen pinta-ala) ovat suunnilleen samat. Myös Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn kiekkoskimmeritesti tehtiin uudestaan, koska heikon tuloksen vuoksi jäi epäily, josko Minimax 12 -skimmeri olisi ollut epäkunnossa jo aikaisemmin. Kussakin testissä käytetyt skimmerirungot on mainittu yhteenvetoluvun koostetaulukossa (taulukko 1) myöhemmin tässä artikkelissa.

Fossiilisten öljyjen skimmeritestit suoritettiin keväällä ja elokuun loppupuolella ilman ja veden lämpötilojen ollessa noin 20 °C. Aineiden saatavuuden vuoksi uusiutuvien polttoaineiden skimmeritestit siirtyivät tehtäviksi vasta marraskuun alussa. Marraskuussa olosuhteet olivat syksyisemmät, ja lämpötilat vaihtelivat yhdestä asteesta vajaaseen kymmeneen asteeseen. Lämpötilalla oli pientä vaikutusta aineiden viskositeettiin verrattuna sen ominaisuustiedoissa annettuun vakiomäärittäjälämpötilan arvoon. Testien ajankohdat lämpötiloineen on niin ikään esitetty taulukossa 1. Lisäksi keräysalueen pinta-alat vaihtelivat testien välillä muutaman neliön käytettävissä olleista ainemääristä johtuen, jotta kaikkien testien öljykerrospaksuudeksi saatiin yhtenävä 10 millimetriä.

Testausjärjestelyissä hyödynnettiin skimmeritestausta kuvaavaa ASTM-standardia (ks. ASTM International 2018) siltä osin kuin se soveltui testin tavoitteeseen. Testausprotokolla oli seuraavanlainen:

- Kooltaan 12 neliön testiallas täytettiin vedellä metrin vesisyvyyteen.
- Allas puomitettiin määräalaltaan 3–6 neliön välille. Standardin mukaan testialue on riittävä silloin, kun se on pinta-alaltaan kolminkertainen skimmerin leveyteen ja pituuteen nähden.
- Öljymäärä määräytyi pinta-alan mukaan siten, että öljyn kerrospaksuus alkutilanteessa oli 10 millimetriä. Käytetyt öljymäärät olivat siten pinta-alasta riippuen 30, 40 tai 60 litraa. Osa öljyistä voitiin laskea mittareiden läpi tarkkoina määrinä, osa kaadettiin kanistereista. Määräarviona käytettiin siksi kerrospaksuuden perusteella saatua arvoa.
- Voimakone, letkupituudet ja nostokorkeus olivat samat kaikissa testeissä. Testin alussa varmistettiin, että letkut olivat tyhjiä.
- Skimmeri asetoitiin köydellä keskelle keräysalaa vapaasti kellumaan.
- Jokainen keräystuotos käsiteltiin ja analysoitiin erillisenä. Keräyssäiliönä käytettiin 300 litran IBC-konttia, jonka kyljessä oli mitta-asteikko. IBC-kontti oli sijoitettu punnitsevan haarukkavaunun päälle. Punnitustulokset kirjattiin muistiin aikasykleittäin.
- Skimmerin kierrokset optimoitiin siten, että keräin nostaisi ainoastaan öljyä ja veden määrä pysyisi mahdollisimman pienenä. Kierroksia muutettiin keräyksen aikana kerrospaksuuden pienentyessä.
- Keräystoiminnan aikana öljyn annettiin hakeutua itsenäisesti skimmerille. Öljyn kulkeutumisen selvästi heikennettyä tai sen loputtua öljyn ohjautumista avustettiin. Avustaminen tapahtui työntämällä öljyä lastalla vedenpintaa pitkin kohti skimmerin keräysaukkoa.
- Keräys päätettiin, kun öljy kävi niin vähiin, ettei skimmeri enää nostanut sitä tai öljy loppui.
- Koneiden sammutuksen jälkeen keräysletkut tyhjennettiin keräysastiaan järjestyksessä skimmeriltä voimakoneelle päin. Letkuihin jääneen nesteen määrä kirjattiin ylös.
- Keräystulos jätettiin kerrostumaan aineesta riippuen tunneista päiviin.
- Kokonaisnesteestä analysoitiin eri nestefaasien osuudet keräyssäiliön mitta-asteikon avulla.

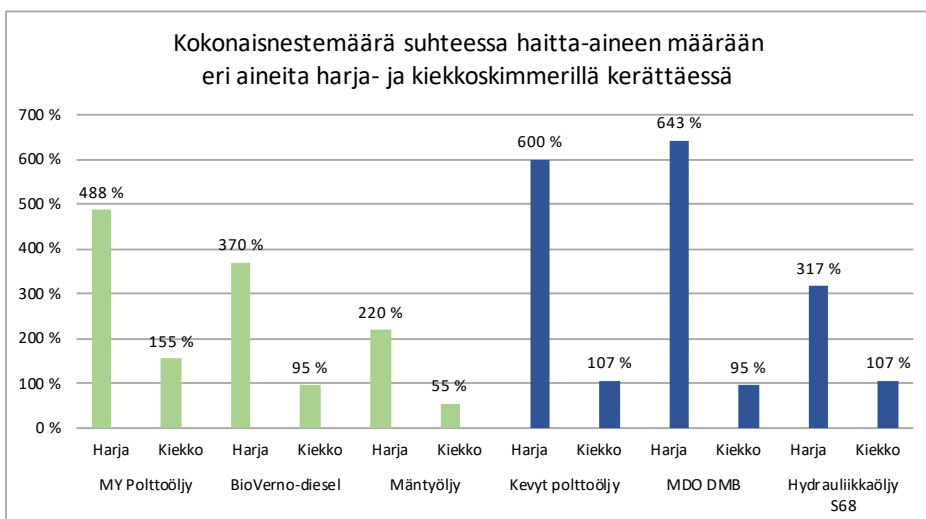
Seuraavaksi kuvataan kaikkien 12 skimmeritestin tulokset yleisesti, keräinkohtaisesti sekä ainekohtaisesti vertaillen keräystehokkuutta harja- ja kiekkoskimmerin välillä. Yhtä testiä lukuun ottamatta testialtaaseen laskettu haitta-aine saatiin kerättyä osapuilleen kokonaan eikä imeytystuotteille jäänyt juurikaan tehtävää. Ainoastaan raakamäntööljyn kerääminen kiekkoskimmerillä erosi tässä suhteessa muista.

Tulosten vertailussa on hyvä ottaa huomioon, että keräinyksikön kierrosten säätö perustui näköhavaintoihin ja myös ulkoisen avustamisen ajankohdan arviointi perustui aistinvaraiseen arvioon kulkeutumisen heikkenemisestä. Siten molemmat perustuivat tekijöiden aiempaan kokemukseen, ei mitattavissa oleviin kriteereihin.

TULOSTEN ARVIOINTI KOKONAISNESTEMÄÄRÄN SUHTEEN

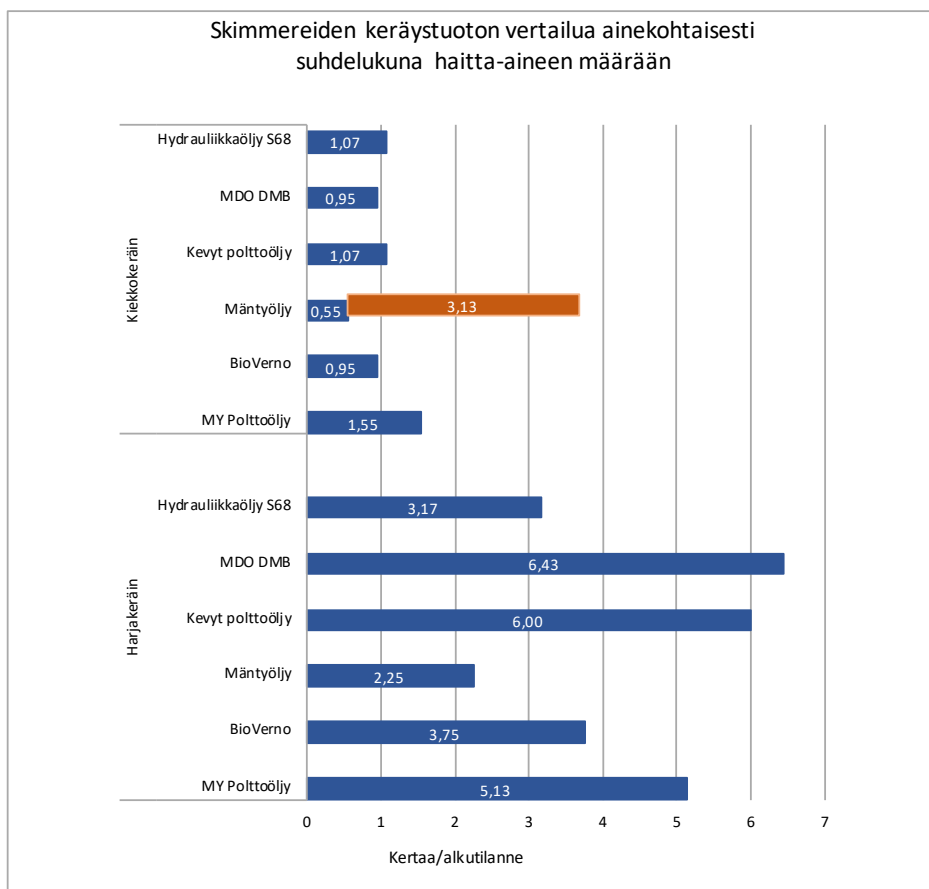
Ensimmäiseksi tarkastellaan skimmerien tuottamaa kokonaisnestemäärää eri haitta-aineita kerättäessä. Kuten kuvan 1 kaaviosta nähdään, skimmerityypillä oli kokonaisnestemäärään huomattava vaikutus. Kaaviossa esitetään kerätyt nestemäärät suhteessa kerättävään haitta-ainemäärään aineittain ryhmiteltynä. Kaavion pylväistä 100 prosentin osuus on öljyä ja loput vettä ja emulsiota eri suhteissa. Jos tulos jäi alle sadan, osa öljystä jäi skimmeriltä keräämättä. Testattavista aineista, raakamäntyöljyä lukuun ottamatta, kerätty nestemäärä oli harjaskimmeriä käytettäessä moninkertainen kiekkoskimmerillä kerättyyn nestemäärään verrattuna. Vallitsevissa testiolosuhteissa ja kyseisillä aineilla kiekkoskimmeri osoittautui pienimmillään kolme kertaa ja suurimmillaan 5,7 kertaa harjaskimmeriä tehokkaammaksi. Pienimmillään ero oli hydraulikkaöljyn S68 kohdalla ja suurimmillaan meriliikenteen dieselöljyllä MDO DMB.

Keräystehokkuudessa on tavoitteena päästä mahdollisimman lähelle lukemaa yksi eli 100 prosenttia. Lähimmäs tavoitearvoa päästiin kiekkoskimmerillä BioVernoa (95 %), MDO DMB:tä (95 %), fossiilista polttoöljyä (107 %) ja hydraulikkaöljyä (107 %) kerättäessä, heikoimmat tulokset saavutettiin harjaskimmerin kerätessä meriliikenteen dieselöljyä MDO DMB (643 %) ja fossiilista polttoöljyä (600 %).



Kuva 1. Kaaviossa on vertailtu harja- ja kiekkokeräimen kokonaistuottoa eri öljytyypeillä. Fossiiliset öljytuotteet on kuvattu sinisillä pylväillä ja vihreät ovat uusien sukupolvien tuotteita. Pylväiden prosentit kuvaavat kerättyä kokonaisnestemäärää sisältäen öljyn, veden ja mahdollisen emulsion suhteessa kerättävään määrään. Raakamäntyöljyn kiekkoskimmeritulosta tarkasteltaessa on huomioitava, ettei skimmerikeräystä voitu suorittaa loppuun.

Tulokset skimmerityypin mukaan ryhmiteltynä esitetään kuvan 2 kaaviossa. Kaaviosta on havaittavissa poikkeama kiekkoskimmerin ja raakamäntyöljyn kohdalla. Poikkeama johtuu siitä, että vain reilut puolet kerättävästä mäntyöljymäärästä (sininen pylväs) saatiin kerättyä kiekkokeräimellä ja loput kerättiin imuletkulla (oranssi pylväs). Havaittiin, että kiekkokeräin ”pyöri tyhjää” eli kiekot leikkasivat mäntyöljyn lävitse öljyn tarttumatta niihin. Tämä ilmiö tulee esille myös aiemmissa tutkimuksissa (ks. Halonen 2023, 680).



Kuva 2. Kaavio esittää kokonaisnesteen määrän haitta-aineittain suhteessa alkuperäiseen haitta-ainemäärään skimmerin mukaan ryhmiteltynä. Luku yksi vastaa skimmerin kerättäväksi kaadettua alkuperäistä haitta-ainemäärää. Raakamäntyöljyn kiekkoskimmeritulosta tarkasteltaessa on huomioitava, ettei skimmerikeräystä voitu suorittaa loppuun.

Kiekkoskimmeritestillä saavutetut tulokset olivat raakamäntyöljyä lukuun ottamatta samansuuruiset, ainoastaan Neste MY Polttoöljyllä kokonaisnestemäärä oli noin 50 prosenttia suurempi muiden aineiden vastaavaan nähden. Harjaskimmeriä käytettäessä heikoimmat tulokset saatiin meriliikenteen dieselöljyllä MDO DMB, ja myös fossiilisen kevyen polttoöljyn tulokset olivat samaa suuruusluokkaa.

Verrattaessa fossiilisia ja niitä vastaavia uusiutuvista raaka-aineista valmistettuja tuotteita ei niiden kerättävyydessä ollut suurta käytännön eroa. Esimerkiksi kiekkoskimmerillä kerätessä fossiilisen kevyen polttoöljyn ja Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn kerättävyys vastasivat likimain toisiaan. Harjaskimmeri tosin emulgoi uusiutuvan polttoöljyn, mitä se ei tehnyt fossiiliselle polttoöljylle. Kuvassa 3 on nähtävissä, miten mainittujen polttoaineiden emulgoituminen eroaa toisistaan ja eri skimmeriä käytettäessä. Emulgoituminen ei polttoöljyn kohdalla kuitenkaan estänyt aineen kerättävyyttä, mutta lisäsi kokonaisnesteiden määrää heikentäen siten varsinaista keräystehokkuutta.



Kuva 3. Kuvassa ylhäällä on rinnakkain Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn keräystä harja- ja kiekkoskimmerillä. Alhaalla on vastaava kuvapari fossiilisella kevyellä polttoöljyllä. Kuvista havaitaan, että harjakeräin emulgoi polttoainetta herkemmin kuin kiekkokeräin ja että Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn emulgoitumisherkkyys on paljon suurempi kuin perinteisen kevyen polttoöljyn. (Manu Kettunen 2022)

KERÄYSTEHOKKUUDEN ARVIOINTI

Keräystehokkuus mittaa skimmerin valikoivuutta ja kuvaa skimmerin kykyä ottaa talteen öljyä veden sijaan. Keräystehokkuus ilmaistaan talteen otetun öljyn määrän suhteena kerätyn nesteen (öljyn, veden ja niiden emulsion) kokonaismäärään (ITOPF 2014, 8).

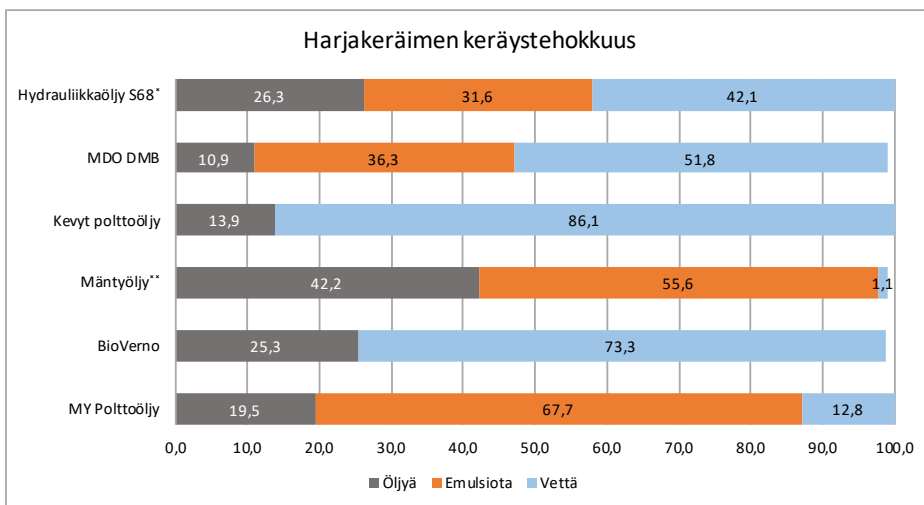
Keräystehokkuus voidaan laskea seuraavalla kaavalla (ASTM International 2018; ITOPE 2014):

$$RE = \frac{V_{oil}}{V_{total\ fluid}} \times 100 \quad (1)$$

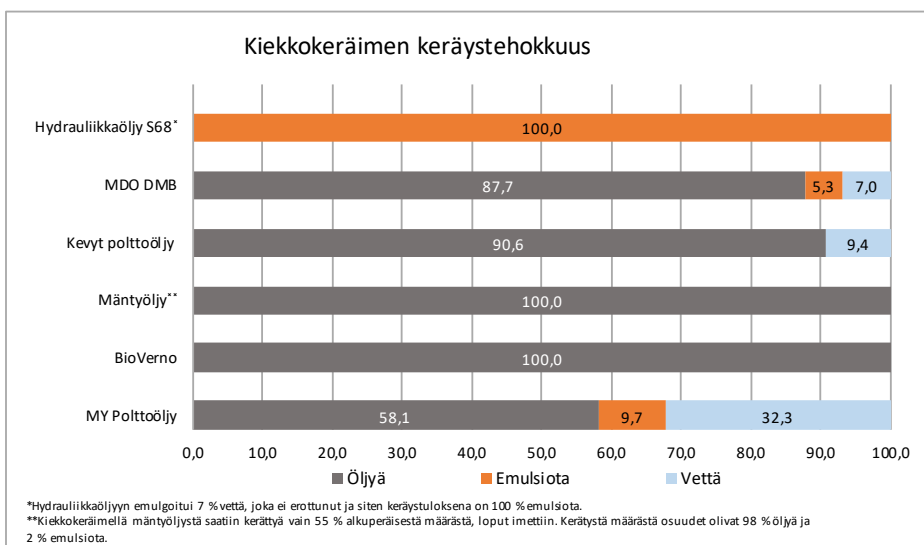
missä RE = Keräystehokkuus, %
 V_{oil} = Kerätyn öljyn määrä
 $V_{total\ fluid}$ = Kerätyn kokonaisnesteen määrä

Keräystehokkuuden arvioimiseksi kunkin testin keräystuotoksesta arvioitiin kokonaisnesteen koostumus. Kokonaisneste muodostui öljystä, emulsiosta ja vedestä, ja niiden osuudet vaihtelivat eri öljyillä eri keräinten välillä. Öljyn, veden ja emulsion annettiin erottua omiksi faaseikseen. Faasien keskinäiset suhteet ja samalla kunkin prosentuaalinen osuus arvioitiin keräyssäiliöön merkityn mitta-asteikon avulla. Keräyssäiliön laajahkon pinta-alan vuoksi pienien määrien arviointi oli haasteellista. Siten lukuarvoissa voi olla pientä epätarkkuutta. Tulosten virhemarginaalia kasvattaa myös, että faasien määrittämisajankohta vaihteli vähän eri päivinä suoritettujen testien välillä, jolloin kerrostuminen saattoi olla hieman eri vaiheessa prosenttiosuuksia määritettäessä. Seisottamisaika oli aineesta riippuen tunnista päiviin. Seisottamisaajan määrittämisessä tukeuduttiin aiempiin tutkimuksiin. Muun muassa IPIE-CA-IOGP (2013, 3) arvioi riittäväksi ajaksi keskimäärin 15–30 minuuttia kevyille öljyille ja 60 minuuttia raskaille öljyille. Prosenttiosuuksien määrälaskenta tehtiin noin tunnin kuluttua, ja tätä pidemmällä seisottamisajalla havainnoitiin emulsion pysyvyyttä.

Kuvissa 4 ja 5 esitetään harja- ja kiekkokeräinten kuuden eri aineen keräystuotosten koostumus prosenttiosuussittain. Tuloksista huomataan, että kiekkoskimmerin keräystuotoksissa emulsioiden prosenttiosuus on pienempi kuin harjaskimmerillä. Kiekkoskimmerin tuotama emulsio oli myös litramääräisenä pienempi. Mukana nousevan veden ja muodostuneen emulsion vuoksi harjakeräin saavutti huomattavasti kiekkoskimmeriä heikomman keräystehokkuuden tässä testatuilla aineilla. Suurimpaan keräystehokkuuteensa (42 %) harjaskimmeri ylsi raakamäntyöljyä kerätettäessä. Heikoimmin harjakeräin suoriutui meriliikenteen dieselöljyn MDO DMB keräyksestä (11 %). Kiekkoskimmeri sitä vastoin saavutti yli 87 prosentin keräystehokkuuden kaikilla muilla aineilla paitsi Neste MY Uusiutuvalla Polttoöljyllä, jolla keräystehokkuus jäi kiekkoskimmerin heikoimmaksi, 58 prosenttiin.



Kuva 4. Harjakeräimen keräystehokkuus sekä öljyn, öljy-vesiemulsion ja veden osuus keräystuotoksessa kuudella aineella suoritetuissa keräystesteissä.



Kuva 5. Kiekkokeräimen keräystehokkuus sekä öljyn, öljy-vesiemulsion ja veden osuus keräystuotoksessa kuudella aineella suoritetuissa keräystesteissä.

Viskositeetin vaikutusta pohditaan lisää myöhemmin tässä artikkelissa mutta yleisesti voitaneen arvioida, ettei testattavien aineiden viskositeetit selittäne tyhjentävästi kiekko-skimmerin keräystehokkuutta, sillä kuten kuvasta 5 huomataan, hydrauliikkaöljyllä on lähtökohtaisesti monikymmenkertainen viskositeetti samankaltaisissa olosuhteissa muihin kaavion 2 polttoaineisiin nähden ja kuitenkin saadut tulokset ovat hyvin samansuuruiset. Siten kiekko-keräimen keräystehokkuus saattaa johtua öljyn muista ominaisuuksista tai

kiekkojen tartuntapinnan materiaalista, mutta tähän vastaaminen vaatii lisätutkimusta.

Haitta-aineen viskositeetti näytti sitä vastoin osin korreloivan harjaskimmerin keräysehokkuuteen. Testien korkeaviskoosisimmat aineet, mänty- ja hydraulikkaöljy, olivat harjaskimmeritesteissä muita tehokkaammin kerättävissä. Kuitenkin UPM BioVerno -dieselillä, jonka viskositeetti on lähtökohtaisesti 15 kertaa hydraulikaöljyn viskositeettia pienempi, saatiin miltei samansuuruinen tulos (25,3 %) kuin hydraulikkaöljyllä S68 (26,3 %).

Havaittiin, että harjaskimmeri kerätessään vaahdotti ja emulgoi altaassa olevan öljyn. Pyörivien harjojen aiheuttaman sekoittumisen lisäksi harjojen nostama vesi saattoi vaikuttaa pumpun ja letkujen läpi kulkevan nesteen emulgoitumiseen. On huomattava, ettei testissä ollut mahdollista arvioida, mikä osuus kokonaisnesteen emulsiosta johtui harjoista ja mikä muista vaikuttavista tekijöistä, kuten sekoittumisesta ja turbulenssista pumpussa ja letkuissa tai painepulsseista ja siitä johtuvasta roiskumisesta keräyssäiliöissä. (Halonen 2023, 680.)

Harjakeräimen havaittiin emulgoivan MDO DMB:tä, BioVernoa, uusiutuvaa polttoöljyä ja fossiilista kevyttä polttoöljyä, joka vastaa MGO DMA:ta. Kuvan 4 kaaviosta huomataan kuitenkin, etteivät fossiilisen kevyen polttoöljyn ja BioVerno-dieselin keräystuotokset enää sisällä emulsiota, sillä niiden erottuminen tapahtui minuuteissa. Kuvassa 6 esitetään Neste MY Uusiutuva Polttoöljyn kerrostuminen eli eri faasien erottuminen keräyssäiliössä kiekkoskimmerikeräyksen jälkeen. Kuvasarja havainnollistaa, kuinka nopeaa emulsion hajoaminen kyseisellä öljyllä on.



Kuva 6. Kuvasarja vasemmalta oikealle havainnollistaa, miten öljynkeräystuotos kerrostuu eri faaseiksi ja emulsio hajoaa öljyksi ja vedeksi. Kuvissa on kiekkoskimmerillä kerättyä Neste MY Uusiutuvaa Polttoöljyä. Ensimmäisen ja toisen kuvan ottamisen välillä on noin 20 minuuttia, toisen ja viimeisen kuvan välillä 1,25 tuntia. (Justiina Halonen 2022.)

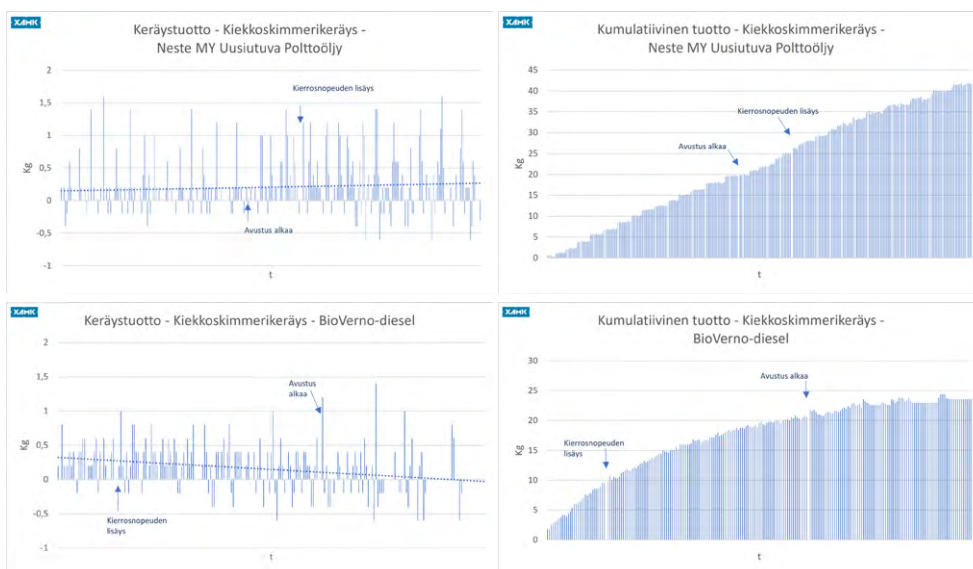
Muodostuneet emulsiot olivat luonteeltaan erilaisia; pysyviä eli stabiileja, puolipysyviä eli mesostabiileja tai ei-pysyviä eli epävakaita öljy-vesiseoksia (Halonen 2023, 681). Kuvasta 7 on nähtävissä kolmen polttoaineen eroavaisuus. Kevyt polttoöljy ja BioVerno-diesel erottuivat minuuteissa öljyksi ja vedeksi, kun taas meriliikenteen dieselöljyn MDO DMB:n keräyssäiliössä oli päivienkin seisottamisen jälkeen reilusti erottumatonta emulsiota. Oletuksena esitetään, ettei pysyvää MDO-emulsiota saada erottumaan muutoin kuin lämmittämällä ja/tai kemikaalien (emulsion breakers, demulsifiers) avulla.



Kuva 7. Vasemmalla kevyen polttoöljyn ja BioVerno-dieselin keräystuotoksen erottuminen muutaman minuutin seisottamisen jälkeen. Oikealla meriliikenteen dieselöljyn MDO DMB tilanne neljän päivän jälkeen. (Manu Kettunen 2022.)

KERÄYSTUOTTO

Uusiutuvista raaka-aineista valmistettuja tuotteita testattaessa kirjattiin muistiin myös keräystuotoksen muodostuminen. Mittaamisen tarkoituksena oli arvioida, miten keräystuotto muuttuu keräyksen aikana öljykerrospaksuuden hiipuessä. Oletuksena on, että keräyksen alussa tuotto olisi suurimmillaan, koska öljyäkin on eniten kerättävissä, ja että tuotto vähentyisi loppua kohden. Mittaus tehtiin punnitsemalla keräyssäiliön paino tasaisin, noin 5 sekunnin aikasyklein. Kuvaan 8 on valittu eri ääripäitä edustavat tulokset, Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn ja UPM BioVerno -dieselin kiekkoskimmerillä saavutetut keräystuotot. Tuotto koskee vain skimmerikeräyksen aktiivivaihetta, letkujen tyhjennyksen osuus on jätetty ulkopuolelle.



Kuva 8. Kahden uuden sukupolven polttoaineen, Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn ja UPM BioVerno -dieselin, keräystuotto sekä tuoton kumulatiivinen kertymä kiekkoskimmerillä kerättäessä mitattuna tasaisin aikasyklein vaa'an avulla.

Saadut tulokset olivat jokseenkin ennakoimattomia. Tulosten perusteella näyttää nimittäin siltä, että samansuuruisen ominaispainon ja viskositeetin omaavat aineet samantyyppisellä keräimellä kerättynä tuottavat toisistaan poikkeavan tuloksen keräystuottoa vertailtaessa. Tämän perusteella vaikuttaisi, että samantyyppisellä keräimellä ulkoisesti samantyyppiset polttoaineet nousevat eri tavoin. Kuvan 8 aineet eroavat kuitenkin toisistaan raaka-ainepohjaltaan: BioVerno-diesel on mäntyöljypohjainen ja Neste MY Uusiutuva Polttoöljy jäte- ja tähdepohjainen (UPM 2019; Neste 2022). Ero saattaisi siten johtua öljyn kemiallisten ominaisuuksien eroavaisuuksista, emulgoitumisherkkyydestä, sitkosta ja tarttuvuudesta, ellei jokin ulkoinen muutos keräystoiminnassa tai testiolosuhteissa vaikuttanut tulokseen. Yhtenä vaikuttavana tekijänä etenkin Neste MY Uusiutuvalla Polttoöljyllä voidaan arvella olevan avustamisen vaikutuksesta mahdollisesti kasvava emulgoitumisriski ja itse aineen emulgoitumisherkkyys keräysvaiheessa (kuvat 3 ja 7). Kyseisten tulosten perusteella avustamisella ei tosin voida sanoa olevan juurikaan keräystuottoa lisäävää vaikutusta kiekkoskimmeriä käytettäessä, joskin tuoton hiipumista se saattoi estää. Kierrosnopeuden lisääminen ei juuri näkynyt tuoton kasvuna.

POHDINTAA VISKOSITEETIN VAIKUTUKSESTA KERÄTTÄVYYTEEN

Useissa kirjallisuuslähteissä todetaan korkeamman viskositeetin parantavan öljyn talteenottoa johonkin arvoon asti, jonka sen jälkeen viskositeetista voi tulla rajoittava tekijä (Broje & Keller 2007; El-Zahaby ym. 2008; Koops ym. 2014). Skimmerit myös usein jaotellaan eri viskositeetin omaaville aineille (ITOPF 2014, 3). Testien aikana kuitenkin havaittiin, ettei haitta-aineen viskositeetin vaikutus keräystulokseen ole yksiselitteistä, vaikkakin siihen yleisimpänä ja helpoiten saatavilla olevana parametrinä usein tukeudutaan kerättävyyttä määrittävänä tekijänä (katso esim. ITOPF 2014, 2). On myös mahdollista, että viskositeetin vaikutus tulee selkeämmin esille suuremmissa viskositeettieroissa kuin tässä testissä käytettyjen öljyjen välillä on.

Torjuttavan aineen viskositeetti tulee kuitenkin tuntea. Lisäksi tulisi saada tieto viskositeetin muuttumisesta lämpötilan mukaan, sillä öljyvahingon tapahduttua, öljyn lämpötilan ja viskositeetin oltua mikä tahansa, öljy tasaantuu nopeasti ympäristön lämpötilan mukaiseksi. Seuraavilla esimerkeillä on tarkoitus havainnollistaa, kuinka eri öljyjen viskositeettiarvot muuttuvat lämpötilan muuttuessa. Lämpötilan vaikutus nesteen viskositeettiarvoon on logaritminen, ja lämpötilan laskiessa viskositeetti pienenee. Viskositeettikäyrät on laskettu seuraavalla kaavatyökalulla (Neste Oil 2014):

$$\log(\log(\text{visk}+0,7)) = F-3,65 \log T[K] \quad (2)$$

Kaavan käyttö edellyttää yhtä tunnetussa määrityslämpötilassa mitattua arvoa, jonka avulla saadaan kerroin (F) viskositeetin laskemiseksi muissa lämpötiloissa (T).

Viskositeettikäyrien hankkiminen todennäköisille tai korkean riskin vahinkoaineille on perusteltua, sillä käyttöturvallisuustiedotteista saatavan arvon hyödynnettävyys saattaa olla vähäinen käytännön torjuntatilanteeseen valmistautuessa.

Esimerkiksi raakamäntyöljyn viskositeetille annetaan käyttöturvallisuustiedotteissa melko suuret vaihteluvälit: raakaöljyn viskositeetin minimi- ja maksimiarvoiksi ilmoitetaan 400 ja 1400 15 °C:n lämpötilassa. Viskositeettikäyrä, joka kertoo minimi- ja maksimiarvoista keskiarvona lasketut viskositeettiarvot eri lämpötiloissa (kuva 9), auttaa kuitenkin karkeasti hahmottamaan tilanteen mukaisen aineen juoksevuuden. Raakamäntyöljyn kuljetus- ja siirtolämpötila on noin 40–60 °C (Vauhkonen 2022), jolloin sen viskositeetti sijoittuu laskennallisesti välille 35–210. Kuva 10 havainnollistaa raakamäntyöljyn juoksevuuden testin aikaisissa olosuhteissa (8,2 °C), jossa sen viskositeetti oli 560–2300 mm²/s.



Kuva 9. Raakamäntyöljyn viskositeettikäyrä. Kaaviossa esitetyt arvot ovat käyttöturvatieohjeissa ilmoitettujen arvojen maksimien ja minimien keskiarvoja. Mäntyöljyllä on viskositeettiarvoissa melko laaja vaihteluväli määrittämissä lämpötiloissa.



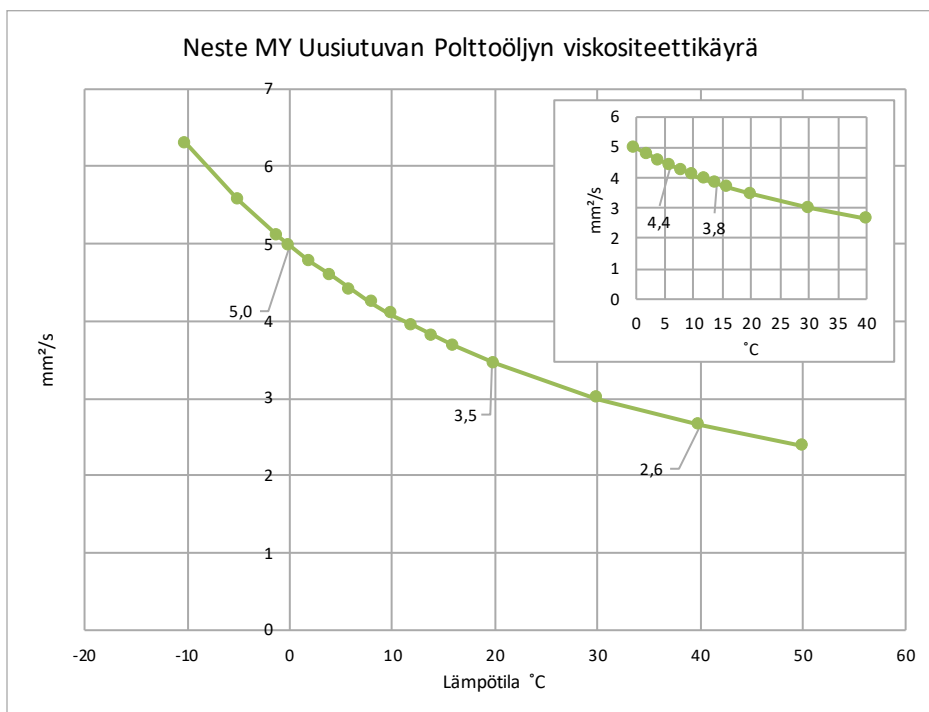
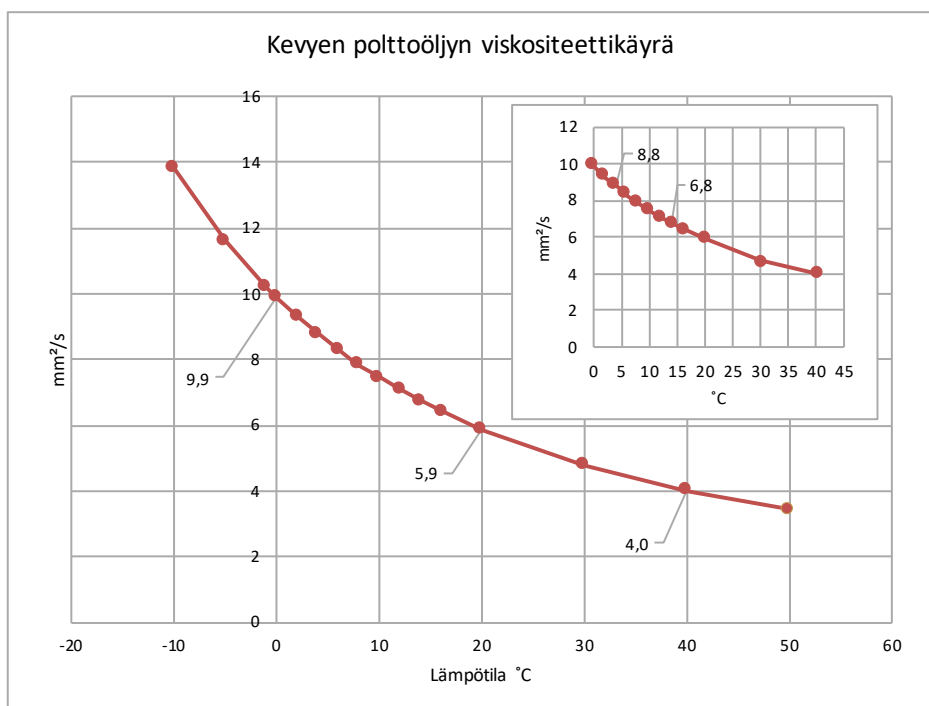
Kuva 10. Esilämmittämätön mäntyöljy oli jokseenkin paksuhkoa tavaraa jo säiliöstä laskettaessa mäntyöljyn lämpötilan ollessa 10 °C ja kinemaattisen viskositeetin laskennallisesti noin 1500 mm²/s. (Justiina Halonen 2022.)

Kuvissa 11 ja 12 vertaillaan kahden öljytyypin, kevyiden polttoaineiden (kahta eri polttoainetta) ja hydrauliikkaöljyn, viskositeetin kehittymistä lämpötilan vaikutuksesta. Kuviiin on koottu kinemaattisen viskositeetin arvoja sekä suurella lämpötilaskaalalla että toden-

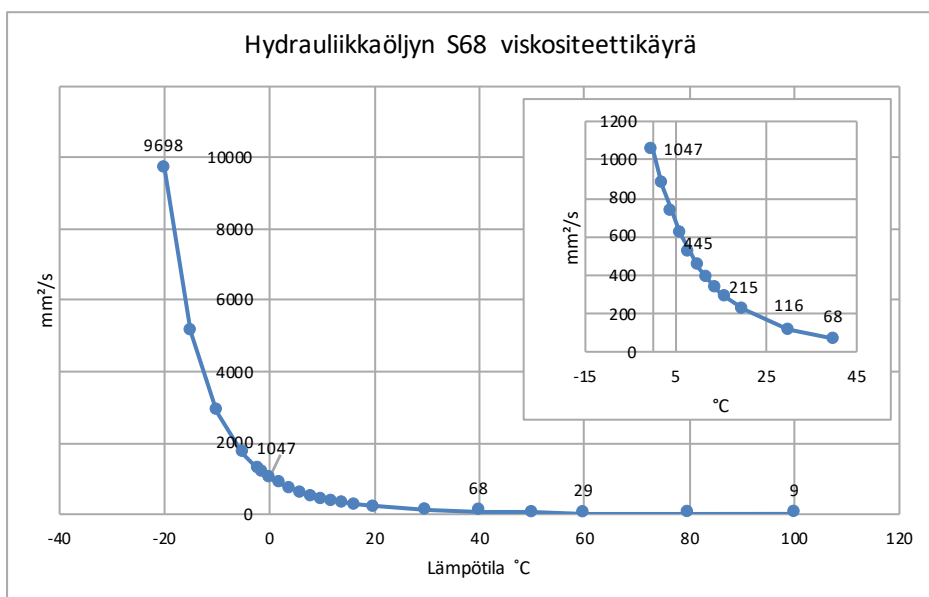
näköisten vahinko-olosuhteiden lämpötiloilla. Voidaan olettaa, että tilanteessa, jossa öljyn keräystä suoritetaan vedestä, nesteen lämpötila 0:n ja 25 °C:n välillä.

Kuvasta 11 havaitaan, että kevyen polttoöljyn viskositeettiarvot noudattelevat muun muassa Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn arvoja, koska viskositeetin määrittäislämpötilassa arvot ovat samaa luokkaa ja näin laskentakaavassa käytetty kerroin on melko samansuuruinen. Skimmerikeräyksen kannalta vaikuttaa epätodennäköiseltä, että näin pienillä viskositeettierojilla eri lämpötilojen välillä olisi keräyksen kannalta suurtakaan merkitystä.

Toisaalta hydraulikkaöljyn S68 viskositeettikäyrä (kuva 12) osoittaa, että todennäköisissä keräyslämpötiloissa ollaan jo satakertaisissa viskositeettiarvoissa määrittäislämpötilan arvoon nähden ja käyrä nousee entistä jyrkemmin lämpötilan laskiessa. Aiemmin kuvatuissa tuloksissa tuli esille, että varsinkin kiekkokeräin toimii keräyslämpötilassa yhtä hyvin myös hydraulikkaöljyn viskositeettiarvoilla. Harjakeräin vaatii kohtuullisenkin keräystehokkuuden saavuttamiseksi edellä mainittujen hydraulikkaöljyn kaltaisia suurempia viskositeettiarvoja.



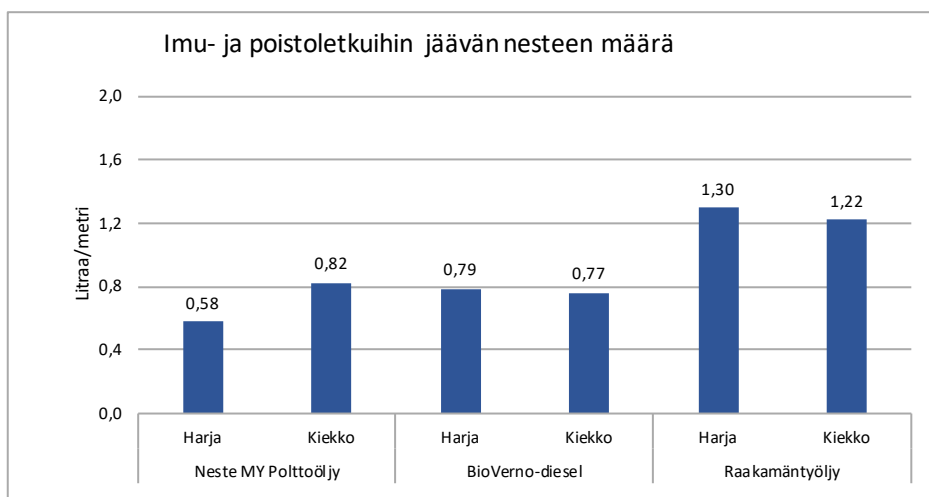
Kuva 11. Testeissä käytettyjen kahden kevyen (ominaispaino 750–850 kg/m³) polttoaineen (kevyen polttoöljyn ja Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn) kinemaattisen viskositeetin kuvaaja lämpötilan funktiona. Suurempi kuva on laajalta lämpötila-alueelta ja pienempi todennäköisissä keräyslämpötiloissa.



Kuva 12. Hydrauliikkaöljyn S68 kinemaattisen viskositeetin kuvaaja lämpötilan funktiona. Suurempi kuva on laajalta lämpötila-alueelta ja pienempi todennäköisissä keräyslämpötiloissa. Kuvan tulkinnan apuna muutamia arvoja.

MUITA HAVAINTOJA

Keräystuottoa punnittaessa huomioitiin erikseen myös skimmerin imu- ja poistoletkuihin jäävän nesteen määrä. Havaittiin, että keräyksen jäljiltä nestettä jää suhteellisen paljon letkun tilavuuteen nähden. Nestettä jäi keskimäärin 0,9 litraa metrille testeissä käytetyn letkun tilavuuden ollessa 3 litraa/metri (kuva 13). Nestemäärään vaikuttaa letkujen pituus ja reitti keräimeltä keräyssäiliöön nostokorkeuseroineen sekä voimakoneen pumpun teho. Skimmerityypillä ei havaittu olevan juurikaan eroa letkuihin jäävän nesteen määrään samankaltaisissa olosuhteissa (yhtenevät letkupituudet ja -reitit), sitä vastoin öljytyypillä (tai sen viskositeetillä) vaikuttaisi olevan merkitystä.



Kuva 13. Skimmerin imu- ja poistoletkuihin jäävän öljyn määrä kolmella eri öljyllä.

Letkuihin jäävän nesteen huomioiminen on olennaista hallitun keräystoiminnan päättämisen ja ympäristöturvallisen laitteiston purkamisen kannalta. Hallitsemattomasti vapautuessaan kyseinen nestemäärä aiheuttaa lisävahinkoa ja työskentelyalueen tai luonnon likaantumista. (Halonen & Kettunen 2023.)

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSIÄ

Testitulosten erot muodostuivat ensisijaisesti skimmerin tyypistä johtuen, ei niinkään kerättävän öljyn tyypistä. Erot skimmerien välillä olivat huomattavia: kiekkoskimmerin heikoin tulos, 58 prosenttia, oli harjaskimmerin parasta tulosta, 42 prosenttia, suurempi. Keräystehokkuuden kannalta voidaan siis todeta skimmerin valinnalla olevan suurempi merkitys kuin sillä, onko kerättävä aine fossiilista vai uusiutuvaa alkuperää. Testien lähtötiedot ja tulokset on koottu taulukkoon 1. Keräystuotokset esitettiin tarkemmin kuvien 4 ja 5 kaavioissa.

Taulukko 1. Skimmerikeräystestien ajankohdat, olosuhteet, käytetyt skimmerirungot, keräykseen kulunut aika ja muut tulokset.

Harjakeräin							
Öljy [litraa]	Testiajan-kohta ja veden lämpötila	Keräin-runko	Suhteellinen keräys-aika (min.)	Keräyksen avustamisen alkoi kohdalla (min)	Letkuihin jäi nestettä [litraa/m]	Skimmereiltä imeytystuotteisiin jäänyt öljy [litraa/%]	Keräys-tehokkuus [%]
MY Uusiutuva Polttoöljy 40 l	17.11.2022 2°C	Mini-max 12	36	18	0,58	3,5/8,8	19,5
BioVerno diesel 40 l	17.11.2022 0,2°C	Mini-max 25	26	20	0,79	1,2/3,1	25,3
Raakamäntyöljy 40 l	11.11.2022 8,2°C	Mini-max 12	32	avustettiin skimmerille alusta alkaen	1,22	Imettiin rippeet*	47,2
Kevyt polttoöljy 30 l	24.8.2022 23°C	Mini-max 12	106	ei avustettu	-	3,8/12,6	13,9
MDO DMB 30 l	26.8.2022 20°C	Mini-max 12	45	15	-	2,5/8,3	10,9
Hydrauliikkaöljy S68 30 l	25.8.2022 23°C	Mini-max 12	70	alusta asti	-	0,4/1,3	26,3

Kiekkokeräin							
Öljy [litraa]	Testiajan-kohta ja veden lämpötila	Keräin-runko	Suhteellinen keräys-aika (min)	Keräyksen avustamisen alkoi kohdalla (min)	Letkuihin jäi nestettä [litraa/m]	Skimmereiltä imeytystuotteisiin jäänyt öljy [litraa/%]	Keräys-tehokkuus [%]
MY Uusiutuva Polttoöljy 40 l	19.4.2023 7,0°C	Mini-max 12	34	25	0,82	3,5/8,8	58,1
BioVerno -diesel 40 l	17.11.2022 0,5°C	Mini-max 25	21	13	0,77	0,57/1,4	n.100
Raakamäntyöljy 40 l	11.11.2022 8,2°C	Mini-max 12	12*	avustettiin skimmerille alusta alkaen	1,30	Imulla kerättiin skimmeriltä jäänyt öljy*	n.100 ennen kuin keskeytettiin
Kevyt polttoöljy 30 l	24.8.2022 24°C	Mini-max 12	70	ei avustettu	-	0,1/0,3	90,6
MDO DMB 60 l	17.8.2022 23°C	Mini-max 12	45	ei avustettu	-	6,0/10,0	87,7
Hydrauliikkaöljy S68 30 l	26.8.2022 20°C	Mini-max 12	30	alusta asti	-	0,2/0,7	n.100 sekoitettuna +2 l vettä

*Keräys keskeytettiin kiekkoskimmerin lakattua nostamasta öljyä, öljyn koostumuksen muuttua niin paljon (sitkoisuus tms. hävisi), ettei se tarttunut enää kiekkoihin ja loput kerättiin imuletkulla, sillä se ei tarttunut imeytystuotteisiin.

Skimmerin valinnalla on lopputuloksen kannalta oleellinen merkitys. Harjakeräintä käytettäessä kokonaisnestemäärä kasvoi keskimäärin 4-kertaiseksi, kiekkoskimmerillä vastaavasti noin 1,2-kertaiseksi alkuperäiseen öljymäärään nähden. Keskeytyksettömän keräämisen takaamiseksi tarvittava välivarastointikapasiteetti voi siten muodostua haasteelliseksi, etenkin aineilla, joilla muodostuva emulsio on luonteeltaan pysyvää. Vesitys voi helpottaa kapasiteetin tarvetta kevyellä polttoöljyllä, sillä sen nopea selkiytyminen mahdollistaa vesittämisen jo vahinkopaikalla. Sen sijaan meriliikenteen dieselöljyn MDO DMB kerrostuminen vaatii useita päiviä, ja senkin jälkeen jäljelle jää merkittävä määrä pysyvää emulsiota.

On kuitenkin huomattava, ettei tässä artikkelissa esitetyt kokonaisnestemäärät ole välttämättä suoraan skaalattavissa todellisen vahinkotilanteen vuotomäärään, sillä mitä ohuemmaksi öljykerros muuttuu, sitä suurempi on odotettavissa oleva mukana nousevan veden määrä (Broje & Keller 2007; El-Zahaby ym. 2008). Toisin kuin kuvatuissa testeissä, todellisessa vahinkotilanteessa, jossa öljy on saatu rajattua tehokkaasti, saattaa keräysvaihe, jossa öljykerros on ohut, olla suhteellisen lyhyt verrattuna koko keräysvaiheen kestoon. Lisäksi haihtumisen vaikutus tulee selvemmin esiin pidempikestoisissa operaatioissa. Toisaalta testiallosolosuhteissa saadut tulokset eivät välttämättä vastaa merellä vallitsevia olosuhteita, sillä useimmat skimmerit toimivat heikommalla tehokkuudella kohtalaisessa tai kovassa merenkäynnissä tai jos vedessä kelluu roskaa tai jäätä. (Halonen 2023, 681.)

Suoritettujen skimmeritestien perusteella voitaneen todeta, ettei testatuilla fossiilisilla ja niitä vastaavilla uuden sukupolven öljyillä ole juurikaan eroa kerättävyydessä eli siinä, saadaanko öljy poistetuksi vedestä. Keräystehokkuus ja muut erot syntyivät pääasiassa skimmerityypin valinnasta sekä öljyn muista ominaisuuseroista (ominaispainosta, viskositeetista, sitkosta jne.). Sen sijaan osalla uusiutuvista polttoaineista emulgoitumisherkkyys on suurempi. Emulsion muodostuminen johtaa kokonaisnestemäärän kasvuun ja edellyttää alkuperäiseen vuotomäärään nähden suurempaa välivarastointikapasiteettia. Lopputulosta arvioitaessa on huomioitava, etteivät skimmerikeräykseen soveltumattomat, kiinteytyvät uusiutuvat raaka-aineet sisältyneet testattaviin aineisiin.

Tuloksia sovellettaessa on huomioitava myös testien rajallinen määrä, keräinkaluston yksipuolisuus ja pienehkö mittakaava. Testaus oli kuitenkin lajissaan ensimmäinen ja tuotti uutta kokemuksellista tietoa. Testit osoittivat laajemman jatkotutkimuksen tarpeen. Useamman toistokerran lisäksi tutkimusta tulee laajentaa huomioimaan eri muuttujat, esimerkiksi tuuli-, aallokko- ja jääolosuhteet, veden suolapitoisuus, öljyn säistymisaste sekä erityyppiset ja eri kokoluokan keräysjärjestelmät.

LÄHTEET

ASTM International. 2018. Standard Test Method for Determining a Measured Nameplate Recovery Rate of Stationary Oil Skimmer Systems (F2709-18).

Broje, V. & Keller, A. 2007. Effect of operational parameters on the recovery rate of an oleophilic drum skimmer. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 148 (2007), 136–143.

Engman, A. 2023. Uusiutuvat polttoaineet. Sähköpostitiedonanto 6.2.2023 klo 16.51. Neste Oyj.

El-Zahaby, A. M., Kabecl, A., Bakry, A. & Khaira, A. 2008. Investigation of Rotating Disk Skimmer Hydrodynamic Performance during Oil Spills Recovery. *Mansoura Engineering Journal*, vol. 33. no. 1.

Halonen, J. 2023. Responding to Spills of Marine Distillate Fuels. *TransNav, the International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, Vol. 17, No. 3, 675–683. Saatavissa: https://www.transnav.eu/Article_Responding_to_Spills_of_Marine_Halonen,67,1339.html [viitattu 2.8.2023].

Halonen, J., Heininen, V.–M. & Sundman, M. 2021. Suomenlahden öljyntorjuntatoimintamallin kehittäminen. Teoksessa Halonen J. (toim.) *Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa. SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti*. Xamk Kehittää 134, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, Kotka. ISBN 978-952-344-300-6 (nid.), ISBN 978-952-344-301-3 (pdf). Sivut 9–28. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-301-3>. [viitattu 7.3.2023].

Halonen, J. & Kettunen, M. 2023. Hallittu keräystyö öljyvahingossa. Xamk READ 1/2023. Xamk READ – Research, Education and Regional Development, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa: <https://read.xamk.fi/2023/logistiikka-ja-merenkulku/hallittu-keraystyo-oljyvahingossa/> [viitattu 27.6.2023].

IPIECA-IOGP. 2013. The use of decanting during offshore oil spill recovery operations. Oil & Gas Producers and International Petroleum Industry Environmental Conservation Association. Saatavissa: <https://www.ipieca.org/resources/the-use-of-decanting-during-offshore-oil-spill-recovery-operations> [viitattu 27.6.2023].

ITOPF. 2014. Use of skimmers in oil pollution response. Technical information paper, no. 5. The International Tanker Owners Pollution Federation Limited. Saatavissa: <https://www.itopf.org/knowledge-resources/documents-guides/tip-05-use-of-skimmers-in-oil-pollution-response/> [viitattu 27.6.2023].

Koops, W., Zeinstra, M. & Heins, S. 2014. Oil Spill Response Manual. NHL University of Applied Sciences.

Neste Oil. 2014. Tuotetiedote. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/static/datasheet_pdf/170244_fi.pdf. [viitattu 27.3.2023]

Neste. 2022. Neste MY Uusiutuva Diesel. WWW-dokumentti. Saatavissa: https://www.neste.fi/yksityisasiakkaat/tuotteet/polttoaineet/neste-my-uusiutuva-diesel?gclid=EAIaI-QobChMIw8CS0fCF_gIVzwCiAx2trQIIEAAYASAAEgJd5vD_BwE [viitattu 27.3.2023]

Oiltanking. 2023. News & Info. Marine Fuels (Bunker Fuels). WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.oiltanking.com/en/news-info/glossary/marine-fuels-bunker-fuels.html>

UPM. 2019. Kehittyneet UPM BioVerno -biopolttoaineet: kestävä vaihtoehto fossiilisille polttoaineille. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.upmbiofuels.com/fi/liikenne-polttoaineet/> [viitattu 30.3.2023]

SÖKÖ. 2011. Alkusanat, johdanto ja termit. Vihko 0. SÖKÖ II -manuaali. Ohjeistusta alusöljyvahingon rantatorjuntaan. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja. Sarja A. Oppimateriaali 31. Kotka: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.

SÖKÖSaimaa. 2018. Öljyntorjunnan toimintamalli Saimaan syväväylälle. Alkusanat, johdanto ja termit. Vihko 0. Xamk Kehittää 42. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. PDF-dokumentti. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-085-2> [viitattu 7.3.2023]

Tervo, V-P. 2019. Kuntaliitto. Öljyntorjunnasta pelastustoimintaa. Öljyntorjuntaa koskevat lainsäädäntömuutokset 1.1.2019 lähtien. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.kuntaliitto.fi/ajankohtaista/2019/oljyntorjunnasta-pelastustoimintaa> [viitattu 19.3.2023].

Vauhkonen, Ville. UPM 2022. Manager, Products at UPM Biofuels. Henkilökohtainen tiedonanto 21.11.2022.

UUSIUTUVIEN JA BIO- POHJAISTEN POLTTOAINEIDEN KULKEUTUMINEN MAAPERÄSSÄ

Manu Kettunen

Uusiutuvien ja biopohjaisten aineiden joutuminen maaperään esimerkiksi onnettomuuden seurauksena on tulevaisuudessa enenevässä määrin todennäköistä kyseisten aineiden yleistyessä ja kuljetusmäärien kasvaessa. Siitä syystä on myös hyvä tutkia niiden kulkeutumista erilaisissa maa-aineksissa.

Uusiutuvista raaka-aineista valmistettujen polttoaineiden ympäristöhaitallisuutta on yleisesti pidetty vähäisempänä kuin perinteisten fossiilisten polttoaineiden, näin myös ekotoksisuus- ja biohajoavuuskokeet ovat usein osoittaneet (Malk 2017, 181).

”Haitta-aineiden kulkeutumista maaperässä sääteleviä tekijöitä ovat advektio, dispersio, diffuusio, haihtuminen sekä kulkeutuminen komplekseissa tai kolloideissa. Niihin vaikuttavat ennen kaikkea maaperän sisältämän veden määrä, maaperän rakenne, lämpötila sekä komplekseja ja kolloideja muodostavien komponenttien määrä maaperässä. Advektio, dispersio, diffuusio ja haihtuminen edustavat lähinnä mekaanista kulkeutumista. Kompleksien ja kolloidien muodostukseen liittyvät myös kemialliset reaktiot. Niiden pohjalta haitta-aineiden kulkeutuminen on nopeinta hyvin vettä läpäisevissä maissa kuten sora- ja hiekkamaissa, joissa veden virtaus on nopeata ja reaktiot maaperän komponenttien kanssa vähäisiä. Vastaavasti kulkeutuminen on maaperässä hitainta huonosti vettä läpäisevissä maissa, esimerkiksi savikoilla, joissa kulkeutuminen tapahtuu pääasiassa pintavaluntana tai diffuusiolla.” (Heikkinen 2000, 11–12, 20–21.)

Haitta-aineen vuoto maaperään aiheuttaa aina jatkotoimenpiteitä, ja työmäärä riippuu paljonkin siitä, kuinka suuri on haitta-aineen määrä, missä ja minkälaisissa olosuhteissa vahinko on tapahtunut sekä minkälainen maa-aines ja maaperä on kyseessä.

Tässä artikkelissa kerrotaan uusiutuvilla aineilla kolmeen eri maa-aineslajiin tehtyjen vuotokäyttäytymistestien toteutusta ja tuloksia. Testit käynnistivät öljyntorjunta-altaan maaöljyvahinkojen tutkimuksen, ja niiden sisältö rajattiin ensivaiheen operatiivisissa toimissa hyödynnettävään tietoon.

TESTAUSTEN TAVOITE JA RAJAUS

Maa-ainestestien tavoitteena oli arvioida, poikkeako uuden sukupolven polttoaineiden kulkeutuminen maaperässä vastaavan fossiilisen polttoaineen kulkeutumisesta. Aluksi suoritettiin kahdelle eri kevyelle polttoöljylle, fossiiliselle ja uusiutuvista raaka-aineista valmistetuille aineille, samanlaiset maa-ainestestit. Testeillä tutkittiin ja vertailtiin aineiden kulkeutuvuutta ja maa-aineksen läpäisevyyttä. Samalla kerättiin tietoa, kuinka paljon ainetta sitoutuu maa-ainekseen tilavuus- tai painoyksikköä kohti. Aineiden kulkeutumista maaperässä sääteleviä tekijöitä, kuten haihtuvuus, advektio, dispersio ja diffuusio, rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle (Heikkinen 2000, 20). Myös maaperässä tapahtuvia ekologisia muutoksia, biohajoavuutta yms. tutkittaneen tulevaisuudessa erillisissä testeissä.

TESTIMENETELMÄ JA -OLOSUHTEET

Esitesti suoritettiin kahdelle polttoaineelle, kevyelle polttoöljylle ja Neste MY Uusiutuvalla Polttoöljylle, lasiseinäisissä, karkealla soralla täytetyissä testikolonneissa.

Varsinaiset maa-ainestestit suoritettiin kolmella eri maa-aineksella ja viidellä eri aineella (kuva 1) siten, että kulloistakin maa-ainelajia koskien kaikki viisi ainetta testattiin samanaikaisesti. Näin pyrittiin minimoimaan olosuhdemuutosten vaikutus, kuten Heikkisen (2000, 20) mainitsema haitta-aineiden kulkeutuvuuteen vaikuttavat maa-aineksen sisältämä veden määrä ja lämpötila. Testit tehtiin ulkoilmassa, mutta kuitenkin katetussa tilassa, jotta voitiin varmistua mahdollisimman tasapuolisista olosuhteista kaikille kolmelle maa-ainekselle koko seurantajakson ajan. Kaikki testit suoritettiin maalajin alkuperäisessä kosteudessa ts. testin aikana ei esimerkiksi kasteltu maa-ainesta kulkeutuvuuden edistämiseksi.

Testattavia aineita olivat:

- fossiilinen diesel, eli kevyt polttoöljy ja MGO DMA, jotka ovat kemialliselta koostumukseltaan samoja aineita (sama CAS-nro. ja käyttöturvallisuustiedote).
- Neste MY Uusiutuva Polttoöljy
- UPM BioVerno -diesel
- raakamäntyöljy (raaka-aine UPM BioVerno -dieselille)
- tekninen eläinrasva (raaka-aine Neste MY Uusiutuvalla Polttoöljylle).



Kuva 1. Testeissä käytetyt aineet vasemmalta oikealle: fossiilinen diesel, Neste MY Uusiutuva Polttoöljy, UPM BioVerno -diesel, raakamäntyöljy ja tekninen eläinrasva (Manu Kettunen 2023).

Maa-aineslajeina käytettiin kolmea yleistä maa-ainestyyppiä (kuva 2). Testeissä käytettävän soran/hiekan raekoot olivat 0–16 ja 0–8 (geoteknisen luokituksen mukaan karkea sora ja hieno sora), jotka ovat yleisesti käytössä pihoilla, hiekkakentillä ja pientareilla asfaltin alla ja reunoilla (Koskinen 2023; GTK s.a.). Kolmas testeissä käytettävä maa-aines oli humuspitoinen orgaaninen (eloperäinen) maa, jota on kasvialustoina pientareilla, puistoissa ja pihoilla. Kyseisten maa-ainesten ominaispaino vaihtelee tiiviydestä ja kosteudesta riippuen 800:n ja 1800 kg/m³:n välillä (Rudus 2023).

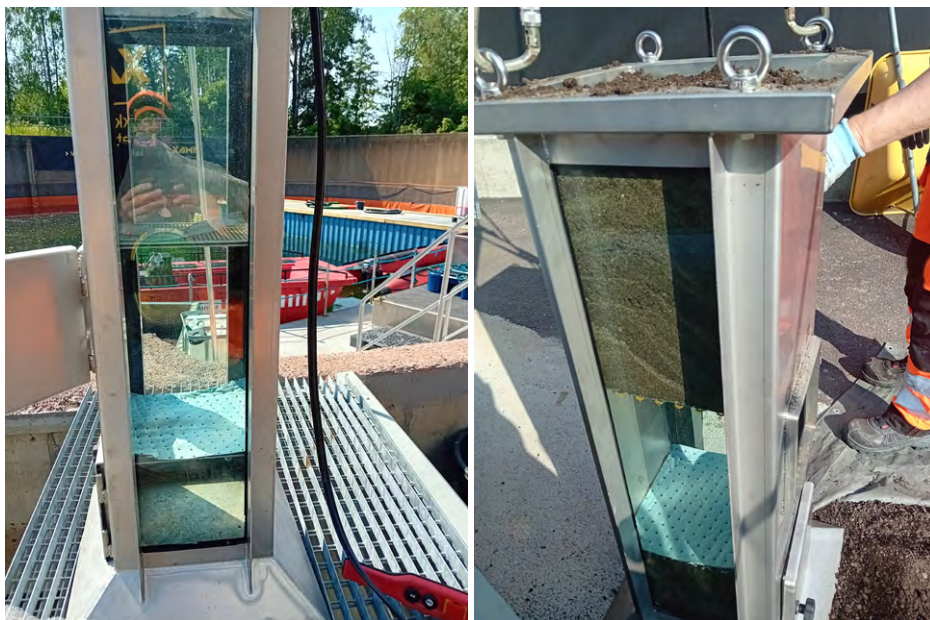


Kuva 2. Maalajit vasemmalta oikealle: orgaaninen maa-aines, hieno sora ja karkea sora (Manu Kettunen 2023).

Testeissä seurattiin haitta-aineen kulkeutumista maa-aineksen läpi eli tarkasteltiin, kuinka nopeasti tietty määrä ainetta kulkeutuu tietyn korkuisen maa-aineskerroksen läpi ja kuinka paljon sitä suodattuu ja sitoutuu. Samalla selvitettiin, kuinka paljon ainetta tarvitaan tietyn maalajikerroksen läpäisemiseksi.

ESITEСТИ

Ensimmäinen kokeellinen esitesti tehtiin kahdella eri polttoaineella (kevyt polttoöljy ja Neste MY Uusiutuva Polttoöljy) kahdessa metrin korkuisessa ikkunallisessa kolonnissa (kuva 3), joissa oli maa-ainesta 0,03 kuutiota eli 30 litraa (25 × 25 × 40 cm). Esitestissä verrattiin näiden aineiden läpäisy nopeutta ja niiden eroavaisuuksia.



Kuva 3. Maa-ainekolonne tyhjänä ja hiekalla lastattuna. Alemmalla tasolla on öljynimeytysmatto, josta voidaan havaita, kun polttoaine on läpäissyt maa-aineksen. (Manu Kettunen 2023).

Esitestissä käytettiin karkeaa soraa (raekoko 0–16). Polttoainetta kaadettiin kolme litraa kolonna kohti (kuva 4) ja jäätiin odottamaan, milloin aine läpäisee maa-aineksen. Maa-ainesta oli kolonneissa noin 30 litraa ja 42 kiloa, jolloin tiheydeksi tuli $1,4 \text{ t/m}^3$.



Kuva 4. Neste MY Uusiutuva Polttoöljyä kaadetaan maa-aineksella täytettyyn kolonneihin. Huomataan, että maa-aines on sen verran tiivistä, ettei imeytyminen tapahdu ihan hetkessä. (Manu Kettunen 2023.)

MAA-AINESTESTIT

Varsinaiset viiden eri aineen vertailutestit suoritettiin kuvan 5 mukaisella järjestelyllä. Maa-aines laitettiin viiden litran vesikanistereihin, joiden pohjat oli poistettu, ja kanisterit asetettiin ylösalaisin. Kanistereissa oli reiälliset korkit, joista neste pääsi valumaan mittakannuihin sen läpäistyä maa-aineksen. Kaikkiin astioihin punnittiin sama määrä samaa maa-ainesta (kuva 6), ja astioihin kaadettiin puoli litraa nestettä samalla nopeudella.



Kuva 5. Omaa tuotantoa olevat testauspuitteet valmiina. Kanisterit ovat ylösalaisin, jolloin siihen kaadettu haitta-aine valuu rei'itetyn korkin kautta alla olevaan kannuun. (Manu Kettunen 2023.)



Kuva 6. Alkutilanne orgaanisen maa-aineksen testille, jossa astioissa sama määrä maa-ainesta ja 500 ml nestettä odottaa kaatoa "mullan sekaan". Aineet vasemmalta oikealle fossiilinen diesel, eli kevyt polttoöljy, Neste MY Uusiutuva Polttoöljy, UPM BioVerno diesel, raakamäntööljy ja tekninen eläinrasva. (Manu Kettunen 2023.)

TULOKSET JA NIIDEN TULKINTAA

Esitestinä suoritetussa kahden aineen vertailutestissä saatiin molemmille aineille jokseenkin sama tulos. Kolme litraa perinteistä ja uusiutuvista raaka-aineista valmistettua polttoöljyä läpäisi testikolonniin 40 senttimetrin maa-aineskerroksen samassa, neljän tunnin ajassa.



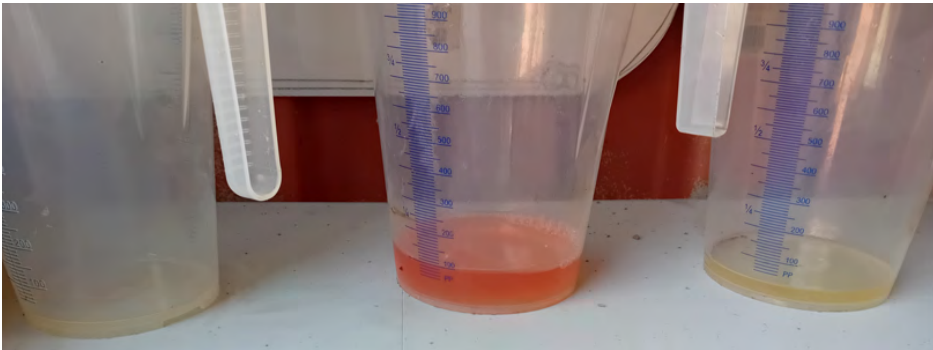
Kuva 7. Vasemmalla nähdään selvästi aineen kulkeutuminen tasaisesti hiekassa. Oikealla on neste läpäissyt maa-aineen. (Manu Kettunen 2023.)

Esitestin perusteella päätettiin olosuhteiden samankaltaisuuden varmistamiseksi muuttaa testausmenetelmä viiden aineen rinnakkaistestiksi, joiden tulokset on kirjattu taulukoihin 1, 2 ja 3.

Taulukko 1. Karkean soran testin muuttujat ja saadut arvot. Maa-aineksen tiheys testiolosuhteissa oli noin 1400 kg/m³ ja kaadettu nestemäärä 500 ml. Kohdissa, joissa lukeman sijaan viiva, ko. ajankohdan arvo on nolla.

Karkea sora 0–16 mm					
Haitta-aine ja lämpötila	Diesel 25°C	MYUusPÖ 27°C	BioVerno 28°C	Mäntyöljy 33°C	Eläinrasva 38°C
Maa-aines paino kg/4,5 l	6,4	6,4	6,4	6,4	6,4
Läpäisyaika [min]	10	4	7	300	-
1 tunnissa tuli läpi [ml]	190	220	180	-	-
2 tunnissa tuli läpi [ml]	240	250	230	-	-
4 tunnissa tuli läpi [ml]	310	310	300	-	muutama tippa
24 tunnissa tuli läpi [ml]	310	320	305	80	lisää tippoja
48 tunnissa tuli läpi [ml]	310	320	305	120	pohja täyteen
120 tunnissa tuli läpi [ml]	310	320	305	160	20

Karkean soran taulukosta 1 huomataan, kuinka kaikki kolme juoksevampaa ainetta käyttäytyvät läpäisyaikaa lukuun ottamatta samankaltaisesti (kuva 8). Fossiilisen dieselin läpäisyaika oli reilusti pidempi biopohjaisiin verrattuna. Kulkeutumismennopeus tasaantui kuitenkin jo noin tunnin kohdalla. Testin perusteella kyseisessä maa-aineksessa öljyn pidättyvyydessä ei ole eroa, onko polttoaine fossiilista vai biopohjaista. Huomioitavaa on, että kevyet polttoaineet sitoutuivat karkeaan soraan näissä olosuhteissa kahdessa vuorokaudessa noin 4,5 prosenttia maa-aineksen tilavuuteen nähden. Kevyemmissä polttoaineissa maa-aineksen läpäisevä nesteen osuus tuli käytännössä läpi muutamassa tunnissa, kun taas mäntyöljyn ja eläinrasvan kulkeutuminen jatkui vielä viiden vuorokauden jälkeenkin. Muilla maa-aineksilla seuranta ei jatkettu enää kahden vuorokauden jälkeen.



Kuva 8. Kymmenen minuuttia kaatamisen jälkeen Neste MY Uusiutuvaa Polttoöljyä on tullut läpi jo 100 ml, muita aineita vasta muutamia millilitroja. Nopeasti tilanne tasoittui kaikilla kevyillä aineilla. (Manu Kettunen 2023.)



Kuva 9. Karkeammassa maa-aineksessa eläinrasvastakin tapahtuu erottumista ja juoksevamman ainesosan liukenemista (oikeanpuoleinen astia) (Manu Kettunen 2023).

Taulukko 2. Taulukkoon on koottuna hienon soran testissä olleita muuttujia ja saatuja arvoja. Maa-aineksen tiheys testiolosuhteissa oli noin 1300 kg/m³ ja kaadettu nestemäärä 500 ml. Tyhjistä kohdista mittaustulos puuttuu ja viivakohdissa arvo on nolla.

Hieno sora 0–8 mm					
Haitta-aine ja lämpötila	Diesel 25°C	MYUusPÖ 27°C	BioVerno 28°C	Mäntyöljy 31°C	Eläin- rasva 39°C
Maa-aines paino kg/4,5 l	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Läpäisy aika [min]	60	20	30	-	-
1 tunnissa tuli läpi [ml]	1	40	40	-	-
2 tunnissa tuli läpi [ml]	40	80	90	-	-
4 tunnissa tuli läpi [ml]					
24 tunnissa tuli läpi [ml]	170	200	220	-	-
48 tunnissa tuli läpi [ml]	170	200	220	-	-

Hienomman soran taulukosta 2 huomataan, kuinka läpäisyajoissa on jo selkeää eroa, suurimmillaan kolminkertainen läpäisy nopeus perinteisen polttoöljyn ja Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn välillä. Tämän testin perusteella fossiilista polttoainetta sitoutui kyseiseen maa-ainekseen 15 prosenttia enemmän kuin uusimuotoista polttoainetta. Huomiona, että kevyempää polttoainetta sitoutui hienompaan soraan näissä olosuhteissa kahdessa vuorokaudessa noin 7 prosenttia maa-aineksen tilavuuteen nähden. Jäykemmät aineet (raaka mäntyöljy ja eläinrasva) eivät läpäisseet maa-ainesta kahden vuorokauden seuranta-ajan kuluessa.

Taulukko 3. Taulukkoon on koottuna orgaanisen maa-aineksen testissä olleita muuttujia ja saatuja arvoja. Maa-aineksen tiheys testiolosuhteissa oli noin 900 kg/m³ ja kaadettu nestemäärä 500 ml. Tyhjästä kohdista mittaustulos puuttuu ja viivakohdissa arvo on nolla.

Orgaaninen maa-aines					
Haitta-aine ja lämpötila	Diesel 25°C	MYUusPÖ 27°C	BioVerno 28°C	Mäntyöljy 35°C	Eläin- rasva 38°C
Maa-aines paino kg/4,5 l	4	4	4	4	4
Läpäisy aika [min]	4	4	5	220	-
1 tunnissa tuli läpi [ml]	160	160	150	-	-
2 tunnissa tuli läpi [ml]	200	200	190	-	-
4 tunnissa tuli läpi [ml]	240	240	230	10	-
24 tunnissa tuli läpi [ml]	280	270	280		-
48 tunnissa tuli läpi [ml]	280	270	280	90	muutama tippa

Orgaanisen maa-aineksen taulukosta huomataan, kuinka kaikki kolme juoksevampaa/ matalaviskoosisempaa ainetta käyttäytyvät samanlaisesti (taulukko 3 ja kuva 10). Tämän- kään maalajin läpi kulkeutumisessa ei ollut eroa, oliko polttoaine fossiilista vai biopohjaista. Huomioitavaa on, että kevyempää polttoainetta sitoutui orgaaniseen maa-ainekseen näissä olosuhteissa kahdessa vuorokaudessa noin 5 prosenttia maa-aineksen tilavuuteen nähden.



Kuva 10. Puoli tuntia aineiden kaatamisen jälkeen huomataan, että kulkeutuvuus etenee kevyillä aineilla orgaanisessa maa-aineksessa tasatahtiin (Manu Kettunen 2023).



Kuva 11. Yläkuvassa testiaineet ovat kulkeutuneet maa-aineksen läpi ja alakuvassa testiaineet ovat odottamassa maa-ainekseen pääsyä. Kuvalla on haluttu osoittaa, kuinka polttoaine suodattuu ja kirkastuu läpäistyään soran. (Manu Kettunen 2023.)

YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Kevyet polttoaineet kulkeutuvat hienossa sorassa metrin 90–270 minuutissa eli noin 5–16 metriä vuorokaudessa, karkeassa sorassa metrin 18–45 minuutissa eli noin 32–80 metriä vuorokaudessa ja humuspitoisessa orgaanisessa maa-aineksessa metrin 16 minuutissa eli noin 90 metriä vuorokaudessa testin olosuhteissa, eli kyseisellä maa-aineksen kosteuspitoisuudella, tasalaatuisuudella, tiiviydellä ja kaatopinta-alalla. Mäntyöljy ja eläinrasva eivät läpäisseet hienoa soraa kahdessa vuorokaudessa. Karkeassa sorassa mäntyöljy kulkeutui noin metrin vuorokaudessa ja orgaanisessa maa-aineksessa 1,5 metriä vuorokaudessa. Eläinrasvasta suodattui muutama tippa nestettä kahdessa vuorokaudessa sekä karkeassa sorassa että orgaanisessa maa-aineksessa, mikä tarkoittaisi, että kulkeutuvuus molemmissa maa-aineksissa olisi metrin yhdeksässä vuorokaudessa.

Suoritetujen maa-ainestestien tarkoituksena oli selvittää, poikkeako uusiutuvista raaka-aineista valmistettujen polttoaineiden kulkeutuminen maa-aineksessa verrattuna vastaavan fossiilisen polttoaineen kulkeutumiseen. Tulosten perusteella voidaan arvioida, että testattujen uusimuotoisten kulkeutuminen kyseisissä maa-aineksissa oli nopeampaa kuin fossiilisen polttoaineen. Maa-ainekseen sitoutumisella ei testatuilla maa-aineslajeilla ja haitta-aineilla ollut juurikaan eroa. Ainoastaan yhdellä kolmesta maa-aineslajista (hieno sora) fossiilista polttoainetta pidättäytyi maahan 15–20 prosenttia enemmän kuin uusimuotoisia polttoaineita. Myös Älykö-hankkeen (A70113) yhteydessä tehtyjen demonstraatiokokeiden tulokset biopolttoaineiden käyttäytymisestä maaperässä olivat samansuuntaisia (Malk & Zhaurova 2017, 233).

Tulevaisuudessa aiheeseen liittyviä kokeita tulee tehdä lisää saatujen havaintojen varmentamiseksi sekä laajentaa kokeita myös erilaisiin maa-aineksiin. Tarkoituksenmukaista olisi rakentaa mahdollisimman hyvin eri luonnonmukaisia maaperäkerrostumia ja kasvillisuutta jäljittelevät testauspuitteet. Tämä tarve on noussut esiin myös viranomaiskentältä tulleissa toiveissa. Laajempien ja kattavampien testien avulla voitaisiin saada pohjaa esimerkiksi maaöljyvahinkojen toimintaohjekorttien laatimiseksi. Jatkotutkimuksissa olisi hyvä huomioida muun muassa erilaiset sääolosuhteet, maaperän kerrosrakenne, maaperän veden läpäisevyys, pH ja biohajoavuus.

LÄHTEET

GTK, s.a. Geologian tutkimuskeskus. Tietoaaineistot. Maalaji luokitus. WWW-dokumentti. Saatavissa: <http://weppi.gtk.fi/aineistot/mp-opas/maalajiluokitus2.htm> [viitattu 29.6.2023].

Heikkinen, P. 2000. Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 150. Haitta-aineiden sitoutuminen ja kulkeutuminen maaperässä. PDF-dokumentti. Saatavissa: https://tupa.gtk.fi/julkaisu/tutkimusraportti/tr_150.pdf [viitattu 25.7.2023].

Koskinen, T. 2023. Asfalttitieto. Mitä asfaltin alle. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://asfalttitieto.fi/mita-asfaltin-alle/> [viitattu 29.6.2023].

Malk, V. 2017. Biopolttoaineiden käyttäytyminen ja vaikutukset ympäristössä vahinkotilanteessa. Teoksessa Malk, V. (toim.) Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Xamk Kehittää 3. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Sivut 167–195. ISBN 978-952-344-007-4. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-007-4> [viitattu 9.6.2023].

Malk, V. & Zhaurova, M. 2017. Demonstraatiokokeet biopolttoaineiden käyttäytymisestä vedessä ja maaperässä. Teoksessa Malk, V. (toim.) Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Xamk Kehittää 3. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu. Sivut 206–234. ISBN 978-952-344-007-4. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-007-4> [viitattu 29.7.2023].

Rudus. 2023. Kiviaineslaskuri. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.rudus.fi/laskurit/kiviaineslaskuri> [viitattu 29.6.2023].

KESTÄVÄT KERÄYS- JA IMEYTYSMENETELMÄT ÖLJYNTORJUNTA-ALTAALLA

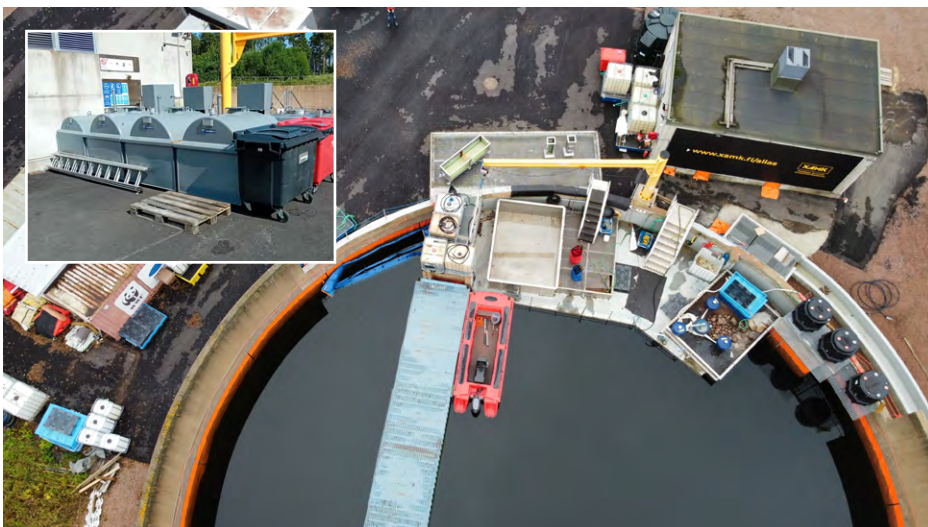
Manu Kettunen

Öljyntorjunta-altaan toiminta pyritään toteuttamaan kestäville, ympäristöystävällisillä ja kiertotaloutta suosivilla valinnoilla ja menetelmillä niin pitkälle kuin vain mahdollista. Samalla kerrytetään tietoa mahdollisessa vahinkotilanteessa sovellettavaksi. Tässä artikkelissa kuvataan, miten öljyntorjunta-altaalla toimitaan öljynkeräyksen eli skimmerikeräyksen ja öljyn imeytyksen osalta mahdollisimman vähän jätettä tuottavilla menetelmillä. Artikkelissa kerrotaan lisäksi imeytystuotteiden pienen mittakaavan vertailutestin tuloksista, joilla arvioitiin mahdollisuutta suosia luonnonkuiduista tai kierrätetyistä raaka-aineista valmistettuja tuotteita.

Yksi olennainen öljynkeräyksen kestävyysvaikuttava tekijä on harkita imeytystuotteiden käytön tarpeellisuutta niistä syntyvän jätteen määrän vähentämiseksi. Yhtenä jätemäärää vähentävänä toimenpiteenä tässä artikkelissa keskitytään imeytystuotteiden uusiokäyttöön ja niiden rakenteellisen kestävyysarvointiin usean käyttökerran imeytys- ja kuivausprosesseissa. Mainituista prosesseista saaduista tuloksista jaetaan kokemuksia ja tietoa öljyntorjunta-alalla toimiville, jotta he voivat kehittää omaa toimintaansa kestävämpään suuntaan.

YMPÄRISTÖTURVALLISUUDEN HUOMIOIMINEN YLEISISSÄ TOIMINNOISSA

Altaan öljynkäsittelytoiminnot on suunniteltu ympäristöturvallisuus ja jätemäärän minimointi huomioiden. Öljyntorjunta-altaalla kaikki haitta-aineet varastoidaan turvallisesti valuma-altaallisissa säiliöissä tai valuma-aitaiden päällä. Investointilistalla on yhdenmukaiset vuotoaltaalliset säiliöt (kuva 1).

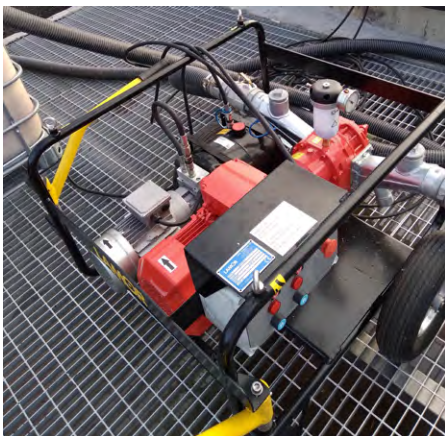


Kuva 1. Öljytorjunta-altaalla kaikki haitta-aineet varastoidaan turvallisesti valuma-altaallisissa säiliöissä tai valuma-altaiden päällä. Toiminta keskittyy altaan reunojen sisäpuolelle. (Manu Kettunen 2023.)

Öljytorjunta-altaan vesi on luonnon vettä, joka on pumpattu Kymijoesta sekä täydennetty sulamisvesistä ja läheisestä metsäojasta. Näin voidaan välttää puhtaan vesijohtoveden käyttöä sekä veden kuljetusta kauempaa merestä säiliöautoilla.

KESTÄVYYS KONEELLISESSA KERÄYSTOIMINNASSA

Öljyn keräämisessä hyödynnettävien skimmereiden voimanlähteenä käytettäviä voimakoneita saa eri energialähteillä. Altaalla suositaan sähkökäyttöisiä (kuva 2) voimanlähteitä polttomootorikäyttöisten sijaan melun ja päästöttömän polttoaineen takia. Myös polttomootorikäyttöisiin voimakoneisiin on saatavilla vaihtoehtoina ympäristöystävällisemmät polttoaineet. Altaalla käytettävä sähkö on uusiutuvaa, tuulivoimalla tuotettua energiaa.



Kuva 2. Sähkökäyttöinen voimakone skimmereiden pyörittämiseen (Manu Kettunen, 2022).

Haitta-ainetta, joko fossiilisista tai uusiutuvista raaka-aineista tuotettua, kerätessä skimmerin valinnassa pyritään mahdollisimman suureen yhteensopivuuteen skimmerityypin ja kerättävän aineen välillä, jotta keräystehokkuus olisi mahdollisimman suuri. Valintaan tarvittavaa pohjatietoa kerrytetään kokemukseräisesti. Tietoa on kerätty koko öljyntorjunta-altaan toiminnan ajan yritysten ja erehdysten kautta ja myöhemmässä vaiheessa myös järjestelmällisen testaamisen avulla. Skimmerin keräystehokkuus näkyy koko keräystoiminnan tehokkuutena; mitä vähemmän öljyn keräystoiminnan yhteydessä tulee mukana vettä ja emulsiota, sitä pienempänä pysyy jätemäärä ja sitä yksinkertaisempaa on jälkikäsittely. Öljynkeräyksen sivutuotteena tulevan veden ja emulsion käsittelemiseksi keräystuotos kerrostetaan ja vesitetään keräysastiassa painovoimaisesti (kuva 3).



Kuva 3. Kuvan keräyssäiliöissä näkyy selvästi kerätyn nesteen eri faasit. Aineesta riippuen kerrostumisajassa on suuria eroja. Vasemmalla meriliikenteen dieselöljyä ja oikealla uusiutuvaa dieseliä. (Manu Kettunen ja Justiina Halonen 2023.)

Kerrostamisen seurauksena mahdollinen vesi saadaan erotettua keräystuotoksesta. Eroteltu vesi ajetaan öljynerotuslaitteiston (kuva 4) läpi takaisin altaaseen. Öljynerottimien läpi ajetun veden mahdollista öljypitoisuutta seurataan määräajoin näytteenotolla. Erottunut öljy saadaan uusiokäyttöön testauksiin ja harjoitustoimintaan, jolloin samaa öljyä voidaan käyttää perusöljyntorjuntaharjoituksissa useaan kertaan. Loppuneste, eli emulsio ja likainen öljy, jossa ei enää erottumista ja kerrostumista tapahdu, menee loppujätteeksi vaarallisen jätteen käsittelijälle paikallisen jäteyhtiön toimesta.



Kuva 4. Öljyntorjunta-altaan öljynerotinlaitteisto muodostuu kahdesta II-luokan ja yhdestä I-luokan öljynerottimista, jotka on kytketty sarjaan (Manu Kettunen 2022).

IMEYTYSTUOTTEIDEN KESTÄVÄ KÄYTTÖ

Öljyntorjunta-altaalla panostetaan erilaisten imeytystuotteiden käytön ja käytettävyyden tutkimiseen sekä käyttötehokkuuden ja käyttökertojen maksimointiin jätteen määrän vähentämiseksi. Imeytystuotteiden käyttö öljyntorjunnassa tuottaa aina jätettä, joten niitä tulisi käyttää harkiten ja vain silloin, kun se on perusteltua. Kokemusten mukaan hyvään lopputulokseen päästäkseen imeytystuotteiden käyttöä ei kuitenkaan voi täysin välttää. Imeytystuotteen käyttöä voi myös puoltaa esimerkiksi haastavat olosuhteet, joissa muiden menetelmien käyttö ei ole tarkoituksenmukaista. Näitä voivat olla esimerkiksi erittäin herkäät alueet sekä suo- tai mutapohjaiset rannat, joissa kantavuus on heikko tai kohteet, joihin ei pääse koneellisilla keräyslaitteilla (Ehrnsten 2013, 9, 21; Halonen 2020, 144).

Imeytystuotteet ovat kiinteitä materiaaleja, joita käytetään öljyntorjunnassa niiden öljyn imeyttämiskyvyn (absorption) vuoksi. Imeytystuotteita käytetään pääasiassa pienten öljymäärien poistamiseen ja viimeistelypuhdistukseen sekä varmistuksena yhdessä muiden torjuntamenetelmien kanssa. (Halonen 2020, 140, 144.)

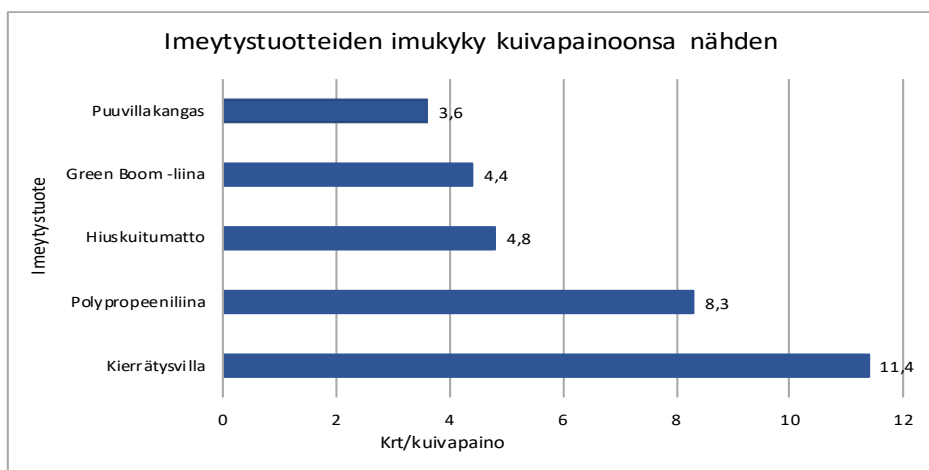
”Imeytystuotteet voidaan jakaa luonnontuotteisiin ja synteettisiin tuotteisiin. Luonnontuotteet voidaan jakaa edelleen orgaanisiin (mm. turve, puupohjaiset tuotteet) ja epäorgaanisiin (kuten vermikuliitti-, perliitti- tai savipohjaiset tuotteet). Imeytystuotteita on saatavilla muun muassa rakeina, hakkeena, kuituina, jauheina tai paloina, irtonaisena tai verkkoon, sukkaan tai säkkiin pakattuna. Lisäksi saatavilla on imeytysarkkeja ja tyynyjä sekä imeytyspuomeja ja pitkoja. Suurimmaksi osaksi imeytystuotteet ovat kertakäyttöisiä, mutta saatavilla on myös tuotteita, joista voidaan puristaa öljy pois ja jotka voidaan käyttää uudelleen.” (Halonen 2020, 140.)

Valmistusmateriaalin lisäksi tuotteet eroavat käyttötavoiltaan: *”Imeyttämistä voidaan käyttää öljyn poistoon joko passiivisena menetelmänä, jossa imeytystuote asetetaan veden pinnalle, tai aktiivisena menetelmänä, jossa torjuja käyttää tuotetta keräysvälineenä. Passiivisessa menetelmässä on olennaista, ettei imeytystuote hajoa eikä menetä kelluvuuttaan missään vaiheessa. Aktiivisessa menetelmässä tuotteen uppoaminen ei sen sijaan ole merkittävä rajoite, sillä imeytystuote on koko ajan käyttäjän hallinnassa. Tuotteen kestävyys sitä vastoin on olennaista, ja se myös mahdollistaa useamman käyttökerran ja vähentää näin keräystyöstä syntyvän jätteen määrää. Lisäksi sekä passiivisessa että aktiivisessa imeyttämisessä on olennaista, että imeytystuote imisi vettä mahdollisimman vähän.”* (Kettunen ym. 2022, 77.)

Imeytystuotteen uudelleen käytettävyys, toisin sanoen öljyn imeyttäminen tuotteeseen ja tuotteen kuivaaminen rutistamalla tai mankeloimalla sekä uudestaan imeyttäminen, on ollut arviointikriteeri keräystoiminnan kestävyyttä arvioitaessa ja yksi altaan testausten lähtökohdista. Saatujen kokemusten pohjalta on tuotettu uutta tietoa, ja tuloksia on leviitetty sidosryhmille.

Altaalla on eri imeytystuotteita sekä päivittäisessä käytössä että tutkimuksen kohteina. Tuotteita käytetään sekä vedestä että kiinteältä pinnalta öljyä imeytettäessä. Synteettisiä ns. muovipohjaisia imeytystuotteita ovat polypropeeniliinat, puomit ja pitkot sekä hiekasta, kalkista yms. valmistettu imeytysrae. Luonnon- tai kierrätysmateriaaleista valmistettuja imeytystuotteita on altaan testikäytössä turve, puuvillavaate, Hiukka Hyvä tuotemerkin ja LAB-ammattikorkeakoulun yhdessä kehittämä hius- ja karvakuiduista valmistettu hiuskuitumatto, 100-prosenttisesta kierrätysvillasta valmistettu JL-öljynimeytysmatto sekä Green Boom yhtiön valmistamat luonnonkuituliinat sekä imeytyspitkot ja -tyyny. Green Boom pitkojen tarkempi materiaalisältö on luottamuksellinen, mutta pitkoissa näyttäisi olevan pääasiassa murskattua olkea. (Green Boom s.a.; JL-Tuotteet 2023; LAB 2021.)

Kuvassa 5 on esitetty yhden synteettisen ja neljän erilaisen kierrätysmateriaalisen tai luonnontuotteisen imeytystuotteen imukyvyn vertailu. Imeytystestit suoritettiin kevyellä polttoaineella, joka vastaa myös meriliikenteen kaasuöljyä (MGO DMA) ja perusdieseliä. Vedellä täytetyssä testialtaassa oli imeytettävää polttoainetta 10–20 millimetriä, jotta tuotteilla oli mahdollisuus kyllästää itsensä öljyllä.



Kuva 5. Vertailu imeytystuotteiden kyvystä vastaanottaa kevyttä polttoöljyä suhteessa tuotteen kuivapainoon. Tulosten virhemarginaali $\pm 7\%$.

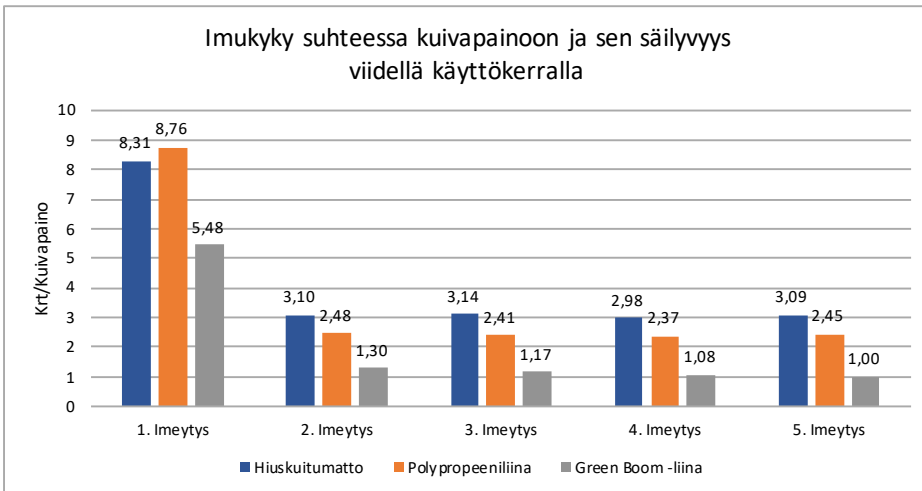
Imeytyskoe suoritettiin jokaisella tuotteella kolme kertaa tulosten luotettavuuden parantamiseksi. Imeytystuotteesta punnittiin ensin sen kuivapaino, jonka jälkeen imeytystuote laskettiin nesteeseen ja annettiin öljyn absorboitua siihen. Täyteen kyllästynyt imeytystuote nostettiin ritilälle puoleksi minuutiksi valumaan (kuva 6), jolloin irtonainen öljy valui pois. Tämän jälkeen imeytystuotteen märkäpaino punnittiin ja tuote puristettiin kuivaksi. Näin saatiin tieto tuotteen imukyvyistä. Karkeasti voidaan päätellä, että parhaimman imeytystuotteen imukyky oli testatulla polttoaineella noin kolminkertainen heikoimpaan imeytystuotteeseen verrattuna (kuva 5).

Kestävimmistä ja ympäristöystävällisimmiksi arvioituista tuotteista puuvillapohjaiset imeytysliinat ja hiuskuitumatto olivat suurin piirtein tasaväkisiä keskenään imukyvyn suhteen (3,6–4,8-kertainen kuivapainoonsa nähden). Mainittujen tuotteiden imukyky oli 40–60 prosenttia perinteisen muovipohjaisen polypropeenituotteen imukyvystä, joka oli 8,3-kertainen kuivapainoonsa nähden kyseisellä polttoaineella. Kierrätysvillasta tuotettu imeytysmatto oli taas imukyvyltään melkein 40 prosenttia parempi kuin polypropeeniliina saavuttaen 11,4-kertaisen imukyvyn kuivapainoonsa nähden.



Kuva 6. Imeytystestin vaiheet eri imetystuotteilla havainnollistettuna. Vasemmalla osittain öljyllä imeytynyt hiuskuitumatto, keskellä kierrätysvillasta valmistettu imeytystuote läpeensä öljyllä kyllästytneenä ja oikealla synteettinen imeytystuote valumassa ennen punnitusta. (Justiina Halonen 2023.)

Kuvassa 7 on esimerkki yhden synteettisen ja kahden kierrätysmateriaalisen imeytystuotteen vertailusta imukyvyn osalta meriliikenteen dieselöljyä (MDO DMB) imeytettäessä. Tuotteille toistettiin viisi imeytyskertaa ja neljä kuivauskertaa, jotta saatiin tietoa sekä imukyvyn pysyvyydestä että tuotteen rakenteellisesta kestävydestä. Vertailussa ei mitattu tuotteen välitöntä pidätyskykyä eli miten imeytysaine pitää öljyn sisällään vedestä nostettaessa tai sitä muuten käsiteltäessä.



Kuva 7. Kolmen eri imeytystuotteen imukyvyn säilyvyyden vertailu viiden imeytyskeran aikana. Imeytettävänä aineena MDO DMB, jota oli noin 10 mm:n kalvona vedessä koko testauksen ajan. Imeytyskyky on ilmaistu tuotteen kuivapainoon nähden.

Kuvan 7 kaaviosta huomataan, että ensimmäisen kuivauksen jälkeiset käyttökerrat imeyttävät suunnilleen saman määrän nestettä. Imeytystulosten alenemisen ensimmäisen käyttökerran jälkeen arvioidaan johtuvan siitä, että tuotteeseen jää öljyä kuivauksesta huolimatta ja näin imeytyskapasiteettia on käytössä vain osa alkuperäisestä: ensimmäisen kuivauksen jälkeinen paino oli noin kaksi ja puolikertainen alkuperäiseen kuivapainoon nähden.

Kapasiteetin pienentymisestä huolimatta tuotteet imeyttivät uudelleenkäyttökertoillakin keskimäärin 1–3-kertaisen määrän nestettä omaan painoonsa nähden. Synteettisen ja luonnonkuiduista valmistettujen tuotteiden, Green Boomin liina pois lukien, välinen ero oli hiuksenhieno: ensimmäisessä imeytyksessä eroa oli 5 prosenttia polypropeeniliinan hyväksi, ja sen jälkeen voimasuhteet kääntyivät toisin päin hiuskuitumaton hyväksi reilulla 10 prosentilla. Hiuskuitumattojen hyvä menestyminen kyseisellä aineella perustuu ehkä huokoisuuden tuomaan suurempaan tartuntapinta-alaan. Green Boom liinakin paransi ensikäytön tulostaan meriliikenteen dieselöljyllä (5,5-kertainen) kevyen polttoöljyn vastaavaan tulokseen (4,4-kertainen) verraten (ks. kuva 5).

Imeytystuotteiden imukapasiteettia arvioivista testeistä saadut tulokset vastasivat noin 40–80 prosenttia valmistajien ja jälleenmyyjien antamista arvoista. Yleisesti ottaen saadut tulokset kertovat imeytystuotteiden toimivuudesta ja niiden käyttökelpoisuudesta todellisissa öljyntorjuntatoimissa. On kuitenkin huomattava, ettei imeytyskokeiden tuloksia voida soveltaa muihin kuin testattuihin öljyihin, sillä jokainen aine imeytyy eri tavalla eri materiaaleihin. Imeytyvyyteen vaikuttanee moni seikka aineen kemiallisesta koostumuksesta sen viskositeettiin.

Tuloksia sovellettaessa on myös huomioitava testien pienimuotoinen mittakaava. Altaan imeytystestit tehtiin suhteellisen vähäisellä öljymäärällä, ja ne keskittyivät pienten tuotteiden testaukseen. Isompikokoisten tuotteiden imukykyä tarkasteltiin lähinnä muiden öljyntorjuntaharjoitusten yhteydessä. Esimerkiksi hiuskuitumattoa käyttivät WWF Suomen Vapaaehtoiset öljyntorjuntajoukot laajemmin rantakeräysharjoituksessa kesällä 2022. Harjoituksen tulokset tuotteen käytettävyydestä ja vertailusta synteettiseen imeytysliinaan on raportoitu artikkelissa Hiuskuidusta kestävä imeytystuote öljyn rantakeräykseen (Kettunen ym. 2022).

Tarkoituksenmukaista olisi vertailla myös imeytystuotteiden kustannustehokkuutta, eli kuinka paljon yhden haitta-ainelitrnan imeyttämiseen tarvittava imeytystuote maksaa. Kertaimeytyksenä vertailu on raakaa, koska luonnonmateriaaliset tuotteet ovat osin käsitöinä valmistettuina monin kerroin kalliimpia kuin esimerkiksi polypropeenituotteet. Altaalla tehdyissä viiden käyttökerran kestopesteissä kaikki testatut tuotteet pysyivät ehjinä. Tätä useammat käyttökerrat voisivat tuoda esille tuotteiden elinkaarioja. Tämä testaus-tarve kirjataan jatkotutkimusaiheeksi. Jatkotutkimus on olennaista, sillä tulevaisuudessa käyttäjäkokemukset ja kestävä toiminnan periaatteet tulevat öljyntorjuntamateriaalien ja -menetelmien valinnoissa kilpailemaan markkinatalouden kanssa enenevässä määrin.

LÄHTEET

Ehrnsten, E. 2013. Suosituksia rannikon herkkien alueiden puhdistukseen öljystä. Liite rantojen öljyntorjuntaoppaisiin. Kaakkois-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Raportteja 18/2013. Kopijyvä Oy, Kouvola 2013.

Green Boom. s.a. Reinventing oil-only absorbents. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.greenboom.com/> [viitattu 20.6.2023]

Halonen, J. 2020. Imeytystuotteiden käyttö öljyvahingossa. Teoksessa Halonen, J. (toim.) 2021. Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa. SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Xamk kehittää 134. Saatavissa: <https://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-301-3> [viitattu 20.5.2023]

Kettunen, M., Nurminen, P., Halonen, J. & Koistinen, M. 2022. Hiuskuidusta kestävä imeytystuote öljyn rantakeräykseen. Teoksessa Henttu, V. (toim.) Maalla, merellä, ilmassa. Xamk kehittää 203. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/787736/URNISBN9789523444652.pdf> [viitattu 9.5.2023]

JL-Tuotteet. 2023. JL Öljynimeytysmatto. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://jl-tuotteet.fi/tuote/jl-oljynimeytysmatto/> [viitattu 21.5.2023]

LAB-ammattikorkeakoulu. 2021. HIUKKA 2.0 – Hius- ja muu orgaaninen kuitu muovin korvaajana. Projekti. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://lab.fi/fi/projekti/hiukka2> [viitattu 13.4.2023]

DEMONSTRAATIOPÄIVÄ TORJUNTAOSAAMISEN JAKAMISEEN

Antero Myrén

Öljyntorjuntatoimijoille ja -organisaatioille järjestettiin yhteinen hankkeen aikana tehtyjen imeytystuotetestien, öljynkeräystoimintojen ja vuotokäyttötymismallien esittelypäivä 10.5.2023. Päivän tarkoituksena oli havainnollistaa uusiutuvista raaka-aineista valmistettujen tuotteiden kerättävyyttä tiydessä ja virtaavassa vedessä sekä kuivalla kaltevalla pinnalla. Päivän aikana tutustuttiin yhteensä viiteen uuden sukupolven tuotteeseen tai raaka-aineseen sekä kolmeen erilaiseen öljynkeräimeen. Hankkeessa laadittavat ainekortit, joihin on koottu tietoa haitta-aineen vuotokäyttötymisestä, torjuttavuudesta ja kerättävyydestä, olivat päivän ajan osallistujien käytettävissä ja kommentoitavissa samalla, kun he seurasivat käytännön demonstraatioita. Päivään osallistui 26 vierasta 17 eri organisaatiosta. (Halonen 2023.) Vieraat edustivat hankkeen ohjausryhmän lisäksi ympäristö- ja pelastusviranomaisia ympäri Suomen. Tässä artikkelissa kuvataan päivän ohjelma ja siitä saatu palaute.



Kuva 1. Vieraat toivotetaan tervetulleeksi aamukahvien kanssa (Justiina Halonen 2023).

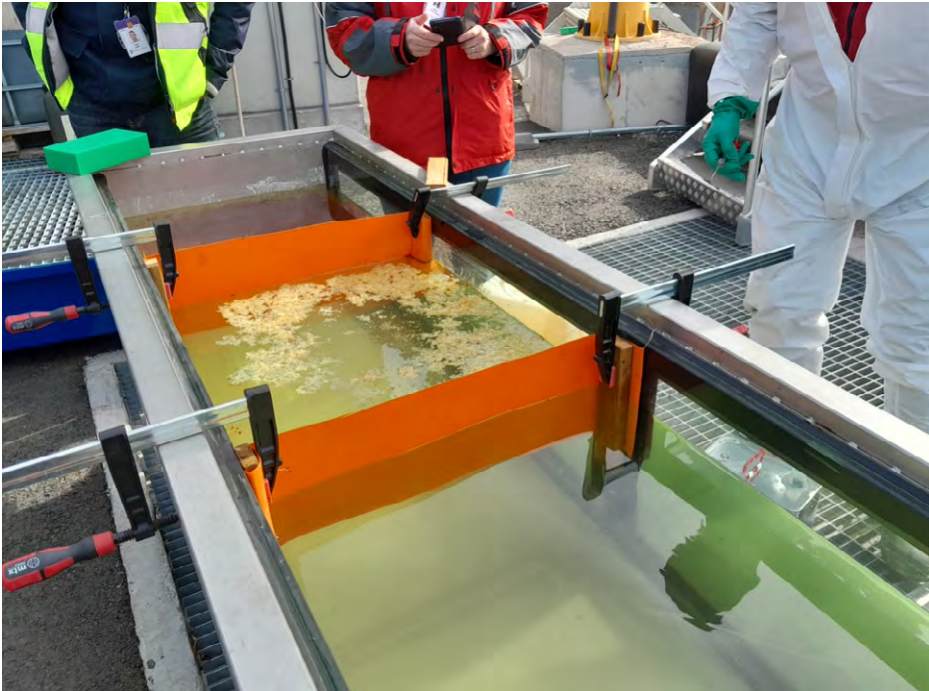
Päivän ohjelmaan sisältyi

- akvaariossa teknisen eläinrasvan, UPM BioVerno -dieselin, raakamäntyöljyn ja Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn vuotokäyttäytymisen seuranta
- kuivalla, kaltevalla pinnalla Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn sekä virtaavassa vedessä Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn ja meriliikenteen dieselöljyn MDO DMB torjuntaa
- raakamäntyöljyn keräämistä harjaskimmerillä vedestä
- Neste MY Uusiutuvan Polttoöljyn keräämistä kiekko- ja kaulusskimmerillä vedestä.

Seuraavassa kuvataan kutakin toimintoa tarkemmin.

VUOTOKÄYTTÄYTYMISEN DEMONSTRAATIO

Manu Kettunen esitteli kahta erilaista uusiutuvien polttoaineiden raaka-ainetta ja niistä valmistettujen polttoaineiden käyttäytymistä vuototilanteessa: UPM BioVerno -dieseliä ja sen lähtöainetta raakamäntyöljyä sekä Neste MY Uusiutuvaa Polttoöljyä ja sen lähtöaineena käytettävää teknistä eläinrasvaa.



Kuva 2. Testiakvaariossa teknistä eläinrasvaa, josta valmistetaan Neste MY Uusiutuvaa Polttoöljyä (Justiina Halonen 2023).

Demonstraatiossa hyödynnettiin lasiseinäistä akvaariota, jossa aineiden käyttäytymistä voidaan havainnoida myös vedenpinnan alapuolelta. Näin muun muassa aineen uppoamista, pisaroitumista ja pintautumisnopeutta voidaan seurata.

TORJUNTADEMONSTRAATIOT OJASSA

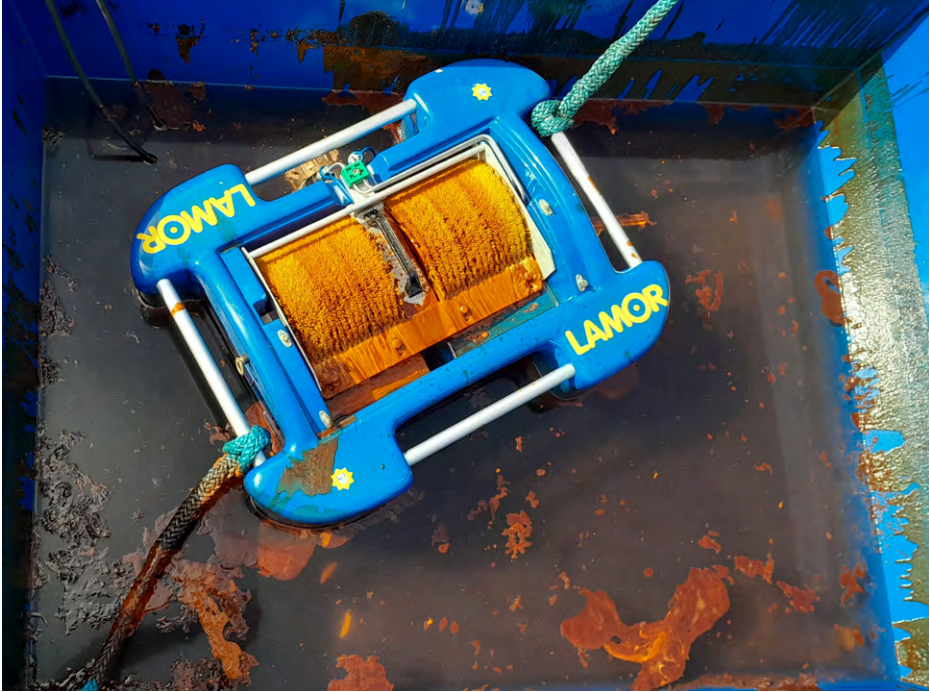
Antero Myrén esitteli ojassa polttoainevuodon torjuntatoimia kuivalla, kaltevalla betonipinnalla, jossa havainnoitiin imeytystuotteiden kykyä rajata ja pysäyttää virtaava öljy. Toisen demonstraation aiheena oli virtaavassa vedessä tapahtuvat torjuntatoimet, puomilla ohjaaminen, imeytystuotteilla rajaaminen ja pienellä kiekkoskimmerillä kerääminen rajatun alueen sisältä.



Kuva 3. Öljyvuttoa on rajattu imeytystuotteilla ja puomituksella. Öljyä kerätään pienellä Vikoman Komara Micro -kiekkoskimmerillä. (Ville Henttu 2023.)

RAAKAMÄNTYÖLJYN KERÄÄMINEN

Mäntyöljyn keräämistä vedestä esiteltiin altaassa, jossa oli sentin kerros öljyä ja keräyslaitteena MiniMax12-harjaskimmeri.



Kuva 4. Lamorin MiniMax12 -harjaskimmeri toiminnassa keräyksen loppuvaiheessa, raakamäntyöljyä on altaassa jäljellä pieninä lauttoina (Justiina Halonen 2023).

KERÄYSTOIMINTAA PÄÄALTAASSA

Pääaltaaseen puomitettiin kaksi aluetta, joissa molemmissa oli 100 litraa Neste MY Uusiutuvaa Polttoöljyä. Esittelyn tarkoituksena oli demonstroida kahden erilaisen keräimen toimintaa ja keräystulosta. Keräyslaitteina käytettiin Vikoman Komara Midi2 kiekkoskimmeriä ja LWS500-kaulusskimmeriä. Keräimet poikkeavat toiminnallisesti toisistaan: kiekkoskimmeri perustuu pyöriviin ohuisiin levyihin, joihin öljy tarttuu, ja kaulusskimmeri imuun, jolla säädetään pinnalta imettävän nesteen määrää.



Kuva 5. Pääaltaassa kaksi puomitusta, joissa öljynkeräyslaitteet toiminnassa: keltaisen puomin sisällä Komara Midi2 -kiekkoskimmeri ja sinisen puomin keskellä LWS500-kaulusskimmeri (Ville Henttu 2023).



Kuva 6. Komara Midi2 -kiekkoskimmerin toiminnan tarkempaa seuraamista uudelta laiturasolta (Manu Kettunen 2023).

PALAUTE DEMONSTRAATIOPÄIVÄSTÄ

Demonstraatiopäivään osallistuneilta pyydettiin rakentavaa palautetta päivän ohjelmasta, kulusta ja tulevista demonstraatiotarpeista. Kysely suoritettiin verkkokyselynä. Vastauksia saatiin kaikkiaan yhdeksän kappaletta, jolloin vastausprosentiksi muodostui 34,6. Vastaukset on esitetty tämän artikkelin liitteessä 1.

Kaikki kyselyyn vastanneet kertoivat demopäivän vastanneen odotuksia, ja päivän ohjelmaa pidettiin monipuolisena. Selkeät havainnollistavat käytännön esitykset saivat kiitosta ja erityisesti akvaariossa esitellyt eri aineiden vuotokäyttäytymistä vedessä havainnollistaneet demonstraatiot saivat hyvää palautetta. Vastaajat arvioivat myös turvallisuuden huomioonmisen hyväksi.

Päivän hyödyllisyyden arviointia varten vastaajia pyydettiin arvioimaan asteikolla 1–5 omaa tietämystään uusimuotoisista polttoaineista ennen demopäivää ja demopäivän jälkeen. Vastaajien tietämyksen keskiarvo ennen demopäivää oli 1,44 (ka.) ja päivän jälkeen vastaajat arvioivat tietämyksen kasvaneen arvoon 3,67 (ka.). Kaikki vastaajat kertoivat tietämyksensä parantuneen, ja suurimmalla osalla tietämys parantui 2–3 pykälää, kahdella yhden pykälän (ks. liite 1).

Tulevaisuuden toiveisiin öljyntorjunta-altaan käyttöä ja hyödyntämistä koskien sisältyi muun muassa öljyntorjunnan harjoittelu eri sääolosuhteissa ja aallokossa. Myös laitteiden testausta hankintojen tueksi, koulutusta henkilöstölle kouluttajat mukaan lukien ja maaöljyvahinkojen torjuntaa toivottiin. Lisäksi tulevista demonstraatiopäivistä toivottiin laajempaa ja kattavampaa tiedottamista pelastusviranomaisten lisäksi myös ympäristöviranomaisten keskuuteen.

JOHTOPÄÄTÖKSIÄ PÄIVÄSTÄ

Demonstraatiopäivä järjestettiin kehittämishankkeen siihenastisten tulosten levittämiseksi sekä lopputuotosten viimeistelemiseksi. Päivän ohjelmasta pyrittiin tekemään kattava mutta kuitenkin vierailijoille helposti seurattava, ja siinä onnistuttiin. Demonstraatioiden aikana heräsi paljon kysymyksiä ja keskustelua öljyntorjunnasta ja turvallisesta toiminnasta. Ainekortteihin saatiin parannus- ja jatkokehitysideoita, ja ne koettiin hyviksi ja käytännön torjuntatyötä palveleviksi. (Halonen 2023.) Ainekorteista on esimerkki tämän julkaisun artikkelissa ”*Uusimuotoisten polttoaineiden, nesteiden ja niiden raaka-aineiden vuotokäyttäytyminen*”.

Kehityskohteita altaan toiminnalle saatiin esimerkiksi aaltokoneen tarpeellisuudesta ja suolaisessa vedessä tehtävistä vuotokäyttäytymisen tutkimuksista. Henkilökunnan osalta päivä meni suunnitellusti, ja saatu palaute rohkaisee jatkamaan öljyntorjunta-altaan kehittämistä yhteistyössä alan toimijoiden kanssa.

LÄHTEET

Halonen, J. 2023. Ympäristövahinkojen torjunnan osaamisvaatimukset kasvussa. Xamk READ 2/2023. Xamk READ – Research, Education and Regional Development, Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulun verkkolehti. Saatavissa: <https://read.xamk.fi/2023/logistiikka-ja-merenkulku/ymparistovahinkojen-torjunnan-osaamisvaatimukset-kasvussa/> [viitattu 3.8.2023]

LIITE 1

DEMONSTRAATIOPÄIVÄN PALAUTE

Vastasiko demopäivä odotuksiasi?

Jos kyllä, mikä erityisesti oli onnistunutta?

Kyllä, en oikein tiennyt mitä odottaa, mutta oli hienoa nähdä eri aineiden käyttäytymistä vedessä ja imeytysmattojen toimivuutta käytännössä!

Kyllä. Biopohjaisten tuotteiden käyttäytyminen.

Kyllä vastasi. Kaikki demot olivat havainnollisia ja hyvin toteutettuja.

Todellakin vastasi. :)

Öljyntorjunta keinot olivat tavallaan uutta itselleni. Erityiseen hyvä oli allasesitely, kuinka eri öljyt käyttäytyvät vedessä.

Hyvä paikka ja olosuhteet.

Kyllä. Sää toki suosi. Esittelykierros ja rentous oli parasta, sillä näissä oppii paitsi itse demoista, myös keskustelemalla ja matalalla kynnyksellä kysymyksille, XAMKille ja toisaalta muille osallistuneille.

Vastasi ehdottomasti

Demopäivä ylitti odotukset. Päivän sisällön monipuolisuus positiivinen yllätys. Yhteen päivään oli mahdutettu öljynkeräystä eri menetelmillä sekä vesistöstä että maalta. Lisäksi näytettiin erilaisten öljytyyppien käyttäytymistä vedessä.

Kyllä. Havainnollistava, monipuolinen

Kyllä vastasi. Justiinan, Anteron ja Manun osaaminen ja esitystapa olivat erittäin hyvät.

2. Jos ei, mitä olisit tehnyt toisin?

Tapahtumasta olisi voinut tiedottaa myös esim. [kaupungin nimi X] ymp. suoje-lua ja ehkä myös [kaupungin nimi Y] vastaavia viranomaisia.

3. Olivatko demonstraatiot helposti seurattavissa?

(esim. havainnointietäisyys, toimenpiteiden selostus)

Kyllä olivat, parasta antia oli mielestäni akvaariossa tehty demo, kun tapahtu-mat näki myös pinnan alapuolelta.

Kyllä

Priimaa!

Selostukset olivat hyvät ja selkeät.

Oli.

Oli helposti seurattavissa, ja yhdessä keskustellen havaintojen teko oli antelias-ta, koska jokainen osallistuja näkee erilaisia asioita.

Oivat onnistuneet järjestelyt. Mm. akvaarioaltaalla havainnollistettiin hyvin erilaisten tuotteiden käyttäytyminen veteen joutuessaan.

Kyllä

Kaikki ok!

4. Miten turvallisuusasiat oli mielestäsi huomioitu?

Hyvin

OK mutta tarvittaessa jos roiskeita voi tulla niin katseluetäisyys määriteltävä hetkellisesti lippusiimalla tms.

Turvallisuus oli hyvällä tasolla. Ehkä pelastusliivit laiturilla olisi olleet hyvät?

Hyvin.

Ihan ok. En kokenut, ettei olisi turvallista, kun järki on kaikilla päässä.

Hyvin ja riittävästi

Hyvin huomioitu, ainoastaan lokki tai varis pääsi nappaamaan munkin tai kaksi meidän "buffetista".

Hyvin

Hyvin.

5. Arvioi asteikolla 0–5 mikä oli tietämyksesi uusiutuvista raaka-aineista valmistettujen tuotteiden käyttäytymisestä ja torjunnasta

Ennen demopäivää	Demopäivän jälkeen	Muutos
1	4	3
2	4	2
2	4	2
1	3	2
1	4	3
1	4	3
1	4	3
3	4	1
1	2	1
K.a. 1,44	K.a. 3,67	K.a. 2,22

6. Mitä toivoisit tulevien demonstraatiopäivien sisällöiksi?

Välineiden puhdistus kuljetuskuntoon.

Mahdollisimman paljon erilaisia aineita, että niiden käyttäytymistä vedessä näkee.

Jos tuossa olisi parempi kokoushuone tms. tähän voisi liittää jonkinlaisen esityksen, missä kerrottaisiin, millaisia määriä näitä aineita on, eli vuodon sattuessa, paljonko tavaraa voisi olla. Ja toisaalta, kuinka todennäköisesti joku tietty aine vuotaa, eli paljonko sitä täällä kuljetetaan/käytetään.

Uudet ja erilaiset totutusta poikkeavat aineet ja toimintamenetelmät ovat oivia demonstraatiopäivien aiheita. Yleensä esimerkiksi uusi toimintamalli vaatii sen, että toimintamallin toimivuus voidaan todentaa käytännössä, eikä se jää vain teoreettiseksi toimintamalliksi.

Öljynkeräystä pienessä aallokossa. Lisää eri öljytuotteita ja niissä eri keräysmenetelmien testaamista.

7. Mitä tarpeita tai toiveita sinulla/organisaatiollasi olisi altaan käytölle tulevaisuudessa?

Kyllä

Sama demopäivä kouluttajille.

Eri sääolojen demonstroiminen olis myös hyvä.

Uusin toimintamallien perehdyttäminen ja kouluttaminen henkilöstölle.

Tehtävistä noin 90 % koskee maaöljyvahinkoja, joten siihen puoleen voisi vielä lisää kehittää toiminnallisuutta, esim. asfalttikenttä, jossa voisi kokeilla polttoaineita ja hydr. öljyjen talteenottoa. Veneluokan kerääjien testausta testialtaalla pienimuotoisen aallokon kera. Päivittäiskeikassa käytettävän pienkaluston tehtävän jälkeinen puhdistaminen, esim. käsin siirrettävän kiekko-/harjakerääjän puhdistaminen.

Mahdollisuuksien mukaan enemmän testaustoimintaa markkinoilla olevan ja sinne tulevan kaluston ja muiden torjuntatarvikkeiden ominaisuuksista, jotta laitokset voisivat saada hankinnoilleen lisää tietoa perusteiksi hankkia / olla hankkimatta.

8. Vapaa sana

Kiitos! Teette hyvää ja tärkeää työtä!

Kiitos!

Sisältö oli hyvä, hyvä tilaisuus vaihtaa ajatuksia ja jakaa arvokasta kokemusperäistä tietoa kollegoiden kanssa, eväät olivat maittavia.

Kiitos! Oli hyvä ja tarpeellinen tilaisuus

Täysi 10!



XAMK
KEHITTÄÄ