

VIHKO 09B

# ÖLJYNTORJUNTA RANNIKOLLA JA SAARISTOSSA





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)

## ÖLJYNTORJUNTA RANNIKOLLA JA SAARISTOSSA

*Öljyntorjuntapuomeja käytetään rajaamaan öljyn leviämistä tai ohjaamaan sen kulkua suojattavien kohteiden ohi tai kohti määriteltyä keräysaluetta. Rajaamisella öljylautta saadaan lisäksi rikastumaan öljyn keräämisen kannalta riittävään kerrospaksuuteen. Puomituksen onnistumiselle asettavat haasteita öljyn kulkeutumisenopeus sekä virtausten, tuulen ja aallokon vaikutus puomituksen pitävyyteen. Oikealla puomivalinnalla sekä operaation hyvällä koordinoinnilla näitä haittoja voidaan vähentää, joskaan ei aina kokonaan poistaa. Huonoissa olosuhteissa mikään puomityyppi tai puomimuodostelma ei toimi täydellä varmuudella.*

*Puomitukseen on käytettävissä eri puomityyppejä, kuten aita- ja verhopuomeja. Oikeanlaisen puomityypin valinta oikeanlaiseen tehtävään riippuu puomin ominaisuuksista. Puomin tulisi olla riittävän joustava, jotta se pystyisi myötäilemään aallokon liikkeitä, mutta samalla riittävän jäykkä, jotta se pidättäisi öljyä mahdollisimman paljon. Puomin valintaan vaikuttavat myös veden syvyys ja virtaukset, tuulen pyyhkäisyala sekä aallonkorkeus. Tässä vihkossa tarkastellaan eri puomityyppien ominaisuuksia ja erilaisia tapoja puomien käyttämiseen. Lisäksi kuvataan öljyn keräämistä puomituksista ja rannan suojaamista. Tekstissä esitetään myös huomioita työturvallisuudesta puomituksessa. Työturvallisuutta yleisemmin käsitellään manuaalin vihkossa 5A.*

# SISÄLLYS

<b>TIIVISTELMÄ .....</b>	<b>6</b>
<b>1 PUOMIN RAKENNE .....</b>	<b>8</b>
<b>2 PUOMIN OMINAISUUDET .....</b>	<b>10</b>
<b>3 PUOMITYYPIT .....</b>	<b>11</b>
<b>4 PUOMIEN VALINTA.....</b>	<b>16</b>
<b>5 PUOMITUSTAKTIIKAT JA -TEKNIIKAT.....</b>	<b>18</b>
5.1 Rajaaminen ja nuottaus .....	18
<i>Ympäripuomitus.....</i>	<i>20</i>
<i>Nuottaus kahdella tai kolmella aluksella.....</i>	<i>25</i>
<i>Nuottaus yhdellä aluksella.....</i>	<i>28</i>
<i>Kriittinen nopeus.....</i>	<i>28</i>
5.2 Ohjaaminen ja suuntaaminen.....	32
5.3 Suojaaminen .....	34
<b>6 PUOMITARPEEN ARVIOINTI .....</b>	<b>36</b>
<b>7 PUOMITUSPAIKAN VALINTA.....</b>	<b>38</b>
<b>8 PUOMIEN LASTAAMINEN JA SIIRTOKULJETUS.....</b>	<b>40</b>
8.1 Puomien siirrot.....	41
8.2 Puomien lastaaminen torjunta-aluksiin .....	42
8.3 Puomin laskupaikan valinta.....	42
<b>9 PUOMISELVITYS JA ANKKUROINTI.....</b>	<b>43</b>
9.1 Puomiselvitys rannasta veteen.....	43
9.2 Puomiselvitys vedessä .....	45
9.3 Puomiselvitys ja ankkurointi alukselta.....	45
<b>10 ANKKURIT JA ANKKUROINTITARVIKKEET .....</b>	<b>47</b>
10.1 Ankkurointivälineet .....	47
10.2 Ankkurityypit.....	49
<b>11 ÖLJYN KERÄÄMINEN PUOMITUKSISTA .....</b>	<b>53</b>
<b>12 PUOMIEN PESU JA HUOLTO .....</b>	<b>56</b>
<b>13 HUOMIOITA TYÖTURVALLISUUDESTA .....</b>	<b>57</b>

<b>LISÄTIETOA .....</b>	<b>58</b>
<b>TOK 9B 1</b> Nuottaus usealla aluksella .....	59
<b>TOK 9B 2</b> Nuottaus yhdellä aluksella.....	61
<b>TOK 9B 3</b> Ympäripuomitus .....	62
<b>TOK 9B 4</b> Sulkupuomitus .....	63
<b>TOK 9B 5</b> Ohjauspuomitus.....	64
<b>TOK 9B 6</b> Ohjauspuomitus paravaanilla.....	66
<b>TOK 9B 7</b> Suuntauspuomitus .....	68
<b>TOK 9B 8</b> Öljypuomin selvitys.....	69
<b>TOK 9B 9</b> Ankkurointi.....	70
<b>TOK 9B 10</b> Alukseen kiinteästi asennetun keräinjärjestelmän käyttö .....	72

# TIIVISTELMÄ

- Torjuntatekniikoina voidaan käyttää yhden tai useamman aluksen dynaamista puomitusta, staattisia ankkuroituja tai rantakiinnitteisiä puomituksia ja öljyn keräämistä. Torjuntatekniikoina voidaan hyödyntää esimerkiksi rajaamista, nuottausta, ohjausta tai suuntaamista.
- Rajaamisessa voidaan käyttää ympäripuomitusta, motitusta ja nuottausta esimerkiksi U-, V- ja J-muodostelmissa.
- Ympäripuomitukseen tarvitaan puomia noin kuusi kertaa kohteen pituuden verran. Puomitusta luodaan muodostamalla kaksi suojauskätkää, joiden väliin jätetään riittävästi pintautumistilaa ensimmäisestä kehästä mahdollisesti karkaavalle öljylle.
- Nuottaamista tehostaa huomattavasti, jos on mahdollista käyttää ilmatiedustelua ohjaamaan alukset öljylautan paksuimpaan kohtaan. Tehokkaimmin nuottaus toimii, kun alukset pysyvät riittävän lähellä toisiaan. Leveän pyyhkäisyalan tavoittelemisen sijaan kannattaa nuotata kapeammalla leveydellä useampaan kertaan.
- Öljypisaroiden tai -läiskien nousu pintaan puomin jäljestä kertoo nuotan vuotamisesta. Nuotan liiallisesta nopeudesta kielivät nuotan perään syntyvät vesipyörteet. Puomin pohjukkaa ei kuitenkaan hinaavista aluksista näe – tähän tulee käyttää joko vene- tai ilmatiedustelua.
- Nuotattaessa tai puomitettaessa virtausnopeuden puomilla ei tule ylittää puolta solmua (noin 0,3 m/s). Tätä kutsutaan kriittiseksi nopeudeksi. Kun tämä nopeus ylittyy, öljy, joka kohtaa puomin pohjukassa kohtisuoran puomipinnan, karkaa puomin ali. Öljy karkaa, vaikka puomi pysyisikin pystyssä. Ilmiö ei siis edellytä puomin kaatumista tai sukeltamista. Kriittisen nopeuden raja-arvo määräytyy puomin rakenteen lisäksi öljytyypin perusteella.
- Virtaavassa vedessä puomeja käytetään suuntaamiseen ja ohjaamiseen siten, että puomi asetetaan kulmaan veden virtaussuuntaan nähden, jotta suhteellinen nopeus puomin pinnassa vähenisi. Suuntauskulma edellyttää pidempää puomia kuin suojaavan kohteen pituus tai vesistön leveys. Esimerkiksi kapeikossa, jossa veden virtausnopeus on suuri, puomia tarvitaan 3–4 kertaa vesialueen leveyden verran.
- Suurissa virtausnopeuksissa öljyn pysäyttämiseen tarvitaan useampi puomi. Kun ensimmäinen puomi ottaa vastaan suurimman virtausvoiman, virtaus on seuraavalla puomilla jo hieman hitaampaa. Jälkimmäisen puomin toimintavarmuus on siten paljon parempi.
- Suojaamisessa on huomattava, että yhden alueen suojaaminen saattaa helposti johtaa viereisten alueiden likaantumiseen, ellei öljyn liikettä saada pysäytettyä. Siksi on pyrittävä muodostamaan alueita, joihin öljy alkaa kertyä ja joista sitä poistetaan.
- Öljyvuoto virtaavaan veteen leviää ja kulkeutuu laajalle alueelle, ellei sitä saada rajattua tai ohjattua rantaan kerättäväksi. Öljyn pysäytyspaikka valitaan hitaammin virtaavalta alueelta, esimerkiksi joen suvantoalueelta tai lahdelmasta alueen herkkyyden, puhdistettavuuden ja logistiset rajoitteet huomioiden.
- Pysäytyspaikka suojataan rannansuojapuomilla ja imeyttävällä materiaalilla ennen öljyn rantaan ohjaamista.
- Puomituksen onnistumiselle asettavat haasteita öljyn kulkeutumisen nopeus, lautan hajoaminen useaan osaan sekä virtausten, tuulen ja aallokon vaikutus puomin toimintakykyyn. Puomityyppi valitaan vesialueen syvyyden, suojaisuuden ja virtausolosuhteiden mukaan.

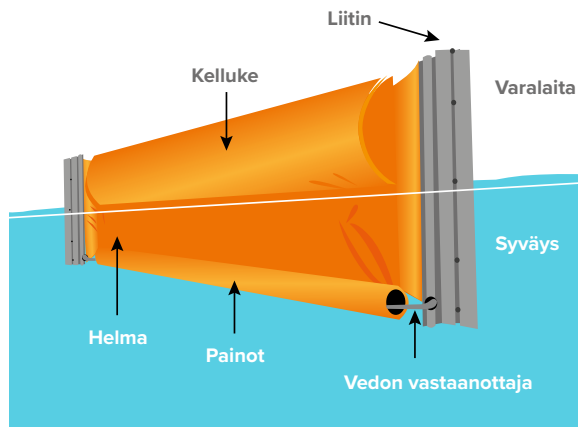


Tämä teksti pohjautuu SÖKÖSaimaa-manuaaliin koostettuun tietopakettiin (Halonen 2018), jonka lähteenä on käytetty IMon selvityksiä *Manual on Oil Pollution, Combating Oil Spills* (2005) ja *Guideline for Oil Spill Response in Fast Currents* (2013), ITOPFin ohjetta *Use of Booms in Oil Pollution Response* (2014), M. Fingasın teosta *The Basics of Oil Spill Cleanup* (2013), Suomen ympäristökeskuksen *Öljyvuomiopasta* (2018) sekä U.S. Navyn ja U.S. Coast Guardin manuaaleja. SÖKÖSaimaan alkuperäinen teksti lähdeviitteineen löytyy SÖKÖSaimaan hankejulkaisusta (2018). Tätä SÖKÖSuomenlahti-manuaalia varten ohjetta täydennettiin uusilla tutkimusartikkeleilla. Puomitusta kuvataan artikkeleissa *Öljyntorjuntapuomin selvitys* (Halonen & Norema 2020) ja *Öljyntorjuntapuomin ankkurointi* (Halonen 2020). Vihkoon tuotettiin uutta tietoa myös merellisen öljyn keräämisen, keräyskapasiteetin ja sen edellyttämän välivarastointikapasiteetin osalta. Aluskeräinjärjestelmien käyttöä on kuvattu artikkelissa *Torjunta-aluksissa käytettävien harjakeraäinten operointi* (Norema 2020) ja Suomenlahden rannikon pelastuslaitosten kokonaiskeräyskykyä ja sen edellyttämää välivarastointikapasiteetin tarvetta artikkelissa *Keräysteho ja välivarastointikapasiteetti* (Norema 2021). Nämä tekstit löytyvät lähdeviitteineen SÖKÖSuomenlahden hankejulkaisusta.



Puomityyppejä on useita, mutta puomin rakenne on useimmissa malleissa samankaltainen.

**Varalaidaksi** (freeboard) kutsutaan puomin veden pinnan yläpuolista osaa ja sen korkeutta. Varalaidan korkeus määrittää, miten paljon öljyä roiskuu (tai ei roisku) puomin ylitse. Liian korkea varalaita tekee puomista tuuliherkän. **Syväys** (draught) taas on puomin veden alla olevan osan korkeus. Useimmissa puomeissa syväys on 2/3 puomin kokonaiskorkeudesta.



KUVA 1

#### Puomin perusrakenne.

FINGAS 2013.

**Kelluke** (flotation members tai floats) määrittää nimensä mukaisesti puomin kelluvuutta eli sitä, miten puomi pysyy veden pinnalla. Kellukkeet voivat olla kiinteitä tai ilmalla täyttyviä. Kiinteät kellukkeet ovat yleensä joko polyuretaania tai polyetyleenä. Kellukkeet joko ovat taipuisia tai sitten jäykät kellukkeet on jaksotettu, jotta puomin taipuminen ja eläminen aallonharjalla mahdollistuisi.

**Helma** (skirt) on puomin osa kellukkeen alla. Helman avulla öljy rajautuu vedessä. Sen tavoite on estää öljyn liike puomin alitse. Helma on yleensä samaa materiaalia kuin kellukkeet tai kellukkeiden päällysmateriaali eli nailonia, polyesteriä, Kevlaria® tai niiden sekoitusta, jotka on kyllästetty

tai pinnoitettu esimerkiksi PVC:llä, polyuretaanilla, neopreenilla tai nitrilikumilla. Virtauksen puomiin kohdistama voima on verrannollinen helman pinta-alaan, ja siksi eri käyttökohteisiin soveltuville puomeille on määritelty optimikoot. Esimerkiksi virtaavaan veteen kannattaa valita mahdollisimman pienisyväyksinen puomi.

Puomeissa on tyypillisesti helman alaosassa ketju, köysi tai kuormaliina, joka toimii puomiin kohdistuvan vaakasuoran **vedon vastaanottajana** (tension member). Puomin materiaali ei itsessään ole riittävän vahvaa kestämään siihen kohdistuvia voimia, paitsi erittäin suojaisilla vesillä. Alaosan ketju toimii samalla puomin **painona** (ballast). Painojen tehtävänä on pitää puomi pystyasennossa. Painot, samoin kuin ankkurointi, pienentävät puomin tuuliherkkyyttä, mutta samalla puomin kelluvuusominaisuudet heikenevät. Painojen tulee joko olla kipinöimätöntä materiaalia tai sitten painona käytettävä kettinki tulee pinnoittaa. Eräissä rannansuojapuomeissa käytetään painona vettä. Osassa puomeista on lisäksi **jäykistäjiä** (stiffeners), jotka tukevat ja auttavat puomin pystyssä pysymistä.

Puomit kytketään toisiinsa **liittimien** (connectors) avulla. Liittimien yhteensopivuutta on pyritty edistämään standardoinnilla. Useimmissa puomimalleissa on ASTM International -standardointijärjestön mukaan nimettyjä ASTM-liittimiä (*American Society for Testing and Materials*, ASTM), mutta muitakin liittintyyppäjä on markkinoilla. Puomia hankittaessa tulee yhteensopivuuden lisäksi kiinnittää huomiota liittimien helppokäyttöisyyteen. Puomit tulee saada liitettyä nopeasti myös kylmästä kohmein sormin ilman vaaraa tippuvista osista. Niiden tulee myös olla tiiviitä; öljy ei saa päästä karkaamaan liitoksesta.

Puomin päähän voidaan kiinnittää myös **magneettiliitin** (magnetic connector, magnetic hull connector), jolla pään saa liitettyä esimerkiksi haverialuksen kylkeen tai muuhun tasaiseen metallipintaan.





KUVA 2

Erlaisia puomiliittimiä. Ylä- tai alakautta liu'utettavan liukuliitoksen ja Z-liitoksen lisäksi käytössä on muun muassa U-pulttiliitoksia aluslevyllä ja siipimuttereilla. U-pulttiliitos tulee kiinnittää valmiiksi ennen veteen laskua. Toisissa liittintyypeissä on uros- ja naaraspuolet puomin eri päissä, mikä tulee huomata liitettäessä useampaa puomijataa yhteen vedessä.

HALONEN 2009, 2016 JA 2017.

Puomeissa on **vetopää**, josta puomia hinataan. Vetopää (tow bridle, towing bridle) voi olla puomimateriaalista valmistettu, vahvennettu kappale, joka liitetään puomin päähän, tai päätyliitin, jonka keskikohdalta ja/tai ylä- ja alareunoista lähtevät vetoköydet tai -vajerit. Jos puomia on jostain syystä hinattava ilman vetopäätä, hinausköysi

kiinnitetään puomin alahelmassa olevaan paino-astikettikiin.

Puomin helman alaosassa on päissä ja tasaisin välimatkoin **kiinnityskohdat ankkurointia** varten. Osassa puomimalleista on lisäksi kiinteinä **käden-sijat** ja **nostoraksit, tutkaheijastimet** ja kiinnityspaikat valoille eli ns. **lampputaskut**.



KUVA 3

**Puomin vetopäitä. Oikealla expandivetopää, jossa on ASTM-liitin.**

PASCALE 2008, HALONEN 2015 JA LÄNSI-UUDENMAAN PELASTUSLAITOS.



KUVA 4

**Puomivalot ja valotasku puomissa.**

KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOS.

Puomi rajoittaa öljyä tehokkaimmin, jos se pysyy pystyssä aallokkoa myötäillen puomin 2/3-linjan tai kellukelinjan myötäillessä veden pintaa. Puomin toimivuutta eri käyttökohteissa määrittävät pitkälti puomin **nostevara** (reserve buoyancy, myös buoyancy-to-weight ratio), **kohoiluvaste** (heave response) ja **pyörintävastus** (roll response). Näiden ominaisuuksien vertaaminen on tärkeää tietynlaiseen toimintaympäristöön hankittavan puomin ostopäätöstä tehtäessä ja valittaessa vahinkopaikan olosuhteisiin soveltuvinta puomia.

Puomin **nostevara** määritellään puomin painon ja kelluvuuden suhdeluvun avulla. Kellukkeiden tulee tarjota riittävästi nostetta puomin painoon ja siihen kohdistuviin voimiin (virtaus, aallokko) nähdessä, jotta puomin vakavuus säilyy. Mitä suurempi nostevara puomilla on, sitä paremmin se kelluu. Nostevara voidaan ilmoittaa myös veden pinnalla olevan kellukkeen osan tilavuutta vastaavan kellukemateriaalin painona.

**Kohoiluvaste** kuvaa puomin kykyä mukautua aaltoihin. Kohoiluvasteeseen vaikuttavat puomin nostevara, joustavuus ja taipuisuus siten, että suuri nostevara ja puomin keveys antavat sille hyvän kohoiluvasteen, kun taas jäykkyys heikentää sitä. Puomi, jolla on hyvä kohoiluvaste, liikkuu aaltoja myötäillen ylös ja alas veden pinnassa, eikä sukella aallon osuessa kohdalle. Riittävä varalaita kompensoi jonkin verran huonoa kohoiluvastetta. Kohoiluvasteesta käytetään myös nimitystä nostevaste, mutta termin erottumiseksi selvemmin nostevarasta tässä tekstissä käytetään merenkulussa yleisemmin käytettyä suomennosta.

**Pyörintävastus** kuvaa puomin kykyä säilyttää vedessä pystyasentonsa, jota virtaus, aallokko ja tuuli pyrkivät usein poikkeuttamaan. Jos puomin helma poikkeutuu liikaa oikeasta asennostaan nousemalla kohti pintaa, öljy karkaa helman alta. Tätä tapahtuu, jos vedon vastaanottaja on liian lähellä pintaa: helma nousee pintaa kohti, jos puomin kiinnityspiste on virtauksen aiheuttaman voiman painopisteen yläpuolella. Nousemista edistää liian kevyt helman alaosa. Jos taas puomin kiinnityspiste on virtausvoiman painopisteen alapuolella, puomin yläosa eli varalaita lähtee kääntymään. Se, miten puomi pystyy oikeaseen näitä voimat ja pysymään pystyssä, kuvataan pyörintävastuksella. Pyörintävastusta voidaan kasvattaa muun muassa lisäämällä painoa helman alaosaan, mikä toisaalta vähentää kelluvuutta. Helman nousua voidaan estää myös ankkuroimalla. Tällöin helman repeämistodennäköisyys kuitenkin kasvaa. Myös puomin jäykkyys yleensä vähentää pyörimistä. Pyörintää aiheuttaa erityisesti, jos voimakas tuuli ja voimakas virtaus ovat vastakkaisuuntaiset.

Edellä kuvattujen ominaisuuksien seurauksena eri puomityypit käyttäytyvät eri tavoin erilaisissa olosuhteissa: virtaavassa vedessä, tuulessa ja aallokossa. Puomityyppi tulee valita käyttötarkoitukseen sopivaksi. Yleisesti voidaan sanoa, että verhopuomit ovat aitapuomeja monikäyttöisempiä. Seuraavassa on tarkasteltu eri puomityyppejä tarkemmin.

Puomit voidaan jakaa karkeasti kolmeen tyyppiin: 1) aitapuomeihin, 2) verhopuomeihin ja 3) erikoiskäyttöpuomeihin. Puomit voidaan jakaa myös käyttöalueensa mukaan avomeri-, rannikko-, joki- ja rantapuomeihin. Erikoiskäyttöpuomeihin voidaan sisällyttää esimerkiksi polttopuomit, verkko-puomit ja vesitäytteiset rannansuojapuomit.

Aitapuomit ovat yleensä litteitä, pystysuorassa suunnassaan jäykkäköjä tai täysin jäykkiä. Niiden kellukkeet ovat rakenteeltaan joko kiinteitä, esimerkiksi umpinaisesta solumuovista valmistettuja, tai rakeilla täytettäviä.

Aitapuomit ovat halvemman hintansa vuoksi melko yleisiä. Niiden käyttökohteiksi soveltuvat ainoastaan hyvin suojaisat vedet. Aitapuomeille on tyypillistä huono kohoiluvaste niiden alhaisen nostevaran ja jäykkyyden vuoksi. Ne myötäävät aallokkoa huonosti ja painuessaan veden alle tai kaatuessaan päästävät öljyn karkaamaan. Jäykät ja korkeavaralaitaiset aitapuomit saattavat kaataa tuulen ja virtausten vuoksi ja harjoituksissa havaittuna myös veneiden peräaallost. Kiinteitä

aitapuomeja ei suositella käytettäväksi virtaavassa vedessä, tuulessa tai aallokossa. Samasta syystä ne eivät sovellu myöskään nuottaukseen muutoin kuin tyynessä vedessä hyvin alhaisissa nopeuksissa. Aitapuomien etuna nähdään niiden pieni varastointitilan tarve sekä kevyt käsiteltävyys. Lisäksi puomipinnan yhtenäinen profiili ilman epätasaisuuksia tukee laminaarista, pyörteetöntä virtausta vähentäen veden pyörteilyistä johtuvaa öljyn karkaamista. Puomit soveltuvat myös ilmatäytteisiä puomeja paremmin jääolosuhteissa käytettäväksi.

Verhopuomit toimivat aallokossa ja virtaavassa vedessä aitapuomeja paremmin, sillä niillä on yleensä parempi kohoiluvaste ja nostevara, jolloin ne myötäävät aallokon liikettä ketterämmin. Verhopuomien pyörintävastus ei kuitenkaan kaikissa malleissa ole kovin hyvä, joskin alahelman painot ja ankkurointi auttavat asiaa. Ilmatäytteisten verhopuomien, kuten tyypillisesti meripuomien, haittana nähdään niiden hieman hitaampi käyttöönotto, kun osastot täytetään yksitellen (kuva 49). Yksittäin täytettävissä malleissa yhden



KUVA 5

Eri puomityyppejä. Vasemmalla pääasiassa aitapuomeja erilaisilla kellukkeilla, oikealla verhopuomirakenteinen avomeripuomi.

HALONEN 2015.





KUVA 6

**Aitapuomia.**

PITKÄAHO 2016.



KUVA 7

**Pelastuslaitoksilla on myös kevyttä aitapuomia, A-puomia, jonka käyttöympäristöä ovat suojaisat vesialueet.**

HALONEN 2017.

kammion rikkoutuminen ei kuitenkaan vaaranna koko puomin toimivuutta. Verhopuomeissa on myös malleja, joissa puomi täytetään yhdestä liittimestä puomin päässä. Myös näissä on pyritty huomioimaan kammioiden osastointi.

Itsestään täytyvien expandipuomien etuna nähdään nopea käyttöönotettavuus ja pieni varastointitilavuus. Pienenä haittana sitä vastoin on pidetty vaikeutta saada puomi siististi takaisin kasetille tai kelalle sekä korkeita korjaus- ja puhdistuskustannuksia. Pakkaamiseen on kuitenkin kehitetty erilaisia apuvälineitä. Expandipuomin kellukekammiot saavat muotonsa jousivanteiden avulla ja täyttyvät ilmalla venttiilien kautta. Expandipuomi on ilmeisen tehokas ja toimiva puomityyppi, ja sen kohoiluvaste ja pyörintävastus ovat hyvät.

Verhopuomien kellukkeet voivat ilman lisäksi olla täytettyjä kiinteällä vaahdolla, solumuovilla tai esimerkiksi rakeilla. Suojaisiin vesiin tarkoitetuissa kiinteäkellukkeisissa verhopuomeissa varalaita on noin 1/3 puomin korkeudesta ja virtaaviin vesiin tarkoitetuissa puomeissa 1/2 puomin kokonaiskorkeudesta. Kiinteästi täytettyjen puomien etuna on niiden vähäinen vaurioherkkyys ja suhteellisen halpa hankintahinta. Puomit vaativat kuitenkin paljon varastointitilaa, ja toiset voivat väärin pakattuina vaurioitua ja litistyä. Puomityyppiä on saatavana myös säilytyspussiinsa käyttövalmiina pakattuna pikapuomina. Puomierä voidaan hinata suhteellisen suurella nopeudella vahinkopaikalle ja levittää siellä tarvittavaan paikkaan.



KUVA 8

Itsetäyttyvää expandipuomia ja sen ilmaventtiili. Valmistajan mukaan puomin vakavuus riittää vielä 15 m:n/s tuulella, 2 metrin aallokossa ja 3 solmun (1,5 m/s) virtauksessa.

PITKÄÄHO 2017.



KUVA 9

Puomien nopeaa levittämistä varten on kehitetty erilaisia pikapuomitusjärjestelmiä. Kuvassa selvitetään pikapuomia, jossa on taipuisa solumuovikelluke.

LAMOR CORPORATION AB JA PITKÄÄHO 2017.



KUVA 10

**Kiinteäkellukkeinen aitapuomi.**

PITKÄAHO 2017 JA MUHONEN 2012.

Puomit, joissa kellukkeet ovat suorakaiteen muotoisia, eivät seuraa aallokkoa kovin hyvin. Tämän tyyppinen on muun muassa raskastekoinen, kiinteäkellukkeinen aitapuomi pitkäkestoisiin tai pysyviin puomituksiin. Kiinteät kelluntapuomit toimivat tyynessä vedessä mutta myös jääolosuhteissa ja kestävät hyvin ajelehtivan jään tai roskan aiheuttamaa kuormitusta.

Erikoiskäyttöpuomeihin voidaan sisällyttää esimerkiksi pyyhkäisypuomit, ns. siipipuomit, jotka öljyä keräävän aluksen kylkiin kiinnitettynä ohjaavat öljyä aluksen keräinjärjestelmälle. Erikoiskäyttöpuomeina voidaan lisäksi pitää varta vasten jokiin tai virtaaviin vesiin suunniteltuja puomeja. Jokipuomeissa on usein jäykistäjät sekä ylä- että

alaosassa, jotta ne kestäisivät pystyssä virtauksissa. Niissä voi olla myös joustavuutta, jolloin tarkoituksena on ottaa vastaan veden virtausvoima. Puomien virtausominaisuuksia on kehitetty lisäksi virtausköysistöjen avulla. Näitä on käytössä myös pelastuslaitoksilla.

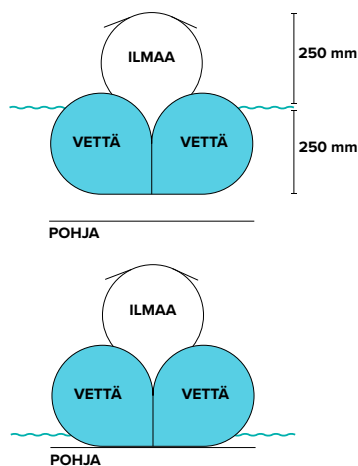
Rannansuojapuomit rakentuvat kolmesta putkimaisesta kammioista, joista kaksi alemmaa toimii vedellä täytettyinä puomin painolastina. Puomi on tarkoitettu erityisesti alueille, joissa vedenkorkeus vaihtelee tai rannassa on pitkästi matalaa. Puomi kelluu vedessä mutta painuu tiiviisti maata vasten rantaviivalla ja on siten pitävä. Vesi- ja ilmatäytön vuoksi käyttöönotettavuus saattaa olla hidasta. Puomin melko pitkät osastoinnit, erityisesti ilma-



KUVA 11

**Rannansuojapuomin rakenne ja toimintaperiaate. Puomia on pelastuslaitosten käytössä muun muassa Merenkurkussa ja Perämerellä. Ennen täyttämistä puomin paikka tulee miettiä valmiiksi, sillä täytettynä sitä on rannassa hankala miesvoimin siirtää.**

STRUCTURFLEX LIMITED.





täytteisen kellukkeen osalta, tekevät siitä vaurioherkän. Myös huolto ja kunnostus torjuntakäytön jälkeen saattaa olla normaalipuomeja kalliimpaa. Erään valmistajan mukaan puomi on suunnattu mataliin vesiin ja voimakkaisiin virtausolosuhteisiin; sen luvataan toimivan aina 3 solmun eli 1,5 m:n/s virtausnopeuteen asti. Toinen markkinoi puomia rannan suojaukseen tyynissä, matalissa vesissä.

Öljyn polttoon soveltuvat erikoiskäyttöpuomit ovat materiaaliltaan yleensä ruostumattomasta teräksestä ja tulenkestävästä puomikankaasta valmistettuja. Tämä tekee niistä melko painavia käsittää ja kookkaita varastoida. Suomessa ei tällä hetkellä ole polttoon soveltuvia puomeja. Suomen ympäristökeskus tutkii parhaillaan polttotekniikoiden käyttöä.



KUVA 12

**DESMIn PyroBoom-polttopuomia.**

HALONEN 2018.

## 4 PUOMIEN VALINTA

Mikään puomityyppi ei toimi ideaalisti kaikissa olosuhteissa. Puomihankintaa päätettäessä tulee arvioida, millaisia ominaisuuksia puomin tyypillisimmässä käyttötarkoituksessa ja toimintaympäristössä tarvitaan.

Puomin kohoiluvaste, korkeus ja pituus ovat tärkeitä valintakriteereitä. Puomin optimikoko riippuu pääasiassa virtauksesta ja aallokosta, jossa

sitä on tarkoitus käyttää. Yleisenä ohjeena on pyrkiä valitsemaan puomi, jossa on mahdollisimman matala varalaita, joka kuitenkin vielä estää öljyn yliroiskumisen ko. olosuhteissa. Puomin helman syvyys määräytyy varalaidan suhteessa. Liian korkea varalaita toimii purjeen tavoin, ja liian syvä helma taas aiheuttaa patoilmiötä. Lyhyet puomijaksot helpottavat käsittelyä ja vaurion tullessa välipaikkauksia eli vaurioituneen puomin vaihtoa

TAULUKKO 1 Puomien valinta erilaisiin käyttökohteisiin.

	Tyven	Hidas virtaus	Virtaus	Suojaisat vedet	Suuret, avoimet selät	Voimakas aallokko
<b>Aallonkorkeus (m)</b>	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0–1,0	0–2,0	> 2,0
<b>Olosuhteet</b>	Tyyni	Lyhyttä, ei murtuvaa aaltoa	Noin 0,4 m:n/s veden virtaus tai yli	Pientä aallokkoa, siellä täällä murtuvia aallonharjoja	Kohtuullista aallokkoa, säännöllisesti murtuvia aallonharjoja	Aallokkoa, vaahtopäitä ja roiskeita
<b>Soveltuva puomityyppi</b>	Verhopuomit Aitapuomit (rantapuomit, minipuomit, imeytyspuomit)	Verhopuomit Aitapuomit (rantapuomit)	Verhopuomit, joissa varalaita 50 % puomin korkeudesta (virtapuomit)	Verhopuomit Aitapuomit (rannikkopuomit)	Verhopuomit (meripuomit)	Verhopuomit (meripuomit, avomeripuomit)
<b>Puomin korkeus</b>	20–40 cm	40–60 cm	50–100 cm	60–100 cm	100–150 cm	> 150 cm
<b>Varalaidan korkeus</b>	10–25 cm	10–30 cm	25–50 cm	25–50 cm	> 50 cm	> 50 cm
<b>Syväys</b>	10–20 cm	20–30 cm	25–50 cm (1 m/s: < 30 cm, 1,5m/s: < 10 cm)	40–60 cm	> 60 cm	> 60 cm
<b>Nostevara</b>	3:1	4:1	*	4:1	8:1	8:1
<b>Puomin minimikokonaisvetolujuus</b>	20 kN	20–50 kN	50–90 kN	70–90 kN	> 90 kN	> 90 kN
<b>Helmakankaan vetolujuus</b>	0,9 kN	0,9 kN	*	> 1,36 kN	> 2,30 kN	> 2,30 kN
<b>Helmakankaan repäisylujuus</b>	45 kg	45 kg	*	50 kg	60 kg	60 kg
<b>Vedon vastaanottajan lujuus</b>	40 kN	40 kN	*	60 kN	140 kN	> 140 kN
<b>Vedon vastaanottajan venymä / kankaan venymä maksimivedolla</b>	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

\*arvoa ei löytynyt

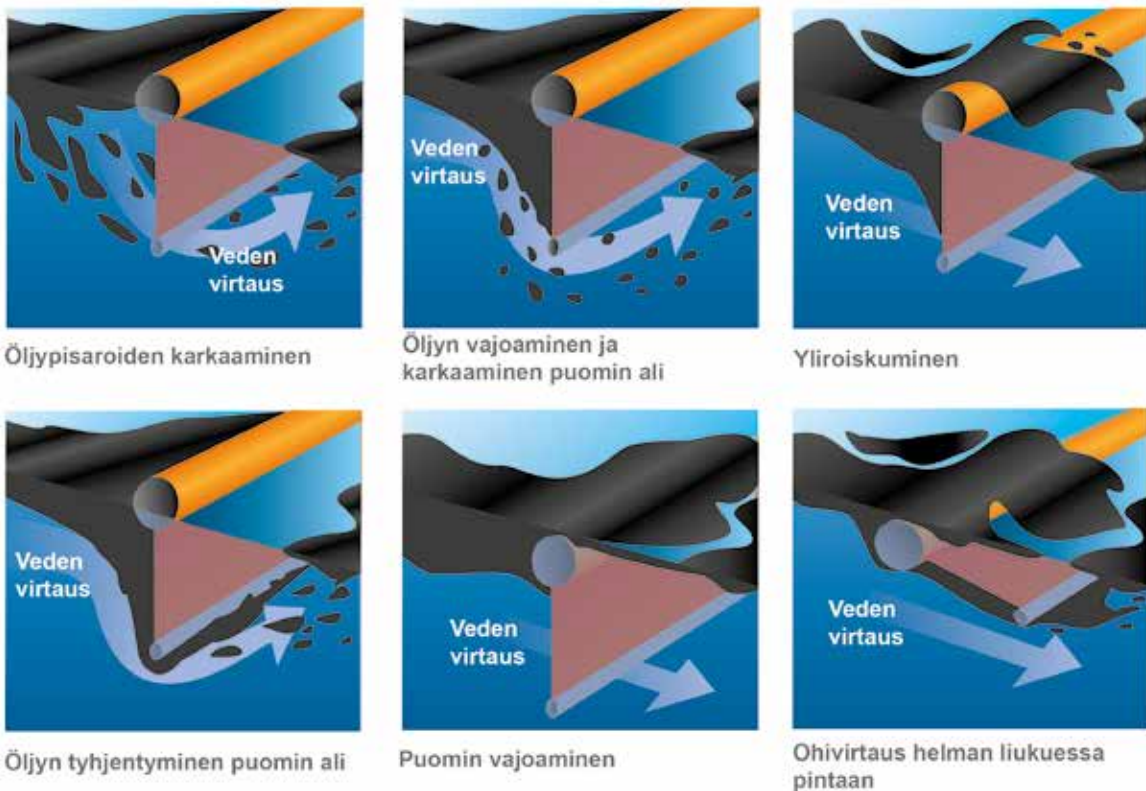
toiseen. Lyhyillä puomijaksoilla liitoksia tulee kuitenkin paljon, niiden näprääminen voi olla hankalaa ja liitoskohdat voivat poiketessaan puomin pintaprofiilista aiheuttaa pyörteilyä ja sitä kautta öljyn karkaamista. Puomijaksojen pituudet ovat kuitenkin valmistajien määrittämiä vakioita, joista poikkeaminen voi kasvattaa puomin hintaa.

Koon ja pituuden lisäksi valintaperusteina tulee tarkastella vetolujuutta, käsiteltävyyttä ja selvitysnopeutta, luotettavuutta, painoa ja kustannuksia. Puomin kestävyys joutuu usein suurelle koetukselle esimerkiksi aallokossa, puomin kiertäessä itsensä ympäri, jäälauttojen tai kelluvan roskan paineessa tai puomin raahautuessa maata vasten. Lisäksi hinauksessa ja nuottauksessa puomiin kohdistuvat voimat voivat olla hyvin suuria. Aallokossa puomiin kohdistuvia voimia vähentää, jos puomi asetetaan kulmaan veden virtaussuuntaan nähden. Svellissä ja aallokossa, jossa aallonharjat eivät murru, puomiin kohdistuvat voimat ovat yleensä kohtalaisia. Murtuvassa aallokossa puomiin kohdistuvat hetkelliset voimat voivat olla niin suuria, että puomi repeytyy. Tästä syystä puo-

mikankaan tulee olla veto- ja repäisylujuudeltaan riittävän vahvaa, vaikkakin vedon vastaanottajien vetolujuuden tulee olla puomikankaan vetolujuutta huomattavasti suurempi. Kuormitustilanteessa vedon vastaanottajat eivät välttämättä murru samanaikaisesti. Tämä tarkoittaa, ettei puomin lujuus ole sama kuin puomin osien yhteenlaskettu lujuus. Puomin lujuus lasketaan sen heikoimman komponentin mukaan. Esimerkiksi puomiliittimet saattavat pettää vedon vastaanottajia huomattavasti aiemmin.

Puomien valintaperusteita helpottamaan on laadittu erilaisia laatukriteereitä ja ominaisuuslistoja, joista on kooste taulukossa 1.

Kuvassa 13 on havainnollistettu, millä tavoin aallokko ja virtaukset voivat heikentää öljypuomin teknistä toimivuutta. Aallokossa puomin pidätyskyky voi heikentyä öljyn yliroiskumisesta johtuen tai puomin kaatumisen vuoksi. Virtaava vesi voi aiheuttaa öljyn karkaamisen puomin ali. Kovassa virtauksessa puomi sukeltaa tai sen helma nousee plaaniin. Puomi sukeltaa myös, jos sitä hinataan liian suurella nopeudella.



KUVA 13

Tyypillisimmät puomin rajoituskykyä heikentävät ilmiöt.

Taktiikalla tarkoitetaan tässä suunnitelmallista toimintamallia, jonka torjuntaa johtava viranomaisen vahinkotilanteen olosuhteet ja käytävissä olevat resurssit huomioiden valitsee, mukauttaa ja toteuttaa öljyn pysäyttämiseksi päästölähteellä tai vedessä tai öljyn tarkoitukselliseksi rantaan ohjaamiseksi ja poistamiseksi. Taktiikoina voidaan käyttää yhden tai useamman aluksen dynaamisista puomitusta, staattisia ankkuroituja tai rantakiinnitteisiä puomituksia ja öljyn keräämistä. Torjuntatekniikoina voidaan hyödyntää esimerkiksi rajaamista, nuottausta, ohjausta tai suuntaamista. Tekniikoista on useampia variaatioita, joista on tässä pyritty kuvaamaan rannikkoalueella hyödynnettävissä olevat vaihtoehdot.

Puomitus saattaa olla vaikea ja riskialtis operaatio. Huonot sääolosuhteet, painavat puomit ja keinuva alus edellyttävät huolellista harkintaa ja pitkää pinnaa. Mitä nopeammin öljyn saa rajattua, sitä pienemmät vahingot syntyvät, mutta kiirehtiminen ei silti kannata. Torjuntatoimilla saatavaa hyötyä ja sen saavuttamisen todennäköisyyttä tulee verrata suhteessa torjujille tai kalustolle aiheutuviin riskeihin. Alusoperaatioiden ja puomituksen työturvallisuutta käsitellään tarkemmin manuaalin vihkossa 5A.

Tehokkainta vahingon rajaaminen on sen päästölähteellä joko estämällä öljyn vuotaminen ulos pumppaamalla öljy toiseen alukseen tai haverialuksen ehjänä säilyneisiin polttoainetankkeihin, tukkimalla vuoto, muuttamalla aluksen trimmiä tai rajoittamalla öljyn leviäminen päästölähteen läheisyyteen. Se, miten nopeasti vahinkopaikka voidaan saavuttaa, on täysin tapauskohtaista. Ajoajan lisäksi puomien toimintakuntoon saattaminen riippuu muun muassa niiden säilytystavasta (esimerkiksi pikapuomina, puomikontissa tai kannella taiteltuna) ja miehistön harjaantuneisuudesta mutta erityisesti sääolosuhteista.

Puomituksilla voidaan rajoittaa ja estää öljyn leviämistä ja jossakin määrin suunnata öljyn kulkua. Puomituksen onnistumiselle asettavat haastei-

ta öljyn kulkeutumisenopeus, lautan hajoaminen useaan osaan sekä virtausten, tuulen ja aallokon vaikutus puomin toimintakykyyn. Oikealla puomivalinnalla sekä operaation hyvällä koordinoimalla näitä haittoja voidaan vähentää, joskaan ei aina kokonaan poistaa. Merellä tapahtuvan torjuntatyön rinnalla tulee valmistautua myös rantatorjuntaan, rantaviivan suojaamiseen ja rantakeräykseen. Suurissa vahingoissa yhden alueen suojaaminen saattaa johtaa viereisten alueiden likaantumiseen, ellei öljyä saada kerättyä pois. Vahinkoöljyn poistaminen aloitetaan heti, kun öljyä on saatu rikastettua riittävään kerrospaksuuteen.

#### Peruseriaatteita

- Selvitä alueen virtausnopeudet ja -suunnat sekä tuulen suunta ja nopeus. Tarkista ennusteet myös muutaman päivän päähän.
- Arvioi öljylautan liikkumissuunta ja -nopeus sekä likaantumisvaarassa olevat kohteet.
- Priorisoi suojattavat kohteet, jotta saat maksimoitua hyödyn rajallisista puomiresursseista.
- Määrittele, mitkä kohteista ovat parhaiten suojattavissa paikalleen ankkuroidulla puomilla, mitkä taas dynaamisella puomituksella eli alusten ohjaamina.
- Valitse puomityyppi merialueen syvyyden, suojaisuuden ja virtausolosuhteiden mukaan.
- Perusta rajoitus-, suojaus- tai ohjauspuomitus ja seuraa puomien toimivuutta ja ankkureiden pitävyyttä.
- Kerää öljyä pois mahdollisimman paljon.

#### 5.1 RAJAAMINEN JA NUOTTAUS

Tyypillisimmin puomeja käytetään öljyvuodon rajaamiseen. Rajaamisessa voidaan käyttää ympäripuomitusta, motitusta ja nuottausta esimerkiksi U-, V- ja J-muodostelmissa. Puomit voidaan myös asemoida (ja tarvittaessa ankkuroida) U-, V- ja J-muodostelmiin.

## TEHOKASTA ÖLJYNTORJUNTA VOIVAT RAJOITAA SÄÄOLOSUHTEET, SAATAVILLA OLEVAT RESURSSIT SEKÄ KERÄTTÄVÄ AINE TAI VAHINGON TYYPPI

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 kuitenkin mahdotonta asettaa, koska operaation sijainti vaikuttaa siihen, miten tuuli vaikuttaa juuri kyseiseen toimintaan. Sääolosuhteista myös lämpötilalla ja näkyvyydellä on merkitystä torjuntaoperaation onnistumiseen. Talvella omat haasteensa aiheuttaa meren jäätyminen ja vastaavasti avovesikaudella jään kertyminen aluksen kansirakenteisiin, keräyskalustoon ja puomeihin.

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

Tuulen voimakkuus lisää myös aallokon korkeutta etenkin avoimilla vesialueilla. Puomien valmistajat antavat eri puomityypeille perusarvoja sen mukaan, miten ne toimivat aallokossa. Suomenlahdella vallitsevissa tuulissa puomit onnistuu noin 50 %:ssa tapauksista ja vain 10 %:ssa hyvin. Tähänkin toki vaikuttaa puomituksen paikka joko avoimella tai suojaisemmalla vesialueella. Suomenlahdella virtaukset ovat pääosin niin heikkoja, ettei niillä ole vaikutusta torjuntatyöhön. Kovissa myrskyissä sekä kapeikoissa ja salmissa virtausnopeus voi kuitenkin nousta toisinaan niin suureksi, että puomin pidätys-

kyky ylittyy. Virran nopeuden ylittäessä 0,5 solmua öljypuomin rajaamiskyky heikkenee huomattavasti.

Pelastuslaitoksilla käytettävissä oleva kalusto rajoittaa torjuntaoperaatiota niin määrän kuin käytettävyyden suhteen. Pelastuslaitosten venekalusto on suunniteltu ja mitoitettu toimimaan rannikolla ja sen välittömässä läheisyydessä, mutta matalat ja karikkoiset vedet tuovat oman haasteensa kaluston käytettävyydelle. Aavalla merellä pelastuslaitoksen kalustolla voi toimia vain ihanneolosuhteissa. Veneet on suunniteltu joko kalustonkuljetukseen, keräykseen, ankkurointiin tai nopeaan tiedusteluun. Venekalustolla on hyvin rajoitettu kyky toimia jääolosuhteissa. Pääosin kalusto onkin normaaleina talvina telakoituna joulukuusta huhtikuun alkuun jäätilanteesta riippuen.

Alkuvaiheen tiedustelulla selvitetään torjuttava aine tai aineet. Vahingon rajaamiseen pelastuslaitoksen kalusto toimii pääosin kaikille kelluville, veteen liukenemattomille aineille. Aineen keräämiseen vaikuttavat itse aine ja käytettävä keräyslaite. Kaikkien öljylaatujen kerääminen ei pelastuslaitoksen kalustolla onnistu. Käytännössä keräämisen onnistuminen havaitaan kokeilemalla, sillä keräimille on tehty vain hyvin vähän testejä oikeilla aineilla. Lähtökohtaisesti kevyt polttoöljy tarttuu harjakeräimiin huonosti, jolloin keräys on hidasta. Raskaammassa polttoöljyissä rajoitteiksi tulevat aineen viskositeetti ja mahdollinen vajoaminen. Raakaöljyn keräyksessä toimintaa rajoittavat öljystä haihtuvat syttymiskelpoiset seokset ja haitalliset pitoisuudet.

Pitkäkestoisessa torjuntaoperaatiossa henkilöstön määrä tulee aiheuttamaan hankaluutta täysipäiväiseen torjuntatyöhön. Alkuvaiheessa on tärkeää suunnitella toimintaa pidemmälle, jotta osaava henkilöstö ei lopu. Tähän voidaan vaikuttaa työvuo-rosuunnittelulla ja oikeanlaisella työrytmyyksellä. Henkilöstön lisäkoulutus öljyntorjuntaan on syytä käynnistää heti suuremman torjuntaoperaation alkuvaiheessa.

---

S. NOREMA (2020) TORJUNTAOPERAATION RAJOITUKSET.

## Ympäripuomitus

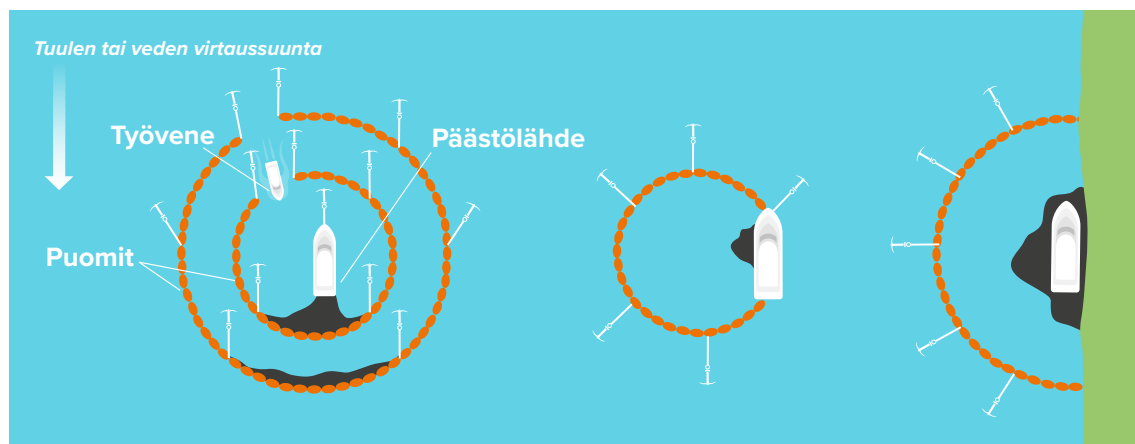
Ympäripuomituksen tavoitteena on rajoittaa öljyvuodon leviäminen päästölähteen läheisyyteen, estää jatkuvan vuodon leviäminen laajemmalle tai varautua lisävuotoihin. Harkittaessa tätä puomitustapaa tulee huomioida kohteen turvallinen lähestyttävyyden, kuten suoja-alueet (kaasupilvi). Haveristin ympäripuomituksessa on ratkaisevaa riittävä puomipituus. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että haverialuksen ympäripuomitukseen tarvitaan kuusi kertaa aluksen pituuden verran puomia. Kolmea aluksen mitta (johdettu ympyrän kehän kaavasta:  $\pi$  kertaa halkaisija) vastaava puomimäärä riittää aluksen ympärille, mutta puomi tulee miltei aluksen kylkeen kiinni. Puomikehä tulisi kuitenkin saada hieman kauemmas aluksesta, sillä vuotava öljy saattaa nousta pintaan muutamien metrien päässä aluksen rungosta riippuen vauriokohdan sijainnista, veden kerrostuneisuudesta ja virtauksista. Tuuli ja virtaus voivat pitää puomipussia avoinna, mutta riittävä öljyn pintautumistila varmistetaan ankkuroinnilla. Puomi on hyvä saada pysymään irti aluksen rungosta myös siksi, ettei se hankaudu tai ajaudu esimerkiksi aluksen perän alle siten, että se painuu kasaan ja alkaa vuotaa. Ankkuroidulle haverialukselle tulee tarvittaessa jättää tilaa elää ankkurinsa varassa.

Optimaalista on luoda kaksi suojauskehää. Kehien väliin jätetään vähintään 2–5 metriä, jotta seuraava kehä pystyy pysäyttämään ensimmäi-

sestä kehästä karkaavan öljyn eli öljylle jää riittävästi pintautumistilaa. Patoilmiön takia karkaavan öljyn pysäyttämiseen toinenkin suojauskehä ei välttämättä auta, jos olosuhteet toisella puomilla ovat ensimmäisen kaltaiset (sama virtausnopeus ja syvyys sekä samankokoinen puomi). Patoilmiön ilmetessä torjuntatekniikka vaihdetaan suunnitukseen tai ohjaamiseen (patoilmiöstä lisää myöhemmin tässä luvussa).

Ympäripuomitus soveltuu silloin, jos öljy ei ole päässyt leviämään vielä kovin laajalle tai jos öljyvuodon oletetaan edelleen jatkuvan. Ympäripuomitus sopii tilanteisiin, joissa virtauksen tai tuulen suunnan muutokset ovat mahdollisia – öljy on varmistettu kaikkiin suuntiin. Puomikehien suunnittelussa huomioidaan tarvittaessa kulkureitit keräävälle alukselle tai muille työveneille. Alukseen saattaa olla tarve päästä myös vauriontorjunnan, laivaväen huollon tai tutkinnallisten syiden vuoksi.

Aluksen runko tai muu kiinteä kohde voi toisinaan toimia osana puomipituutta. Puomeihin on saatavilla magneettiliittimiä, joilla puomin pään saa kiinnitettyä aluksen runkoon. Magneettiliitin toimii parhaiten pienissä vuodoissa. Magneettiliittimen käyttö edellyttää, että pinta, johon liitin kiinnittyy, on tasainen. Liitin kiinnittyy huonosti, jos tarttumapintaa on vain vähän esimerkiksi ruosteen tai jään vuoksi. Kiinnittymistä saattavat heikentää myös useat maalikerrokset ja aluksen rungon muoto. Osassa pelastuslaitoksia on käytössä liit-



KUVA 14

**Öljypäästön ympäripuomituksen toimintamallit.** Suojaisissa kohteissa yksi puomikehä saattaa riittää, mutta toinen suojauskehä varmistukseksi on erittäin suositeltava. Toinen kehä myös antaa ensimmäiselle suojaa aalloilta ja vedessä ajalehtivalta roskalalta. Huomaa kulkureitti keräävälle alukselle.

U.S. NAVY 1991.

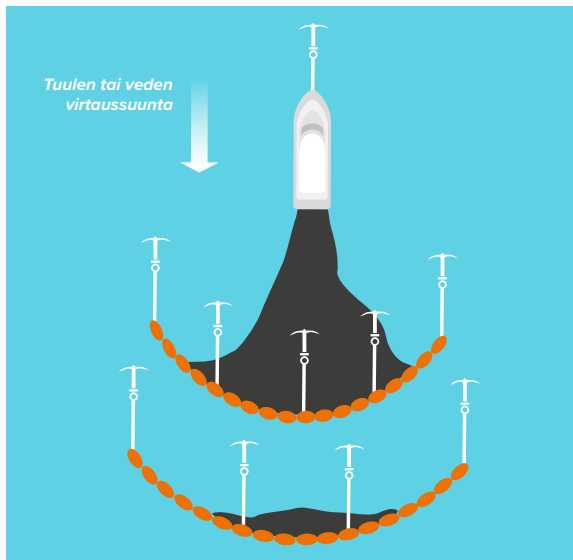




KUVA 15

**Haverialuksen ympäripuomitus.**  
PITKÄAHO 2017.

timiä, joissa magneettien ”kulmaa” vesirajan alla voidaan säätää, jolloin kiinnityspinnan ei tarvitse olla suora. Liittimien magnetointi on uusittava vähintään kymmenen vuoden välein.

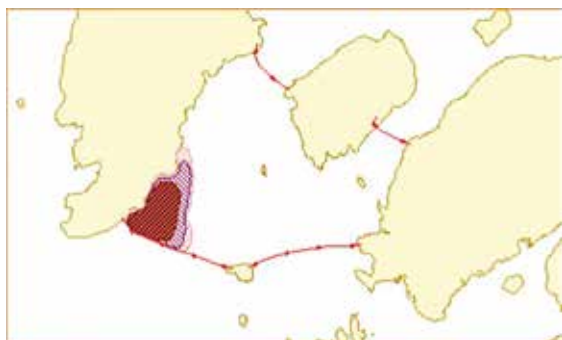


KUVA 16

**Öljyvuodon pysäyttäminen.**  
IMO 2005.

Ympäripuomituksen ohella öljyn leviämistä voidaan koettaa pysäyttää esimerkiksi kahdella puomilla kuvan 16 mukaisesti. Puomit asetetaan öljyn kulkusuuntaa vastaan mahdollisimman pienen etäisyyden päähän vuotopaikasta, ettei lautta ehdi laajentua. Öljyn kerääminen tulee aloittaa puomituksista välittömästi, sillä menetelmä on hyvin altis tuulen suunnan muutoksille. Jos puomin ankkuroiminen ei ole mahdollista esimerkiksi veden syvyyden vuoksi, puomimuodostelmaa voidaan ylläpitää aluksilla.

Öljyvuodon rajaamisessa voidaan hyödyntää myös maaston muotoja. Silloin tulee huomioida veden virtausnopeuden lisääntyminen salmissa tai muissa kapeikoissa. Kapeiden salmien sulkeminen lyhintä reittiä pitkin on mahdollista ainoastaan tyynessä, virtaamattomassa vedessä. Öljyn pysäyttämiseksi puomi tulee asettaa viistosti salmen yli kulmaan, jonka suuruus riippuu veden virtausnopeudesta (lisätietoa luvussa 5.2). Kulmasta johtuen puomia tarvitaan vähintään 1,5 kertaa mutta mieluiten 3–4 kertaa suljettavan vesistön leveys.



KUVA 17

**Motitus virtaamattomassa vedessä SpillMod-mallinnuksena. Oikealla kaksi tapaa kapean salmen sulkemiseen virtaavassa vedessä.**  
SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS, CEDRE.

## ÖLJYVUODON RAJOITTAMINEN HAVERISTILLA

Öljyvuodon rajoittamiseksi päästölähteellä saattaa olla seuraavia mahdollisuuksia: öljy voidaan siirtää vaurioituneesta tankista toiseen tankkiin tai toiseen alukseen, aluksen lasti voidaan siirtää pois aluksesta, aluksen trimmiä ja kallistumaa voidaan muuttaa siten, että vauriokohta saadaan edullisempaan asentoon tai vuotoa voidaan yrittää tukkia. Toimenpiteiden tarkoituksenmukaisuutta tulee arvioida turvallisuuden rajoissa.

*Vuodon rajoittaminen on periaatteessa mahdollista kolmella tavalla:*

- 1. poistetaan öljy rikkoutuneista tai rikkoutumisen uhkaamista säiliöistä*
- 2. paikataan syntyneitä vaurioita*
- 3. muutetaan aluksen trimmiä tai kallistuskulmaa, jotta vauriokohta nousee veden pinnan yläpuolelle.*

Kun alus on saanut vaurion vesilinjan läheisyyteen, öljyn siirto vuotavasta tankista aluksen toisella puolella oleviin tankkeihin tulee aloittaa mahdollisimman nopeasti. Siten aluksen trimmi (keula- ja peräsyväyksien erotus) muuttuu ja vuotokohta siirtyy vesilinjan yläpuolelle. Jos tämä toimenpide osoittautuu riittämättömäksi, aluksen toiselle puolelle siirretään öljyä tai tarvittaessa painolastivettä muista tankeista. Öljyn pumpausta jatketaan, kunnes vuotavan tankin öljypinta on vuotokohdan alapuolella.

Kun vuotokohta on vesilinjan alapuolella, tilanne on toinen. Silloin vuotokohta joka tapauksessa jää vesilinjan alapuolelle, vaikka aluksen trimmiä muutetaan. Tällaisissa tapauksissa ulos vuotavan öljyn määrää voidaan minimoida poistamalla öljyä kannettavilla pumpuilla vuotavan tankin päällyskerroksista. Veden päästessä tankkiin se valuu tankin alaosaan, koska veden tiheys on öljyn tiheyttä suurempi. Öljytankin kiinteä siirtopumppu imee yleensä tankin alaosaan, jolloin se imisi näissä tilanteissa vettä. Tämän vuoksi öljyn poistoon käytetään kannettavia pumppuja. Niiden käyttö tulee eteen myös silloin, jos aluksen putkistot ovat vaurioituneet.

Silloin kun vuotokohta on vedenpinnan alapuolella ja tankissa olevan nesteen pinta on veden pintaa alempana, vesi vuotaa sisäänpäin. Tällöin on vaara, että tankkien huohotusputkista purskahtaa öljyä kannelle. Nämä öljymäärät ovat yleensä pieniä. Helpoin ja nopein toimenpide on asettaa imeytysmattoa huohotusputkien alle.

### Tulpat, vuotokiilat ja -matot

Karilleajoissa tai pohjakosketuksissa, joissa aluksen runko on saanut vaurioita ja vettä pääsee vuotamaan alukseen, vuoto voidaan pysäyttää varmistaamalla sen rajoittuminen pienimpään mahdolliseen osastointiin. Tähän on käytettävissä erilaisia kiiloja, tulppia ja vuotomattoja. Öljyvuototapauksessa vuodon tukkiminen sisäpuolelta käsin on kuitenkin mahdotonta. Jos alus on ajanut kiville, repeämä saattaa olla pitkä mutta samalla kivi tai kari tukkii vuotokohdan. Tällöin sukeltaja ei pääse tukkimaan vuotoa ja alus on irrotettava kiveiltä ennen vuodon tukkimista. Sukeltajan turvallisuuden tulee aina olla ensisijaista, ja ennen toimenpiteisiin ryhtymistä on käytettävä harkintaa.

Pieniä vuotoja voidaan paikata puukiiloilla, vuotomatoilla ja erilaisilla kovettuvilla massoilla, kun taas isompia reikiä voidaan paikata peitelevyillä, jotka hitsataan tai ammutaan kiinni aluksen runkoon. Puukiilojen tarkoituksena on vähentää virtausta vuodossa, jolloin paine tankissa nousee. Tällöin ulos virtaavan öljyn määrä vähenee. Sukeltaja voi, mikäli se on turvallista, lyödä kiiloja ja rättejä vuotokohtaan. Tällöin kiilan ympärille pyöritetään rätti, joka tekee siitä tiiviimmän. Ensin reikään lyödään isoimmat kiilat, ja sitten yritetään tilkitä loppuja reikiä pienemmillä kiiloilla. Reikään voidaan myös asettaa T-kappale, jossa on vaahtomuovityyny, joka kiristyessään reiän päälle tukkii vuodon (ks. kuva 18). Tyynyjä on erikokoisia. Kauppa-aluksissa tai pelastuslaitoksilla ei ole käytössä kyseistä välinettä mutta esimerkiksi Puolustusvoimilla on.

Paineilmatulpat, jotka voivat olla pyöreitä tai kiilamaisia, ovat materiaaliltaan joustavia. Tällöin ne puristuvat reiän muotoon vuotoreikään työnnettäessä ja paineistettaessa (kuva 18). Kyseiset laitteet



KUVA 18

**T-paikka (vasemmalla) ja paineilmatulppa, jota operoidaan sukelluspullojen avulla.**

H. HEINO.

vaativat kuitenkin paineilmaa ja mahdollisesti pitkät letkut, jotta sukeltaja pystyy asettamaan ne kohteeseen. Tulpat ovat helppokäyttöisiä, sillä niissä on takaiskuventtiili, jolloin tulpan täytyttyä letku voidaan välittömästi vaihtaa seuraavaan tulppaan.

Vuotomatto on tehokas tapa estää veden pääsy aluksen sisään, koska veden ulkoinen paine painaa maton aluksen kylkeä vasten. Mikäli vuotavat tankit ovat veden pinnan alapuolella, vesi vuotaa yleensä sisäänpäin. Tällöin matolla voidaan ehkäistä virtausta tankkiin ja myös öljyn ulostulo tankista. Maton asentaminen voi olla mahdotonta, mikäli alus makaa karilla pohjastaan, sillä mattoa ei päästä uittamaan aluksen alta ja kiristämään kulmista. Myös kova tuuli ja aallokko vaikeuttavat maton uittamista paikalleen, mikäli sukeltajaa ei ole käytettävissä.

Puolustusvoimissa käytössä olevat, pressusta tai hammppukankaasta valmistetut vuotomatot ovat kooltaan yhdestä neljään neliometriä. Kaikista neljästä kulmasta lähtee köysi, joilla matto pystytään kiristämään aluksen partaaseen. Maton toisessa reunassa on kettingit, jotka pitävät maton irti rungosta sen asettamisen ajan ja upottavat maton, joka muuten kelluisi. Yksi mahdollisuus maton asentamiseen helposti ja pitävästi olisivat kestopagneetit, jotka sitoisivat maton reunoistaan kiinni aluksen runkoon. Kauppa-aluksilla ei yleensä ole käytössä vuotomattoa. Se voidaan kuitenkin valmistaa vahinkotilanteessa normaalista pressusta, jonka päihin kiinnitetään köydet ja painot. Näin matto saadaan painumaan veden alle.



KUVA 19

**Vuotomattoja pressukankaasta.**

H. HEINO.

## Öljyn siirtopumppaus

Öljyn siirtopumppauksella tarkoitetaan öljyn pumpaamista aluksen omilla pumpuilla aluksen sisällä toiseen tankkiin tai toisen aluksen tankkeihin. Ristiliityntää käytettäessä öljyä voidaan siirtää melkein mihin tahansa tankkiin aluksella. Polttoainetankit on sijoitettu aluksen pohjaan tai mahdollisesti kylkiin. Tämä tarkoittaa sitä, ettei öljy ole ainoastaan yhdessä tankissa ja aluksella on todennäköisesti myös tankkireserviä, mikä mahdollistaa öljyn siirron. **Öljyä siirrettäessä on huomioitava aluksen vakavuus: väärillä toimenpiteillä alus on mahdollista kaataa ja siten aiheuttaa suurempaa vahinkoa.**

Mikäli tankin tyhjennys ei onnistu aluksen omilla putkistoilla ja pumpuilla, se voi johtua black outista. Jos siirtopumppu on vaurioitunut, öljyn siirtämiseen käytetään käsipumppua.

Tankki voidaan tyhjentää myös tankkien huohotusputkien kautta tai ”hot tap” -menetelmällä. Se tarkoittaa uusien putkiyhteiden tekemistä suljetusti ja vuodottomasti polttoainesäiliön seinän läpi joko tankkikannelta ylhäältä tai aluksen pohjan läpi. Menetelmässä asennetaan venttiili poraamalla reikäsahalla teräslevyn läpi. Tällöin levyn takana oleva öljy voidaan poistaa ilman ulosvuotoja. Venttiilejä on joko sukeltajien avulla tai erikoisroboteilla asennettaviksi.

Säiliöalusten lastisäiliöiden tyhjennys voi olla tarpeen kevennyksen vuoksi. Raskaat öljyt on saatettava ennen poistamista juoksevaan tilaan esimerkiksi lämmittämällä niitä riittävästi.

## Aluksen irrotus

Toisinaan aluksen polttoainesäiliöistä johtuvien öljyvuotojen estäminen on käytännössä mahdollista vain varovaisella irrotuksella tai nostolla ja kääntämisellä, mahdollisesti myös ilma- ym. putkiyhteitä tukkimalla. Aluksen irrotus, pystyyn kääntö tai nosto tulisi voida tehdä siten, ettei ehjiä säiliöitä rikkoudu

eikä rikkoutuneista tankeista aiheudu ulosvuotoja. Kyseinen toimenpide voidaan toteuttaa vain, mikäli ulosvuotoja ei havaita tai se ei aiheuta muuta vaaraa. Mikäli toimenpide suoritetaan, täytyy varmistua, ettei öljyä pääse vuotamaan ulos aluksesta. Tällöin tulisi välttää voimakkaita potkurivirtoja alukseen tai iskuja aluksen runkoon. Haverialusta hinattaessa hinausnopeus on pidettävä alhaisena, ettei synny tankit tyhjentävää imua.

Ennen aluksen irrottamista karilta se tutkitaan vedenalaisesti käyttäen sukeltajia tai kauko-ohjattavia ROVeja. Alus tulee saada vakautettua, ettei se kaadu karilta irrotessaan. Aluksen vakavuus ja runkoon kohdistuvat rasitukset onkin tarkistettava tarvittaessa laskelmin vaihe vaiheelta ennen irrotuksen aloittamista. Vauriovakavuuslaskelmissa tukee aluksen varustamo. Tarvittavia lujustarkasteluja varten vakuutusyhtiöt ja luokituslaitokset edellyttävät, että pohjatarkastukset on suorittanut pätevällä tavalla luokituslaitosten hyväksymä ammattisukeltaja.

Päivystävän (24 h) merenkulun tarkastajan kautta saa yhteyden luokituslaitosten hyväksymiin sukeltajiin. Merenkulun tarkastaja osallistuu sen arviointiin, onko alusta turvallista siirtää. Väylävirasto taas tekee päätöksen aluksen suojelemaan siirtämisestä.

Alus voi saada niin pahoja vaurioita, että ainoiksi keinoiksi uppoamisen tai kaatumisen estämisessä jäävät suurtehopumppaukset ja matalaan veteen vieminen. Tällöin tilanne on usein niin kiireellinen tai olosuhteet niin vaikeat, ettei muuhun ole aikaa tai turvallisia mahdollisuuksia.

Edellä kuvattu toiminta kuuluu pääasiassa meripelastustyöhön, jota tekee ammattimainen meripelastusrytittäjä. Kiireellisissä tapauksissa ja öljyvuotojen tai muiden ympäristövahinkojen estämiseksi myös pelastusviranomaiset ovat osallistuneet näihin toimiin.

---

HEINO YM. (2017) HAVERIALUKSEN MIEHISTÖN ENSITOIMENPITEET ALUSÖLJYVAHINGOSSA.  
JOLMA YM. (2018) SUOMEN YMPÄRISTÖVAHINKOJEN TORJUNNAN KOKONAISSELVITYS 2017–2025.

## Nuottaus kahdella tai kolmella aluksella

Nuottauksessa U-muodostelma on kaikkein yleisin. Siinä kaksi alusta hinaa puomia sen eri päistä. U-muoto syntyy virtauksen työntäessä puomin keskikohtaa taaksepäin. Tehokkaimmin muodostelma toimii, kun alukset pysyvät riittävän lähellä toisiaan: nuotansuun leveys kannattaa pitää maksimissaan  $\frac{1}{3}$ :na nuotan pituudesta. Esimerkiksi 300 metrin pituisella puomilla nuotattaessa nuotan leveys eli pyyhkäisyala voi olla 100 metriä. Liian leveä nuotta vie alusten ohjailukyvyn, ja puomiin kohdistuvat vetolujuudet rikkovat sen. Leveään pyyhkäisyalan tavoittelemisen sijaan kannattaa nuotata kapeammalla leveydellä useampaan kertaan.

Nuottaukseen soveltuvat parhaiten verhopuomit. Nuottauksessa tulee käyttää puomin vetopäitä, jotta veto kohdistuisi puomiin tasaisesti eikä puomi olisi niin altis kiertymään. Hinausköysien tulee olla riittävän pitkiä, ettei puomiin kohdistu hetkelisesti liian suuria voimia, kuten teräviä nykäyksiä. Esimerkiksi hinausköyden pituudelle annetaan noin 50–60 metriä 300-metriselle puomille. Aluksen käsittelyn kannalta paras puomin hinausköyden kiinnityspiste löytyy kokeilemalla: se riippuu paljon propulsiolaitteesta mutta myös aluksen suunnasta suhteessa virtaukseen ja tuuleen sekä niiden voimakkuudesta. Hinausköysien tulee olla

kelluvia, jotta vältetään niiden sotkeutuminen aluksen potkuriin.

Nuottausmuodostelmissa puomin pituus on tyyppillisesti 100 metristä 500 metriin riippuen merialueen koosta ja hinaavista aluksista. Tätä suurempi puomipituus hankaloittaa muodostelmassa ajoa ja lisää puomin vaurioitumisen riskiä. Suurempien puominuottien käsittely onnistuu kyllä valtion öljyntorjunta-aluksilla ja hinaajilla.

Suljetussa U-nuottauksessa kannattaa käyttää paritonta määrää puomijaksoja, jolloin liitoskohda ei osu nuotan perälle, jossa paine on suurin. Suuremman rikkoutumisvaaran lisäksi öljy myös karkaa puomin ali todennäköisemmin juuri joutamattoman liitoksen kohdalta. Avoimessa nuotassa puomimäärä on parillinen: kaksi yhtä pitkää puomijataa liitetään toisiinsa kettingillä tai vaijerilla. Näin nuottaan syntyy aukko, josta paksummaksi rikastunut öljy valuu kapeana nauhana nuotan perässä seuraavan aluksen kerättäväksi.

Meressä öljylautta hajoaa epäyhtenäiseksi lautaksi. Lisäksi öljylautan kerrospaksuus vaihtelee. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että 90 % öljystä sijaitsee öljylautan keskuksessa, joka puolestaan on noin 10 % lautain pinta-alasta (ks. kuva 21). Toimintaa tehostaa siten huomattavasti, jos on mahdollista käyttää ilmatiedustelua ohjaamaan nuot-



KUVA 20

### Nuottausta.

PIISPA, KYMENLAAKSON  
PELASTUSLAITOS 2020.

taavat alukset öljylautan paksuimpaan kohtaan. Nuottaamisen, ja yleisemminkin puomittamisen, tehokkuus on suoraan verrannollinen sen tiedon laatuun, mitä operaation johdolla on yksittäisten lauttojen ja paksuimman lautanosan sijainnista ja kulkusuunnasta.

Nuottaussuunta valitaan yleensä lautan pituus-suuntaan öljyn kulkusuuntaa vastaan. Nuottaus-

ta saattavat kuitenkin rajoittaa alusten syväys tai merialueen karikkoisuus ja saaret. Suurissa virtausnopeuksissa nuottaa pidetään paikallaan ja virran annetaan painaa lautta nuottaan. Erittäin suurissa virtausnopeuksissa puomin pohjukassa vallitsevaa suhteellista virtausnopeutta voidaan vähentää nuottaamalla myötävirtaan.

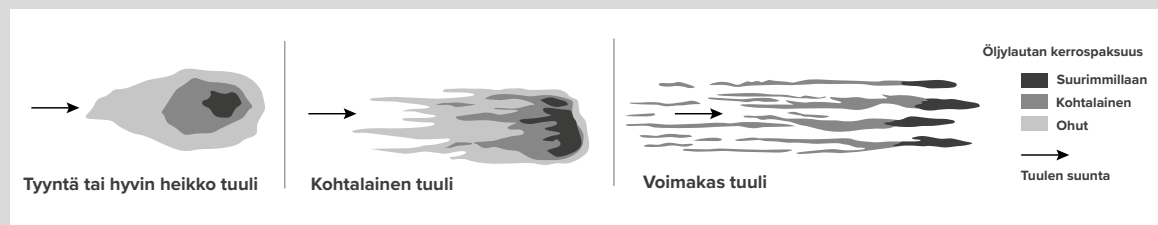
## TORJUNTA-ALUSTEN OHJAAMINEN

Öljyn havaitseminen nuottaavista aluksista saattaa olla hyvin vaikeaa. Öljykalvo hukkuu auringon välkeeseen, tuulen aiheuttamaan väreilyyn tai aaltoihin erityisesti silloin, kun tarkastelijan silmät ovat lähellä merenpinnan tasoa. Öljylautta havaitaan yleensä vasta, kun se on noin kymmenen metrin päässä havainnoijasta. Öljyn erottaa parhaiten ilmasta – optimaalisin havainnointikulma on suurempi kuin 45 astetta horisonttitasosta. Siten ilmatiedustelun hyödyntäminen on ainoa keino saada realistinen arvio öljyn sijainnista ja lautan leviämisestä.

Lentotiedusteluun voidaan käyttää Rajavartiolaituksen virka-apua, Suomen Lentopelastusseuraa tai pelastuslaitoksen omaa RPAS-yksikköä. RPAS-tiedustelun etuna on sen nopeus, joustavuus ja kustannustehokkuus. Tiedustelulentoja voidaan tehdä vara-akuista huolehdittaessa rajattomasti. Kopteria voidaan tarvittaessa leijuttaa torjunta-alueen päällä koko operaation ajan. Kopterin voi määrätä myös seuraamaan liikkuvaa kohdetta, kuten alusta, tai ohjainta, jos lennättäjä on aluksessa. Reaaliaikaisen videokuvan välittäminen torjunnan johtokeskukseen antaa merkittävän edun toiminnan suuntaamisessa. Torjunnan johto voi hyödyntää lentotiedustelua muun muassa

- öljylautan tai -lautojen paikantamiseen
- lautan muodon, koon ja kerrospaksuuden arviointiin
- lautan leviämisen ja kulkusuunnan arviointiin
- liikaantuneiden rantaosien paikantamiseen
- puomien sijainnin tarkasteluun suhteessa lautan kulkusuuntaan
- öljylautan paksuimman osan osoittamiseen nuottaaville tai kerääville aluksille
- nuottauksen pitävyyden tarkkailuun eli nuotta-puomin ali tapahtuvien mahdollisten vuotojen havainnointiin
- olosuhteiden, kuten virtauksen ja aallokon, arviointiin
- torjuntatoimien seurantaan.

Öljylautan leviämissuuntaa voidaan arvioida esimerkiksi lautan ”häntien” (ks. kuva 21) tai useamman peräkkäisen tiedustelulennon avulla. Lautan leviämismuodon perusteella saadaan karkea arvio myös alueella vallitsevista tuulista ja veden virtausnopeudesta. Seuraamalla öljyvanoja tuulen suuntaan voidaan löytää lautan keskus sekä leviämisalueesta riippuen myös paikkoja, joihin öljyä on kertynyt enemmän. Näiden keskittymien löytäminen ja niistä tiedottaminen aluksille tehostaa torjuntatyötä huomattavan paljon. Katso lisätietoa manuaalin vihkosta 7.



KUVA 21

Öljylautan leviäminen tuulen vaikutuksesta kertavuodon tapauksessa. Öljylautan keskus, jossa suurin osa öljystä on, sijaitsee yleensä melko pienellä alueella lautan etuosassa sen kulkusuuntaan nähden.

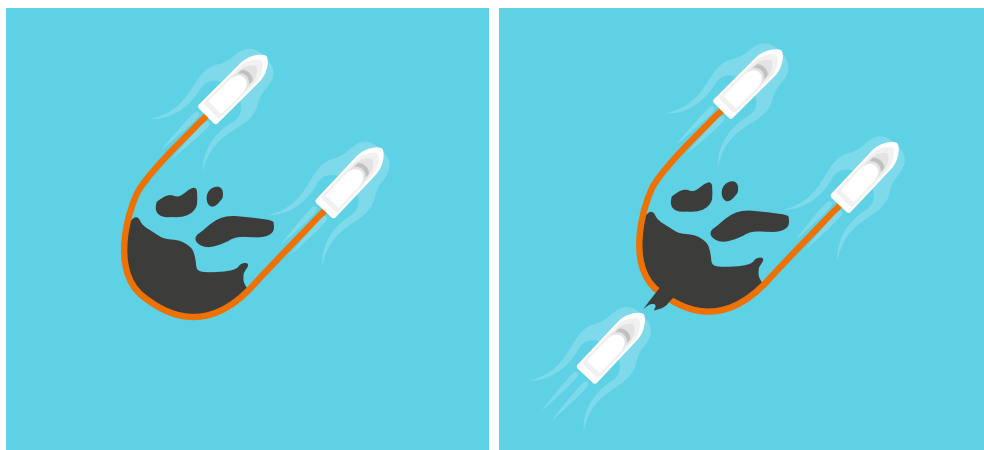
CEDRE 2015.



Alusten tulee edetä hallitusti ja riittävän hitaasti, kun öljy on saatu nuottaan, ettei öljyä menetetä puomin alta. Yhtä tärkeää on valita vallitseviin olosuhteisiin, aallonkorkeuteen, tuuleen ja virtausnopeuteen soveltuva puomi. Aikaisemmat vahingot maailmalta osoittavat kuitenkin, että optimaalissakin olosuhteissa öljyn talteenotto vedessä onnistuu vain osittain. Operaation tekevät vaikeaksi kahden tai useamman aluksen toiminnan yhteensovittaminen sekä muodostelman koordinointi ja hallittavuus erittäin pienissä nopeuksissa. Alusten nopeus veden suhteen tulee pitää noin 0,5 solmussa (kriittisestä nopeudesta lisää myöhemmin tässä luvussa). Avoin pohjukka mahdollistaa hie-

man suuremman nuottausnopeuden kuin suljettu. Lisäksi on kehitetty erilaisia keräinjärjestelmiä, kuten NOFI Current Buster ja MOS Sweeper, jotka sallivat suuremman nuottausnopeuden.

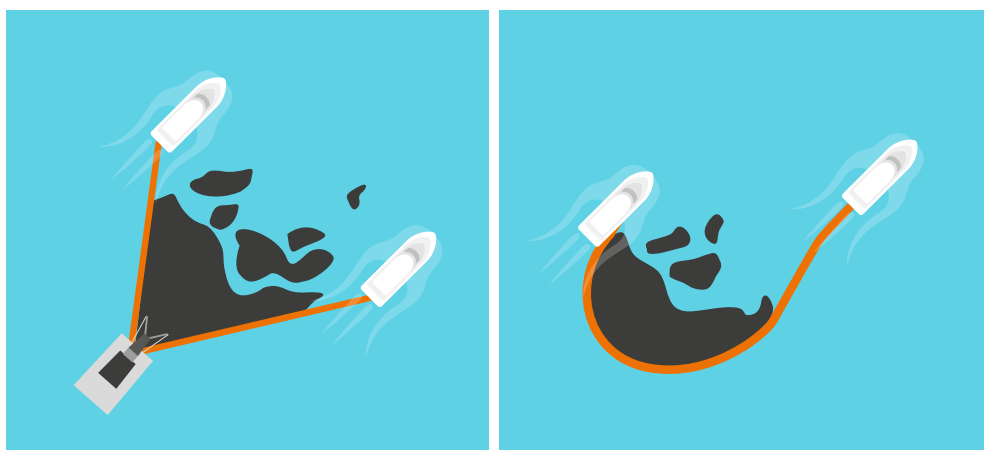
J-nuottauksessa alukset eivät etene samassa rintamassa, vaan toinen aluksista kulkee hieman toista jäljessä. Tämä muodostelma mahdollistaa, että jälkimmäinen alus kerää samanaikaisesti öljyä talteen laitakerääjällä tai skimmerillä. V-muodostelmassa kolmas, keulakerääjällä varustettu alus kerää öljyä kiinni puomin pohjukassa. Kolmen aluksen keskinäisen koordinaation haasteellisuuden vuoksi tätä toimintatapaa käytetään muita harvemmin.



KUVA 22

**Nuottaus suljetussa ja avoimessa U-muodostelmassa. Avoin nuotta muodostaa perässä seuraavalle alukselle rikastuneen öljyvanan, jota kerätää.**

IPIECA-IOGP 2015.



KUVA 23

**Nuottausta V- ja J-muodostelmassa.**

IPIECA-IOGP 2015.

## Nuottaus yhdellä aluksella

Öljyä voidaan nuotata myös yhdellä aluksella, joka on varustettu pyyhkäisypuomilla. Itsenäisesti öljyä keräävän aluksen pyyhkäisyleveys on nuottaa kapeampi, mutta etuna on sen parempi manoveerattavuus. Keruujärjestelmä voi olla joko yhdellä tai kahdella sivulla.

Yhdellä aluksella käytettävä keräysjärjestelmä on esimerkiksi alukseen kiinteästi asennettu järjestelmä, joka sisältää pyyhkäisypuomin ja sitä auki pitävän kiinteän tai teleskooppivartisen levitysvarren sekä harjahihnan, joka yleensä on aluksen sisällä. Aluksen kylkeen kiinnitettävässä keräysjärjestelmässä, eli laita- tai sivukerääjässä, keräinyksikkö on aluksen ulkopuolella. Laitakerääjiä voidaan myös jälkiasentaa jo olemassa oleviin aluksiin. Lisäksi on olemassa jäykkiä pyyhkäisypuomeja, joissa ei tarvita erillistä levitysvartta.

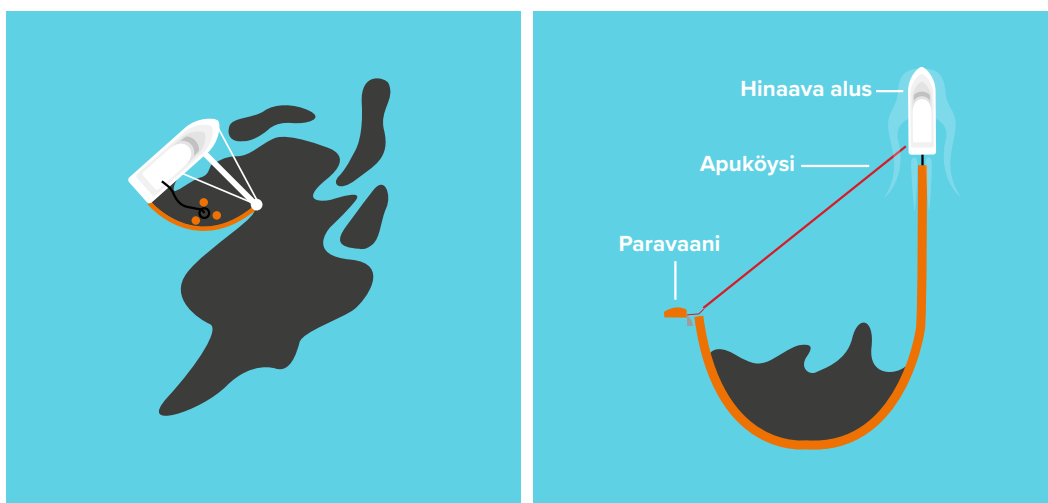
Pyyhkäisypuomin ja levitysvarren sijaan voidaan käyttää myös paravaania. Paravaaninuottaus arvioidaan melko helpoksi toteuttaa, ja muodostelma pysyy, kun se on saatu kerran säädettyä kohdilleen. Paravaani voi mahdollistaa lähempänä rantaa tapahtuvan nuottauksen kuin mitä aluksella olisi turvallista tehdä.

Oleellista on saada kerättyä öljyä pois vedestä mahdollisimman paljon samalla, kun sitä nuotataan. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, vaan nuottaus ja keräys tehdään omina vaiheinaan. Välivarastointikapasiteetti tulee mitoittaa keräyskapasiteetin mukaan, ettei kerääminen pysähdy tarpeettomasti. Välivarastointikapasiteetista lisää vihkon lopussa.

## Kriittinen nopeus

Nuottaessa on tärkeää, ettei nopeus veden suhteen puomin pohjukassa ylitä puolta solmua eli noin 0,3:a m/s. Tätä kutsutaan **kriittiseksi nopeudeksi** (critical velocity). Kun tämä nopeus ylittyy, öljy, joka kohtaa puomin pohjukassa kohtisuoran puomipinnan, karkaa puomin ali. Kriittinen nopeus tulee huomioida kaikissa puomituksissa. Suurimmalla osalla puomeista kriittinen nopeus ylittyy alle solmun nopeudessa.

Kriittisen nopeuden raja-arvo määräytyy puomin rakenteen lisäksi öljytyypin perusteella. Öljytyypin vaikutuksesta löytyy kuitenkin hieman ristiriitaista tietoa. ITOPFin (2014) mukaan juoksevammat öljyt karkaavat pisaroina päävirran mukaan ja raskaammat vasta, kun öljyä on kertynyt runsaaksi kerrokseksi puomin pohjukkaan. ITOPF myös



KUVA 24

Keräystä yhdellä aluksella laitakerääjän (vasemmalla) ja paravaanin (oikealla) avulla. Keräysjärjestelmissä on tyypillisesti kiinteät keräimet, mutta puomin pohjukassa voidaan käyttää myös kelluvaa keräintä.

IPIECA-IOGP 2015.

arvioi, että alhaisen viskositeetin öljyt, eli juoksevat öljyt, karkaavat puomin ali alhaisemmissa nopeuksissa kuin jäykemmät öljyt. Alankomaiden NHL-yliopiston tutkijaryhmän (Koops ym. 2014) mukaan kriittisen nopeuden raja-arvona raskaille, tiheydeltään noin  $900 \text{ kg/m}^3$ :n öljyille voidaan pitää  $0,3 \text{ m/s}$  mutta kevyemmille, tiheydeltään noin  $840 \text{ kg/m}^3$ :n öljyille hieman suurempaa,  $0,4 \text{ m:n/s}$  nopeutta. Varmin nyrkkisääntö voisi siten olla  $0,3 \text{ m:n/s}$  raja-arvo eli puolen ( $0,5$ ) solmun nopeus.

### Peruseriaatteita

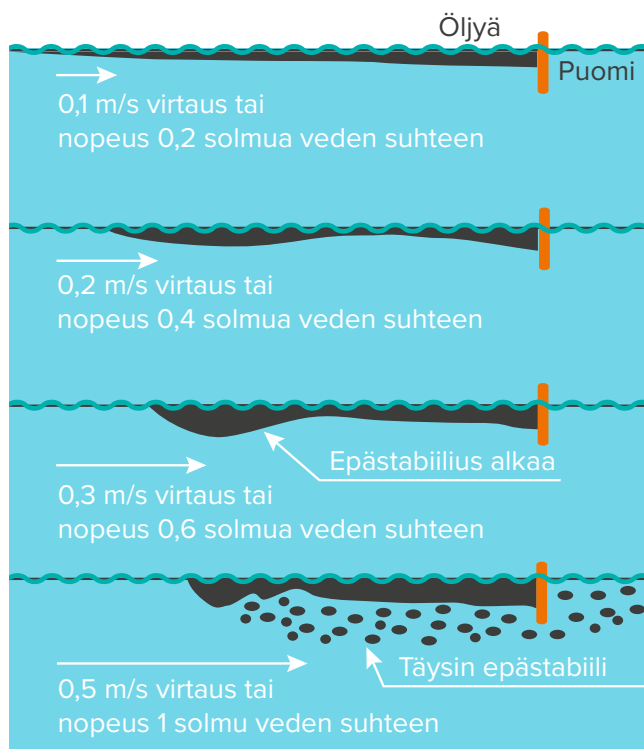
- 90 % öljystä 10 %:n alueella lautan pinta-alasta, loput 10 % öljystä 90 %:n alueella – keskitä voimavarat oikein
- kriittinen nopeus 0,5 solmua (nopeus veden suhteen)
- haveristin ympäripuomitukseen tarvittava puomimäärä 6 kertaa aluksen pituus
- nuotan puomipituus 100–500 metriä, umpinuoatassa pariton määrä puomijaksoja
- nuotansuun leveys maksimissaan  $1/3$  nuotan pituudesta
- puomin syväys korkeintaan  $1/3$  veden syvyydestä, optimi  $1/5$ .

Kriittisen nopeuden ylittyessä öljy karkaa puomin ali, vaikka puomi pysyisikin pystyssä (ks. kuva 25). Ilmiö ei siis edellytä puomin kaatumista tai sukeltamista, joten ongelmaa ei välttämättä näe puomin asennosta. Erittäin suurissa nopeuksissa puomi kaatuu ja uppoaa.

Ilmiö liittyy puomin allittavan vesimassan nopeuteen, joka kiihtyy, kun sama määrä vettä joutuu virtaamaan pienemmästä alasta, sekä öljyn ja veden tiheyseroihin ja nesteeseen pintajännitykseen. Ilmiö on yleinen kaikille puomityypeille riippumatta puomin koosta tai helman syvyydestä. Jo  $0,3 \text{ m:n/s}$  virtausnopeudella öljyä alkaa karata, ja  $0,5 \text{ m:n/s}$  nopeudella kaikki öljy karkaa. Kriittisen nopeuden ylittymistä puomin pinnassa voidaan säädellä asettamalla puomi kulmaan veden virtaussuuntaan nähden, jolloin suhteellinen nopeus vähenee (tästä lisää luvussa 5.2).

Joskus kriittinen nopeus ylittyy jo veden virtausnopeuden takia, jolloin nuottaavia aluksia joko pidetään paikallaan tai pienellä pakilla.

Toisinaan aluksen ohjailtavuus saattaa edellyttää kriittisen nopeuden ylittäviä nopeuksia. Oleellista on, että nopeuden lisäys tehdään tietoisina sen seurauksista puominuoatassa olevaan öljyyn.



KUVA 25

Öljyn karkaaminen puomin allitse veden virtausnopeuden ( $\text{m/s}$ ) tai aluksen nopeuden veden suhteen (solmua) kasvaessa. Virtausnopeuksilla  $0,1\text{--}0,2 \text{ m/s}$  ( $0,2\text{--}0,4$  solmua) puomi pystyy pidättämään öljyn. Nopeuden ylittäessä  $0,3 \text{ m/s}$  ( $0,6$  solmua) öljyn karkaaminen alkaa, ja yli  $0,5 \text{ m:n/s}$  ( $1$  solmun) nopeuksissa kaikki öljy lähtee puomin allittavan päävirran mukaan.

KOOPS YM. 2014.

Vahinkohetken olosuhteisiin sopivan nopeuden, nuottauksen ja puomin toimivuuden voi parhaiten arvioida vain tilannetta havainnoimalla. Öljypisaroiden tai -läiskien nousu pintaan puomin jäljestä kertoo nuotan vuotamisesta. Ohutta kalvoa voi kuitenkin muodostua myös hyvin toimivassa nuottauksessa. Nuotan liiallisesta nopeudesta kielivät nuotan perään syntyvät pyörteet. Puomin pohjukkaa ei kuitenkaan hinaavista aluksista näe – tähän on tärkeää käyttää joko vene- tai ilmatiedustelua.

Kriittinen nopeus on merkittävä ja rajoittavakin tekijä erityisesti matalissa vesissä, jos puomin syväys ylittää 20 % veden syvyydestä (ks. kuva 26). Ajatus ”mitä isompi puomi, sitä tehokkaampi” ei siis pidä paikkaansa. Puomista muodostuu ”kuminen pato”, joka ei arvatunkaan pysy pystyssä, tai jos pysyykin, ei pysty pidättämään öljyä.

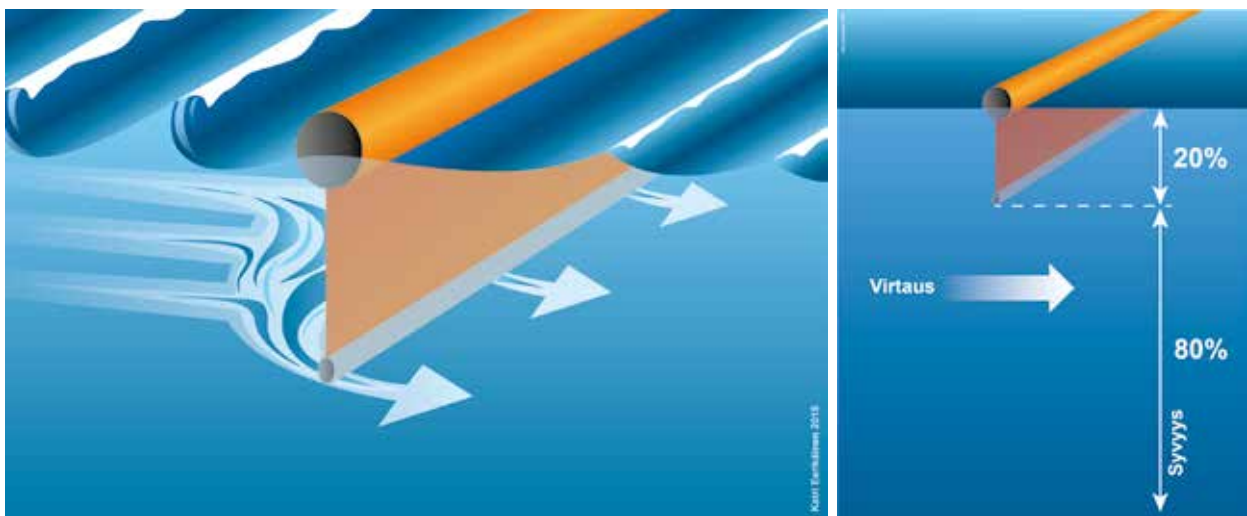
Voimakkaasti virtaavissa joissa, joissa ei ole sopivaa suvantopaikkaa öljyn ohjaamista ja keräämistä varten, tulee käyttää rajoituspuomia, jonka optimisyväys on 1/5 veden syvyydestä. Näin patoilmiö ja veden pyörteily eivät muodostu liian voimakkaiksi eikä öljy pääse karkaamaan puomin ali. Maksimisyväyksenä on 1/3 veden syvyydestä. IMO:n ohjeissa (2013) ja ASTM-puomistandardissa 2 solmun (1,0 m/s) virtaukseen suositellaan puo-

mia, jonka helma on 15–30 cm, ja 3 solmun (1,5 m/s) virtaukseen alle 8 cm:n helmasyvyyttä.

Myös vapaan veden syvyys vaikuttaa puomiin kohdistuvan voiman suuruuteen. Mitä vähemmän vapaata vettä on, sitä suurempi on vetovastus. Jos vettä on yli seitsemän kertaa puomin korkeus, syvyydellä ei ole enää merkitystä.

Joissakin virtaavaan veteen tarkoitetuissa puomimalleissa helman alaosa on verkkoa, jonka tarkoitus on vaimentaa patoilmiötä sekä puomiin kohdistuvia vastusvoimia sitä hinattaessa. Yhdestä tällaisesta puomista on esimerkki kuvassa 27. Lisäksi toisissa puomimalleissa on helmassa aukkoja. Niiden on kuitenkin todettu lisäävän turbulenssia puomilla ja siten öljyn karkaamista.

Alusten nopeudet tulee pitää melko alhaisina myös puomiin kohdistuvien voimien vuoksi. Puomia hinattaessa vetonopeus tulee säätää hinausköyden, puomin vetopään, vetolaitteen ja puomijaksojen liitosten vetolujuuteen. Nuotattaessa U- tai J-muodostelmissa puomiin kohdistuu huomattavasti suurempia voimia kuin hinattaessa suoraa puomijataa aluksen perässä. Nopeus tulee sopeuttaa myös nuotan suuaukon leveyteen ja puomien pituuteen.



KUVA 26

**Jos puomi plokkaa veden syvyydestä yli 20 %, puomin alitse virtaavan veden nopeus kasvaa suureksi saman vesimassan virratessa pienemmästä alasta.**



KUVA 27

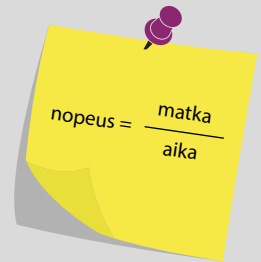
Korealaisen toimittajan KOAI Co. Ltd. Chungsoo Industryn suuriin virtausnopeuksiin tarkoitettu puomi, jossa osa puomin helmasta muodostuu imeyttävästä materiaalista valmistetusta verkosta. HALONEN 2018.

Puomin vetolujuuden määrittelyyn löytyy useita laskentakaavoja, jotka osin antavat eri suuruusluokan vastauksia, katso Jolman (2015) raportti *Puomin vetolujuus ja hinausvoimat*. ASTM-standardin mukaan ainoa tapa arvioida puomin vetolujuus täsmällisesti on määrittää se vetolujuustestillä puominäytteestä.

Puomikankaan kestävyys on puomin toimivuuden kannalta oleellista. Puomikankaan tulee olla veto- ja repäisyjuuudeltaan taulukossa 1 esitettyjen laatuksiteerien mukainen. Vedon vastaanottajien vetolujuuden tulee olla puomikankaan vetolujuutta huomattavasti suurempi.

## VIRTAUSNOPEUDEN ARVIOIMINEN

Puomien tehokasta käyttöä varten tulee tietää virtauksen nopeus ja suunta. Virtausnopeusmittarit ovat tähän hyviä, mutta niitä ei useinkaan ole käytössä vahingon torjuntahetkellä. Hyvä konsti on katsoa poijujen ja viittojen ympärille muodostuvan pyörteilyn voimakkuutta tai vedessä virtaavaa roskaa. Yksi tapa on kellottaa roskaa tai muun kelluvan kappaleen etenemistä tietyn pituisella matkalla. Helpon etenemän saa laskettua jonkin jo tunnetun matkan, kuten aluksen kyljen pituuden, mukaan.



IMO (2013) GUIDELINE FOR OILS SPILL RESPONSE IN FAST CURRENTS.

U.S. COAST GUARD (2001) OIL SPILL RESPONSE IN FAST CURRENTS. A FIELD GUIDE.



KUVA 28

Suurissa virtausnopeuksissa puomit tulee asettaa kulmaan veden virtaussuuntaan nähden, mikä vähentää puomiin kohdistuvaa suhteellista virtausnopeutta. Puomien toimintavarmuus saattaa heiketä myös aallokossa.

HALONEN 2017 JA PITKÄÄHO 2017.

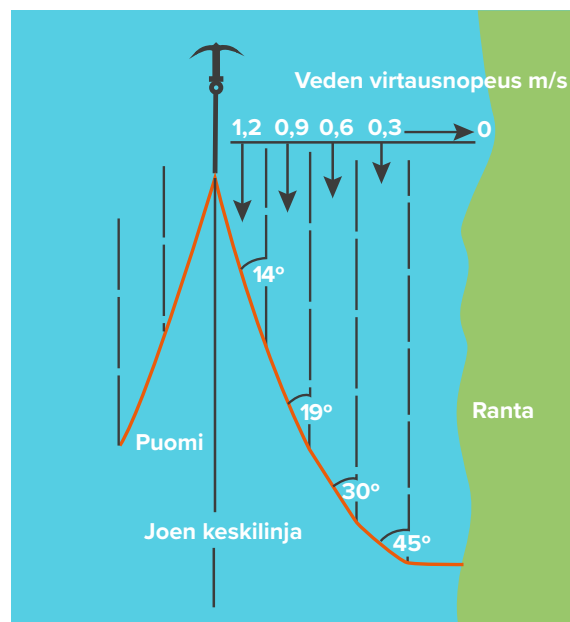
## 5.2 OHJAAMINEN JA SUUNTAAMINEN

Suurissa veden virtausnopeuksissa, joissa kriittinen nopeus ylittyy, puomeja käytetään suuntaamiseen ja ohjaamiseen siten, että puomi asetetaan kulmaan veden virtaussuuntaan nähden. Tämä vähentää puomiin kohdistuvaa suhteellista virtausnopeutta, esimerkiksi 45 asteen kulma jo noin puolella. Erittäin suurissa virtausnopeuksissa puomi tulee asettaa miltei virran suuntaisesti.

Joissa tai kapeikoissa veden virtausnopeus on yleensä suurinta keskellä ja hitaampaa reunamilla. Ohjattaessa öljyä kohti rantaan, jossa virtausnopeudet ovat pienempiä, öljy todennäköisemmin pysyy puomituksessa. Kuvassa 29 on esitetty, kuinka virtausnopeus pienenee rantaan kohti, jolloin puomin kulmaakin voidaan kasvattaa.

Ohjaamista ja suuntaamista voidaan tehdä dynaamisesti siten, että puomin toista päätä ohjailaan aluksella. Näin puomin kulmaa voidaan hakea ketterämmin. Leveänä lauttana liikkuvaa öljyä voidaan yrittää kaventaa suisteen avulla. Öljylautta voidaan myös saattaa kahden aluksen ohjaaman puomin avulla jonkin erityisen herkän alueen ohi.

Myös staattisia, paikallaan pysyviä puomituksia voidaan hyödyntää. Suurissa virtausnopeuksissa öljyn pysäyttämiseen tarvitaan useampi puomi. Kun ensimmäinen puomi ottaa vastaan suurimman virtausvoiman, virtaus on seuraavalla puomilla jo hieman hitaampaa. Jälkimmäisen puomin toimintavarmuus on siten paljon parempi. Kuvassa 30 on esitetty useamman puomin käyttöperiaatteita.

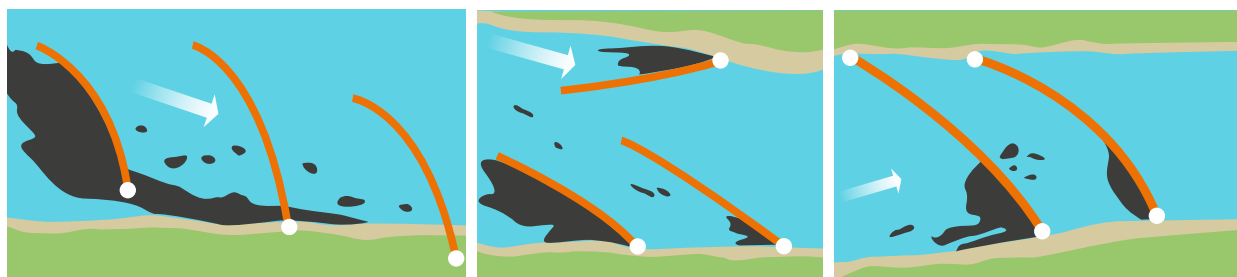


KUVA 29

**Joen tai salmen virtausprofiili ja tarvittavat puomin suuntauskulmat. Mitä suurempi virtausnopeus, sitä virranmyötäisemmäksi puomi tulee asettaa. Puomi voidaan laittaa kohtisuoraan (90 asteen kulmaan) vain hyvin tyyneessä vedessä.**

KOOPS YM. 2014.

Jokialueilla tai väylillä, joissa liikenteen jatkuminen on tärkeää, voidaan harkita avoimen puomituksen käyttöä kahdella puomilla siten, että ensimmäinen puomi toimii suuntauspuomina suistaen öljyä toiselle, rantaan ohjaavalle puomille (ks. kuva 31). Puomitustekniikkaa voidaan hyödyntää myös vesistöissä, joiden leveys ei mahdollista koko alueen sulkemista yhdellä puomilla. Suuntauspuomeja voi silloin olla useampia.

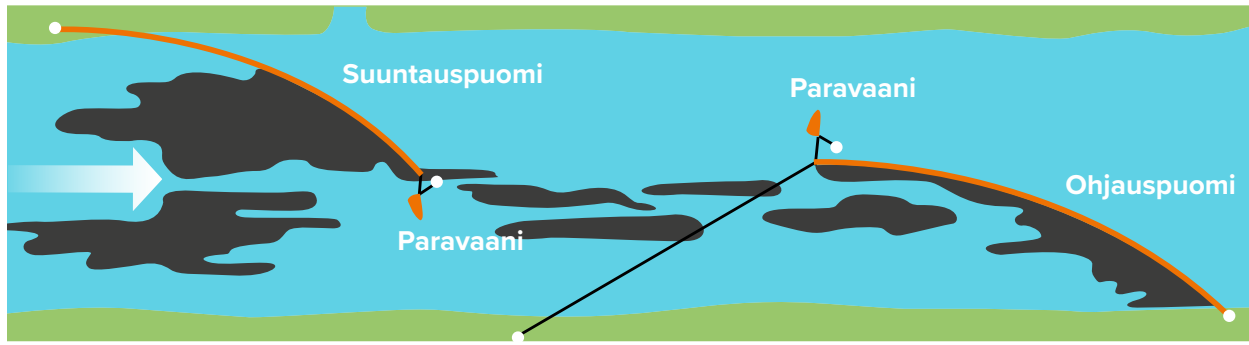


KUVA 30

**Puomitus virtaavassa vedessä ketjupuomituksilla.**

CEDRE.

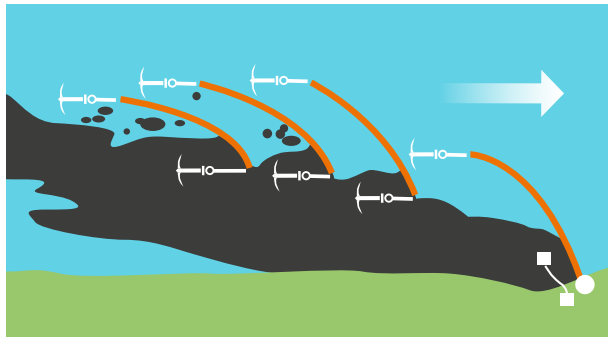




KUVA 31

**Kulkureitin mahdollistava puomitustapa, jossa ensimmäinen suuntauspuomi suistaa öljyn toiselle, rantaan ohjaavalle puomille. Virtausnopeuden vaatiessa puomien määrää kasvatetaan.**

OIL SPILL SCIENCE SOLUTION 2010.



KUVA 32

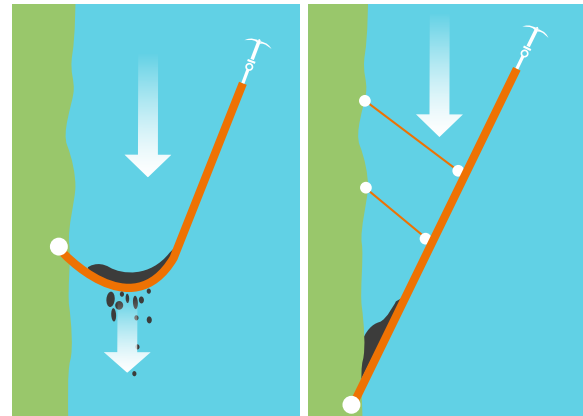
**Useamman puomin ketjupuomitusta voidaan käyttää voimakkaassa virtauksessa, jossa yhden, pidemmän puomin käyttäminen on hankalaa tai mahdotonta. Virtaavassa vedessä lyhyempien puomijaksojen käsittely on helpompaa. Se edellyttää kuitenkin enemmän ankkurointikalustoa. Peräkkäiset suuntauspuomit heikentävät pintavirtausta, jolloin seuraavien puomien suuntauskulmaa voidaan asteittain kasvattaa.**

NUKA RESEARCH 2012.

Virtaavassa vedessä puomitusta saattaa olla huomattavasti helpompaa paravaanin avulla kuin veneellä. Paravaania kokeiltiin Vuoksen harjoituksessa lokakuussa 2017 hyvin tuloksien (lisätietoa toimintaohjekortista sekä manuaalin vihkosta 20 ja sen harjoituskorteista).

Rantaan ohjaava puomi tulee kiinnittää rantaan siten, ettei puomin päähän muodostu pussia. Tärkeää on myös tehdä rantakiinnityksestä tiivis, sillä aitapuomi yleensä kaatuu rantaan noustessaan. Rantakiinnitystä voidaan tiivistää esimerkiksi imeytysmateriaalilla.

Ohjaamista hyödynnetään myös kiintojääolo-



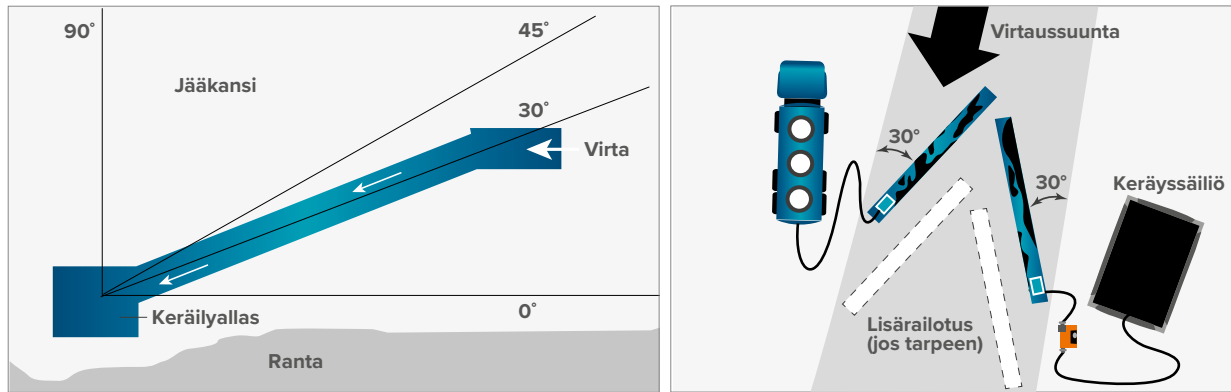
KUVA 33

**Puomin kiinnityksessä tulee välttää pussin syntymistä: siellä öljy kohtaa puomin pohjukan 90 asteen kulmassa, mikä saattaa johtaa öljyn karkaamiseen puomin ali.**

GREENE YM. 1979.

suhteissa. Jos jääkansi kestää torjuijen ja heidän varusteidensa painon, ohjauspuomitusta tehdään jäähän sahattuun raitoon. Virtausten ylittäessä 0,4 m/s raito sahataan kulmaan veden virtaus-suuntaan nähden, samoin kuin puomi asetettaisiin avovedessä.

Kulman ansiosta öljy saadaan nousemaan raitoon paremmin, eikä se virtaa raiton alta. Optimaalinen raiton leveys on 1,5-kertainen jään paksuuteen verrattuna. Raiton ylävirran puoleinen pää voidaan sahata kaartuen kohti veden virtaus-suuntaa. Jokialueella sahataan toinen raito joen vastakkaiselle puolelle peilikuvana jään kantavuuden sallimissa rajoissa.



KUVA 34

**Puomitusrailon ja keruualtaan muoto. Railon kulma määräytyy veden virtausnopeuden mukaan samoin kuin avovedessä. Näissä esimerkeissä railo on sahattu 30°:n kulmaan veden virtaussuuntaan nähden. Joessa railoja voidaan sahata peilikuvina koko jokileveyden kattamiseksi jään kantavuuden sallimin välimatkoin.**

OSKINS & BRADLEY 2005 JA ALLEN 1979.

Öljyllä on taipumus nousta jään alta avoveteen, joten railo toimii myös ilman puomia. Puomia voidaan kuitenkin käyttää tehostamaan pysäytystä. Virtaus kuljettaa öljyä railoon asetettua puomia myöten railon päähän, josta se kerätään pois. Jäiden liikkuaessa railo voi painua umpeen, jolloin puomi saattaa jäätyä kiinni ja repeytyä. Puomirailoon voidaan tarvittaessa laittaa stopparilaudat esimerkiksi puusta. Tekniset ohjeet railotuksen toteuttamiseen löytyvät TalviSÖKÖ-manuaalista.

Suurissa virtausnopeuksissa on huomioitava, että öljy on todennäköisesti jo kaukana päästö- tai havaintopisteestä ennen kuin railo ja puomitusta on saatu aikaiseksi. Tämä tulee huomioida railotuspaikkaa valittaessa.

### 5.3 SUOJAAMINEN

Puomeilla voidaan suojata erityisiä kohteita, kuten luonnonsuojelullisesti arvokkaan alueen rantoja, öljyntyemiseltä. Suojaamisessa voidaan hyödyntää dynaamista suojausta (alusten ohjaimina) tai ankkuroituja tai rantakiinnitteisiä puomituksia. Suojaamisessa on huomattava, että yhden alueen suojaaminen saattaa helposti johtaa viereisten alueiden likaantumiseen, ellei öljyn liikettä saada pysäytettyä. Siksi on pyrittävä muodostamaan alueita, joihin öljy alkaa kertyä ja joista sitä poistetaan. Yhtenä öljyn pysäyttämisen ja sen keräämisen mahdollistavana puomitustekniikkana käytetään ns. siksak-puomitusta. Siksak-puomitusta voidaan käyttää myös ohjauspuomin kanssa rannanpuoleisen sivun suojaamiseen.



KUVA 35

**Puomitusrailon ja keruualueen sahaaminen. Kuvat Pohjois-Savon jääolosuhteiden torjuntaharjoituksesta.**

HALONEN 2018.



KUVA 36

Rannan suojapuomituksen tulee muodostaa alueita, joihin öljy alkaa kertyä. Muutoin ongelma vain siirtyy eteenpäin. Tällaisia alueita ovat esimerkiksi siksak-puomituksen taskut.

POHJOIS-SAVON PELASTUSLAITOS.



KUVA 37

Rantapuomituksen kiinnitys. Puomin taitetun reunan päälle on laitettu painoksi kiviä, jotta kiinnityksestä tulee tiivis. Joissakin tilanteissa on järkevää selvittää puomi niin, että se seuraa rantaviivaa muutamia metrejä ennen kuin se suunnataan ulospäin. Silloin se ei kaadu.

POHJOIS-SAVON PELASTUSLAITOS.



KUVA 38

Pitkomaisen imeytyspuomin suojaus teho on melko heikko: pyörähdellessään pitko päästää öljyn altaan, sillä puomissa ei ole helmaa, joka estäisi öljyn leviämisen. Nauhapuomi säilyttää kosketuksensa veteen aallokossakin, ja sen imeytyspinta-ala laaja. Rannansuojamaton suojaus teho on hyvä, mikäli matto saadaan aseteltua kivikkoon tiiviisti.

HINTSALA, KNORRING OY AB 2014, ETELÄ-KARJALAN PELASTUSLAITOS JA SYDÖSTRA SKÅNES RÄDDNINGSTJÄNST 2006.

Jos puomikaluston määrä ja/tai aika ei riitä, toteutetaan suora puomitus rannan suuntaisesti.

Rannan suojaukseen käytetään tyypillisesti rajoituspuomia ja sen rinnalla imeytyspuomia. Imeytyspitko ei yksinään estä rantaa öljyntyästä muutoin kuin hyvin suojaisilla vesialueilla. Imeytyspuomien tehoa voidaan lisätä kiinnittämällä

kaksi imeytyspitkoa nippusitein rinnakkain. Näin puomi ei pääse pyörähtelemään ja siten päästämään öljyä altaan. Aallokossa pitko yleensä nousee kivien päälle, jolloin sen suojaus- ja keräysteho heikkenevät. Litteä nauhapuomi sen sijaan myötäilee aallokkoa. Sen etuna on myös suuri imeytyspinta-ala. Rannat voidaan maaston sallimassa suojata myös rannansuojamatoilla.

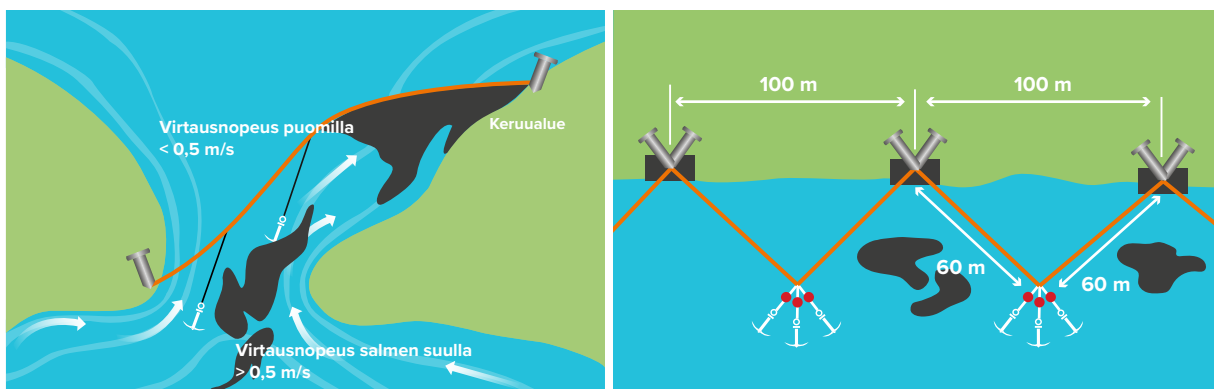
# 6 PUOMITARPEEN ARVIOINTI

Maailmalla sattuneissa öljyvahingoissa merkittävimmäksi käytännön syyksi puomitusten epäonistumiseen on osoittautunut tarvittavan puomimäärän aliarviointi. Esimerkkinä mainitaan muun muassa liian pieneksi arvioitu puomipituus riittävän suuntaamiskulman aikaansaamiseksi. Taulukkoon 2 on koottu harjoitusten ja tositapausten

kautta muodostuneita nyrkkisääntöjä puomipituuksista eri käyttökohteisiin. Puomitarpeen laskemiseksi on myös erilaisia kaavoja. Tarvittavaa puomipituutta voidaan arvioida esimerkiksi vuotaneen öljymäärän perusteella laskemalla, kuinka paljon rajaavan puomin ”kapasiteetti” on.

TAULUKKO 2 Esimerkkejä eri käyttösovelluksiin tarvittavasta puomimäärästä.

TAVOITE	SOVELLUS	TARVITTAVA PUOMIMÄÄRÄ
Öljyn leviämisen estäminen ja herkkien alueiden suojaaminen	Haverialuksen ympäripuomitus	6 × aluksen pituus
	Vuodon rajoittaminen satamaltaassa	1,5 × aluksen pituus + keulan ja perän etäisyys rantaan tai kiinteään laiturerakenteeseen
	Käyttö öljynkeräimen (skimmerin) apuna avovedessä	450–600 m/keräin
	Virtaavan joen poikkipuomitus	$\frac{\text{Joen leveys (m)} \times \text{virtauksen nopeus (m/s)}}{0,3} + 15 \text{ (m)}$
	Lahden, jokisuun tai sataman sisääntulon sulkeminen	3–4 × lahden tai jokisuun tai sataman sisääntulon leveys
	Rannan suojaaminen	1,5 × rannan pituus
	Rannan suojaaminen virtaavassa vedessä	1,5 + virtaus solmuina × suojattavan kohteen leveys
Öljyn kerääminen	Öljyn nuottaus	100–500 m / 2 alusta



KUVA 39

Tarvittavan puomipituuden havainnollistaminen. Kapean salmen sulkemiseen siten, että öljy todella pysähtyy, tarvitaan noin 3–4 kertaa vesialueen leveyden verran puomia. Rannan suojaamiseen ja öljyn leviämisen estämiseen puomia tarvitaan noin 1,5 kertaa rannan pituus.

U.S. COAST GUARD 2001 JA LAUKKANEN.

## HIFISTELIJÖILLE: TARVITTAVAN PUOMIPITUUDEN ARVIOINTI LASKUKAAVALLA

Ihanteellisissa olosuhteissa voidaan laskea, että ympyrän muotoinen, p metriä pitkä puomitussuora voi pidättää k millimetrin paksuisena öljykerroksena V kuutiometriä öljyä seuraavan kaavan mukaan:

$$V [\text{m}^3] = (7,96 \times 10^{-2}) k [\text{mm}] p^2 [\text{m}^2]$$

jossa

k = öljykerroksen paksuus millimetreinä

p = öljypuomin pituus metreinä

Esimerkiksi 100 metrin öljypuomi voi pidättää öljyä 5 mm:n kerroksena, joka vastaa tilavuutta  $V = 3,98 \text{ m}^3$ , ja 500 metrin öljypuomi voi pidättää 5 mm paksuna kerroksena 99,5  $\text{m}^3$  öljyä. Toisaalta jos 500 metriä puomia on viitenä 100 metrin puomituksena, voidaan pidättää vain  $5 \times 4 \text{ m}^3 = 20 \text{ m}^3$  öljyä kerrospaksuuden ollessa 5 mm.

---

KERÄNEN & JOLMA (2020) ÖLJYPUOMIOPAS. ÖLJYNTORJUNTARAJOTUSPUOMIEN MÄÄRITTELY SISÄVESI- JA RANNIKKOALUEILLA.



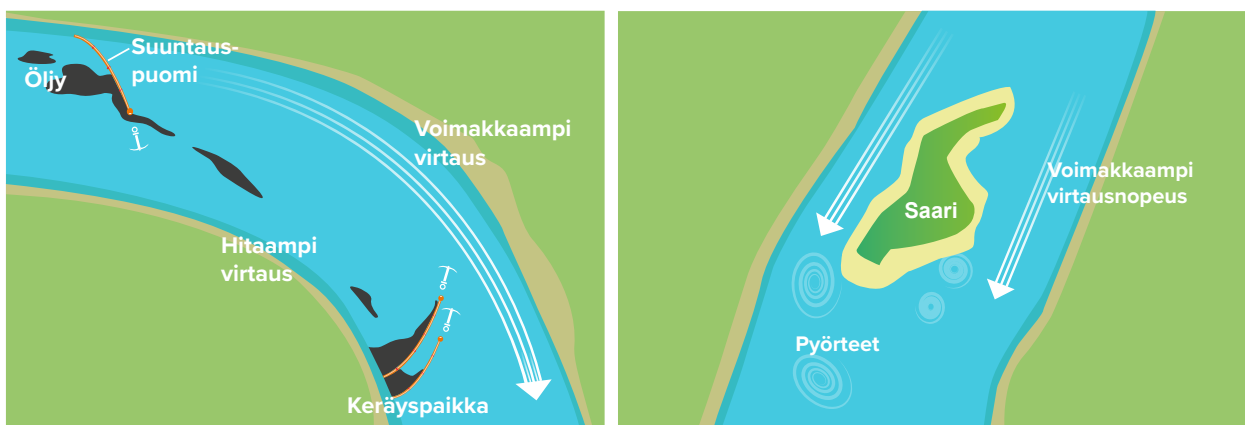
## 7 PUOMITUSPAIKAN VALINTA

Meressä öljyvuoto leviää ja kulkeutuu laajalle alueelle, ellei sitä saada rajattua tai ohjattua rantaan. Hyvän puomituspaidan valinta edellyttää tietoa tuulista ja virtauksista. Tähän auttavat paikallistuntemuksen lisäksi erilaiset virtausmittaukset ja -kartat, ajalehtimiskokeet ja mallinnukset. Tapahtumahetkellä saattaa kuitenkin esiintyä historiadatasta ja virtauslilastoista poikkeavia virtaamia, virtaussuuntia tai -nopeuksia. Siksi kentällä tehdyt havainnot ovat merkityksellisiä. Torjuntatyön johdolla tulee olla työkaluja saada nopeasti tietoa tuulesta ja virtauksista, jotta se voi arvioida öljyn mahdollista kulkeutumista, tai reaaliaikaista tiedustelutietoa öljyn liikkeistä.

Öljyn pysäytyspaikka valitaan hitaamman virtauksen alueelta, esimerkiksi joen suvantoalueelta tai lahdelmasta. Tämä mahdollistaa suurempien suuntauskulmien käytön puomeissa. Siellä puomeihin ei kohdistu niin suuria voimia, jolloin myös työturvallisuusriskit vähenevät.

Suvantoalueita ja kohtia, joihin esimerkiksi vedessä ajalehtivat kaislat ja roskat luonnollisesti kerääntyvät, tulisi kartoittaa etukäteen valmiussuunnittelun yhteydessä. Tällaisissa kohteissa veden pyörteily edesauttaa myös öljyn kertymistä alueelle ja siten sen talteenottoa. Näihin suvantoaiikkoihin kertyneiden roskien poistaminen ennen öljylautan saapumista helpottaa keräystyötä ja vähentää syntyvää jätemäärää, vaikkakin on epätodennäköistä, että keräämistä ehdittäisiin tehdä.

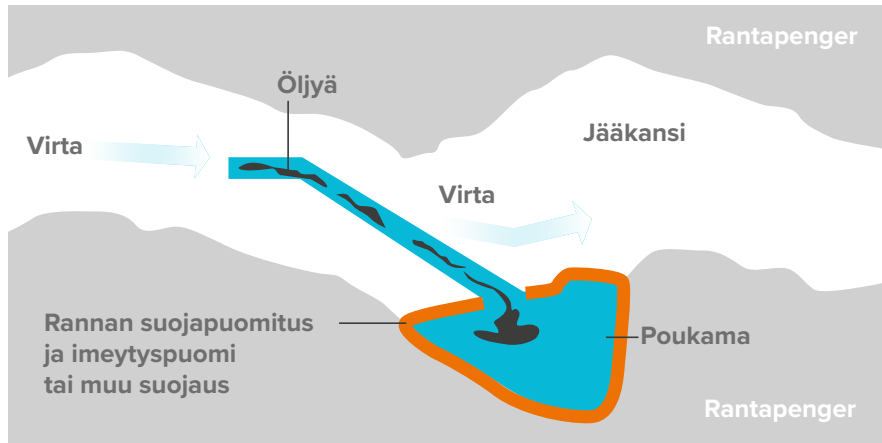
Jos mahdollista, pysäytyspaikan valintaan vaikuttavina tekijöinä tulee huomioida myös riittävä veden syvyys (patoilmiön välttämiseksi ja kulku-  
syvyydeksi lastissa oleville torjunta-aluksille) sekä logistiset yhteydet rantakeräyksen organisoimiseen ja jätteen pois kuljettamiseen.



KUVA 40

Öljyn pysäytyspaikka kannattaa valita sieltä, missä veden virtausnopeus on alhaisin. Joissa tai kapeikoissa tällaisia paikkoja ovat tyypillisesti sisäkaarteet. Saarten muodostamien kapeikkojen käyttö saattaa äkkiseltään houkuttaa lyhyempien puomivetojen vuoksi. Virtausnopeus saattaa kuitenkin olla niissä huomattavan suuri. Sen sijaan vesistön taas avautuessa virtausnopeus laskee. Saarten tai muiden esteiden suojanpuolelle saattaa muodostua pyörteilyä, johon öljykin jää. Hitaammasta virtauksesta kielii yleensä myös hienomman pohjasedimentin kertyminen alueelle. Tätä aluetta kannattaa hyödyntää, jos vain alusten syväykset mahdollistavat.

U.S. COAST GUARD 2001.



KUVA 41

**Öljyn pysäytyspaikan valinta hitaamman virtauksen alueelta.**

OSKINS & BRADLEY 2005.

Tavoitteena on suojata pysäytyspaikka rantapuomilla ja imeyttävällä materiaalilla ennen öljyn ohjaamista rantaan. Pysäytyspaikan valinnassa on silti huomioitava myös alueen herkkyys ja rannan puhdistettavuus. Alueella liikkuminen voi aiheuttaa tallautumista ja muuta haittaa luonnolle. Eri-tyisen herkät luontokohteet voidaan sulkea pois ensisijaisesti suojattavien kohteiden kartaston avulla (ks. manuaalin vihko 9A). Herkät ja vaikeasti puhdistettavat rantatyytit sekä käyttö- tai virkistysarvoltaan merkittävät eli suuren likaantu-

misalttiusarvon saavat kohteet on yleisellä tasolla kuvattu vihkossa 9C. Pysäytyspaikan valinnassa on mahdollisuuksien mukaan kuultava ympäristöviranomaista. Etukäteen tehty kartoitus toimisi vahinkotilanteessa nopean reagoinnin eduksi. Osaksi pelastuslaitosten öljyntorjuntasuunnitelmia olisi tarpeellista liittää arvio niistä alueista, joille öljy voidaan hallitusti ohjata arvokkaampien alueiden suojelemiseksi ja vahingon laajentumisen estämiseksi.

## 8 PUOMIEN LASTAAMINEN JA SIIRTOKULJETUS

Puomien selvitystä kohteessa edeltää puomien siirto varastosta tai varikolta niiden lastaamiseksi alukseen tai muuhun kuljetusvälineeseen. Puomien siirto- ja selvitystavat riippuvat puomityypistä ja niiden varastointiratkaisuista eli siitä, säilytetäänkö puomia esimerkiksi puomikontissa tai rullakehikoilla. Vahinkopaikan etäisyys torjuntavarikosta tai muusta kalustovarastosta vaikuttaa siihen, mikä on tarkoituksenmukaisin tapa kuljettaa tarvittava puomimäärä kohteeseen.

Pelastuslaitoksilla käytettävissä olevat öljynrajoituspuomit säilytetään usein siirtolavoilla, ripustuskehikoissa, kaseteilla tai rullakehikoissa. Siirtolavakontit ovat helpoiten siirrettävissä koukukulava-autolla, ripustuskehikot ja rullakehikot

taas pyöräkuormaajalla, trukilla, autonosturilla ja aluksen omilla nostolaitteilla. Lisäksi pikapuomit on varastoitu laveteille, joista ne voidaan selvittää suoraan mereen. Osassa pelastuslaitoksia puomeja on myös valmiiksi varastoituina kuljetuslautan kannelle siirrettävien lavettien päällä, kuten kuvassa 42.

Ripustuskehikoissa puomia on 100 metriä ja konteissa vaihtelevasti 250–600 metriä. Rullakehikoissa avomeripuomia on 200 metriä ja expandikaseteilla tyypillisesti 200 metriä. Siirtolavakonteissa on valmiina pakattuna myös tarvittava ankkurointivarustus. Muutoin puomitukseen tarvittavat ankkurointitarvikkeet tulee kerätä ja lastata alukseen mukaan.



KUVA 42

**Neljä sadan metrin puomia ankkurointitarvikkeineen varastoituina siirrettävien lavettien päällä kuljetuslautan kannella.**

HALONEN 2020.



KUVA 43

**Puomia siirtolavakontissa ja ripustuskehikossa.**

PITKÄAHO JA SÖKÖ II.

## 8.1 PUOMIEN SIIRROT

Pelastuslaitosten öljyntorjuntavarikot ja tarvikevarastot on pyritty sijoittamaan riskialueiden läheisyyteen. Suurin osa varastotiloista on kuitenkin sijoitettuna niin, että puomien siirto rantaviivalle tai laiturille edellyttää siirtokuljetusta joko kuorma-autoilla, trukeilla tai pyöräkuormaajilla. Kuljetukset hoidetaan joko pelastuslaitosten tai kuljetusyriyten kalustolla. Suuressa öljyvahingossa tarvittava puomikalusto kerätään useammasta varastosta ja kuljetetaan maantiekuljetuksina lähimpään lastaussatamaan. Torjuntakaluston maantiekuljetuksia käsitellään manuaalin vihkossa 15.

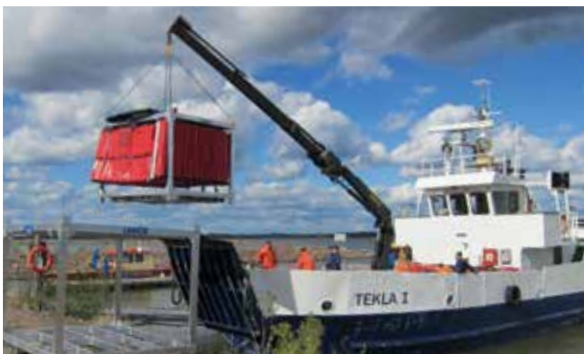
Puomien maantiekuljetus on merikuljetusta nopeampaa etenkin, jos keliolosuhteet ovat huonot. Tästä syystä merikuljetukset pyritään pitämään mahdollisimman lyhyinä. Jos puomi hinataan kohdealueelle rannasta, tulee huomioida hinauksen vaatima aika sekä tehtävän alukselta edellyttämä koneteho.

Koneteho ei kuitenkaan ole ainoa määrittävä tekijä, vaan alukselta vaaditaan myös hyvät hinausominaisuudet, joita on hyvä kokeilla ennen varsinaista, oikeaa tehtävää. Käytännössä hi-

nausnopeus jää 1–4 solmuun, jolloin puomien siirtohinous on aikaa vaativa toimenpide. Hinausnopeus tulee pitää alhaisena myös puomiin kohdistuvien voimien vuoksi, jottei puomi repeydy. Erityyppisille puomeille on määritelty omat maksimihinausnopeutensa. Hinaukseen voidaan käytännössä ottaa 200–400 metriä puomia. Hinaus sitoo kaksi alusta: sekä hinaavan että varmistavan aluksen hinauksen perässä.

Puomin hinauksessa käytetään vetopäätä, mutta jos puomia on jostakin syystä hinattava ilman sitä, kiinnitetään hinausköysi puomin alahelmassa olevaan painolastikettiin.

Myös ilmakuljetusta voidaan käyttää, mutta se edellyttää puomilta pakkaustapaa, joka mahdollistaa puomipaketin noston ja sujuvan purkautumisen vedessä. Tämä toteutuu pääasiassa expandipuomeilla. Periaatteessa myös alumiinikehikoilla olevien puomien kuljetus ulkosaaristoon rannoille tai luodoille on mahdollista. Puomin selvittäminen ja asemointi vaativat kuitenkin aina aluskalustoa, jolloin ilmakuljetus tuonee lisäarvoa vain erityistilanteissa. Ilmakuljetuksen tehokkuutta vähentää se, että kerralla siirrettävän puomin määrä on suhteellisen vähäinen, noin 100 metriä.



KUVA 44

### Puomikehikoiden lastausta.

HALONEN 2018 JA KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOS.

### HIFISTELIJÖILLE: PUOMIN SIIRTOHINAUKSEEN TARVITTAVA KONETEHO

Puomin siirtohinoukseen tarvittava koneteho riippuu hinattavan puomijatan pituudesta ja puomin syvyydestä sekä hinausnopeudesta. Koneteho voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$P = 0,2 \times L \times H \times V^3$$

jossa

P = moottorin teho [v]

L = puomin pituus [m]

H = puomin vedenalaisen osan korkeus [m]

V = hinausnopeus [solmua]

Kaavassa on pyritty huomioimaan aluksen vetolaitteen hyötysuhteen huononeminen siirryttäessä normaalista ajonopeudesta alhaisempiin hinausnopeuksiin.

## 8.2 PUOMIEN LASTAAMINEN TORJUNTA-ALUKSIIN

Aluksen kannelle saadaan keskimäärin 200–600 metriä aitapuomia sekä niiden edellyttämät kaksi ankkurointipakettia (päätyankkurit, ankkuripoijut ja köysiputket). Loput ankkurointitarvikkeet lastataan ankkuroivaan alukseen. Samalla kun puomia laskostetaan kannelle, siihen voidaan kiinnittää valmiiksi ankkuripoijun väliköydet suunnitelluin välimatkoin. Aluksen lastaamiseen menee noin 30 minuuttia alusta kohden.

Puomia ei yleensä kannata lastata alukseen keuhkoineen vaikka se lastausvaiheessa olisikin hieman nopeampaa, sillä keuhkot vievät runsaasti kansitilaa. Kehikoilta purettuna puomeja saadaan laskostettua kannelle enemmän ja niiden selvitäminen kohteessa on nopeampaa ja turvallisempaa. Kehikot myös hankaloittavat kansityöskentelyä, eikä alus ole kansitilan ollessa käytössä valmiina muuhun tehtävään, kuten aloittamaan keräystoimintaa välittömästi puomin laskun jälkeen.



KUVA 45

**Puomin lastausta alukseen. Lastattaessa puomia aluksen kannelle se tulee laskostaa siten, että se purkautuu esteettä.**

KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOS.

## 8.3 PUOMIN LASKUPAIKAN VALINTA

Ensilähtöön tarvittavat puomit lastataan alusten kannelle lähtösatamassa. Puomitäydennystä ja huoltoa varten valitaan torjunnan alkuvaiheessa puomien ja muun kaluston laskuun soveltuva satama vahinkoalueen läheisyydestä. Näitä logistisia pisteitä on kartoitettu myös etukäteen. Mitä kattavampi pisteiden verkosto on, sitä lyhyemmiksi siirtymät merellä jäävät.

Torjunnan alkuvaiheessa on kriittistä löytää vahinkoalueen läheisyydestä puomien ja muun kaluston laskuun soveltuva satama. Valitussa satamassa tulee olla kantava laituri tai sellaisen puuttuessa riittävän syvä ranta, jotta alukset pääsevät mahdollisimman lähelle. Kantavuuden ja pinnoitteen tulee kestää raskaan kaluston, esimerkiksi koukkulava-ajoneuvon tai pyöräkuormaajan, paino ja konttien siirtely. Alueella tulee olla tilaa ajoneuvon kääntymiselle, kontin lastaamiselle ja purkamiselle sekä mieluiten useamman kontin väliaikaiselle säilyttämiselle.





# 9 PUOMISELVITYS JA ANKKUROINTI

Puomi selvitetään yleensä joko rannasta tai aluksen kannelta. Molemmissa tavoissa on laskettaessa varottava puomin kiertymistä pituusakselinsa ympäri. Kiertynyttä puomia on erittäin hankala – ellei mahdoton – oikaista, kun puomi on jo meressä.

Ennen veteen laskemista puomijaksot liitetään yhteen, koska vedessä jo olevan puomin liitosten kiinnittäminen veneestä käsin on vaikeaa, hidasta ja vaarallistakin. Käytännössä tämä ei aina ole



KUVA 46

**Työskentelytaso helpottaa puomin purkamista.**  
SÖKÖ II.



KUVA 47

**Puomin laskua mereen veneramppia ja kitkaa pienentävää liukusuojaa pitkin.**  
HALONEN 2018.

mahdollista puomien tullessa paikalle useammas- sa erässä. Silloin jo vedessä olevan puomin pää nostetaan alukseen ja liitos seuraavaan puomiin kiinnitetään aluksen kannella.

## 9.1 PUOMISELVITYS RANNASTA VETEEN

Aitapuomi selvitetään rannasta veteen yleensä joko kontista tai ripustuskehikosta. Jotta työskentelytilaa jää riittävästi, kontti tai ripustuskehikko kannattaa sijoittaa noin 5–10 metrin etäisyydelle rantaviivasta. Ennen puomin purkamista poistetaan kontin tai ripustuskehikon alaosaan sijoitetut ankkurointivarusteet.

Ennen puomin purkamista tulee varmistua, että kehikko, kontti tai kela on tukevalla alustalla ja tarvittaessa kiinnitetty alustaan.

Puomin purkautumista joudutaan usein avustamaan käsin ja puomia ohjaamaan tai nostamaan laskun sujuvoittamiseksi.

Veneramppi tai -luiska sekä liukusuoja helpottavat puomien siirtoa veteen (kuva 47). Kitkaa ja puomin hankautumista vähentävänä liukusuojana voidaan käyttää kumimattoa tai esimerkiksi vanhaa puomia tai putkikourua, kivikkorannassa myös kivet ylittävää levyä.

Expandi- ja raskaat meripuomit (Ro-Boom, HDB) säilytetään rullakehikoilla. Meripuomit ovat raskaita: 200 metriä 120–130-senttistä neopreenipuomia painaa rullakehikkoineen noin 2 200–2 300 kiloa. Tästä syystä meripuomit on yleensä selvitettävä maista tai suurten alusten kansilta. Ennen purkua tulee varmistua, että kehikko on kiinni alustassaan. Kiinnityksen merkitys korostuu kaltevilla pinnoilla ja kun rulla loppua kohden kevenee, sekä erityisesti tilanteissa, joissa puomia täyttävät henkilöt toimivat rullakehikon ja vesirajan välissä (ks. kuva 48). Puomia avataan rullakehikolta hitaasti hydraulikoneikolla. Turvallisuuden vuoksi purkautumista ei tule avustaa käsin.

Itsetäytyvään expandipuomiin kiinnitetään tässä vaiheessa väliköydet ja poijut. Lisäksi seurataan, että ilmaventtiilit toimivat oikein. Expandipuomin turvallinen lasku edellyttää noin 2–3 henkilöä. Ro-Boom-puomi vaatii väliköysien ja poijujen kiinnittämisen lisäksi ilmasäiliöiden täyttämisen. Täyttö tehdään ilmapuhaltimella, ja tehtävään tarvitaan vähintään kaksi henkilöä lisää. Ilmapuhaltimena käytetään joko selässä kannettavaa ”lehtipuhallinta” (ks. kuva 49) tai tarkoitukseen suunniteltua voimayksikköä, jossa on hydraulikkoneisto ja ilmapuhallin. Puomin pakkaamiseen takaisin rullakehikkoon tarvitaan hydraulikkoyksikköä.



KUVA 48



**Avomeripuomia rullakehikoilla. Huomaa oikeanpuoleisessa kuvassa rullakehikon varmistuskiinnitys.**

HALONEN 2018 JA 2019.



KUVA 49



**Ro-Boom-avomeripuomin täyttäminen mereen laskettaessa.**

HALONEN 2018.



KUVA 50

**Expandipuomirullan ilmakuljetus kohteeseen ja selvitys vedessä.**

LÄNSI-UUDENMAAN PELASTUSLAITOS.

## 9.2 PUOMISELVITYS VEDESSÄ

Expandipuomi voidaan selvittää myös meressä. Expandirulla viedään kohteeseen joko aluksella tai helikopterilla, ja rulla aukaistaan vedessä. Näin puomi saadaan levitettyä nopeasti. Expandipuomin ankkurointi on hieman työläämpää, sillä puomia tulee nostaa, jotta alahelman kiinnityspiste saadaan esille ankkurin väliköyden kiinnittämistä varten.

Pelastuslaitoksilla on käytössä myös ns. pika-puomia, joka on yleensä lavetilla varastoitu, kokoonlaitettu ja pussiin pakattu puomijata. Puomi voidaan hinata pussissaan kohteeseen, jolloin hinausnopeus voi olla tavanomaista suurempi. Puomi voidaan selvittää pussistaan hinaavasta aluksesta vapauttamalla.

## 9.3 PUOMISELVITYS JA ANKKUROINTI ALUKSELTA

Puomien selvittämiseen aluksista avoveteen tarvitaan vähintään kaksi alusta: laskeva alus ja ankkuroiva alus. Toinen aluksista laskee kannelle laskeutettua puomia, johon kiinnitetään väliköydet (ankkuripoijuineen tai ilman) puomia laskettaessa. Vaihtoehtoisesti väliköydet voi olla kiinnitetty jo puomia alukseen lastattaessa. Toinen alus toimii ankkuroivana aluksena. Sen kannella on valmiina väliankkurit ja lisää väliköyksiä.

Puomitusta aloitettaessa laskevan aluksen kannella kiinnitetään puomin päähän väliköydellä

poiju ja ns. ankkuripaketti (ks. seuraava luku). Kun päätyankkuri on laskettu, puomittava alus lähtee hitaasti liikkeelle ja antaa puomin purkautua veteen. Kannella työskentelevien tulee tässä vaiheessa noudattaa erityistä varovaisuutta.

Sitä mukaa kuin puomia lasketaan, poijuja, joissa on valmiina kiinni ankkuroinnin väliköydet, kiinnitetään puomiväliköydellä puomiin. Kiinnityspisteet on merkitty puomiin valmiiksi. Vaihtoehtoinen käytäntö on, että vain väliköydet kiinnitetään. Silloin ne yleensä nostetaan roikkumaan puomin ylitse, jolloin köyden pää saadaan nopeasti ja helposti käsille. Poijut, tai vaihtoehtoisesti vain väliköydet, kiinnitetään mieluiten noin 50 metrin välein (ks. seuraava luku).

Puomin liukuessa veteen seuraavan poijun ja väliköyden tulee olla valmiina kiinnitettäväksi. Toiminnan koordinaatio ja yhteistyön merkitys ruorimiehen ja kansimiehistön kesken korostuvat tässä vaiheessa; alusta voi sääolosuhteiden vuoksi olla erittäin haastavaa pitää täysin paikallaan, jolloin myös puomi saattaa liikkua. Jatkuva yhteydenpito tulee varmistaa ja näkö- ja puheyhteyden puuttuessa käyttää kansiradiota tai Virveä.

Kun puomi on meressä, ankkurointivene poimii vedestä poijuun kiinnitetyn ankkuroinnin väliköyden ja liittää siihen pitkän ankkuriköyden sulkurenkaalla tai sakkelilla. Vaihtoehtoisesti ankkuroiva vene nostaa ankkuripoijun veneeseen ankkuriköyden kiinnittämistä varten. Ankkuriköydet on usein pakattu köysiputkeen, jolloin ankkurointi





KUVA 51

**Puomin laskua aluksen kannelta ja ankkuroitua puomia.**  
KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOS.

riköyden purkautuminen varmistetaan vetämällä se valmiiksi köysiputkesta ulos. Puomia vedetään haluttuun muotoon ja oikealle paikalleen, ja väliankkuri heitetään veteen.

Kun puomi kannella alkaa loppua, puomin päähän kiinnitetään valmiiksi päätyankkurin paketti. Puomia kiristetään, mikäli mahdollista, ja vasta tämän jälkeen puomittava vene laskee päätyankkurin. Puomituksen päätyankkurointina käytetään yleensä kahta ankkuria V-muodossa.

Puomia haetaan tarvittaessa lisää ja yhdistetään aiempaan. Liittäminen tehdään nostamalla jo vedessä olevan puomin pää alukseen ja liittämällä se kannella uuteen puomiin. Ankkuripoijuun on



voitu kiinnittää kolmaskin köysi valmiiksi sellaista tilannetta varten, jossa on tarve lisätä ankkurien määrää (ks. kuva 52). Ylimääräisen, vapaana kelluvan köyden idea on, ettei poijua tarvitse nostaa ylös kiinnittämistä varten kuten kuvassa 51.

Raskaita meripuomeja käytettäessä tai silloin, kun valmistellaan puomitusta virtaavaan veteen, puomi kiinnitetään valmiiksi laskettuihin ankkureihin. Puomituksen muoto saadaan pysymään oikeana, kun ankkuriköyteen asetetaan painoa vasta, kun ankkuri on pohjassa. Suojaisilla vesillä tai pienempiä puomeja käytettäessä ankkurit voidaan laskea joko ennen tai jälkeen.

# 10 ANKKURIT JA ANKKUROINTITARVIKKEET

Ankkuroinnin tarkoituksena on varmistaa puomituksen pysyvyys sille suunnitellussa paikassa ja siinä muodossa, joka on taktiikan kannalta nähty tarkoituksenmukaiseksi. Ankkurointi tehdään, kun on jokin torjuntalinja, joka päätetään pitää. Ankkuroinnin tarvetta, samoin kuin yksittäisten ankkurien määrää, ohjaavat halutun puomimuodostelman lisäksi ympäristön olosuhteet sekä käytettävissä olevat ajalliset ja kalustolliset resurssit. Suurimman kuormituksen puomitukselle aiheuttavat Suomenlahdella tuuliolosuhteet.

Ankkurointivälineet lastataan tehtävälle lähteviin aluksiin. Ensilähdössä yhden aluksen kannelle saadaan keskimäärin 200–600 metriä aitapuomia ja niiden päätyankkuroinnin edellyttämät kaksi ankkurointipakettia. Loput ankkurointitar-

vikkeet lastataan ankkuroivaan alukseen. Tätä ankkurimäärää täydennetään tarpeen mukaan.

## 10.1 ANKKUROINTIVÄLINEET

Ankkurointivälineet on yleensä koottu ankkurointipaketeiksi. Paketti koostuu pelastuslaitoksesta riippuen 15–30 kilon ankkurista (Ro-Boom-puomeilla noin 150 kg), jossa on 3–5 metriä ankkurikettinkiä, 20–30 metristä köysiputkeen pakattua (esim. 18 mm:n) ankkuriköyttä sekä ankkuripoijusta, johon on kiinnitetty avattavalla sulkurenkaalla 3–5 metriä pitkä puomin väliköysi. Poijuun on voitu lisäksi kiinnittää kaksi kiinteää, noin kolme metriä pitkä ankkuroinnin väliköyttä, joihin ankkurointiköysi myöhemmin liitetään (ks. kuva 52).



KUVA 52

Esimerkki ankkurointipaketista. Poijuun voidaan kiinnittää valmiiksi kolme köyttä. Kaksi köysistä on kiinteästi sakkeilla kiinnitettyjä varsinaisia ankkuriköysiä, ja puomiin kiinnitettävässä väliköydessä on molemmissa päissä avattavat sulkurenkaat.

HALONEN 2020.



KUVA 53

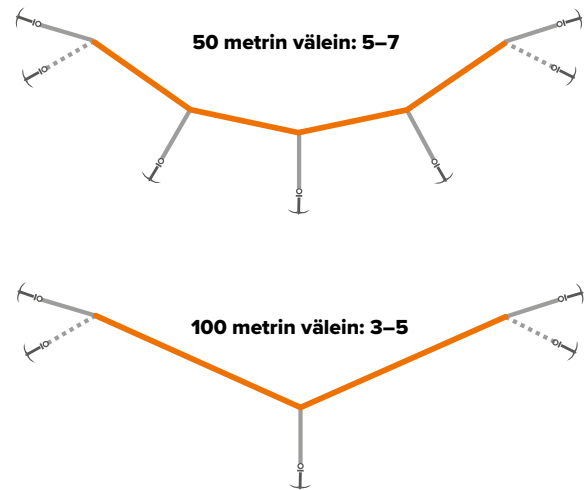
Toinen esimerkki ankkuripaketista: ankkurointipoiju, rengasankkuri, ankkurikettinki, köysiputki, jossa sisällä ankkuriköyttä, sekä väliköysi. Nykyisin köysiputkien päissä olevat sakkelit on korvattu sulkurenkailla.

LÄNSI-UUDENMAAN PELASTUSLAITOS.



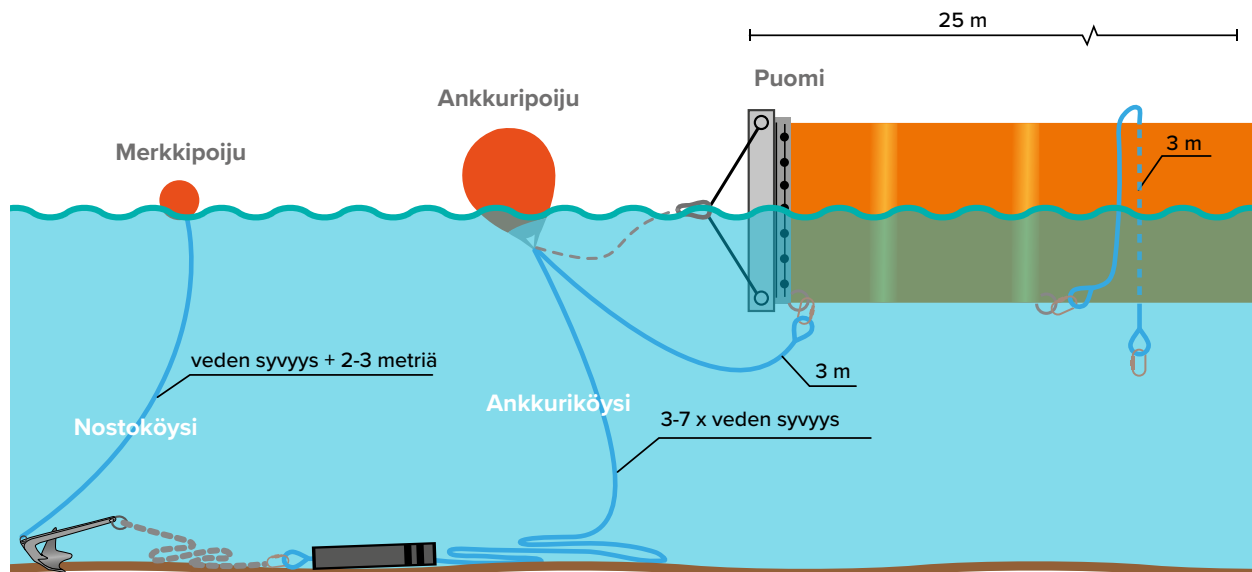
Yksi ankkuripaketti on tarkoitettu 50–100 metrin välein tehtävää yksinkertaista ankkurointia varten, jolloin 200 metrin puomitukseen tulee varata 3–5 ankkurointipakettia (kuva 54). Jos käytetään kahta päätyankkuria, ankkuripakettien määrä nousee 5–7 pakettiin. Lisäksi usein on tarpeen ankkuroida puomitus molempiin suuntiin, ja tätä tupla-ankkurointia varten varataan omat ankkurit ja köydet.

Perusankkurointipaketin lisäksi osassa pelastuslaitoksia käytetään erillistä ankkuriin kiinnitettävää nostoköyttä, joka merkitään merkkipoijulla (ks. kuva 55). Merkkipoijusta käytetään myös nimitystä peräpoiju. Ankkuroinnin voi suorittaa myös ilman nostoköyttä. Tätä toimintatapaa suosivat pelastuslaitokset ovat nähneet vähentyneen köysi- ja poijumäärän olevan nostoköydestä saatavaa etua suurempi.



KUVA 54

**Esimerkki ankkurointipakettien määrästä 200 metrin puomitukseen. Puomin muodosta ja tupla-ankkuroinnin tarpeesta johtuen ankkurointipakettien määrä kasvaa.**



KUVA 55

**Puomin ankkurointi: päätyankkurin kiinnitys sekä väliankkuroinnin kiinnitysköydet. Ankkuriköysi kiinnitetään ankkuripoijuun, jolloin puomi ei menetä kelluvuuttaan. Ankkuripoiju on kiinni puomissa väliköydellä. Ankkurin nostoköyteen kiinnitetään erillinen merkkipoiju, jotta ankkurin paikantaminen ja nosto helpottuvat. Merkkipoijun tulee olla pieni, ettei se vaikuta nostaen ankkuriin. Pimeällä puomi tulee lisäksi merkitä valopoijuilla. Huomaa väliankkuroinnin kiinnitysköyden nosto puomin päälle helposti saataville.**

L. EKHOLM JA VIKOMA.

Lisäksi pimeään vuodenaikaan puomi tulee va- laista merkkivaloilla, ettei siitä aiheudu vaaraa. Puomista löytyvät yleensä taskut puomivaloille, tai vaihtoehtoisesti puomitus merkitään valopoi- juilla.

Ankkuriköyden pituuden on hyvä olla noin 3–7 metriä veden syvyyden verran ja ankkurin nos- toköyden taas noin 2–3 metriä veden syvyyttä enemmän. Tätä pidempi nostoköysi aiheuttaa vaaran köyden sotkeutumisesta aluksen vetolait- teisiin.

Ankkurin nostoköyden tarkoitus on helpottaa puomituksen kiristämistä ja ankkurin irtoamista nostovaiheessa (vedon suunta). Ankkurin nos- toköyteen kiinnitetään merkkipoiju, joka helpot- taa ankkurin paikantamista. Merkkipoijun tulee olla niin pieni, ettei se vaikuta nostaan ankkuriin. Merkkipoijun tulee myös olla väriltään tai muutoin ankkuripoijusta poikkeava, ettei synny sekaan- nuksen vaaraa. Öljyntorjuntaharjoituksissa on havaittu, että ilman erillistä nostoköyttä ja merk- kipoijua ankkurien nosto on käytännössä hyvin haasteellista, etenkin jos noston suorittavat eri henkilöt kuin ankkuroinnin.

Ankkuriköyden pituus määräytyy vesisyvyyden ja aallokon perusteella. Tyynessä vedessä ank- kuriköyden pituudeksi riittää noin kolme kertaa veden syvyys, suojaisissa vesissä noin viisi ja avoimilla vesialueilla aallokossa noin seitsemän kertaa veden syvyys. Jos köydet eivät ole riittä- vän pitkiä, puomi ei pääse myötäämään aallok- koa riittävästi. Jos köydet taas ovat liian pitkät, puomituksen muoto on hankala luoda ja ylläpitää. Ankkuriköyden kiinnittäminen ankkuripoijuun es- tää suoraan puomiin kohdistuvaa vetoa. Ankkuri- poijun ja puomin välille annetaan väliköyttä noin 3–5 metriä. Myös väliankkuroinnit tehdään ank- kuripoijujen kautta.

On tärkeää, että ankkuroinnin väliköysi kiinni- tetään puomiin oikeasta kohdasta. Väliköysi kiinnitetään merkittyyn ankkuroinnin kiinnitys- pisteeseen, joka yleensä on alahelman painolas- tikettingissä. Vetopään lenkkiin sitä ei suositella kiinnitettävän, sillä vaikka ankkurin veto kohdis- tuu poijuun, se siirtyy siitä puomiin ja voi vääntää puomia epäedulliseen asentoon. Puomipäädysis- sä kiinnitys tehdään vetopään alakettinkiin. Silloin tulee varmistaa, että kettinki on kiinnitetty myös puomiin, jotta vetopää ei repeä.

## 10.2 ANKKURITYYPIT

Pelastuslaitokset ovat hankkineet aikojen saa- tossa kukin erilaisia ankkureita. Käytävissä olevista ankkurityypeistä voidaan mainita muun muassa levyankkurit, kuokka-ankkurit ja rengas- ankkurit. Naara-, aura- ja tukkiankkureita ei juuri- kaan käytetä.

Levyankkurissa, eli ns. Danforth-ankkurissa, on siivekkeet, jotka pyörähtävät varren ympäri sitä laskettaessa ja joiden ansiosta ankkuri varastoi- tuu litteänä. Levyankkuri soveltuu käytettäväksi pehmeissä pohjissa, kuten muta- ja hiekkapoh- jissa, mutta luistaa ruohikkoisessa tai leväisessä pohjassa.

Kuokka-ankkurit, eli ns. Bruce-ankkurit, toimivat kohtuullisen hyvin kivi- ja hiekkapohjilla mutta ei- vät kasvustoisilla pohjilla. Bruce-ankkuri on yhte- näistä valukappaletta, jolloin siinä ei ole liikkuvia osia, joiden väliin esimerkiksi sormet voisivat jää- dä. Työturvallisuus ja ankkurityypin vaatima kape- ampi tila mainitaan valintaperusteiksi tätä ankku- rityyppiä käyttävissä pelastuslaitoksissa.

TAULUKKO 3 Tarvittava ankkuriköyden pituus.

OLOSUHTEET	ANKKURIKÖYDEN PITUUS
Tyyni vesi	3 × vesisyvyys
Suojaisat vedet, kuten rannikko ja saaristo	5 × vesisyvyys
Avomeriolosuhteet	7 × vesisyvyys



KUVA 56

Eri ankkurityyppejä. Ylhäällä kuokka-ankkureita (ns. Bruce). Alhaalla vasemmalla rengasankkuri ja oikealla levyankkuri. HALONEN JA LÄNSI-UUDENMAAN PELASTUSLAITOS.

Eri ankkurimalleilla on erilainen pitokyky erilaisissa pohjaolosuhteissa. Yleistäen voidaan sanoa, että teräväkärkisillä ankkurimalleilla on paras pitokyky pehmeissä pohjissa, sillä ne tunkeutuvat hyvin pohjamateriaaliin. Kalliopohjalla ja ruohikoisessa pohjassa miltei kaikki ankkurit luistavat. Parhaiten ankkurit pitävät kovassa mudassa,

savessa tai hiekassa ja huonoiten pehmeässä mudassa, sorassa tai kivikossa. Kovassa pohjassa ankkuri ei pysty pureutumaan, jolloin pitävyys edellyttää painoa. Bruce- ja Danforth-ankkurit ovat yleistyneet, koska ne tarjoavat paremman pidon painoon nähden.

TAULUKKO 4 Danforth-ankkurin pitoarvoja eri pohjalaaduille.

ANKKURIPAINO (KG)	KUORMITUKSEN PITO (KG)		
	MUTA	HIEKKA	SAVI
15	200	250	300
25	350	400	500
35	600	700	700

## ANKKURITARPEEN ARVIOINTI

Tarvittavien ankkureiden määrä riippuu puomitukseen kohdistuvasta kuormituksesta. Kuormitusta aiheuttavat merivirrat ja tuuli. Niiden vaikutus puomitukseen on erilainen eri puomityypeillä, ja siksi ankkuritarve tulee arvioida tapauskohtaisesti. Seuraavaksi on esitetty laskutapoja, joita voidaan käyttää ankkurimäärän arviointiin.

Merivirrat ovat Suomenlahdella yleensä kohtuullisia, ja tuulen voidaan arvioida olevan merkittävämpi puomitusta kuormittava tekijä. Puomin suuri tuulipinta-ala vaatii siten myös ankkurilta hyvää pitoa.

Tuulikuorma  $F_w$  [kg], joka muodostuu puomituksen poikkisuuntaan puomin vedenpinnan yläpuolella olevaan pystypintaan  $A_f$  [m<sup>2</sup>] kohtisuorasti vaikuttavasta tuulesta  $V_w$  [solmua], voidaan laskea seuraavan kaavan (1) avulla:

$$F_w \text{ [kg]} = 26 \times A_f \text{ [m}^2\text{]} \times (V_w \text{ [kn]} / 40)^2 \quad (1)$$

jossa

$F_w$  on tuulikuorma puomituksen poikkisuuntaan kiloina [kg]

$A_f$  on puomin varalaidan eli veden pinnan yläpuolisen osan pinta-ala neliömetreinä [m<sup>2</sup>]

$V_w$  on tuulen nopeus solmuina [kn]

Kaava on esitetty lähteessä Antila (2012) sekä tuulikuorman newtoneina antavana lähteessä Keränen & Jolma (2018). Kaavaa käyttäen voidaan laskea, että 100 metriä pitkään puomiin, jonka varalaidan korkeus on 0,5 metriä, kohdistuu 325 kilon tuulikuorma kohtisuorassa 20 solmun tuulessa:

$$F_w = 26 \times (0,5 \times 100) \times (20/40)^2 = 325 \text{ kg}$$

Virtauskuorma  $F_c$  [kg] muodostuu puomin vedenalaiseen pystypintaan  $A_s$  [m<sup>2</sup>] kohtisuorasti vaikuttavasta virtauksesta  $V_c$  [kn], jota voidaan arvioida kaavalla (2):

$$F_c \text{ [kg]} = 26 \times A_s \text{ [m}^2\text{]} \times (V_c \text{ [kn]})^2 \quad (2)$$

jossa

$F_c$  on virtauskuorma puomituksen poikkisuuntaan kiloina [kg]

$A_s$  on puomin helman eli veden pinnan alapuolisen osan pinta-ala neliömetreinä [m<sup>2</sup>]

$V_c$  on virtausnopeus solmuina [kn]

Näin ollen 100 metrin pituiseen puomiin, jonka helman korkeus on 0,6 metriä, muodostuu 0,3 solmun virrassa 140,4 kilon virtauskuorma:

$$F_c = 26 \times (0,6 \times 100) \times (0,3)^2 = 140,4 \text{ kg}$$

Jos sekä tuuli että merivirta vaikuttaisivat samaan suuntaan, edellä kuvattujen esimerkkien yhteiskuorma olisi 465,4 kiloa. Harvoin on kuitenkaan tarkoituksenmukaista asettaa puomitusta täysin kohtisuoraan virtaus- ja tuulisuuntaa vastaan, vaan kuormitusta vähennetään suuntauskulmilla. Näin ollen kaavoista saatavat arvot ovat todellisuutta suurempia ja niiden voidaan ajatella sisältävän riittävän varmuuskertoimen. Voi kuitenkin olla järkevää arvioida ankkurien määrää suurimpien alueella odotettavissa olevien tuulennopeuksien ja merivirtojen perusteella, ei siis puomitushetkellä vallitsevien olosuhteiden mukaan, etenkin jos puomituksen on tarkoitus jäädä pidemmäksi aikaa ja se sijaitsee kauempana merellä.

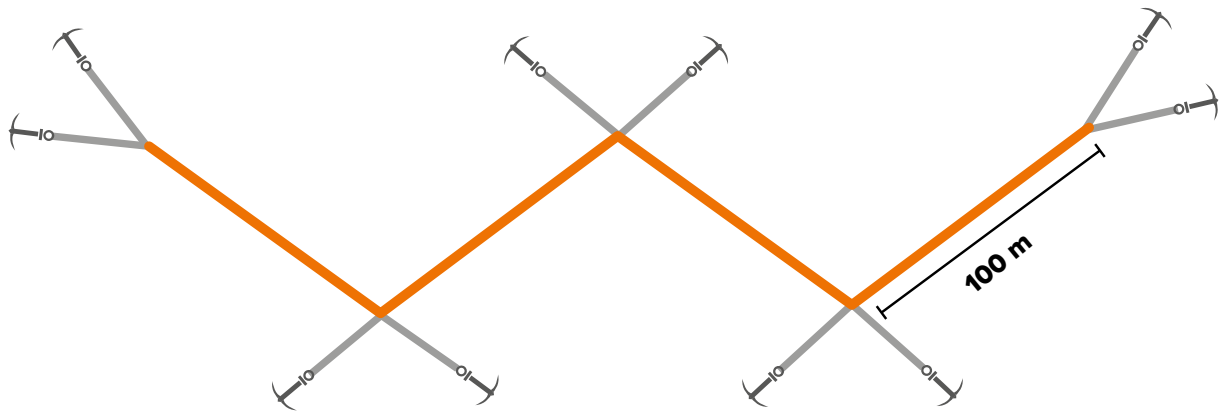
---

ANTILA (2012) PUOMIANKKURIN UDELLEENSUUNNITTELU JA VALMISTUS.  
KERÄNEN & JOLMA (2018) ÖLJYPUOMIOPAS. ÖLJYNTORJUNTARAJOTUSPUOMIEN  
MÄÄRITTELY SISÄVESI- JA RANNIKKOALUEILLA.

Ankkurin luistaminen muuttaa puomitusta, sille suunniteltua muotoa tai suuntauskulmaa, mikä saattaa johtaa öljyn karkaamiseen. Tästä syystä ankkuriketjingin tulee olla riittävän pitkä; yleensä ketju on se, joka antaa pidon, ei niinkään ankkuri.

Kuormituksen lisäksi ankkuritarpeeseen vaikuttaa puomituksen haluttu muoto. Yleensä puomi tulee ankkuroida noin 50 metrin välein sen pitämiseksi paikallaan ja muodossaan. Lisäksi ankkurointiväli on tiedossa jo lastausvaiheessa, jolloin myös ankkuritarvikkeiden määrä saada mitoitettua oikein. Käytännössä alusten kansikapasiteetti rajoittaa niin, että ensilähtöön puomit ankkuroidaan 100 metrin välein.

reita tarvitaan puolet lisää varmistamaan puomin paikallaan pysyminen, jos tuulen suunta kääntyy. Väliankkuroinnin tarve riippuu siis sekä olosuhteista että puomituksen muodosta. On hyvä, jos ankkurointiväli on tiedossa jo lastausvaiheessa, jolloin myös ankkuritarvikkeiden määrä saada mitoitettua oikein. Käytännössä alusten kansikapasiteetti rajoittaa niin, että ensilähtöön puomit ankkuroidaan 100 metrin välein.



KUVA 57

**400 metrin siksak-puomituksen perusmalli 100 metrin välein ankkuroituna. Kymmenen ankkurointipakettia eli kaksi tuplapäätyankkurointia ja kolme tuplaväliankkurointia.**



Toisinaan öljyä voidaan kerätä talteen jo nuotattaessa öljyn konsentraation kasvettua riittävästi puomin pohjukassa. Aina tämä ei kuitenkaan ole mahdollista, vaan nuottoaus ja keräys tehdään omina vaiheinaan. Puomituksesta tai rantaan ohjatusta keruupisteestä pyritään keräämään öljyä pois sitä mukaa kuin sitä kertyy. Jos öljyä kertyy runsaasti ohjauspuomituksen pohjukkaan, on vaarana, että öljyn reuna laajenee puomin keskivaiheille eli alueelle, jossa veden virtaus on voimakkaampaa.

Keräämiseen käytetään aluskerääjien lisäksi samaa kalustoa kuin rannalta tapahtuvassa vedestä keräämisessä, esimerkiksi skimmereitä ja alipainetekniikkaa (ks. manuaalin vihko 9C). Myös nuotasta öljyä voidaan kerätä kelluvilla skimmereillä.

Pelastuslaitoksilla on käytettävissä rannalta tapahtuvaan keräämiseen käsikäyttöisiä keräimiä (rock cleaner) ja rantaveteen asetettavia kelluvia keräimiä. Kelluvia keräimiä voidaan käyttää myös satama-altaissa ja puomituksen sisällä. Kelluvia keräimiä on erikokoisia, teoreettiselta keräysohjelmaltaan pääsääntöisesti alle 50 kuutiota tunnissa. Muita siirrettäviä keräimiä ovat suuremmat kelluvat keräimet ja kaivinkoneeseen tai vastaavaan kytkettävät kauhakeräimet tai harjakauhat. Edellä mainitut sijoittuvat pääsääntöisesti teoreettiselta keräysohjelmaltaan luokkaan 50–200 kuutiota tunnissa.

Pelastuslaitosten alusten sisäänrakennetut tai laitakeräiminä toimivat keräimet ovat teoreettiselta keräysohjelmaltaan luokkaa 20–100 m<sup>3</sup>/h. Lisäksi Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksella on käytössään saattohinaaja, jonka teoreettinen keräysohjelma on 120 m<sup>3</sup>/h. Toiminnassa on huomioitava, että todellinen keräysohjelma riippuu monesta eri tekijästä. Keräysohjelmaan vaikuttavat muun muassa alusten merenkäynnistä riippuva toimintakyky, pyyhkäisy-levyys, nopeus ja keräinten keräysohjelma sekä öljyn leviäminen ja lautan fragmentoituminen. Aluksiin asennettavissa keräimissä päästään usein suureen tehoon, mutta kerätyn öljyn siirtopumpun kapasiteetti ja pumpun vaatima hydrauliiikka tulevat usein

vastaan. Tässä vihkossa esitettyjen käytännön keräysohjelman laskennassa on käytetty 20 % laitteiden teoreettisesta keräysohjelma-arvosta. Keräysohjelman laskennassa on myös huomioitava, onko kaikille erillisille keräimille omaa voimayksikköä.

Välivarastointikapasiteetti mitoitetaan keräysohjelman, alusten kiinteiden säiliöiden kapasiteetin ja kerättävän öljyalaadun mukaan. Suuressa vahingossa keräysohjelma (kuutiota tunnissa) voidaan operaation alkuvaiheessa kellottaa, jotta välivarastointiyksiköiden vaihdot voidaan ennakoita ja logistiikka suunnitella joustavaksi. Logistiikka tulee pohtia kokonaisuutena, jottei kerääminen pysähdy tarpeettomasti. Jätelogistiikan suunnittelua kuvataan manuaalin vihkossa 10.

Vedessä tapahtuvaan keräämiseen voidaan hyödyntää säkitysjärjestelmän suursäkkejä, kelluvia ja hinattavia säiliöitä tai esimerkiksi proomun tai lautta-aluksen päällä siirrettäviä tankkeja tai loka-autoja. Tyypistä riippumatta välivarastointiin käytettävän yksikön tulee olla varustettu pinnan korkeusantureilla tai olla niin läpinäkyvä, että öljypinta erottuu selkeästi. Näin vältetään ylitäyttöä ja säiliön vaihtoa on helpompi ennakoita. Yksiköiden tulee olla myös nestetiiviitä ja suljettavia, tarvittaessa lämmitettäviä sekä helposti käsiteltävissä ja tarvittaessa kiinnitettävissä aluksen kanteen.

Jos aluksen kannella välivarastoidaan öljyä, on astioita täytettäessä otettava huomioon aluksen keinunta ja vapaan nestepinnan vaikutus. Ylitäyttöjen tai roiskumisen varalta aluksen kannet tulee suojata liukastumisen estämiseksi samalla huolehtien, ettei suojamateriaalista itsessään tule vaaratekijää. Suojaukseen tulee käyttää liukumaton materiaalia, joka tulee kiinnittää hyvin.

Öljyjätteen kuljetuspisteen perustaminen proomulle saattaa nopeuttaa alusten omien tankkien ja hinattavien säiliöiden purkamista. Samasta pisteestä voidaan hoitaa torjunta-alusten polttoainehuolto. Isoissa vahingoissa voidaan pyytää apuun myös muita aluksia, kuten kansinostureilla varustettuja väylänhoitoaluksia.

## ALUKSEN KIINTEÄN HARJAKERÄINJÄRJESTELMÄN OPEROINTI

Aluksissa olevien harjakeräinten toimintaperiaate on kaikissa keräintyypeissä samankaltainen. Alukseen asennettuihin harjakeräimiin ohjataan öljy erityyppisillä puomeilla. Keräimessä olevaan pyörivään harjahihnaan tarttuu öljyä vedestä. Harjas kulkee keräimessä olevan kamman läpi, ja kampa irrottaa öljyn keräimen säiliöön. Säiliöstä kerätty öljy siirretään siirtopumpulla välivarastointisäiliöön. Keräin tarvitsee toimiakseen hydraulikkaa, joka tuotetaan joko aluksen järjestelmällä tai siirrettävällä voimako-neyksiköllä.

Kerääjän operointi vaatii käyttäjiltä laitetyyppikoh-taisen koulutuksen. Käyttäjien tulee myös suojautua kerättävän aineen edellyttämällä tavalla. Minimivaa-timus suojarusteille on kelluntapukine, kypärä, suojalasit, suojavaatetus, turvajalkineet tai -saappaat sekä käsineet. Aluksessa olevan keräimen ope-rointi vaatii, laitetypistä riippuen, kolmesta viiteen henkilöä, jotta laitteen käyttö on tehokasta. Keräintä selvitettäessä vaaditaan enemmän henkilöitä kuin keräystä suoritettaessa. Aluksen keräyslaitteistolla kerätty öljy varastoidaan joko aluksen omiin säiliöihin tai erityyppisiin siirrettäviin varastosäiliöihin.

Keräintyyppejä:

- alukseen kiinteästi asennettu keräysjärjestelmä
- erillinen, aluksen kylkiin asennettava keräysjärjes-telmä
- erillinen, aluksen keulaan asennettava keräysjär-jestelmä.

Välivarastointisäiliöt:

- aluksen kiinteät ruumasäiliöt
- hinattavat, kelluvat välivarastointisäiliöt (5–30 kuutiota)

- erillinen säkitysjärjestelmä, jossa säkit varastoi-daan aluksen kannelle
- IBC-kontit tai -kevytsuurpakkaukset, joihin kerätty öljy varastoidaan aluksen kannelle.

Toimintaohjekortissa TOK 9B10 oleva keräintyyppi on alukseen rakennettu ”integroitu harjakeräin”, jon-ka teoreettinen valmistajan ilmoittama kapasiteetti on 20 m<sup>3</sup>/h. Todellinen keräysteho on aina tätä pienempi. Keräimen vaatima hydraulikka tuote-taan aluksen omalla järjestelmällä. Kaikki keräimen vaatimat varusteet on sijoitettu alukseen. Tällaisessa järjestelmässä on etuna se, että aluksen ollessa liikkeellä keräysjärjestelmä voidaan selvittää heti. Samoin siirtyminen keräysalueelle voidaan suorittaa maksiminopeudella ja selvittää järjestelmä vasta keräysalueella.

Toimiakseen keräin tarvitsee aluksen kylkiin kiinni-tettävät ohjailupuomit, joilla öljy saadaan kerätyksi leveämmältä alueelta. Puomit ohjaavat öljyisen veden aluksen ruumaan, jossa sijaitsevat harjake-räimet. Toiminnan tehostamiseksi aluksessa on kier-tovesipumppu, joka kierrättää öljyistä vettä tehok-kaammin harjakeräimille. Harjakeräimillä kerätty öljy valuu kaukaloon, josta se siirretään ruuvipumpulla aluksen perään asennettuun hinattavaan keräyssäi-liöön.

Keräyksen aikana aluksen kansi on kokonaan suljet-tu, ja keräys tapahtuu aluksen ruumassa. Tämä lisää työturvallisuutta, kun kannella ei ole ylimääräistä tavaraa eikä öljy likaa aluksen kantta. Samoin altis-tuminen öljylle on minimoitu. Keräyksen jatkuessa alukselle on toimitettava tarpeen mukaan lisää ke-räyssäiliöitä ja täydet säiliöt on hinattava suojaasaan paikkaan tai rantaan.

---

S. NOREMA (2020) TORJUNTA-ALUKSISSA KÄYTETTÄVIEN HARJAKERÄINTEN OPEROINTI.

## **TAVOITTEENA KERÄTÄ 22 500 KUUTIOTA ENSIMMÄISEN VUOROKAUDEN AIKANA – TÄYDELLÄ KERÄYSKAPASITEETILLA VÄLIVARASTOINTIKAPASITEETTIA ON SAATAVA LISÄÄ JO KUUDEN TUNNIN SISÄLLÄ**

Suomen öljyntorjuntavalmiutta tarkastellut työryhmä on asettanut Suomenlahden torjuntavalmiuden tasoksi 30 000 tonnia. Mitoitusvolyymien mukaiseen torjuntakykyyn tulee päästä kesäkaudella kolmessa vuorokaudessa ja jääolosuhteissa kymmenessä vuorokaudessa.

Tavoitteen mukaan jokaisen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksen tulee alueellaan pystyä yksinään selvittämään ja ankkuroimaan noin viisi kilometriä meri- ja rannikkopuomia 12 tunnissa. Kaikilla merialueilla naapuripelustusalueiden tulee pystyä 24 tunnin kuluessa vahingosta avustamaan kohdealuetta ankkuroimalla sinne lisää meri- ja rannikkopuomia noin kymmenen kilometriä. Lisäksi öljynkeräyksen tulee olla 1,5-kertainen vahingon määrään, ja tästä 50 % tulee saada kerättyä ensimmäisen vuorokauden aikana. Käytännössä tämä tarkoittaa vaadetta 45 000 kuutiota keräyskapasiteetille, josta 22 500 kuutiota tulee saada kerättyä ja välivarastoitua vahinkoa seuraavien 24 tunnin aikana.

Vuonna 2020 Länsi-Uudenmaan pelastuslaitoksen teoreettinen keräyskapasiteetti on 1 280 m<sup>3</sup>/h, josta todellisen keräyksen voidaan arvioida olevan käytännössä vähän yli 250 m<sup>3</sup>/h. Välivarastointikapasiteetti Länsi-Uudellamaalla on 380 m<sup>3</sup>. Helsingin pelastuslaitoksella teoreettinen keräyskapasiteetti on 1 500 m<sup>3</sup>/h, jolloin käytännön keräyksen voidaan arvioida 300 m<sup>3</sup>/h. Välivarastointikapasiteetti on yli 2 500 m<sup>3</sup>, josta noin 675 m<sup>3</sup> on käytettävissä alusten keräämän öljyn välivarastointiin. Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksella teoreettinen keräyskapasiteetti on lähes 1 000 m<sup>3</sup>/h, jolloin todellinen keräyksen tulo on 200 m<sup>3</sup>/h. Välivarastointikapasiteettia on noin 1 350 m<sup>3</sup>, josta suurin osa muodostuu Vesikko-proomusta. Proomua käytetään sellaisten alusten purkuun, jotka keräävät öljyn omiin kiinteisiin säiliöihinsä. Pääosa kapasiteetista on suunniteltu valtion keräysalusten välivarastointiin. Itä-Uudenmaan pelastuslaitoksella on yksi keräävä alus, joka kerää kiinteisiin säiliöihin. Kymenlaakson pelastuslaitoksella teoreettinen keräyskapasiteetti on noin 1 200 m<sup>3</sup>/h, jolloin todellinen

keräyksen tulo on noin 250 m<sup>3</sup>/h. Välivarastointikapasiteetti on 350 m<sup>3</sup>.

Suomenlahden pelastuslaitosten yhteenlaskettu todellinen keräyksen tulo on siten noin 1 000 m<sup>3</sup>/h, josta siirrettävien keräyslaitteiden osuus on noin 720 m<sup>3</sup>/h ja aluksissa olevien keräyslaitteiden noin 240 m<sup>3</sup>/h. Siirrettävien keräyslaitteiden keräämän öljyn talteenottoon on saatavissa IBC-kevytsuurpakauksia kaupallisilta toimijoilta aikataulu huomioiden tarpeen mukaan. IBC-kevytsuurpakauksia käytettäessä keräystä voidaan jatkaa koko keräyskapasiteetilla aina niin kauan, kun öljy on kerättävissä muodossa ja kerrospaksuudessa.

Muilta pelastuslaitoksilta saatava kalustoapu vastaa kooltaan noin neljäsosaa Suomenlahden pelastuslaitosten kapasiteetista. Siirrettäviä keräimiä ja laita-/keulakeräimiä on saatavissa kyselyn perusteella 48 tunnin sisällä yllä mainittu määrä. Samoin aluskalustoa on mahdollista siirtää, mutta aikataulu kaluston siirrolle on pidempi. Nopeimmin lisää aluskalustoa Suomenlahdelle saadaan Etelä-Karjalan pelastuslaitokselta ja Varsinais-Suomesta.

Alusten todellisen keräyksen tulo ollessa luokkaa 240 m<sup>3</sup>/h ja välivarastointikapasiteetin, jota voidaan käyttää alusten keräämän öljyn talteenottoon, ollessa noin 1 500 m<sup>3</sup> voidaan kuuden tunnin kuluttua todeta soveltuvien säiliöiden täyttyneen, jos keräystä on voitu tehdä koko kapasiteetilla. Tämän jälkeen tarvitaan lisää välivarastointikapasiteettia muilta pelastuslaitoksilta, kaupallisilta toimijoilta tai ulkomaisen avun kautta. Välivarastointiin sopivaa kalustoa on muilla pelastuslaitoksilla melko vähän.

Hinattavien keräyssäiliöiden ongelmaksi voi muodostua niiden uudelleenkäyttö. Säiliöiden tyhjentämisestä ei ole kenelläkään kokemusta. Välivarastointiin on tarjolla myös erityyppisiä proomuja kaupallisilta toimijoilta. Haasteeksi saattaa muodostua öljyjätteen siirtopumppaus proomuihin. Proomuista lisätietoa manuaalin vihkossa 14.

## 12 PUOMIEN PESU JA HUOLTO

Käytön jälkeen puomit tarkastetaan. Huonokuntoiset hävitetään asianmukaisesti öljyisenä sekajätteenä. Hyväkuntoiset ja uudelleen käytettävät puomit voidaan pestä, jos tarkoitukseen soveltuva pesupaikka on löydettävissä. Pesuun soveltuvat öljyisten vesien käsittelyyn luvitetut telakat ja pesuhallit tai alueet, joissa öljyisten pesuvesien talteenotto on helposti järjestettävissä.

Puomit pestään painepesurilla mietoa liuotinta käyttäen riippuvassa asennossa kädensijoistaan tai nostopisteistään ylös nostettuina, huuhdotaan huolellisesti ja kuivataan. Pesussa voidaan hyödyntää myös pelastuslaitoksilla olevia, kontteihin rakennettuja puomipesulaitteita. Niitä tosin on vain kaksi. Puomikontit soveltuvat expandipuomeille; niiden hyödynnettävyys aitapuomin pesuun on todettu huonoksi. Pesukontissa on hydraulipuristin, jonka tarkoitus on puristaa ilma pois

expandipuomista ja syöttää puomia eteenpäin harjapesuriin. On mahdollista, että pienellä muu-  
tostyöllä hydraulipuristimeen pesukontti saattaisi soveltua myös muille puomityypeille.

Pesu ja huuhtelu tulee tehdä huolellisesti, sillä esimerkiksi puomin taitteisiin jäävä öljy tai pesuliuotin saattavat haurastuttaa puomimateriaalia, erityisesti sen ompeleita tai tikkauksia.

Puomi voidaan pakata tai kelata varastoitavaksi vasta sitten, kun se on todettu täysin kuivaksi. Puomille tehdyt huoltotoimet ja pesut sekä puomin käyttökerrat merkitään puomitaskussa olevaan puominkorttiin ja/tai öljyntorjuntavarikon varastonhallintajärjestelmään. Lisätietoa puomien huollosta ja pesusta manuaalin vihkossa 14.



# 13 HUOMIOITA TYÖTURVALLISUUDESTA

Tähän on koottu puomin selvittämisessä ja ankkuroinnissa huomioitavia työturvallisuusohjeita. Yleiset ohjeet löytyvät SÖKÖSuomenlahti-manuaalin vihkosta 5A. Puomituksessa tulee huomioida sekä vahinkoaineesta että toimintaympäristöstä aiheutuvat turvallisuusriskit. Vahinkokohdetta lähestyttäessä toimitaan tehdyn riskinarvion pohjalta vaarallisen aineen onnettomuuden toimintaperiaattein ja turvallisuus varmistetaan pitoisuusmittauksin ja henkilökohtaisin suojavarustein.

Sekä puomittavassa että ankkuroivassa aluksessa työskentelevillä tulee olla vahinkoaineeseen soveltuvat henkilökohtaiset suojavarusteet, pitoisuusmittarit, pelastusliivit tai pelastautumispuku, kevytkypärä ja antistaattiset turvakengät. Aluksen partaan yli ja keula- tai perärampilla työskentelevien tulee olla kiinnitettyinä turvaköydellä aluksen kaiteeseen tai siihen tarkoitettuun kiinnityspisteeseen.

Merenkäynnissä tai voimakkaasti virtaavassa vedessä on harkittava turvaveneen sijoittamista torjunta-aluksen kaatumisen, henkilön veteen putoamisen ja vastaavien tilanteiden varalle.

Pimeään aikaan torjuntatyön riskit lisääntyvät suuresti, ja siksi valaisukalustoa tulee olla riittävästi. Henkilökohtainen valaisu hoidetaan pääosin otsalampuilla, joita on varattu virtalähteineen öjyntorjuntavarastoihin. Torjunta-alukset on varustettu kiinteällä valaisukalustolla.

Ankkurien painon vuoksi niiden käsittelyssä on noudatettava varovaisuutta. Ro-Boom- ja HDB-puomeilla ankkurin paino on 150 kiloa, jonka päälle tulevat ankkurikettinki ja muut ankkurointiin liittyvät varusteet painoineen. Tämän painoluokan ankkurien käsittely pelastuslaitosten kalustolla on hyvin haasteellista.

Puomia laskettaessa erityistä huomiota on kiinnitettävä kommunikaatioon aluksen päällikön ja kansimiehistön välillä. On varmistuttava, että kaikki ovat tietoisia tehtävistä toimista, kuten nopeu-

den lisäyksistä. Äkkinäisiä liikkeitä on vältettävä. Kannella toimivien tulee kiinnittää huomiota vaaraan jalkojen sotkeutumisesta tai tarttumisesta köysiin tai ulosliukuvaan puomiin. Hinauksen tai nuottauksen aikana kannella ei tule oleskella.

Puomin nostossa, etenkin jos puomi on erittäin öljyinen, aluksen kannet ja ohjaamon lattia tulee suojata esimerkiksi rannansuojamatoilla. Suojaukseen tulee käyttää liukumatonta materiaalia, joka tulee kiinnittää hyvin, jottei suojamateriaalista itsestään muodostu vaaratekijää.

Henkilövahinkoja tai puomivaurioita on tapahtunut eniten puomia ylös nostettaessa, ei sitä laskettaessa. Puomien ylös nostaminen on huomattavasti niiden laskua rankempaa. Niinpä se edellyttää enemmän henkilöresursseja tai nostoa helpottavia apuvälineitä (ks. kuva 58). Tapahtuneisiin vahinkoihin on myötävaikuttanut aliresursointi. Tapaturma-alttiutta on arvioitu nostaneen myös operaation loppuvaiheessa ilmenevä väsymys ja siitä johtuva puomien huolimattomampi käsittely. Torjuntatöissä sattuneet tapaturmat ovat pääasiassa olleet sormi-, käsi- ja kyynärpäävammoja sekä selän rikkoutumisia.



KUVA 58

**Puomin nostoon on käytettävissä myös apuvälineitä, jotka vähentävät työn kuormittavuutta.**

VENESKARI, KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOS.



Antila, A. 2012. **Puomiankkurin uudelleensuunnittelu ja valmistus**. Lappeenrannan teknillinen yliopisto. Teknillinen tiedekunta. Diplomityö.

Fingas, M. 2013. **The Basics of Oil Spill Cleanup**.

Halonen, J. 2018. **Öljyntorjunta sisävesillä – puomitustiikat ja -tekniikat**. Teoksessa Halonen, J. (toim.) Öljyntorjunnan toimintamallin kehittäminen Saimaan syväväylälle. SÖKÖSaimaa-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti, 319–360. PDF-tiedosto. Saatavissa: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-344-138-5>.

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

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

Heino, H., Voroshilin, D., Heikkilä, H., Halonen, J. & Häkkinen, J. 2017. **Haverialuksen miehistön ensitoimpiteet alusöljyvahingossa**. Teoksessa Malk, V. (toim.) Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta. Xamk Kehittää 3. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu, 119–159.

Henriksson, S. 2018. **Öljyntorjuntapuomiopas Länsi-Uudenmaan pelastuslaitokselle**. Pelastusopisto. Alipäällystön koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Hietala, M. & Lampela, K. 2007. **Öljyntorjuntavalmius merellä -työryhmän loppuraportti**. Suomen ympäristö 41/2007. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

IMO. 2005. **Manual on Oil Pollution**. Section IV. Combating Oil Spills. Lontoo: International Maritime Organisation.

IMO. 2013. **Guideline for oils spill response in fast currents**. Lontoo: International Maritime Organisation.

IPIECA-IOPG. 2015. **At-sea containment and recovery**. Good practice guidelines for incident management and emergency response personnel. OGP Report 522.

IOPF. 2014. **TIP 03: Use of booms in oil pollution response**. Technical Information Paper 3.

Jolma, K. 2015. **Puomin vetolujuus ja hinausvoimat**. Raportti. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Jolma, K., Haapasaari, H., Häkkinen, J. & Pirttijärvi, J. 2018. **Suomen ympäristövahinkojen torjunnan kokonaisselvitys 2017–2025**. Valtakunnallisen torjuntavalmiuden tavoitteet, nykytila ja kehitystarpeet. Ympäristöministeriön raportteja 24/2018. Helsinki: Ympäristöministeriö.

Keränen, O. & Jolma, K. 2018. **Öljypuomiopas. Öljyntorjuntarajoituspuomien määrittely sisävesi- ja rannikkoalueilla**. Ympäristöhallinnon ohjeita 6/2018.

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

Norema, S. 2020. **Torjunta-aluksissa käytettävien harjakeräinten operointi**. Teoksessa Halonen, J. (toim.) 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.) Öljyntorjuntavalmiuden kehittäminen Suomenlahden rannikon pelastuslaitoksissa. SÖKÖSuomenlahti-hankkeen taustaselvitykset ja loppuraportti. Xamk Kehittää 134. Kotka: Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu.

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

U.S. Coast Guard. 2001. **Oil Spill Response in Fast Currents**. A Field Guide.

U.S. Navy. 1991. **Oil spill response. Ship salvage manual**. Volume 6.

# TOK 9B 1 Nuottaus usealla aluksella

SIVU 1/2



IPIECA-IOGP 2015

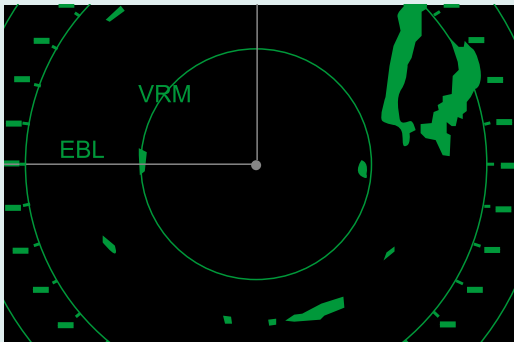
<b>Kuvaus/periaate</b>	<p>Tavoitteena öljyn leviämisen rajoittaminen ja kokoaminen pienemmälle alueelle paksummaksi kerrokseksi.</p> <p><b>U-nuotauksessa</b> kaksi alusta ajaa rinnakkain hinaten perässään puomia, joka muodostaa U:n muotoisen kaaren alusten välille. U-nuotan leveys on noin 1/3 puomin kokonaispituudesta. Hinattavan puomin pituus riippuu alusten tehosta ja vesialueesta: se voi vaihdella esimerkiksi 100 metristä 500 metriin. Voidaan nuotata joko suljetulla tai avoimella nuotalla, jossa kolmas alus kerää puomiportista valuvan öljyn.</p> <p><b>J-nuotauksessa</b> alukset eivät etene samassa rintamassa, vaan toinen aluksista kulkee hieman toista jäljessä. Tämä muodostelma mahdollistaa, että jälkimmäinen alus kerää samanaikaisesti öljyä talteen laitakerääjällä tai skimmerillä.</p> <p><b>V-muodostelmassa</b> kolmas, keulakerääjällä varustettu alus kerää öljyä kiinni puomin pohjukassa.</p>
<b>Käyttöalue</b>	Avoimet vesialueet
<b>Tarvittavat välineet</b>	2 tai 3 alusta Verhopuomit, vetopäät, hinausköydet (> 20 m); nuottana voidaan tarvittaessa käyttää myös tiheäsilmäistä verkkoa (kiinteytyville, välivedessä kelluville öljyille) Öljynkestävät suojavarusteet; huomioi mahdolliset haihtuvat yhdisteet Lisäksi lentotiedustelu sekä öljynkeräimiä ja välivarastointikapasiteettia
<b>Ympäristövaikutukset</b>	Ei mainittavia ympäristövaikutuksia
<b>Tehokkuus</b>	Toimii tehokkaimmin suojaisilla alueilla, joissa virtausnopeus on alhainen.

- Tehokkaimmin muodostelma toimii, kun alukset pysyvät riittävän lähellä toisiaan: nuotansuun leveys on maksimissaan 1/3 nuotan pituudesta. Esimerkiksi 300 metrin pituisella puomilla nuotattaessa nuotan leveys eli pyyhkäisyala voi olla 100 metriä. Liian leveä nuotta vie alusten ohjailukyvyyn, ja puomiin kohdistuvat vetolujuudet rikkovat sen. Leveän pyyhkäisyalan tavoittelemisen sijaan kannattaa nuotata kapeammalla leveydellä useampaan kertaan.
- Suljetussa U-nuotauksessa käytetään paritonta määrää puomijaksoja, jolloin liitoskohta ei osu nuotan perälle, jossa paine on suurin. Suuremman rikkoutumisvaaran lisäksi öljy myös karkaa todennäköisemmin joustamattoman liitoksen kohdalta. Avoimessa nuotassa puomimäärä on parillinen: kaksi yhtä pitkää puomijataa liitetään toisiinsa kettingillä tai vaijerilla. Näin nuottaan syntyy aukko, josta paksummaksi rikastunut öljy valuu kapeana nauhana nuotan perässä seuraavan aluksen kerättäväksi.
- Hinausköydsien pituus määräytyy puomin pituuden mukaan, mutta sen on oltava vähintään 20 metriä. Tyypillisesti 300 metrin nuotassa hinausköydet ovat 50–60-metrisiä. Hinausköydsien on hyvä olla kelluvia. Niiden tulee katketa ennen puomin rikkoutumista, jos vetovastus kasvaa liian suureksi.
- Nuottamuodostelmaan ajo saattaa aallokossa ja virrassa olla hankalaa. Puomin hakeva alus selvittää puomin myötäaallokkoon, ja nuottapari kääntyy yhtenä kokonaisuutena aallokkoa ja öljyn tulosuuntaa kohden.
- Nuottaussuunta valitaan yleensä lautan pituussuuntaan öljyn kulkusuuntaa vastaan. Suurissa virtausnopeuksissa nuottaa pidetään paikallaan ja annetaan virran painaa lautta nuottaan.
- Alusten nopeus veden suhteen tulee pitää noin 0,5 solmussa, kun öljy on saatu nuottaan. Avoim pohjukka mahdollistaa hieman suuremman nuottausnopeuden kuin suljettu. Puomin rikkoutumisvaaran vuoksi ajonopeus tulee kuitenkin pitää suhteellisen alhaisena.

- Vahinkohetken olosuhteisiin sopivan nopeuden ja nuottapuomin toimivuuden voi parhaiten arvioida vain tilannetta havainnoimalla. Öljypisaroiden tai -läiskien nousu pintaan puomin jäljestä kertoo nuotan vuotamisesta. Ohutta kalvoa voi kuitenkin muodostua myös hyvin toimivassa nuottauksessa. Nuotan liiallisesta nopeudesta kielivät myös nuotan perään syntyvät pyörteet. Puomin pohjukkaa ei kuitenkaan hinaavista aluksista näe – käytä tähän joko vene- tai ilmatiedustelua.
- Toisinaan aluksen ohjailtavuus saattaa edellyttää kriittisen nopeuden ylittäviä nopeuksia. Oleellista on, että nopeuden lisäksi tehdään tietoisina sen seurauksista puominuotassa olevaan öljyyn.
- Käytä ilmatiedustelua myös ohjaamaan nuottaavat alukset öljylautan paksuimpaan kohtaan. Varmista hyvät viestiliikenneyhteydet alusten ja tiedustelijoiden välillä.
- Nuotta voi kerätä myös paljon roskaa. Huomioi se keräystä suunnitellessasi.
- Järjestä välivarastointi.

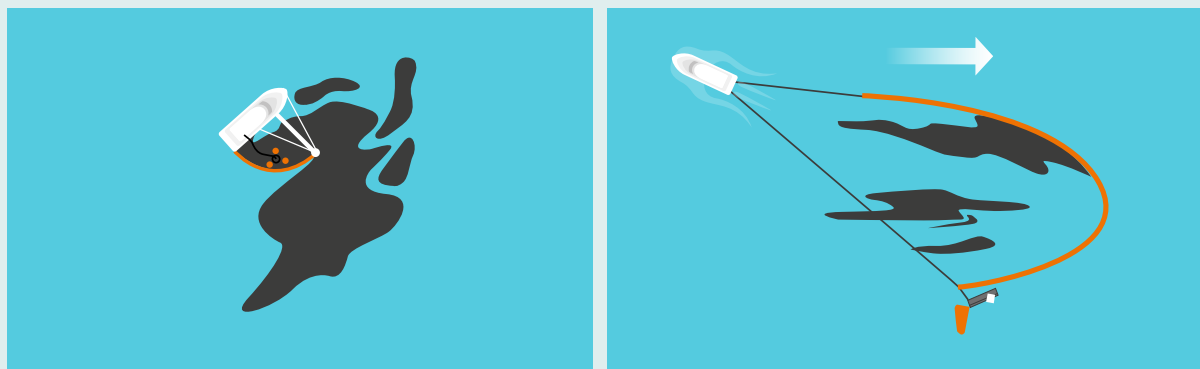
## Alusten yhteistoiminta

- Sovitaan tehtävänjaosta: toinen aluksista johtaa, toinen toimii apuveneenä.
- Johtovastuussa oleva alus määrittelee
  - ajettavan suunnan
  - alusten välisen etäisyyden
  - nopeuden.
  - Se myös ohjeistaa käännökset.
- Alusten keskinäinen etäisyys määritellään tavoiteltavan nuotansuun leveyden mukaan.
- J-nuottauksessa johtoaluksen tehtävä annetaan takana tulevalle, keräävälle alukselle, jolla on näköyhteys nuottaan. Apualus ajaa edellä. Alusten välimatka sovitaan siten, etteivät edellä ajavan aluksen peräaallot hankaloita takana tulevaa tai aiheuta yliroiskumista nuotassa.
- Ylläpidä etäisyyttä ja samaa suuntaa työparisi kanssa.
  - Tähän voidaan hyödyntää esimerkiksi tutkan VRM (Variable Range Marker)- ja EBL (Electronic Bearing Line) -työkaluja.
  - VRM näkyy tutkanäytössä renkaana, jonka keskipisteenä on oman aluksen sijainti.
  - Jos tavoite on ajaa esimerkiksi U-nuotta rinnakkain, aseta EBL poikkeamaan  $\pm 90$  astetta omasta keulasuunnastasi. Aseta VRM-renkaaseen haluttu alusten välinen etäisyys. Pyri pitämään työpari VRM:n ja EBL:n leikkauspisteessä.



VALOKUVAT: POHJOIS-KARJALAN PELASTUSLAITOS 2018.

# TOK 9B 2 Nuottaus yhdellä aluksella

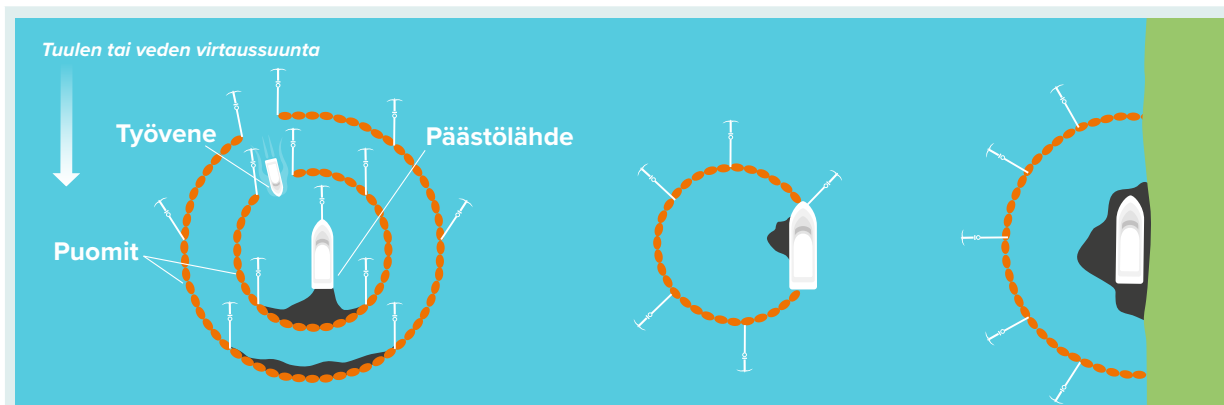


IPIECA-IOGP 2015

<b>Kuvaus/periaate</b>	Tavoitteena öljyn leviämisen rajoittaminen ja kokoaminen pienemmälle alueelle paksummaksi kerrokseksi. Öljyä voidaan nuotata yhdellä aluksella, joka on varustettu pyyhkäisypuomilla. Keruujärjestelmä voi olla joko yhdellä tai kahdella sivulla. Voidaan toteuttaa myös paravaanin avulla muodostetulla nuotalla.
<b>Käyttöalue</b>	Avoimet vesialueet
<b>Tarvittavat välineet</b>	1 alus tai vene, laitakerääjä tai sivukerääjä; keräysjärjestelmissä on tyypillisesti kiinteät keräimet, mutta puomin pohjukkaan kertynyt öljy voidaan poistaa myös kelluvalla keräimellä TAI 1 alus/vene, paravaani ja verhopuomi Öljynkestävät suojavarusteet; huomioi mahdolliset haihtuvat yhdisteet Lisäksi lentotiedustelu sekä öljynkeräimiä ja välivarastointikapasiteettia
<b>Ympäristövaikutukset</b>	Ei mainittavia ympäristövaikutuksia
<b>Tehokkuus</b>	Itsenäisesti öljyä keräävän aluksen pyyhkäisyseleveys on nuottaa kapeampi, mutta etuna on sen parempi manoveerattavuus. Paravaani voi mahdollistaa lähempänä rantaa tapahtuvan nuotauksen kuin mitä aluksella olisi turvallista tehdä.

- Toimi järjestelmällisesti. Käytä ilmatiedustelua ohjaamaan alus öljylautan paksuimpaan kohtaan.
- Varmista hyvät viestiliikennytytydet alusten ja tiedustelijoiden välillä.
- Nuottaussuunta valitaan yleensä lautan pituussuuntaan öljyn kulkusuuntaa vastaan. Hyödynnä esimerkiksi tuulen muodostamat kapeammat öljyvanat. Suurissa virtausnopeuksissa alusta pidetään paikallaan ja annetaan virran painaa lautta nuottaan.
- Pidä aluksen nopeus veden suhteen alle 1 solmussa, seuraa puomin pitävyyttä ja alenna nopeutta, jos puomi vuotaa.
- Toisinaan aluksen ohjailtavuus saattaa edellyttää kriittisen nopeuden ylittäviä nopeuksia. Oleellista on, että nopeuden lisäys tehdään tietoisina sen seurauksista puominuotassa olevaan öljyyn.
- Siipipuomi tai nuotta voi kerätä myös paljon roskaa. Huomioi se keräystä suunnitellessasi.
- Järjestä välivarastointi.

# TOK 9B 3 Ympäripuomitus



U.S. NAVY 1991

<b>Kuvaus/periaate</b>	Tavoitteena rajoittaa öljyvudon leviäminen päästölähteen läheisyyteen tai estää jatkuvan vuodon leviäminen laajemmalle tai lisävuotojen aiheuttamat vahingot. Puomitustekniikan tukena käytetään yleensä öljyn poistoa itsenäisesti keräävillä aluksilla tai kelluvilla keräimillä.
<b>Käyttöalue</b>	Suojaisilla vesialueilla. Käyttö rajoitettua avoimilla selillä, joissa veden syvyys estää ankkuroinnin; tällöin voidaan käyttää dynaamisesti. Ei suositella käytettäväksi virtaavassa vedessä (> 0,4 m/s).
<b>Tarvittavat välineet</b>	Puomityyppi ja -koko virtauksen ja vesialueen syvyyden mukaan; suojaisissa vesissä kevyellä puomilla, avoimilla selillä raskaammalla verhopuomilla – Puomia (6 x kohteen pituus), ankkurointivälineet, puomin merkitsemisvälineet, valopojut ym. Työvene ja apuvene miehistöineen (minimi) Tarvittaessa imeytysmateriaalia Öljynkestävät suojavarusteet Öljynkeräimiä ja välivarastointikapasiteettia
<b>Ympäristövaikutukset</b>	Ei mainittavia ympäristövaikutuksia; vähäistä pohjasedimentin häiriötä ankkuripisteissä
<b>Tehokkuus</b>	Ympäripuomitus soveltuu silloin, jos öljy ei ole päässyt leviämään vielä kovin laajalle tai jos öljyvudon oletetaan edelleen jatkuvan. Ympäripuomitus sopii tilanteisiin, joissa virtauksen tai tuulen suunnan muutokset ovat mahdollisia. Suurissa virtausnopeuksissa tai tuulessa vaihda tekniikka ohjaamiseen tai suuntaamiseen.

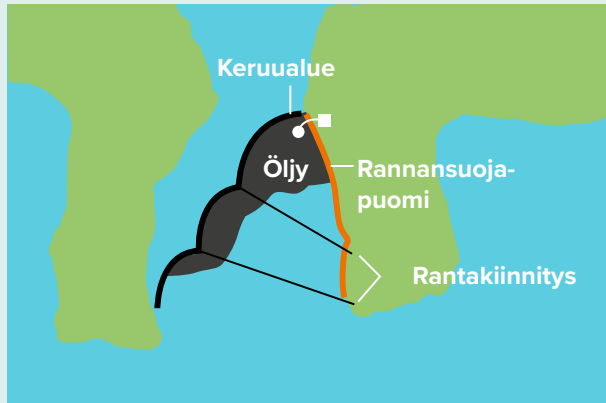
- Työn etenemissuunta on puhtaalta kohti likaista. Arvioi öljyn kulkeutumissuuntaa.
- Valitse puomiasetelmalle olosuhteisiin ja käytettävissä olevaan puomimäärään soveltuva muoto.
- Ympäripuomitukseen tarvitaan noin kuusi kertaa kohteen pituuden verran puomia. Aluksen runko tai muu kiinteä kohde voi toimia osana puomipituutta.
- Alusta puomitettaessa pyydä sitä laskemaan molemmat ankkurit (poislukien tilanteet, joissa alus on tukevasti karilla tai laituri-sa). Aina tämä ei ole mahdollista. Jätä silloin haverialukselle tilaa elää ankkurinsa varassa.
- Ensimmäinen puomikehä tulee saada hieman kauemmas kohteesta, sillä vuotava öljy saattaa nousta pintaan muutamien metrien päässä päästölähteestä riippuen veden kerrostuneisuudesta ja virtauksista.
- Tuuli ja virtaus yleensä pitävät puomipussia avoinna, mutta tarvittaessa riittävä öljyn pintautumistila varmistetaan ankkuroinnilla. Arvioi ankkureiden määrä alueella odotettavissa olevien maksimivirtauksen ja tuulen mukaan.
- Ensimmäisen puomikehän ympärille luodaan toinen, suojauskehä, ja kehien väliin jätetään noin 2–5 metriä. Näin seuraava kehä pystyy pysäyttämään ensimmäisestä kehästä karkaavan öljyn, eli öljylle jää riittävästi pintautumistilaa. Toinen kehä myös suojaa ensimmäistä aallokolta ja vedessä ajelehtivalta roskalta, jolloin kerättävää jätettä muodostuu vähemmän.
- Puomikehien suunnittelussa huomioidaan tarvittaessa kulkureitit keräävälle alukselle tai muille työveneille.
- Jos ehditään, puomikehän sisäpuolen voi "vuorata" imeytyspuomilla. Tämä helpottaa puomien puhdistusta operaation jälkeen.
- Seuraa puomitusten pitävyyttä. Tarvittaessa muuta puomituksen muotoa suunnikkaaksi tai kuusikulmioksi, jossa on terävä kulma öljyn kertymissuuntaan, tai vaihda tekniikka suuntaamiseen tai ohjaamiseen.
- Kerää öljyä pois mahdollisimman tehokkaasti.
- Varaa puomin purkuun enemmän henkilöresursseja kuin sen laskuun.



# TOK 9B 4 Sulkupuomitus



NUKA RESEARCH 2012.



EXXONMOBIL 2014.

<b>Kuvaus/periaate</b>	Sulkupuomituksen tarkoituksena on estää öljyn kulkeutuminen tietylle alueelle. Öljy joko suunnataan kohteen ohi tai pysäytetään.
<b>Käyttöalue</b>	Pienten lahtien ja poukamien, sataman sisääntuloväylien ja jokisuiden suojaamiseen alle 0,4 m:n/s virtausnopeudessa ja 0,5 metrin aallokossa
<b>Tarvittavat välineet</b>	Puomityyppi ja -koko virtauksen ja vesialueen syvyyden mukaan; suojaisissa vesissä kevyellä puomilla, avoimilla selillä raskaammalla verhopuomilla – Puomia (3–4 × kapeikon tms. leveys tai 1,5 × rantaviivan pituus), ankkurointivälineet, puomin merkitsemisvälineet, valopojjut ym. Työvene ja apuvene miehistöineen (min) Tarvittaessa imeytysmateriaalia Öljynkestävät suojavarusteet Rannansuojausmateriaalia, öljynkeräimiä ja välivarastointikapasiteettia
<b>Ympäristövaikutukset</b>	Vähäistä pohja- ja rantasedimentin häiriötä ankkuripisteissä. Suuntausmoodissa muiden alueiden likaantumisvaara. Pysäytysmoodissa öljyn rantaanohjauksesta aiheutuvat ympäristövaikutukset, joita pyritään pienentämään rannan etukäteissuojaamisella. Rantakeräyksen ympäristövaikutukset.
<b>Tehokkuus</b>	Toimii tehokkaimmin suojaisilla vesialueilla. Jokisuista virtaava vesi yleensä työntää puomia kaarelle ja näin tehostaa suojavaikutusta. Sulkupuomituksessa on huomattava, että yhden alueen suojaaminen saattaa helposti johtaa viereisten alueiden likaantumiseen, ellei öljyn liikettä saada pysäytettyä.

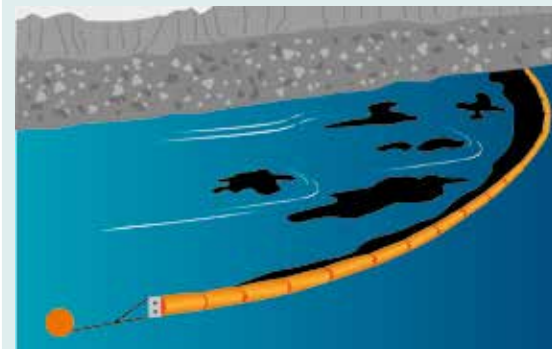
- Tunnista ja priorisoi suojattavat kohteet. Käytä Ensisiijaisesti suojattavien kohteiden kartastoa tai YVT-tilannekuvajärjestelmää.
- Älä koeta sulkea liian isoa aluetta kerrallaan. Silloin yhden puomin rikkoutuminen, kaatuminen tms. johtaa laajan alueen likaantumiseen. Harkitse, voitko sulkea pienempiä alueita lyhyempiä puomitukia käyttäen.
- Valitse puomituspaikka mahdollisimman hitaasti virtaavalta alueelta. Selvitä mahdolliset kiinteät ankkurointipisteet.
- Valitse olosuhteisiin soveltuva puomityyppi, -koko sekä puomin suuntauskulma.
- Huomioi veden virtausnopeuden lisääntyminen salmissa tai muissa kapeikoissa. Kapeiden salmien sulkeminen lyhintä reittiä pitkin on mahdollista ainoastaan tyynessä, virtaamattomassa vedessä eli lähinnä teoriassa.
- Öljyn pysäyttämiseksi puomi tulee asettaa viistosti vesialueen yli kulmaan, jonka suuruus riippuu veden virtausnopeudesta. Kulmasta johtuen puomia tarvitaan vähintään 1,5 kertaa mutta mieluiten 3–4 kertaa suljettavan vesistön leveys.
- Tiivistä rantakiinnitys imeytysmateriaalilla, painoilla tms. Jos se on helposti toteutettavissa, rantaa voi myös kaivaa lapiolla syvemmäksi puomin kohdalta, jotta puomi pystyy helpommin säilyttämään pystyasentonsa (järkevää, jos samalla kaivetaan keruukuoppa öljylle).
- Suojaa myös keruualueen rantaviiva.
- Seuraa puomitusten pitävyyttä. Toinen suojauskehä tai ohjauspuomi saattavat olla tarpeen.



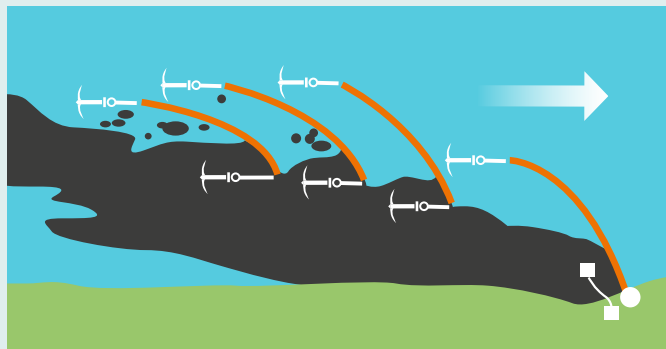
U.S. COAST GUARD

# TOK 9B 5 Ohjauspuomitus

SIVU 1/2



EPPR 1998



NUKA RESEARCH 2012

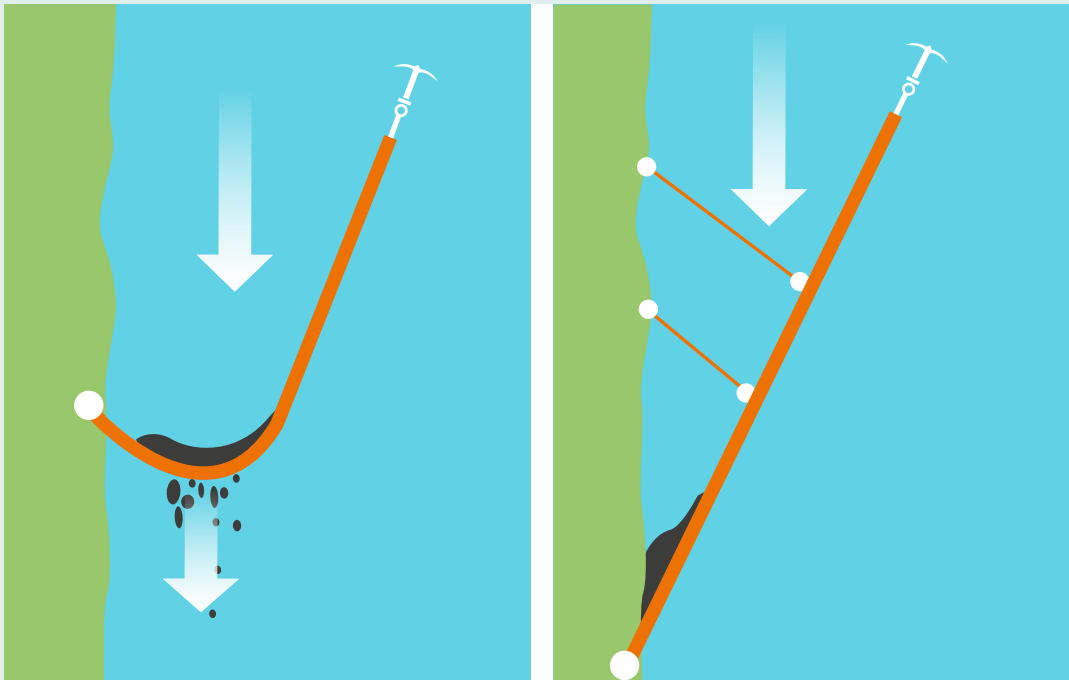
<b>Kuvaus/periaate</b>	Tavoitteena öljyn ohjaaminen sen pysäyttämiseksi ja keräämiseksi, esimerkiksi öljyn tarkoituksellinen ohjaaminen rantaan kerättäväksi. Puomi asetetaan virtausnopeudesta riippuvaan suuntauskulmaan öljyn kulku-uralle. Öljy valuu puomia myöten sen pohjukkaan, josta se kerätään pois.
<b>Käyttöalue</b>	Tekniikan käyttö edellyttää, että alueella on virtausta, noin 0,2–1,5 m/s. Käyttö rajoitettua avoimilla selillä, joissa veden syvyys estää ankkuroinnin; tällöin voidaan käyttää dynaamisesti siten, että puomia ohjailaan aluksilla.
<b>Tarvittavat välineet</b>	Alus/vene (+ apuvene), puomia (kokonaispituus riippuu tarvittavasta suuntaamiskulmasta, puomin koko virtausnopeudesta ja veden syvyydestä), ankkurointikalusto, puomin merkitsemisvälineet, valopojit ym. Rannansuojausmateriaalia, öljynkeräimiä ja välivarastointikapasiteettia
<b>Ympäristövaikutukset</b>	Öljyn rantaanohjaamisesta aiheutuvat ympäristövaikutukset, joita pyritään pienentämään rannan etukäteissuojaamisella. Rantakeräyksen ympäristövaikutukset. Vähäistä pohja- ja rantasedimentin häiriötä ankkuripisteissä.
<b>Tehokkuus</b>	Toimii muita menetelmiä tehokkaammin virtaavassa vedessä.

- Suurissa veden virtausnopeuksissa (> 0,4 m/s), joissa kriittinen nopeus ylittyy, puomeja käytetään ohjaamiseen siten, että puomi asetetaan kulmaan veden virtausuuntaan nähden. Tämä vähentää suhteellista virtausnopeutta puomilla. Mitä suurempi virtausnopeus, sitä virranmyötäisemmäksi puomi tulee asettaa.
- Kapeikoissa veden virtausnopeus on yleensä suurinta keskellä ja pienempää reunamilla. Tavoitteena on ohjata öljyä kohti rantaan, jossa virtausnopeudet ovat pienempiä ja öljy todennäköisemmin pysyy puomin sisällä.
- Suurissa virtausnopeuksissa öljyn pysäyttämiseen tarvitaan useampi puomi lyhyinä, 15–30 m:n jaksoina. Kun ensimmäinen puomi ottaa vastaan suurimman virtausvoiman, virtaus on seuraavalla puomilla jo hieman hitaampaa. Jälkimmäisen puomin toimintavarmuus on siten paljon parempi. Voimakas virta saattaa painaa puomin pään pussille. Siksi puomit asetetaan limittäin, jolloin puomin vuotaessa seuraava puomi poimii karanteen öljyn talteen.
- Useamman puomin ketjupuomitusta voidaan käyttää voimakkaassa virtauksessa, jossa yhden pidemmän puomin käyttäminen on hankalaa tai mahdotonta. Virtaavassa vedessä lyhyempien puomijaksojen käsittely on helpompaa. Se edellyttää kuitenkin enemmän ankkurointikalustoa. Peräkkäiset suuntauspuomit heikentävät pintavirtausta, jolloin seuraavien puomien suuntauskulmaa voidaan asteittain kasvattaa.
- Virtaavissa vesissä, tai käytettäessä raskaita puomeja, ankkurointi tulee tehdä ennen puomin vetoa: puomi kiinnitetään valmiiksi laskettuihin ankkureihin. Näin puomitukseen saadaan varmistettua oikea muoto. Suojaisissa vesissä tai pienempien puomien kanssa ankkurit voidaan laskea joko ennen tai jälkeen.
- Jos vesistön leveys mahdollistaa, puomi vedetään virran yli vastarannalle kiinnitetyn vetoköyden avulla. Selvitä puomit suoriksi rantaviivalle ylävirtaan valitusta pysäytyspaikasta. Ketjupuomitusta käytettäessä puomijaksot vedetään rantaan suoriksi niin, että niiden päät limittyvät noin 3–5 metriä.
- Riittävän tehokkaalla aluksella puomi voidaan selvittää rannasta veteen siten, että rantaan jäävä puominpää kiinnitetään ja toinen pää vedetään haluttua suuntauskulmaa vastaavalle etäisyydelle rannasta ja ankkuroidaan (tai kiinnitetään sinne valmiiksi vietyyn päätyankkuriin).

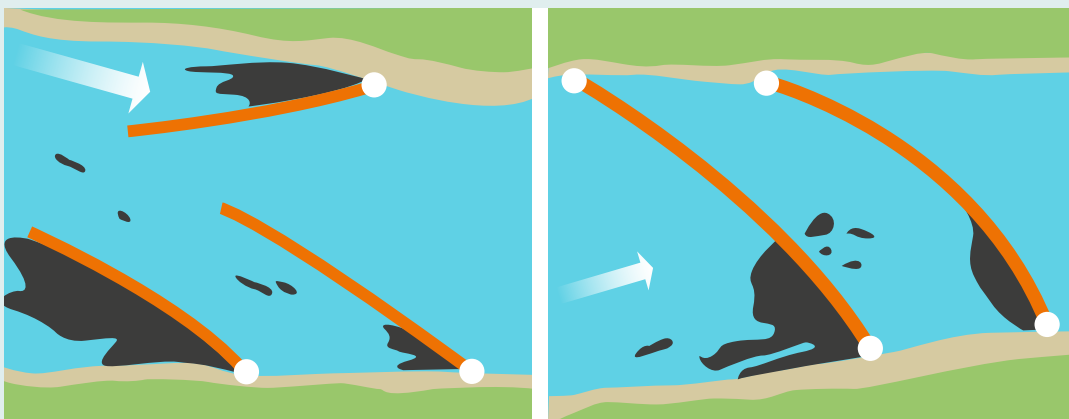
# TOK 9B 5 Ohjauspuomitus

SIVU 2/2

- Suurissa virtauksissa rannasta käsin puomitettaessa puomi selvitetään ensin rantaan ylävirtaan valitusta puomituspaikasta. Puomi hinataan veteen mahdollisimman virransuuntaisesti, ei virran poikki tai virtaa vastaan. Apuvene vastaanottaa puomin ylävirran puoleisen pään ja ankkuroi sen. Toinen pää tuodaan veneen avulla maihin. Varmista, että tehtävään on valittu riittävän tehokkaat alukset.
- Kannelta selvittäessä puomi lasketaan virtaavaan veteen myötävirtaan. Puomi viedään aluksella halutulle etäisyydelle rannasta ja kiinnitetään päätyankkuriin, minkä jälkeen puomi lasketaan veteen ja sen annetaan oieta myötävirtaan. Toinen pää tuodaan apuveneen avulla maihin.
- Rantaan ohjaava puomi tulee kiinnittää rantaan siten, ettei puomin päähän muodostu pussia.
- Tärkeää on tehdä rantakiinnityksestä tiivis. Aitapuomi yleensä kaatuu rantaan noustessaan. Rantakiinnitystä voidaan tiivistää esimerkiksi imeytysmateriaalilla. Jos se on helposti toteutettavissa, rantaa voi myös kaivaa lapiolla syvemmäksi puomin kohdalta, jotta puomi pystyy helpommin säilyttämään pystyasentonsa (järkevää, jos samalla kaivetaan keruukuoppa).



GREENE YM. 1979.



CEDRE.

# TOK 9B 6 Ohjauspuomitus paravaanilla

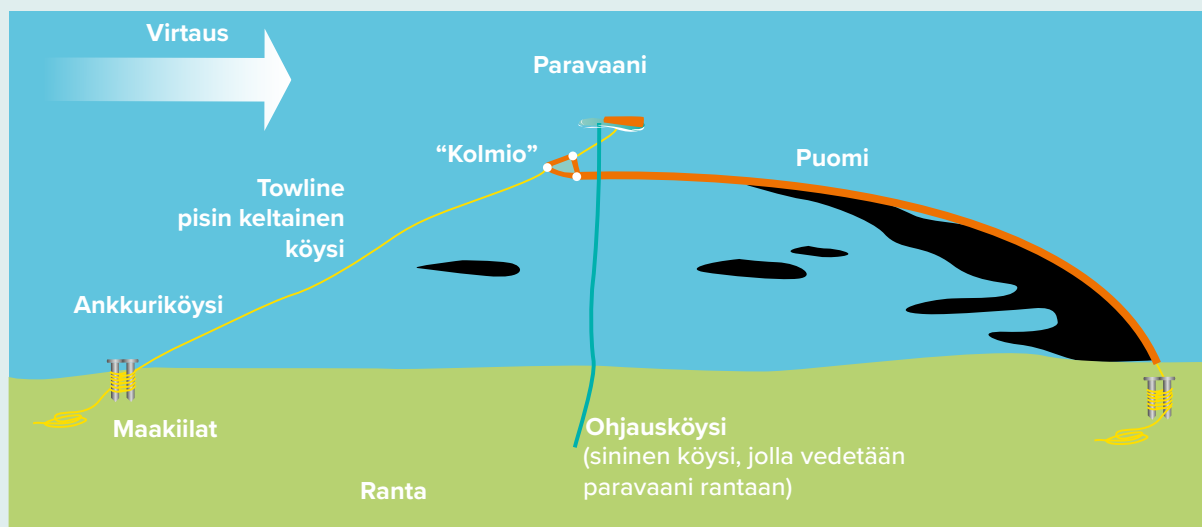
SIVU 1/2



HALONEN 2017.

<b>Kuvaus/periaate</b>	<p>Tavoitteena öljyn tarkoituksellinen ohjaaminen ja pysäyttäminen rantaan kerättäväksi. Paravaani ei tarvitse venekalustoa, vaan se selvitetään rannalta käsin.</p> <p>Paravaanissa oranssin kellukkeen alla on pystysuoria siipiä, jotka muodostavat virtauksessa suuren, sivulle vetävän voiman. Kelluke ja siivekkeet ovat kuljetuksessa erillään. Ne kootaan joko "oikea- tai vasenkätiseksi" sen mukaan, mihin suuntaan paravaanin halutaan lähtevän (oma sijainti, virtaussuunta). Pakettiin kuuluvat myös maakiilat sekä kolme köyttä. Sininen on paravaanin ohjausköysi, jolla se palautetaan rantaan. Pidemmällä keltaisella ankkuriköydellä paravaani kiinnitetään rantaan maakiilloja tai kiinteitä kohteita hyödyntäen. Lyhyempää keltaista köyttä käytetään puomipäässä varmistuksena. Köysien kiinnittämiskohdat on merkitty. Kiinnitettäessä muodostuu kolmio.</p>
<b>Käyttöalue</b>	Virtaavat vedet > 1 m/s
<b>Tarvittavat välineet</b>	Paravaani tarvikkeineen (kelluke, siivekkeet, köydet ja maakiilat), puomia Vene turvaveneeksi
<b>Ympäristövaikutukset</b>	Ei mainittavia ympäristövaikutuksia
<b>Tehokkuus</b>	Paravaani toimii kohtuullisesti, kun virtausnopeus lähenee 1:tä m/s. Kovemilla virtausnopeuksilla paravaani toimii paremmin.

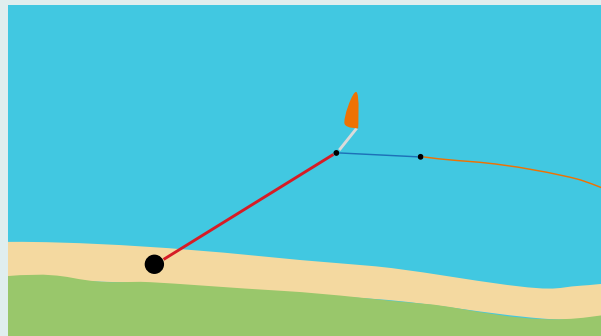
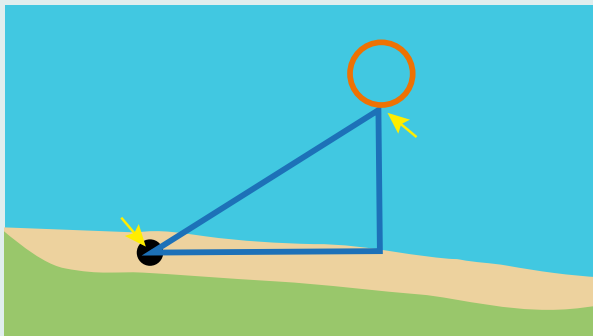
- Tavoiteltava muodostelma (ks. kuva alla): Paravaanin ankkurointiköysi ylävirtaan, ohjausköysi sekä puomi. Puomiin ei tule muodostua pussia. Pieni kulma puomituksen loppupäässä vähentää virtauksesta muodostuvaa painetta ja ohjaa öljyn rantaan kerättäväksi.



# TOK 9B 6 Ohjauspuomitukset paravaanilla

SIVU 2/2

- Työvaiheet:
  - paravaanin kasaus ja köysitys
  - ankkurointipisteen paikan valinta eli paravaanin paikan ja etäisyyden rannasta määrittäminen sekä ankkuriköyden pituustarpeen arviointi
  - puomin selvitys, kiinnitys paravaaniin ja rantaan
  - paravaanin lasku vesille, työntö irti rannasta
  - puomin syöttö, puomipussin säätö, puomituksen ankkurointi (voidaan myös pitää paravaanilla)
  - paravaanin ohjaus takaisin rantaan, purku
- Paravaanin paikka ja etäisyys rannasta määräytyvät ankkuriköyden pituuden ja kulman mukaan. Mitä kauemmaksi ankkuriköyden vie ylävirtaan, sitä kesemmälle paravaani pääsee kiipeämään virrassa. Arvioi siis tarvittava suuntauskulma, ja vie ankkuriköyttä sen mukaan.
- Ankkuriköysi tulee viedä rannassa melko kauas ylävirtaan, jotta veto tulee pienemmässä kulmassa. Käytännön kokemusten perusteella kannattaa viedä lähes koko ankkuriköyden pituus ylävirtaan.
- Puomiksi valitaan jokipuomia tai alle 500 mm:n rajoituspuomia. Normaali aitapuomi ei toimi parhaalla mahdollisella tavalla.
- Puomi selvitetään rantaan ja kiinnitetään esimerkiksi lyhyemmällä keltaisella köydellä.
- Paravaani lasketaan veteen ja tarvittaessa työnnetään irti rannasta. Paravaani lähtee etenemään kesemmälle.
- Puomia syötetään rannasta vähitellen, jolloin se ei pääse pussittamaan. Jos puomista muodostuu pussi, puomi painuu veden virtauksen voimasta veden pinnan alle. Pussitusta voi vähentää esimerkiksi siirtämällä puomin rantakiinnityspistettä alavirtaan päin.
- Sinisellä ohjausköydellä säädetään siipikulmaa siten, että paravaani palaa takaisin rantaan.

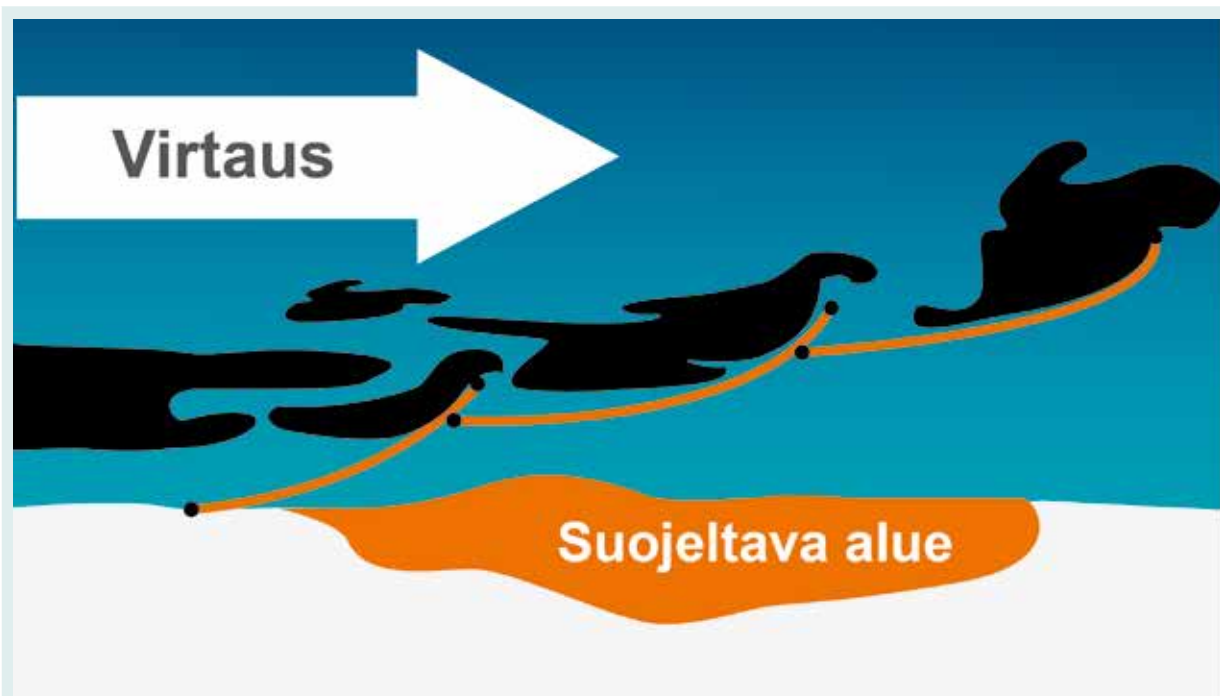


Paravaanipuomitukset, sama tilanne rannalta ja ilmasta katsottuna. Puomituksen muoto on huomattavasti helpompi hahmottaa ilmakuvasta. RPAS-kuvan perusteella havaittiin puomin jääneen pussittamaan liikaa. Tilanne korjattiin siirtämällä puomin rantakiinnityspistettä kauemmas alavirtaan.

RANTAVUO 2017 JA PITKÄÄHO 2017.



# TOK 9B 7 Suuntauspuomit



EPPR 1998

<b>Kuvaus/periaate</b>	Tavoitteena suojata herkkiä alueita tai kohteita muuttamalla öljyn kulkusuuntaa alueelle, josta sitä on helpompi nuotata tai kerätä. Eroaa ohjaamisesta siten, että öljyn kulkusuuntaa muutetaan mutta öljyä ei pysäytetä kerättäväksi.
<b>Käyttöalue</b>	Virtaavissa vesissä, toimii myös yli 0,5 m:n/s, alle 0,5 m:n aallokossa
<b>Tarvittavat välineet</b>	Alus/vene (+ apuvene), puomia (pituus riippuu tarvittavasta suuntaamiskulmasta, koko virtausnopeudesta ja veden syvyydestä), ankkurointikalusto, puomin merkitsemisvälineet, valopojut ym.
<b>Ympäristövaikutukset</b>	Muiden alueiden likaantumisvaara; vähäistä pohja- ja rantasedimentin häiriötä ankkuripisteissä
<b>Tehokkuus</b>	Toimii virtaavassa vedessä, ei poista ongelmaa mutta saattaa antaa paremmat mahdollisuudet sen torjumiseen muualla (esim. paremmassa syväydessä).

- Suurissa veden virtausnopeuksissa ( $> 0,4$  m/s), joissa kriittinen nopeus ylittyy, puomeja käytetään suuntaamiseen siten, että puomi asetetaan kulmaan veden virtaussuuntaan nähden. Tämä vähentää puomiin kohdistuvaa suhteellista virtausnopeutta. Mitä suurempi virtausnopeus, sitä virranmyötäisemmäksi puomi tulee asettaa.
- Tavoitteena on suunnata öljy herkän alueen ohi tai kohti suurempaa syväyttä, jossa sen torjuminen olisi tehokkaampaa.
- Useamman puomin ketjupuomitusta voidaan käyttää voimakkaassa ( $> 1,5$  m/s) virtauksessa, jossa yhden pidemmän puomin käyttäminen on hankalaa tai mahdotonta. Ketjupuomituksessa puomit ovat tyypillisesti lyhyinä, 15–30 m:n jaksoina.
- Virtaavassa vedessä lyhyempien puomijaksojen käsittely on helpompaa. Se edellyttää kuitenkin enemmän ankkurointikalustoa.
- Peräkkäiset suuntauspuomit heikentävät pintavirtausta, jolloin seuraavien puomien suuntauskulmaa voidaan asteittain kasvattaa.
- Virtaavissa vesissä, tai käytettäessä raskaita puomeja, ankkurointi tulee tehdä ennen puomin vetoa: puomi kiinnitetään valmiiksi laskettuihin ankkureihin. Näin puomitukselle saadaan varmistettua oikea muoto. Suojaisissa vesissä tai pienempien puomien kanssa ankkurit voidaan laskea joko ennen tai jälkeen.

# TOK 9B 8 Öljypuomin selvitys



Varaa puomittavaan alukseen riittävä miehistö ja seuraavat välineet:

- puomia niin paljon kuin alukseen järkevästi mahtuu
- päätyankkurit, poijut ja köydet
- väliankkuroinnin väliköydet ja poijut, 50 tai 100 metrin välein puomimäärän mukaan
- tarvittavat sakkelit tai sulkurenkaat.



Varaa ankkuroivaan alukseen riittävä miehistö ja seuraavat välineet:

- ankkurit 50 tai 100 metrin välein puomimäärän mukaan
- köyttä ankkurien määrän ja veden syvyyden suhteen riittävästi (3–5 kertaa veden syvyys).



Siirry suunniteltuun paikkaan ja aloita puomitus joko päätyankkuroinnilla tai kiinnittämällä puomi ankkuritappiin tai maihin (apuvene).

Aloita puomin levitys.



Laske puomi hitaasti huomioiden tuulen suunta, jotta puomi saadaan halutulle paikalle.

Kiinnitä puomiin laskuvaiheessa väliköydet ja poijut joko 50 tai 100 metrin välein tilanteesta riippuen.

- Poijut taktiikan mukaiselle puolelle!



Suurita puomin ankkurointi mahdollisimman nopeasti ja oikealta puolelta, jotta puomi asettuu haluttuun paikkaan.

Nosta poiju alukseen ja kiinnitä ankkurointiköysi. Vedä köysi tiukalle ja laske ankkuri.

Pimeään aikaan aseta puomiin valot ja tarvittaessa tutkaheijastimet.

Tarkista ankkureiden pitävyys ja puomin asento.

KUVAT: KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOS.

# TOK 9B 9 Ankkurointi

SIVU 1/2

## Ankkurointipaketti



- ankkuri, jossa 3–5 m ankkurikettinkiä
- ankkuriköysi, 20–30 m, yleensä köysiputkeen pakattuna
- ankkuripoiju, jossa
  - puomin väliköysi, 3–5 m, kiinnitetty avattavalla sulkurenkaalla
  - kaksi ankkuroinnin väliköyttä, 3 m
- (ankkurin nostoköysi ja peräpoiju).

## Ankkuroinnin väliköysien kiinnitys



Varmista oikea kiinnityspiste puomissa:



Ankkurin nostoköyden kiinnityspiste:



Köysipituudet:

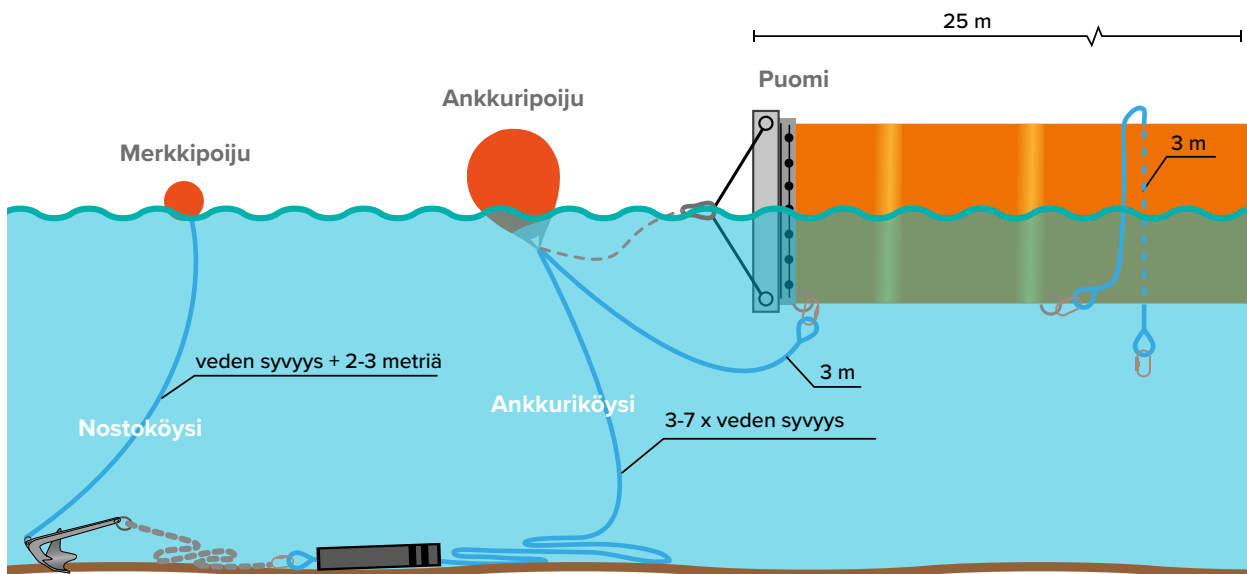
- ankkuripoijun ja puomin välille väliköyttä noin 3–5 m
- ankkuripoijun ja ankkuriköyden välille väliköyttä noin 3 m
- ankkuriköyttä noin 3–7 kertaa veden syvyyden verran
  - tyynessä vedessä noin kolme (3) kertaa veden syvyys
  - suojaisissa vesissä noin viisi (5) kertaa veden syvyys
  - avoimilla merialueilla aallokossa noin seitsemän (7) kertaa veden syvyys
- (ankkurin nostoköyttä noin 2–3 m veden syvyyttä enemmän).

## Ankkurointitarve

- 50–100 metrin välein tilanteen mukaan, tarvittaessa tupla-ankkurointi
- päätyankkureita 1–2, mieluummin kaksi V-muodossa.

## Ankkurointi

- Suorita ankkurointi puomin taktiikan mukaiselta puolelta, jotta puomi asettuu haluttuun sijaintiin.
- Nosta väliköysi tai poiju alukseen ja kiinnitä siihen ankkurointiköysi.
- Varmista ankkuriköyden purkautuminen vetämällä se valmiiksi ulos köysiputkesta.
- (Kiinnitä ankkurin nostoköysi ja merkki- tai peräpoiju.)
- Vedä ankkuriköysi tiukalle ja laske ankkuri.
- Tarkista ankkureiden pitävyys ja puomin asento.
- Merkitse puomi tarvittaessa puomivaloilla tai tutkaheijastimilla ohjeen mukaan.



L. EKHOLM JA VIKOMA.



# TOK 9B 10 Alukseen kiinteästi asennetun keräinjärjestelmän käyttö

SIVU 1/2



Varaa kaikki tarvittavat välineet:

- viiksipuomit 2 kpl
- viiksen ponttonit 2 kpl
- viiksen kylkikiinnikkeet 2 kpl
- viiksen aisat 2 kpl
- tarvittavat köydet ja kiinnikkeet
- keräyssäiliöt ja letkut
- suojarusteet henkilöstölle.



Kiinnitä kylkikiinnikkeet aluksen molemmille kyljille.

Irrallisessa keräysjärjestelmässä kiinnitetään keräinkasetti aluksen kylkeen molemmin puolin.



Kasaa viiksipuomit ja kiinnitä kellukkeet.

Poista tarvittavat kaiteet. Huomioi sääolosuhteet ja työturvallisuus.



Asenna viiksipuomin toinen pää alukseen ja toinen pää ponttoniin.

Kiinnitä aisa aluksen kiinnityspisteeseen ja säädä tarvittava kireys köydellä.



# TOK 9B 10 Alukseen kiinteästi asennetun keräinjärjestelmän käyttö

SIVU 2/2



Avaa kansiluukut ja kylkiluukut.

Kytke hydraulikka päälle, avaa pohjaventtiili ja käynnistä kiertovesipumppu.

Säädä kiertovesipumpun nopeus sopivaksi.

Kun varsinainen keräys käynnistyy, muista käynnistää siirtopumppu.



Selvitä hinattava keräyssäiliö ja täytä sen kellukkeet.

Kiinnitä öljynsiirtoletku aluksen yhteeseen ja keräyssäiliöön.

Laske keräyssäiliö veteen ja kiinnitä se köydellä alukseen.

Huomio työturvallisuus: mahdollinen kiinnittyminen työntekijöillä.



Varmista kaikki kiinnitykset ja viiksipuomien asento.

Aloita keräys ja tarkkaile kerätyn öljyn määrää. Säädä tarvittaessa harjojen ja kiertovesipumpun nopeutta.

Säädä siirtopumpun nopeus sopivaksi.

Havainnoi öljylautan paksuutta ja pyri keräämään paksuimmasta kohdasta.

KUVAT: KYMENLAAKSON PELASTUSLAITOS.

## Muistiinpanoja

A series of horizontal dotted lines providing a template for taking notes.

## Muistiinpanoja

A series of 20 horizontal dotted lines for writing notes.

# sökö

SÖKÖSuomenlahti – Öljyntorjunnan toimintamalli  
Suomenlahden rannikon pelastustoimialueilla.

VIHKO 09B

**Öljyntorjunta rannikolla ja saaristossa**