

VIHKO 01

ALUSÖLJYVAHINKOON VARAUTUMINEN SUOMENLAHDELLA





Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment



Kymenlaakson
pelastuslaitos



Itä-Uudenmaan
pelastuslaitos



Helsingin kaupungin
pelastuslaitos



Länsi-Uudenmaan
pelastuslaitos



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu

XAMK KEHITTÄÄ 133

KAAKKOIS-SUOMEN AMMATTIKORKEAKOULU

KOTKA 2021

© Tekijät ja Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu

Graafinen suunnittelu ja taitto: Entra Marketing Oy

Paino: Grano Oy

Kannen kuva: Kymenlaakson pelastuslaitos

ISBN: (nid.) 978-952-344-298-6

ISBN: (PDF) 978-952-344-299-3

ISSN: 2489-2467 (nid.)

ISSN: 2489-3102 (PDF)

ALUSÖLJYVAHINGKON VARAUTUMINEN SUOMENLAHDELLA

Tässä vihkossa tarkastellaan Suomenlahdella tapahtuneita alusonnettomuuksia sekä niiden maantieteellistä jakautumista SÖKÖSuomenlahti-hankkeen pelastustoimien alueille. Onnettomuustarkastelun tarkoituksena on tukea pelastuslaitosten omaa riskinarviota öljyvahinkoon varautumisen ja tapahtumapaikkojen saavutettavuuden arvioimiseksi.

Öljyvahingon torjuntaan vaikuttavat huomattavasti torjuttavan aineen ominaisuudet. Alusöljyvahingossa torjuttava aine on joko aluksen polttoainetta tai, säiliöaluksen ollessa kyseessä, aluksen lastia. Suomenlahdella aiemmin tapahtuneiden päästöjen perusteella vuotanut aine on todennäköisimmin polttoainetta, jota vapautuu bunkrauksen eli aluksen polttoaineenoton yhteydessä aluksen ollessa satamassa. Öljypäästöjä on tapahtunut myös karilleajojen tai yhteentörmäysten seurauksena, ja myös lastista on aiheutunut päästöjä, joskin polttoainetta harvemmin. Pelastuslaitosten varautumisen tueksi tässä vihkossa kuvataan yleisimmät meriliikenteen polttoaineet. Lisäksi tarkastellaan Suomenlahdella lastina kuljetettavien öljyjen määrää ja laatua. Öljyjen ominaisuuksia tarkastellaan manuaalin vihkoissa 8 ja 13.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	6
1 SUOMENLAHDELLA TAPAHTUNEET ALUSONNETTOMUUDET	8
1.1 Alusonnettomuuksien määrä	8
1.2 Alusonnettomuuksien tyyppi	10
1.3 Ympäristövahinkojen piirteitä	11
2 ALUSONNETTOMUUDET PELASTUSTOIMIALUEITTAIN	12
2.1 Alusonnettomuuksien sijoittuminen pelastuslaitosten näkökulmasta	12
2.2 Vahinkopaikat ja niiden tavoitettavuus	24
2.3. Alustyytit pelastustoimen alueilla	25
2.4 Syyt pelastustoimen alueilla tapahtuneissa onnettomuuksissa	25
3 MERILIIKENTEN POLTTOAINEET	26
3.1 Polttoainelaadut	26
3.2 Polttoaineet Suomenlahdella	27
4 ÖLJYLASTIT JA SÄILIÖALUSLIIKENNE SUOMENLAHDELLA	29
4.1 Öljykuljetusmäärät	29
4.2 Säiliöalusliikenne Suomenlahdella	30
5 ÖLJYN LEVIÄMISEN JA KULKEUTUMISEN ARVIOINTI	32
6 ÖLJYVAHINKOON VARAUTUMINEN	40
6.2 Öljyvahingon edellyttämien resurssien määrittely	42
6.3 Varautumisessa huomioitavia vaikeuskertoimia	45
LISÄTIETOA	48
TOK 1A Öljyvuodon leviämisen arviointi	49
TOK 1B Öljyvuodon haihtuminen	53



TIIVISTELMÄ

- Suomenlahdella tapahtuu noin 14,5 alusonnettomuutta vuosittain. Vajaan kahden vuosikymmenen (2000–2017) aikana on sattunut yhteensä yli 300 alusonnettomuutta, joista 35 tapauksessa, eli noin kahdesti vuodessa, on raportoitu öljyvuoto. Tiedot ulos vuotaneen öljyn määrästä ovat vajavaisia, mutta annettujen tietojen perusteella vuotomäärä on tyypillisesti ollut noin 0,4 tonnia ja polttoaine laadultaan venäläistä mazutia. Öljyvuoto on useimmiten tapahtunut bunkrauksen eli aluksen polttoaineenoton yhteydessä aluksen ollessa satamassa.
- Suomenlahden vuosien 2000–2017 alusonnettomuuksista 48,4 % on tapahtunut Venäjän aluevesillä, 27,5 % Suomen aluevesillä ja 24,2 % Viron aluevesillä.
- Rannikon öljyntorjuntavalmiuden kannalta merkittäviä ilmiöitä ovat Suomenlahden päävirtaus ja vallitsevat lounaistuulet, jotka kuljettavat myös muiden valtioiden alueilla tapahtuneet öljyvuodot Suomen aluevesille, jos niiden rajaaminen estyy.
- Rahtialuksille tapahtuneista poikkeamista 46,5 % on kirjattu yleislustialuksille.
- Säiliöaluksia kaikista onnettomuusaluksista oli 52 kappaletta eli 17,0 %. Niistä öljysäiliöaluksille tapahtuneita poikkeamia tilastoitiin ajanjaksolla yhteensä 17 kappaletta (32,7 %), kemikaalisäiliöaluksille kuusi (11,5 %) ja bunkrausaluksille viisi (9,6 %).
- Alusonnettomuuksista 19,6 % tapahtui satamissa ja 20,3 % avomerellä, loput näiden välillä rannikkoväylillä. Miltei 80 %:n kaikista alusonnettomuuksista voidaan siten sanoa tapahtuneen rannikon läheisyydessä.
- Satamakäyntimääriin suhteutettuna Itä-Uudellamaalla tapahtuu lähes kaksi kertaa niin paljon alusonnettomuuksia kuin Länsi-Uudenmaan ja Kymenlaakson alueilla. Helsingin alueella onnettomuuksia tapahtuu selvästi vähiten satamakäynteihin suhteutettuna.
- Suhteessa merialueen kokoon alusonnettomuuksia on tapahtunut eniten Helsingin kaupungin ja Kymenlaakson pelastuslaitosten alueilla.
- Länsi-Uudenmaan, Helsingin kaupungin ja Kymenlaakson pelastuslaitosten alueilla on selvästi nähtävissä onnettomuustihentymiä. Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueella tapaukset olivat hajaantuneempia.
- Alusonnettomuudet liikennealueittain: 59 kappaletta (76,6 %) tapahtui kotimaanliikenteen liikennealueella I, yhdeksän (11,7 %) liikennealueella II ja yhdeksän (11,7 %) liikennealueella III.
- Paikkatiedon perusteella onnettomuustihentymät sijaitsevat aivan rannan tai sataman tuntumassa. Etenkin liikennealueella I tapahtuneissa alusonnettomuuksissa on potentiaalisen öljyvahingon kannalta ollut merkittävää, että onnettomuuspaikat ovat sijainneet vain muutamien kilometrien päässä rannasta tai saarista.
- Vaikka pelastustoimialuekohtaisen tarkastelun onnettomuuksissa ei ole raportoitu yhtään öljyvahinkoa, suuren öljyvahingon riski on olemassa. Sekä Itä-Uudenmaan että Kymenlaakson alueiden onnettomuustapauksissa on ollut mukana säiliöaluksia neljässä tapauksessa. Säiliöalusliikenne etenkin Porvoon ja Kotkan suuntaan on vilkasta. Myös alusten polttoaineesta aiheutuva öljyvahinko voi olla vakava ja sen torjuntatoimet pitkäkestoisia.
- Fossiiliset polttoaineet ovat vielä toistaiseksi todennäköisimpiä vahinkoöljyjä Suomenlahdella. Itämerellä alukset käyttävät yleisimmintä MGO (Marine Gas Oil) ja MDO (Marine Diesel Oil), joista meriliikenteen kaasuöljyn (MGO) voidaan sanoa olevan yleisempi. Myös keskiraskasta polttoöljyä, kuten IFO 380 ja IFO 180 (RMG), on käytössä.
- Suomenlahdella kuljetettavasta tavaraliikenteestä (367,4 miljoonaa tonnia) noin puolet (185,0 miljoonaa tonnia) on nestelasteja, joista karkeasti arvioituna puolet on öljyä ja puolet öljytuotteita. Suomeen tulevassa aluksessa on hyvin todennäköisesti raakaöljyä ja lähtevässä

aluksessa öljytuotteita. Suurin osa nestealusliikenteestä operoi Venäjän satamiin.

- Polttoaineiden, samoin kuin lastien, kirjo on monipuolistumassa. Tulevaisuudessa pelastustoimen torjuntakyky edellyttää yhä moninaisempien tuotteiden tuntemusta ja kalustollista valmiutta.
- Torjuntataktiikkaa valittaessa tulee huomioida öljyn leviämismekaniikka, johon vaikuttavat pintajännitysfyysikka ja alueella vallitsevat olosuhteet. Vihkon lopusta löytyvien leviämismallitaulukoiden avulla voidaan arvioida öljylautan käyttäytymistä lähituntien aikana vuodon tapahduttua.
- Alusöljyvahinkoon varautumisen, torjunnan suunnittelun ja torjuntaresurssien määrittelyn tueksi on kehitetty kansainvälinen luokittelumalli, Tiered Preparedness and Response. Luokittelumallin tavoitteena on helpottaa eri vakavuusasteisiin öljyvahinkoihin varautumista ja sen määrittelemistä, millaisia resursseja vahingon torjunta edellyttää. Luokittelumallissa öljyvahingot luokitellaan kolmeen tasoon (tier 1–3) vahingon potentiaalisen vakavuuden ja

torjunnan edellyttämien resurssien määrän suhteen.

- Tehokasta öljyntorjuntaa voivat rajoittaa sääolosuhteet, saatavilla olevat resurssit sekä kerättävä aine tai vahinkotyyppi. Sääolosuhteista merelliseen torjuntaoperaatioon vaikuttavat virtaukset, mutta merkittävimpänä tuuli ja sen aiheuttama aallonkorkeus.
- Vahingon rajaamiseen pelastuslaitoksen kalusto toimii pääosin kaikille kelluville, veteen liukenemattomille aineille. Päästön kerättävyyteen vaikuttavat itse aine ja käytettävä keräyslaite. Kaikkien öljylaatujen kerääminen ei pelastuslaitoksen kalustolla onnistu. Raskaammissa polttoöljyissä rajoitteiksi muodostuvat aineen viskositeetti ja mahdollinen vajoaminen. Raakaöljyn keräyksessä toimintaa rajoittavat öljystä haihtuvat syttymiskelpoiset seokset ja haitalliset pitoisuudet.
- Toimintaa voivat rajoittaa lisäksi pelastuslaitosten aluksille soveltumattomat toimintaympäristöt, kuten jääpeitteisyys, ja pitkäkestoissa operaatioissa myös henkilöresurssien saataavuus.

Alusonnettomuuksien tarkasteluun on valittu 2000-luku ja siitä tuoreimmat saatavilla olevat tilastotiedot. Tiedot perustuvat Helcomin, Suomen ympäristökeskuksen ja Marine Regions -projektin (Flanders Marine Institute 2019) paikkatietoaineistoihin.

Tekstin lähteenä käytetyt selvitykset *Suomenlahdella tapahtuneet alusonnettomuudet 2000–2017* (Halonen 2020), *Alusonnettomuudet ja säiliöalusliikenne pelastustoimialueiden näkökulmasta* (Kauppinen 2020), *Meriliikenteen polttoaineet ja lastina kuljetettavat öljyt Suomenlahdella* (Halonen 2020), *Torjuntaoperaation rajoitukset* (Norema 2020) ja *Tiered response – öljyntorjuntatasot varautumisen tukena* (Halonen 2021) löytyvät lähdeviitteineen SÖKÖSuomenlahti-hankejulkaisusta.

SUOMENLAHDELLA TAPAHTUNEET ALUSONNETTOMUUDET

1.1 ALUSONNETTOMUUKSIEN MÄÄRÄ

Suomenlahdella on vuosina 2000–2017 tapahtunut yhteensä 306 alusonnettomuutta. Vuosittain onnettomuuksia sattuu keskimäärin 17 (mediaani 14,5), mutta vaihtelua on kymmenestä 32 onnettomuuteen vuodessa. Tyypillisimmillään onnettomuuksia tapahtuu kymmenen vuodessa.

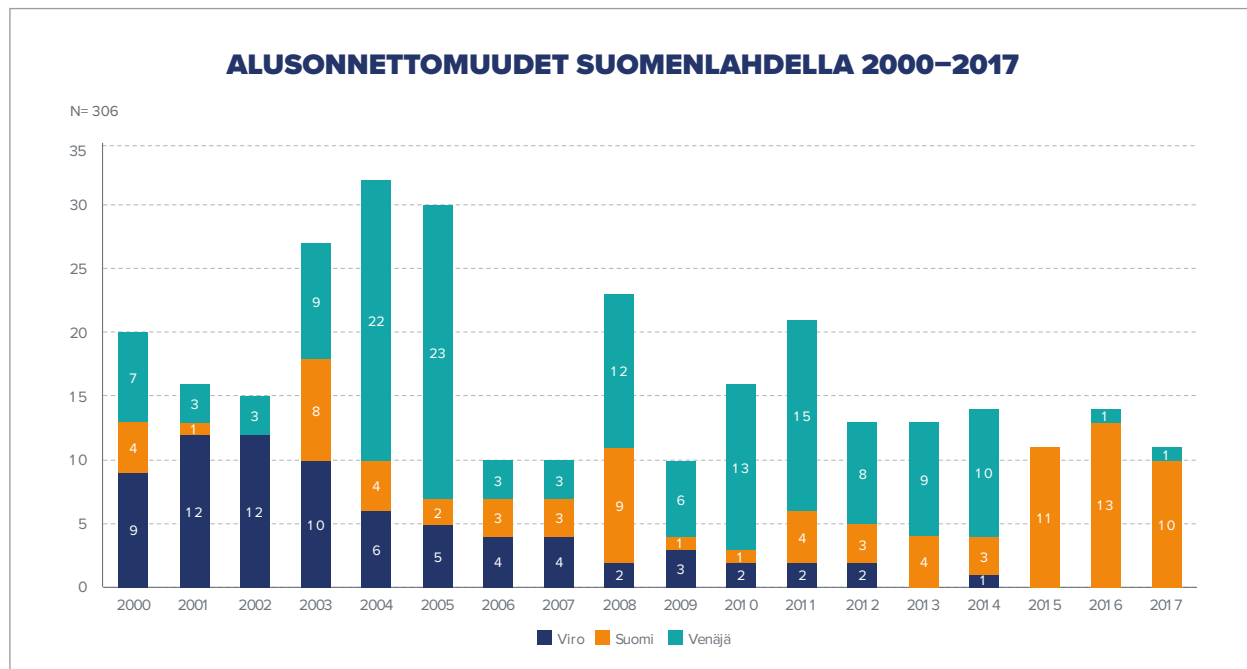
Tilastoiduista onnettomuuksista 148 tapausta (48,4 %) on sattunut Venäjän aluevesillä, 84 tapausta (27,5 %) Suomen aluevesillä ja 74 tapausta (24,2 %) Viron aluevesillä.

Onnettomuuksista puolet (52,0 % eli 159 kpl) on tapahtunut rahtialuksille, mikä selittyy karkealla jakoperusteella sekä alustyyppin yleisyydellä. Seuraavaksi eniten (20,9 %) onnettomuusaluksista

kuuluu ryhmään ”muut alukset”, joiksi on luokiteltu muun muassa jäänmurtaajat, proomut, hinaajat, ruoppaajat ja kalastusalukset (kuva 2).

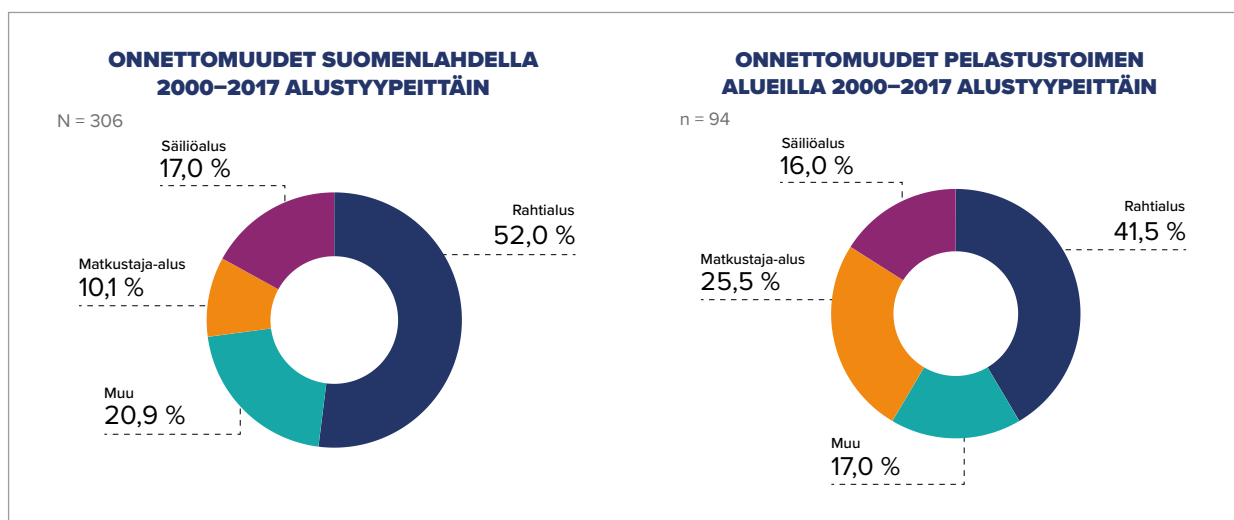
Rahtialuksille tapahtuneista poikkeamista 46,5 % on kirjattu yleislastialuksille (kuivalastialus). Irtoalukset edustavat 15,1:tä % onnettomuusaluksista, ro-ro-alukset taas 8,8:aa %. Tarkempaa alustyyppiä ei ilmoitettu 22 (13,8 %) aluksen kohdalla (kuva 3).

Säiliöaluksia kaikista onnettomuusaluksista oli 52 kappaletta eli 17,0 %. Näistä öljysäiliöaluksille tilastoitiin ajanjaksolla yhteensä 17 poikkeamaa, kemikaalisäiliöaluksille kuusi ja bunkrausaluksille viisi (kuva 4). Säiliöalustyyppiin ”muut” oli sisällytetty muun muassa huoltoaluksia ja varastoproomu.



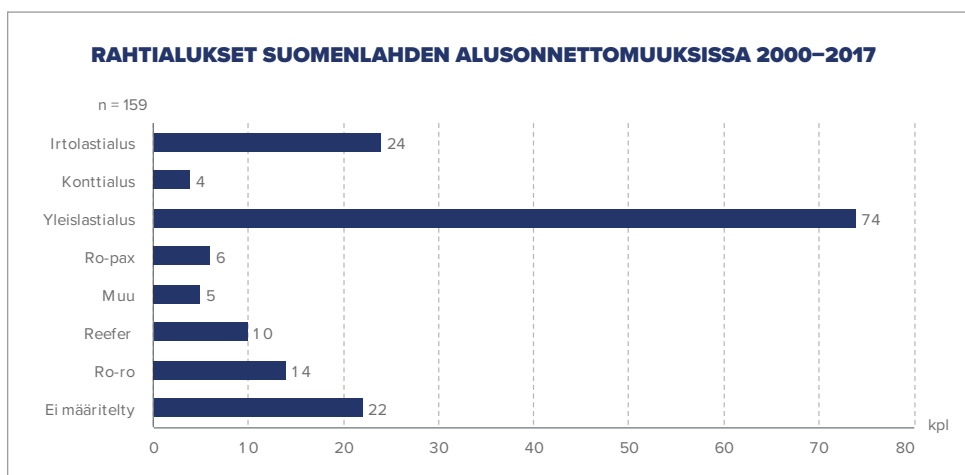
KUVA 1

Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneet alusonnettomuudet. Vuosittainen keskiarvo 17,0, keskihajonta 7,0, vaihteluväli 22,0, moodi 10,0 ja mediaani 14,5 (N = 306).



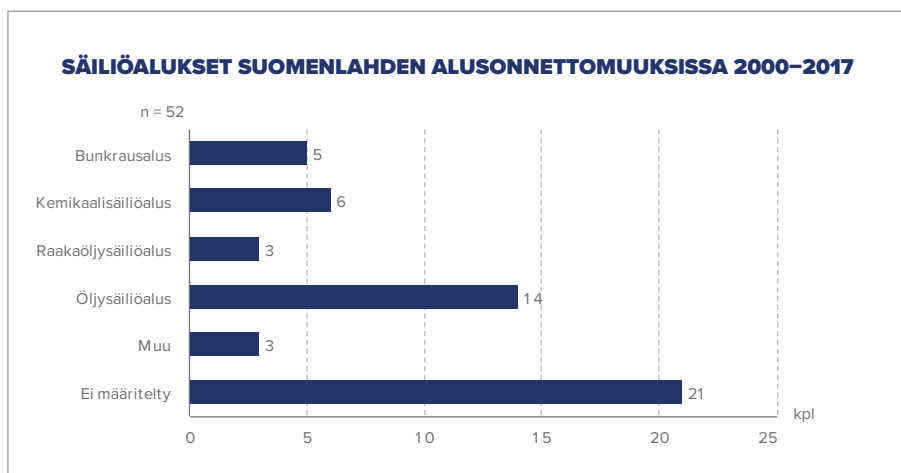
KUVA 2

Vuosina 2000–2017 tapahtuneet onnettomuudet aluskategoriittain koko Suomenlahdella (N = 306) ja Suomenlahden rannikon pelastuslaitosten alueilla (77 onnettomuutta, joissa osallisina 94 alusta).



KUVA 3

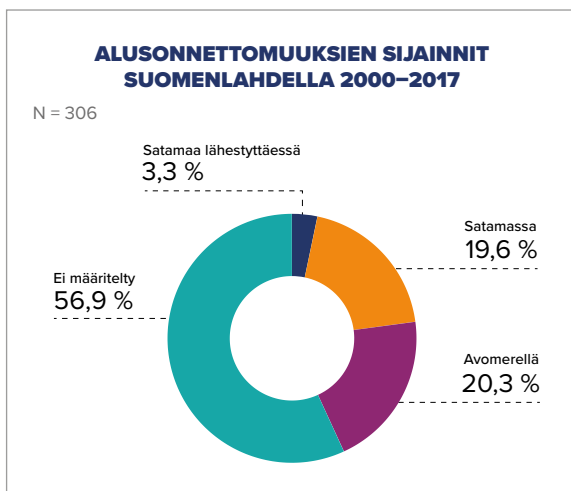
Rahtialusten osuus (n = 159) Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneista onnettomuuksista (N = 306) alustyypeittäin.



KUVA 4

Säiliöalusten osuus (n = 52) Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneista onnettomuuksista (N = 306) alustyypeittäin.

Alusonnottomuuksista 19,6 % on sattunut satamissa tai satamaa lähestyttäessä (3,3 %). Avomerelle kirjattuja onnettomuustapauksia oli ajanjaksolla kymmenen kappaletta eli 3,3 % kaikista onnettomuuksista. Onnettomuuden tarkempi tapahtumapaikka oli merkitsemättä valtaosassa (73,9 %) onnettomuuksia, mutta paikkatietoaineistojen karttatarkastelun perusteella 52 tapausta sijoittuu avomerelle ja loput saaristoon, lähelle mannerta, satamaan tai sataman läheisyyteen. Näin ollen avomerellä tapahtuneiden onnettomuustapausten voidaan sanoa olevan 62 kappaletta (20,3 %).

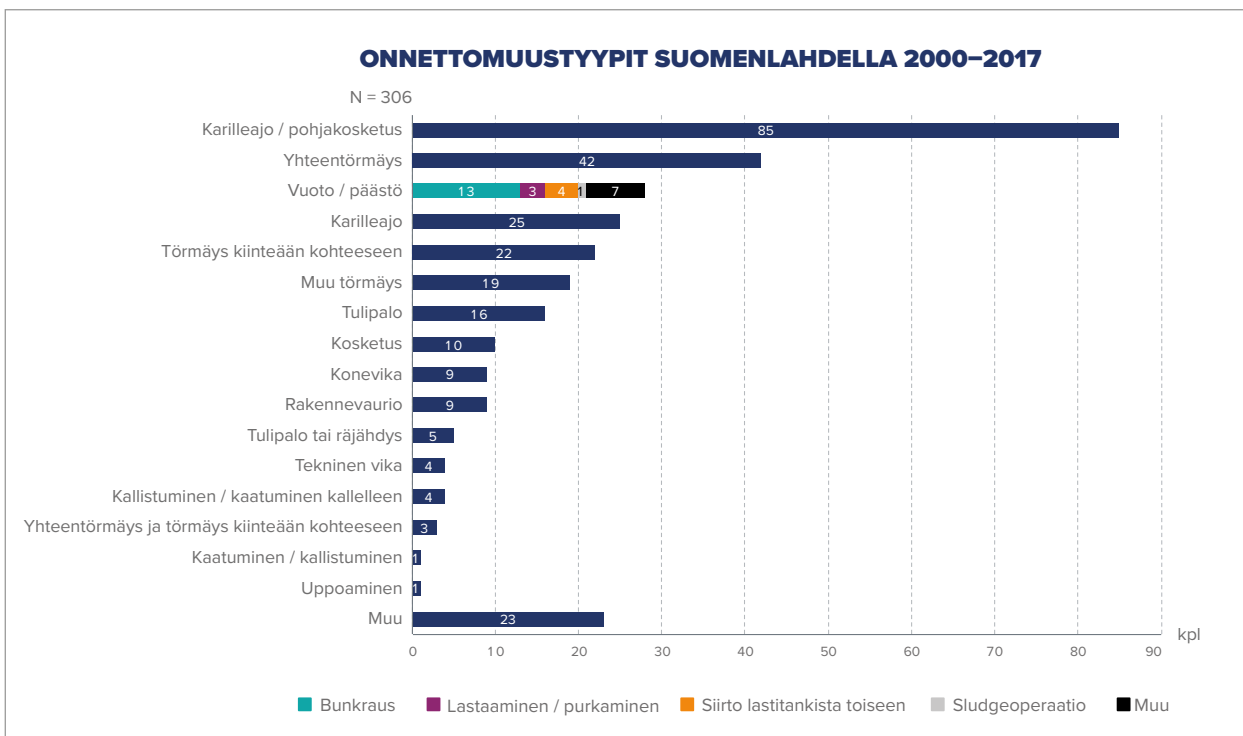


KUVA 5

Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneiden onnettomuuksien tapahtumapaikka (N = 306).

1.2 ALUSONNETTOMUUKSIEN TYPPI

Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneista onnettomuuksista merkittävin osa oli karilleajoja: 85 kappaletta eli 27,8 %. Yhteentörmäyksiä tapahtuneista onnettomuuksista oli 42 kappaletta (13,7 %). Muita törmäyssonnettomuuksia tapahtui yhteensä 44 kappaletta (14,4 %), joista suurin osa eli 22 kappaletta (7,2 % kaikista onnettomuuksista) oli törmäyksiä kiinteisiin kohteisiin. Pilaantumishavinko on merkitty pääasialliseksi onnettomuustypiksi 28 tapauksessa. Pilaantumista on kuitenkin tapahtunut myös kahdessa karilleajoksi, kahdessa yhteentörmäykseksi ja kolmessa muuksi vahinkotyyppiä luokitellussa tapauksessa. Pilaantumista on siten tapahtunut yhteensä 35 onnettomuustapauksessa. Nämä vahingot edustavat 11,4:ää % kaikista Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneista onnettomuuksista.



KUVA 6

Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneet onnettomuudet pääasiallisen onnettomuustyyppin mukaan luokiteltuina (N = 306) sekä ympäristövahingot (n = 28) jaoteltuina tarkempaan tapahtumatilanteeseen.

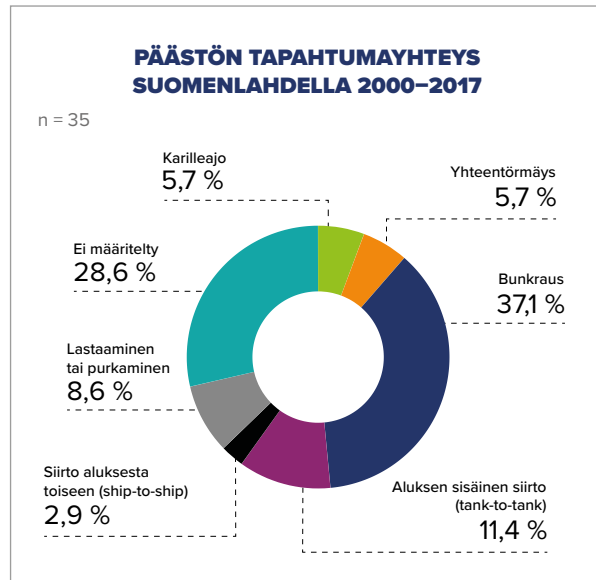
1.3 YMPÄRISTÖVAHINKOJEN PIIRTEITÄ

Tarkasteltaessa kaikkia Suomenlahdella vuosina 2000–2017 sattuneita 35:tä pilaantumisvahinkoa (28 pilaantumista ja 7 muuhun pääkategoriaan luokiteltua tapausta) huomataan, että aluksen sijainniksi on raportoitu satama 68,7 %:ssa tapauksista. Lopuissa paikkaa ei ole kirjattu. Maantieteellistä sijoittumista tarkasteltaessa havaitaan, että kaksi tapausta on sattunut Helsingin ja yksi Loviisan edustalla sekä yksi Tallinnan itäpuolella, Muugan sataman edustalla. Yksi tapauksista on merkitty avomerelle Viron aluevesille ja loput 30 Venäjän satamiin tai niiden läheisyyteen.

Näistä 35 tapauksesta 13:n (37,1 %) raportoidaan tapahtuneen aluksen bunkrauksen eli polttoaineenoton yhteydessä, neljän (11,4 %) öljyn siirron yhteydessä aluksen tankista toiseen, kolmen (8,6 %) lastauksen tai purkamisen yhteydessä ja yhden siirrossa aluksesta toiseen (ship-to-ship). Pilaantumisvahingoista 11 (31,4 %) tapahtui säiliöaluksille, kymmenen (28,6 %) muille rahtialuksille ja yksi matkustaja-alukselle. Alustyyppiä ei ole merkitty lopuissa 13 (31,7 %) tapauksessa.

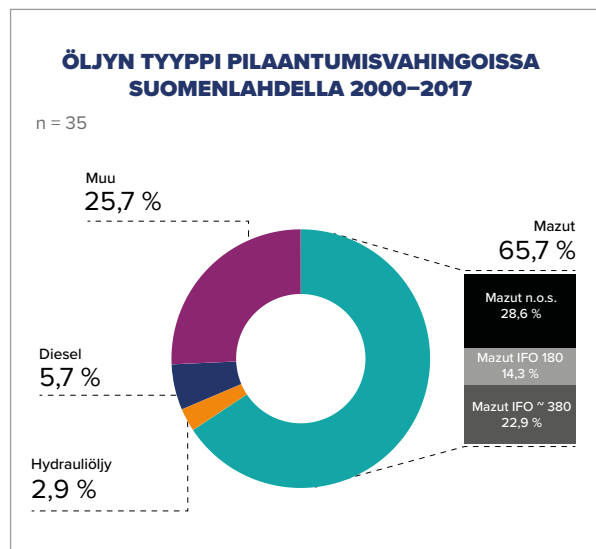
Suurimmassa osassa (23 tapausta, 65,7 %) onnettomuuksista vuotanut öljy oli mazutia (kuva 8). Venäläinen mazut on raakaöljystä jakotislamalla tuotettua raskasta polttoöljyä. Ilmoitetuissa tiedoissa mazut jakautui IFO180- ja IFO380-polttoaineeseen, mutta tarkempi tieto puuttui kymmenessä tapauksessa. Kahdessa vahingossa (5,7 %) vuotaneeksi aineeksi ilmoitettiin diesel. Yhdessä (2,9 %) tapauksessa vuotava aine oli hydraulikkaöljyä ja yhdeksässä (25,7 %) tapauksessa muuta tai tarkemmin määrittelemätöntä öljyä.

Ulos vuotaneen öljyn määrästä oli hyvin vaihtelevasti tietoa: osassa vuotomäärä oli arvioitu tonneissa, osassa kuutioissa, ja osassa ei ilmoitettu määrää ollenkaan. Aineen tiheystietojen puutteen vuoksi tässä ei tehdä yksikkömuunnoksia. Kuutioissa ilmoitetut vuotomäärät (n = 18) vaihtelivat suuresti: 0,01 kuutiosta 400 kuution keskiarvon ollessa 25,4 kuutiota (moodi 0,4, mediaani 0,35 ja keskihajonta 93,99). Tonneissa ilmoitetuissa määrissä (n = 19) keskiarvo oli 0,4 tonnia (moodi 0,4, mediaani 0,4 ja keskihajonta 0,43). Kuitenkin sekä kuutioina että tonneina ilmoitetuissa mää-



KUVA 7

Pilaantumisvahingon tapahtumayhteys Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneissa alusonnettomuuksissa (n = 35).



KUVA 8

Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneissa pilaantumisvahingoissa vuotaneen öljyn tyyppi (n = 35) sekä tarkennettu mazut-polttoaineen IFO-numero, mikäli se oli ilmoitettu. Yhdessä tapauksessa vuotaneeksi öljyksi mainittiin IFO390, ja tämä on kaaviossa sisällytetty IFO380-ryhmään.

rissä moodi oli 0,4. Tonneissa ilmoitetuissa määrissä mediaani oli 0,4 ja kuutioissa 0,35. Määräluvut ovat seitsemää tapausta lukuun ottamatta samoista vahinkotapauksista.

2 ALUSONNETTOMUUDET PELASTUSTOIMIALUEITTAIN

Tässä luvussa kuvataan tapahtuneita alusonnettomuuksia pelastustoimialueittain analysoimalla ja tarkastelemalla vahinkopaikkojen sijoittumista ”rannikko-avomeriakselilla” sijainnin ja tapahtumapaikan saavutettavuuden suhteen. Saavutettavuutta tarkastellaan liikennealueen perusteella. Pelastuslaitoksen varautuminen suunnitellaan pääasiassa kotimaanliikenteen liikennealue II:n mukaisesti, ja pelastuslaitosten alukset on useimmiten katsastettu kotimaanliikenteen liikennealueelle I tai II. Kymenlaakson pelastuslaitoksella on seitsemän alusta, jotka on katsastettu liikennealueelle III. Lisäksi Helsingin kaupungin pelastuslaitoksella on kalustokuljetuslautta, joka on katsastettu liikennealueelle III.

SÖKÖSuomenlahti-alueen pelastuslaitosten alueilla on Helcomin tilastojen mukaan tapahtunut 77 alusonnettomuutta vuosina 2000–2017. Samalla ajanjaksolla koko Suomenlahdella on tapahtunut 306 alusonnettomuutta. Seuraavassa tarkastellaan pelastuslaitosten alueilla tapahtuneita alusonnettomuuksia tarkemmin.

2.1 ALUSONNETTOMUUKSIEN SIJOITTUMINEN PELASTUSLAITOSTEN NÄKÖKULMASTA

Onnettomuuksien sijaintia tarkasteltaessa havaitaan onnettomuustilheitä satamien läheisyydessä (törmäyksiä ja karille-, rantaan tai matalikolleajoja) sekä muutamilla väyläosuuksilla (karille-, rantaan tai matalikolleajoja). Lisäksi useissa väylien risteyksissä on tapahtunut yksittäisiä törmäyksiä. Koko tarkasteltavalla alueella törmäyksiä on tilastoitu 16. Niistä seitsemään on merkitty törmäys toisen aluksen kanssa ja kolmeen törmäys muuhun objektiin. Kuusi tapausta on ilman tietoa törmäyksen kohteesta.

Tarkasteltavilla pelastuslaitosten alueilla on tapahtunut keskimäärin 2,59 onnettomuutta 10 000 satamakäyntiä kohti (ks. taulukko 1). Satamakäyntimääriin suhteutettuna Itä-Uudellamaalla tapahtuu lähes kaksi kertaa niin paljon onnettomuuksia kuin Länsi-Uudenmaan ja Kymenlaakson alueilla. Helsingissä onnettomuuksia tapahtuu selvästi vähiten satamakäynteihin suhteutettuna. Suhteessa

TAULUKKO 1 Pelastustoimialueilla vuosina 2000–2017 tapahtuneiden alusonnettomuuksien määrät (n = 77) suhteessa pelastuslaitosten alueiden satamien aluskäyntikertoihin ja meripinta-alaan.

PELASTUS-TOIMIALUE	ONNETTOMUUKSIEN MÄÄRÄ	SATAMAKÄYNTIEN MÄÄRÄ*	ONNETTOMUUS / 10 000 SATAMAKÄYNTIÄ	MERIALUEEN PINTA-ALA KM ²	ONNETTOMUUS/ KM ²
Länsi-Uusimaa	15	41 422	3,62	3 199	0,0047
Helsinki	27	180 368	1,50	500	0,0540
Itä-Uusimaa	15	20 595	7,28	2 730	0,0055
Kymenlaakso	20	54 689	3,66	1 803	0,0111
Yhteensä	77	297 074	2,59	8 232	0,0094

*TRAFICOMIN SATAMAKÄYNTIEN TILASTOTIEDOT.

merialueen kokoon onnettomuuksia on tapahtunut eniten Helsingin kaupungin ja Kymenlaakson pelastuslaitosten alueilla. Helsingin alue on muita alueita huomattavasti pienempi ja vilkkaimmin liikennöity.

Tilastoinnin perusteella tarkastelussa olevalla alueella vuosina 2000–2017 tapahtuneissa onnettomuuksissa ei ole tapahtunut öljypäästöjä.

Satamassa tapahtuva vuoto tapahtuu todennäköisesti aluksen lastauksen, purkamisen tai huoltotoimintojen yhteydessä. Lastivuodon seurauksena tapahtunut öljyvuoto on todennäköisin Kilpilahden, Kotkan ja Haminan satamissa. Näistä ainoastaan Kilpilahden satamassa käy suuria, yli 200-metrisiä säiliöaluksia. Kotkan ja Haminan satamiin liikennöivät säiliöalukset kuljettavat tyypillisesti kevyitä öljytuotteita tai kemikaaleja.

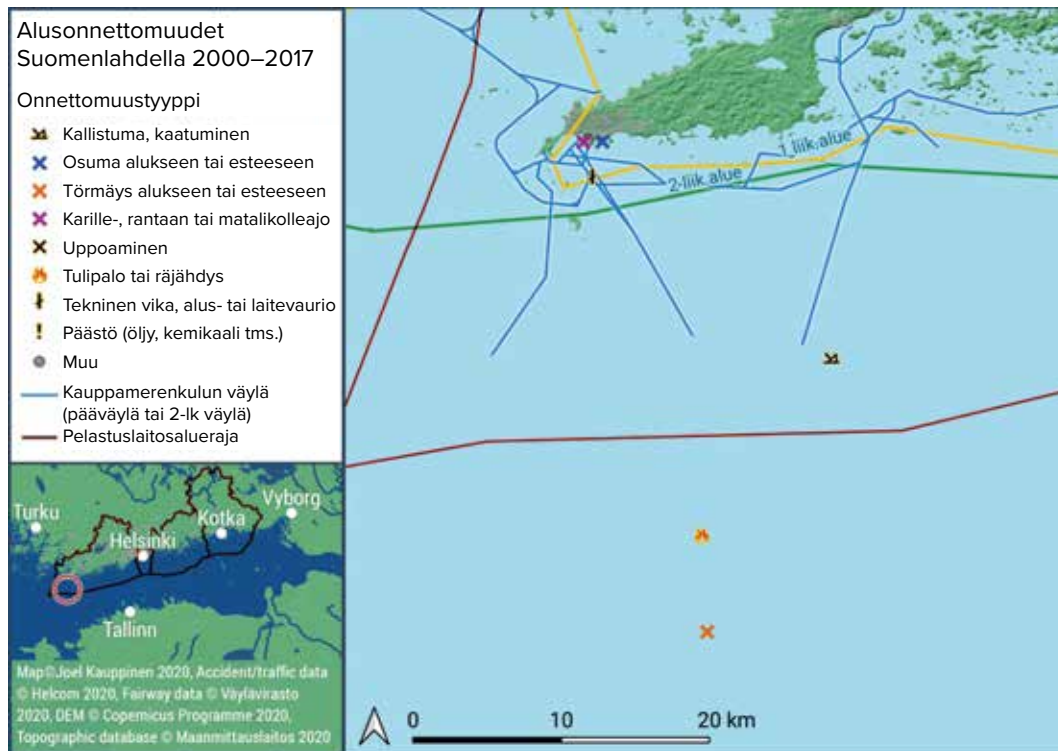
Alusonnettomuudet Länsi-Uudenmaan pelastustoimialueella

Suomenlahdella vuosina 2000–2017 tapahtuneista onnettomuuksista 15 sijoittuu Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueelle (ks. taulukko 2 ja kuvat 9–10). Länsi-Uudenmaan onnettomuustapauksista kahdessa (13,3 %) on ollut mukana säiliöalus.

Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueella törmäykset ovat tapahtuneet useimmiten väylien riskiteemispaikoissa ja lievemmat osumat lähellä satamia. Kaikista tapahtumista 11 sijoittuu kotimaan liikennealueelle I, kaksi liikennealueelle II ja kaksi liikennealueelle III.

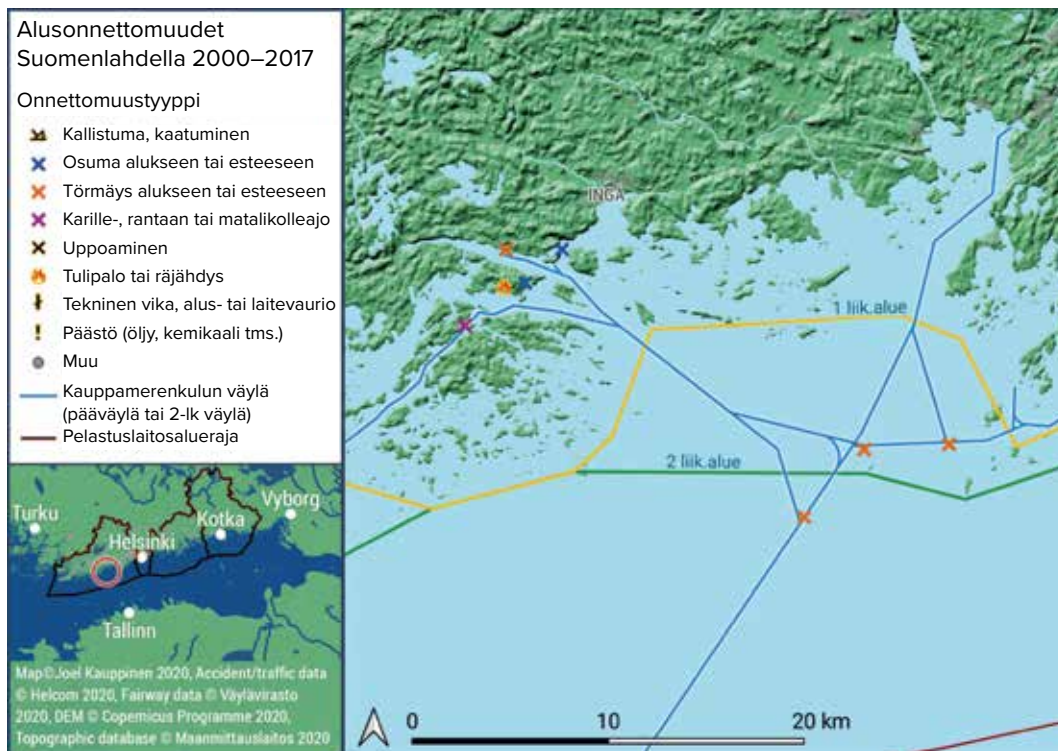
TAULUKKO 2 Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueen alusonnettomuudet (n = 15) onnettomuustyypeittäin vuosina 2000–2017.

ONNETTOMUUSTYYPPI	MÄÄRÄ	SÄILIÖALUS MUKANA ONNETTOMUUDESSA
Kallistuma, kaatuminen	1	0
Osuma alukseen tai esteeseen	4	1 tapaus
Törmäys alukseen tai esteeseen	4	1 tapaus
Karille-, rantaan tai matalikolleajo	2	0
Tulipalo tai räjähdys	1	0
Tekninen vika, alus- tai laitevaurio	1	0
Muu syy	2	0
Yhteensä	15	2 tapausta



KUVA 9

Länsi-Uusimaa, alussonnettomuuskartta 1/2. Kotimaanliikenteen liikennealueet on merkitty karttaan eri värein: liikennealue I keltaisella ja liikennealue II vihreällä. Punainen viiva kuvaa kuntarajaa noudattavaa pelastuslaitoksen aluerajaa.



KUVA 10

Länsi-Uusimaa, alussonnettomuuskartta 2/2. Kotimaanliikenteen liikennealueet on merkitty karttaan eri värein: liikennealue I keltaisella ja liikennealue II vihreällä. Punainen viiva kuvaa kuntarajaa noudattavaa pelastuslaitoksen aluerajaa.

LÄNSI-UUDENMAAN ALUEEN VÄYLÄSTÖ, ALUSTYYPIT JA SATAMAT

Länsi-Uudenmaan pelastustoimialueella Hangon satama on vilkkain syväsatama. Sataman pääterminaali sijaitsee Länsisatamassa, jonka yhdistää Suomenlahden GOFREP-alueeseen 13 metrin syväväylä. Hangon pohjoispuolella on Koppnäsin satama (8 m:n väylä). Hangon kiertoväylä (9 m) yhdistää Hangon Länsisataman ja Hanko–Utö-talviväylän (9 m) toisiinsa. Länsisataman ja Koverhar–Lappohjan yhdistää Hangon–Tvärminnen väylä (9 m). Kyseisestä satamasta johtaa GOFREP-alueelle lisäksi 12 metrin sisääntuloväylä. Inkoon satamaan johtaa 13 metrin väylä ja Kantvikiin 9,2 metrin väylä. Lisäksi alueella on Upinniemen sotasatama. Porkkalanselältä itään sijoittuu saariston läpi kulkeva Porkkala–Helsinki-talviväylä (9 m).

Utö–Hanko-väylä on suunniteltu varaväyläksi ankarien jäätalvien varalle. Tästä väylästä Länsi-Uusimaan pelastustoimialueella kulkee ainoastaan väylän itäpää Hangon kiertoväylä mukaan lukien. Kiertoväylä on kapeimmillaan noin 100 metriä ja sisältää jyrkkiä kaarteita. Kiertoväylällä Hankoniemen edustalla kova etelän-lännenpuoleinen tuuli ja merenkäynti voivat vaikeuttaa navigointia. Jääolosuhteet ovat vaihtelevia, ja useina talvina väyläalueelle ei juurikaan muodostu jäätä. Normaaliolosuhteissa kauppamerenkulku näillä väyläosuuksilla on vähäistä, mutta ankarina jäätalvina liikennemäärät voivat lisääntyä merkittävästi, jolloin myös onnettomuusriskit kasvavat.

Hangon 13 metrin meriväylä johtaa sekä Länsisatamaan että ulkosatamaan (7,2 m). Hangon satamaan liikennöi merkittävästi roro-alusliikennettä sekä kuivarahti- tai nestebulk-aluksia. Meriväylä on avoin tuulille mutta muuten navigointiolosuhteiltaan suhteellisen hyvä. Onnettomuusriskiä kuitenkin nostaa vilkas laivaliikenne.

Hanko–Tvärminne-väylä on tuuli- ja jääolosuhteiltaan avomerireittiin nähden suojaisempi. Väylä on kuitenkin avoin etelänpuoleisille tuulille, ja kovat tuuli- ja aalto-olosuhteet voivat vaikeuttaa navigointia. Laivaliikenne väylällä on Hangon meriväylään

nähdessä vähäistä. Väylä yhdistyy Koverhar–Lappohjan väylään, joka risteysalueelta Koverharin satamaan johtamana on kapea mutta GOFREP-alueelle johtamana leveä. Vuoden 2015 jälkeen liikenne Koverharin ja Lappohjan satamiin on ollut erittäin vähäistä, mutta investointien johdosta tilanne voi muuttua lähivuosina.

Inkoon satamaan johtava Inkoon väylä (13 m) kulkee Porkkalanselän läpi. Siellä aalto-olosuhteet voivat olla vaikeat, mutta muutoin väylä on navigoituavuudeltaan suhteellisen selkeä. Väylältä erkanevat Kantvikin satamaan 10 metrin väylä. Sataman kulkusyvyys on 9,2 metriä. Lisäksi idän suuntaan erkanevat Porkkalan ja Helsingin välinen Etelä-Suomen talviväylä (9,0 m). Väylä on paikoin kapea (150 m) ja sisältää jyrkähköjä käännoiksi. Jääolosuhteet vaikeina jäätalvina ovat saariston suojassa yleensä helpommat, mutta paikoitellen väylä on avoin etelänpuoleisille tuulille. Muun muassa Helsingistä Tukholmaan kulkevat roro-alukset käyttävät väylää ajoittain kansipäällystön luotsikirjojen voimassaolon takaamiseksi.

Länsi-Uudenmaan pelastustoimialueella alusnettomuuden seurauksena aiheutuva öljyvahinko tapahtuu todennäköisesti suuren liikennetiheyden johdosta Hangon satamassa tai sen edustalla. Avovesikaudella selkeä riskipaikka on talviväylän Porkkalanselälle johtavissa kapeikoissa erityisesti operoitaessa vaikeissa sääolosuhteissa. Kapeilla väylillä tapahtuva black out johtaa todennäköisesti pohjakosketukseen. Vaikeiden jäätalvien aikana molemmilla alueella kulkevilla talviväylillä (Utö–Hanko ja Porkkala–Helsinki) liikennetiheydet todennäköisesti kasvavat merkittävästi. Lisäksi alueella on runsaasti sotilasmerenkulkua, mikä johtuu Upinniemen tukikohdan läheisyydestä. Alueella ei kuitenkaan ole merkittävässä määrin säiliöalusliikennettä. GOFREP-alueella tapahtuva säiliöalusvahinko voi kuitenkin koskettaa koko aluetta: Helsingistä Tallinnaan kulkee vilkas meriliikenne, joka risteää Suomenlahden reittijakojärjestelmän ajolinjojen kanssa.

TRAFICOM (2020) VÄYLÄKORTIT.

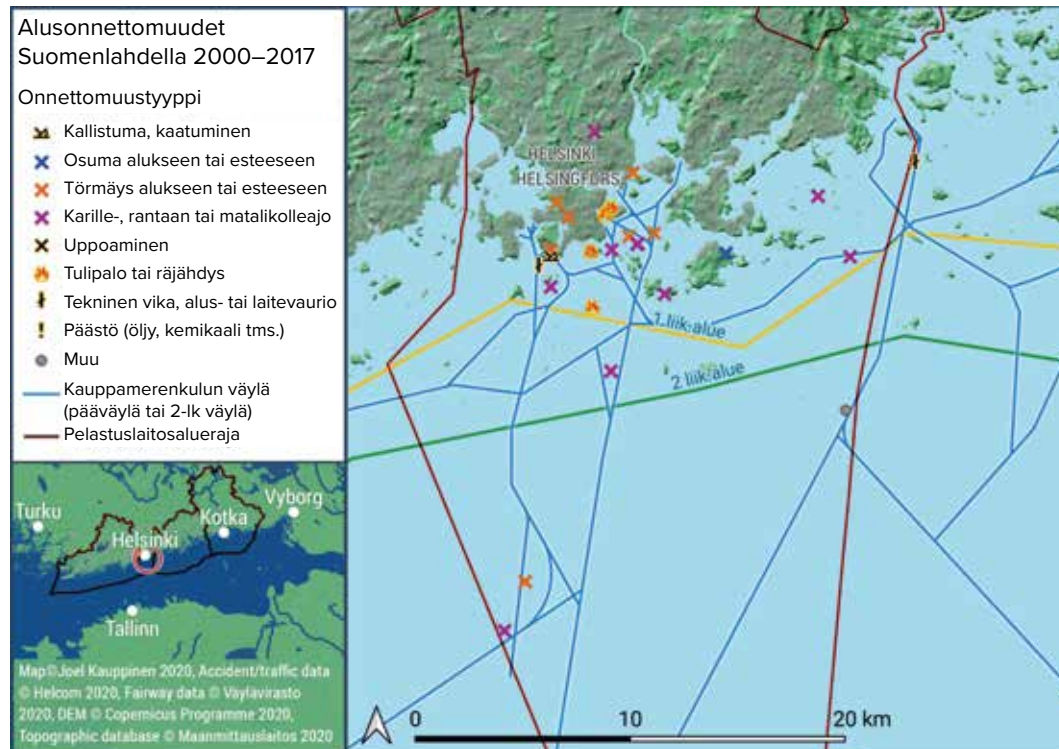
Alusonnnettomuudet Helsingin pelastustoimen alueella

Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen alueella alusonnnettomuuksia on ajanjaksolla 2000–2017 kirjattu yhteensä 27, joista 23 on sattunut liikennealueella I, yksi liikennealueella II ja kolme sen

ulkopuolella (ks. taulukko 3 ja kuva 11). Helsingin pelastustoimen alueella on kirjattu suhteellisesti enemmän laivapaloja kuin muilla pelastustoimen alueilla. Säiliöalusta ei ole kirjattu onnettomuusosapuoleksi yhdessäkään tapauksessa.

TAULUKKO 3 Helsingin kaupungin pelastuslaitoksen alueen alusonnnettomuudet (n = 27) onnettomuustyypeittäin vuosina 2000–2017.

ONNETTOMUUSTYYPPI	MÄÄRÄ	SÄILIÖALUS MUKANA ONNETTOMUUDESSA
Kallistuma, kaatuminen	1	0
Osuma alukseen tai esteeseen	2	0
Törmäys alukseen tai esteeseen	7	0
Karille-, rantaan tai matalikolleajo	9	0
Tulipalo tai räjähdys	4	0
Tekninen vika, alus- tai laitevaurio	1	0
Muu syy	3	0
Yhteensä	27	0



KUVA 11

Helsinki, alusonnnettomuuskartta. Kotimaanliikenteen liikennealueet on merkitty karttaan eri väreihin: liikennealue I keltaisella ja liikennealue II vihreällä. Punainen viiva kuvaa kuntarajaa noudattavaa pelastuslaitoksen aluerajaa.

HELSINGIN SEUDUN VÄYLÄSTÖ, ALUSTYYPIT JA SATAMAT

Helsingin satama on Suomen suurin matkustajaliikenteen satama ja kolmanneksi suurin tavaraliikenteen satama. Rahtitonneista pääosa (60–70 %) on kappaletavarakuljetuksia. Kivihiilikuljetukset Hanasaaren ja Salmisaaren voimaloille toteutetaan merikuljetuksina Sompasaareen ja Ruoholahteen. Öljytuotteiden osuus kuljetuksista on marginaalinen, esimerkiksi vuonna 2018 alle 0,05 % rahtitonnimäärästä. Moniin muihin Suomenlahden satamiin verrattuna Helsingin sataman erikoisuutena on merkittävä matkustajaliikenne, joka suuntautuu erityisesti Ruotsiin ja Viroon. Lisäksi satamaan poikkeaa kansainvälisessä liikenteessä olevia risteilyaluksia.

Helsingin sataman matkustajalaivaliikenne painottuu Länsi- ja Eteläsatamaan, rahtiliikenne Vuosaareen. Länsisatamaan johtavan väylän kulkusyvyys on 11 metriä, ja sen ulko-osa on avomerta. Katajaluodon jälkeen saaret ja karikot antavat suojaa. Väylän leveys on kapeimmillaan 250 metriä, mutta linjaus ei sisällä jyrkkiä kaarteita. Alue on erittäin vilkkaasti liikennöity. Risteäviä veneväyliä on useita, ja alusliikenteen Etelä-Suomen talviväylä risteää Länsisataman väylän kanssa Katajaluodon luona. Lisäksi monet kansainvälisessä liikenteessä olevat risteilyalukset käyttävät Länsisatamaa Helsingin-pysähdyskylällä.

Eteläsatamaan johtava 9,6 metrin väylä erkanelee Länsisataman väylästä avomerisuudella. Väylä on suhteellisen suora, mutta Kustaanmiekan salmi on kriittinen turvallisen navigoinnin kannalta. Väylän leveys on salmessa ainoastaan 80 metriä, ja väylän reunan imuvaikutus suurille aluksille voi olla merkittävä. Myös Eteläsatamaan johtava väylä risteää useiden veneväylien ja alusliikenteen talviväylän kanssa.

Vuosaareen johtava 11 metrin väylä alkaa Helsingin majakalta. Väylä on kapeimmillaan 200 metriä leveä, ja sen pohjoisosassa on pysyvä kohtaamis- ja

ohittamiskielto. Vuosaaresta lähteville aluksille on lisäksi käytössä lähtölupamenettely. Väylää rakennettaessa on jouduttu tekemään ruoppaustöitä erityisesti pohjoispäässä, eikä kulkusyvyys väyläalueen ulkopuolella ole kauppa-aluksille riittävä. Vuosaaren väylää on suunniteltu syvennettävän siten, että vuoden 2021 lopussa kulkusyvyys olisi 13 metriä. Lisäksi Vuosaaren sataman laituiden suuntaus on operoinnin kannalta haasteellinen alueella vallitseviin tuuliin (etelä- ja länsituulet) nähden. Tämä yhdistettynä rajalliseen kulkukelpoiseen veteen hankaloittaa kovalla tuulella laiturin ajoa tai satamasta lähtöä. Talvisin Helsingin kaikkiin satama-altaisiin kertyy usein operointia hankaloittavaa jääsohjoa, mutta muutoin jääolosuhteet alueella ovat kovimpia jäätalvia lukuun ottamatta kohtuulliset.

Helsingin alueella tapahtuneet alusonnettomuudet ovat tyypillisesti sattuneet pienille, alle 50 metriä pitkille matkustaja-aluksille. Vilkas, läpi vuoden jatkuva laivaliikenne yhdistettynä Kustaanmiekan ja Vuosaaren riskipaikkoihin on merkittävin Helsingin pelastustoimialueen sisäinen riskitekijä. Risteilyalusten, roro-autolautojen sekä Vuosaareen liikennöivien ropax- ja konttialusten polttoaineen määrä harvoin ylittää merkittävästi 1 000 tonnia, mikä vähentää erittäin vakavan öljyvahingon vaaraa. Toisaalta aluksia bunkrataan muun muassa Eteläsatamassa, ja bunkrauksen yhteydessä mahdollisesti sattuvan vahingon seuraukset voivat kohdistua välittömästi kaupungin keskustaan.

Helsingin ja Tallinnan välillä liikennöi paljon nopeita aluksia, joiden reitti risteää itä-länsisuuntaisen säiliöalusliikenteen kanssa. Mahdollinen yhteentörmäys voi aiheuttaa öljyvahingon, jonka vaikutukset kohdistuisivat nopeasti Helsingin alueelle, etelätuulten puhaltaessa todennäköisesti alle vuorokauden kuluessa.

TRAFICOM (2020) VÄYLÄKORTIT.

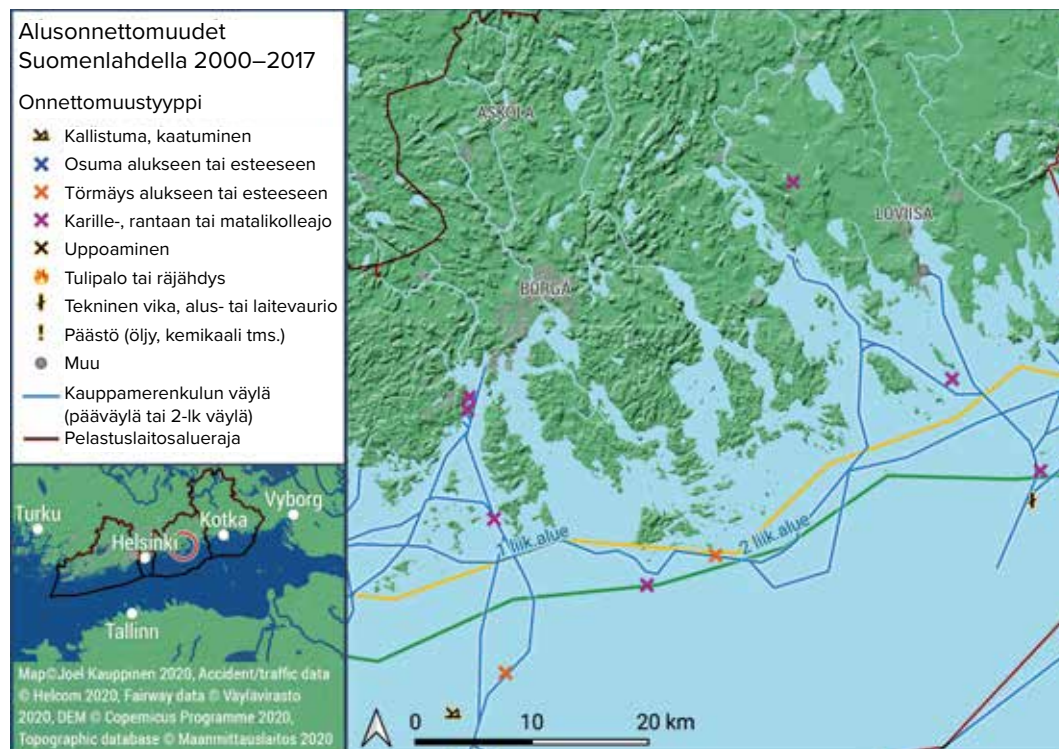
Alusonnettomuudet Itä-Uudenmaan pelastustoimialueella

Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueella alusonnettomuuksia on ajanjaksolla 2000–2017 kirjattu yhteensä 15. Niistä seitsemän sijaitsee liikennealueella I, neljä liikennealueella II ja neljä

liikennealueella III (ks. taulukko 4 ja kuvat 12–13). Itä-Uudenmaan pelastustoimialueella ei ole havaittavissa muille alueille tyypillisiä onnettomuustihentymiä. Säiliöalus on ollut mukana neljässä (26,7 %) onnettomuustapauksessa.

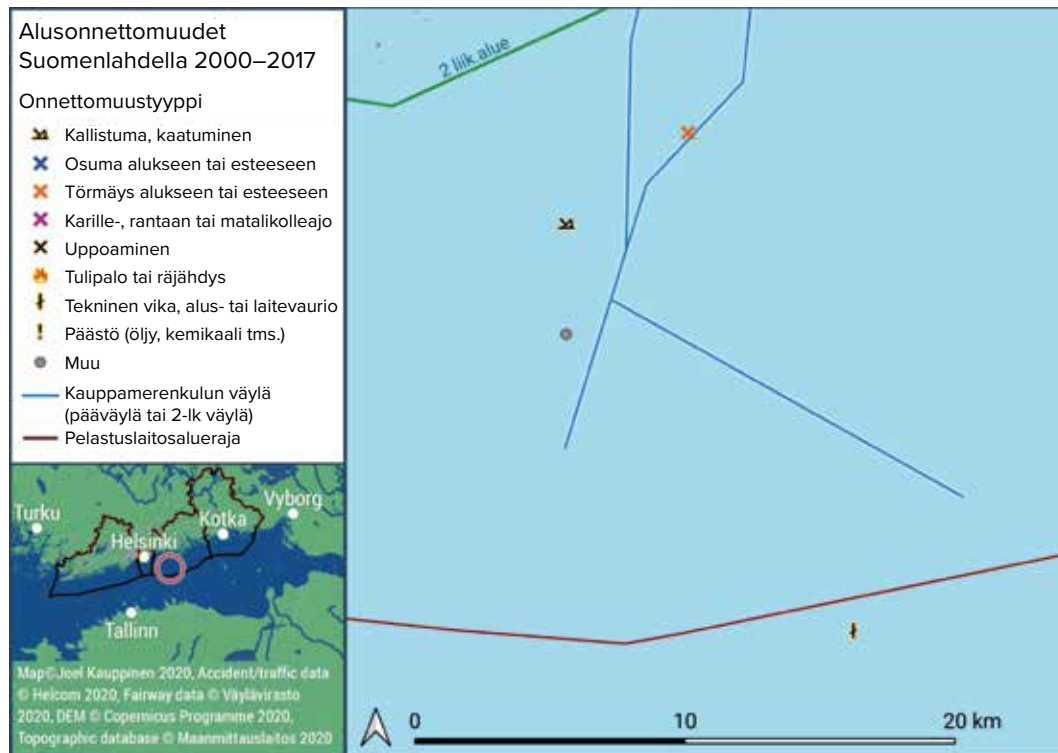
TAULUKKO 4 Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueen alusonnettomuudet (n = 15) onnettomuustyypeittäin vuosina 2000–2017.

ONNETTOMUUSTYYPPI	MÄÄRÄ	SÄILIÖALUS MUKANA ONNETTOMUUDESSA
Kallistuma, kaatuminen	1	0
Törmäys alukseen tai esteeseen	3	1 tapaus
Karille-, rantaan tai matalikolleajo	7	2 tapasta
Tekninen vika, alus- tai laitevaurio	2	0
Muu syy	2	1 tapaus
Yhteensä	15	4 tapasta



KUVA 12

Itä-Uusimaa, alusonnettomuuskartta 1/2. Kkotimaanliikenteen liikennealueet on merkitty karttaan eri värein: liikennealue I keltaisella ja liikennealue II vihreällä. Punainen viiva kuvaa kuntarajaa noudattavaa pelastuslaitoksen aluerajaa.



KUVA 13

Itä-Uusimaa, alussonnettomuuskartta 2/2. Kotimaanliikenteen liikennealueet on merkitty karttaan eri värein: liikennealue I keltaisella ja liikennealue II vihreällä. Punainen viiva kuvaa kuntarajaa noudattavaa pelastuslaitoksen aluerajaa.

ITÄ-UUDENMAAN ALUEEN VÄYLÄSTÖ, ALUSTYYPIT JA SATAMAT

Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen vastualueen läpi Helsingistä Orrengrundiin kulkee Etelä-Suomen talviväylä (9 m). Talviväylä on paikoitellen kapea ja kulkee erityisesti alueen länsipuolella rikkonaisen saariston läpi. Emäsalon itäpuolella väyläalueet ovat alttiita avomerellä vaikuttaville sää- ja aalto-olosuhteille. Yleensä talviväylän alusliikenne on vähäistä, mutta ankarina jäätalvina reitti tarjoaa suojaisemman ja jääolosuhteiltaan helpomman reitin Helsingistä Kotkaan. Etelätuulet voivat aiheuttaa paikoitellen ahtojäävalleja.

Porvoon Kilpilahteen johtaa Kalbådagrundin majakalta 15,3 metrin Sköldvikin syväväylä. Kilpilahdessa sijaitsee Suomen suurin öljysatama ja Euroopan mittakaavassa merkittävä öljynjalostamo. Öljykuljetusten määrä satamaan johtavalla väylällä on siten merkittävä. Väylältä erkanevat vaihtoehtoisia reittejä GOFREP-alueelle, kulkusyvyydeltään 7,3–9,0 metriä. Suuret säiliöalukset käyttävät kuitenkin Sköldvikin syväväylää. Kilpilahdessa käy vuosittain keskimäärin 1 030 alusta. Taulukossa 5 on esitetty Kilpilahden sataman meriliikennemäärät vuosina 2016–2018 eriteltynä raakaöljyyn, muihin öljytuotteisiin, kemikaaleihin ja muuhun tavarahan.

Sköldvikin väylä on kapeimmillaan Prästuddenin länsipuolella, jolloin se on 270 metriä leveä. Imuvaikutus voi vaikuttaa aluksen kulkuun erityisesti maksimikulkyvyvyyteen lastatuilla aluksilla. Väylän eteläosa on suojaton, mutta Emäsalon eteläkärjestä öljysatamaan väylä on saariston suojaama. Kalbådagrundin ja Kalvön ankkurointialueilla on erillinen, nimetty alue, jota voidaan käyttää öljysäiliöalusten

välisiin öljylastin siirtoihin (ship-to-ship- eli STS-alue). Lisäksi satama-alueella on ankkurointialue. Tämä merkitsee, että merialueella voi olla merkittäviä määriä öljylastia.

Alueen riskialteimpina paikkoina voidaan pitää Kilpilahden sataman lähialueita sekä väyläosuuksia Emäsalon luotsiaseman läheisyydessä. Luotsiaseman edustalla on runsaasti karikoita molemmin puolin satamaan johtavaa syväväylää. Suurimman alusöljyvahinkoriskin muodostavat suuret raakaöljyä kuljettavat säiliöalukset. Suuri raakaöljyä kuljettava säiliöalus on 200–250 metriä pitkä, bruttovetoisuudeltaan yli 50 000 t ja kantavuudeltaan yli 90 000 dwt. Tämän kokoluokan säiliöaluksilla on noin 130 000 kuutiota lastia, ja yhden lastitankin vetoisuus on 10 000–25 000 kuutiota. Sköldvikin väylä on teknisesti mitoitettu 300 metriä pitkille aluksille. Myös öljyvuoto lastauksen tai purkamisen yhteydessä öljysatamassa tai STS-alueilla on tunnistettavissa alusöljyvahinkoriskiksi.

Loviisan Valkon satama on toinen Itä-Uudenmaan pelastustoimialueella sijaitseva merkittävä satama. Satama on erikoistunut mekaaniseen metsäteollisuuteen ja irtolasteihin. Lisäksi viljakuljetukset ovat Valkon erityispiirre. Satamaan johtava 9,5 metrin väylä erkanevat Orrengrund–Kotka-väylältä. Se on Lodgrund–Hudön luona paikoitellen vain 120 metriä leveä. Trollholmin kohdalla väylän leveys on vain 100 metriä. Öljytuotteiden kuljetuksia ei sataman kautta juurikaan tehdä, minkä vuoksi alusöljyvahingon riski syntyy lähinnä karilleajosta aiheutuvasta polttoainesäiliöiden vaurioitumisesta.

TAULUKKO 5 Kuljetusmäärät Sköldvikin väylällä vuosina 2016–2018 sekä näiden vuosien keskiarvo.

	RAAKAÖLJY	ÖLJYTUOTTEET	KEMIKAALIT	MUU TAVARA
2016	8 740 297	11 750 011	666 644	381 683
2017	9 804 508	10 298 035	875 627	394 940
2018	9 740 415	10 411 334	841 189	434 588
ka.	9 428 407	10 819 793	794 487	403 737

TILASTOKESKUS. ULKOMAAN MERIKULJETUKSET SATAMITTAIN JA TAVARALAJEITTAIN 2016–2018.
TRAFICOM (2020) VÄYLÄKORTIT.

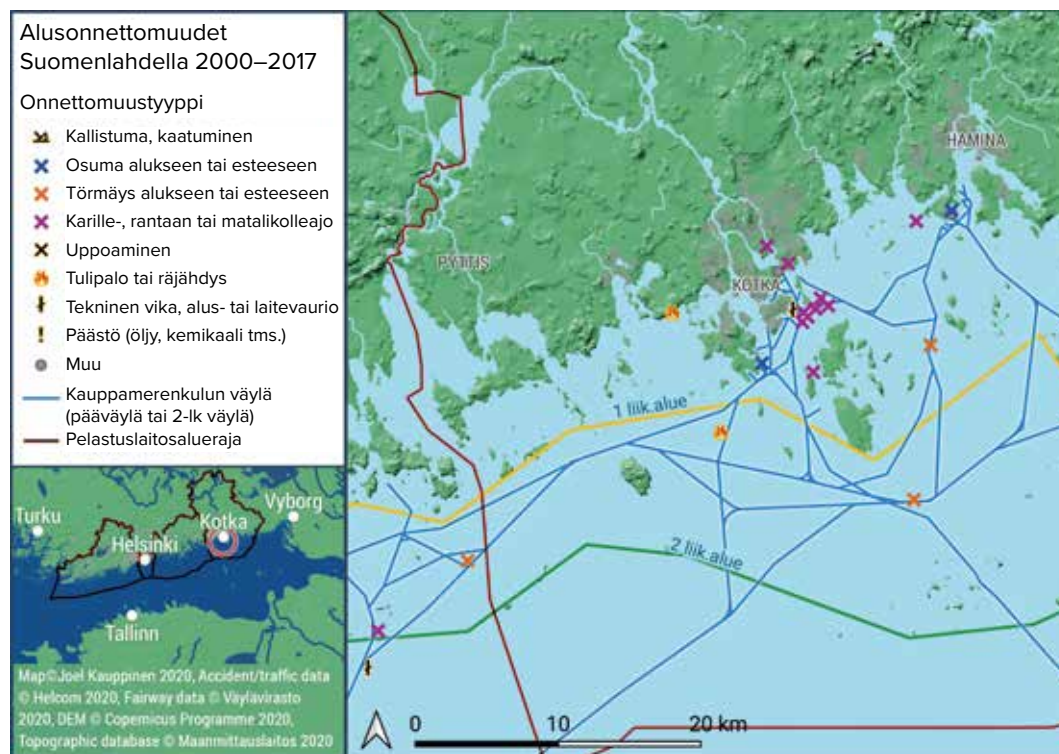
Alusonnettomuudet Kymenlaakson pelastustoimialueella

Kymenlaakson pelastuslaitoksen alueella tapahtuksia on kirjattu yhteensä 20, joista 18 sijaitsee ykkösliikennealueella ja kaksi kakkosalueella (ks. taulukko 6 ja kuvat 14–15). Alueella on muihin

alueisiin verrattuna paljon karille-, rantaan ja matalikolleajoja, joista osa sijoittuu Ruotsinsalmen alueelle. Säiliöaluksia on mukana neljässä (20,0 %) tapauksessa.

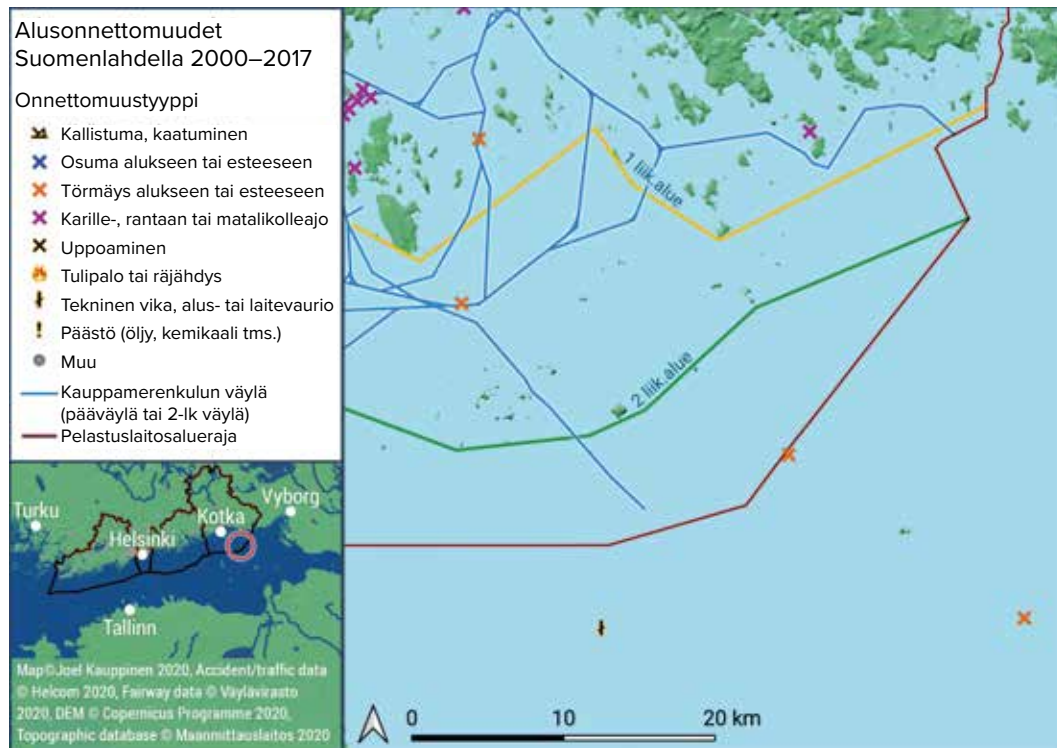
TAULUKKO 6 Kymenlaakson pelastuslaitoksen alueen alusonnettomuudet (n = 20) onnettomuustyyppittäin vuosina 2000–2017.

ONNETTOMUUSTYYPPI	MÄÄRÄ	SÄILIÖALUS MUKANA ONNETTOMUUDESSA
Osuma alukseen tai esteeseen	2	1 tapaus
Törmäys alukseen tai esteeseen	2	1 tapaus
Karille-, rantaan tai matalikolleajo	11	2 tapausta
Tulipalo tai räjähdys	2	0
Tekninen vika, alus- tai laitevaurio	1	0
Muu syy	2	0
Yhteensä	20	4 tapausta



KUVA 14

Kymenlaakso, alusonnettomuuskartta 1/2. Kotimaanliikenteen liikennealueet on merkitty karttaan eri väreihin: liikennealue I keltaisella ja liikennealue II vihreällä. Punainen viiva kuvaa kuntarajaa noudattavaa pelastuslaitoksen aluerajaa.



KUVA 15

Kymenlaakso, alusonnettomuuskartta 2/2. Kotimaanliikenteen liikennealueet on merkitty karttaan eri värein: liikennealue I keltaisella ja liikennealue II vihreällä. Punainen viiva kuvaa kuntarajaa noudattavaa pelastuslaitoksen aluerajaa.

KYMENLAAKSON ALUEEN VÄYLÄSTÖ, ALUSTYYPIT JA SATAMAT

Kymenlaaksossa sijaitsevat Kotkan ja Haminan satamat muodostavat yhdessä Suomen suurimman vientisataman, HaminaKotkan sataman. Kotkan satamaan kuuluvat Mussalon, Hietasen ja Kantasataman alueet, ja lisäksi taajama-alueella on muita satamalaitureita (Halla ja Sunila). Kotkaan johtaa kaksi pääväylää. Nämä ovat Mussalon 15,3 metrin syväväylä ja Etelä-Suomen talviväylän Orrengrund–Kotka-osuus (10 m). Näistä jälkimmäisen linja kulkee Kaunissaaren pohjoispuolelta liittyen Mussalon väylälinjaan sataman edustalla. Tämän jälkeen väylä jatkuu Kotkan sisempiin laitureihin (Kantasatama, Hietanen, Halla ja Sunila) omana väylänään. Kotkan edustalla väylä on suojatun etelänpuoleisilta tuuilta ja merenkäynti voi vaikeuttaa alusliikennettä. Meriosuuksilla väylä on suhteellisen leveä (kapein kohta Lälättanissa n. 500 m). Se kuitenkin kapenee

huomattavasti Mussalon sataman jälkeen ja on kapeimmillaan 170 metriä.

Mussaloon johtava 15,3 metrin väylä alkaa Kotkan majakan lounaispuolelta ja päättyy Mussalon satamaan. Väylä on pääasiassa leveä: kapeimmillaan se on ELO 2:n kohdalla (479 m) sekä Mussalon sataman edustalla Viikarinsalmessa (182 m). Väylän ympäristössä on vain vähän saaria, minkä vuoksi olosuhteet tuulten ja aallokon osalta vastaavat avomeren olosuhteita (erityisesti E-S-SW-tuulilla). Muilta osin väylän linjaus on navigoinnin kannalta suhteellisen selkeä, mutta liikennetiheys väylällä on vilkkaan sataman johdosta varsin suuri.

Haminan satamaan johtaa kulkusyvyydeltään 12 metrin syväväylä, joka liittyy Mussalon väylään Kaunissaaren kaakkoispuolella ja Kivileton lou-

naispuolella. Väylälinjaus on siirretty Uolionselältä niin sanotun Saukon oikaisun yhteydessä länteen. Oikaisuväylä on kapea (180 m). Se on louhittu kallioisen, kapean ja matalan vesialueen läpi, ja alueella on kohtaamis- ja ohittamiskielto. Ennen oikaisua väyläalue on avoin tuulille ja merenkäynnille, mutta Saukon jälkeen saaret antavat suojaa. Myös vanha Uolionselän väylälinjaus (10 m) on edelleen käytössä. Uolionselältä erkanevaksi johtava 7,3 metrin väylä. Lisäksi Haminan satamaan johtaa Kirkonmaanselän kautta kulkeva Haminan–Haapasaaressen 8,6 metrin väylä, josta erkanevaksi johtaa Kotkan Tiutiseen suuntaava 7,3 metrin väylä.

HaminaKotkan sataman päälastityypit ovat raakapuu, sahatavara, sellutuotteet, paperi, kappaletavara, raakamineraalit ja sementti. Lisäksi sataman kautta kuljetetaan öljy- ja kemikaalituotteita merkittävässä määrin. Päälastityypit jakautuvat eri satamansiini seuraavasti: Haminan Ruissalossa sekä Kotkan Mussalossa sijaitsevat kontti-, bulk- ja nesteterminaalit. Hietasen laiturit toimivat kuivalasti-, roro-, ja autontuontisatamana. Halla ja Jänskä ovat kuivalastisatamia ja Sunila puunjalostusteollisuuden

satama. Kantasataman toiminta painottuu kuivalastikuljetuksiin sekä matkustajaliikenteeseen.

Taulukossa 7 on esitetty HaminaKotkan sataman kuljetusmäärät eriteltyinä öljy- ja kemikaalirahtimääriin (t) sekä konttikuljetuksiin (TEU).

Kymenlaakson alueella alusliikenteen riskipaikat ovat vilkkaat satama-alueet, erityisesti Mussalo ja Ruissalo, sekä väyläalueet niiden välittömässä läheisyydessä. Öljyvahinko voi tapahtua joko satamassa lastaus- ja purkamistoimintojen yhteydessä, aluksen epäonnistuneen satamaoperaation seurauksena tai aluksen saadessa pohjakosketuksen ajautuessaan jostakin syystä ulos väyläalueelta Haminan tai Kotkan sisääntuloväylällä. Pääosa alusliikenteestä suuntaa satamista Mussalon väylää tai Haminan 12 metrin väylää suoraan avomerelle. Erityisesti Haminan väylän sisäosissa on lukuisia kapeita alueita, joilla black out tai aluksen ohjaukseen vaikuttava tekninen vika johtaa todennäköisesti aluksen ajautumiseen pois väylältä. Ruotsinsalmen oikaisuväylä on tilastojen perusteella selkeä riskipaikka, mutta sen käyttöä on vähennetty.

TAULUKKO 7 HaminaKotkan sataman kuljetusmäärät vuosina 2016–2018 sekä näiden vuosien keskiarvo.

	RAAKAÖLJY (T)	ÖLJYTUOTTEET (T)	KEMIKAALIT (T)	KONTTIKULJETUKSET (TEU)
2016	–	791 207	1 887 540	627 827
2017	–	698 023	1 898 630	686 538
2018	1 711	721 182	2 068 623	649 645
ka.	1 711	736 804	1 951 598	654 670

TILASTOKESKUS. ULKOMAAN MERIKULJETUKSET SATAMITTAIN JA TAVARALAJEITTAIN 2016–2018.
TRAFICOM (2020) VÄYLÄKORTIT.

2.2 VAHINKOPAIKAT JA NIIDEN TAVOITETTAVUUS

Koko Suomenlahden tapauksista 20,3 % alusnettomuuksista on sattunut avomerellä, loput satamaan johtavilla väylillä tai satamassa eli pelastuslaitosten vastuualueita vastaavassa toimintaympäristössä.

Länsi-Uudenmaan, Helsingin ja Kymenlaakson pelastuslaitosten alueilla on selvästi nähtävissä onnettomuusklustereita. Itä-Uudellamaalla tapaukset olivat hajaantuneempia. Onnettomuuspaikkojen tarkastelun avulla voidaan arvioida öljyvahinkoon varautumisen riittävyttä ja tapahtumapaikkojen saavutettavuutta resurssien sijaintiin nähden sekä kehittää resurssien kohdentamista.

Länsi-Uudenmaan, Helsingin kaupungin, Itä-Uudenmaan ja Kymenlaakson pelastuslaitosten alueiden onnettomuustapaukset jakautuvat seuraavasti:

- Kotimaan liikennealue I: 59 tapausta (76,6 %)
- Kotimaan liikennealue II: yhdeksän tapausta (11,7 %)
- Kotimaan liikennealue III: yhdeksän tapausta (11,7 %).

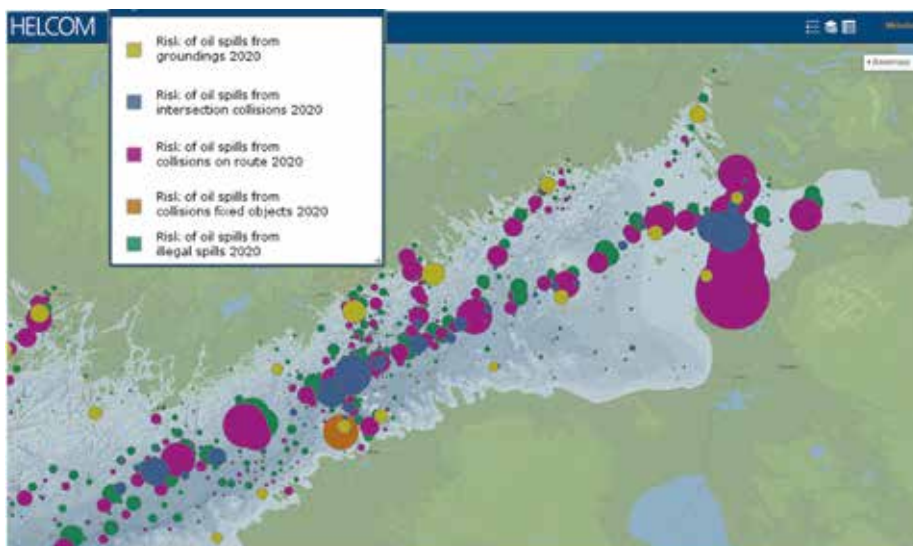
Etenkin ykkösalueella tapahtuvat onnettomuudet ja öljypäästöt ovat kaikki sijainneet muutaman kilometrin päässä mantereesta tai saarista. Paikka-

tiedon perusteella onnettomuustihentymät sijaitsevat aivan rannan tai sataman tuntumassa.

Pelastuslaitosten pienet alukset on tyypillisesti katsastettu ykkösalueelle ja suuremmat kakkosalueelle. Pelastuslaitosten varautuminen on suunniteltu pääsääntöisesti kakkosliikennealueen mukaisesti. Tämän tilastokatsauksen perusteella pelastuslaitosten varautumisen painopiste on oikeanlainen. Pelastuslaitokset ovat erikoistuneet toiminnassaan välittömään valmiuteen ja nopeisiin toimenpiteisiin, joiden merkitys korostuu todennäköisten onnettomuuksien tapahtuessa lähellä rantaviivaa.

Suomenlahdelle on tehty useampia meriliikenteen riskikartoituksia onnettomuuspaikkojen suhteen. Alusliikenteen riskipaikoista löytyy tietoa muun muassa Helcomin aineistoista (Brisk- ja OpenRisk-hankkeiden tuottamina). Näiden riskimallinnusten mukaan suurimmat riskialueet ovat pelastuslaitosten toiminta-alueiden ulkopuolella (kuva 16).

Avomerellä torjuntatoimet perustuvat ensisijaisesti valtion öljyntorjuntalaivaston toimintaan. Kauempana tapahtuvat öljyvahingot voivat nekin kulkeutua tuulten ja virtausten mukana pelastuslaitosten toiminta-alueille ja rannoille jo muutaman vuorokauden aikana. Öljylautan etenemisnopeus voi olla noin 1–2 kilometriä tunnissa. Avomerialueelta



KUVA 16

Brisk-hankkeen öljyvahinkoriskin mallinnus Suomenlahdella. Mallinnuksesta erottuvat potentiaaliset yhteentörmäyksen riskipaikat, jotka sijoittuvat vilkkaasti liikennöidyille väyläosuuksille sekä etelä-pohjois- ja itä-länsisuunnassa risteävien reittien risteyskohtiin.

MUOKATTU LÄHTEESTÄ BRISK 2020, HELCOM.

kulkeutuvan lautan haasteena on, että lautta on saattanut ehtiä laajeta useiden kilometrien levyiseksi tai useammaksi erilliseksi lautaksi.

2.3. ALUSTYYPIT PELASTUSTOIMEN ALUEILLA

SÖKÖSuomenlahti-hankkeeseen osallistuvien pelastuslaitosten alueilla vuosina 2000–2017 tapahtuneissa 77 alusonnettomuustapauksessa oli mukana yhteensä 94 alusta (kuva 2). Onnettomuuksien jakautuminen alustyyppeihin Länsi-Uudenmaan, Helsingin, Itä-Uudenmaan ja Kymenlaakson pelastuslaitosten alueilla ei juurikaan poikkea koko Suomenlahtea koskevasta jakaumasta. Ainoastaan matkustaja-alusten osuus on pelastustoimen alueilla suurempi (25,5 %) kuin koko Suomenlahtea tarkasteltaessa (10,1 %).

2.4 SYYT PELASTUSTOIMEN ALUEILLA TAPAHTUNEISSA ONNETTOMUUKSISSA

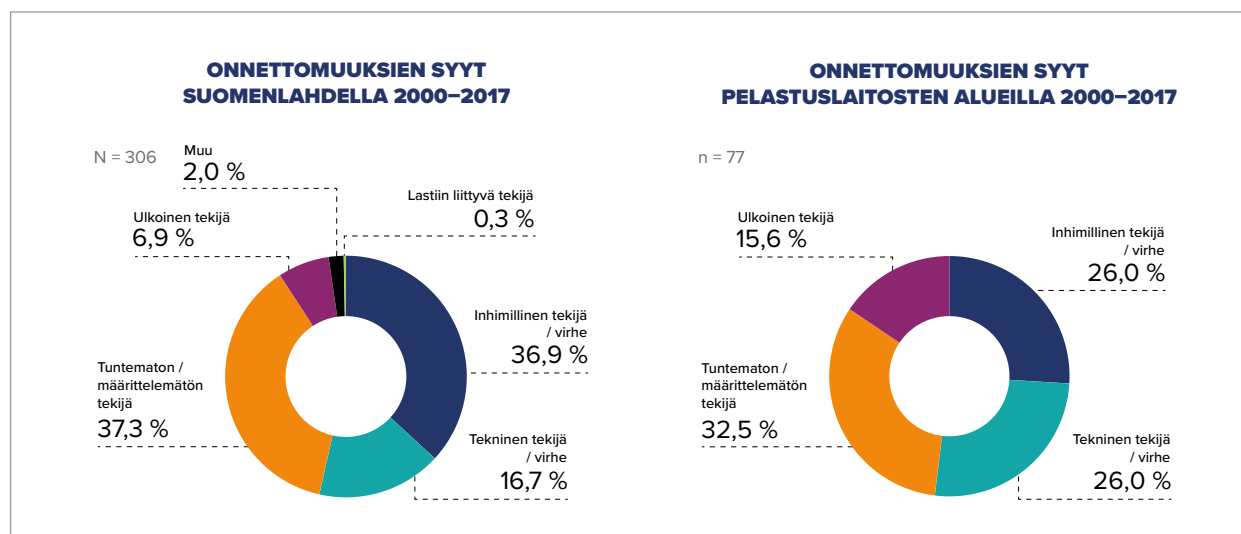
Paikkatietoaineistossa on eritelty onnettomuuksista kirjatut syyt. Ne on eritelty kaavioissa Länsi-Uudenmaan, Helsingin, Itä-Uudenmaan ja Kymenlaakson alueelta (kuva 17) sekä koko Suomenlahden alueelta. Molemmissa tarkasteluissa suurimmassa osassa onnettomuuksia syynä on inhimillinen virhe, ”human factor/failure”. Koko Suomenlahden tarkastelussa sillä on kuitenkin suhteellisesti huomattavasti suurempi osuus kuin tarkastelussa olevien pelastuslaitosten alueil-

la (26,0 % vs. 36,9 %). Pelastuslaitosten alueilla alusonnettomuuden syynä on tekninen vika huomattavasti useammin verrattuna koko Suomenlahden tietoihin (26,0 % vs. 16,7 %).

Ulkoiset tekijät, ”external factor”, on mainittu pelastuslaitosten alueilla syyksi 12:ssa (15,6 %) ja koko Suomenlahden alueella 21 (6,9 %) tapauksessa. Ulkoisiksi syiksi on tarkemmissa selvityksissä nimetty useimmiten säähän liittyviä tekijöitä, kuten kova tai puuskainen tuuli, vaikeat jääolosuhteet ja huono näkyvyys.

Onnettomuustilastoon ei ole ilmoitettu syytietoja pelastuslaitosten alueilla 32,4 %:ssa tapauksista (25 kpl). Koko Suomenlahden alueella vastaava luku on 37,3 % (114 kpl). Syytietoja puuttuu eniten karilleajo- ja törmäysonnettomuustyyppien tiedoista. Onnettomuustyytit jakautuvat kuitenkin puuttuvien syytietojen kohdalla likimain samalla tavalla kuin koko tilastossa, joten aineistosta ei voida nostaa sellaista onnettomuustyyppiä, jossa olisi korostetusti puuttuvia syytietoja.

Huonoja keliolosuhteita pidetään usein syynä alusonnettomuuksiin. Tässä tilastotarkastelussa inhimillinen virhe ja tekninen vika nousivat kuitenkin selvästi yleisimmiksi onnettomuuksien syiksi. Siten huono keli tai muut ulkoiset olosuhteet eivät ole tilastollisesti paras indikaattori alusonnettomuuden ennustamisessa. Ne ovat kuitenkin osatekijänä mukana useissa inhimillisen virheen tapauksissa.



KUVA 17

Vuosina 2000–2017 tapahtuneiden onnettomuuksien syiden jakautuminen koko Suomenlahdella (N = 306) sekä Länsi-Uudenmaan, Helsingin kaupungin, Itä-Uudenmaan ja Kymenlaakson pelastuslaitosten alueilla (n = 77).

3 MERILIIKENTEEN POLTTOAINEET

3.1 POLTTOAINELAADUT

Meriliikenteeseen soveltuvat polttoaineet ja niiden ominaisuusvaatimukset on määritelty ISO-standardissa 8217:2017. Standardi jakaa polttoaineet kahteen ryhmään, jäännösöljyihin¹ (residual fuels) ja tisleisiin (distillates), jotka jakautuvat edelleen alakategorioiden. Näistä kahdesta pääryhmästä puhutaan arkikielessä raskaina polttoöljyinä ja tisleinä. Raskas polttoöljy (HFO, Heavy Fuel Oil) on jäännösöljyn ja ohenteena käytetyn tisleen seos. Ensimmäiseen ryhmään luetaan myös LSFO, ULSFO ja HSFO, joiden erona on polttoaineen rikki- ja rikkipitoisuus (Low Sulphur, Ultra Low Sulphur, High Sulphur). Yleisesti käytettäviä raskaan polttoöljyn ja tisleiden seoksia ovat myös meriliikenteen dieselöljy (MDO, Marine Diesel Oil) ja keskiraskaat polttoöljyt (IFO, Intermediate Fuel Oils).

Meridieselissä jäännösöljyn osuus on hyvin vähäinen, ja sitä näkee kategorisoitavan myös tisleiden puolelle. Tisleisiin luetaan myös meriliikenteen kaasuöljy (MGO, Marine Gasoil).

ISO 8217 jakaa jäännösöljyt edelleen kuuteen alakategoriaan niiden kinemaattisen viskositeetin perusteella. Nämä kuusi öljytyyppiä ovat RMA, RMB, RMD, RME, RMG ja RMK. Jäännösöljyjä käytetään suurten alusten hitaissa ja keskinopeissa pääkoneissa. Aluksen liikennöidessä muualla kuin päästörajoitusalueella (ECA, Emission Control Area) polttoaine on tyypillisesti keskiraskasta polttoöljyä (IFO 380), ISO 8217 -nimikkeeltään RMG 380 tai RMK 380. Pienemmät alukset taas käyttävät tyypillisesti kevyempiä polttoaineita, kuten tisleitä ja pienempiviskoosisia jäännösöljyjä.

ISO 8217 -standardi jakaa tisleet neljään kategoriaan: DMX, DMA, DMB ja DMZ. DMX-tislettä käytetään periaatteessa vain pienemmissä mootto-reissa, kuten pelastusveneissä, ei pääkoneessa.

DMA ja DMB eroavat toisistaan lähinnä siten, että DMB saattaa sisältää pieniä jäämiä jäännösöljystä. Neljäs tisleityyppi, DMZ, sisältää enemmän aromaattisia yhdisteitä, eikä siinä ole jäännösöljykomponentteja. Muihin tisleisiin verrattuna sen viskositeetti 40 °C:ssa on hieman korkeampi. Näiden ominaisuuksien tarkoitus on varmistaa, että polttoaineen jäähtymis- ja voiteluvaikutus säilyvät vaihdettaessa matalalaatuisemmasta polttoaineesta DMZ-tisleeseen ECA-alueelle saavuttaessa.

Matalarikkiset polttoaineet ovat yleistyneet päästörajoitusalueiden myötä. Raskaasta polttoöljystä, jonka rikkipitoisuus on alle 1 %, käytetään nimeä Low Sulphur Fuel Oil (LSFO). Pääasiassa nämä ovat IFO 180- tai IFO 380 -polttoaineita, joista on poistettu rikkiä. Päästörajoitusten tiukentuessa LSFO on käytännössä korvautunut ULSFO-polttoaineella (Ultra-Low Sulphur Fuel Oil), jossa rikkiä on alle 0,1 %. Termillä ULSFO viitataan useimmiten meriliikenteen kaasuöljyyn, jonka rikkipitoisuus on luonnostaan alhainen, ei niinkään raskaisiin polttoöljyihin, joista rikkiä on poistettu. Matalarikkisestä meriliikenteen kaasuöljystä käytetään myös nimeä Ultra-Low Marine Gasoil.

Laivaliikenteessä yleistynyt polttoaine on myös nesteytetty maakaasu (LNG, Liquefied Natural Gas). LNG sisältää pääasiassa metaania mutta saattaa vaihtelevasti sisältää myös muita kaasuja, kuten hiilidioksidia, typpeä, etaania, eteeniä, propania, butaania ja pieniä määriä jalokaasuja.

Potentiaalisia tulevaisuuden polttoaineita ovat muun muassa nesteytetty biokaasu ja uusiutuva metanoli, joita jo käytetään pienessä mittakaavassa maailmalla meriliikenteen polttoaineina. Muina tulevaisuuden laivapolttoaineina nähdään vety ja ammoniakki, mutta niiden laajempi käyttöönnotto on vielä vuosien päässä. Ensimmäisten vetykäyttöisten alusten odotetaan valmistuvan muutaman

¹ Meriliikenteen polttoaineet valmistetaan raakaöljystä jakotislauksella, jossa raakaöljyä lämmitetään asteittain. Öljystä erottuvia jakeita kutsutaan tisleiksi ja jäljelle jäävää kaasuuntumatonta osuutta jäännösöljyksi.

vuoden päästä. Ammoniakin käyttö taas on vielä alkuvaiheessaan. Varustamosäätiön tilaaman selvityksen mukaan ammoniakki on yksi lupaavimmista polttoainevaihtoehdoista pitkällä tähtäimellä, jolla viitataan vuoden 2040 jälkeiseen aikaan.

3.2 POLTTOAINEET SUOMENLAHDELLA

Suomenlahdella liikennöivien alusten ”polttoaineprofiilia”, eli kuinka suuri osa aluksista käyttää minkäkin tyyppistä polttoainetta, selvitettiin kirjallisuuslähteistä sekä asiantuntijoita haastatellen. Tiedonkeruu osoitti, ettei liikennöivien alusten käyttämistä polttoaineista ole saatavilla tilastotietoa. Polttoainetiedon kerääminen on kuitenkin suunnitteilla Traficomissa.

Yleiskuvana Itämeren laivaliikenteestä voidaan silti sanoa, että toistaiseksi 97–98 % kaikista Itämerellä kulkevista laivoista käyttää fossiilisia polttoaineita. Suomalaisissa ja muissa pohjoismaisissa aluksissa yleisimmät ovat tisleet MGO (Marine Gas Oil) ja MDO (Marine Diesel Oil), joista MGO on huomattavasti yleisempi (yli 85 %).

Lisäksi jonkin verran käytetään matalarikkisiä LS-FO-polttoaineita (Low Sulphur Fuel Oil). Ne ovat sekoituksia tisleistä ja raskaammista öljyistä, ominaisuuksiltaan hyvin HFO:n tyyppisiä. Kansainvälisillä vesialueilla liikennöivät suuret alukset käyttävät useimmiten keskiraskasta polttoöljyä, kuten IFO 380 ja IFO 180 (RMG). Käyttö on keskittynyt rikkipesureilla varustettuihin ropax-aluksiin, au-

tonkuljetuslauttoihin ja matkustaja-aluksiin, joita oli Itämerellä vuonna 2019 liikenteessä 95 kappaletta. HFO (Heavy Fuel Oil) on käytössä harvakseltaan. Sen käyttö on noin 5 %:n luokkaa, vaikka vielä vuonna 2013 se oli SECA-alueilla ylivoimaisesti suosituin polttoaine 85 %:n osuudellaan.

Suomen lipun alla purjehtivien alusten käyttämät vaihtoehtoiset polttoaineet ovat nesteytetty maakaasu (LNG, Liquefied Natural Gas) ja bioöljy. Syksyllä 2019 tehdyn selvityksen mukaan LNG:tä käytti yhteensä viisi alusta: kaksi irtolastialusta, yksi matkustaja-autolautta, yksi jäänmurtaja ja yksi vartiolaiva. LNG on pikkuhiljaa yleistymässä, mutta sen käyttö on vielä vähäistä jakeluverkon kehittymättömyyden vuoksi.

Biopohjaisia polttoaineita on käytössä vain yhdellä varustamalla sen kahdessa kappaletavara-aluksessa. Alusten käyttämä bioöljy on Suomessa tuotettua VG Marine EcoFuel -polttoainetta, jonka raaka-aineet ovat 100-prosenttisesti kierrätettyjä ruokaöljyjä ja teollisuuden kasviöljyjä.

Vähähiiliset ja synteettiset polttoaineet tulevat tulevaisuudessa korvaamaan fossiiliset polttoaineet, mutta tilanteen ennakoidaan pysyvän melko samankaltaisena vielä seuraavat kymmenen vuotta. Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n neljännen päästöselvityksen pohjalta voidaan arvioida, että meriliikenteen polttoaineista noin 64 % koostuisi vaihtoehtoisista polttoaineista vuonna 2050.

ÖLJYVUOTOON VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Alusonnettomuuden sattuessa öljyvahingon riskiin vaikuttavat vaurioiden vakavuus ja kohdentuminen suhteessa aluksen polttoainetankkien sijaintiin. Polttoainetta varastoidaan useassa tankissa, ja tankkien sijainti ja määrä ovat hyvinkin aluskohtaisia. Yleensä suuret polttoainetankit sijaitsevat aluksen pohjassa, josta polttoainetta siirretään konehuoneen lähellä olevaan selkeytystankkiin (settling). Selkeytystankista öljystä painovoimaisesti vajonneet epäpuhtaudet johdetaan jäteöljytankkiin (sludge) ja puhtaampi öljy separaattorien kautta päivätankkiin. Puhtaamman MGO:n tai MDO:n kanssa separoimista ja selkeytystankkeja ei tarvita. Polttoainetta on varattu myös hätägeneraattorille ja keulapotkureille. Lisäksi kansikoneille voi olla oma voimanlähde. Alukselta löytyvät bunkkeri- eli polttoainetankkien lisäksi voiteluöljytankki, sludgetankki ja polttoaineen ylivuototankki. Sijaintinsa vuoksi vaurioille alttiimpia ovat aluksen pohjassa suoraan ulkolaitaa vasten sijaitsevat polttoainetankit ja keulassa sijaitseva polttoainesäiliö. Uudemmissa aluksissa bunkkeriöljykin on suojattu kaksoisrungolla.

Bunkkerin määrä vaihtelee alustyyppin mukaan. Alle 100 metriä pitkissä aluksissa polttoainetankkien kokonaiskapasiteetti on yleensä alle 400 kuutiota ja bunkkerin määrä tyypillisesti noin 200–300 kuutiota. Vain suurten alusten polttoainetankkien koko ylittää 1 000 kuutiota. Tankit on kuitenkin osastoitu, jolloin todennäköisen vuotomäärän voidaan arvioida olevan 20–30 kuutiota / 25 tonnia.

Aluksen polttoainetankit, jotka sijaitsevat vesilinjan alapuolella, vuotavat pääasiassa sisäänpäin, koska polttoaineena käytettävät öljyt ovat vettä kevyempiä. Pohjan repeytyessä öljyn vuotaminen riippuu polttoainetankin nestepinnan tasosta suhteessa vedenpinnan tasoon. Jos polttoaineen painekorkeus on suurempi kuin veden pinnan korkeus, öljyä purkautuu veteen, kunnes tasapainotila saavutetaan. Jos taas veden pinta on korkeammalla kuin polttoainetankin nestepinta, vesi tunkeutuu tankkiin,

nostaa vettä keveämmän öljyn ylöspäin ja pitää sen tankissa. Öljyä voi myös purskahtaa kannelle rikkoutuvan tankin ilmaputkista, mutta sen määrä ei ole suuri. Yhteentörmäyksessä repeytyneestä kyljestä polttoaine pääsee valumaan vapaasti ulos, jolloin vuotomäärä on todennäköisesti karilleajosta seurannutta vuotoa suurempi.

Karilleajossa tilanne vakiintuu yleensä niin nopeasti, ettei siihen ehditä juuri vaikuttaa. Vakiintuminen tapahtuu useimmiten alle tunnin kuluessa. Kun tankit ovat saavuttaneet tasapainotilan, merkittäviä lisävuotoja ulos voi aiheutua lähinnä aluksen asennon muuttuessa, veden pinnan korkeuden laskiessa tai voimakkaan aallokon pumppaavasta vaikutuksesta. Vuotavan öljyn määrään vaikuttaa myös virtaavan veden imu tai aluksen hinaaminen, mikä saattaa imeä tankit tyhjiin. Tämä tulee huomioida erityisesti alusta karilta irrotettaessa ja edelleen suojasatamaan tai vastaavaan siirrettäessä.

Suurimmat öljypäästöt voivat aiheutua öljysäiliöalusten lastitankkien repeämisestä. Yksivaippaisen säiliöaluksen tai sellaisen kaksoispohja-aluksen karilleajossa, jonka sisempikin pohja on vaurioitunut, vettä raskaampi lasti vuotaa ulos repeytyneestä tankista. Alusten yhteentörmäyksessä vauriot sattuvat yleensä vesirajan yläpuolelle, mutta ne voivat ulottua myös vesirajan alle. Mikäli vaurio sattuu laitaa vesirajan yläpuolelle, vain se osa lastista vuotaa, joka on repeämän alareunan yläpuolella. Jos repeämä taas on vesirajan alapuolella, vesi täyttää tankin ja nostaa kaiken vettä kevyemmän lastin ylöspäin. Mikäli aluksessa on vettä raskaampaa lastia, vain se osa lastista vuotaa, joka on vaurion alareunan yläpuolella. Öljyvuodon suuruus on karilleajossa keskimäärin 2 % aluksen lastin määrästä. Kokonaislastin menetykset ovat mahdollisia vakavan karilleajon, yhteentörmäyksen, aluksen katkeamisen, uppoamisen, räjähdysten, tulipalon tai muun laaja-alaisen vaurion seurauksena.

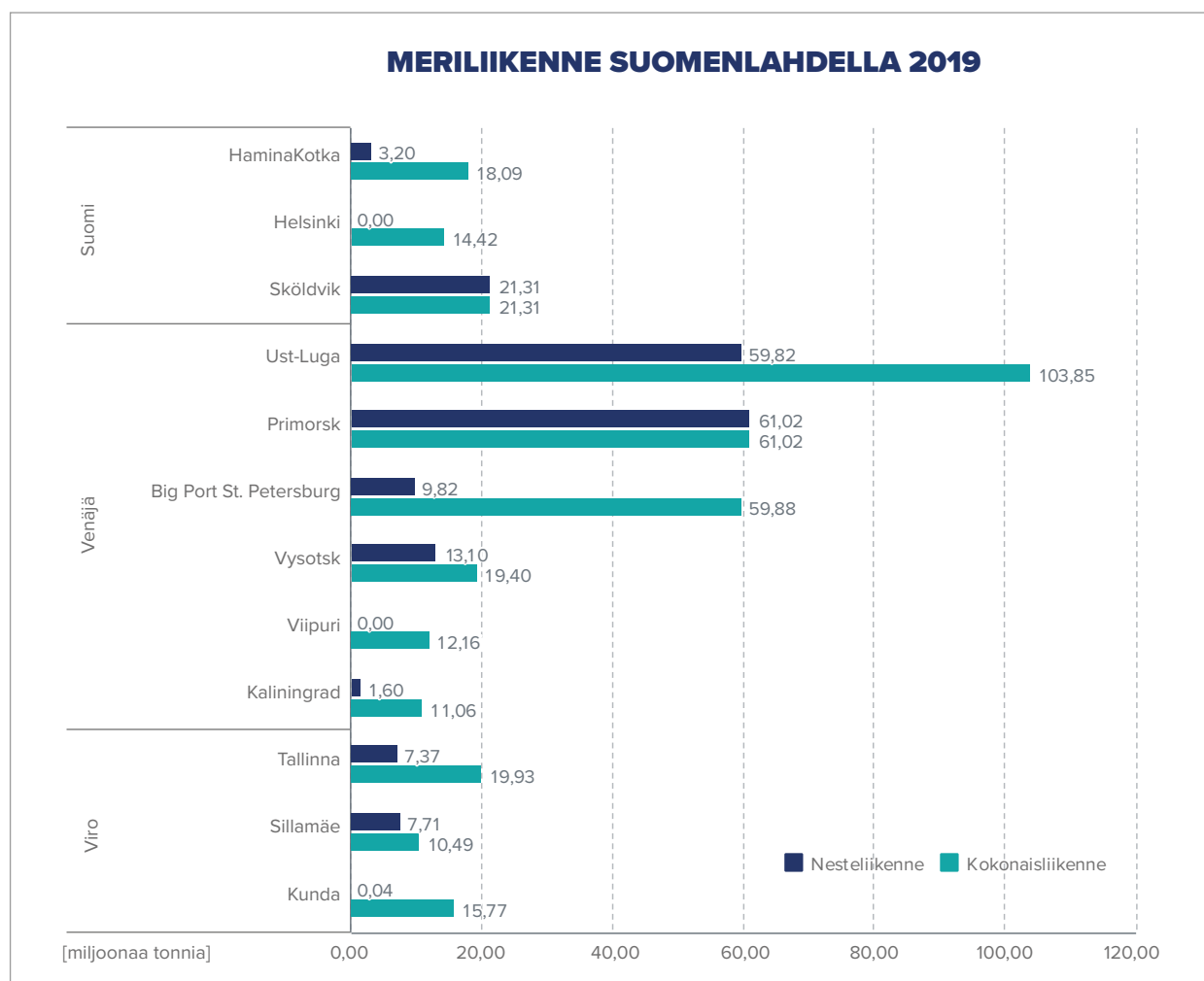
A. PARTIO (2009) PELASTUSTOIMIKOHTAINEN ALUSLIKENNEKUVA.

4 ÖLJYLASTIT JA SÄILIÖALUSLIIKENNE SUOMENLAHDELLA

4.1 ÖLJYKULJETUSMÄÄRÄT

Suomenlahden tavaraliikenteen kokonaisvolyymi vuonna 2019 oli 367,4 miljoonaa tonnia satamien käsittelymääristä laskettuna. Tästä merkittävä osa, 185,0 miljoonaa tonnia (50,4 %), muodostuu nesteliikenteestä (kuva 18). Kuljetusmäärä on huomattava myös kansainvälisessä mittakaavassa. Nesteliikenteestä suurin osa, 145,4 miljoonaa tonnia (78,6 %), kulkee Venäjän satamien, pääasiassa Primorskin (61,0 milj. tonnia) ja Ust-Lugan (59,8 milj. tonnia), kautta.

Suomenlahden suomalaisten satamien nesteliikenne oli vuonna 2019 yhteensä 24,5 miljoonaa tonnia, josta 21,3 miljoonaa tonnia kulki Kilpilahden ja 3,2 miljoonaa tonnia HaminaKotkan sataman kautta. Suomeen suuntautuu siis 13,3 % Suomenlahden nesteliikenteestä. Viron osuus oli vastaavasti 15,1 miljoonaa tonnia eli 8,2 % Suomenlahden nesteliikenteen kokonaisvolyymista. Viron satamista Sillamäe käsitteli 7,7 miljoonaa tonnia, Tallinna 7,4 miljoonaa tonnia ja Kunda 0,04 miljoonaa tonnia nestelasteja.



KUVA 18

Suomenlahden tavaraliikenteen kokonaisvolyymi ja nesteliikenteen määrä vuonna 2019.

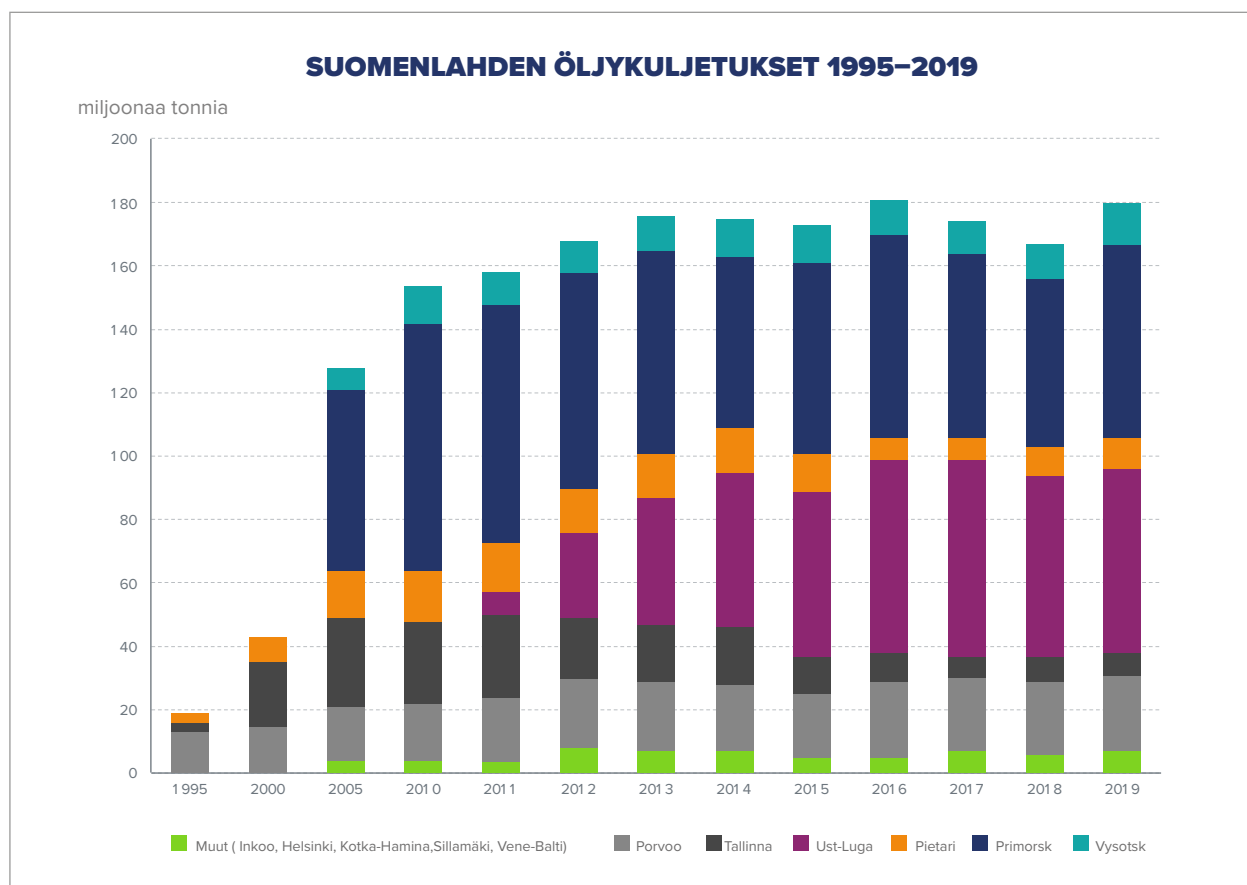
Nesteliikenteen jakautumisesta eri tuoteryhmiin löytyi tietoa Suomen ja Venäjän satamien osalta. Suomen liikennetilasto tosin koskee koko Suomea, mutta Suomenlahden nestesatamien osuus öljykuljetusten kokonaismäärästä on 95,13 %, joten lastityyppiin voinee yleistää². Näin ollen voidaan olettaa, että Suomenlahdenkin liikenteestä hieman yli puolet (53,7 %) on öljytuotteita ja vajaa puolet (46,3 %) raakaöljyä.

Venäjän satamissa suhdeluku on päinvastainen; hieman yli puolet (51,2 %) öljyä ja vajaa puolet (47,0 %) öljytuotteita vuonna 2019. Lisäksi nesteliikenteeseen on sisällytetty kemikaalien osuus 1,7 %. Venä-

jän öljykuljetukset ovat tonnimääräisesti pysyneet viimeiset vuodet suhteellisen samalla tasolla, eikä ennustettu kasvuskenaario³ ole realisoitunut (kuva 19). Toisaalta nestesatamien kokonaiskapasiteetti ei tällä hetkellä ole täysin käytössä, joten volyymien nostot ovat hyvin mahdollisia.

4.2 SÄILIÖALUSLIIKENNE SUOMENLAHDELLA

Suomenlahti on Itämeren vilkkaimmin liikennöity osa. Suomenlahden länsisuun vuonna 2017 ohitaneiksi raportoiduista 36 034 aluksesta suurin osa eli 12 501 alusta (34,7 %) on luokiteltu rahti-



KUVA 19

Suomenlahden öljykuljetusten kehitys 1995–2019.

RAJAVARTIOLAITOS, EUROSTAT, VENÄJÄN TILASTOKESKUS, VENÄJÄN ITÄMEREN SATAMAHALLINTO. KULJETUSTIEDOT VUOTEEN 2015 ASTI ON KERÄTTY SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUSSESSÄ, SEN JÄLKEEN RAJAVARTIOLAITOKSESSA.

- 2 Raakaöljy ja öljytuotteet muodostavat merkittävän osan myös Suomen ulkomaan meriliikenteestä. Suomen virallisen tilaston mukaan vuoden 2019 ulkomaan merikuljetusten 101 288 411 tonnin kokonaismäärästä raakaöljyn ja öljytuotteiden osuus, yhteensä 25 764 147 tonnia, on 25,4 %. Ulkomaan merikuljetuksissa viettiin suuntautui raakaöljyä 40 tonnia ja öljytuotteita 9 166 173 tonnia, kun vienti yhteensä oli 53 305 328 tonnia. Tuonnissa taas raakaöljyn osuus oli 11 939 810 tonnia ja öljytuotteiden 4 658 124 tonnia, ja tuonti yhteensä oli 47 983 083 tonnia. Näillä tonnimäärillä raakaöljy nousee suurimmaksi tuoduksi tavaralajiksi: se vastaa 24,9:ää % kaikesta meritse tuodusta tavarasta vuonna 2019. Viennissä vastaavasti eniten (17,2 %) vietiin öljytuotteita.
- 3 Suomenlahden öljykuljetusmäärän ennustettiin kasvavan vuoteen 2015 mennessä noin 250–270 miljoonaan tonniin. Arviota laskettiin myöhemmin 230 miljoonaan tonniin. Nykytila vastaa vuonna 2004 vuodeksi 2010 asetettua 190 miljoonan tonnin ennustetta.

BIPOHJAISET POLTTOAINEET LASTINA

Meriliikenteessä kuljetetaan myös biopohjaisia polttoaineita lastina, mutta volyymit eivät ole vielä suuria. Säiliöaluksilla kuljetetaan muun muassa biodieseliä ja biopolttoaineiden raaka-aineita sekä uusiutuvaa lentopolttoainetta.

Biopohjaisten polttoaineiden osalta noudatetaan joko MARPOL-sopimusta⁴ tai IBC-koodia⁵ sen mukaan, mikä biokomponentin osuus seoksesta on. Mikäli tuotteessa on $\geq 75\%$ MARPOL Liitteessä I mainittua öljytuotetta, se kuljetetaan kyseisen MARPOL Liitteen I mukaisesti. Jos taas Liitteen I mukais-

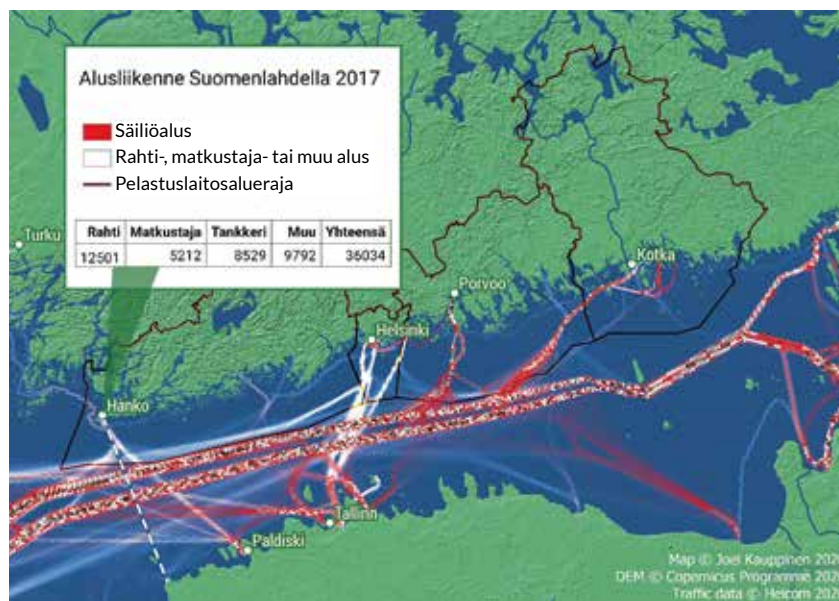
ta öljytuotetta on yli 1 % mutta alle 75 %, noudatetaan Liitteen II kemikaaleille suunnattuja säädöksiä ja IBC-koodia. Tätä sääntöä sovelletaan bioöljyihin tert-Amyyli-etyylieetteri (Tert-Amyli Ethyl Ether, TAE), etanoli (Ethyl Alcohol), rasvahapon metyyliesteri (Fatty Acid Methyl Esters, FAME) ja kasviperäiset rasvahappotislleet (Vegetable Fatty Acid Distillates). Uusiutuvia polttoaineita on vuoden 2019 alusta voitu kuljettaa tuotetankkereilla MARPOL Liitteen I mukaisesti. Myös eläinperäisten öljyjen kuljetukset ovat lisääntymässä.

J. HALONEN (2020) MERILIIKENTEEN POLTTOAINEET JA LASTINA KULJETETTAVAT ÖLJYT SUOMENLAHDELLA.

alukseksi ja 8 529 alusta (23,7 %) säiliöalukseksi. Alusten määrät on laskettu karttaan katkoviivalla merkityissä ohituspaikoissa.

Suomenlahdella liikkuu päivittäin keskimäärin kaksikymmentä erikokoista öljysäiliöalusta muun alusliikenteen joukossa. Kuvasta 20 nähdään, että säiliöalusliikennettä on etenkin Venäjän sata-

mista kohti Eurooppaa. Lisäksi Kotkan, Porvoon, Tallinnan, Paldiskin ja Sillamäen satamiin johtavilla reiteillä kulkee säiliöaluksia. Suomenlahdella, etenkin Helsingin ja Tallinnan välillä, on vilkas matkustajaliikenne, joka risteää itä-länsisuuntaiseen säiliöalusliikenteeseen nähden. Öljykuljetusten tonnimääräistä jakautumista satamien kesken tarkasteltiin aiemmin kuvassa 19.



KUVA 20

Suomenlahden alusliikennemäärä vuonna 2017 ja reittitiedot vuodelta 2016 (N = 36 034). Suurin osa nestealusliikenteestä operoi Venäjän satamiin, mutta säiliöalusliikenne on vilkasta myös Kilpilahden ja HaminaKotkan suuntaan.

4 MARPOL-yleissopimus (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) on kansainvälinen yleissopimus alusten aiheuttaman meren pilaantumisen ehkäisemisestä (SopS 51/1983).

5 Nestemäisten irtolastien kuljetusta säätelevä kansainvälinen kemikaalialuskoodi (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemicals in Bulk; IBC Code).

ÖLJYN LEVIÄMISEN JA KULKEUTUMISEN ARVIOINTI

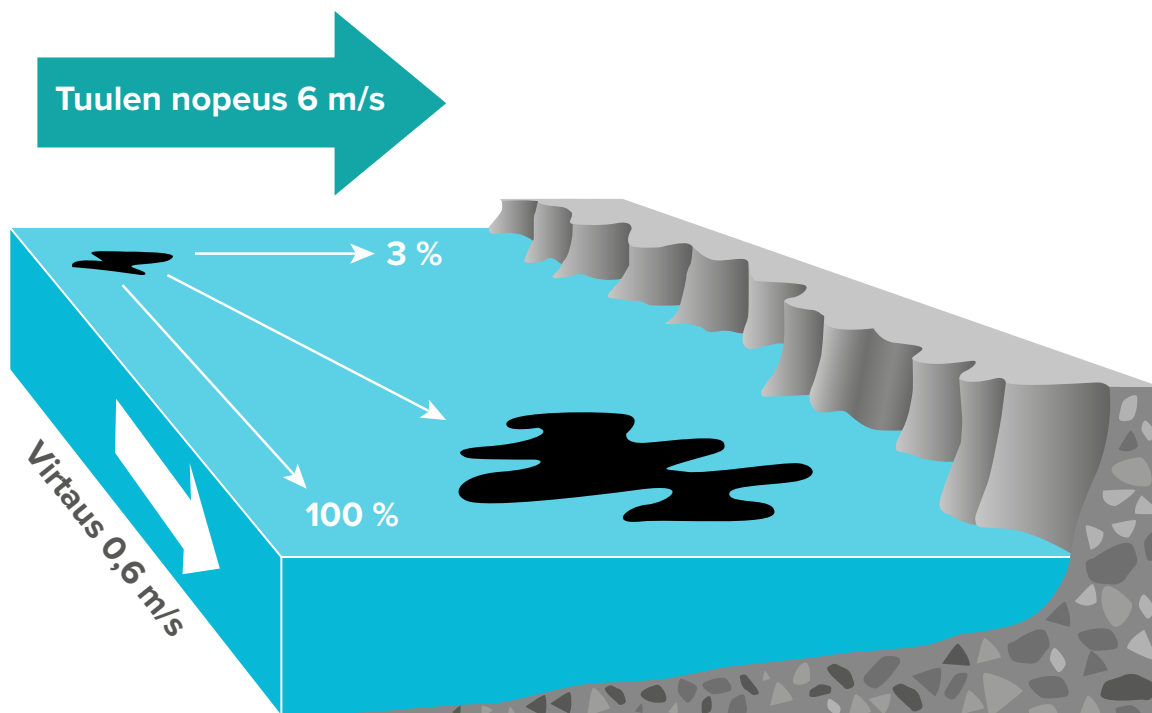
Heti veteen jouduttuaan öljy alkaa levitä ja sen kerrospaksuus ohenee. Samalla alkaa myös öljyn muuntuminen, ns. säistyminen, joka vaikuttaa öljyn ominaisuuksiin, kuten viskositeettiin. Öljyä haihtuu, liukenee veteen, painuu pohjaan, sekoituu veden kanssa jne. Näiden ilmiöiden nopeus riippuu muun muassa veden ja ilman lämpötilasta, öljytyypistä, aallokosta ja veden suolaisuudesta.

Mereen vuotaneeseen öljyyn vaikuttavat

- painovoiman, viskositeetin ja pintajännityksen mukainen leviäminen
- tuulen ja virtauksen mukana kulkeutuminen
- lautan hajoaminen epäyhtenäiseksi
- säistymisestä johtuva öljyn ominaisuuksien muuntuminen.

Öljy kulkeutuu vedessä pääasiassa lauttamuodostelmissa. Tuuli ja virtaukset kuitenkin rikkovat lauttoja, jolloin öljy kulkeutuu pitkinä ja kapeina vanamuodostelmina (ks. vihko 7). Öljy voi muodostaa veden kanssa myös muutaman millimetrin paksuisen emulsion, joka kulkeutuu tuulen ja virtausten ohjaamaan suuntaan.

Aivan vuodon alussa leviämiseen vaikuttavat öljyn viskositeetti ja pintajännitys, mutta pääasiassa öljy leviää ja hajaantuu tuulten ja virtausten seurauksena. Koska vesi on ilmaa tiheämpää, pintavirtauksilla on suurempi vaikutus öljyn liikkumiseen ja leviämiseen kuin tuulella. Merialueelle kehitetyn nyrkkisäännön mukaan öljy liikkuu samalla nopeudella kuin pintaveden virtaus ja noin 3–3,5 % pinnassa vaikuttavan tuulen nopeudesta (ks. kuva 21). Lautan todellinen kulkusuunta ja nopeus ovat näiden kahden vaikuttavan voiman resultantti. Jos virtaus ja tuuli ovat samaan suun-



KUVA 21

Virran ja tuulen yhteisvaikutus öljylautan kulkeutumiseen.

EPPR 1998, IMO 2005.

ÖLJYN LEVIÄMISTÄ JA KULKEUTUMISTA MALLINTAVAT OHJELMAT

Öljypäästön leviämistä voidaan kuvata mallinnusohjelmilla, kuten SeaTrackWeb, SpillMod tai Gnome, luotuina leviämispisteinä tai -vyöhykkeinä, joilla havainnollistetaan etäisimmän öljykulkeuman sijaintia ajan suhteen. Näistä ohjelmista SeaTrackWebillä on Helcomin virallisen ajelehtimismallin status.

Mallinnusta käytettäessä tulee huomioida, että paikalliset sää- ja virtausolosuhteet voivat vaikuttaa öljyn kulkeutumiseen ennakoimattomalla tavalla – mallinnuksen antamaan kulkeutumisennusteeseen ei siis pidä sokeasti luottaa. Kulkeutumisennusteisiin liittyy sitä enemmän epävarmuutta, mitä pidempi ennuste aika on.

Myös reaaliaikaisia sää- ja merimalleja hyödyntävissä ennustemalleissa on epävarmuutta, ja kompli-

soitu säätilanne saattaa rajoittaa laadukkaiden yli vuorokautta pidempien kulkeutumisennusteiden tekoa. Vahinkotilanteen aikana kulkeutumisennusteet tulee päivittää usein, tarvittaessa jopa useamman kerran päivässä, jotta laskennassa voidaan tukeutua tuoreimpiin sää- ja virtausennusteisiin. Viimeisin laskenta on siten luotettavin.

SeaTrackWeb-kulkeutumisennusteita voi laatia itse ympäristövahinkojen torjunnan tilannekuvajärjestelmän kautta tai pyytää virka-apuna Ilmatieteen laitokselta.

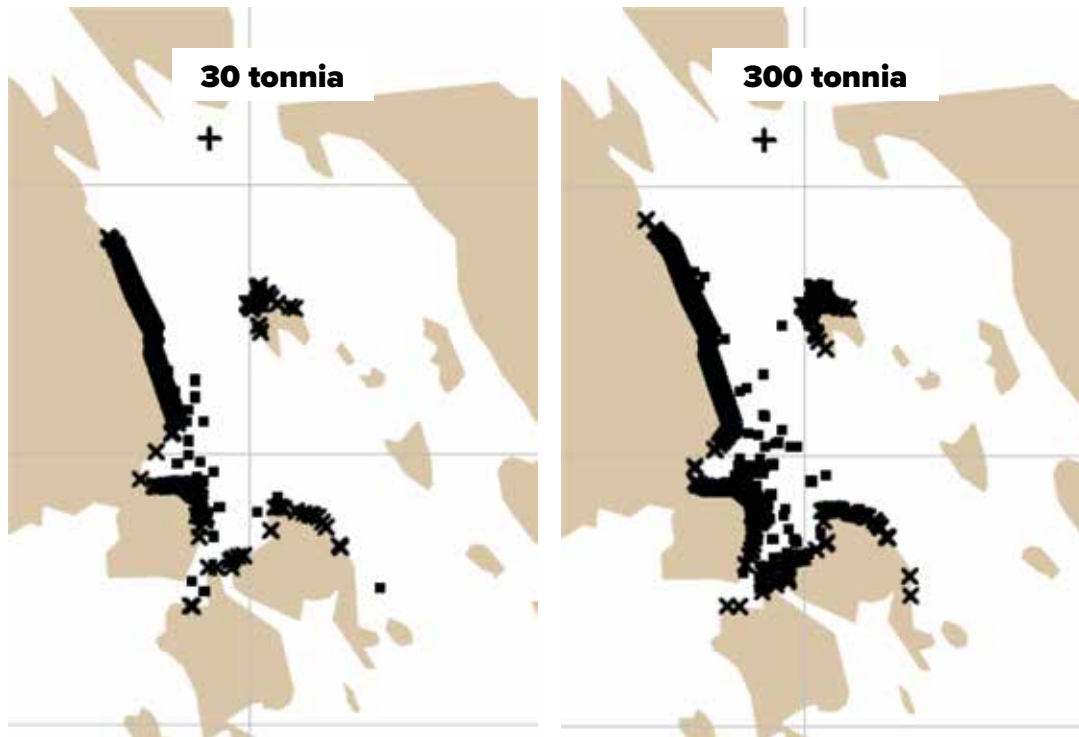
Lisäksi Suomen ympäristökeskus on tuottanut valmiita öljyvuodon leviämismalleja, jotka ovat saatavissa ympäristövahinkojen tilannekuvajärjestelmästä pelastustoimen valmiussuunnittelun tueksi.

taan, ne vahvistavat toisiaan. Avovedessä tilanteessa, jossa tuulen nopeus ylittää 20 km/h eli 5,5 m/s, tuuli on määräävä tekijä. Öljyn kulkeutumis suunnan ja -nopeuden arvion tarkkuutta heikentää yleensä se, ettei saatavilla ole tarkkaa tietoa vahinkohetken ja -paikan veden virtauksen ja tuulen nopeudesta. Myös coriolisvoima, joskin vähäisempänä tekijänä, muuttaa lautan kulkusuuntaa lasketusta suunnasta hieman oikealle.

Öljylautan kerrospaksuus vaihtelee. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että 90 % öljystä sijaitsee öljylautan keskuksessa, joka on noin 10 % lautan pinta-alasta. On arvioitu, että esimerkiksi 10 000 kuution öljyvuoto leviää vuorokaudessa noin 30–60 neliökilometrin alueelle. Tällöin öljyn paksuim-

man osan (10 %) ympärivuomittamiseen tarvitaan 2 000 metriä rajoituspuomia.

Vuotaneen öljyn määrällä ei vaikuta olevan suoraa korrelaatiota likaantuvan rantaviivan kokonaispituuteen (kuva 22). Öljyn määrä näyttäisi vaikuttavan enemmänkin rannan likaantumistasteen voimakkuuteen eli siihen, kuinka paljon öljyä rantaosalle kertyy, ja voimakkaimmin likaantuneen alueen kokoon. Ilmiön voidaan olettaa olevan riippuvainen rantamateriaalin pidätyskyvystä ja huuhtoutuvuudesta. Likaantuneen rantaviivan pituus taas korreloi muodostuvaan jätemäärään: kerrostuminen samalle alueelle tuottaa vähemmän jätettä kuin laajalle leviäminen, koska öljyn keräyksessä tulee usein poistaa myös pintamaata.



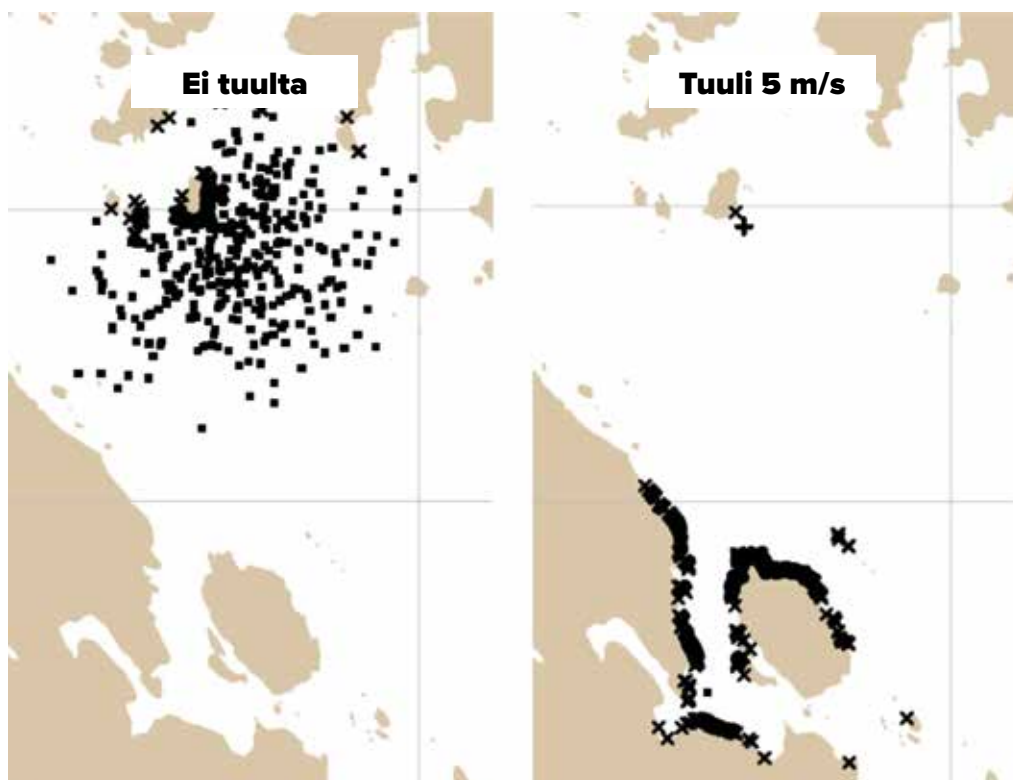
KUVA 22

Vertailu kahden eri suuruusluokan öljyvahingon leviämisestä. Tarkastelussa 30 tonnin (vasemmalla) ja 300 tonnin (oikealla) öljyvudon Gnome-kulkeutumismallinnus. Öljyntyneen rantaviivan kokonaispituus ei juuri kasva, vaikka öljymäärä kymmenkertaistuu. Sen sijaan likaantumisen voimakkuus kasvaa.

Öljylautan leviäminen, etenemispituudet ja vaikutusalueet riippuvat pääasiassa tuulista ja virtauksista sekä öljyvudon kestosta. Tuulen vaikutusta öljyn leviämiseen on demonstroitu kuvissa 23 ja 24. Kuvan 23 vasemmanpuoleisessa kulkeutumismallissa on tapahtumahetkellä täysin tyyntä ja oikeanpuoleisessa mallissa tuulen nopeus on 5 m/s. Esimerkeissä öljyn kulkeutumiseen ei ole laskettu virtauksen vaikutusta.

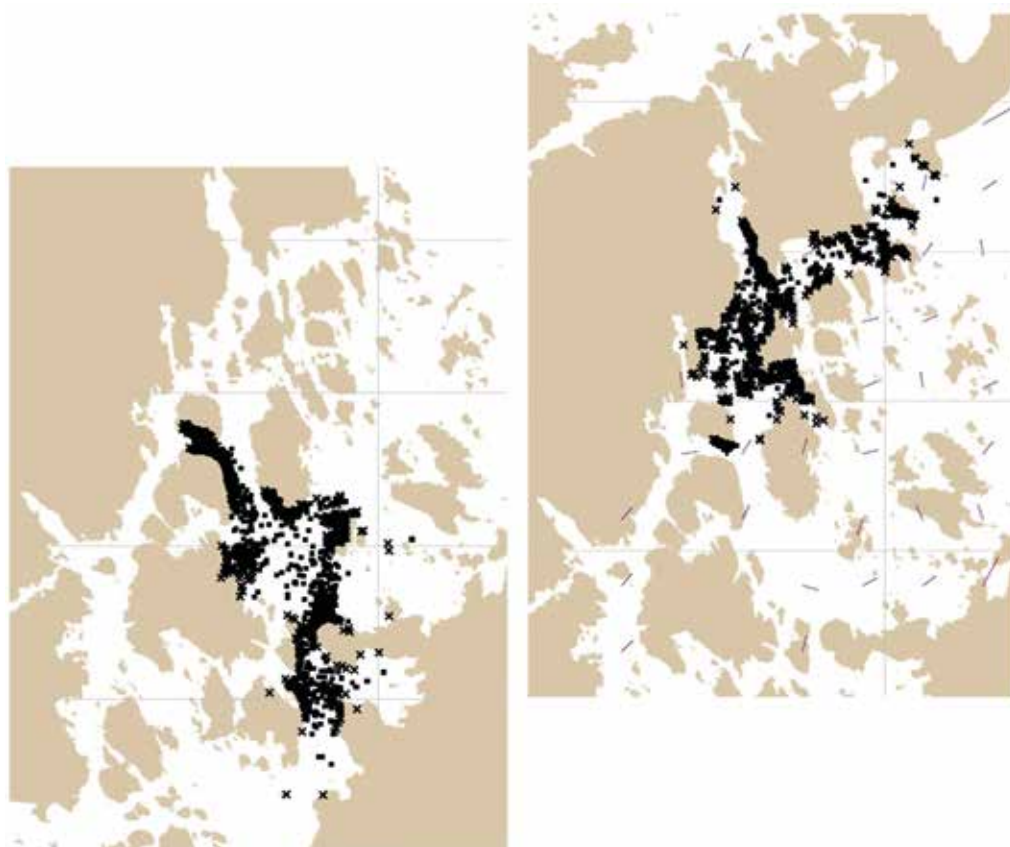
Tuulten ja virtausten vaikutus öljyn leviämiseen on merkittävä. Molemmat muuttujat ovat lisäksi sellaisia, joiden vaikutusta on vaikeaa tarkasti arvioida.

Kelluessaan öljy kulkeutuu lähinnä pintavirtauksen mukana. Pintavirtaukseen vaikuttavat alueella vallitsevat tuulet, ja on mahdollista, että esimerkiksi kapeassa salmessa tietyillä tuuliolosuhteilla pintavirtaus etenee päävirtausta vastaan. Tuulten vaikutuksesta saa hyvän käsityksen Gnome-ohjelmalla toteutetusta öljyn leviämismallista kuvasta 24. Siinä vasemmanpuoleisessa kuvassa tuulen on oletettu puhaltavan lounaasta 5 m/s ja oikeanpuoleisessa kuvassa yhtä voimakkaan tuulen suunta on luoteesta. Kuten kuvista voidaan havaita, likaantuvat alueet sijaitsevat tuulen suunnan vuoksi täysin päinvastaisilla suunnilla.



KUVA 23

Tuulen vaikutuksen havainnollistaminen.



KUVA 24

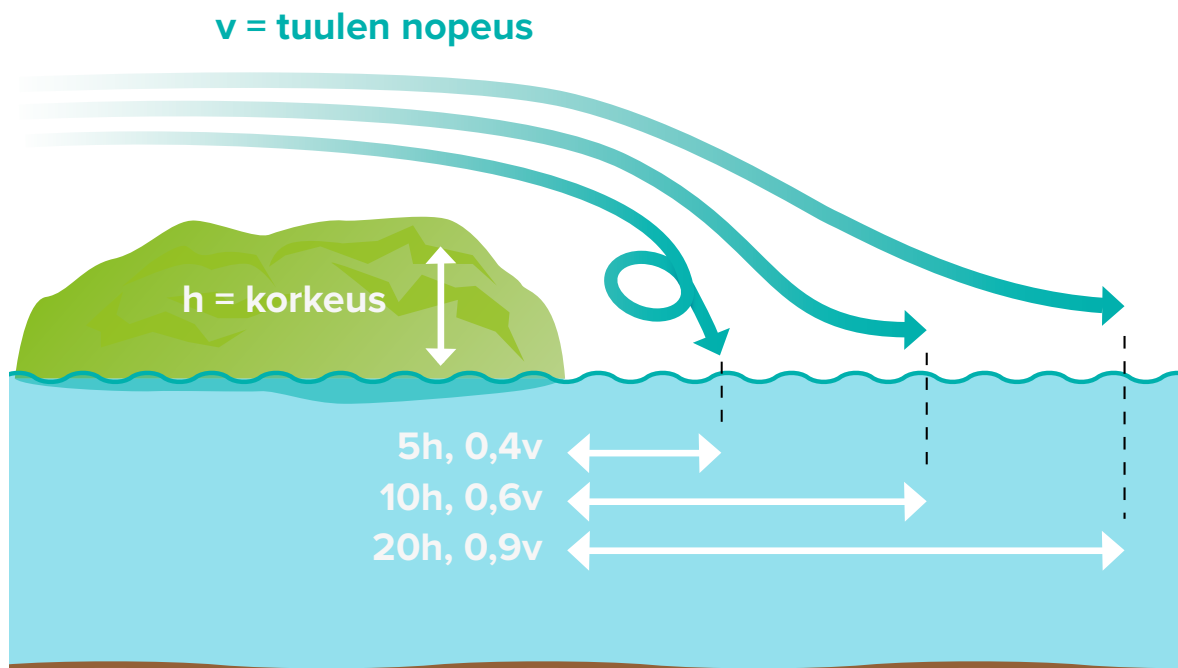
Vertailu tuulen suunnan vaikutuksesta öljyn leviämiseen. Vasemmassa kuvassa öljyn kulkeutumiseen vaikuttaa luoteistuuli ja oikeassa lounaistuuli. Molemmissa malleissa tuulen nopeus on 5 m/s ja vuotomäärä 10 tonnia.

Tuuliolosuhteita ja niiden vaikutusta pintavirtauksiin on havainnollistettu kuvissa 25 ja 26. Suomenlahden rannikko on hyvin saaristoinen. Monilla alueilla laivaväylät kulkevat rantojen välittömässä läheisyydessä, jolloin saarten muodostamat tuulivallit voivat rantametsät huomioiden kohota useiden kymmenien metrien korkeuteen merenpinnasta. Tällä on väistämättä vaikutusta tuulten seurauksena kehittyvien pintavirtausten suuntaan ja voimakkuuteen. Ranta (tai muu este) vaikuttaa tuulen käyttäytymiseen vielä noin 20 kertaa rannan korkeuden mittaisella etäisyydellä, mitä on havainnollistettu kuvassa 26.

Saaristolla on myös suuri vaikutus alueen tuuliolosuhteisiin (kuva 26). Aavalta selältä puhaltava tuuli kanavoituu salmissa (A), jolloin salmassa puhaltavan tuulen nopeus kasvaa. Myös niemien kärjissä (B) tuulen nopeus kasvaa tuulen ohittaessa esteen. Vallitsevan tuulen suunnan suhteen poikittaisissa salmissa (C) tuuli pyrkii kääntymään salmen suuntaiseksi voimistuen vastarannalla. Koska salmissa vallitseviin tuuliin vaikuttavat yhtä lailla saarten korkeus ja niiden muodot, tuuliolosuhteet ja niiden seurauksena saaristossa muodostuvat pintavirtaukset ovat hyvin monimutkaisen prosessin tuloksia. Kuten jo edellä kuvattiin,

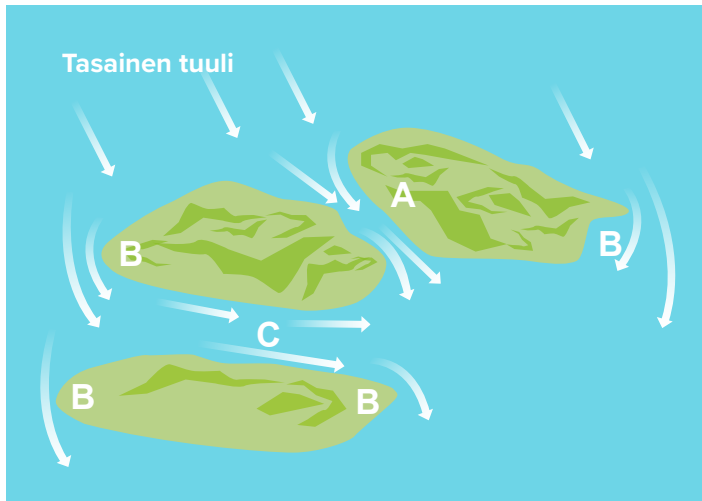
merialueilla tuulen vaikutusta öljylautan leviämiseen on arvioitu niin sanotulla 3 %:n säännöllä, jonka mukaan öljylautan liikenopeus tuulen seurauksena on 3 % vallitsevan tuulen nopeudesta. Rannikon läheisyydessä tuulen vaikutus voi saaristosta johtuen olla hieman nyrkkisääntöä alhaisempi.

SÖKÖ-hankkeissa on laskettu Fayn nesteen pintajännitysleviämiseen perustuvat leviämistaulukot, jotka kuvaavat kevyiden öljylaatujen asettumista ohueksi kerrokseksi veden pinnalle. Taulukoiden tarkoituksena on edesauttaa kriittisten ensimmäisten tuntien öljyntorjuntatyön johtamista. Taulukoista ovat löydettävissä öljylautan laskennallinen säde ja piiri 1–3 tunnin kuluttua vuodon tapahtumisesta valitulla veden lämpötilalla sekä öljylautan keskimääräinen paksuus ja sitä vastaava öljylautan visuaalinen ulkoasu. Taulukot ovat sovellettavissa ainoastaan välittömään alkuvaiheen torjuntaan, sillä pidemmällä aikavälillä öljylautan liikkeisiin vaikuttavat niin monet tekijät, ettei arviointi taulukkoarvojen perusteella ole enää realistista. Kuvassa 27 on esitetty leviämistaulukon ulkoasu sekä taulukon sisältämän informaation lukuohje. Taulukot löytyvät tämän vihkon toimintaohjekorteista.



KUVA 25

Esteen vaikutus tuulen käyttäytymiseen.



KUVA 26

Saariston vaikutus tuuliolosuhteisiin.

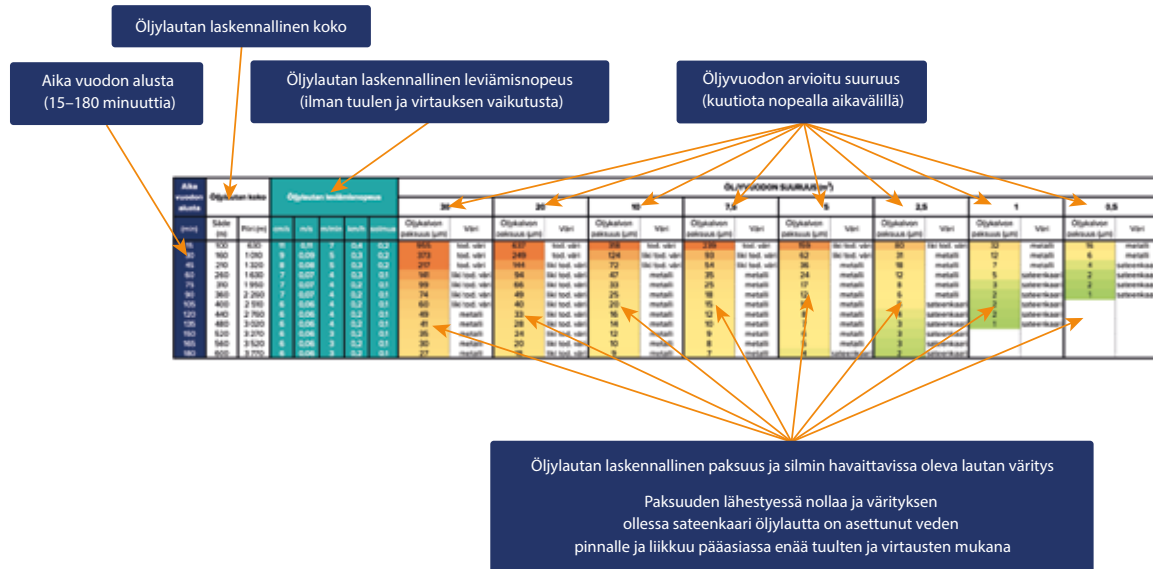
KERTAVUOTO

KERTAVUOTO

ÖLJYN LEVIÄMISEN ARVIOINTITAUUKOT

(ilman tuulen ja virtauksen vaikutusta)

- Vuototapahtuma: kertavuotoon verrattava lyhytaikainen tapahtuma (m³)
- Juoksevassa muodossa olevat, kevyet öljylaadut
- Viisi erillistä taulukkoa riippuen pintaveden lämpötilasta

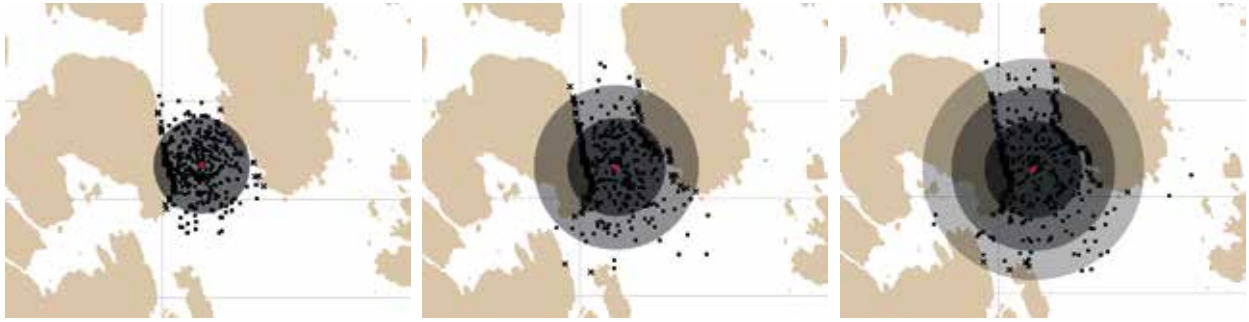


KERTAVUOTO

KERTAVUOTO

KUVA 27

Öljyn leviämisen arviointitaulukot.



KUVA 28

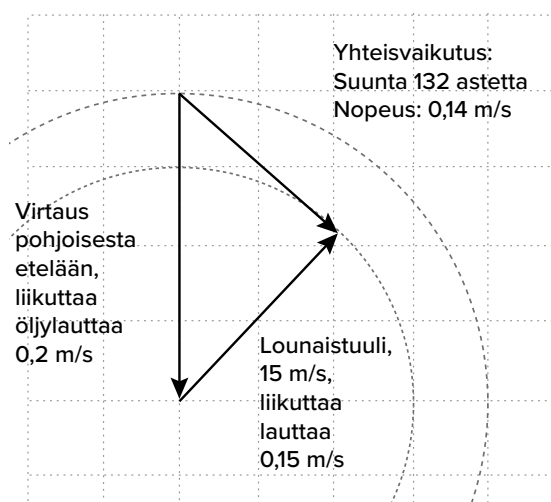
Öljyn leviämisen arviointitaulukoiden soveltaminen. Kuvaan on piirretty ensimmäinen ympyrä taulukoista saatavan öljylautan säteen avulla. Ensimmäinen ympyrä kertoo alueen, jolle öljy todennäköisesti asettuu ensimmäisen tunnin aikana. Vastaavasti toinen ja kolmas ympyrä kertovat leviämisalueen 2 ja 3 tunnin kuluttua vuodosta. Kuvan tapauksessa oletetaan, että alueella ei ole merivirtauksia eikä tuulta. Kuvissa näkyvät pisteet ovat Gnome-mallinnuksella luotu kulkeutumisenuste. Kuten kuvista voidaan havaita, mallit ovat keskenään vertailukelpoisia.

Taulukoiden avulla voidaan nopeasti saada käsitys öljyn leviämisestä ensimmäisten, kriittisten tuntien aikana. Taulukoiden käyttöä on havainnollistettu kuvassa 28.

Leviämistaulukot kertovat sen, kuinka nopeasti öljy levittäytyy veden pinnalle. Jos alueen virtaukset ovat merkittäviä tai tuuli on voimakas, asia voidaan huomioida taulukoiden perusteella tehdyissä leviämisenusteissa. Tyyneellä säällä virtaavaan veteen vuotanut öljy liikkuu myötävirtaan käytännössä samalla nopeudella kuin virtaava vesi. Virtaamattomissa vesissä tuulisella säällä öljy liikkuu tuulen suuntaan. Jos alueella vaikuttavat sekä tuuli että virtaus, niiden yhteisvaikutus on selvitettävissä kuvan 29 osoittamalla tavalla. Kuvassa 30 on arvioitu, että saariston vaikutuksesta tuuliolosuhteet veden pinnassa ovat sellaiset, että öljylautta liikkuu noin 1 %:n nopeudella

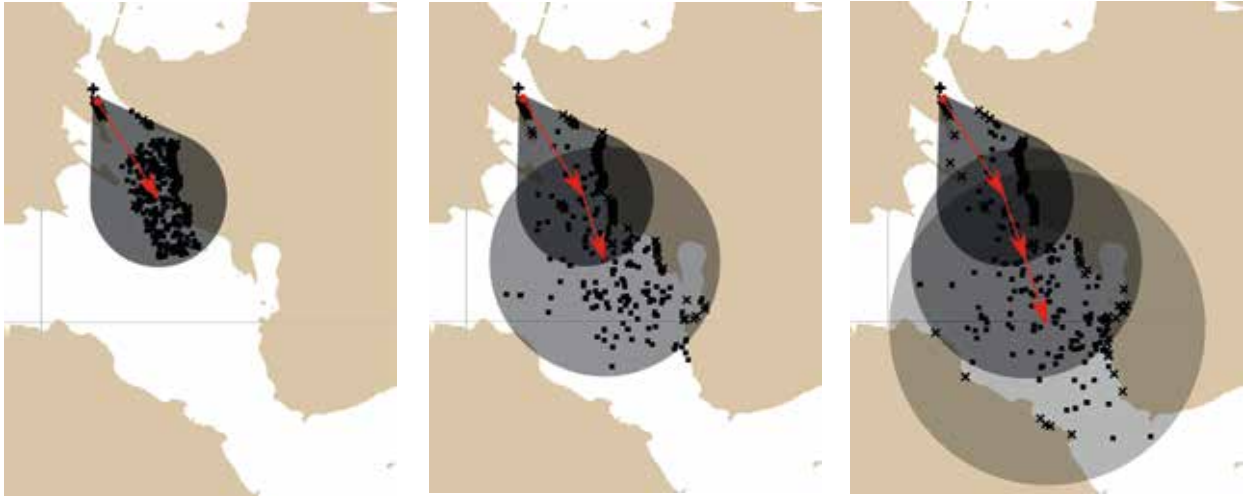
tuulen nopeudesta (tuuli 15 m/s, jolloin öljylautta liikkuu tuulen vaikutuksesta 0,15 m/s).

Kun tuulen tai virtauksen tai niiden yhteisvaikutus öljylautan liikkeisiin on ratkaistu, on arviointitaulukoiden avulla mahdollista tehdä karkea arvio likaantumisvaarassa olevista rannoista. Kuvassa 30 on esitetty tilanne, jossa virtaavaan salmeen on vuotanut öljyä. Virtaus hidastuu salmen levennyessä. Kuvassa punaiset nuolet ovat virtausnopeuden ja -suunnan perusteella tehtyjä arvioita öljyn liikkumisesta virtauksen mukana. Niiden perusteella ja arviointitaulukoista saatujen öljylautan säteiden avulla on piirretty ympyrät yhden, kahden ja kolmen tunnin kuluttua öljyvuodosta. Kuvassa olevat pisteet määrittävät Gnome-mallilla luotua arviota öljyn leviämisestä virtaavaan veteen.



KUVA 29

Virtauksen ja tuulen vaikutuksen yhdistäminen arvioitaessa öljylautan liikkeitä.



KUVA 30

Esimerkki virtaavaan veteen vuotaneen öljyn leviämisestä.

Leviämistaulukoiden lisäksi SÖKÖ-hankkeessa on tuotettu Fingas-in haihtumismalliin perustuva haihtumistaulukko kevyille öljyalaaduille. Taulukko löytyy tämän vihkon toimintaohjekorttina (TOK 1B). Taulukossa haihtuminen on arvioitu prosentteina kokonaismäärästä 1–4 vuorokauden kuluttua öljyvuodosta. Erityisesti kevyillä öljyillä on lämpiminä päivinä taipumus haihtua nopeasti. Sitä vastoin säiden kylmetessä haihtuminen hidastuu. Haihtumisen päämekanismi öljyillä on molekyylien diffuusio nesteen sisältä nesteen pinnalle, jolloin myös lautan kerrospaksuudella on vaikutusta. Haihtuminen edellyttää, että öljy on avovedessä – esimerkiksi jään alta haihtumista ei juurikaan

tapahdu. Haihtumista on kuvattu tarkemmin tämän manuaalin vihkossa 8. Haihtumistaulukoiden avulla torjuntatyön johto voi arvioida, mikä osuus öljystä mahdollisesti haihtuisi lähivuorokausien aikana öljyvuodon tapahtumisesta. Haihtuminen heikentää öljyntorjunnan tehokkuutta, eikä sitä voida pitää tavoiteltavana lopputuloksena. Vaikka haihtuminen vähentää veteen joutuneiden kevyiden öljyjen kokonaismäärää, kaikkein myrkyllisimmät ainesosat jäävät vesimassaan. Niiden silmin havaitseminen, ja siten toimenpiteiden tehokas kohdentaminen, ei kuitenkaan enää ole mahdollista.

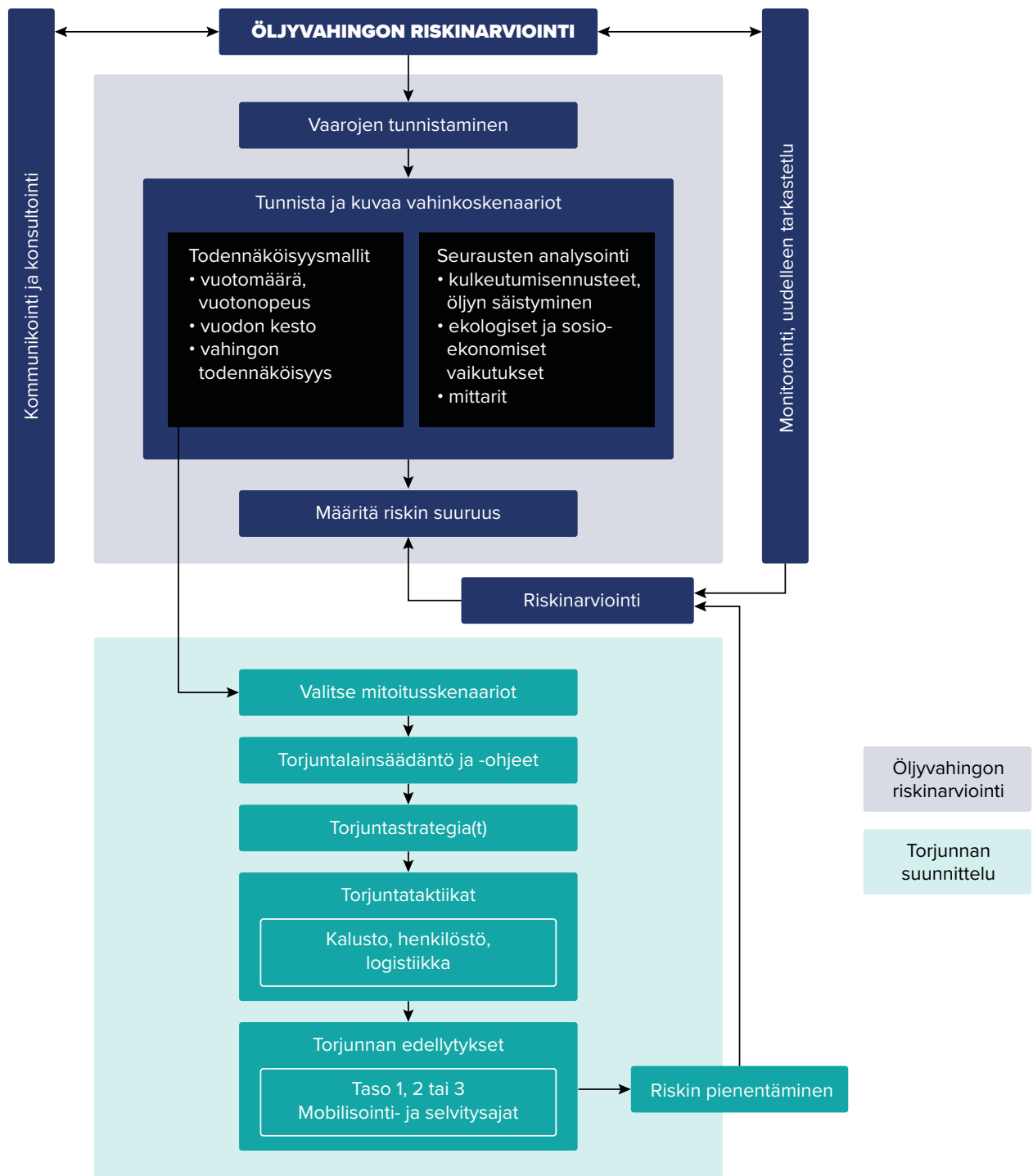
Suomenlahdella tapahtuu keskimäärin 14,5 alusonnettomuutta ja kaksi alusöljypäästöä vuositain. Tilastotarkastelun öljyvahingoista yhtäkään ei ole kirjattu tapahtuneeksi Kymenlaakson, Itä-Uudenmaan, Helsingin kaupungin tai Länsi-Uudenmaan pelastustoimien alueilla. Öljyvahingon riski on kuitenkin merkittävä. Operatiivisten, polttoaineenoton tai lastinsiirron yhteydessä tapahtuvien vahinkojen lisäksi öljyvuoto karilleajon tai pohjakosketuksen seurauksena on hyvin mahdollinen. Myös suuren öljylastivuodon riski on olemassa: sekä Itä-Uudenmaan että Kymenlaakson alueiden alusonnettomuuksissa on ollut osallisena säiliöalus yli 20 %:ssa sattuneista tapauksista, jolloin öljyvahingon vaaran voidaan arvioida olleen läsnä noin joka kuudes vuosi. Myös kansainvälisellä vesialueella avomerellä tapahtuva öljyvahinko tulee todennäköisesti vaatimaan myös pelastustoimen resursseja.

Todennäköisimmin alusöljyvahinko syntyy aluksen bunkrauksen eli polttoaineenoton yhteydessä tai karilleajon tai pohjakosketuksen seurauksena aluksen saatua vuodon polttoainetankkiin. Vuotava polttoaine on todennäköisimmin meriliikenteen kaasuöljyä. Laajan öljyvahingon skenaariossa vuoto tapahtuu öljysäiliöaluksen lastitankista ja vahinkoaine on rannikkovesillä joko raakaöljyä tai öljytuotteita, avomerellä näiden lisäksi myös raskasta polttoöljyä.

Vahinkoon varautumiseksi pelastustoimi laatii öljyvahinkojentorjuntasuunnitelman. Torjuntasuunnitelma rakennetaan vastaamaan pelastustoimen alueella esiintyviä uhkia ja niistä aiheutuvia riskejä. Tässä manuaalissa kuvattu toimintamalli on suunnattu suureen, laajasti rantaa likaavaan alusöljyvahinkoon. Toimintamallin lisäksi pelastustoimilla on omat operatiiviset torjuntasuunnitelmansa. Molempien tavoitteena on olla skaalautuvia ja sovellettavissa eri vahinkoskenaarioihin.

Vahinkoskenaarioiden päivittämistarvetta syntyy aika ajoin meriliikenteen, erityisesti aluskannan ja sen polttoaineprofiilin, muuttuessa. Myös toimintaympäristö muuttuu: öljyvahingolle altistuvissa kohteissa saattaa tapahtua muutoksia, jolloin vahingon potentiaaliset vaikutukset ja niiden vakavuus edellyttävät uutta riskinarviointia.

Öljyvahingon vaikutuksia on tarkasteltu ympäristönäkökohdista muun muassa Suomen ympäristökeskuksen selvityksessä *Itämerellä tapahtuvien öljyvahinkojen ekologiset seuraukset* ja Helsingin yliopiston Oileco- ja Oilrisk-hankkeissa. Kokonaisvaikutuksia vahingon seurannaisvaikutuksineen sen sijaan on selvitetty varsin vähän. Vaikutukset ovat aika-, paikka- ja aluekohtaisia, ja niiden selvittäminen sisältyy pelastusviranomaisten varautumistehtävään. Riskinarvioinnissa on hyvä öljyvuodon todennäköisen sijainnin ja vuotomäärän lisäksi tarkastella vahingon potentiaalisia vaikutuksia laajemminkin. Öljyvahingon seuraukset voivat ympäristölle aiheutuvan pilaantumisvahingon lisäksi johtaa vaarallisen aineen onnettomuutta vastaavaan tilanteeseen – erityisesti haihtuvia, myrkyllisiä ja helposti syttyviä komponentteja tuottavissa raakaöljyvuodoissa. Pysyvän öljyn vahingoista saattaa aiheutua haittaa rannikon tuotantolaitoksille, jotka käyttävät merivettä prosesseissaan tai jäähdytysvetenä. Öljyn tahraavuus ja tarttuvuus voi rajoittaa myös merivesijäähdytteistä alusliikennettä. Tuotantolaitosten tai meriliikenteen katkoksilla taas saattaa olla omia seurannaisvaikutuksiaan. Vahinkoskenaarioiden ja niiden vakavuusluokkien tunnistaminen toimii perustana torjunnan suunnittelulle ja sen edellyttämien resurssien määrittelylle. Näin voidaan rakentaa riskiä vastaava torjuntakyky: osaaminen ja kalustollinen valmius.



KUVA 31

Kaksivaiheinen riskinarviointiprosessi.

LÄHDETTÄ IPIECA & IOGP 2015 MUKAILLEN.

6.2 ÖLJYVAHINGON EDELLYTTÄMIEN RESURSSIEN MÄÄRITTELY

Resurssien määrittely, kuten muukin varautuminen, perustuu riskinarvioon pelastustoimen alueella potentiaalisista vahinkoskenaarioista. Riskinarviointia ja valmiussuunnittelua varten öljyvahinkojen vakavuuden luokitteluun on kehitetty kansainvälinen mitta-asteikko, eräänlainen portaittainen luokitus (Tiered Preparedness and Response). Luokituksen tavoitteena on helpottaa eri vakavuusasteisiin öljyvahinkoihin varautumista ja sen määrittelemistä, millaisia resursseja vahingon torjunta edellyttää. Luokittelumallissa öljyvahingot luokitellaan kolmeen tasoon (tier 1–3) vahingon potentiaalisen vakavuuden ja torjunnan edellyttämien resurssien määrän suhteen.

Tasojen tarkoituksena on havainnollistaa, millä tavoin tehokas torjunta on suunniteltu järjestettävän resurssitarpeiltaan pienistä vahingoista suuriin vahinkoihin. Tasot voidaan kuvata esimerkiksi paikallisia, alueellisia tai kansallisia (ja kansainvälisiä) resursseja vaativiksi vahinkoluokiksi. Tasorakenne on mekanismi, jonka avulla tunnistetaan ja kuvataan, kuinka torjuntaresurssit kootaan ja kenen toimijan resursseista. Tasojen tarkoitus onkin kuvata ennemminkin tarvittavien torjuntaresurssien laajuutta kuin vahingon kokoluokkaa.

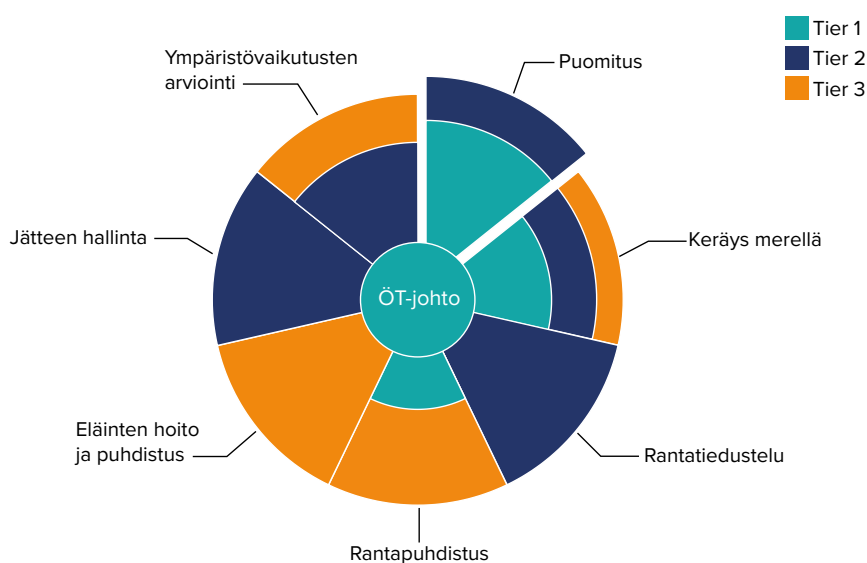
Luokittelumallissa esitetyt resurssitasot ovat kumulatiivisia. Toisin sanoen tason 2 öljyvahingossa

edellytetään sekä paikallisia (taso 1) että alueellisia (taso 2) torjuntaresursseja. Taso 1 siis täydentyy tason 2 resursseilla, eikä seuraava taso syrjäytä edellisen tason resursseja.

Tasorakenneajattelumallin ideana on, että resurssit ovat skaalautuvia. Tämä tuo joustavuutta resurssisuunnitteluun ja mahdollistaa sen, että torjuntaresurssit vastaavat mahdollisimman todennukaisesti kyseisen alueen riskejä. Ajattelumalli lisäksi vahvistaa alueellisten ja kansallisten resurssien integroitavuutta.

Kuvassa 32 on havainnollistettu tasorakennetta. Kuvaan on koottu tietystä, pelastustoimen alueella potentiaalisesti määritellyssä alusöljyvahinkoskenaariossa tarvittavia toimintokokonaisuuksia ja niiden toteuttamiseen suunniteltuja resursseja. Yksi piirakan segmentti kuvaa yhtä toimintokokonaisuutta. Segmentti on jaettu sen toteuttamiseen tarvittavien resurssien mukaan. Kukin täytetty segmentti kuvaa sitä täyttä resurssimäärää, jonka tehtävän suorittaminen edellyttää. Jos toimintokokonaisuus ei ole ko. vahinkoskenaariossa relevantti, segmentti jätetään tyhjäksi.

Kuvaan 32 liittyvän öljyvahingon rajaaminen ja puomitus onnistuvat pelastustoimen riskinarvion mukaan paikallisilla ja alueellisilla resursseilla. Öljyn keräämiseen merellä tullaan kuitenkin tarvitsemaan yhteistoimintaviranomaisten resursseja erityisesti välivarastointikapasiteetista johtuvien



KUVA 32

Kuvaus alusöljyvahingon torjuntaoperaatiossa käytettävistä resursseista.
LÄHDETTÄ IPECA & IOGP 2015, 15 MUKAILLEN.

rajoitteiden vuoksi. Rantapuhdistustyössä on suunniteltu tukeuduttavan pääasiassa kansallisiin resursseihin, tässä tapauksessa vapaaehtoisjärjestöiltä saatavaan apuun, jotka toimivat pelastuslaitoksen johtamina. Öljyntyneiden eläinten hoitoon ja puhdistukseen ei ole saatavilla lainkaan paikallisia tai alueellisia resursseja, vaan tehtävään tarvittavat resurssit tulee saada kansallisista voimavaroista.

Resurssimäärittelyt voidaan tehdä valmiussuunnitteluvaiheessa kullekin pelastustoimen alueellisessa riskinarviossa tunnistetulle vahinkoskenaariolle. Näin resurssien saatavuus voidaan vahingon sattuessa varmistaa riittävän etupainotteisella hälyttämällä. Lisäksi varautumisessa voidaan paremmin tunnistaa ja huomioida resurssien siirtymisiin tarvittavat ajat ja logistiset rajoitteet. Resurssien käytettävyys tulee sopia yhteistoimintasopimuksin. Tunnistetut resurssit tulee huomioida myös öljyntorjuntaharjoituksissa ja -koulutuksissa.

Resurssien saatavuuden arviointi voi johtaa esimerkiksi siihen, että jollakin tietyllä alueella havaitaan tarve vahvistaa paikallisen (tier 1) tason resursseja. Tähän voi vaikuttaa havainto, että seuraavan tason resurssien saapuminen vahinkopaikalle vie vahingon tehokkaan rajoittamisen ja vaikutusten minimoimisen kannalta aivan liian kauan.

Resurssimäärittelyn laadukkuuteen vaikuttaa, miten hyvin vahinkoskenaariot ja torjunnan toimitokokonaisuudet voidaan määritellä ennakkoon. Tiered-mallissa on nimetty 15 yleisintä torjunnan osa-alueita (taulukko 8). Osa-alueina voidaan hyödyntää myös kustannuslaskentaa varten laadittua toimintojaottelua (vihko 6). Resursseja kussakin vahinkoskenaariossa tarkastellaan osa-alue kerrallaan ja näin resurssit saadaan räätälöityä joustavasti vahinkoriskiä vastaaviksi. Tämä luonnollisesti edellyttää, että vahinkoriskit on tunnistettu. Resurssimäärittelyä voidaan kuitenkin käyttää myös öljyvahingon jo tapahduttua torjuntaoperaation johtamisen tukena.

TAULUKKO 8 Torjuntaoperaation osa-alueet resurssimäärittelyn tueksi. Alkuperäisessä lähteessä on mainittu 15 osa-alueita, joista dispersantteihin ja polttamiseen liittyvät toimenpiteet on tässä yhdistetty yhdeksi osa-alueeksi.

1. Pelastustoiminta, toiminta haverialuksella
2. Tiedustelu, kartoitus, kulkeutumismallinnus
3. Merellinen torjunta, rajaaminen
4. Öljyn keräys merellä
5. Vaihtoehtoiset torjuntamenetelmät, dispersantit, polttaminen
6. Herkkien kohteiden suojaaminen
7. Rantatiedustelu
8. Rantakeräys ja rannanpuhdistus
9. Eläinten hoito
10. Logistiikka
11. Jätehuolto
12. Viestintä ja sidosryhmäyhteistyö
13. Kustannuslaskenta ja korvaushallinto
14. Ympäristövaikutusten arviointi

VAKAVIN ALUSÖLJYVAHINKOSKENAARIO SUOMENLAHDELLA

Suomenlahdella vakavin öljyvahinkoskenaario on öljysäiliöaluksen yhteentörmäys toisen aluksen kanssa tai vakava karilleajo, minkä seurauksena lastitankkeihin tulee repeämiä ja öljyastian vuotaa mereen. Rannikon läheisyydessä tämänkaltaisen onnettomuus sattuisi todennäköisimmin Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksen alueella Kilpilahteen johtavalla syväväylällä tai Kymenlaakson pelastuslaitoksen alueella Mussalon ja Haminan sisääntuloväylillä. Vahinko on mahdollinen myös kansainvälisillä vesillä, esimerkiksi Helsinki–Tallinnan liikennetihentymäalueella, tai itäisellä Suomenlahdella. Suomeen tai Suomesta liikennöivien säiliöalusten lastina on yleensä joko raakaöljyä tai öljytuotteita, Venäjän satamista liikennöivissä aluksissa myös raskasta polttoöljyä.

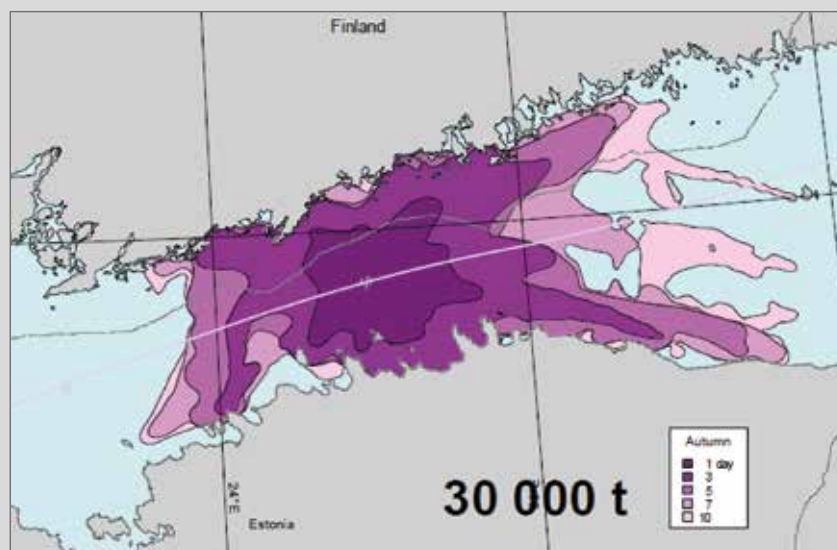
Suurimmat Suomenlahdella liikkuvista öljysäiliöaluksista ovat kantavuudeltaan 150 000 DWT. Suuret alukset suuntaavat pääasiassa Venäjän öljysatamiin (Primorsk, Ust-Luga, Pietarin suursatama). Tämän kokoluokan aluksen katkeamisesta, uppoamisesta, tulipalosta tai räjähdyksestä seuraavaa kokonaisvahinkoa voidaan pitää vakavuudeltaan, ympäristövaikutuksiltaan ja jätemäärältään pahimpana vahinkoskenaariona. Todennäköisyys kokonaisvahingolle ei kuitenkaan ole kovin suuri. Vuotomäärää rajoittanevat aluksen lastisäiliöiden osastointi sekä se, että säiliöt vuotavat harvoin kokonaan tyhjiin. Tästä syystä varautumisen mitoitusperustana on Suomen-

lahdella käytetty noin 30 000 tonnin öljyvuotoa, joka vastannee kahden lastisäiliön vaurioituessa ulos vuotavan lastin määrää. Lastisäiliöiden koot ovat keskimäärin 12 000–20 000 kuutiota.

Avovesikaudella 30 000 tonnin raakaöljyvuoto muodostaa vuorokaudessa halkaisijaltaan noin 20 kilometrin laajuisen öljylautan. Vaikka vahinkopaikka sijoittuisi avomerelle Suomenlahden keskiosaan, ensimmäiset öljylautat saavuttavat pelastustoimen alueet todennäköisesti vuorokaudessa. Tällaisesta suurvahingosta vuotanut öljy riittää likaamaan koko Suomenlahden rannikon. Jos öljyntyminen saadaan rajattua 300 kilometrin rantaviiva-alueelle, kerättävän jätteen määräksi muodostuu noin 160 000–400 000 tonnia. Tämä tarkoittaa keskimäärin yhtä kuution keräyssäiliöllistä jokaiselta rantaviivametritä (lisätietoa vihkossa 8).

Vahinkoskenaario perustuu 2000-luvun alun riskikartoitukseen. Aluskannan uudistumisen seurauksena, alusten kokoluokissa ja osastoinneissa mahdollisesti tapahtuneiden muutosten vuoksi, skenaarion päivittäminen on ajankohtaista.

Sisäministeriön *Pelastustoimen ja siviilivalmiuden suorituskyky ja suunnitteluperusteet* -hankkeessa kansalliselle, alueelliselle ja paikalliselle tasolle laadittavat vahinkoskenaariot tuottavat päivitettyä tietoa suunnittelun ja torjuntakyvyn mitoittamisen pohjaksi.



KUVA 33

Suomenlahdella tapahtuvan 30 000 tonnin raakaöljyvuodon leviämisen nuste kymmenelle päivälle.

S. OVSIENKO.

6.3 VARAUTUMISESSA HUOMIOITAVIA VAIKEUSKERTOIMIA

Öljy leviää vedessä niin nopeasti, että sen kulkeutumista on rajoitettava puomeilla, jotta öljyä ehdittäisiin kerätä talteen. Tehokasta torjuntatyötä saattavat kuitenkin rajoittaa sääolosuhteet, kaluston käytettävyys, saatavilla olevat resurssit, kerättävä aine tai vahingon tyyppi.

Suuren alusöljyvahingon torjumisessa suurimpana haasteena ovat jo heti aluksi, muutamassa tunnissa, muodostuvan öljylautan suuri koko ja etenemisnopeus. Toistakymmentä kilometriä pitkä ja pari kilometriä leveä öljylautta etenee yli kilometrin tunnissa kohti rannikkoa, joka Suomenlahden keskellä on enintään 20–40 kilometrin päässä. Öljylautta voi saavuttaa ensimmäiset saaret alle puolessa vuorokaudessa.

Sääolosuhteiden vaikutus torjuntaoperaatioon

Sääolosuhteista merkittävimmin torjuntaoperaatioon vaikuttavat virtaukset sekä tuuli ja sen aiheuttama aallonkorkeus. Tuuli vaikuttaa merkittävimmin merellä tapahtuvaan torjuntaan. Selkeää rajaa tuulen nopeudelle, jossa torjuntatyö ei enää onnistu, on mahdotonta asettaa, koska operaation sijainti vaikuttaa siihen, miten tuuli vaikuttaa juuri kyseiseen toimintaan. Sääolosuhteista myös lämpötilalla ja näkyvyydellä on merkitystä torjuntaoperaation onnistumiseen. Talvella omat hankaluutensa aiheuttavat meren jäätyminen ja mahdollinen jään kertyminen aluksen rakenteisiin.

Tuulella on torjuntatyössä merkittävä vaikutus puomin selvitykseen ja ankkurointiin sekä siihen, miten puomi toimii öljyn rajaamisessa. Öljypuomin selvityksessä tuulen suunta ja nopeus on otettava huomioon, jotta puomi saadaan selvitettyä haluttuun paikkaan. Tuulen nopeuden kasvessa puomin selvitys voi muuttua mahdottomaksi. Rajoituspuomin ankkurointiin tuuli vaikuttaa siten, että tuulen nopeuden kasvaminen vaikeuttaa ankkurointia. Tuulen ja virtauksen voimakkuus myös lisäävät puomiin vaikuttavaa kuormitusta, jolloin ankkuroinnin paikallaan pysyminen saattaa muodostua ongelmaksi. Paikallaan pysymistä kovassa tuulessa ja virtauksessa voidaan parantaa lisäämällä ankkurien määrää ja painoa sekä pidentämällä ankkuriköyden pituutta. Tyyneissä

ankkuriköyden pituudeksi riittää kolme kertaa veden syvyys. Tuulelle alttiilla paikalla pituutta on tarpeen lisätä viidestä seitsemään kertaa veden syvyys.

Tuulen voimakkuus lisää myös aallokon korkeutta etenkin avoimilla vesialueilla. Valmistajat antavat eri puomityypeille perusarvoja sen suhteen, miten ne toimivat aallokossa. SRÖTVA-selvityksen (2008) mukaan Suomenlahdella vallitsevissa tuulissa puomitus onnistuu noin 50 %:ssa tapauksista; vain 10 %:ssa se onnistuu hyvin. Tähänkin toki vaikuttaa puomituksen paikka joko avoimella tai suojaisemmalla vesialueella.

Suomenlahdella merivirtaukset ovat pääosin niin heikkoja, ettei niillä ole juuri vaikutusta torjuntatyön tehokkuuteen. Kovissa myrskyissä sekä kaapeikoissa ja salmissa virtausnopeus voi joskus nousta niin suureksi, että puomin pidätyskyky ylittyy. Virran nopeuden ylittäessä 0,5 solmua öljypuomin rajaamiskyky heikkenee huomattavasti. Tähän vaikuttaa kriittisesti myös aallokko.

Kaluston käyttökelpoisuus ja riittävyys

Pelastuslaitoksilla käytössä oleva kalusto (alukset, alusten keräyskalusto, erilliset keräimet, puomikalusto sekä kaluston liikuttamiseen ja siirtämiseen tarkoitettu kalusto) voivat muodostaa rajoitteen torjuntaoperaatiolle niin kaluston määrän kuin käytettävyyden suhteen. Pelastustoimen toimintaympäristölle tyypilliset, matalat ja karikoiset vedet ovat jo lähtökohtaisesti haastavia.

Pelastuslaitoksilla oleva aluskalusto on suunniteltu ja mitoitettu toimimaan rannikolla ja sen välittömässä läheisyydessä. Aavalla merellä pelastuslaitoksen kalustolla voi toimia vain ihanneolosuhteissa. Alukset on suunniteltu joko kalustokuljetukseen, keräykseen, ankkurointiin tai nopeaan tiedusteluun. Aluskalustolla on hyvin rajoitettu kyky toimia jääolosuhteissa. Pääosin kalusto onkin normaalitalvina telakoituna joulukuusta huhtikuun alkuun jäätilanteesta riippuen.

Puomikalustona pelastuslaitoksilla on rannikolle soveltuvaa aitapuomia ja järeämpää meripuomia. Puomikalustoa on hankittu suunnitelmissa olevia määriä, riippuen pelastuslaitoksesta. Pääosin eri pelastuslaitosten puomit ovat yhteensopivia, joten suuremmissa tilanteissa puomikalustoa on

saatavilla naapurilaitoksilta. Kun puomia pyydetään toisilta pelastuslaitoksilta, on kuitenkin aina hyvä vielä varmistua siitä, että puomit tosiaan ovat yhteensopivia. Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksiin hankittu puomimäärä ei kokonaispituudeltaan vastaa liikennealueen rajaa seurailevan, pelastustoimen vastualueella olevan rannikon koko pituutta vaan noin 15:tä % siitä. Puomitusten sijainnit tulee siis arvioida hyvin ja oikea-aikaisesti.

Puomikaluston siirtäminen torjunta-alueelle tehdään pääosin aluksilla. Alkuvaiheessa tiedustelun jälkeen on hyvä arvioida myös sitä, kannattaako puomikalustoa siirtää maakuljetuksilla lähemmäs torjunta-alueetta. Tätä varten pelastuslaitokset ovat tiedustelleet puomin lastaamiseen soveltuvia satamapaikkoja alueeltaan.

Puomikaluston kuljettamiseksi torjunta-alueelle pelastuslaitoksilla on käytettävissään tarkoitukseen suunniteltuja lauttoja ja aluksia. Osa pelastuslaitoksen kalustosta soveltuu sekä puomien kuljettamiseen että keräämiseen. Tähän tehtävään voidaan käyttää myös muita soveltuvia aluksia kuin pelastuslaitoksen aluksia.

Pelastuslaitoksen aluksilla kuljetettava puomimäärä riippuu aluksesta ja puomityypistä. Rannikolle soveltuvaa aitapuomia sopii aluksiin noin 200 metristä 500 metriin kerrallaan. Alukseen mahtuva puomimäärä tulee testata ennakkoon ja lisätä suunnitelmiin. Raskaammissa, keloilla olevissa puomeissa rajoitteeksi nousee myös aluksen kantavuus.

Ankkurointiin soveltuvissa aluksissa ei ole rajoitteita, jotka estäisivät niiden käytön niissä olosuhteissa, joissa torjuntatoimet muutoin ovat mahdollisia. Ankkurointitehtävään lähdetessä on varmistuttava riittävästä määrästä ankkureita, niihin soveltuvista ketteingeistä ja liittämiseen soveltuvista varusteista.

Pelastuslaitokset käyttävät aluksissaan polttoaineena pääosin polttoöljyä. Pienemmissä aluksissa polttoaineena voi olla myös bensiini. Pelastuslaitokset ovat varautuneet polttoainetäydennyksiin omilla säiliöillään, ja normaalitilanteessa säiliöihin on saatavilla täydennystä nopealla aikataululla. Pitkäkestoisissa tilanteissa on hyvä jo alkuvaiheessa varautua siihen, että polttoainetta on riittävästi saatavilla.

Todellinen keräyskyky

Keräävissä aluksissa keräysjärjestelmä on joko irrallinen, aluksen laitaan asennettava keräin tai alukseen sisäänrakennettu kiinteä järjestelmä. Irrallinen järjestelmä vaatii laitteiston asentamisen rannassa, mikä vie aikaa ja vaatii useamman henkilön toimintaa. Kiinteä järjestelmä on helpommin selvitettävissä ja kulkee aina aluksen mukana. Kiinteän järjestelmän selvittämiseen vaaditaan vähintään kolme asiaan koulutettua henkilöä. Itse keräyksessä järjestelmissä ei ole eroa, vaan molemmat toimivat samanlaisissa olosuhteissa. Keräysnopeuden on oltava hyvin pieni, noin yhden solmun luokkaa, jotta kerättävä aine pysyy puomin sisällä eikä karkaa sen ali tai yli. Kerättävän aineen tulee myös olla keräyskelpoista. Keräimille on tehty hyvin vähän selkeitä testejä oikeilla aineilla, ja varmin tapa varmistua siitä, että aineen kerääminen onnistuu, onkin kokeilla sitä.

Aiempien öljyvahinkojen perusteella on arvioitu, että (johtuen muun muassa öljyn kerrospaksuudesta ja sen hajoamisesta epäyhtenäiseksi lautaksi) keräinlaitteiden todelliseksi keräystehoksi voi arvioida noin viidesosan laitevalmistajan ilmoituksesta. Todelliseen keräystehoon voi vaikuttaa myös öljyn siirtopumpun kapasiteetti.

Pelastuslaitoksilla on aluksissa olevien keräysjärjestelmien lisäksi erityyppisiä siirrettäviä keräimiä. Niitä ovat kaivinkonekäyttöiset suuremmat keräimet, kelluvat erikokoiset keräimet ja rannanpuhdistukseen tarkoitetut pienet, käsin liikuteltavat harjakeräimet.

Kaivinkonekäyttöisissä keräimissä ongelmaksi voi muodostua hydraulikan yhteensopivuus käytettävän koneen kanssa. Tähän on varauduttu ennalta tekemällä esisopimuksia kaivinkoneyrittäjien kanssa. Keräystoimintaa on myös harjoiteltu kyseisten urakoitsijoiden kanssa. Myös koneiden saatavuus voi tuoda rajoitteen keräinten käytölle. Niinpä jo alkuvaiheessa onkin hyvä olla yhteydessä urakoitsijoihin, jotta koneita on saatavilla tarpeen tullen.

Muut käytettävissä olevat keräimet vaativat oman voimakoneensa. Tämä on huomioitava keräystoimenpiteitä suunniteltaessa. Myös voimakoneiden polttoainetäydennys tulee ottaa huomioon.

Kaikkien erityyppisten keräinten käytössä tulee

varmistua, että käyttävä taho on saanut riittävän koulutuksen välineiden käyttöön. Keräystä tehtäessä tulee varmistua myös siitä, että paikalla on riittävästi säiliöitä, joihin keräys suoritetaan.

Työturvallisuus ja suojaimet

Öljyntorjuntasuunnitelmissa pelastuslaitokset ovat varanneet varastoihinsa mitoitettua varustusta verran suojarusteita keräyshenkilöstölle. Suuressa tilanteessa varusteet loppuvat melko pian, jos olosuhteet ovat huonot. Jo alkuvaiheessa on varauduttava suojarusteiden lisähankintoihin esimerkiksi toisilta pelastuslaitoksilta. Toinen vaihtoehto on selvittää hankintakanavista, miten varusteita saadaan lisää mahdollisimman nopeasti.

Pimeään aikaan torjuntatyön riskit lisääntyvät melkoisesti, joten valaisukalustoon on kiinnitettävä riittävästi huomiota. Henkilökohtainen valaisu hoidetaan pääosin otsalampuilla, joita virtalähteen on varattu varastoihin. Torjunta-aluksissa on oma hyvä, kiinteä valaisukalusto. Rannanpuhdistuksen työpisteelle on varattava riittävä määrä valaisukalustoa yleisvalaisuun.

Henkilöstöresurssit

Torjuntaan osallistuva pelastuslaitoksen henkilöstö koostuu päätoimisesta ja sopimuspalokuntien henkilöstöstä. Esimerkiksi Kymenlaakson pelastuslaitoksen suunnitelmissa oleva täysvalmius käsittää 276 henkilöä. Tästä valmiudesta öljyntorjuntaan merellä on koulutettu noin kolmasosa. Samalla valmiudella hoidetaan myös pelastustoimen muut lakisäätiset tehtävät.

Pitkäkestoisessa torjuntaoperaatiossa henkilöstön määrä tulee aiheuttamaan hankaluutta täysipainoiseen torjuntatyöhön. Alkuvaiheessa on tärkeää suunnitella toimintaa pidemmälle, jotta osaava henkilöstö ei lopu. Tähän voidaan vaikuttaa työvuorosuunnittelulla ja oikeanlaisella työrytmyksellä. Henkilöstön lisäkoulutus öljyntorjuntaan on syytä käynnistää heti suuremman torjuntaoperaation alkuvaiheessa. Sopimuspalokuntien henkilöstön osalta haasteen aiheuttavat myös henkilöiden omat päivätyöt.

Torjuntahenkilöstö vaatii myös tehokkaan huollon, niin varusteiden kuin muonituksenkin osalta. Huollon suunnittelu ja toteutus vaativat asiaan perehtyneet henkilöt hoitamaan niitä. Muonitusta suunniteltaessa on huomioitava sen vaatimat

erityisjärjestelyt ja aika. Torjuntahenkilöstön väsymys ja varusteiden puute vaikuttavat huomattavasti työn tehokkuuteen.

Torjuntaoperaatiota suunniteltaessa ja toteutettaessa on huomioitava myös muut tehtävät. Iso osa öljyntorjuntatyöhön koulutetusta henkilöstöstä on avainasemassa ja tärkeitä pelastustoiminnassa. Henkilöstön koulutusta suunniteltaessa tämä on hyvä ottaa huomioon, jotta osaaminen ei kasaannu vain pienelle osalle henkilöstöstä.

Kerättävä aine ja vahingon tyyppi

Alkuvaiheen tiedustelulla selvitetään torjuttava aine tai aineet. Vahingon rajaamisessa pelastuslaitoksen kalusto toimii pääosin kaikilla veden pinnalla kelluvilla aineilla. Aineen keräämiseen vaikuttavat itse aine ja käytettävä keräyslaite. Kaikkien öljylaatujen kerääminen ei pelastuslaitoksen kalustolla onnistu. Käytännössä keräämisen onnistuminen havaitaan kokeilemalla. Lähtökohtaisesti kevytpolttoöljy tarttuu harjakeräimiin huonosti ja keräys on hidasta. Raskaammassa polttoöljyissä rajoitteeksi tulevat aineen viskositeetti ja mahdollinen vajoaminen. Raakaöljyn keräyksessä toimintaa rajoittavat öljystä haihtuvat syttymiskelpoiset seokset ja haitalliset pitoisuudet. Valtion aluksista muutama pystyy toimimaan näissä olosuhteissa. Pelastuslaitosten alusoperaatioiden turvallisuus on varmistettava pitoisuusmittauksin.

Öljyvahingon tyyppillä on merkitystä torjuntaan valittavassa taktiikassa. Ulkomerellä tapahtuvassa vahingossa pelastuslaitoksella on enemmän aikaa suunnitella torjunnan toteuttamista ja varautumista tilanteen vaatimiin toimenpiteisiin. Lähempänä rantaa suunnitteluun on vähemmän aikaa ja torjuntatyön nopeudella on suuri merkitys vahingon laajuuteen. Öljyn kulkeutumisessa kuluva aika muuttaa myös torjuttavan aineen ominaisuuksia. Oman ongelmansa vahinkoon tuo, jos tapaukseen liittyy henkilöiden joutuminen vaaraan. Esimerkkinä voidaan pitää matkustaja-aluksen ja öljysäiliöaluksen törmäystä. Tällaisessa tilanteessa ihmiset on pelastettava ensin, jolloin öljyvahinko saattaa ehtiä laajentua huomattavasti. Vahingossa voi olla osallisena myös kemikaaleja, joiden aiheuttamat vaarat on huomioitava torjuntatyössä. Myös aluksen muu lasti voi vaikeuttaa toimimista vahinkopaikalla.

Altarriba, E. 2017. **Öljyn leviämisen estimointi arviointitaulukoiden avulla osana operatiivista öljyntorjuntatyötä Saimaalla.** Xamk Tutkii 2. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Halonen, J. 2020a. **Meriliikenteen polttoaineet ja lastina kuljetettavat öljyt Suomenlahdella.** Teoksessa Halonen, J. (toim.) 2021. **Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa.** SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Xamk Kehittää 134. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Halonen, J. 2020b. **Suomenlahdella tapahtuneet alusonnnettomuudet 2000–2017.** Teoksessa Halonen, J. (toim.) 2021. **Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa.** SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Xamk Kehittää 134. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Halonen, J. 2021. **Tiered response – öljyntorjuntatasot varautumisen tukena.** Teoksessa Halonen, J. (toim.) **Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa.** SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Xamk Kehittää 134. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

IPIECA, API & IOGP 2017. **Guidelines on implementing spill impact mitigation assessment (SIMA).** A technical support documentation to accompany the IPIECA-IOGP guidance on net environmental benefit analysis (NEBA). IOGP report 593.

Kauppinen, J. 2020. **Alusonnnettomuudet ja säiliöalusliikenne pelastustoimialueiden näkökulmasta.** Teoksessa Halonen, J. (toim.) 2021. **Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa.** SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Xamk Kehittää 134. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Norema, S. 2020. **Torjuntaoperaation rajoitukset.** Teoksessa Halonen, J. (toim.) 2021. **Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa.** SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Xamk Kehittää 134. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

Partio, A. 2009. **Pelastustoimikohtainen alusliikennekuva.** Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Merenkulun koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Tilastot ja tietokannat

- Helsinki Commission. Helcom Map and Data Service. Onnettomuustietokanta. Saatavissa: <https://helcom.fi/baltic-sea-trends/data-maps>.
- Satamaliiton kuukausitilastot.
- Suomen virallinen tilasto. Ulkomaan merikuljetukset satamittain ja tavaralajeittain 2016-2018. Helsinki: Tilastokeskus.

Traficomin väyläkortit 2020

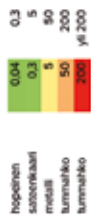
- Porkkala–Helsinki-talviväylä
- Hangon 13 m:n väylä
- Hangon kiertoväylä
- Hanko–Tvärminne 9 m
- Inkoon väylä 13 m
- Kantvikin väylä
- Helsingin 9,6 m:n väylä
- Helsingin Länsisataman väylä
- Helsinki–Orregrund
- Vuosaaren väylä 11 m
- Sköldvikin 15,3 m:n väylä
- Loviisan 9,5 m:n väylä
- Mussalon 15,3 m:n väylä
- Orregrund–Kotka-väylä
- Haminan 12 m:n väylä

ÖLJYN LEVIÄMISEN ARVIOINTITAUUKOT – KERTAVUOTO

(ilman tuulen ja virtauksen vaikutusta)

Vuototapahtuma: kertavuotoon verrattava lyhytaikainen tapahtuma (m³)

Juoksevassa muodossa olevat, kevyet öljyväidut
 Viisi erillistä taulukkoa riippuen pintaveden lämpötilasta



Veden pintalämpötilalla
 0–5 astetta

Alka vuodon alusta	ÖLJYVUODON SUURUUS (m ³)																													
	30			20			10			7,5			5			2,5			1			0,5								
	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)						
15	100	630	11	0,11	7	0,4	0,2	955	637	318	239	159	80	32	16	100	630	11	0,11	7	0,4	0,2	955	637	318	239	159	80	32	16
30	150	1070	9	0,09	5	0,3	0,2	373	249	124	93	62	31	12	6	150	1070	9	0,09	5	0,3	0,2	373	249	124	93	62	31	12	6
45	210	1320	8	0,08	5	0,3	0,2	217	144	72	54	36	18	7	4	210	1320	8	0,08	5	0,3	0,2	217	144	72	54	36	18	7	4
60	260	1630	7	0,07	4	0,3	0,1	141	94	47	35	24	12	5	3	60	260	7	0,07	4	0,3	0,1	141	94	47	35	24	12	5	3
75	310	1950	7	0,07	4	0,2	0,1	99	66	33	25	17	8	3	2	75	310	7	0,07	4	0,2	0,1	99	66	33	25	17	8	3	2
90	360	2260	7	0,07	4	0,2	0,1	74	49	25	18	10	6	2	1	90	360	7	0,07	4	0,2	0,1	74	49	25	18	10	6	2	1
105	400	2510	6	0,06	4	0,2	0,1	60	40	20	15	12	5	2	1	105	400	6	0,06	4	0,2	0,1	60	40	20	15	12	5	2	1
120	440	2760	6	0,06	4	0,2	0,1	49	33	16	10	8	7	2	1	120	440	6	0,06	4	0,2	0,1	49	33	16	10	8	7	2	1
135	480	3020	6	0,06	4	0,2	0,1	41	28	14	10	7	6	1	1	135	480	6	0,06	4	0,2	0,1	41	28	14	10	7	6	1	1
150	520	3270	6	0,06	3	0,2	0,1	35	24	12	9	6	5	1	1	150	520	6	0,06	3	0,2	0,1	35	24	12	9	6	5	1	1
165	560	3520	6	0,06	3	0,2	0,1	30	20	10	8	5	5	1	1	165	560	6	0,06	3	0,2	0,1	30	20	10	8	5	5	1	1
180	600	3770	6	0,06	3	0,2	0,1	27	18	9	7	4	4	1	1	180	600	6	0,06	3	0,2	0,1	27	18	9	7	4	4	1	1

5–10 astetta

Alka vuodon alusta	ÖLJYVUODON SUURUUS (m ³)																													
	30			20			10			7,5			5			2,5			1			0,5								
	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)	Säide (m)	Piiri (m)	Alue (m ²)						
15	100	630	11	0,11	7	0,4	0,2	955	637	318	239	159	80	32	16	100	630	11	0,11	7	0,4	0,2	955	637	318	239	159	80	32	16
30	170	1070	9	0,09	6	0,3	0,2	330	220	110	83	55	28	11	6	30	170	9	0,09	6	0,3	0,2	330	220	110	83	55	28	11	6
45	220	1380	8	0,08	5	0,3	0,2	197	132	66	49	33	16	7	4	45	220	8	0,08	5	0,3	0,2	197	132	66	49	33	16	7	4
60	280	1760	8	0,08	5	0,3	0,2	122	81	41	30	20	10	4	3	60	280	8	0,08	5	0,3	0,2	122	81	41	30	20	10	4	3
75	320	2010	7	0,07	4	0,3	0,1	93	62	31	23	16	8	3	2	75	320	7	0,07	4	0,3	0,1	93	62	31	23	16	8	3	2
90	370	2320	7	0,07	4	0,2	0,1	70	47	23	17	12	6	2	1	90	370	7	0,07	4	0,2	0,1	70	47	23	17	12	6	2	1
105	420	2640	7	0,07	4	0,2	0,1	54	36	18	14	9	5	2	1	105	420	7	0,07	4	0,2	0,1	54	36	18	14	9	5	2	1
120	460	2890	6	0,06	4	0,2	0,1	45	30	15	11	8	6	2	1	120	460	6	0,06	4	0,2	0,1	45	30	15	11	8	6	2	1
135	500	3140	6	0,06	4	0,2	0,1	38	25	13	10	6	5	2	1	135	500	6	0,06	4	0,2	0,1	38	25	13	10	6	5	2	1
150	540	3390	6	0,06	4	0,2	0,1	33	22	11	9	5	5	2	1	150	540	6	0,06	4	0,2	0,1	33	22	11	9	5	5	2	1
165	580	3640	6	0,06	4	0,2	0,1	28	19	9	8	4	4	1	1	165	580	6	0,06	4	0,2	0,1	28	19	9	8	4	4	1	1
180	620	3900	6	0,06	3	0,2	0,1	25	17	8	6	4	4	1	1	180	620	6	0,06	3	0,2	0,1	25	17	8	6	4	4	1	1

10-15 astetta

Öljyvudon koko		Öljyvudon leviämispopeus			ÖLJYVUDON SUURUUS (m ³)									
Aluevuodon alusta	Pinta (m ²)	cm/s	m/s	m ³ /min	30	20	10	7,5	5	2,5	1	0,5		
Säte (m)	Aluevuodon alusta	cm/s	m/s	m ³ /min	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	
15	100	630	11	0,11	7	0,4	0,2	239	159	80	32	15		
30	170	1070	9	0,09	6	0,3	0,2	110	55	28	11	6		
45	230	1450	9	0,09	5	0,3	0,2	83	30	25	11	6		
60	280	1760	8	0,08	5	0,3	0,2	45	20	18	6	3		
75	340	2140	8	0,08	5	0,3	0,1	30	14	10	4	2		
90	380	2390	7	0,07	4	0,3	0,1	21	10	7	3	2		
105	430	2700	7	0,07	4	0,2	0,1	17	9	6	2	1		
120	480	3020	7	0,07	4	0,2	0,1	13	7	4	2	1		
135	520	3270	6	0,06	4	0,2	0,1	10	6	3	1	1		
150	560	3520	6	0,06	4	0,2	0,1	8	5	3	1	1		
165	600	3770	6	0,06	4	0,2	0,1	7	5	3	1	1		
180	640	4020	6	0,06	4	0,2	0,1	5	4	2	1	1		

15-20 astetta

Öljyvudon koko		Öljyvudon leviämispopeus			ÖLJYVUDON SUURUUS (m ³)									
Aluevuodon alusta	Pinta (m ²)	cm/s	m/s	m ³ /min	30	20	10	7,5	5	2,5	1	0,5		
Säte (m)	Aluevuodon alusta	cm/s	m/s	m ³ /min	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	
15	110	690	12	0,12	7	0,4	0,2	197	132	66	26	13		
30	180	1130	10	0,10	6	0,4	0,2	74	49	25	10	5		
45	240	1510	9	0,09	5	0,3	0,2	41	28	14	6	3		
60	290	1820	8	0,08	5	0,3	0,2	28	19	9	4	2		
75	350	2200	8	0,08	5	0,3	0,2	19	13	6	3	2		
90	400	2510	7	0,07	4	0,3	0,1	15	10	5	2	1		
105	450	2830	7	0,07	4	0,3	0,1	12	8	4	2	1		
120	490	3080	7	0,07	4	0,2	0,1	10	7	3	2	1		
135	540	3390	7	0,07	4	0,2	0,1	8	5	3	1	1		
150	580	3640	6	0,06	4	0,2	0,1	7	4	2	1	1		
165	620	3900	6	0,06	4	0,2	0,1	6	4	2	1	1		
180	660	4150	6	0,06	4	0,2	0,1	5	4	2	1	1		

20-25 astetta

Öljyvudon koko		Öljyvudon leviämispopeus			ÖLJYVUDON SUURUUS (m ³)									
Aluevuodon alusta	Pinta (m ²)	cm/s	m/s	m ³ /min	30	20	10	7,5	5	2,5	1	0,5		
Säte (m)	Aluevuodon alusta	cm/s	m/s	m ³ /min	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	Väri	Öljyvudon pakkaus (m ³)	
15	110	690	12	0,12	7	0,4	0,2	197	132	66	26	13		
30	180	1130	10	0,10	6	0,4	0,2	74	49	25	10	5		
45	250	1570	9	0,09	6	0,4	0,2	38	25	13	5	3		
60	300	1880	8	0,08	5	0,3	0,2	27	18	9	4	2		
75	360	2260	8	0,08	5	0,3	0,2	18	12	6	2	1		
90	410	2580	8	0,08	5	0,3	0,1	14	9	5	2	1		
105	460	2890	7	0,07	4	0,3	0,1	11	8	4	2	1		
120	510	3200	7	0,07	4	0,2	0,1	9	7	3	1	1		
135	550	3460	7	0,07	4	0,2	0,1	8	6	3	1	1		
150	590	3720	6	0,06	4	0,2	0,1	7	5	3	1	1		
165	640	4030	6	0,06	4	0,2	0,1	6	4	2	1	1		
180	690	4340	6	0,06	4	0,2	0,1	5	4	2	1	1		

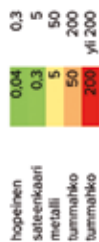
ÖLJYN LEVIÄMISEN ARVIOINTITAUUKOT – JATKAVA VUOTO

(ilman tuulen ja virtauksen vaikutusta)

Vuototaipuma: jatkuva vuoto (m³/min)

Juoksevassa muodossa olevat, kevyet öljyaaudit

Viisi erillistä taulukkoa riippuen pintaveden lämpötilasta



Veden pintalämpötila 0–5 astetta

Alka vuodon alusta (min)	Öljyvuoodon koko		Öljyvuoodon suuruus (m ³ /min)					Öljyvuoodon suuruus (m ³ /min)												
	Säle (m)	Pieri (m)	cm/s	m/s	km/h	solmu	1		0,25		0,1									
							Öljyvuoodon paksuus (µm)	Väri	Öljyvuoodon paksuus (µm)	Väri	Öljyvuoodon paksuus (µm)	Väri								
15	90	570	10	0,10	6	0,4	1768	tod. väri	1179	tod. väri	589	tod. väri	442	tod. väri	295	tod. väri	147	liki tod. väri	59	liki tod. väri
30	160	1040	9	0,09	5	0,3	1119	tod. väri	746	tod. väri	373	tod. väri	280	tod. väri	187	liki tod. väri	93	liki tod. väri	37	metalli
45	210	1320	8	0,08	5	0,3	974	tod. väri	650	tod. väri	325	tod. väri	244	tod. väri	162	liki tod. väri	81	liki tod. väri	32	metalli
60	260	1630	7	0,07	4	0,3	848	tod. väri	565	tod. väri	283	tod. väri	212	tod. väri	141	liki tod. väri	71	liki tod. väri	28	metalli
75	300	1880	7	0,07	4	0,2	796	tod. väri	531	tod. väri	265	tod. väri	199	liki tod. väri	133	liki tod. väri	66	liki tod. väri	27	metalli
90	350	2200	6	0,06	4	0,2	702	tod. väri	468	tod. väri	234	tod. väri	175	liki tod. väri	117	liki tod. väri	58	liki tod. väri	23	metalli
105	390	2450	6	0,06	4	0,2	659	tod. väri	439	tod. väri	220	tod. väri	165	liki tod. väri	110	liki tod. väri	55	liki tod. väri	22	metalli
120	430	2700	6	0,06	4	0,2	620	tod. väri	413	tod. väri	207	tod. väri	155	liki tod. väri	103	liki tod. väri	52	liki tod. väri	21	metalli
135	470	2950	6	0,06	3	0,2	584	tod. väri	389	tod. väri	194	liki tod. väri	146	liki tod. väri	97	liki tod. väri	49	metalli	19	metalli
150	510	3200	6	0,06	3	0,2	551	tod. väri	367	tod. väri	184	liki tod. väri	138	liki tod. väri	92	liki tod. väri	46	metalli	18	metalli
165	550	3460	6	0,06	3	0,2	521	tod. väri	347	tod. väri	174	liki tod. väri	130	liki tod. väri	87	liki tod. väri	43	metalli	17	metalli
180	580	3640	5	0,05	3	0,2	511	tod. väri	341	tod. väri	170	liki tod. väri	128	liki tod. väri	85	liki tod. väri	43	metalli	17	metalli

5–10 astetta

Alka vuodon alusta (min)	Öljyvuoodon koko		Öljyvuoodon suuruus (m ³ /min)					Öljyvuoodon suuruus (m ³ /min)												
	Säle (m)	Pieri (m)	cm/s	m/s	km/h	solmu	1		0,25		0,1									
							Öljyvuoodon paksuus (µm)	Väri	Öljyvuoodon paksuus (µm)	Väri	Öljyvuoodon paksuus (µm)	Väri								
15	100	630	11	0,11	7	0,4	1432	tod. väri	955	tod. väri	477	tod. väri	358	tod. väri	239	tod. väri	119	liki tod. väri	48	metalli
30	160	1040	9	0,09	5	0,3	1119	tod. väri	746	tod. väri	373	tod. väri	280	tod. väri	187	liki tod. väri	93	liki tod. väri	37	metalli
45	220	1380	8	0,08	5	0,3	888	tod. väri	592	tod. väri	296	tod. väri	222	tod. väri	148	liki tod. väri	74	liki tod. väri	30	metalli
60	270	1700	8	0,08	5	0,3	785	tod. väri	524	tod. väri	262	tod. väri	196	liki tod. väri	131	liki tod. väri	65	liki tod. väri	26	metalli
75	320	2010	7	0,07	4	0,3	699	tod. väri	466	tod. väri	233	tod. väri	175	liki tod. väri	117	liki tod. väri	58	liki tod. väri	23	metalli
90	360	2260	7	0,07	4	0,2	663	tod. väri	442	tod. väri	221	tod. väri	166	liki tod. väri	111	liki tod. väri	55	liki tod. väri	22	metalli
105	400	2580	7	0,07	4	0,2	596	tod. väri	398	tod. väri	199	liki tod. väri	149	liki tod. väri	99	liki tod. väri	50	metalli	20	metalli
120	450	2880	6	0,06	4	0,2	566	tod. väri	377	tod. väri	189	liki tod. väri	141	liki tod. väri	94	liki tod. väri	47	metalli	19	metalli
135	480	3080	6	0,06	4	0,2	537	tod. väri	358	tod. väri	179	liki tod. väri	134	liki tod. väri	89	liki tod. väri	45	metalli	18	metalli
150	530	3330	6	0,06	4	0,2	510	tod. väri	340	tod. väri	170	liki tod. väri	127	liki tod. väri	85	liki tod. väri	42	metalli	17	metalli
165	570	3580	6	0,06	3	0,2	485	tod. väri	323	tod. väri	162	liki tod. väri	121	liki tod. väri	81	liki tod. väri	40	metalli	16	metalli
180	610	3830	6	0,06	3	0,2	462	tod. väri	308	tod. väri	154	liki tod. väri	115	liki tod. väri	77	liki tod. väri	38	metalli	15	metalli

10–15 astetta

Aika vuodon alusta (min)	Öljyvauhtauksen koko		Öljyvauhtauksen leviämisnopeus						0,1												
	Säde (m)	Pää (m)	cm/s	m/s	m/min	km/h	solmu	1		0,25		0,5									
								Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri	Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri	Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri								
15	100	630	11	0,11	7	0,4	0,2	1432	tod. väri	955	tod. väri	477	tod. väri	358	tod. väri	239	tod. väri	119	liki tod. väri	48	metalli
30	170	1070	9	0,09	6	0,3	0,2	991	tod. väri	661	tod. väri	330	tod. väri	248	tod. väri	165	liki tod. väri	83	liki tod. väri	33	metalli
45	230	1450	9	0,09	5	0,3	0,2	812	tod. väri	542	tod. väri	271	tod. väri	203	tod. väri	135	liki tod. väri	68	liki tod. väri	27	metalli
60	280	1760	8	0,08	5	0,3	0,2	731	tod. väri	487	tod. väri	244	tod. väri	183	tod. väri	122	liki tod. väri	61	liki tod. väri	24	metalli
75	330	2070	7	0,07	4	0,3	0,1	658	tod. väri	438	tod. väri	210	tod. väri	164	tod. väri	110	liki tod. väri	55	liki tod. väri	22	metalli
90	380	2390	7	0,07	4	0,3	0,1	595	tod. väri	397	tod. väri	198	tod. väri	149	liki tod. väri	99	liki tod. väri	50	metalli		
105	420	2640	7	0,07	4	0,2	0,1	568	tod. väri	379	tod. väri	189	liki tod. väri	142	liki tod. väri	95	liki tod. väri	47	metalli		
120	460	2890	6	0,06	4	0,2	0,1	542	tod. väri	361	tod. väri	181	liki tod. väri	135	liki tod. väri	90	liki tod. väri	45	metalli		
135	510	3200	6	0,06	4	0,2	0,1	496	tod. väri	330	tod. väri	165	liki tod. väri	124	liki tod. väri	83	liki tod. väri	41	metalli		
150	550	3460	6	0,06	4	0,2	0,1	474	tod. väri	316	tod. väri	158	liki tod. väri	118	liki tod. väri	79	liki tod. väri	39	metalli		
165	590	3710	6	0,06	4	0,2	0,1	453	tod. väri	302	tod. väri	151	liki tod. väri	113	liki tod. väri	75	liki tod. väri	38	metalli		
180	630	3960	6	0,06	4	0,2	0,1	433	tod. väri	289	tod. väri	144	liki tod. väri	108	liki tod. väri	72	liki tod. väri	36	metalli		

15–20 astetta

Aika vuodon alusta (min)	Öljyvauhtauksen koko		Öljyvauhtauksen leviämisnopeus						0,1												
	Säde (m)	Pää (m)	cm/s	m/s	m/min	km/h	solmu	1		0,25		0,5									
								Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri	Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri	Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri								
15	100	630	11	0,11	7	0,4	0,2	1432	tod. väri	955	tod. väri	477	tod. väri	358	tod. väri	239	tod. väri	119	liki tod. väri	48	metalli
30	170	1070	9	0,09	6	0,3	0,2	991	tod. väri	661	tod. väri	330	tod. väri	248	tod. väri	165	liki tod. väri	83	liki tod. väri	33	metalli
45	230	1450	9	0,09	5	0,3	0,2	812	tod. väri	542	tod. väri	271	tod. väri	203	tod. väri	135	liki tod. väri	68	liki tod. väri	27	metalli
60	280	1760	8	0,08	5	0,3	0,2	681	tod. väri	453	tod. väri	227	tod. väri	170	liki tod. väri	114	liki tod. väri	57	liki tod. väri	23	metalli
75	340	2140	8	0,08	5	0,3	0,1	620	tod. väri	414	tod. väri	207	tod. väri	155	liki tod. väri	103	liki tod. väri	52	liki tod. väri	21	metalli
90	390	2450	7	0,07	4	0,3	0,1	565	tod. väri	377	tod. väri	188	liki tod. väri	141	liki tod. väri	94	liki tod. väri	47	metalli		
105	430	2700	7	0,07	4	0,2	0,1	542	tod. väri	362	tod. väri	181	liki tod. väri	136	liki tod. väri	90	liki tod. väri	45	metalli		
120	480	3020	7	0,07	4	0,2	0,1	497	tod. väri	332	tod. väri	166	liki tod. väri	124	liki tod. väri	83	liki tod. väri	41	metalli		
135	520	3270	6	0,06	4	0,2	0,1	477	tod. väri	318	tod. väri	159	liki tod. väri	119	liki tod. väri	79	liki tod. väri	40	metalli		
150	570	3580	6	0,06	4	0,2	0,1	441	tod. väri	294	tod. väri	147	liki tod. väri	110	liki tod. väri	73	liki tod. väri	37	metalli		
165	610	3830	6	0,06	4	0,2	0,1	423	tod. väri	282	tod. väri	141	liki tod. väri	106	liki tod. väri	71	liki tod. väri	35	metalli		
180	650	4080	6	0,06	4	0,2	0,1	407	tod. väri	271	tod. väri	136	liki tod. väri	102	liki tod. väri	68	liki tod. väri	34	metalli		

20–25 astetta

Aika vuodon alusta (min)	Öljyvauhtauksen koko		Öljyvauhtauksen leviämisnopeus						0,1												
	Säde (m)	Pää (m)	cm/s	m/s	m/min	km/h	solmu	1		0,25		0,5									
								Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri	Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri	Öljyvauhtauksen paksuus (µm)	Väri								
15	110	690	12	0,12	7	0,4	0,2	1184	tod. väri	789	tod. väri	395	tod. väri	296	tod. väri	197	liki tod. väri	99	liki tod. väri	39	metalli
30	180	1130	10	0,10	6	0,4	0,2	884	tod. väri	589	tod. väri	295	tod. väri	221	tod. väri	147	liki tod. väri	74	liki tod. väri	29	metalli
45	240	1570	9	0,09	5	0,3	0,2	746	tod. väri	497	tod. väri	249	tod. väri	187	liki tod. väri	124	liki tod. väri	62	liki tod. väri	25	metalli
60	300	1980	8	0,08	5	0,3	0,2	637	tod. väri	424	tod. väri	212	tod. väri	159	liki tod. väri	106	liki tod. väri	53	liki tod. väri	21	metalli
75	350	2200	8	0,08	5	0,3	0,2	585	tod. väri	390	tod. väri	195	liki tod. väri	146	liki tod. väri	97	liki tod. väri	49	metalli		
90	400	2510	7	0,07	4	0,3	0,1	537	tod. väri	358	tod. väri	179	liki tod. väri	134	liki tod. väri	90	liki tod. väri	45	metalli		
105	450	2830	7	0,07	4	0,3	0,1	495	tod. väri	330	tod. väri	165	liki tod. väri	124	liki tod. väri	83	liki tod. väri	41	metalli		
120	490	3080	7	0,07	4	0,2	0,1	477	tod. väri	318	tod. väri	159	liki tod. väri	119	liki tod. väri	80	liki tod. väri	40	metalli		
135	540	3390	7	0,07	4	0,2	0,1	442	tod. väri	295	tod. väri	147	liki tod. väri	111	liki tod. väri	74	liki tod. väri	37	metalli		
150	580	3640	6	0,06	4	0,2	0,1	426	tod. väri	284	tod. väri	142	liki tod. väri	106	liki tod. väri	71	liki tod. väri	35	metalli		
165	630	3960	6	0,06	4	0,2	0,1	397	tod. väri	265	tod. väri	132	liki tod. väri	99	liki tod. väri	66	liki tod. väri	33	metalli		
180	670	4210	6	0,06	4	0,2	0,1	383	tod. väri	255	tod. väri	128	liki tod. väri	96	liki tod. väri	64	liki tod. väri	32	metalli		

Kevyiden öljyalaatujen haihtuminen öljyvuodossa prosentteina kokonaismäärästä

Aika vuodon alusta (h)	Lämpötila											
	0,5 °C	2,5 °C	5,0 °C	7,5 °C	10,0 °C	12,5 °C	15,0 °C	17,5 °C	20,0 °C	22,5 °C	25,0 °C	
1	4 %	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %	
6	11 %	11 %	12 %	12 %	13 %	13 %	13 %	14 %	14 %	15 %	15 %	
12	15 %	16 %	16 %	17 %	18 %	18 %	19 %	20 %	20 %	21 %	22 %	
18	19 %	19 %	20 %	21 %	22 %	23 %	23 %	24 %	25 %	26 %	27 %	
24	21 %	22 %	23 %	24 %	25 %	26 %	27 %	28 %	29 %	30 %	31 %	
30	24 %	25 %	26 %	27 %	28 %	29 %	30 %	31 %	32 %	33 %	34 %	
36	26 %	27 %	28 %	30 %	31 %	32 %	33 %	34 %	35 %	37 %	38 %	
42	28 %	29 %	31 %	32 %	33 %	34 %	36 %	37 %	38 %	39 %	41 %	
48	30 %	31 %	33 %	34 %	35 %	37 %	38 %	40 %	41 %	42 %	44 %	
54	32 %	33 %	35 %	36 %	38 %	39 %	40 %	42 %	43 %	45 %	46 %	
60	34 %	35 %	37 %	38 %	40 %	41 %	43 %	44 %	46 %	47 %	49 %	
66	36 %	37 %	38 %	40 %	42 %	43 %	45 %	46 %	48 %	49 %	51 %	
72	37 %	39 %	40 %	42 %	43 %	45 %	47 %	48 %	50 %	52 %	53 %	
78	39 %	40 %	42 %	44 %	45 %	47 %	49 %	50 %	52 %	54 %	55 %	
84	40 %	42 %	43 %	45 %	47 %	49 %	50 %	52 %	54 %	56 %	58 %	
90	42 %	43 %	45 %	47 %	49 %	50 %	52 %	54 %	56 %	58 %	60 %	
96	43 %	44 %	46 %	48 %	50 %	52 %	54 %	56 %	58 %	60 %	62 %	

sökö

SÖKÖSuomenlahti – Öljyntorjunnan toimintamalli
Suomenlahden rannikon pelastustoimialueilla.

VIHKO 01

Öljyvahinkoon varautuminen Suomenlahdella