

ALUSLIIKENTEEN RISKIALUEET SAIMAAN SYVÄVÄYLÄLLÄ ALUSÖLJYVAHINGON NÄKÖKULMASTA

Tutkimusraportti Älykö-hankkeen vesiliikenteen
riskikohteiden kartoituksesta

Justiina Halonen, Jouni-Juhani Häkkinen & Joel Kauppinen



ALUSLIIKENTEEN RISKIALUEET SAIMAAN SYVÄVÄYLÄLLÄ ALUSÖLJYVAHINGON NÄKÖKULMASTA

Tutkimusraportti Älykö-hankkeen vesiliikenteen
riskikohteiden kartoituksesta

Justiina Halonen, Jouni-Juhani Häkkinen & Joel Kauppinen

Kymenlaakson ammattikorkeakoulu



Kotka 2016

Kymenlaakson ammattikorkeakoulun julkaisuja

Sarja B. Tutkimuksia ja raportteja nro 160

Julkaisija: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu 2016

Taitto ja paino: Grano Oy 2016

ISBN (NID.): 978-952-306-173-6

ISBN (PDF): 978-952-306-174-3

ISSN: (e-versio): 1797-5972

SISÄLTÖ

1. Johdanto	6
2. Saimaan syväväylä ja väylän alusliikenne	7
3. Syväväylällä tapahtuneet onnettomuudet	10
3.1 Onnettomuusmäärät	10
3.2 Onnettomuuksien jakauma aluksen lippuvaltion mukaan	12
3.2 Onnettomuuksien jakauma ajankohdan mukaan	13
3.3 Onnettomuustyyppit ja raportoidut seuraukset	15
3.5 Onnettomuuksien taustasyyt	17
4. Syväväylän riskipaikat	18
4.1 Etelä-Karjala (Parkkarin mutka)	20
4.2 Pohjois-Karjala (Kuhakivi, Puhoksen väylä, Vuosalmi/Vuoharju)	21
4.3 Etelä-Savo (Kyrönsalmi, Vekaransalmi, Puumala/Osmonaskel/Pahikka, Vihtakanta, Kommersalmi, Haponlahden kanava, Matari, Hätingvirta, Vekaronsalon salmi)	23
4.4 Pohjois-Savo (Varkaus, Konnuksen kanava, Jännevirta)	27

5. Vaurioanalyysit	30
5.1 Laivan pohjarakenteiden vauriot karilleajoissa ja pohjakosketuksissa	32
5.2 Vauriot yhteentörmäyksissä ja törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin	33
6. Alusöljyvahingon riskitarkastelua	35
6.1 Onnettomuustiheys riskialueilla	35
6.2 Onnettomuustiheys ja öljyvahingon esiintymistaajuus	37
6.3 Potentiaalisen öljyvuodon määrä	37
6.4 Päätelmiä onnettomuusanalyysistä	39
7. Pohdintaa	42
8. Lähteet	44

LIITTEET

Liite 1. Alusten ja puutavaralauttojen määrä Saimaan kanavan Mälkiän ja Pällin suluilla 1985–2015	47
Liite 2. Riskialuekartasto	48

I. JOHDANTO

Alusperäisen ympäristövahingon todennäköisyys Saimaan vesistössä on verrattain pieni. Saimaan syväväylä kulkee kuitenkin keskellä ainutlaatuista luonto- ja virkistysaluetta, jolloin vahingon vaikutukset voivat olla suuret. Vahinkoihin varautumisen tueksi Saimaan syväväylän riskialttiit väyläosuudet on kartoitettu ja valittuihin riskikohteisiin on luotu öljyvahingon leviämismallit. Leviämismallinnuksista on julkaistu erillinen osaraportti ”Saimaan vesistön öljyvahinkoskenaarioiden mallintaminen”. Alusliikennettä merkittävämpi ympäristövahinkoriski aiheutuu maalla vesistön läheisyydessä sijaitsevista öljy- ja kemikaalisäiliöistä ja -varastoista sekä öljy- ja kemikaalituotteiden maakuljetuksista. Maaliikenteen ja varastoinnin riskikartoituksen tulokset on kuvattu Älykö-hankkeen osaraportissa ”Vaarallisten aineiden kuljetusten ja varastoinnin riskikohteet Itä-Suomen maa-alueilla”. Öljyvahingon seurauksia tarkastellaan osaraportissa ”Öljyvahingon ympäristö- ja sosioekonomiset vaikutukset Saimaan alueella”.

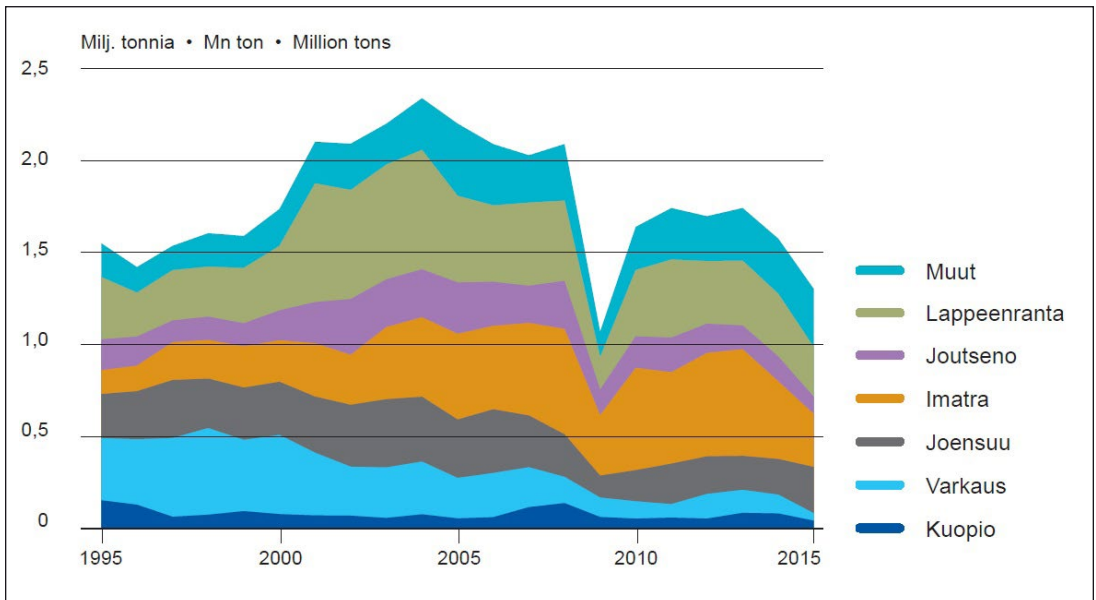
Tässä osaraportissa lähestytään alusliikenteen öljyvahinkoriskiä todennäköisyyspohjaisen riskianalyysin kautta. Raportin taustamateriaalina on käytetty sekä asiantuntija-arvioita että tilastotietoa alusliikennemääristä, tapahtuneista onnettomuuksista sekä onnettomuuspaikoista. Saimaan syväväylän alusliikennemäärän hahmottamiseksi hyödynnettiin Liikenneviraston tilastoja. Alusten satamakäyntien lukumäärät saatiin Liikenneviraston PortNet-järjestelmästä vuosilta 2002–2014. Tämän lisäksi alusten lukumäärätietoja on kerätty Merenkululaitoksen raporteista, Tilastokeskukselta sekä Satamaliitosta. Alusonnettomuustiedot on koottu Merenkululaitoksen raporteista, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafilta ja Liikennevirastosta. Lisäksi lähteenä on käytetty aiempia tutkimuksia sekä Onnettomuustutkimuskeskuksen raportteja. Riskikartoituksen lähdemateriaali on kerätty sekä julkisista aineistoista että viranomaislähteistä. Osa lähdetiedoista on luokiteltu luottamuksellisiksi ja osa salassa pidettäviksi. Tässä raportissa esitetyistä tuloksista on poistettu salassapitovelvollisuuden piiriin kuuluvat tiedot.

Alusliikenteen riskikartoitus on tehty Mikkelin ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulujen yhteishankkeessa Älykö (Itä-Suomen maa-alueiden ja Saimaan vesistöalueen öljyn- ja vaarallisten aineiden varastoinnin ja kuljetusten ympäristöriskien älykäs minimointi ja torjunta, A70113), jota rahoittavat Etelä-Savon ELY-keskus Euroopan unionin aluekehitysrahastosta, Öljysuojarahasto, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan pelastuslaitokset, Meritaito Oy ja Metsäsairila Oy.

2. SAIMAAN SYVÄVÄYLÄ JA VÄYLÄN ALUSLIIKENNE

Saimaan syväväylän pituus on noin 770 kilometriä. Syväväyläverkko alkaa Viipurinlahdelta Brunitchnoen sululta ja ulottuu Lappeenrannan kautta Joensuuhun ja Siilinjärvelle. Saimaan sisävesiväylillä on useita kanavia ja sulkuja. Vesistöalueen pisimmässä ja vilkkaimmassa Saimaan kanavassa on 8 sulkua, 7 avattavaa siltaa ja 6 kiinteää siltaa. Lisäksi syväväyläverkolla on kaksi sulkua, Taipaleen sulku Varkaudessa ja Konnuksen sulku Leppävirralla. Hyötyliikenteen kanavia ovat Pielisjoen reitti (3 sulkua, 7 avattavaa siltaa), Heinäveden reitti (5 sulkua), Iisalmen reitti (2 sulkua, 1 avattava silta) ja Tahkon reitti (3 sulkua). Saimaan kanavan liikennekausi on noin kymmenen kuukautta. Kausi alkaa tyypillisesti maaliskuu–huhtikuun taitteessa Suomenlahden jäätilanteen mukaan ja päättyy tammikuun puolenvälin jälkeen. (Merenkulkulaitos 2008, 3-6; Liikennevirasto 2016a, 26.) Saimaan syväväylän kulkusyvyys on 4.2–4.35 metriä. Väylän ylittävien siltojen alikulkukorkeus on joko 24,5 metriä tai ne ovat avattavia. Muilla Saimaan hyötyliikenteen väylillä alikulkukorkeus on 8–16 metriä. (Merenkulkulaitos 2005, 3.) Saimaan kanava rajoittaa liikennöivien alusten pituuden noin 80 metriin. Liikennöivät alukset ovat pääsääntöisesti tätä kokoluokkaa. (Merenkulkulaitos 2008, 6-7; Liikennevirasto 2016a.)

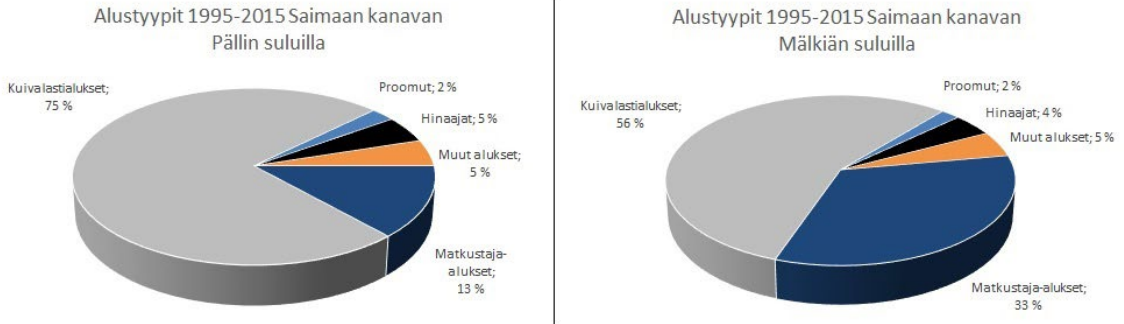
Syväväyläverkon alueella on syväsatamia kymmenellä paikkakunnalla. Satamissa on keskimäärin 1500 aluskäyntiä vuosittain. Etelä-Saimaan satamien (Lappeenranta, Imatra, Joutseno ja Ristiina) osuus alusliikenteestä on noin 60 % ja tavaraliikenteestä noin 50 %. (Liikennevirasto 2015a.) Vuonna 2015 koko Vuoksen vesistöalueen (Saimaan) tavaraliikenne oli 2,25 miljoonaa tonnia. Tästä 1,32 miljoonaa tonnia kuljetettiin Saimaan kanavan kautta ja 0,50 miljoonaa tonnia Saimaan sisäisessä liikenteessä. Uiton osuus oli 0,43 miljoonaa tonnia. (Liikennevirasto 2016a, 39.)



Kuva 1. Saimaan kanavan kautta kulkenut tavaraliikenne satamittain 1995–2015 (Liikennevirasto 2016a, 16).

Saimaan kanavan kautta kuljettiin 2015 pääasiassa raakapuuta (34 %), raakamineraaleja (30 %) ja metsäteollisuuden tuotteita (18 %). Öljytuotteiden aluskuljetuksia ei ole ollut Saimaalla vuoden 1992 jälkeen. (Liikennevirasto 2016a, 22.) Merenkulun ympäristönsuojelulain 2. luvun 8. § kieltää raskaan polttoöljyn kuljettamisen sisävesialueella öljysäiliöaluksen lastisäiliöissä sekä kaiken tyyppisten öljyjen kuljettamisen aluksen pohjaan tai ulkolaitaan rajoittuvissa lastisäiliöissä (Merenkulun ympäristönsuojelulaki 2009/1672). Lakia valmistelleen Hallituksen esityksen (248/2009, 54) mukaan ”raskaalla polttoöljyllä tarkoitetaan tullitariffin nimikkeeseen 2710 kuuluvia raakaöljystä saatuja, lämmitykseen tarkoitettuja öljyjä ja öljyvalmisteita [...] ei kuitenkaan meriliikenteessä käytettävää polttoainetta.”

Suurin osa Saimaalla liikkuvista aluksista on kuivarahtialuksia (Liikennevirasto 2016a, 22). Nämä rahtialukset voidaan karkeasti jakaa kahteen eri alustyyppiin: Saimax-tyypin aluksiin ja venäläisiin STK-sarjan jokilaivoihin (Heikkilä 2016, 12). Eri alustyyppien osuudet liikenteestä on esitetty tarkemmin kuvassa 2 ja liitteessä 1. Mälkiän sulun tilasto kuvaa Saimaan kanavalta Saimaalle ja Saimaalta kanavalle kulkeneiden alusten määrää. Mukana on myös kanavan Suomen puoleisen osan risteilyt. Pällin sulun tilasto kuvaa Saimaan kanavan läpi merelle saakka kulkenutta liikennettä. Osa tavaraliikenteen aluksista jää kuitenkin kanavassa olevaan Mustolan satamaan, eivätkä siten näy Pällin tilaston lukumäärissä. (Liikennevirasto 2016a, 22.)



Kuva 2. Alustyyppien prosenttiosuudet Saimaan kanavan Päällin ja Mälkiän suluilla 1995–2015 välisenä aikana kulkeneesta alusliikenteestä, pois lukien huvialukset (Liikennevirasto 2016a, 22).

Päällin sulkujen kautta kulkee keskimäärin 3070 alusta vuodessa. Keskiarvo on laskettu vuosilta 1985–2015. Luku ei sisällä huvialuksia. Mälkiän suluista on saman ajanjakson keskiarvona kulkenut 3630 alusta. Alusmäärät on tilastoitu läpikulkukertoina eli yhteensä sekä kanavaa ylös- että alas-päin kulkeneet alukset. Aluskäyntimääristä suurin osa (37 %) on venäläisiä aluksia ja toiseksi suurimman osan (19 %) muodostavat alankomaalaiset alukset. Suomalaisen alusten osuus on 17 %. (Liikennevirasto 2016a, 19-22.) Noin puolet liikennöivistä aluksista luotsataan (Paldanius 2016).

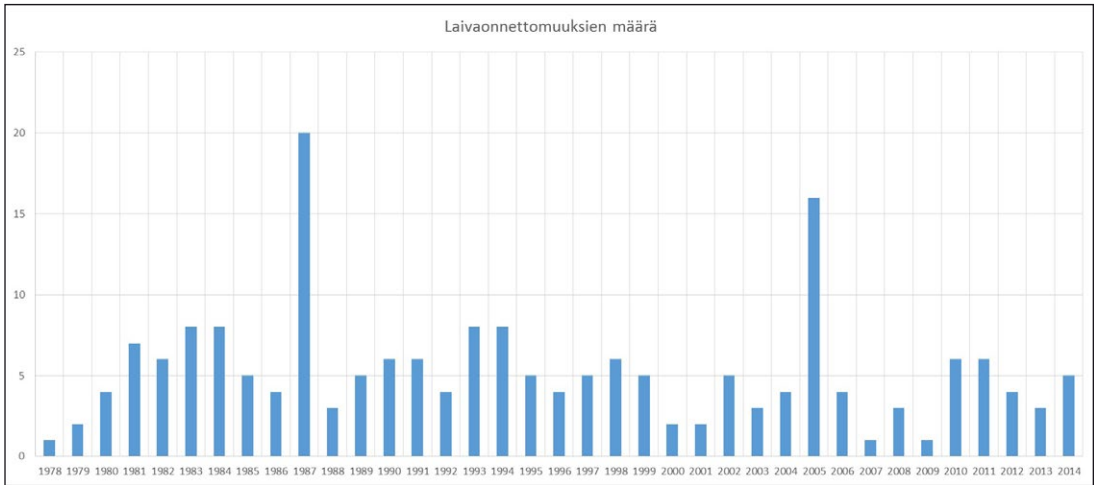
3. SYVÄVÄYLÄLLÄ TAPAHTUNEET ONNETTOMUUDET

Koostettua alusonnettomuusanalyysia Saimaan alueelta ei ollut käytettävissä. Tiedot Saimaan syväväylällä tapahtuneista alusonnettomuuksista on kerätty useasta lähteestä. Aineistoa oli saatavilla vuodesta 1978 vuoteen 2014. Onnettomuustapauksista on karsittu pois satamissa ja aluksilla sattuneet työtaturmat sekä huviveneille tapahtuneet onnettomuudet. Analyysi pohjautuu siten aineistoista poimituihin relevanteimmiksi arvioituihin onnettomuustapauksiin, joita on yhteensä 116 kappaletta.

Tilastoanalyysin laatimista on jossain määrin hankaloittanut onnettomuusaineistojen tilastointikäytäntöjen eroavaisuudet. Esimerkiksi tietoa onnettomuuksista ja niissä syntyneistä vaurioista on kerätty eri aikoina eri painotuksilla. Lisäksi osa vanhemmista onnettomuusilmoituksista on etenkin sijaintitietojen osalta puutteellisia. Samankin toimijan raportointi- ja kirjausmenetelmät sekä niiden tilastointiperiaatteet ovat tarkastelujaksolla muuttuneet; paperiarkistoinnista on siirrytty sähköiseen arkistointiin ja myös sähköisen arkistoinnin järjestelmät ovat kehittyneet ajan myötä.

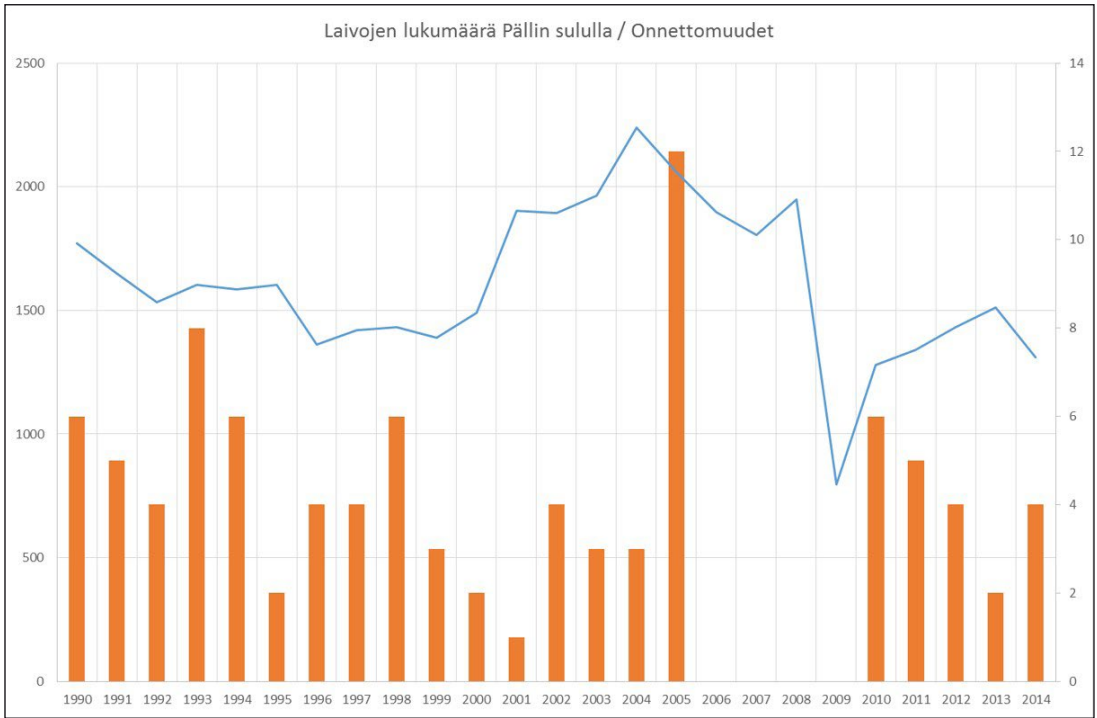
3.1 Onnettomuusmäärät

Saimaan syväväylältä raportoidaan alusonnettomuusilmoituksia vuosittain. Onnettomuusilmoitusmäärät ovat vaihdelleet tarkastelujakson aikana yhden ja 20 välillä. Keskimäärin onnettomuuksia on raportoitu alle viisi vuodessa 1990 jälkeisenä aikana. Suuria ympäristövaikutuksia aiheuttaneita onnettomuuksia ei ole raportoitu. (Dannenberg 1989; Merenkulkulaitos 1996; Kaila & Luukkonen 1998; Laasonen, Rytönen & Sassi 2001; Merenkulkulaitos 2001; Merenkulkulaitos 2007; Liikennevirasto 2015b; Trafi 2015.) Saimaan syväväylällä vuosien 1978–2014 aikana raportoitujen onnettomuuksien määrä on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Raportoitujen alusonnettomuuksien määrä Saimaan syväväylällä 1978–2014.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

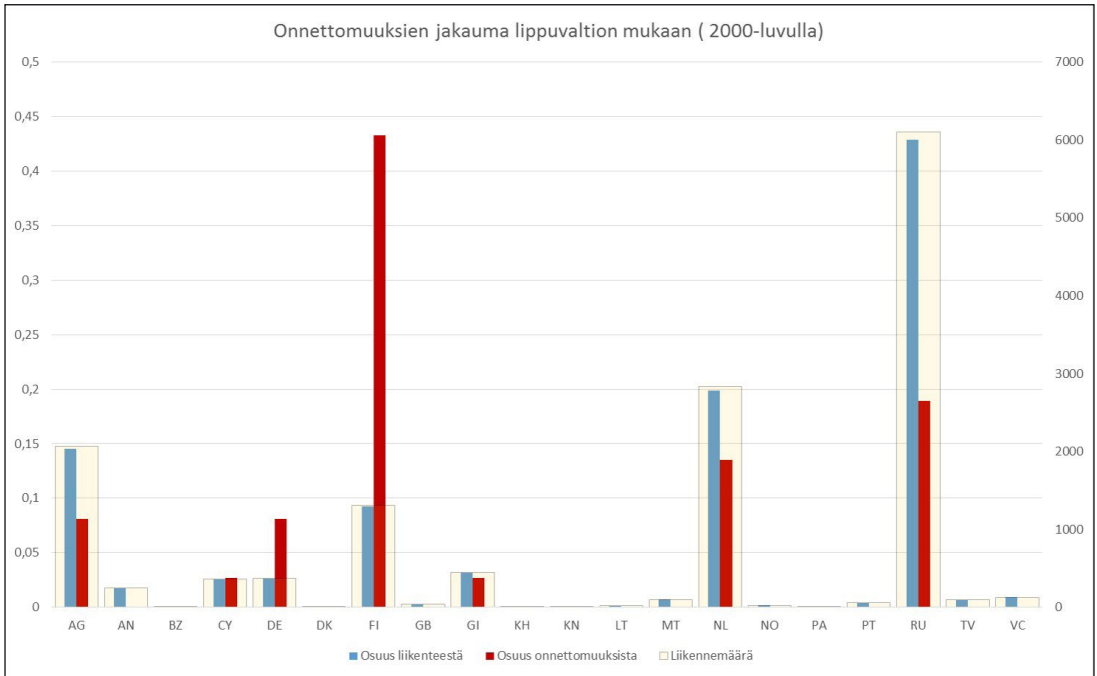
Sisävesionnettomuuksien tilastoitu määrä on lisääntynyt äkillisesti vuonna 2005. Merenkulkulaitoksen onnettomuusanalyysin mukaan tämä johtuu pääasiassa madaltuneesta ilmoituskynnyksestä ja tehostuneesta valvonnasta (Merenkulkulaitos 2007, 7). Toimintatapojen muutos ei kuitenkaan näytä heijastuneen enää seuraaville vuosille. Finnpilot Pilotage Oy:n mukaan vuoden 2005 onnettomuusmäärää selittää vilkas liikenne. Vuoden 1987 onnettomuusmäärä ei kuitenkaan selity liikennemäärillä. (Paldanius 2016.) Vuosittaisten onnettomuuksien lukumäärällä ei ole vahvaa korrelaatiota liikennemääriin (ks. kuva 4). Eri vuosille sattuneet onnettomuuspiikit saattavat olla ennemminkin seurausta olosuhdetekijöistä, kuten vedenkorkeuden vaihteluista (Haapiainen 2016), joskaan ilmiöiden yhteyttä ei tässä selvityksessä ole voitu todentaa.



Kuva 4. Laivaonnettomuuksia tapahtuu vaihtelevasti, vahvaa korrelaatiota kuljetusmääriin ei ole osoitettavissa.
Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

3.2 Onnettomuuksien jakauma aluksen lippuvaltion mukaan

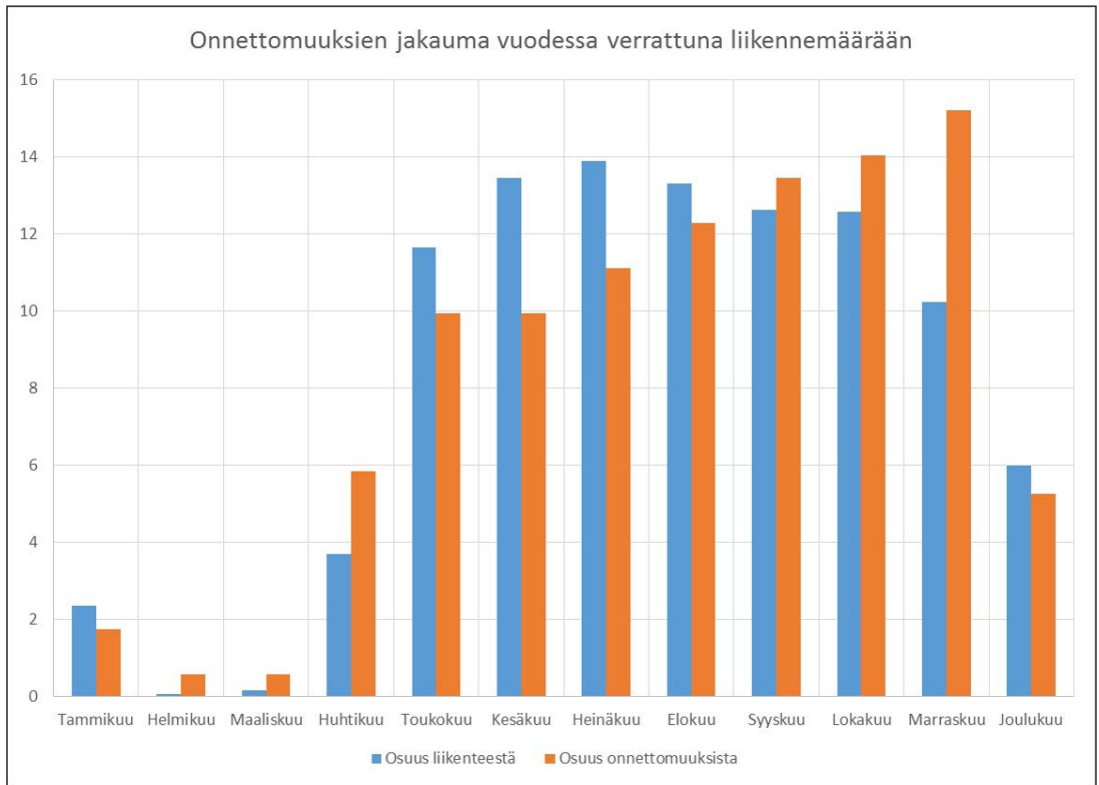
Saimaan vesistön alusliikenteestä suurin osa on venäläisiä aluksia. Onnettomuudet sattuvat kuitenkin pääasiassa suomalaisille aluksille. Aikaisemmissa tilastoanalyseissä (mm. Kaila & Luukkonen 1998, 27) todetaan, ettei kotimaisten ja ulkomaisten alusten onnettomuustiheydet ole vertailukelpoisia, sillä kotimaiset alukset sisältävät runsaasti kalastusaluksia, hinaajia, losseja jne., mitä taas ulkomaiset alukset eivät. Aluskanta on siis erilainen ja erot onnettomuustiheydessä johtunevat erilaisten alustyyppien operointitavan luonteesta ennemmin kuin lippuvaltiosta. Lippuvaltiokohtaista eroa onnettomuustiheydessä olisi siten mielekkäämpää tarkastella tietyn alustyyppin, esimerkiksi kuivarautialusten, suhteen. Kuvassa 5 onnettomuustiheys on esitetty suhteessa liikennemääriin. Tietyn väylän tai väyläosuuden liikennöinti- ja onnettomuusfrekvenssiä on tarkasteltu lähemmin luvussa 6.1 Onnettomuustiheys riskialueilla.



Kuva 5. Onnettomuuksien jakauma aluksen lippuvaltion mukaan sekä osuus liikennemäärästä.
Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

3.2 Onnettomuuksien jakauma ajankohdan mukaan

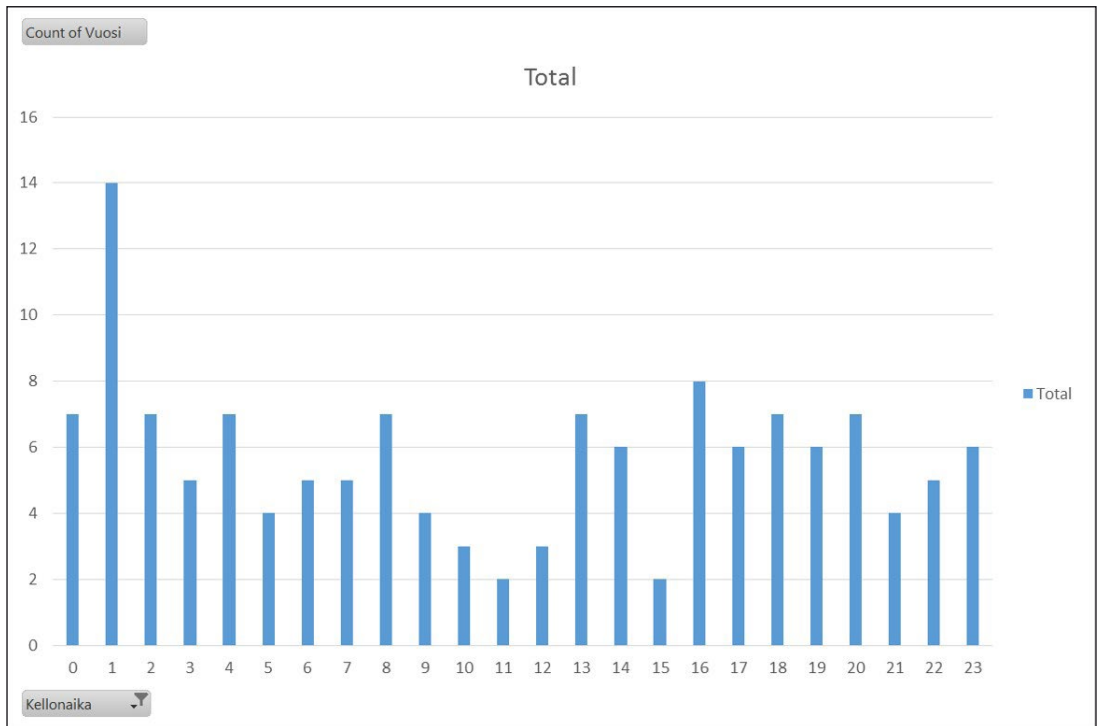
Alusonnettomuuksia on tapahtunut kaikkina vuorokaudenaikoina sekä kaikkina syvävyöllä liikennöitävinä kuukausina. Onnettomuustapausten jakauman vertaaminen kyseisen kuukauden liikennöintimäärän jakaumaan paljastaa onnettomuusriskin suhteellisen osuuden olevan keskimääräistä korkeampi syksyn kuukausina (syys, loka, marras) ja jossakin määrin huhtikuussa. Tilastollisesti korrelaatio ei ole vahva, mutta marraskuun voidaan todeta olevan sekä absoluuttisesti että suhteellisesti riskialtein kuukausi, ks. kuva 6.



Kuva 6. Onnettomuuksien jakautuminen eri kuukausille verrattuna liikennemääriin. Vertailussa kuukausittaisen liikennemäärän keskiarvo ja kuukausittaisen onnettomuusmäärän keskiarvo. Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

Marraskuun pimeä aika voi osaltaan selittää suurta onnettomuusmäärää. Myös huhtikuussa on tapahtunut liikennemäärään suhteutettuna paljon onnettomuuksia. Huhtikuussa jääolosuhteet haittaavat liikennettä. Jäät liikkuvat ja turvalaitteet voivat olla vielä pois paikoiltaan tai näkymättömissä (Paldanius 2016). Marras- ja huhtikuun suuri onnettomuusmäärä on yhtenevä merialueilta raportoitujen onnettomuustihentymien kanssa. Merialueilla on havaittu pienempi onnettomuuspiikki keväällä jäiden lähdön aikoihin ja voimakkaampi piikki loppusyksystä olosuhteiden ollessa näkyvyydenkin suhteen huonot (Laasonen, Rytönen & Sassi 2001, 35).

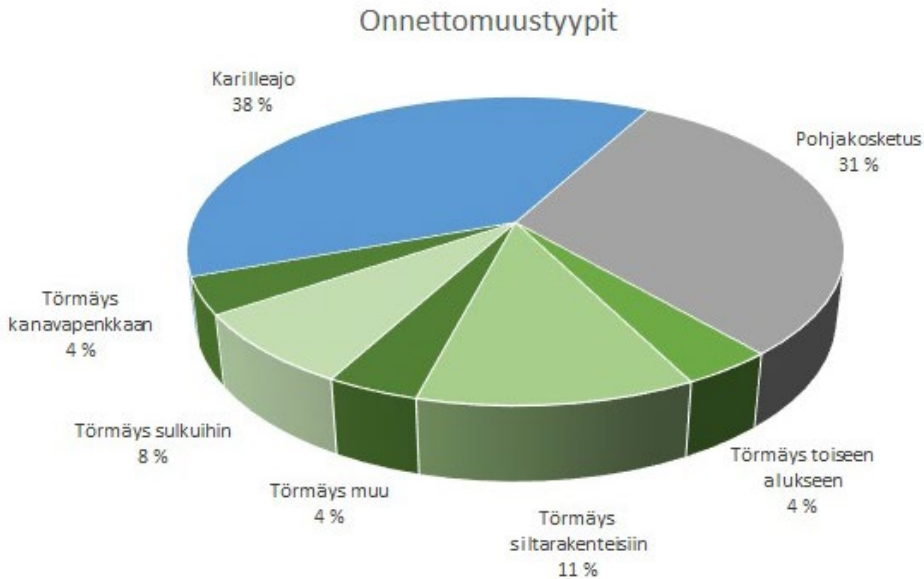
Onnettomuudet jakautuvat melko tasaisesti vuorokauden mittaan. Päivänvalon aikaan voidaan havaita tapahtuneen hieman vähemmän onnettomuuksia kuin yöllä ja keskiyön huippuarvo näyttäisi ajoittuvan vahtijärjestelmän mukaisen vahdinvaihdon tienoille. (Vahdinvaihdot 4/4-vahtijärjestelmässä klo 00, 04, 08, 12, 16 ja 20 sekä 2/2-vahtijärjestelmässä klo 00, 06, 12 ja 18.) Havainnot eivät kuitenkaan ole tilastollisesti luotettavia onnettomuustapausten vähäisen lukumäärän vuoksi.



Kuva 7. Onnettomuustapausten lukumäärä eri vuorokauden aikoina. Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

3.3 Onnettomuustyytit ja raportoidut seuraukset

Yleisin onnettomuustyyppi Saimaalla on karilleajo. Vuosien 2000–2014 aikana tapahtuneista alusonnettomuuksista karilleajoja oli 38 %. Pohjakosketuksia ja törmäysonnettomuuksia oli aineistossa yhtä paljon, molempia 31 %. Törmäyksistä on edelleen eroteltavissa törmäykset siltarakenteisiin, törmäykset sulkuihin, kanavapenkkaan ja yhteentörmäykset toiseen alukseen (ks. kuva 8). Onnettomuustyyppi ”törmäys muu” pitää sisällään törmäyksen merimerkkiin sekä yhden tapauksen, jossa törmäyksen kohdetta ei oltu eritelty. (Merenkulkulaitos 2001; Merenkulkulaitos 2007; Liikennevirasto 2015b; Trafi 2015.)



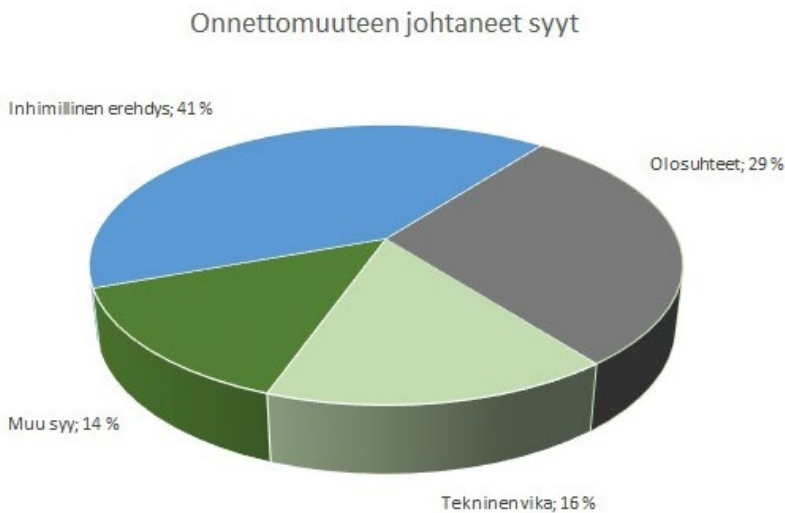
Kuva 8. Karilleajot, pohjakosketukset ja yhteentörmäykset vuosina 2000–2014 tapahtuneissa onnettomuuksissa.

Onnettomuustyyppitarkastelun ajanjaksoksi valittiin 2000-luvulla tapahtuneet onnettomuudet, koska vanhempi ei aineisto anna ajanmukaista kuvaa alusten navigointijärjestelmissä ja väyläalueen turvalaitteissa tapahtuneen kehityksen vuoksi. Tulos oli kuitenkin yhdenmukainen lähteessä Dannenberg (1989) esitetyn onnettomuusanalyysin kanssa, jossa tarkastellaan vuosina 1978–1987 tapahtuneita alusonnettomuuksia. Dannenbergin (1989, 30) onnettomuusaineistosta 34 % tapauksista olivat karilleajoja, 31 % pohjakosketuksia, 19 % törmäyksiä siltaan, 11 % muita törmäyksiä ja 4 % muita onnettomuuksia. Myös Laasonen, Sassi & Rytönen (2001) päätyivät samansuuntaisiin tuloksiin tarkastellessaan vuosina 1982–1998 tapahtuneita onnettomuuksia. Näistä karilleajoja tai pohjakosketuksia oli 58 % ja yhteentörmäyksiä 42 % (Laasonen, Sassi & Rytönen 2001, 50). Saimaalla tapahtuneiden alusonnettomuuksien jakautuminen eri onnettomuustyyppieihin on siten pysynyt samankaltaisena usean vuosikymmenen ajan.

Vuosien 2000–2014 karilleajoista ja pohjakosketuksista yli 80 % tapahtui syväväylästä alueella. Yhteentörmäykset jakautuivat tasaisemmin kanavalla tapahtuneisiin (44 %) ja muualla syväväylästä tapahtuneisiin (56 %) onnettomuuksiin. (Merenkulkulaitos 2001; Merenkulkulaitos 2007; Liikennevirasto 2015b; Trafi 2015.) Kanavalla tapahtuneet onnettomuudet ovat pääasiassa törmäyksiä penkkoihin tai rakenteisiin. Kanavalla kulkunopeudet ovat pieniä ja vauriot ovat tyypillisesti vähäisiä. Varsinaisella syväväylällä tapahtuvat onnettomuudet keskittyvät tietyille onnettomuustihentymäalueille ja vaurioiden laadun ja vakavuusasteen jakauma on suurempi. (Dannenberg 1989; Merenkulkulaitos 1996; Kaila & Luukkonen 1998; Laasonen, Rytönen & Sassi 2001; Merenkulkulaitos 2001; Merenkulkulaitos 2007; Liikennevirasto 2015b; Trafi 2015.)

3.5 Onnettomuuksien taustasyyt

Alusonnettomuusraportteihin on kirjattu onnettomuuksiin johtaneita syitä jonkin verran, mutta vaihtelevalla luokituksella. Kuvassa 9 on esitetty onnettomuussyiden pääluokat ja niiden jakauma 116 Saimaan syväväylällä vuosina 1978–2014 tapahtuneessa onnettomuudessa. Suurin osa, 41 % onnettomuuksien syistä on inhimillisiä virheitä. Tyypillisiä onnettomuuteen johtaneita inhimillisiä virheitä ovat olleet navigointivirheet, puutteet paikanmäärityksessä tai puutteelliset tai huonosti viestitetyt tilannetiedot. (Dannenberg 1989; Merenkululaitos 1996; Kaila & Luukkonen 1998; Laasonen, Rytkönen & Sassi 2001; Merenkululaitos 2001; Merenkululaitos 2007; Liikennevirasto 2015b; Trafi 2015.)



Kuva 9. Onnettomuuteen johtaneiden syiden jakauma tarkasteltaessa kaikkia onnettomuustyyppisiä vuosilta 1978–2014.

Olosuhdesyiksi mainitaan useimmin huono näkyvyys, pimeys ja vaikeat tuuliolosuhteet (Dannenberg 1989; Merenkululaitos 1996; Kaila & Luukkonen 1998; Laasonen, Rytkönen & Sassi 2001; Merenkululaitos 2001; Merenkululaitos 2007; Liikennevirasto 2015b; Trafi 2015). Esimerkiksi Sulkavan ja Puumalan alueella sumu muodostuu usein äkillisesti ja yllättäen. Myös jääolosuhteet, kuten liikkuvat jäälautat on mainittu onnettomuuksien taustasyiksi. Lisäksi mainitaan, mm. Vekarsalmien kohdalla, että alueen pysyessä myös talvella jäättömänä, väylälle ei muodostu ohjailuja helpottavia jäärännejä. (Laasonen, Rytkönen & Sassi 2001, 56.)

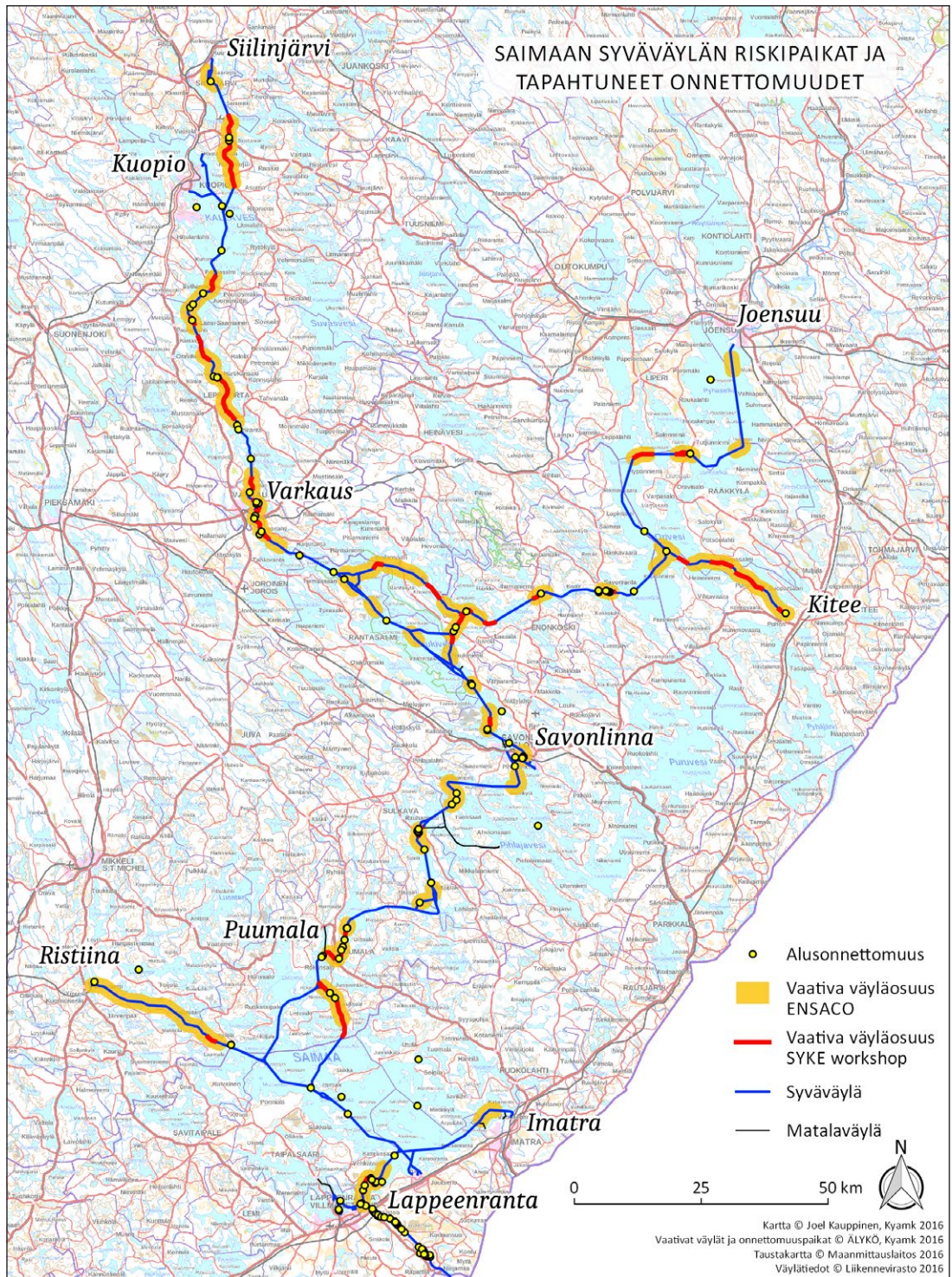
Sisävesien kapeilla ja mutkasilla vesillä tuuli ei aiheuta niin suuria momenteja alukseen kuin meri-alueilla. Toisaalta kapeikoissa ja salmissa veden virtausnopeus sekä pohja- ja reunaimut vaikeuttavat kulkua. Virtausnopeudet voivat paikallisesti olla 1,0–1,5 m/s luokkaa. Poikittaisvirtaukset ovat esimerkiksi Kyrönsalmessa, Konnuksen ja Joensuun suluissa mainittu ensisijaisiksi syiksi tapauksissa, joissa alus on törmännyt rakenteisiin. (Laasonen, Rytkönen & Sassi 2001, 11.)

4. SYVÄVÄYLÄN RISKIPAIKAT

Saimaan syväväylältä on tunnistettu väyläosuuksia, joissa on muuta väyläaluetta korkeampi alusonnettomuuden riski. Riskipaikat ovat tyypillisesti kapeikkoja ja virtauspaikkoja sekä kanavia. Myös syväväylän ylittävät sillat ja lossit kohottavat onnettomuusriskiä. Riskipaikkoja on dokumentoitu Mikkelin vesirakennuspiirin vuoden 1996 raportissa. EnSaCo-hankkeessa vuonna 2012 riskipaikat kartoitettiin paikkatietoaineistoksi. Suomen ympäristökeskus ja Kymenlaakson ammattikorkeakoulu järjestivät 11.5.2015 Mikkelissä työpajan, jossa merenkulun asiantuntijaryhmä määritteli riskipaikat koko syväväylän alueelta. Myös Liikenneviraston Saimaan syväväylän suojapaikkoja kartoittanut työpaja Lappeenrannassa 4.2.2015 otti kantaa syväväylän riskipaikkoihin. Kaikki edellä mainitut tietolähteet ovat päätyneet samansuuntaisiin tuloksiin.

Riskipaikat on esitetty kuvassa 10 ja paikkakohtaisesti liitteessä 2. Alusonnettomuuksista 52 % sijaitsee riskipaikoiksi nimetyillä alueilla. Kaikista onnettomuuksista 20 % on tapahtunut Saimaan kanavassa, jota ei ole luokiteltu riskipaikaksi. Riskipaikkoja on kartoitettu kaiken kaikkiaan 104 kappaletta ja ne kattavat yhteensä 335 kilometriä (noin 44 %) syväväylästä.

Kuvaan 10 on merkitty tässä selvityksessä kerättyjen onnettomuustapausten tapahtumapaikat niiltä osin kuin paikkatieto on ollut saatavissa. Osa väyläosuuksista on asiantuntija-arvioiden perusteella nostettu riskialueeksi, vaikka siellä ei ole tapahtunut vahinkoja. Kuten Dannenberg (1989, 77) toteaa, pelkkiä tapahtuneita onnettomuuksia tarkastelemalla tehty tutkimus ei paljasta kaikkia väylästä ongelmakohtia, sillä hyvinkin vaikeissa paikoissa on voitu selvitä ilman havereita. Katavampaan analyysiin tulee siten sisällyttää myös läheltä piti -tapaukset. Kirjallisen lähdeaineiston puuttuessa kyseisistä läheltä piti -tapauksista, tukeudutaan tässä selvityksessä luotsien ja merenkulun viranomaisten asiantuntija-arvioihin väyläosuuksien haastavuudesta ja riskipaikoista. Riskipaikkoja, missä ei ole tapahtunut yhtään onnettomuutta on 54 (yhteensä 152 kilometriä), pisimpänä osuutena Tappuvirran väylä.



Kuva 10. Saimaan syväväylän riskialttiiksi arvioidut väyläosuudet sekä tapahtuneet onnettomuudet.
 Kuva: Joel Kauppinen 2016.

Riskipaikoista merkittävimmät onnettomuusmäärien perusteella ovat Saimaan kanava Lappeenrannassa sekä Kyrönsalmi Savonlinnassa. Kun tarkastellaan onnettomuusmääriä suhteutettuna väylän liikennemäärään, on Kyrönsalmi vasta neljänneksi riskialttein alue. Riskialttiimpia ovat Ristiinan väylä, Konnuksen kanava sekä Vihtakanta (ks. luku 6). Saimaan kanava on suuren liikennemääränsä takia Saimaan onnettomuustihentymäalueiden keskiluokkaa.

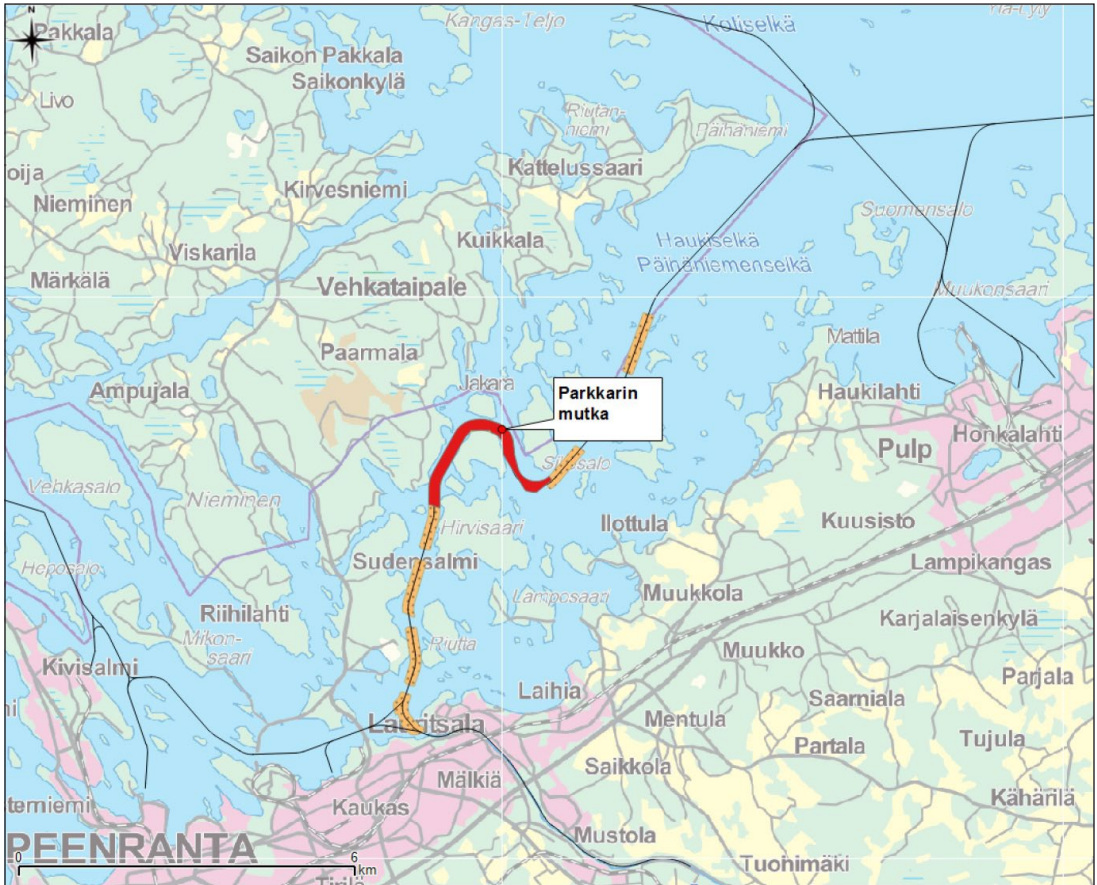
Muita riskialttiita paikkoja ovat muun muassa Vekaransalmi Sulkavalla, Varkauden ohittava väylä, Kiteelle johtava Puhoksen väylä sekä Parkkarin mutka Lappeenrannassa. (Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri 1993; Mikkelin lääninhallitus 1996; Laasonen, Rytönen & Sassi 2001; EnSaCo-hanke 2012; Suomen ympäristökeskus 2015.) Tapahtuneisiin onnettomuuksiin perustuvien riskialueiden pohjautuessa pieneen aineistoon, tihentymätkin koostuvat vain muutamasta onnettomuustapauksesta. Ero riskialueen ja ei-riskialueen välillä ei ole suuri. Tästä syystä raportin luvussa 6 palataan riskipaikkojen merkittävyyden arviointiin tarkennetun onnettomuustiheyden avulla.

Tarkasteltaessa onnettomuuksien hajaantumista koko syväväylän alueelle (kuva 10) havaitaan, että onnettomuuspaikat jakaantuvat koko syväväylän alueelle – koko Saimaa on yhtä suurta riskialuetta. Varautuminen on siten tarpeen muuallakin kuin tässä kuvatuissa yksittäisissä riskipaikoissa.

Seuraavissa kappaleissa on lueteltu merkittävimmät alusliikenteen riskipaikat pelastustoimialueittain. Tiedot perustuvat lähteisiin Dannenberg 1989, Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri 1993, Merenkululaitos 1996, Mikkelin lääninhallitus 1996, Kaila & Luukkonen 1998, Laasonen, Rytönen & Sassi 2001, Merenkululaitos 2001, Merenkululaitos 2007, EnSaCo-hanke 2012, Liikennevirasto 2015b, Suomen ympäristökeskus 2015 ja Trafi 2015, sekä erikseen mainittuihin.

4.1 Etelä-Karjala (Parkkarin mutka)

Etelä-Karjalan pelastustoimialueelle kuuluu noin 155 kilometriä syväväylästä. Raportoiduista onnettomuuksista 51 on tapahtunut tällä osuudella ja näistä Saimaan kanavalla 35 onnettomuutta. Syväväylän ulkopuolella on tarkastelujaksolla tapahtunut kolme alusonnettomuutta, joista yksi on tapahtunut risteilyalukselle ja yksi isommalle yksityisomistuksessa olevalle alukselle. Kanava korostuu aineistossa onnettomuuksien lukumäärän ja tiheän esiintymistäajuuden takia. Kanavassa nopeudet ovat kuitenkin pieniä ja alusten vauriot ovat olleet vähäisiä. Tästä syystä Parkkarin mutka voidaan nostaa merkitykseltään suuremmaksi (kuva 11). Parkkarin mutkassa on noin 1580 alusohitusta vuodessa (Häkkinen 2016). Tarkastelujaksolla 1978–2014 sattuneen seitsemän alusonnettomuuden perusteella Parkkarin mutkan onnettomuustiheydeksi muodostuu 0,12 onnettomuutta tuhatta alusohitusta kohti (ks. luku 6).

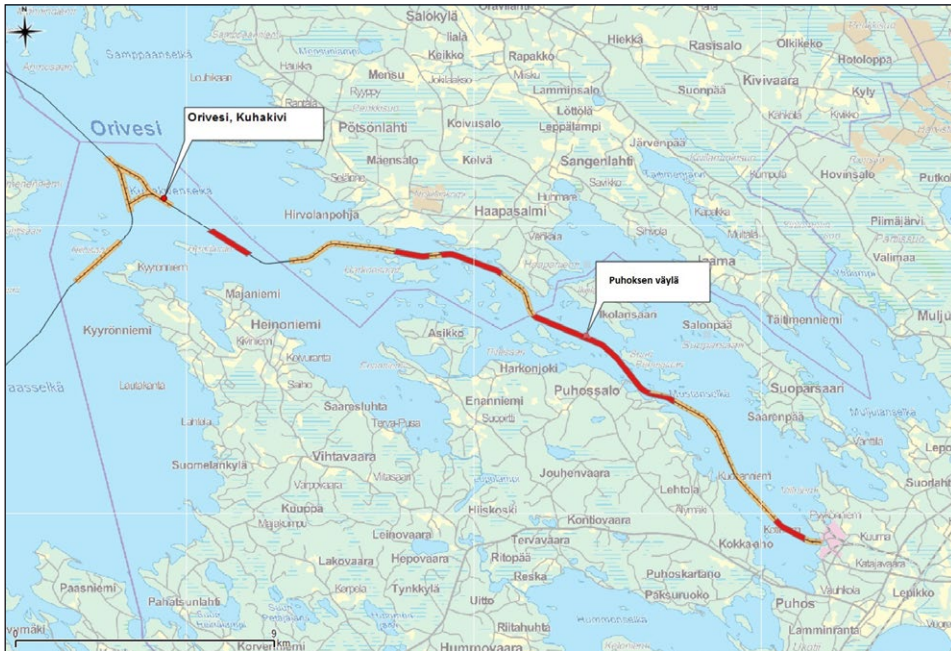


Kuva 11. Etelä-Karjalan pelastuslaitoksen alusonnottomuusriskialueet. Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

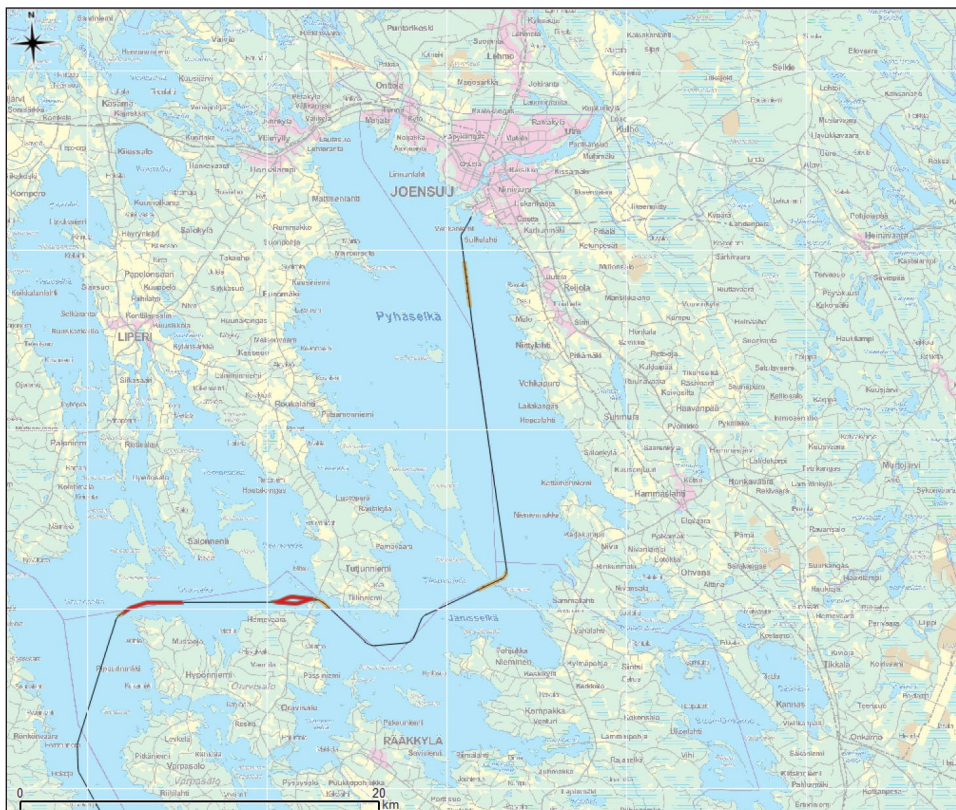
4.2 Pohjois-Karjala (Kuhakivi, Puhoksen väylä, Vuosalmi/Vuoharju)

Tarkastelujaksolla tapahtuneista onnettomuuksista sijoittui Pohjois-Karjalaan vähiten, vain viisi onnettomuutta. Näistä neljä onnettomuutta raportoitiin syväväylän alueelta ja yksi syväväylän ulkopuolelta. Syväväylästä noin 95 kilometriä sijaitsee Pohjois-Karjalan pelastustoimen alueella. Riskipaikkana korostuu Puhoksen satamaan johtava väylä (ks. kuva 12), jossa kulkee noin 65 alusta vuodessa. Puhoksen väylän onnettomuustiheys on siten noin 0,42 onnettomuutta tuhatta alusohitusta kohti (ks. luku 6). Väylää pidetään erittäin vaikeasti navigoitavana.

Pohjoisemmassa, Joensuuhun johtavalla väylällä riskialttiiksi osuudeksi on arvioitu Vuosalmen ja Vuoharjun välinen väyläosuus ja Arvinsalmi, (kuva 13), josta kulkee Häkkinen (2016) mukaan noin 125 alusta vuodessa. Arvinsalmen ohittavan väylän onnettomuustiheydeksi arvioidaan noin 0,22 onnettomuutta tuhatta alusohitusta kohti.



Kuva 12. Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksen alusnettomuusriskialueet, eteläinen.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



Kuva 13. Pohjois-Karjalan pelastuslaitoksen alusnettomuusriskialueet, pohjoinen.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

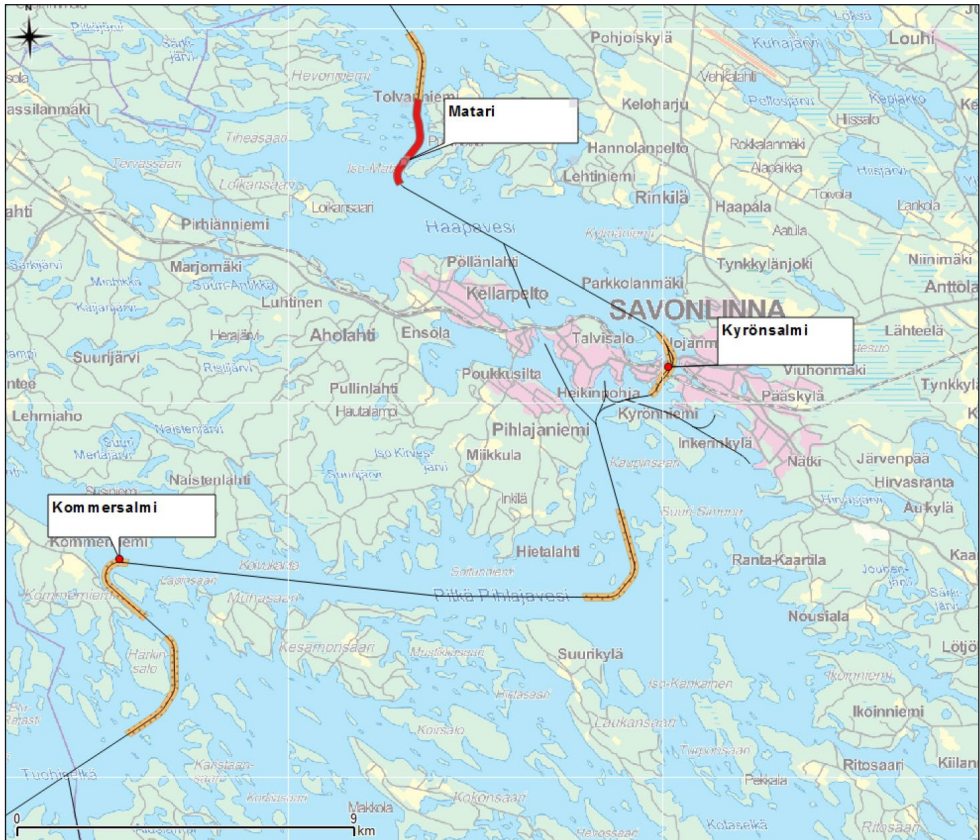
4.3 Etelä-Savo (Kyrönsalmi, Vekaransalmi, Puumala/Osmonaskel/Pahikka, Vihtakanta, Kommersalmi, Haponlahden kanava, Matari, Hätingvirta, Vekaronsalon salmi)

Etelä-Savo on alusonnettomuuksien kannalta keskeistä aluetta, sillä noin puolet syväväylästä (388 kilometriä) kulkee alueella ja samoin puolet onnettomuuksista on tapahtunut siellä. Etelä-Savossa on tarkastelujaksolla tapahtunut 77 raportoitua alusonnettomuutta, joista kaksi syväväylän ulkopuolella.

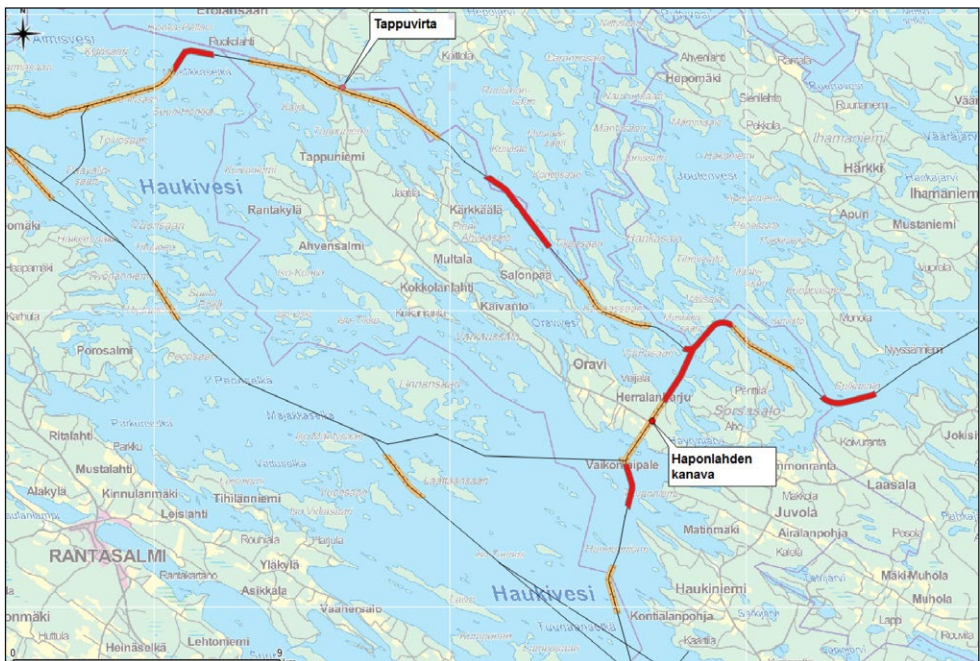
Onnettomuusmäärän mukaan Etelä-Savon merkittävämmäksi onnettomuusriskialueeksi nousee Kyrönsalmi, missä väylä kulkee hyvin kapeassa, voimakkaasti virtaavassa salmessa. Väylä alittaa kaksi siltaa sekä sivuuttaa Olavinlinnan. Kyrönsalmen kautta kulkee noin 760 alusta vuodessa (Häkkinen 2016). Riskialttiuden vuoksi syväväylä tullaan siirtämään Kyrönsalmesta Laitaatsalmeen, josta tulee helpommin navigoitava. Uusi väylä oikaistaan ja levennetään. Väylän siirto pienentää onnettomuusriskiä ja lyhentää matkaa noin kolme kilometriä. (Liikennevirasto 2016c.) Väylän siirto valmistuu pääosin vuoden 2018 lopussa ja kokonaisuudessaan vuonna 2019. Kyrönsalmen onnettomuustiheydeksi arvioidaan noin 0,64 onnettomuutta tuhatta alusohitusta kohti (ks. luku 6).

Muita Etelä-Savon riskipaikkoja ovat Matarinsalmi ja Kommersalmi (kuva 14) ja Haponlahden kanavan matalan sillan alitus (kuva 15). Myös Vihtakannan kanavan ja Hanhivirran alueet (kuva 16), joissa on noin 310 alusohitusta vuodessa sekä Vekaransalmi Sulkavalla (kuva 17) on määritelty korkeamman onnettomuusriskin alueiksi. Vekaransalmessa on keskimäärin 820 laivaohitusta vuodessa (Liikennevirasto 2015a). Vihtakannan kanavan tekee hankalaksi kanavan yli johtavan maantiesillan virtapilari, joka sijaitsee keskellä kanavaa. Vekaransalmessa kulkee myös lossi ja lauttaväli on noin 250 metriä. Ennen lossipaikalle tuloa alus joutuu tekemään useita käännöksiä etelän suunnasta tullessaan. (Laasonen, Sassi & Rytönen 2001, 54.) Lisäksi riskipaikoiksi on määritelty Osmonaskel-Pahikka-väli (kuva 18), josta kulkee ohitse noin 820 alusta vuodessa, Hätingvirta (kuva 19) Puumalassa sekä Vekaronsalon salmen jälkeinen osuus (kuva 20) Ristiinaan johtavalla väylällä, jossa on noin 65 laivaohitusta vuodessa (Häkkinen 2016).

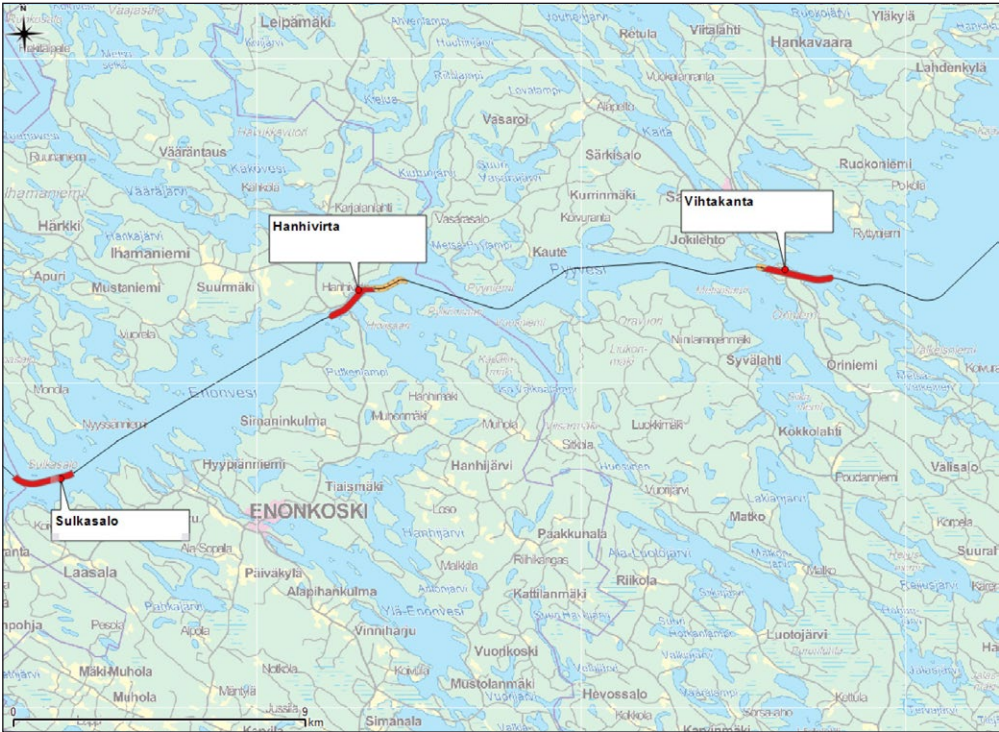
Liikennemäärään suhteutetun onnettomuustiheyden perusteella Ristiinaan johtava väyläosuus nousee koko Saimaan alueen riskialteimmaksi väyläosuudeksi. Tarkastelujaksolla 1978–2014 tapahtuneiden onnettomuuksien perusteella väylän onnettomuustiheys on 0,83 vahinkoa tuhatta laivaohitusta kohden. Tarkastelu ei ole tilastollisesti pätevä vähäisten onnettomuustapausten ja pienen liikennemäärän takia.



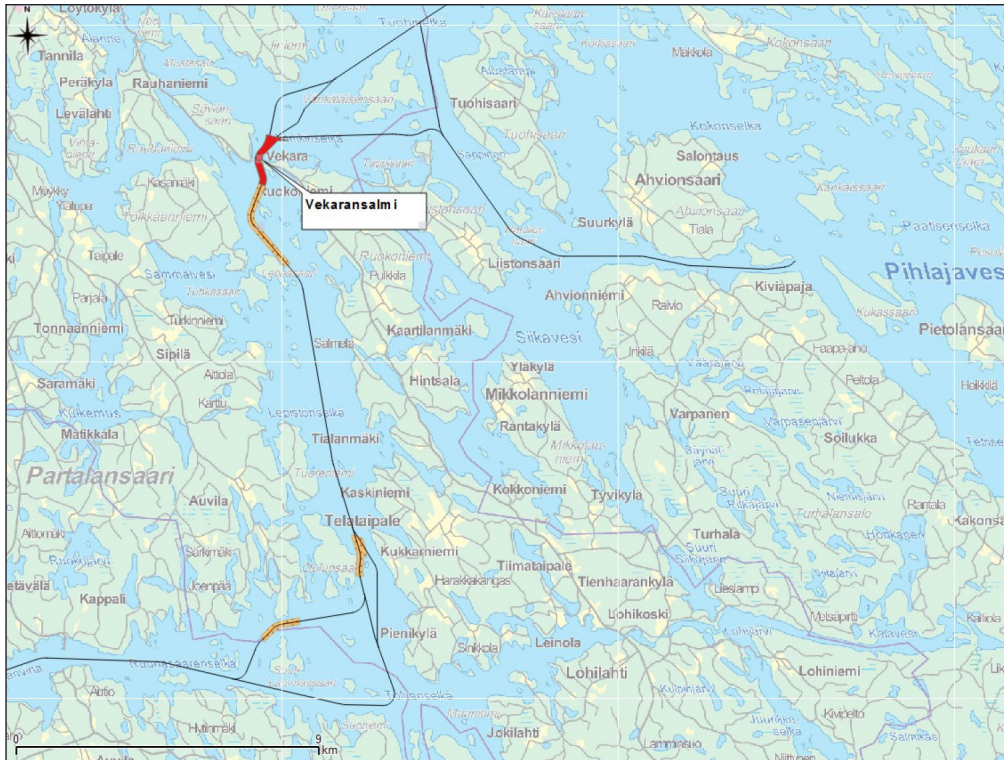
Kuva 14. Etelä-Savon pelastuslaitoksen alusonnettomuusriskialueet, Savonlinna eteläinen.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



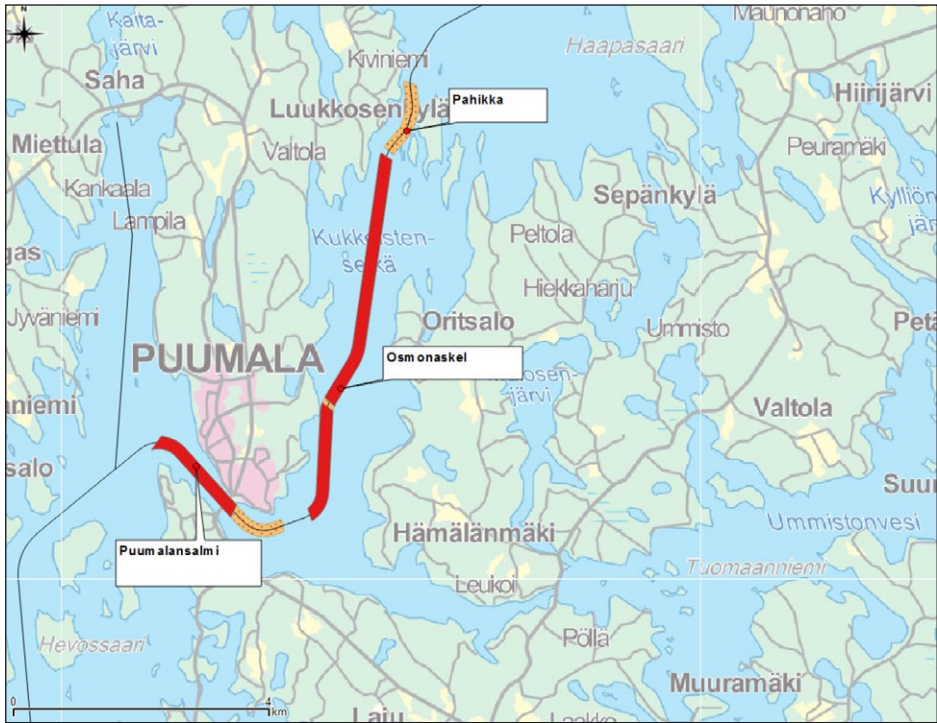
Kuva 15. Etelä-Savon pelastuslaitoksen alusonnettomuusriskialueet, Savonlinna pohjoinen.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



Kuva 16. Etelä-Savon pelastuslaitoksen alusonnnettomuusriskialueet, Enonkoski.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



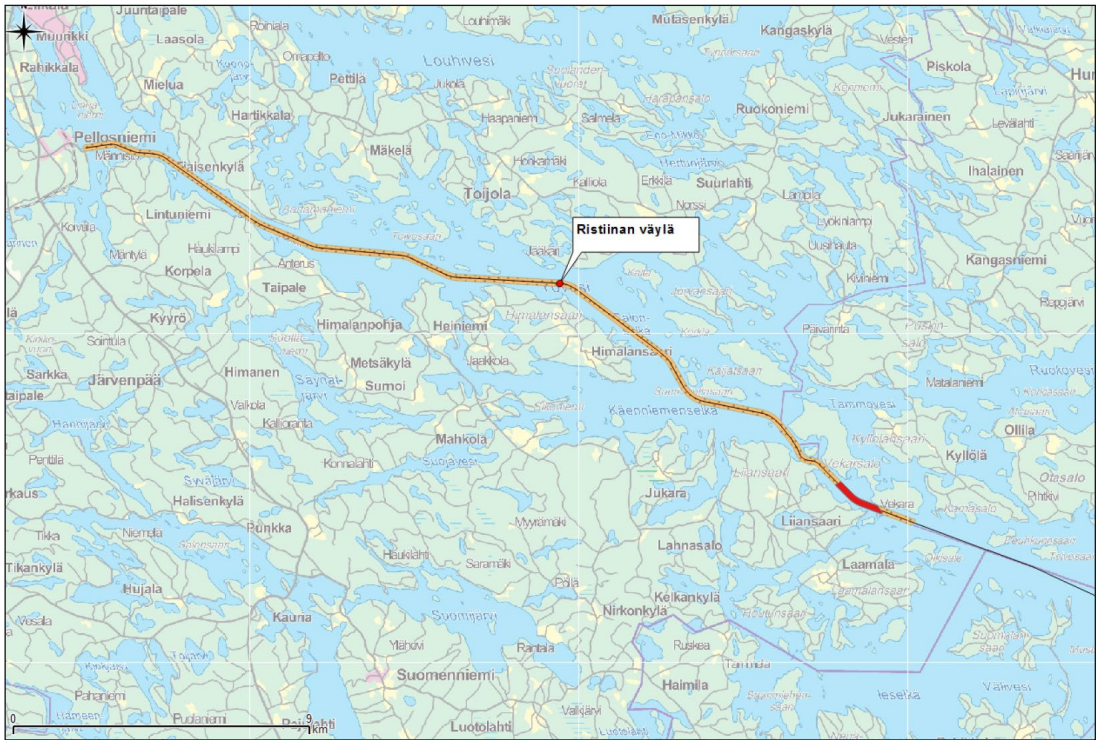
Kuva 17. Etelä-Savon pelastuslaitoksen alusonnnettomuusriskialueet, Sulkava.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



Kuva 18. Etelä-Savon pelastuslaitoksen alusonnnettomuusriskialueet, Puumala.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



Kuva 19. Etelä-Savon pelastuslaitoksen alusonnnettomuusriskialueet, Puumala eteläinen.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

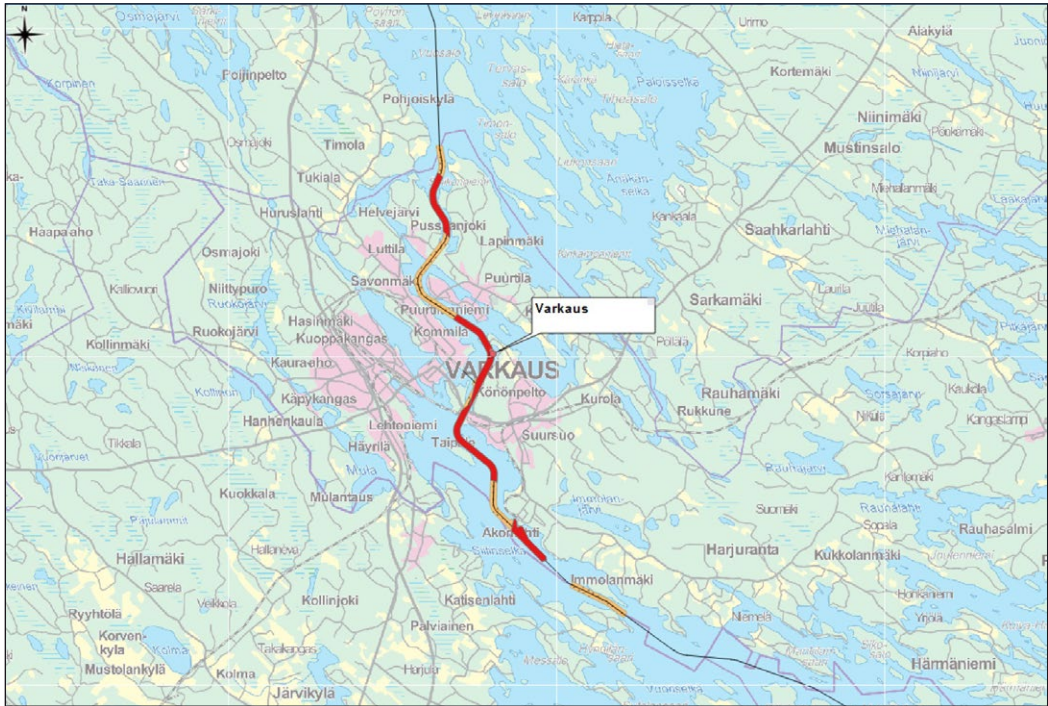


Kuva 20. Etelä-Savon pelastuslaitoksen alusonnnettomuusriskialueet, Ristiina. Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

4.4 Pohjois-Savo (Varkaus, Konnuksen kanava, Jännevirta)

Pohjois-Savossa syväväylää on noin 143 kilometriä. Syväväylällä raportoituja alusonnnettomuuksia on tarkastelujaksolla ollut 26 ja syväväylän ulkopuolella kaksi. Onnettomuudet ovat jakautuneet melko tasaisesti pitkin väylää. Keskittymiä on erotettavissa Varkaudessa Tahkosalmen ja Sinikonien välillä (kuva 21), Konnuksen kanavalla (kuva 22) ja Jännevirralla (kuva 23) Näillä väyläosuuksilla onnettomuuksia on sattunut keskimäärin kolme per alue, muualla karttaan (kuva 10) merkityillä alueilla, kuten Puutossalmessa (kuva 24), sattuneet onnettomuudet ovat yksittäisiä tapauksia. Ero ei siis ole kovin suuri. Liikennemäärään suhteutetun onnettomuustiheyden perusteella riskialttein väyläosuus on Konnuksen kanava (0,80 onnettomuutta tuhatta laivoahitusta kohden). Varkaudessa ja Jännevirralla onnettomuustiheydet ovat melko samansuuruisia (ks. luku 6).

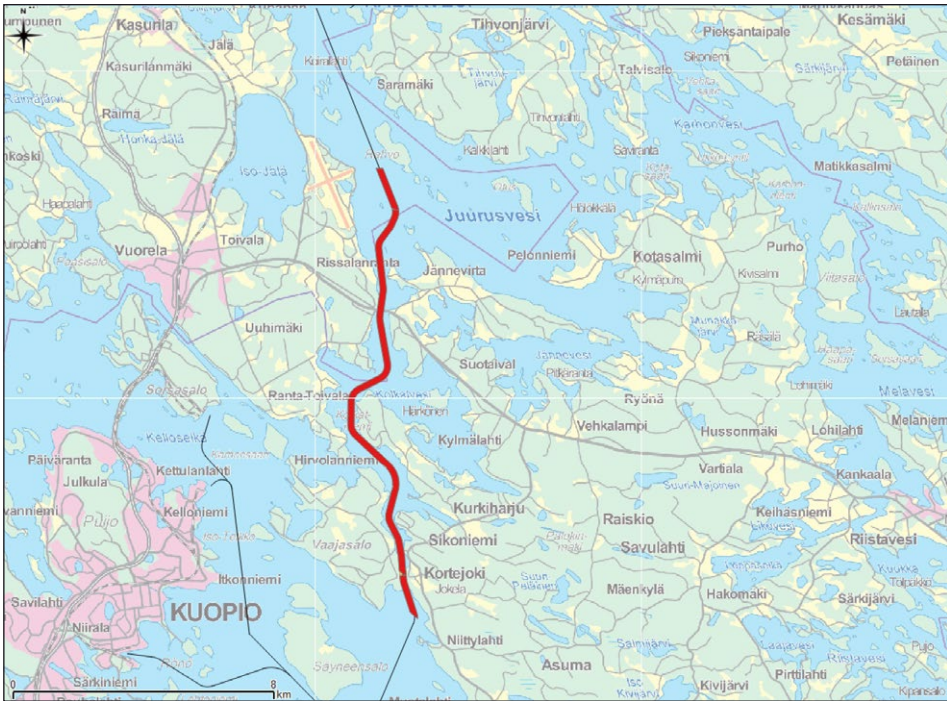
Varkauden ohittavalle väyläosuudelle on ominaista, että se on tasaisesti vaikea. Merenkulkuviranomaisten mukaan ”Taipaleesta ylöspäin on koko matkalta tiukkoja paikkoja - jos ohjausliike menee pieleen, sitä ei pysty korjaamaan” (Paldanius 2016; Väisänen 2016b). Konnuksen kanavan lävitse kulkee noin 200 alusta vuodessa, kanava on kapea ja siinä on kova virtaus. Jännevirralla taas sijaitsee silta, jossa on johteet. (Häkkinen 2016.) Jännevirralla on käynnistynyt siltaprojekti, jossa avattava silta poistuu ja väylä tulee siirtymään länsirannalta keskelle ruoppaustöiden valmistuttua (Väisänen 2016a).



Kuva 21. Pohjois-Savon pelastuslaitoksen alusonnettomuusriskialueet, Varkaus.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



Kuva 22. Pohjois-Savon pelastuslaitoksen alusonnettomuusriskialueet, Leppävirta.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.



Kuva 23. Pohjois-Savon pelastuslaitoksen alusonnettomuusriskialueet, Jännevirta.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

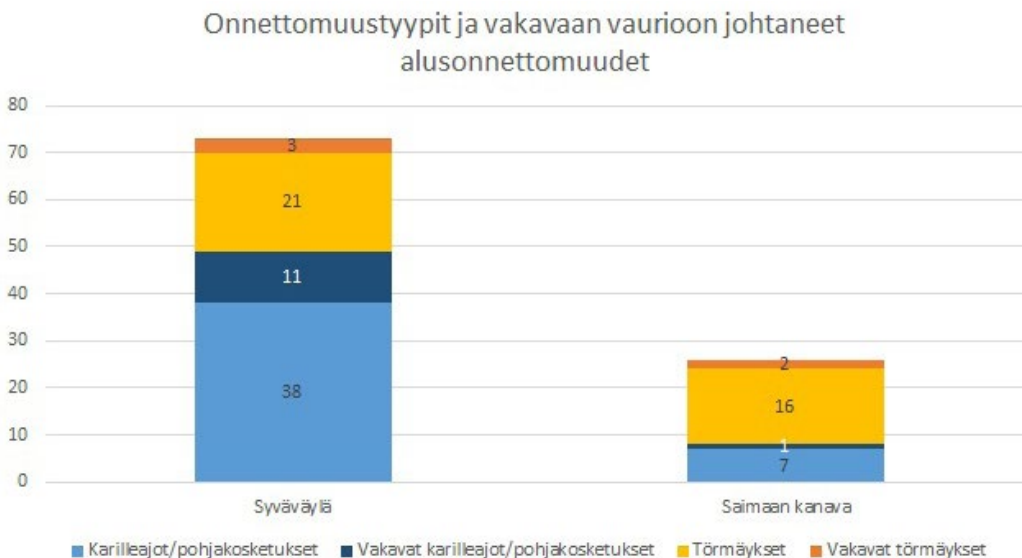


Kuva 24. Pohjois-Savon pelastuslaitoksen alusonnettomuusriskialueet, Puutossalmi.
 Kuva: Jouni-Juhani Häkkinen 2016.

5. VAURIOANALYYSIT

Laasonen, Sassi & Rytönen (2001) ovat analysoineet Saimaan kanavalla ja syväväylällä tapahtuneiden onnettomuuksien vaurioiden suuruutta. He kuvaavat vaurioastetta neliportaisella asteikolla i) ei vaurioita, ii) vähäinen vaurio, iii) melkoinen vaurio ja iiii) hylky. Alukset selvisivät ilman vaurioita 32 % tapauksista, vähäisiä vaurioita syntyi 51 % onnettomuuksista ja melkoisia vaurioita 17 % onnettomuuksista tarkasteltaessa 1982–1998 tapahtuneita alusonnettomuuksia. Karilleajo tai pohjakosketus oli yleisin syy vakavan vaurion syntymiseen. (Laasonen, Sassi & Rytönen 2001, 28 ja 51-52.)

Vakavista vaurioista suurin osa (82 %) tapahtui syväväylällä ja loput Saimaan kanavalla (ks. kuva 25). Tarkasteltaessa alusonnettomuuksien alueellista jakaumaa tarkemmin, tapahtui suurin osa eli 35 % Puumala-Sulkava välillä, 18 % Savonrannan, Puhoksen ja Joensuun alueella, 18 % Saimaan kanavalla ja 12 % Lappeenrannan alueella (Laasonen, Sassi & Rytönen (2001, 53).



Kuva 25. Vakavaan vaurioon johtaneiden karilleajojen ja yhteentörmäysten jakautuminen lukumäärinä Saimaan syväväylän ja Saimaan kanavan alueille vuosien 1982–1998 onnettomuuksista Laasonen, Sassi & Rytönen (2001, 52) mukaan. Karilleajot ja pohjakosketukset on kuvattu sinisellä värillä jakautuen vakaviin ja ei-vakaviin onnettomuuksiin. Törmäyssonnettomuudet on kuvattu oranssin sävyillä jakautuen vakaviin ja ei-vakaviin onnettomuuksiin.

Melkoiseen vaurioon johtaneista onnettomuuksista noin 24 % oli karilleajon seurauksena syntyneitä aluksen kaksoisporhjan tai painolastitankkien¹ repeytymää tai vuotoa (ks. kuva 26). Repeytymiä tai painaamia aluksen keularakenteisiin oli syntynyt törmäyksen tai karilleajon seurauksena 35 %, kyljen repeytymiä yhteentörmäyksen seurauksena 6 % ja syviä painaamia noin 24 % tapauksista. Loput 12 % olivat suuria kansirakennevaurioita tai muuta aluksen rikkoontumista. (Laasonen, Sassi & Rytönen 2001, 52.)



Kuva 26. Vakavien vaurioiden jakautuminen vauriotyypeihin 1982–1998 Saimaan alusonnettomuuksissa Laasonen, Sassi & Rytönen (2001, 52) mukaan.

Edellä kuvatuissa vakavan vaurion alusonnettomuuksissa 65 % on potentiaalinen öljyvuodon riski. Näiksi luetaan vahingot, joissa aluksen vesitiiveys on menetetty kaksoisporhjan, painolastitankkien, keularakenteiden tai kyljen repeytymän vuoksi. Vaurioanalyysi ei kuitenkaan kerro vaurion syvyyttä. Koko onnettomuusanalyysin ajanjaksoa ja onnettomuusmäärää tarkasteltaessa, potentiaalinen öljyvahingon riski on ollut noin 10 % tapahtuneista alusonnettomuuksista. Tämä tarkoittaa yhtä öljyvuotoriskin sisältävää alusonnettomuutta 1,5 vuoden välein. Vuosien 1982–1998 onnettomuuksien yhteydessä ei ole päässyt vuotamaan polttoainetta veteen (Laasonen, Sassi & Rytönen 2001, 53).

Myöskään vuosien 1978–2014 aikana raportoitujen onnettomuuksien joukossa ei ole vakaviin ympäristövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia. Vuonna 2010 Kyrönsalmessa sattuneesta onnettomuudesta seurasi 20–30 litran vaihteistoöljyn (SAEG8) vuoto. Myös muita öljypäästöjä on raportoitu. Esimerkiksi sisävesialueen satamassa 14 metrisestä aluksesta valui veteen 1500 litraa kevyttä polttoöljyä. Pudotuspaikalla uponneesta puunkuljetuslautasta valui arviolta 2000 litraa polttoöljyä veteen. (Dannenberg 1989; Merenkululaitos 1996; Kaila & Luukkonen 1998; Laasonen, Rytönen & Sassi 2001; Merenkululaitos 2001; Merenkululaitos 2007; Liikennevirasto 2015b; Trafi 2015.) Tiedossa on myös noin kahden tonnin öljypäästö rahtialuksesta (Hämäläinen 2016).

¹ Kaksoisporhja- ja painolastitankkien repeytymät laskettu analyysissä samaan ryhmään

5.1 Laivan pohjarakenteiden vauriot karilleajoissa ja pohjakosketuksissa

Karilleajot ja pohjakosketukset ovat osoittautuneet yleisimmäksi vakavan vaurion syyksi Saimaalla (Laasonen, Sassi & Rytönen 2001, 52). Pohjakosketukseksi² määritellään yleensä ne karilleajotapakset, joissa alus jatkaa matkaansa karilleajon jälkeen menetettyään vain osan liike-energiastaan. Karilleajossa syntyneen vaurion suuruutta kuvataan usein vesitiiviiden menettämällä tai vaurion (tunkeuman) syvyydellä. Suomen aluevesillä 1990–1997 tapahtuneita karilleajoja ja pohjakosketuksia on tarkasteltu tilastollisesti lähteessä Luukkonen & Kaila (1998) sekä niissä syntyneitä pohjarakenteiden vaurioita mm. lähteissä Luukkonen (1999a) ja (1999b). Vauriomekaniikkaa on lisäksi arvioitu lähteessä Kajaste-Rudnitski & Varsta (2003) ja Pedersen (2010).

Aluksen pohjan osuessa vedenalaiseen kiveen tai muuhun esteeseen, syntyy pohjaan painauma, särö tai repeämä. Tapahtunut kontakti tuottaa energian, joka voimakkuudestaan riippuen kuluu muodonmuotoksiin ja/tai muuttaa aluksen kulkusuuntaa ja sijaintia (Kajaste-Rudnitski & Varsta 2003, 5). Karilleajo- ja yhteentörmäysanalyysit jaetaan yleisesti ulkoisen mekaniikan ja sisäisen mekaniikan malleihin. Ulkoisen mekaniikan mallissa tarkastellaan aluksen liiketilan muutosta tapahtuman jälkeen, ja sisäisessä mekaniikassa liike-energian absorboitumista aluksen runkorakenteisiin. Aluksen liike-energia muodostuu sen nopeudesta ja uppoumasta. (Luukkonen 1999a, 11.) Merkittävimmät karilleajon seurausten vakavuuteen vaikuttavista tekijöistä ovat aluksen koko ja nopeus, karin geometria sekä aluksen pohjan energian absorboimiskyky (Luukkonen 1999b, 58).

Karilleajon tyypitapauksia on useita. Vakavimpia ovat ne, joissa aluksen liike-energia ja karin tunkeuma ovat suuria. Seurauksena voi olla vuoto tankintopissa tai pohjalaidoituksen repeäminen koko laivan pituudelta aluksen jatkaessa kulkuaan karin yli. Tämän tyypisten vaurioiden rajaamiseksi pohjalaidoituksen alueelle alukset on pääsääntöisesti varustettu kaksoispohjalla. Kaksoispohjarakennekaan ei kaikissa tilanteissa riitä estämään esimerkiksi säiliöaluksen öljyvuotoa. Rajuissa, ns. ”high-energy”-karilleajoissa sekä pohjalaidoitus että tankinkatto vaurioituvat siten, että vesitiiveys menetetään. Ns. ”low-energy”-karilleajoissa tankinkatto jää vahingoittumatta. (Luukkonen 1999a, 9-10.) Pedersen (2010, 249) käyttää termejä ”power grounding” silloin, kun aluksella on konevoimaa eteenpäin karilleajon hetkellä ja ”drift grounding” ohjailukyvöttömän, ajelehtivan aluksen karilleajosta. Tarkastellessaan nopeuden vaikutusta aluksen rakenteisiin syntyneiden vaurioiden vakavuuteen, on Luukkonen (1999a, 25) päättänyt lopputulokseen, etteivät kahden solmun tai sitä pienemmällä nopeudella karille ajaneet alukset menetä vesitiiveyttään. Vesitiiveyden menettäneiden alusten osuus kasvaa selvästi siirryttäessä 2 solmun nopeudesta 8 solmuun ja kaikki yli 12 solmun nopeudella karille ajaneet alukset kokevat jonkinasteisen vesitiiveyden menetyksen. (Luukkonen 1999a, 25-29.)

Suomen aluevesillä 1990–1997 tapahtuneiden onnettomuustapausten perusteella on osoitettavissa kolme tyypillistä vaurioryhmää: i) pallevaurio, ii) keulavaurio ja iii) laaja pohjavaurio. Näistä keulavaurion voidaan olettaa olevan laajan pohjavaurion alkuvaihe. Toisin sanoen, laaja pohjavaurio alkaa yleensä keulavauriolla. Kummankin vauriotyyppin alkukohta sijaitsee aluksen keulanpuolella keskilinjan tuntumassa, mutta keulavauriossa aluksen liike-energia on kulunut loppuun jo keulan alueella. Pallevauriossa vauriokohta sijaitsee aluksen tasapohjan reunassa tai palteessa, ja myös tässä

2 Joskus pohjakosketus määritellään karilleajoksi syntyneiden vaurioiden mukaan. Termien ero on merkityksellinen, sillä karilleajosta joudutaan tekemään meriselitys, kun taas pohjakosketuksesta ei (paitsi matkustaja-aluksissa)

vauriotyyppissä absorboitunut liike-energia on huomattavasti pienempi kuin pohjavauriossa; alus on yleensä ainoastaan kolhaissut karia. (Luukkonen 1999a, 36 ja 76; Luukkonen 1999b, 10 ja 57.) Mikäli tapahtuneiden onnettomuuksien tilastointi olisi tarkempi, voitaisiin analysoida sisävesien karilleajot vaurioryhmittäin todellisen vaurioasteen kartoittamiseksi.

Karilleajotapahtumaan ja aluksen rakenteisiin syntyviin vaurioihin vaikuttavat karin ominaispiirteet, aluksen sisäiset ja ulkoiset olosuhteet sekä aluksen pohjan rakenne. Aluksen sisäisiä olosuhteita ovat nopeus, lastitilanne sekä aluksen liikkeiden, kuten kohoilun ja viippauksen muutokset karilleajon hetkellä. Ulkoisia olosuhteita ovat aallokko, tuuli sekä jääolosuhteet, jotka vaikuttavat osaltaan karilleajossa syntyvän kontaktivoiman jakautumiseen rakenteiden muodonmuutoksiin ja ulkoihin liikkeisiin. (Luukkonen 1999a, 11-12.)

Onnettomuuspaikan pohjan laatu ja karin geometria vaikuttavat luonnollisesti vaurioasteeseen. Tunkeumasyvyydeltään pieni terävä kari aiheuttaa huomattavampaa vahinkoa leikatessaan pohjan auki aluksen pituudelta, kuin kari, johon alus jää kiinni keulastaan aiheuttaen pohjalautoitukseen suuren tunkeuman, muttei repeämää. (Luukkonen 1999b, 58.)

Karilleajossa kovaan, tasaiseen pohjaan tai hiekkarantaan, lähtötilanteen kineettinen energia kuluu kimmottoman iskun vaiheeseen, aluksen nousemiseen ja hankauskitkaan (Pedersen 2010, 255). Tämän tyyppisissä karilleajoissa ei yleensä synny suuria vaurioita aluksen sisempään pohjaan. Kuitenkin, aluksen noustessa ja jäädessä kiinni karille, sen jäljelle jäänyt pitkittäislujuus vauriokohdan leikkauksessa saattaa heiketä yhdistettynä aallokon tai vedenkorkeuden aiheuttamaan lisäkuormaan, jolloin alus on vaarassa katketa. (Luukkonen 1999a, 10; Pedersen 2010, 255.)

Suomen aluevesillä tapahtuneiden alusonnettomuuksien vaurioanalyysit kertovat, että kaikki karilleajot, joissa painauman syvyys oli enemmän kuin 0,75 metriä, johtavat vesitiivyyden menettämiseen ja karilleajoista, joissa alukselle syntyy vähänkin painaumia (> 0 cm), noin puolet johtaa vesitiivyyden menettämiseen (Luukkonen & Kaila 1998, 45). Suurimmassa osassa, eli noin 60 % karilleajoja tilanne ei johda vesitiivyyden menettämiseen. Karilleajoista 27 % johtaa vähäiseen vesitiivyyden menettämiseen ja vain 8 % seurauksena on suuri vesitiivyyden menetys. (Luukkonen & Kaila 1998, 38.)

5.2 Vauriot yhteentörmäyksissä ja törmäyksissä kiinteisiin rakenteisiin

Karilleajojen ja pohjakosketusten jälkeen kolmanneksi yleisin onnettomuustyyppi Saimaalla ovat alusten törmäykset siltarakenteisiin (kuva 8). Vuosien 2000–2014 aikana tapahtuneista onnettomuuksista on lisäksi erotettavissa törmäykset sulkuihin (8 %) ja törmäykset kanavapenkkaan (4 %) ja yhteentörmäykset toiseen alukseen (4 %). Saatavilla olevien tietojen perusteella siltaantörmäilyt jakautuvat tasaisesti aluksen ylärakenteiden iskeytymisiin siltarakenteeseen sekä aluksen törmäyksiin siltajohteisiin. Saimaan syväväyliä ylittävien siltojen alikulkukorkeus on joko 24,5 metriä tai ne ovat avattavia. Muilla Saimaan hyötilyikenteen väylillä alikulkukorkeus on 8–16 metriä. Silta-aukon leveys on syväväylillä yleensä vähintään 60 metriä ja muilla väylillä 20–40 metriä. (Merenkulkulaitos 2005, 3.) Jos sillan vapaa aukko on kapeampi kuin yksikaistaisen väylän väyläleveys edellyttää, on silta-aukkoon rakennettu laivajohteet. Mitä enemmän sillan aukkoleveyttä on jouduttu kaventamaan väyläleveyteen nähden, sitä pidemmälle johteet ulottuvat sillan lähestymissupilossa. Johteet

toimivat törmäyssuojina estäen sillan vaurioitumisen aluksen törmätessä pilareihin. (Merenkuluklaitos 2005, 11.)

Väylän linjaus ja geometria, lähelle siltaa sijoittuvat käännökset sekä yhtyvät väylät lisäävät alusten onnettomuusriskiä. Erityisesti proomuille ja muille hinausyhdistelmille käännökset myötävirtaan ovat hankalia. (Knott & Pruca 2000, 6.) Saimaan 2000-luvun onnettomuusaineistossa siltaan törmäilyistä vain 17 % tapahtui proomuyhdistelmille. Suurin osa törmäyksistä jakautui kuivalastialusten (50 %) ja matkustaja-alusten (33 %) kesken. Yhdessäkään tapauksessa ei raportoitu onnettomuuden johtuneen väylägeometriasta. Vuosien 2000–2014 törmäysonnettomuuksissa ilmoitettiin ensisijaiseksi syyksi tekninen vika (ohjauslaitteistossa, vetolaitteessa) 25 % onnettomuuksista. Inhimillinen erehdys, kuten väärinymmärretyt oman aluksen liikkeet tai kommunikoinnin ongelmat, mainittiin syiksi 19 % törmäyksistä. Samoin ulkoiset olosuhteet (virta, tuuli, jää) olivat taustatekijöinä 19 % tapauksista. Muut ulkoiset tekijät, kuten tekninen vika avattavassa sillassa tai suluissa ym. vaikuttivat 13 % onnettomuuksista. Onnettomuuden syystä ei löytynyt kirjausta 29 % tapauksista, mikä heikentää edellä esitettyjen syiden jakauman luotettavuutta.

Teknisten syiden suurta yleisyyttä yhteentörmäyksissä on selitetty sillä, ettei tilanteeseen johtanutta taustasyitä, tai ensisijaisen ja toissijaisten syiden suhdetta, ole aina helppo analysoida. On esitetty, että esimerkiksi hydrodynaamisten ilmiöiden vaikutukset aluksen ohjattavuuden heikkenemiseen yleensä tulkitaan teknisiksi häiriöiksi. On arvioitu erittäin epätodennäköiseksi, että tekninen vika ilmeni juuri sillä kriittisellä hetkellä, kun alus on esimerkiksi lähestymässä siltaa. Hitaalla nopeudella tai voimakkaassa myötävirrassa saattaa sen sijaan tapahtua, ettei peräsin tottele ruoria kun veden virtaus ei kohdistu peräsimeen ollenkaan tai riittävällä nopeudella aiheuttaakseen tarvittavan voiman. Lisäksi, hitaasti voimakkaassa virrassa liikkuvan aluksen runko, aluksen kulkusuunnan ollessa lievässä kulmassa vedenvirtausuuntaan nähden, saattaa aiheuttaa suuremman vääntömomentin kuin peräsin pystyy korjaamaan. Vääntömomentti syntyy veden virtauksen aiheuttamista paine-eroista aluksen rungolla. Peräsimen reagoimattomuus tulkitaan usein erheellisesti tekniseksi häiriöksi. Keulapotkurien käyttö ratkaisee pääsääntöisesti tämän ongelman. (Minorksy 1983, 137.)

Saimaalla 2000-luvulla tapahtuneissa siltaan törmäyksissä on syntynyt vähäisiä vaurioita 25 % tapauksista ja 56 % ei syntynyt vaurioita lainkaan. Aineistossa on kuitenkin 19 % tapauksia, joista ei selvinnyt vaurioiden tarkempaa laatua.

Vaurioiden syntyyn vaikuttavista tekijöistä tärkein on törmäyksessä vapautuva energia. Eroa on sillä, tapahtuuko törmäys liikkuvaan vai kiinteään kohteeseen. Tapauksessa, jossa kaksi vapaasti kelluvaa kohdetta törmäävät, vain osa kineettisestä energiasta kuluu törmäävän aluksen keularakenteiden ja vastapuolen runko-osan muodonmuutoksiin. Aluksen runkoon varastoituneen elastisen energian tason ollessa yleensä pieni, törmäyksessä vapautuva energia voidaan arvioida vähentämällä alusten törmäyksen jälkeisen kineettisen energian määrä lähtötilanteen kineettisen energian määrästä. (Pedersen 2010, 250-251.) Törmäyksessä purkautuvaan energiaan vaikuttavat törmäävän ja kohdealuksen uppoumat ja nopeudet, törmäyskulma, törmäyskohta ja toisinaan kitkakerroin (Pedersen 2010, 251), rungon jäykkyys, ja törmäyksen kohdistuessa kiinteään kohteeseen, kohteen muoto ja materiaalivahvuus (Brink-Kjær et al. 1983, 148). Alusten törmäämistä siltoihin on tutkittu kuitenkin lähinnä siltarakenteen kestävyuden näkökulmasta. Lisäksi tutkimuksen kohteeksi on valikoitu erittäin vakavat onnettomuudet, jotka ovat keskeyttäneet sillan liikenteen tai aiheuttaneet kuolonuhreja mm. Knott & Pruca (2010) ja Frandsen (1983). Aineisto ei näin ollen sovellu sisävesiltä raportoitujen törmäysonnettomuuksien arviointiin.

6. ALUSÖLJYVAHINGON RISKITARKASTELUA

Tässä osaraportissa lähestytään alusliikenteen öljyvahinkoariskiä alusonnettomuuden todennäköisyyden ja sen seurauksena ulosvuotavan öljymäärän suhteen. Onnettomuuden seurauksiin, öljyn haittavaikutuksiin ympäristölle tai ihmisille, alueen palautumiskykyyn tai taloudellisiin menetyksiin ei oteta tässä kantaa. Öljyvahingon seurauksia tarkastellaan osaraportissa ”Öljyvahingon ympäristö- ja sosioekonomiset vaikutukset Saimaan alueella”. Riskien pienentämismahdollisuuksia on lisäksi tarkasteltu osaraportissa ”Alusöljyvahinkojen seurausten minimointi ja miehistön ensitoimenpiteet”.

6.1 Onnettomuustiheys riskialueilla

Liikennemäärään suhteutettu onnettomuustiheys kuvaa tietyn alueen riskialttiutta paremmin kuin absoluuttinen onnettomuusmäärä. Merenkulun onnettomuusanalyseissa onnettomuustiheys on tyypillisesti laskettu tapahtuneiden onnettomuuksien määränä tuhatta saapunutta alusta kohti. Onnettomuustiheyttä sisävesien riskialttiiksi arvioituilla väyläosuuksilla on kuvattu taulukossa 1 vertaamalla väyläosuudella tapahtuneiden onnettomuuksien määrää laivaohitusten määrään. Arvion luotettavuuteen vaikuttaa tapahtuneiden onnettomuuksien pieni lukumäärä sekä laivaohitusten tietojen epätarkkuus, sillä laivaohituksia ei tilastoida kuin tietyillä suluilla. Laskennassa käytetyt liikennemäärät ovat keskiarvoja vuosien 2002–2013 PortNet-tiedoista (Häkkinen 2016). On huomioitava myös, että onnettomuustiheys perustuu lukumääriin, ei vakavuuteen: pienelläkin onnettomuudella on siten sama painoarvo kuin vakavammalla onnettomuudella.

Taulukko 1. Riskipaikat ja onnettomuustiheys [onnettomuutta/1000 alusta] Saimaan ja Vuoksen vesialueilla. Liikennemäärät perustuvat lähteessä Häkkinen (2016) tehtyyn yhteenvetoon PortNet-järjestelmän tiedoista vuosilta 2002–2013.

Alue/väyläosuus	Liikennemäärä [laivaohitusta/ vuodessa]	Onnettomuudet vuosilta 1978-2014		Onnetto- muustiheys [onnetto- muutta/1000 alusta]	Ajallinen frekvenssi [n vuoden välein]
		onnetto- muutta [lkm]	onnetto- muutta / vuosi [keskiarvo]		
Vekaronsalon salmi; Ristiinan väylä	65	2	0,054	0,832	18,5
Konnuksen kanava	202	6	0,162	0,803	6,2
Vihtakanta	312	8	0,216	0,693	4,6
Kyrönsalmi	763	18	0,486	0,638	2,1
Varkaus	430	10	0,270	0,629	3,7
Jännevirta	115	2	0,054	0,470	18,5
Kommersalmi	190	3	0,081	0,427	12,3
Kuhakivi	65	1	0,027	0,416	37,0
Puhoksen väylä	65	1	0,027	0,416	37,0
Vekaransalmi	820	10	0,270	0,330	3,7
Saimaan Kanava	3070	35	0,946	0,308	1,1
Puumala/Osmonaskel/ Pahikka	820	9	0,243	0,297	4,1
Vuosalmi/Vuoharju	125	1	0,027	0,216	37,0
Haponlahden kanava	312	2	0,054	0,173	18,5
Parkkarin mutka	1580	7	0,189	0,120	5,3
Matari	763	2	0,054	0,071	18,5
Hätinvirta	820	2	0,054	0,066	18,5

Tilastoitujen onnettomuustapausten perusteella muita väyläosuuksia korkeampi onnettomuustiheys on Ristiinaan johtavalla väylällä. Pienten liikennöintimäärien vuoksi Ristiinan väylällä on odotettavissa alusonnettomuuksia kuitenkin vain reilun 18 vuoden välein. Toinen korkean onnettomuustiheyden alue on Konnuksen kanava Leppävirralla. Myös Vihtakanta, Kyrönsalmi ja Varkauden väylä nousevat vertailussa kärkeen. Erot eri väyläosuuksien välillä muodostuvat vain muutamista onnettomuustapauksista. Tällä onnettomuus- ja liikennemäärällä ei voida varmasti sulkea sattuman aiheuttamaa vaihtelua pois riskipaikkatarkastelusta.

Alusonnettomuus toistuu useimmin Saimaan kanavalla (miltei vuosittain), Kyrönsalmessa joka toinen vuosi, Varkauden kohdalla ja Vekaransalmessa vajaan neljän vuoden välein, Puumala-Osmonaskel-Pahikka -väyläosuudella ja Vihtakannassa neljän–viiden vuoden välein, Parkkarin mutkassa reilun viiden vuoden välein ja Konnuksella kuuden vuoden välein. Muissa riskipaikoissa onnettomuuksien esiintymistiheys on harvempi, 12 vuotta tai enemmän.

Saimaan syväväylän riskipaikkojen onnettomuustiheyden keskiarvo on 0,4 onnettomuutta 1000 laivoahitusta kohti. Vertailun vuoksi, Suomenlahden onnettomuustiheys on noin 0,2 onnettomuutta 1000 aluskäyntiä kohti ja yleisesti Suomen aluevesillä keskimäärin 0,7 onnettomuutta per 1000 saapunutta alusta (Partio 2009, 41-42).

6.2 Onnettomuustiheys ja öljyvahingon esiintymistaajuus

Väyläosuuden suurikaan onnettomuustiheys ei välttämättä korreloi potentiaalisen ympäristövahingon vaaran kanssa, sillä edellä esitetyissä onnettomuustiheyksissä ei ole voitu huomioida vaurioastetta. Luvussa 5 esitettiin, että polttoaineen vuotoriski alkaa olla todennäköinen vasta vaurioiden ollessa melkoisia (Laasonen, Rytönen & Sassi 2001, 62). Melkoisia³ vaurioita, kuten kaksoispohjan, painolastitankkien, keularakenteiden tai kyljen repeämisiä ja vuotoja, ilmenee noin 10 % Saimaan alueen alusonnettomuuksista (Laasonen, Rytönen & Sassi 2001, 52 ja 58). Onnettomuuksia tapahtuu edelleen keskimäärin saman verran vuodessa kuin tiedon laskentahetkellä. Olettaen, että myös vakavampien onnettomuuksien osuus on pysynyt saman suuruisena, voidaan arvioida öljyvahingon riskin ilmenevän edelleen samassa suhteessa. Tämä tarkoittaisi yhtä potentiaalista alusöljyvahinkoa 1,5 vuoden välein⁴ olettaen, että vaurio osuu ulkolaitaa vasten sijoittuvan polttoainetankin kohdalle.

Tähän mennessä riski ei kuitenkaan ole realisoitunut kuin erittäin harvoin. Laasonen, Sassi & Rytönen (2001) analysoimalla ajanjaksolla (1982–1998) polttoainetta ei ole päässyt vuotamaan veteen onnettomuuksien yhteydessä. Kuten aiemmin todettiin, myöskään laajemmassa tarkastelussa vuosilta 1978–2014 ei ole sattunut vakaviin ympäristövahinkoihin johtaneita onnettomuuksia. Sen sijaan pienempiä vahinkoja on tapahtunut. Öljyä on päässyt veteen pienten alusten (pääasiassa hinaajat, veneet, lautat) törmäyksissä tai uppoamistapauksissa. Öljypäästöt ovat olleet suuruudeltaan kahdesta viiteen kuutiota.

6.3 Potentiaalisen öljyvahingon määrä

Saimaan syväväylän alusliikenteen öljyvahingonriski aiheutuu aluspolttoaineista sekä voitelu- ja jäteöljyistä. Öljyvuoto on mahdollinen aluksen karilleajon, pohjakosketuksen tai yhteentörmäyksen seurauksena polttoainesäiliöön syntyneestä vauriosta. Alusöljyvahingon maksimimäärän arviointi perustuu siten aluksen mukanaan kuljettaman polttoaineen eli bunkkerin määrään.

Bunkkerikapasiteetti Saimaalla liikuvissa aluksissa tyypillisesti 130–170 kuutiota. Polttoainetta ei kuitenkaan ole mukana läheskään täyttä määrää, vaan tyypillinen polttoainevaranto Saimaalla liikuvissa aluksissa on Liikenneviraston PortNet-järjestelmän otannan sekä onnettomuusraporttien perusteella noin 40–50 kuutiota ja maksimimäärä noin 100 kuutiota. Bunkkerin lisäksi aluksista löytyy noin 3–16 kuutiota voiteluöljyä, keulapotkurinöljyä, hylsööljyä sekä jäteöljyä. (Heikkilä 2016, 21.)

3 Vaurioluokat: Ei vahinkoa, vähäinen vahinko, melkoinen vahinko, hylly.

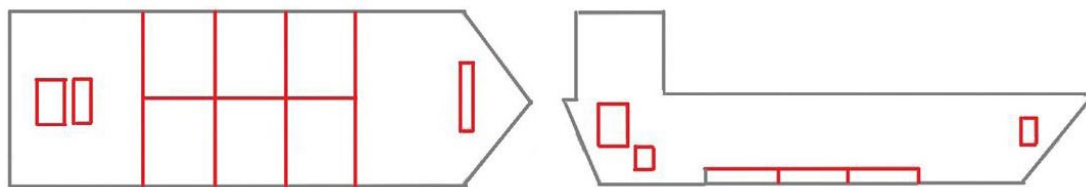
4 11 vakavaa repeytymää 17 vuodessa, onnettomuuksien kokonaismäärä 99 kpl

Bunkkerin määrä vaihtelee alustyyppin mukaan. Tyypillisessä rahtialuksessa bunkkerikapasiteetti on noin 100 kuutiota (maksimissaan 170 kuutiota) ja moottoriproomussa 95 kuutiota. STK-sarjan venäläisissä jokilaivoissa bunkkerikapasiteetti on 80–100 kuutiota ja aluksilla on tyypillisesti 40–50 kuution polttoainevaranto Saimaalla kulkiessa. Myös esimerkiksi hinaajien polttoainekapasiteeteissa on vaihtelua. Saimaan suurimmassa, myös jäänmurtoon käytettävässä hinaajassa on suuret 125 kuution polttoainetankit ja voiteluöljylle 5 kuution tankit. Saman varustamon toinen hinaaja on tankkitilavuuksiltaan yli puolet pienempi: 50 kuutiota bunkkeria ja voiteluöljyä 3–14 kuutiota. Lisäksi Saimaalla liikennöi pienempiä hinaajia, joita käytetään proomujen ja uittolauttojen hinaukseen, joissa on maksimissaan 30 kuution polttoainetankit. (Heikkilä 2016, 12-15.)

Pääsääntöisesti alukset käyttävät polttoaineenaan kevyttä polttoöljyä MGO (Marine Gas Oil) (Heikkilä 2016, 18). Muutamassa vanhemmassa aluksessa käytetään lisäksi erikoisraskaspolttoöljyä, joka on matalarikkistä raskasta polttoöljyä (Väisänen 2015). Saimaalla kulkevien alusten polttoaineluovutustodistusten mukaan käytettävien polttoaineiden tiheys vaihtelee välillä 838,8–840,5 kg/m³ (Heikkilä 2016, 18).

Alusöljyvahingon syntymiseen vaikuttaa aluksen polttoainetankkien sijainti. Polttoainetta varastoidaan useassa tankissa. Tankkien sijainti ja määrä ovat hyvinkin aluskohtaisia. Yleensä suuret polttoainetankit sijaitsevat aluksen pohjassa, josta sitä siirretään konehuoneen lähellä olevaan selkeytystankkiin (settling). Selkeytystankista öljystä painovoimaisesti vajonneet epäpuhtaudet johdetaan jäteöljytankkiin (sludge) ja puhtaampi öljy separaattorien kautta päivätankkiin. Polttoainetta tarvitaan myös hätägeneraattorille ja keulapotkureille. Lisäksi kansikoneille voi olla oma voimanlähde. Alukselta löytyvät bunkkeri- eli polttoainetankkien lisäksi voiteluöljytankki, sludgetankki ja polttoaineen ylivuototankki. (Heikkilä 2016, 22; Laasonen, Rytönen & Sassi 2001, 25.)

Kuvassa 27 on Heikkilän (2016, 27) hahmotelma tyypillisestä Saimaalla liikkuvasta aluksesta ja sen kuuden, pohjaan sijoittuvan polttoainetankin, päivätankin, voiteluöljytankin sekä keulassa sijaitsevan polttoainesäiliön sijainnista. Huomionarvoista on, että pohjan polttoainetankit sijaitsevat suoraan ulkolaitaa vasten. Tankit on osastoitu, jolloin todennäköisen vuotomäärän voidaan arvioida olevan 20–30 kuutiota. (Heikkilä 2016, 29.) Polttoaineen vettä pienemmän tiheyden vuoksi, saattaa säiliöstä ulosvuotavan öljyn määrä jäädä kuitenkin säiliön määrää pienemmäksi. Vaurioitunut polttoainesäiliö saattaa pikemminkin vuotaa sisäänpäin ja vettä kevyempi öljy nousee kellumaan säiliöön vuotavan veden pinnalle (Jolma 2002, 35; Hämäläinen 2016).



Kuva 27. Polttoaine- ja öljytankkien tyypilliset sijainnit aluksessa. Kaavion mallina ovat olleet MS Vekaran peilauslistat. Kuva: Hannu Heikkilä 2016.

Pohjan repeytyessä öljyn vuotaminen riippuu polttoainetankin nestepinnan tasosta suhteessa vedenpinnan tasoon. Jos polttoaineen painekorkeus on suurempi kuin vedenpinnankorkeus, öljyä purkautuu veteen kunnes tasapainotila saavutetaan. Jos taas vedenpinta on korkeammalla kuin polttoainetankin nestepinta, vesi tunkeutuu tankkiin, nostaa vettä keveämmän öljyn ylöspäin ja pitää sen tankissa. Yhteentörmäyksessä repeytyneestä kyljestä polttoaine pääsee valumaan vapaasti ulos, jolloin vuotomäärä on todennäköisesti suurempi. (Laasonen, Rytönen & Sassi 2001, 28.) Vuotavan öljyn määrään vaikuttaa myös virtaavan veden imu tai aallokon aiheuttama ”pumppaus”. Voimakas virtaus saattaa imeä bunkkeritankit tyhjiin. (Salminen 2016; Väisänen 2016b.)

6.4 Päätelmiä onnettomuusanalyysistä

Saimaalla tapahtuu keskimäärin viisi alusonnettomuutta vuosittain, joista yksi johtaa vakaviin vaurioihin. Onnettomuuksia, joissa vauriot voivat johtaa öljyvahingon syntyyn, tapahtuu noin 1,5 vuoden välein. Suurin osa onnettomuuksista on karilleajoja tai pohjakosketuksia, ja myös vakavista vaurioista suurin osa (70 %) syntyy karilleajon tai pohjakosketuksen seurauksena. Karilleajosta tai pohjakosketuksesta johtuva polttoainetankin pohjan repeytyminen ei todennäköisesti ole yhtä vahingollinen ulosvuotavan öljymäärän suhteen kuin alusten yhteentörmäyksessä kylkeen tai keulaan kohdistunut repeäminen.

Rahtiliikenteen aiheuttaman alusöljyvahingon suuruudeksi arvioidaan noin 20–30 kuutiota, yhteensä noin 50–100 kuution aluskohtaisesta bunkkerivarannosta. Todennäköisempiä on kuitenkin pienet, kokoluokaltaan muutamista litroista pariin kuutioon, öljypäästöt pienten alusten ja veneiden havereista.

Onnettomuus tapahtuu todennäköisemmin joko liikennekauden alussa tai sen loppupuolella. Onnettomuusriski on keskimääräistä korkeampi syksyllä, erityisesti marraskuussa, ja jossakin määrin huhtikuussa. Vahingontorjuntatoimia voi siten hankaloittaa syksyn pimeä aika ja keväällä jääolosuhteet. Nämä olosuhteet mainitaan usein myös alusonnettomuuden synnä tuulen ja virtausten lisäksi. Karilleajo-onnettomuuksien syyt ovat suurimmalta osalta inhimillisiä erehdyksiä tai sääolosuhteiden vaikutusta. Tyypillisiä onnettomuuteen johtaneita syitä ovat olleet virheet paikanmäärittämisessä sekä jo mainittujen sääolosuhteiden, kuten pimeyden ja tuulen tuomat haasteet. Törmäyssonnettomuuksissa yleisin taustasy on tekniset häiriöt ohjauslaitteistossa tai vetolaitteessa.

Onnettomuus on odotettavissa jollain Saimaan alueella tunnistetuista onnettomuustihentymäalueista. Todennäköisimmin onnettomuus tapahtuu Saimaan kanavalla, Kyrönsalmessa, Varkauden väylällä tai Vekaransalmessa. Potentiaalisen öljyvahingon näkökulmasta, eli riittävän vaurioasteen näkökulmasta, riskialteimmat alueet sijaitsevat Etelä-Savossa Puumala-Sulkava alueella, jonne keskittyy suuri osa vakavimpiin vaurioihin johtaneista onnettomuuksista. Myös Savonrannan alueella, Puhoksen väylällä sekä Joensuun ja Lappeenrannan alueilla tapahtuneissa alusonnettomuuksissa on ollut keskimääräistä enemmän vesitiiviiden menettämiseen johtaneita onnettomuuksia. Toistaiseksi tapahtuneet onnettomuudet eivät ole johtaneet ympäristövahinkoihin ja suurimmassa osassa alukset eivät ole saaneet lainkaan vaurioita tai vauriot ovat olleet vähäisiä.

Vaurioasteeseen vaikuttavat tekijät ovat aluksen massa ja syväys, onnettomuushetkellä käytetty konevoima ja nopeus sekä pohjan tyyppi ja kohdalle osuneen karin geometria. Suurin osa karilleajoista

tapahtuu hiljaisella nopeudella (Luukkonen & Kaila 1998, 23). Myös suurin osa edellä kuvatuista riskialueista on vaikeita väyläosuuksia, joihin ajetaan hiljaa ja varovasti (Paldanius 2016; Väisänen 2016b). Pienelläkin nopeudella voi silti saada isoa vahinkoa aikaan. Jos alus on lastissa, ei nopeutta tarvitse olla kuin pari-kolme solmua, kun aluksen suuren massan vuoksi kineettinen energia riittää aiheuttamaan isojakin vaurioita. (Jämsen 2016; Salminen 2016; Paldanius 2016; Väisänen 2016b.) Myös onnettomuustilastot osoittavat, että jo kahden solmun nopeudella syntyy vesitiiviiden menettämiseen johtavia vaurioita. Nopeuden kasvaessa kahdesta solmusta kahdeksaan solmuun vesitiiviiden menettäneiden alusten osuus kasvaa selvästi, ja kaikki yli 12 solmun nopeudella karille ajaneet alukset kokevat jonkinasteisen vesitiiviiden menetyksen (Luukkonen 1999a, 25 ja 29). Potentiaalisen ympäristövahingon vaara on suurempi aluksen ollessa lastissa myös aluksen suuremman syvyyksen ja pidemmän pysähtymismatkan takia.

Aluksen pohjan osuessa vedenalaiseen kiveen tai muuhun esteeseen, tapahtunut kontakti tuottaa energian, joka voimakkuudestaan riippuen kuluu muodonmuutoksiin ja/tai muuttaa aluksen kulusuuntaa ja sijaintia (Kajaste-Rudnitski & Varsta 2003, 5). Vaikka pohjakosketuksesta itsessään ei aiheutuisi vaurioita, voi tilanteen jälkeinen aluksen muuttunut liikerata, tai harkitsematon korjausliike, johtaa potentiaaliseen vaurioon. Samalla tavalla törmäyksessä siltarakenteisiin tai vastaaviin, voi korjausliike olla kohtalokkaampi kuin alkuperäinen törmäys. Saimaalla on useita väyläosuuksia, joissa vapaat väistöliikkeet eivät ole mahdollisia karilleajovaaran vuoksi. Siten kaikissa poikkeamatilanteissa on vahingon vaara.

Vahingon seuraukset määrittelee pitkälti väyläympäristö. Kanavissa ja suluissa väylän profiili on ratkaiseva. Esimerkiksi Taipaleen kanavassa on jyrkät profiilit eli vesi on syvää rantaan asti. Tämän kaltainen ympäristö ei ole bunkkeritankkien osalta niinkään herkkää. (Väisänen 2016b.) Kanavassa tai sulussa tapahtuva öljyvuoto saadaan tehokkaasti rajattua paikalliseksi. Kanavan tai sulun alue on pääosin myös rakennettua, jossa öljyn poistamiseen seinämän pinnoista voidaan käyttää luonnontilaista rantaa voimakkaampia puhdistusmenetelmiä. Toisaalta kuitenkin, suurimmassa osassa Saimaan syväväylästä kanavien alueilla virtausnopeudet ovat suuria. Esimerkiksi Konnuksen kanavan eteläpäässä voimakkaat virtaukset kuljettaisivat mahdollisen öljypäästön nopeasti useiden kilometrien päähän. Virtaava vesi myös lisää öljypäästön määrää aiheuttamalla imua vaurioituneisiin tankkeihin.

Valmiussuunnittelua ja harjoittelua tukevana onnettomuusskenaariona voidaan käyttää seuraavanlaista ”Saimaan tyyppitapausta”:

- suomalainen kuivalastialus ajaa karille ohjailuvirheen vuoksi kapeassa salmessa tai muussa virtapaikassa
- tapahtuma-aika marraskuussa vuoden pimeimpänä aikana (vaihtoehtoisesti huhtikuussa jäiden lähden aikaan) keskiyön jälkeen, noin yhden aikaan yöllä
- aluksessa on kevyttä polttoöljyä (MGO) noin 50 kuutiota, josta vuotaa veteen noin 20 kuutiota

Kuvatun kaltainen onnettomuustapaus edellyttää pimeän ajan toimintakykyä. Voimakkaan virtauksen vuoksi öljypäästö myös leviää nopeasti, jolloin yksiköt olisi saatava paikalle mahdollisimman nopeasti. Myös pimeä rajoittaa öljyn liikkeiden havainnointia – pahimmassa tapauksessa öljyn leviäminen nähdään vasta päivän valjettua, jolloin se voi leviämismallinnusten mukaan olla jopa vii-

den kilometrin päässä. Onnettomuuden sattuessa keväällä myös mahdolliset jäät, jäälautat ja sohjo vaikeuttavat tehtävää. Onnettomuuspaikka virtaavassa vedessä saattaa olla sulana, mutta kuinka toimia kauemmas onnettomuuspaikasta jäiden sekaan leviävän öljyn kanssa? Molempina ajankohtina ilman ja veden lämpötilat ovat suhteellisen alhaiset. Tämä hidastanee kevyen polttoöljyn haihtumista, joten lautta pysyy silmin havaittavissa pidempään ja torjuntatoimenpiteet ovat siten helpompi kohdistaa.

7. POHDINTAA

Suuren alusöljyvahingon riski Saimaalla on vähäinen, mutta muutaman kuution, ja kymmenenkin kuution vahinko täysin mahdollinen. Vaikka Saimaalla ei kuljetetakaan öljyä lastina, liikkuu siellä noin 75 000 kuutiota öljyä vuosittain. Tämä perustuu arvioon, jossa jokaisella Saimaalla liikennöivällä noin 1500 rahtialuksella on keskimäärin 50 kuution polttoainevaranto. Saimaan ainutlaatuinen luontoympäristö on erittäin herkkä, joten pienenkin öljypäästön vaikutukset voivat olla ympäristölle haitallisia ja pitkäkestoisia.

Tapahtuneiden onnettomuuksien sijoittaminen kartalle osoittaa niiden leviävän melko tasaisesti koko syväväylästä alueelle – koko Saimaa on yhtä suurta riskipaikkaa. Ero onnettomuustihentymäalueen ja ei-riskikohteen välillä syntyy vain muutamista onnettomuustapauksista. Torjunnan suunnittelua ei tule kohdistaa pelkästään nimettyihin riskipaikkoihin, sillä tarkastelusta ei saa tilastollisesti pätevää aineiston suppeuden vuoksi. Nykyisillä onnettomuus- ja liikennemäärällä ei voida varmasti sulkea pois sattuman aiheuttamaa vaihtelua riskipaikkatarkastelusta. On tärkeää kehittää ja ylläpitää öljyvahinkoon varautumista koko Saimaan alueella.

Vahinkoon varautumiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota herkillä alueilla, joille öljypäästön seuraukset aiheuttaisivat suurempaa vahinkoa kuin selkeissä ja helposti saavutettavissa paikoissa, sekä virtapaikoissa, joissa leviäminen on nopeaa. Riskitarkasteluun tulee sisällyttää ympäristöhaittojen lisäksi muun muassa torjunta- ja puhdistuskustannukset sekä muulle liikenteelle aiheutuvat haitat. Todennäköisyyspohjaisessa riskianalysissä riski määritellään ei-toivotun tapahtuman esiintymistodennäköisyyden ja sen seurausten vakavuutta kuvaavien suureiden tulona. Tätä selvitystä tuleekin jatkaa öljyvahingon ympäristövaikutusten ja sosioekonomisten vaikutuksen arvioinnilla.

Onnettomuustihelyttä on tässä raportissa tarkasteltu vertaamalla väyläosuudella tapahtuneiden onnettomuuksien määrää laivohitusten määrään. Onnettomuusriskiä voisi tarkastella myös väyläosuuden pituuden suhteen. Riskialttiusjärjestys voisi silloin olla toinen. Tarpeen olisi analysoida myös edellä mainittujen riskipaikkojen onnettomuustihetyden muutosta ajan suhteen. Lisäksi olisi mielenkiintoista tarkastella eri alustyyppien tiheyskerrointa, eli tietyn alustyyppin osuutta tapahtuneista onnettomuuksista jaettuna alustyyppin osuudella liikennöivistä aluksista. Yhdistämällä alustyyppin tiheyskertoimeen tieto aluksen kokoluokan/konetehon ja polttoainemäärän suhteesta voisi saada arvokasta lisätietoa alusöljyvahingon riskinarvioinnin tueksi. Jatkotutkimusaihetta olisi myös alusten ikäjakauman arvioinnissa suhteessa tiheyskertoimeen. Nyt käytössä olevan aineiston pieni koko, alle 200 onnettomuustapausta, sekä tapaustietojen puutteet kuitenkin rajoittavat tarkempien analyysien luotettavuutta.

Lisätutkimus edellyttäisi kerätyn alusonnettomuusaineiston täydentämistä. Tuloksia voisi lisäksi tarkentaa matemaattisten ja todennäköisyyspohjaisten mallien avulla. Myös simulaatioympäristössä ajetuilla toistoilla on mahdollista hakea esimerkiksi tietyn väyläosuuden kohtaamistilanteiden onnettomuustodennäköisyyttä.

8. LÄHTEET

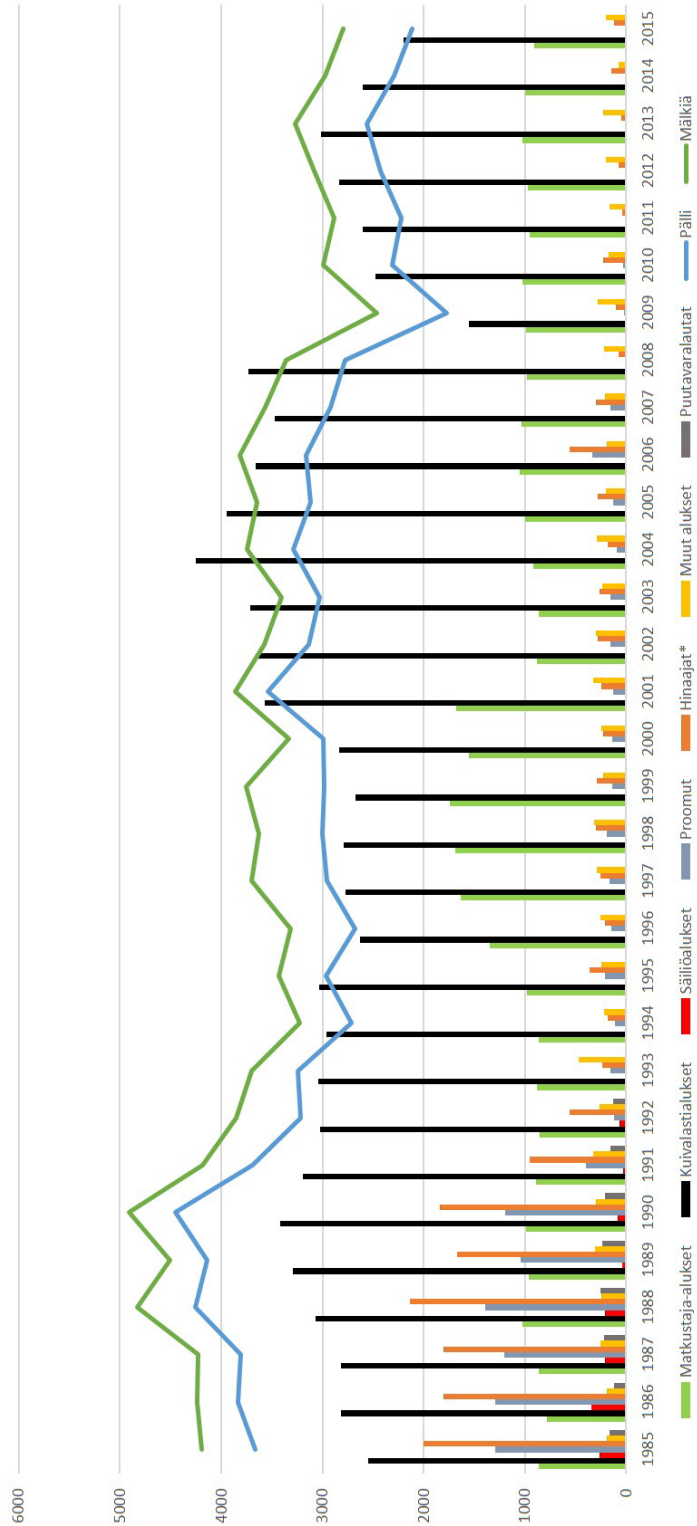
- Brink-Kjær, O.; Brodersen, F.N. & Nielsen, A. H: 1983. Modelling of ship collisions against protected structures. Theme D: Evaluation of consequences of collisions. IABSE Reports 41/1983. Sivut 147-164.
- Dannenberg, E: 1989. Saimaan syväväylästäön rahtialusliikenteen onnettomuus selvitys. Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen korkeakoulu.
- EnSaCo-hanke 2012. Haaga-Helia ammattikorkeakoulu.
- Frandsen, A. G. 1983. Accidents involving bridges. Theme D: Evaluation of consequences of collisions. IABSE Reports 41/1983. Sivut 11-26.
- Haapiainen; H. 2016. Palotarkastaja, Etelä-Savon pelastuslaitos. Suullinen tiedonanto SÖKÖSaimaan työpajassa 19.4.2016 Mikkelissä.
- Hallituksen esitys 248/2009 vp. Hallituksen esitys Eduskunnalle alusten aiheuttaman meren pilaantumisen ehkäisemisestä vuonna 1973 tehtyyn kansainväliseen yleissopimukseen liittyvän vuoden 1978 pöytäkirjan uudistetun I ja II liitteen sekä alusten haitallisten kiinnittymisenestojärjestelmien rajoittamisesta vuonna 2001 tehdyn kansainvälisen yleissopimuksen hyväksymisestä ja laeiksi niiden lainsäädännön alaan kuuluvien määräysten voimaansaattamisesta sekä merenkulun ympäristönsuojelulainsäädännön ja öljyvahinkojen torjuntalainsäädännön sekä eräiden niihin liittyvien lakien muuttamisesta. Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2009/20090248>
- Heikkilä, H. 2016. Laivan teknisen kaavion käyttö onnettomuustilanteessa Saimaalla. Opinnäytetyö. Insinööri (AMK) merenkulku. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Versio 08-2016.
- Häkkinen, J.-J. 2016. Projektipäällikkö, Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Esitys 13.4.2016 Älykö-hankkeen työpajassa Lappeenrannassa.
- Hämäläinen, J. 2016. Etelä-Savon pelastuslaitos. Suullinen tiedonanto 13.4.2016 Älykö-hankkeen työpajassa Lappeenrannassa.
- Jolma, K. 2002. Kemikaalivahinkojen torjunta merellä. Kansainvälisen merenkulkujärjestön IMO:n opas osa I. Ongelman määrittely ja torjunnan järjestäminen. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 90. ISBN 952-11-1029-5.

- Jämsen, K. 2016. VTS-keskuksen päällikkö. Saimaa VTS. Suullinen tiedonanto 13.4.2016 Älykö-hankkeen työpajassa Lappeenrannassa.
- Kaila, J. & Luukkonen, J. 1998. Tilastoyhteenveto Suomen aluevesillä tapahtuneista karilleajoista ja pohjakosketuksista. Teknillinen Korkeakoulu, Konetekniikan osasto, Laivalaboratorio, Otaniemi. Raportti M-233. ISBN 951-22-4044-0.
- Kajaste-Rudnitski, J. & Varsta, P. 2003. Mechanics of ship grounding. Teknillinen korkeakoulu. Laivalaboratorio. Espoo. ISBN 951-22-6719-5.
- Knott, M. & Pruca, Z. 2000. Vessel collision design of bridges. Bridge Engineering Handbook. Boca Raton: CRC Press.
- Laasonen J., Rytönen J. & Sassi J. 2001. Saimaan vesistöalueen kuljetusten ympäristöriskit. Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen julkaisuja 455. ISBN 952-11-0857-6.
- Liikennevirasto 2015a. PortNet-tilastot vuosilta 2002–2013. Satamaliikenteen tietojärjestelmä osoitteessa <http://www.portnet.fi/>
- Liikennevirasto 2015b. Laivaonnettomuusraportit. Luottamuksellinen aineisto.
- Liikennevirasto 2016a. Saimaan kanavan ja muiden sulkukanavien liikennetilasto 2015. Liikenneviraston tilastoja 2/2016. Liikennevirasto. Helsinki 2016. ISBN 978-952-317-248-7.
- Liikennevirasto 2016b. Saimaan kanavan alusliikenne 2000-2016. Kanavaliikenne. Liikenne ja matkailu. Tilastokeskuksen PX-Web-tietokannat. [Viitattu 27.7.2016]
- Liikennevirasto 2016c. Liikenneviraston internetsivut osoitteessa <http://www.liikennevirasto.fi/laitaatsalmi#.WCGUujfHpMw> [Viitattu 8.11.2016]
- Luukkonen, J. 1999a. Laivan pohjarakenteiden vauriot karilleajossa. Diplomityö. Teknillinen korkeakoulu. Laivalaboratorio. M-239. Espoo. ISBN 951-22-4548-5.
- Luukkonen, J. 1999b. Vaurioutilastot Suomen aluevesien karilleajoista ja pohjakosketuksista. Teknillinen korkeakoulu. Laivalaboratorio. M-240. Espoo. ISBN 951-22-4602-3.
- Merenkulkulaitos 1996. Onnettomuusanalyysi 1982-1994. Karilleajot, pohjakosketukset ja yhteentörmäykset. Moniste. Merenkulkulaitos, Väyläosasto, Helsinki.
- Merenkulkulaitos 2001. Onnettomuusanalyysi 1990–2000: karilleajot ja yhteentörmäykset. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 7/2001. Helsinki. ISBN 951-49-0949-6.
- Merenkulkulaitos 2005. Suositukset vesistösiltojen aukkumitoista. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 12/2005. Helsinki. ISBN 951-49-2109-7.
- Merenkulkulaitos 2007. Alusonnettomuusanalyysi 2001–2005. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 5/2007. Helsinki. ISBN 978-951-49-2128-5.
- Merenkulkulaitos 2008. Saimaan sisävesiliikenteen kehittämisselvitys. Merenkulkulaitoksen julkaisuja 6/2008. Helsinki. ISBN 978-951-49-2142-1, ISSN 1456-7814.
- Merenkulun ympäristönsuojelulaki 29.12.2009/1672. Saatavissa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20091672#L2P5> [Viitattu 27.7.2016]

- Mikkelin lääninhallitus 1996. Mikkelin läänin riskianalyysi. Mikkeli.
- Mikkelin vesi- ja ympäristöpiiri 1993. Saimaan kuljetusten ympäristöriskiselvitys. Mikkelin läänin alue. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 465.
- Minorksy, V.1983. Evaluation of ship-bridge pier impact and of islands as protection. Theme D: Evaluation of consequences of collisions. IABSE Reports 41/1983. Sivut 131-145.
- Paldanius, P. 2016. Alueluotsivanhin. Finnipilot Pilotage Oy. Saimaan luotsausalue. Suullinen tiedonanto 13.4.2016 Älykö-hankkeen työpajassa Lappeenrannassa.
- Partio, A. 2009. Pelastustoimikohtainen alusliikennekuva. Opinnäytetyö. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu.
- Pedersen, P. 2010. Review and application of ship collision and grounding analysis procedures. Artikkeliteoksessa Marine Structures nro 23. Sivut 241-262.
- Salminen, I. 2016. Erityisasiantuntija, Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi. Suullinen tiedonanto 13.4.2016 Älykö-hankkeen työpajassa Lappeenrannassa.
- Suomen ympäristökeskus 2015. Saimaan Boris-yhteistoimintatyöpaja. Ryhmätyön ”Saimaan syväväylän alueen riskipaikat ja esimerkkisuunnitelmien tarve” tulosityhteenveto. Mikkeli 11.5.2015.
- Trafi 2015. Laivaonnettomuusraportit. Luottamuksellinen aineisto.
- Väisänen, J. 2015. Ylitarkastaja, Liikennevirasto. Suullinen tiedonanto 27.5.2015 Öljyvahinkojen torjunnan koulutuspäivillä Leppävirralla. Kylpylähotelli Vesileppis.
- Väisänen, J. 2016a. Ylitarkastaja, Liikennevirasto. Suullinen tiedonanto 21.3.2016 SÖKÖSaimaa-hankkeen työpajassa Lappeenrannassa. Lappeenrannan kaupungintalo.
- Väisänen, J. 2016b. Ylitarkastaja, Liikennevirasto. Suullinen tiedonanto 13.4.2016 Älykö-hankkeen työpajassa Lappeenrannassa. Liikennevirasto.

LIITE I . Alusten ja puutavaralauttojen määrä Saimaan kanavan Mälkiän ja Pällin suluilla 1985–2015

Alusten ja puutavaralauttojen määrä Saimaan kanavan Mälkiän ja Pällin suluilla 1985–2015



* Sisältää myös työntäjät vuosina 1985–1991

LIITE 2. Riskialuekartasto

Saimaan kanava 1, 2 ja 3

Parkkarin mutka

Päihänniemi

Ristiinan väylä 1, 2, 3 ja 4

Hätinvirta 1 ja 2

Puumala-Osmonaskel-Pahikka

Pienmustasaaren kiertoväylä

Vekaransalmi

Kommersalmi

Kyrönsalmi

Matarinsalmi

Hietasaari

Haponlahden kanava

Haponlahti-Sorsavirta

Luodeniemi

Hietavirta

Tappuvirta 1, 2 ja 3

Hanhivirta

Vihtakanta

Kuhakivi

Haapasalmi

Puhoksen väylä 1 ja 2

Vuosalmi-Ukonselkä

Arvinsalmi

Vuosalmi-Vuoharju

Joensuu Pyhäselkä

Tahkosalmi

Taipaleen kanava

Pussilantaipaleen kanava

Leppävirta

Konnuksen kanava

Mustikkaniemi

Kolikon kaivanto

Puutossalmi

Kortesalmi-Kotkatvirta

Jännevirta

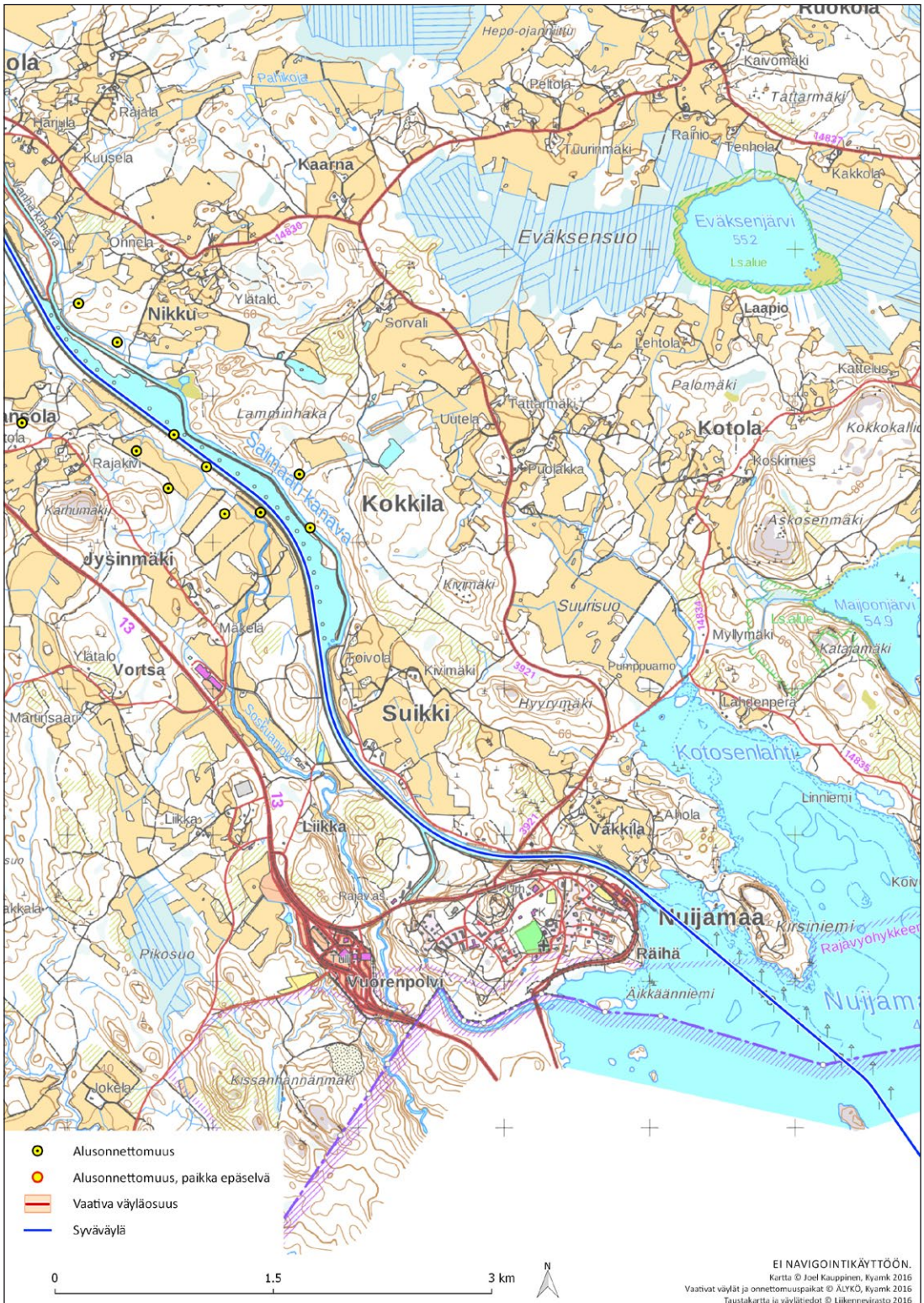
Siilinjärvi

Karttakuvat Joel Kauppinen,

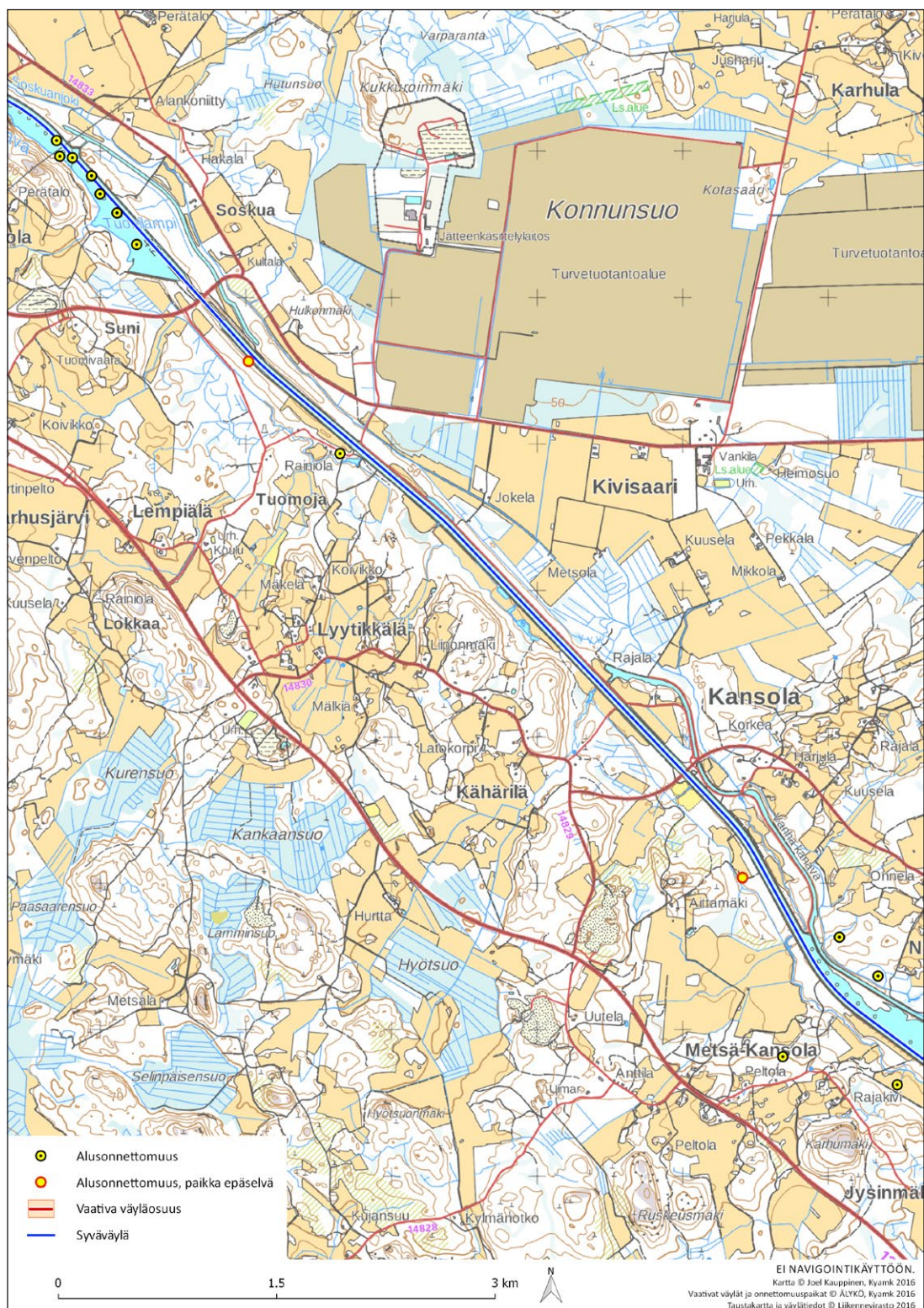
Kymenlaakson ammattikorkeakoulu 2016

Taustakartta ja väylätiedot Liikennevirasto 2016

LIITE 2. Saimaan kanava I



LIITE 2. Saimaan kanava 2



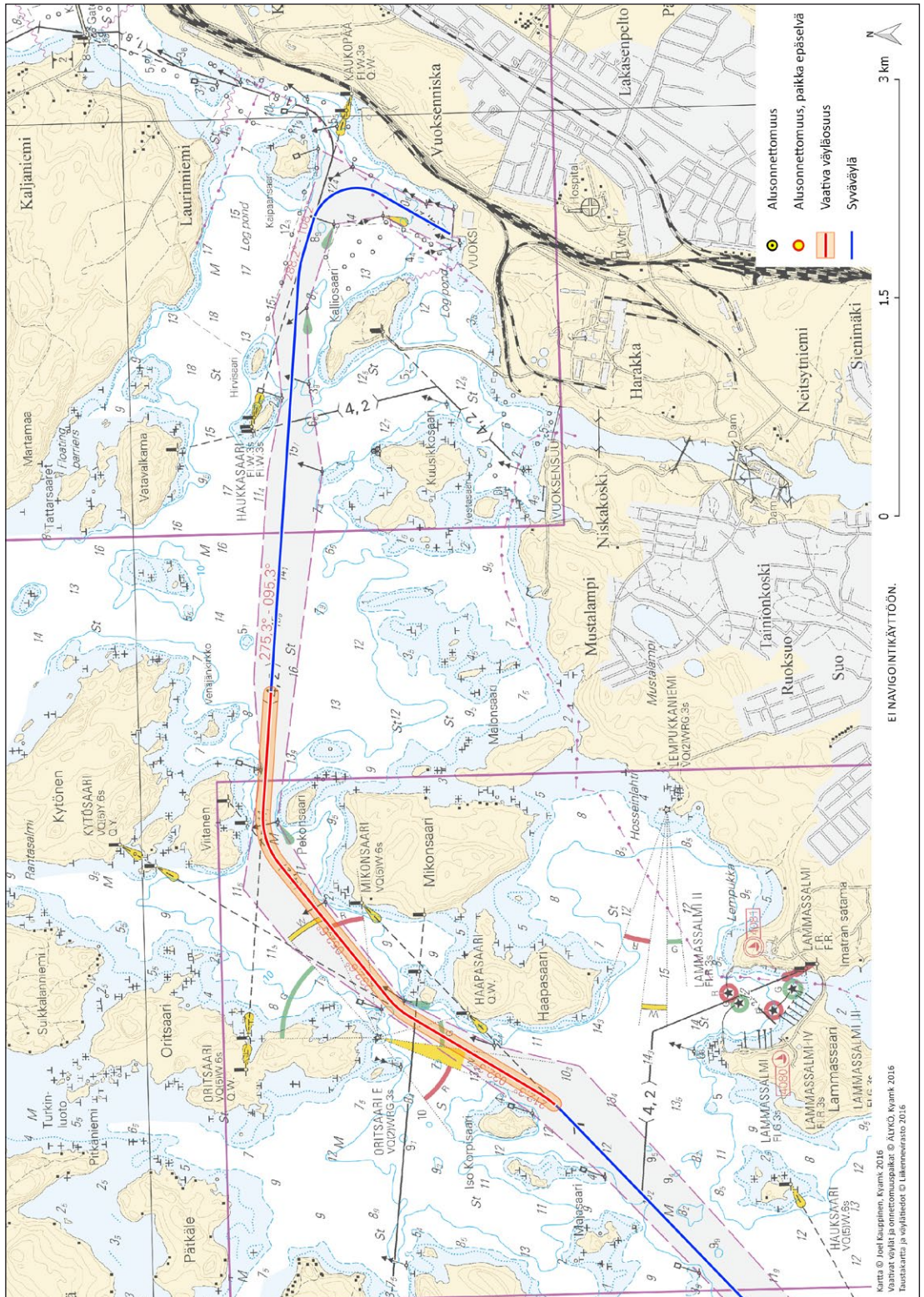
LIITE 2. Saimaan kanava 3



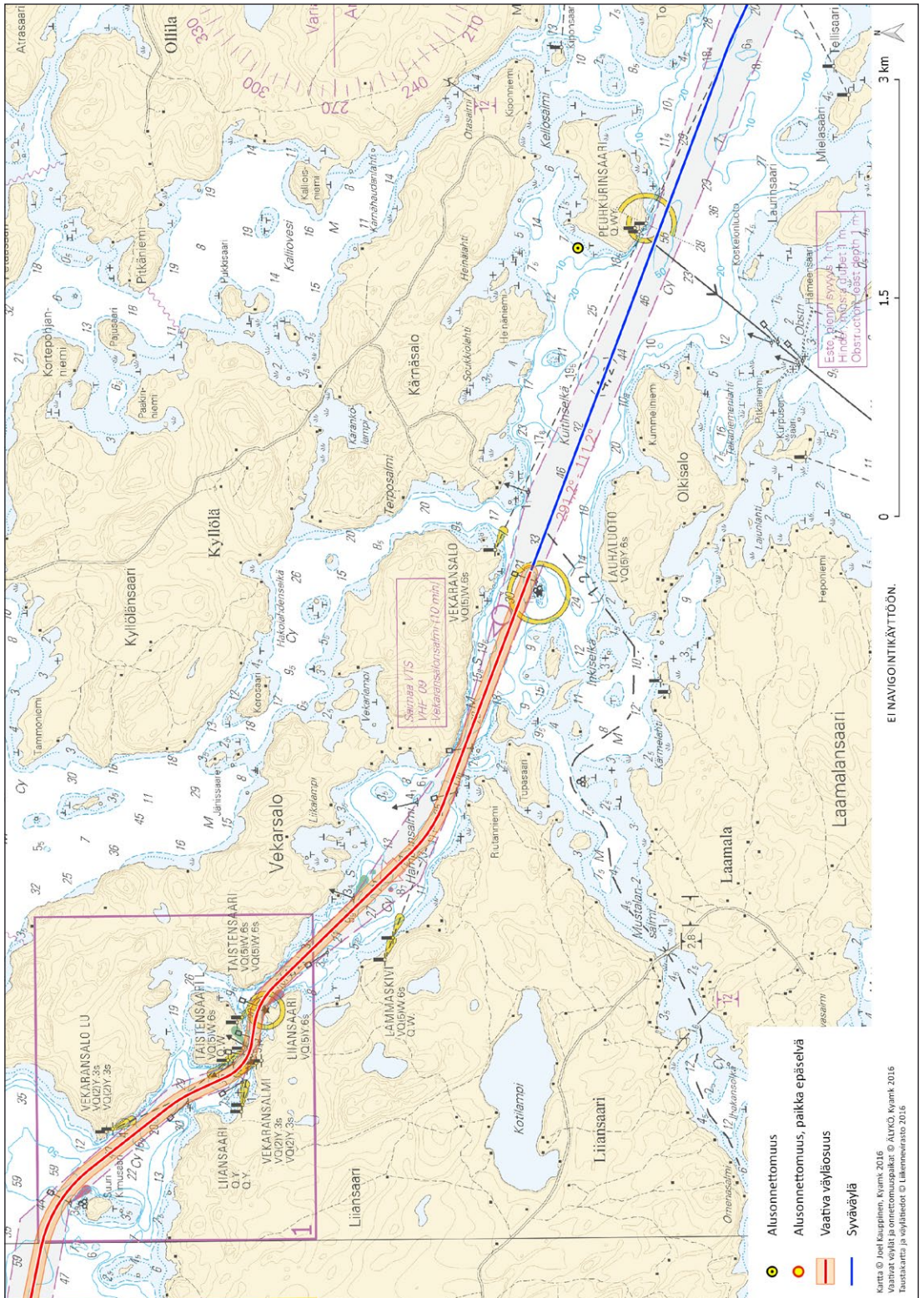
LIITE 2. Parkkarin mutka



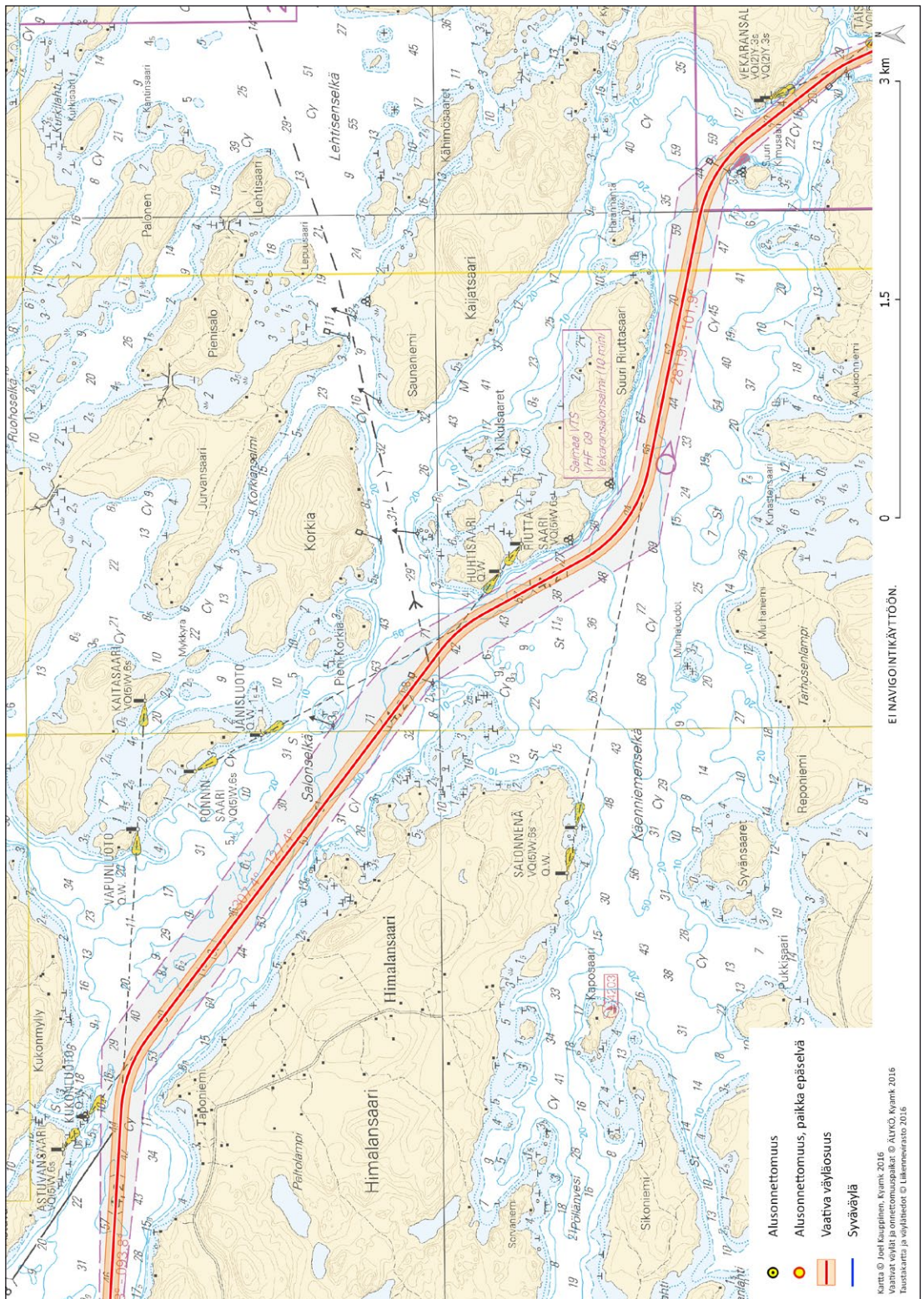
LIITE 2. Pähänniemi



LIITE 2. Ristiinan väylä I



LIITE 2. Ristiinan väylä 2

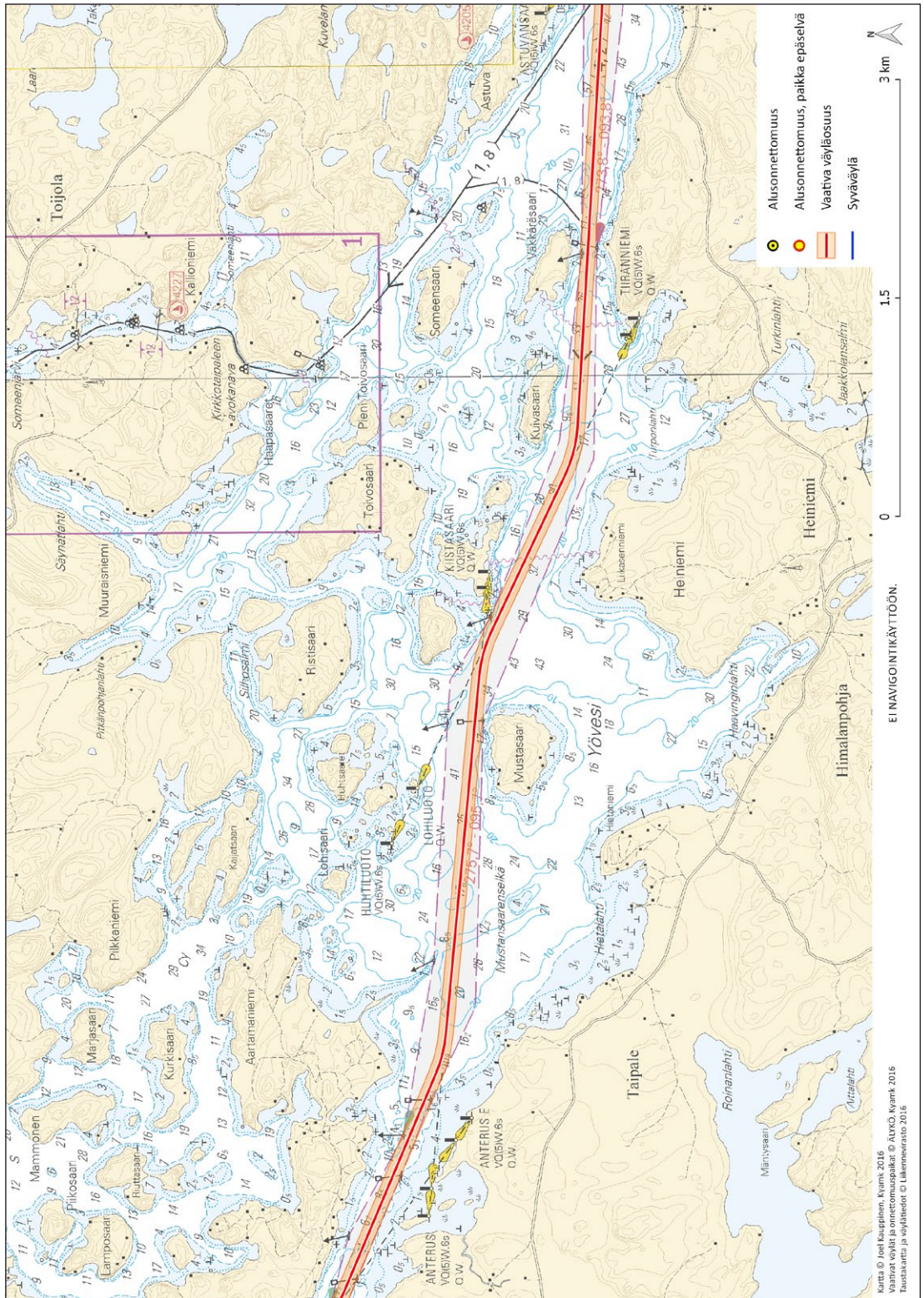


- Alusonnottomuus
- Alusonnottomuus, paikka epäselvä
- Vaatava väyläosuus
- Syväväylä

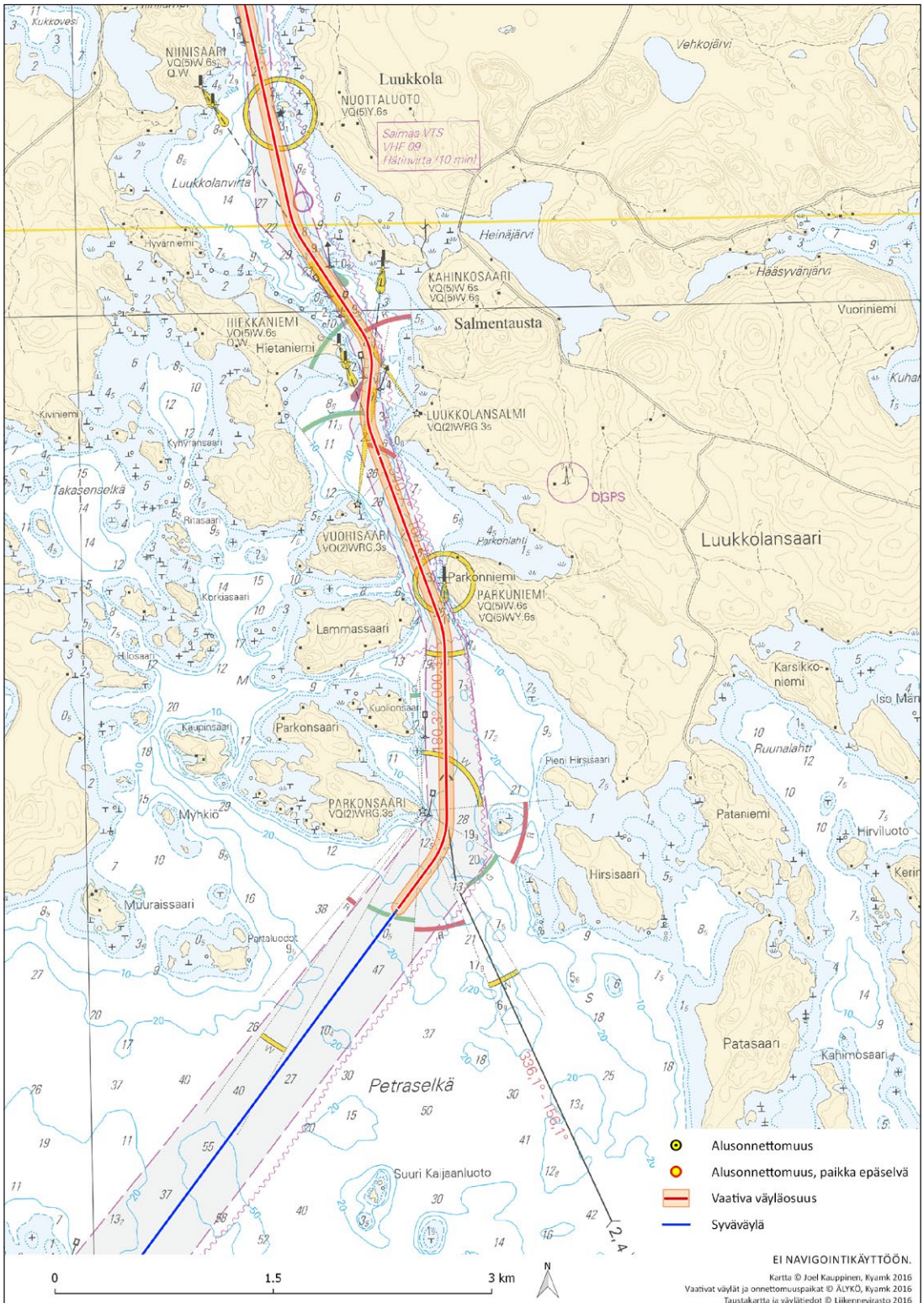
Kartta © Jool Karttaseura, Suomi, 2016
 Väyläkartta syväisy- ja onnettomuuspaikat © AUKO Kojank 2016
 Taustakartta ja väylälihdot © Liikennevirasto 2016

EI NAVIGINTIKÄYTTÖÖN.

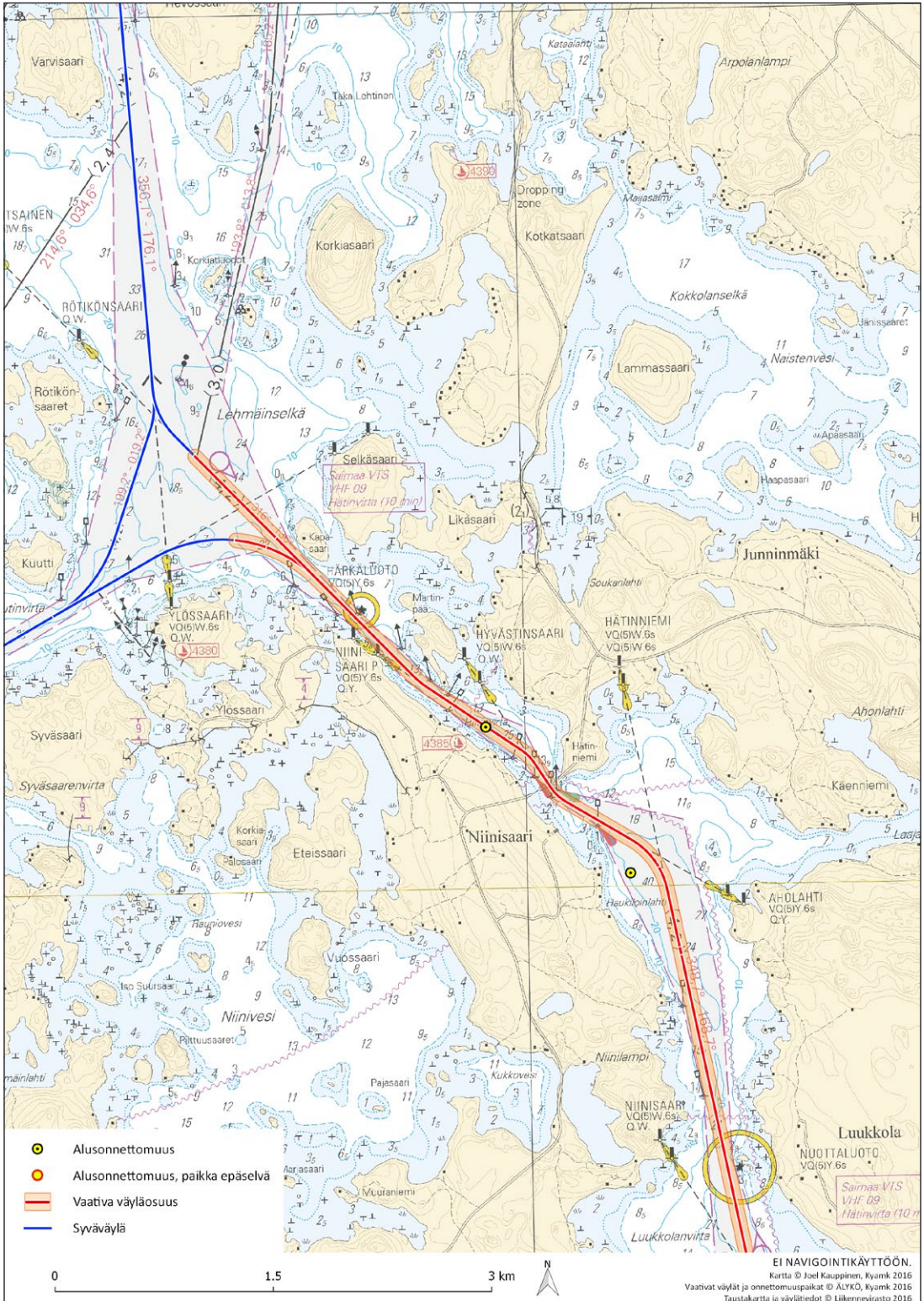
LIITE 2. Ristiinan väylä 3



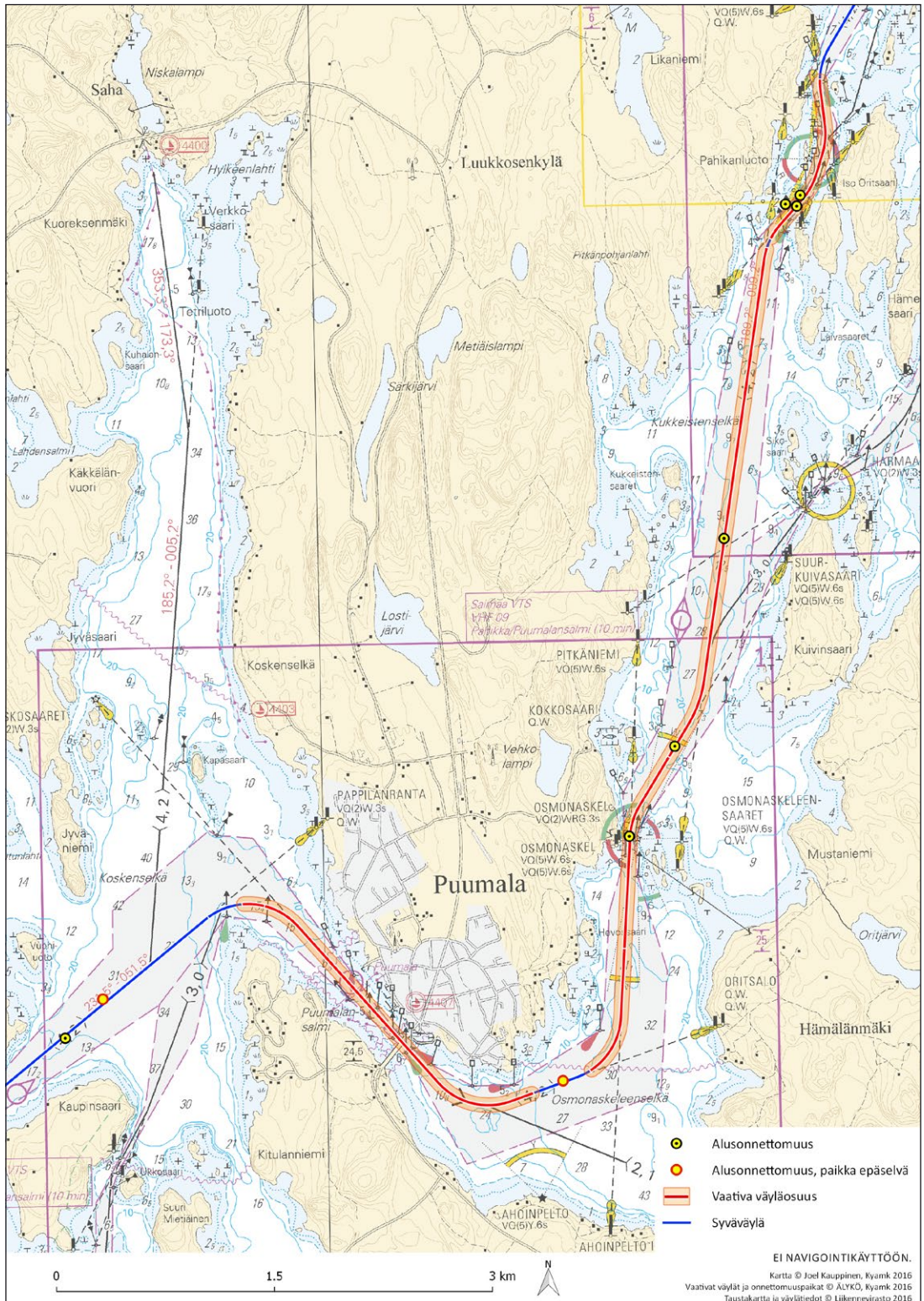
LIITE 2. Hätingvirta I



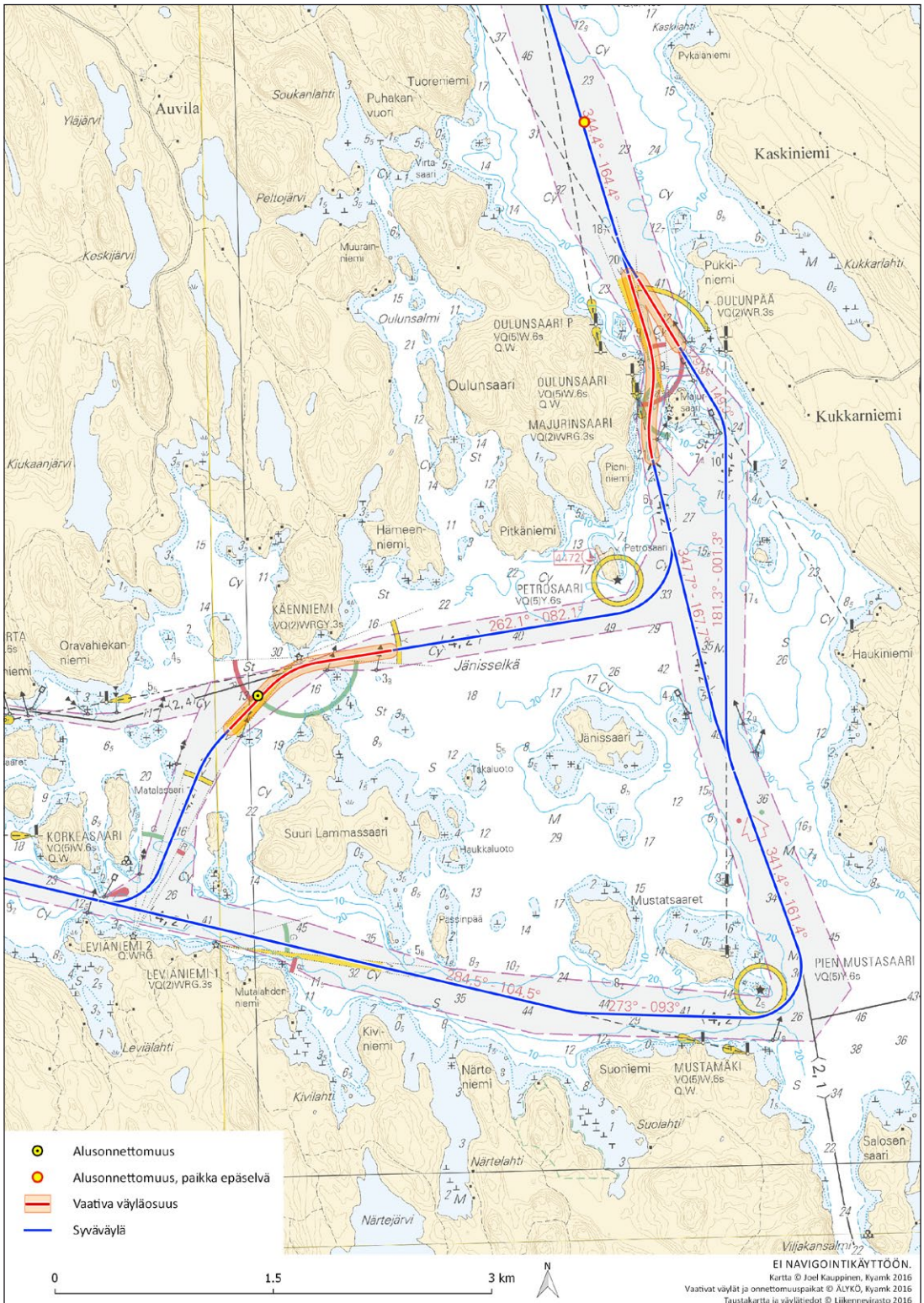
LIITE 2. Hätinvirta 2



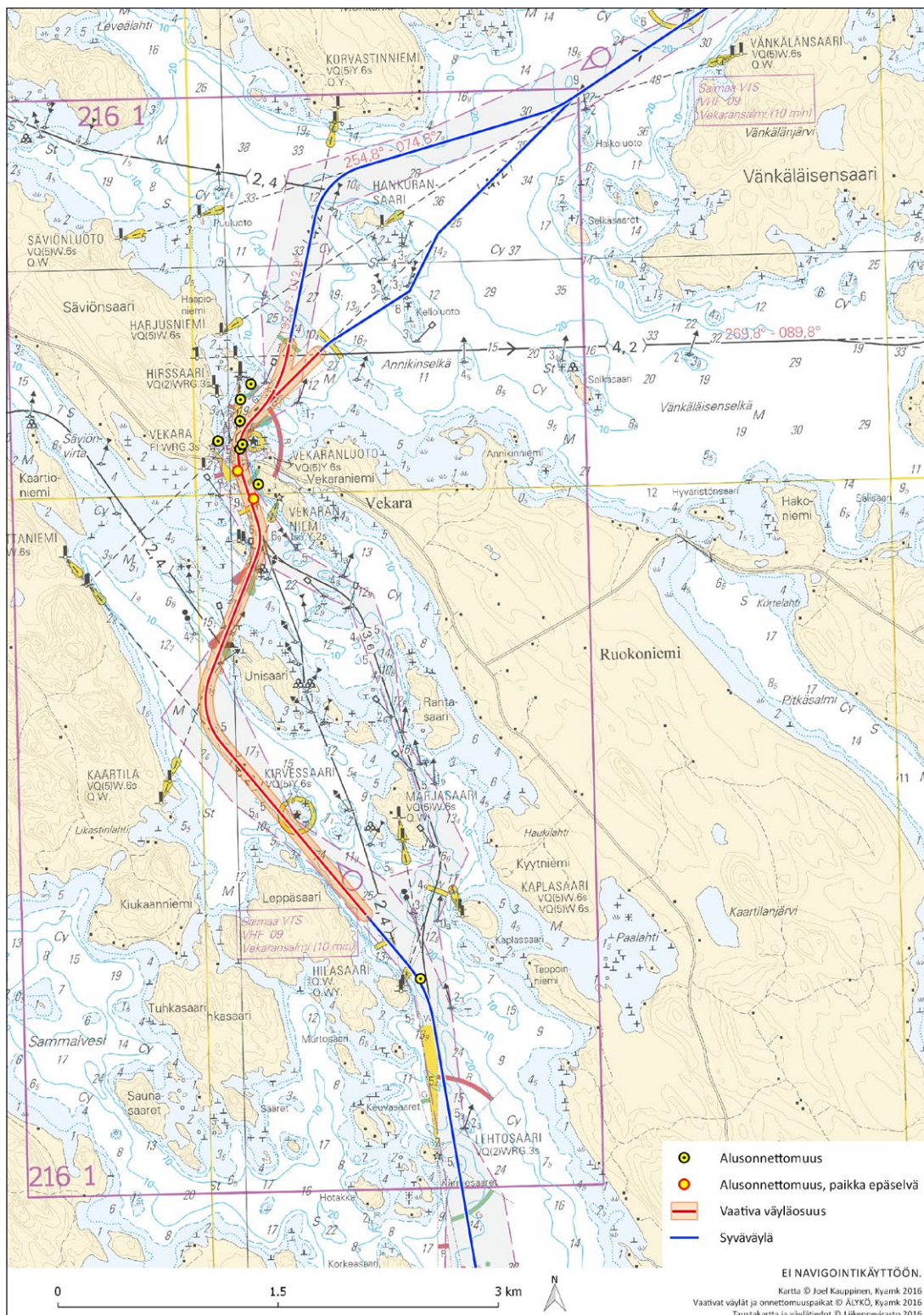
LIITE 2. Puumala-Osmonaskel-Pahikka



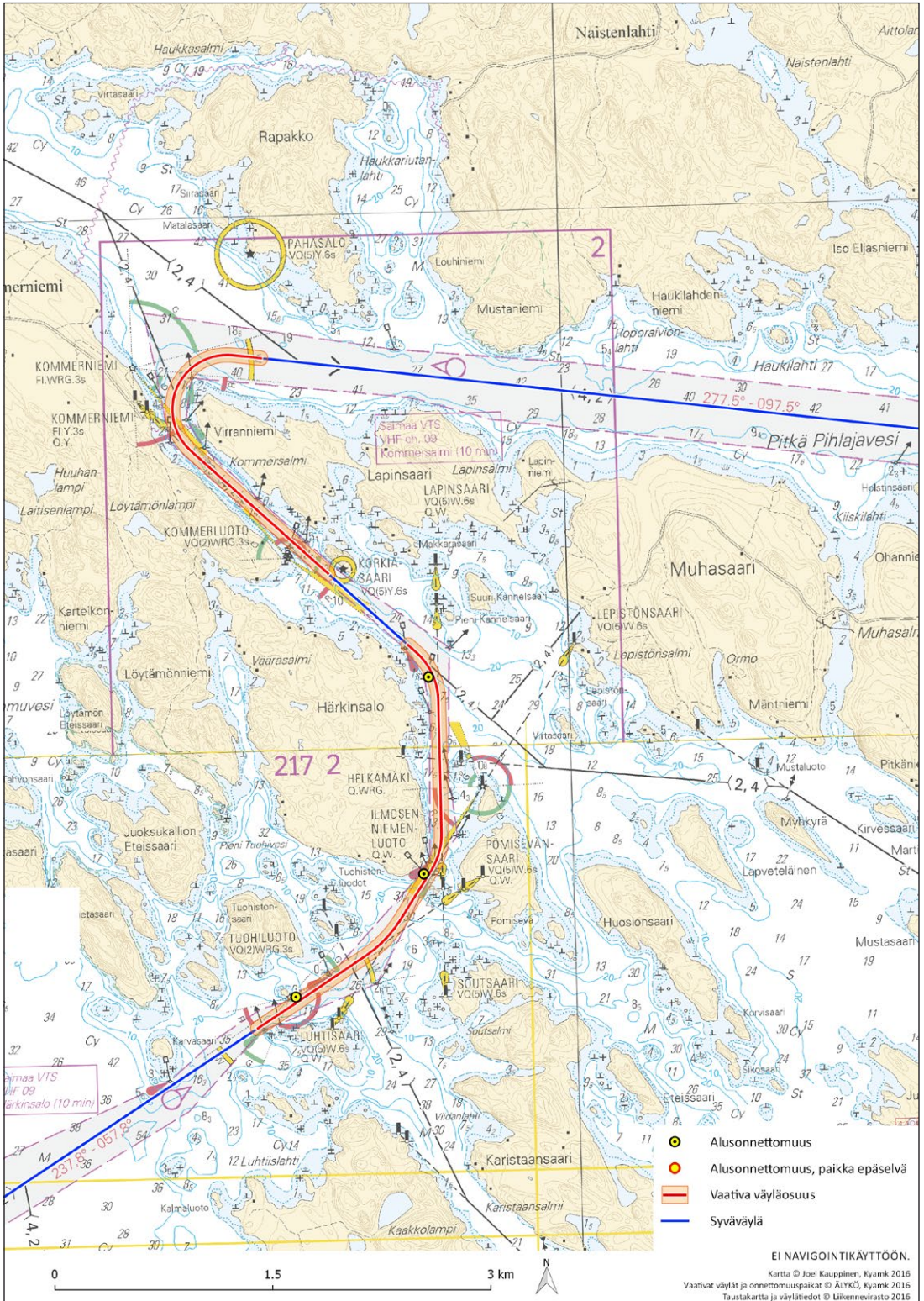
LIITE 2. Pienmustasaaren kiertoväylä



LIITE 2. Vekaransalmi



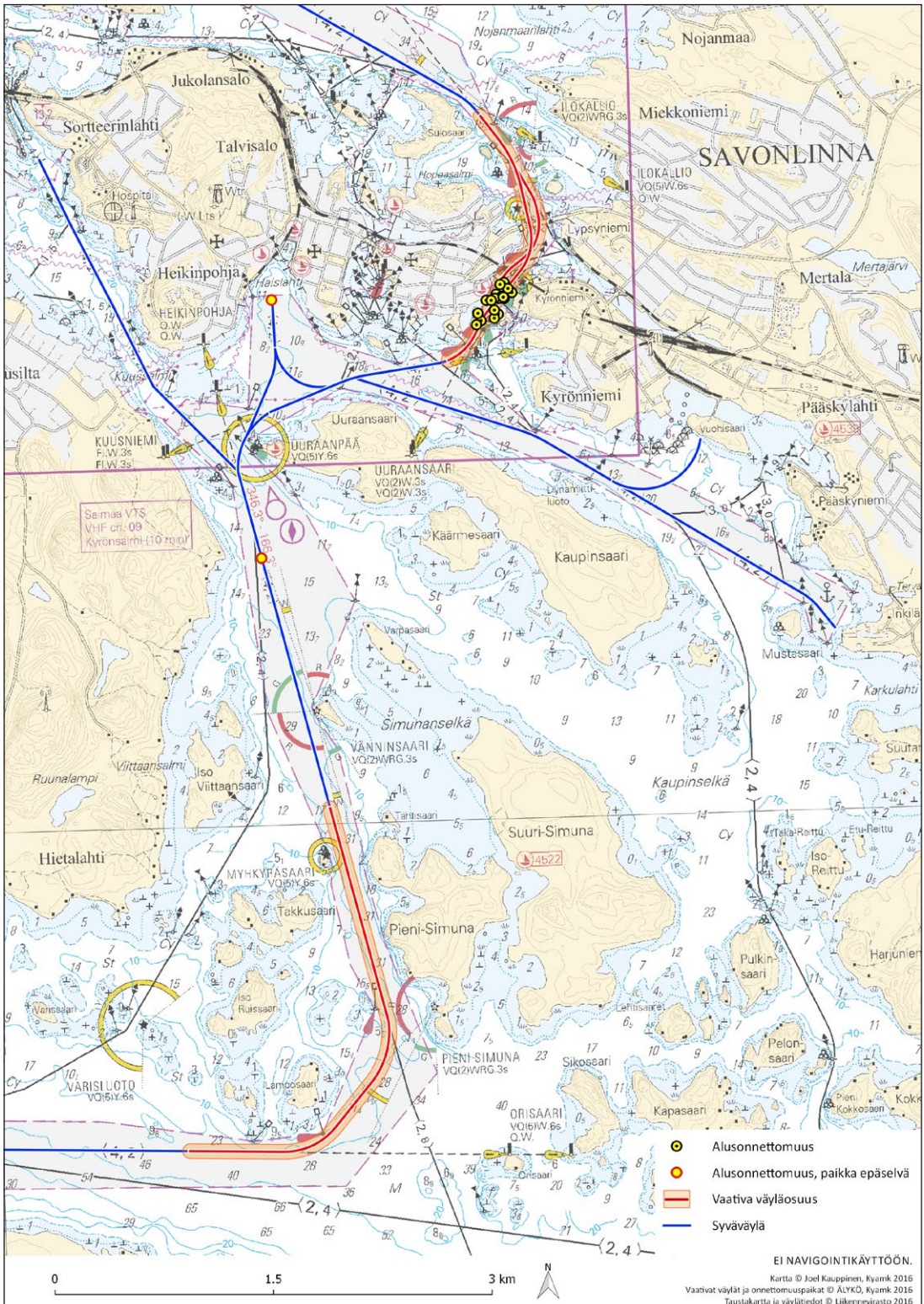
LIITE 2. Kommersalmi



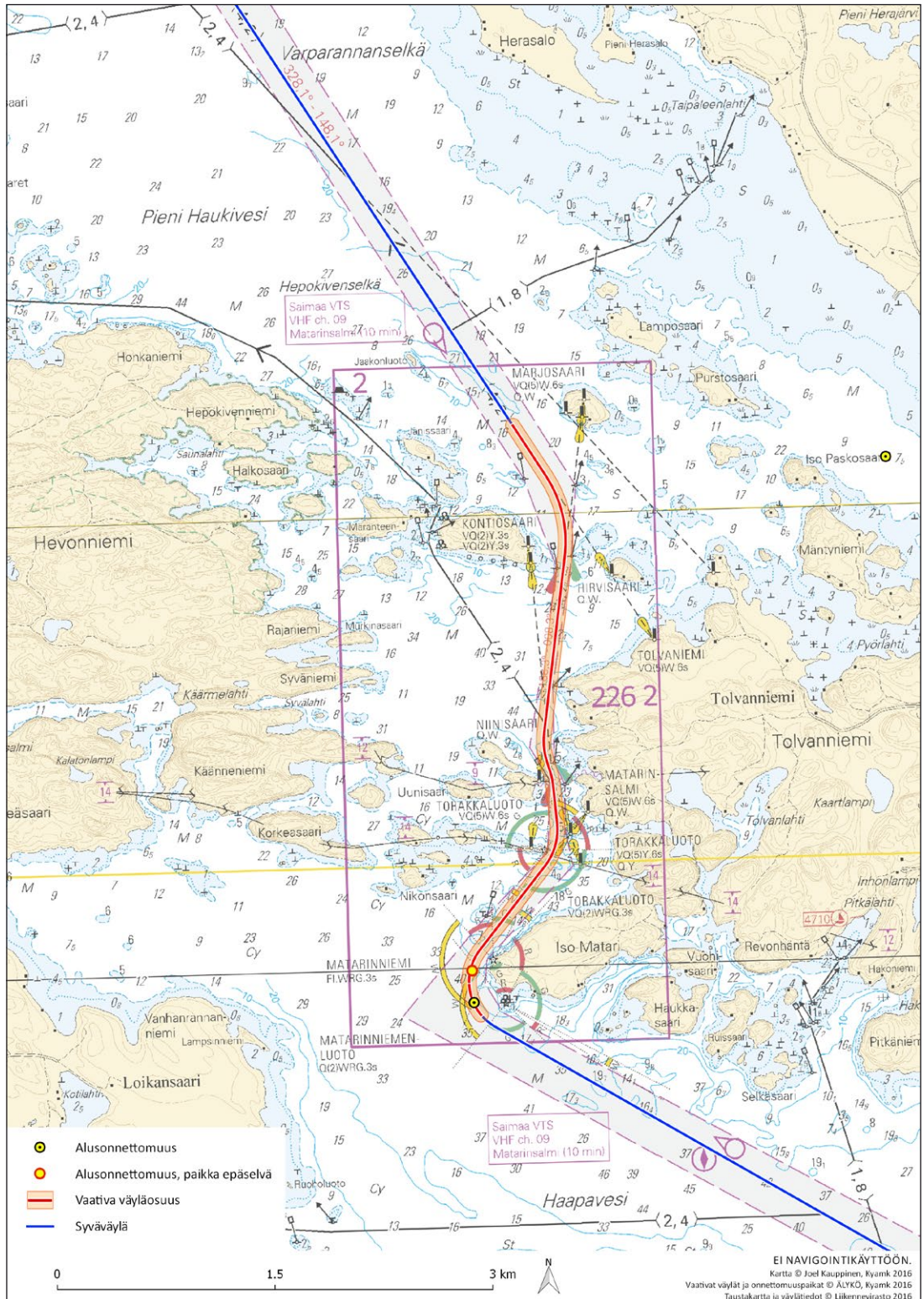
EI NAVIGOINTIKÄYTTÖÖN.

Kartta © Joel Kauppinen, Kymä 2016
 Vaativat väylät ja onnettomuuspaikat © ÄLYKÖ, Kymä 2016
 Taustakartta ja väylätiedot © Liikennevirasto 2016

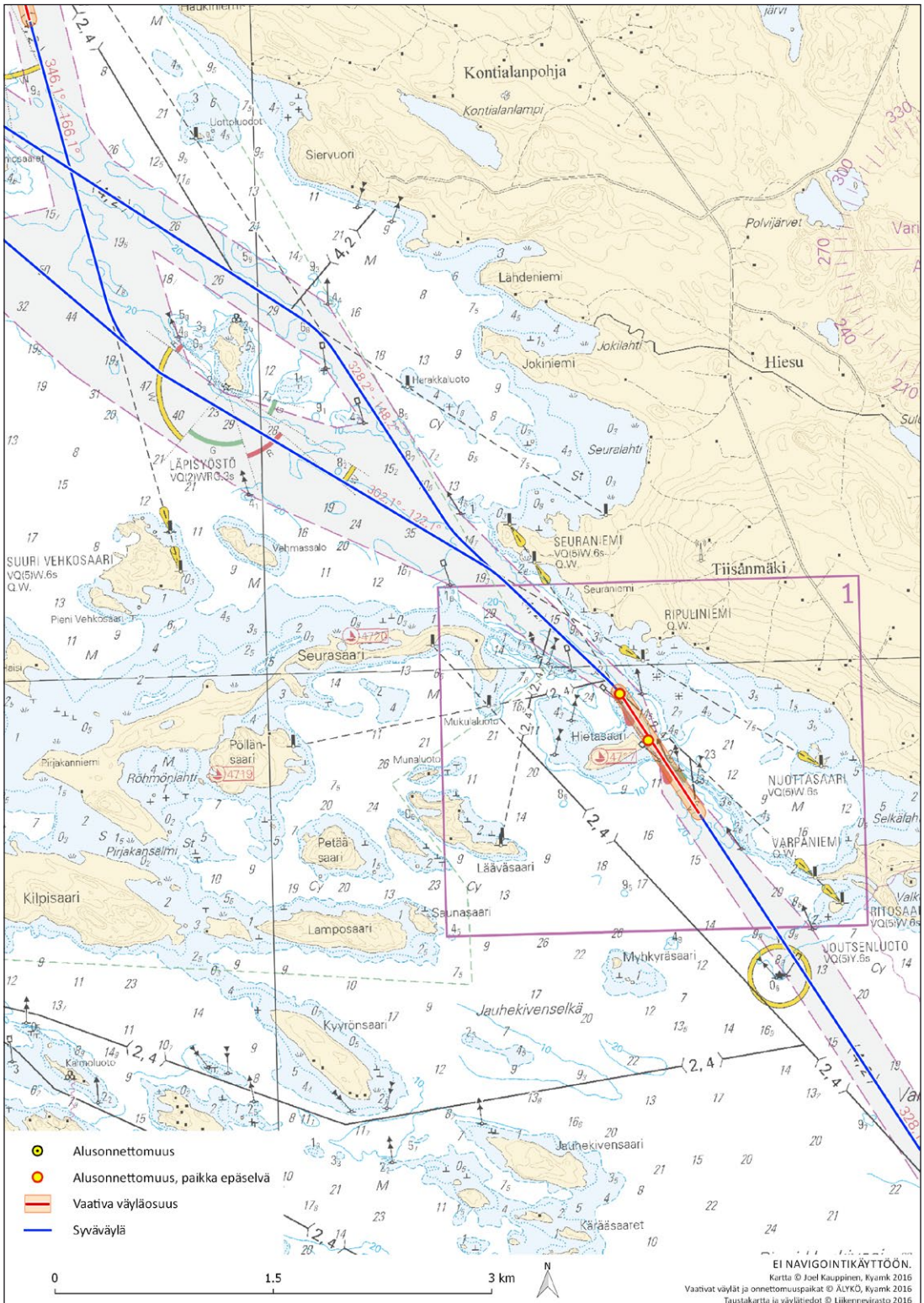
LIITE 2. Kyrönsalmi



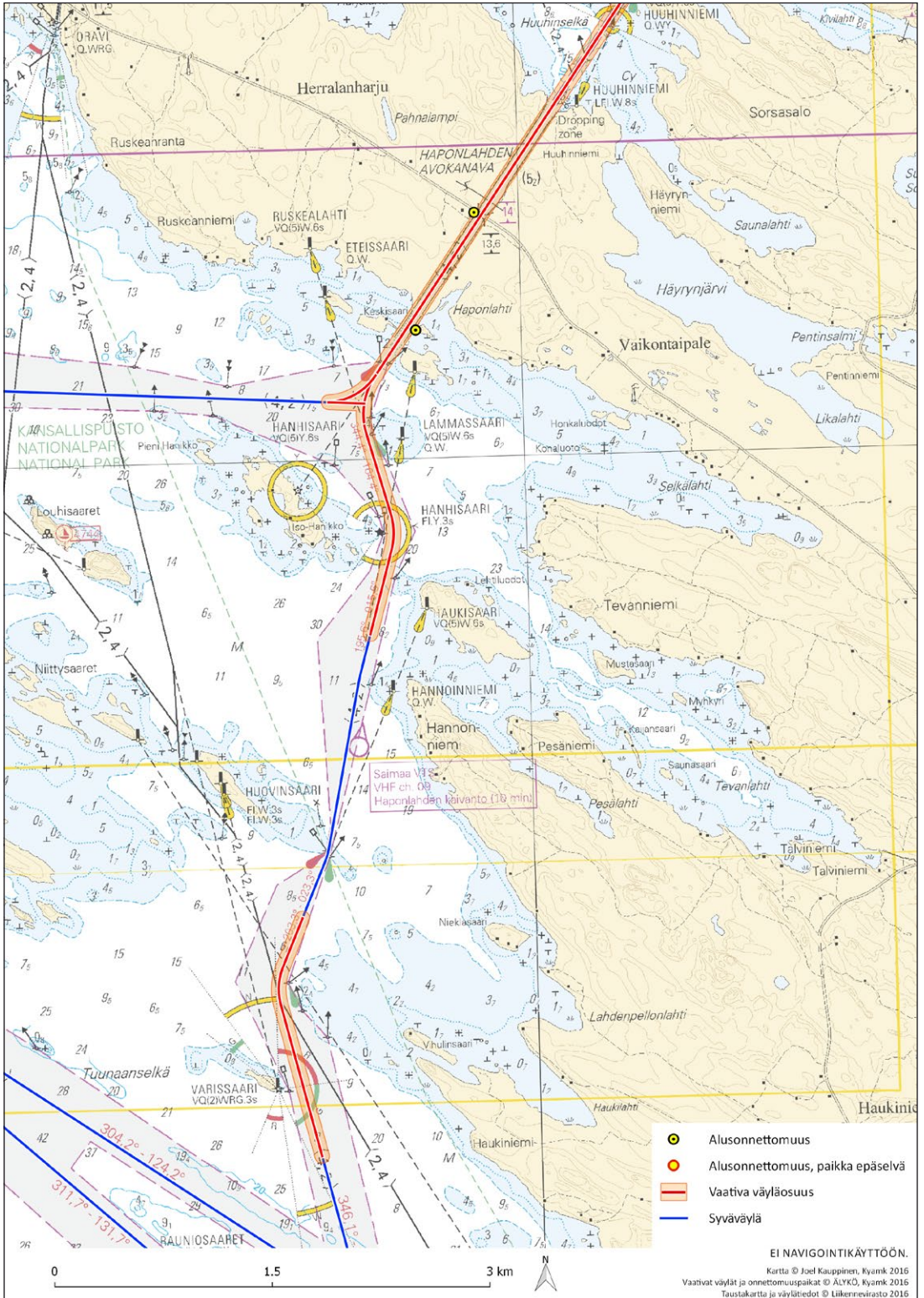
LIITE 2. Matarinsalmi



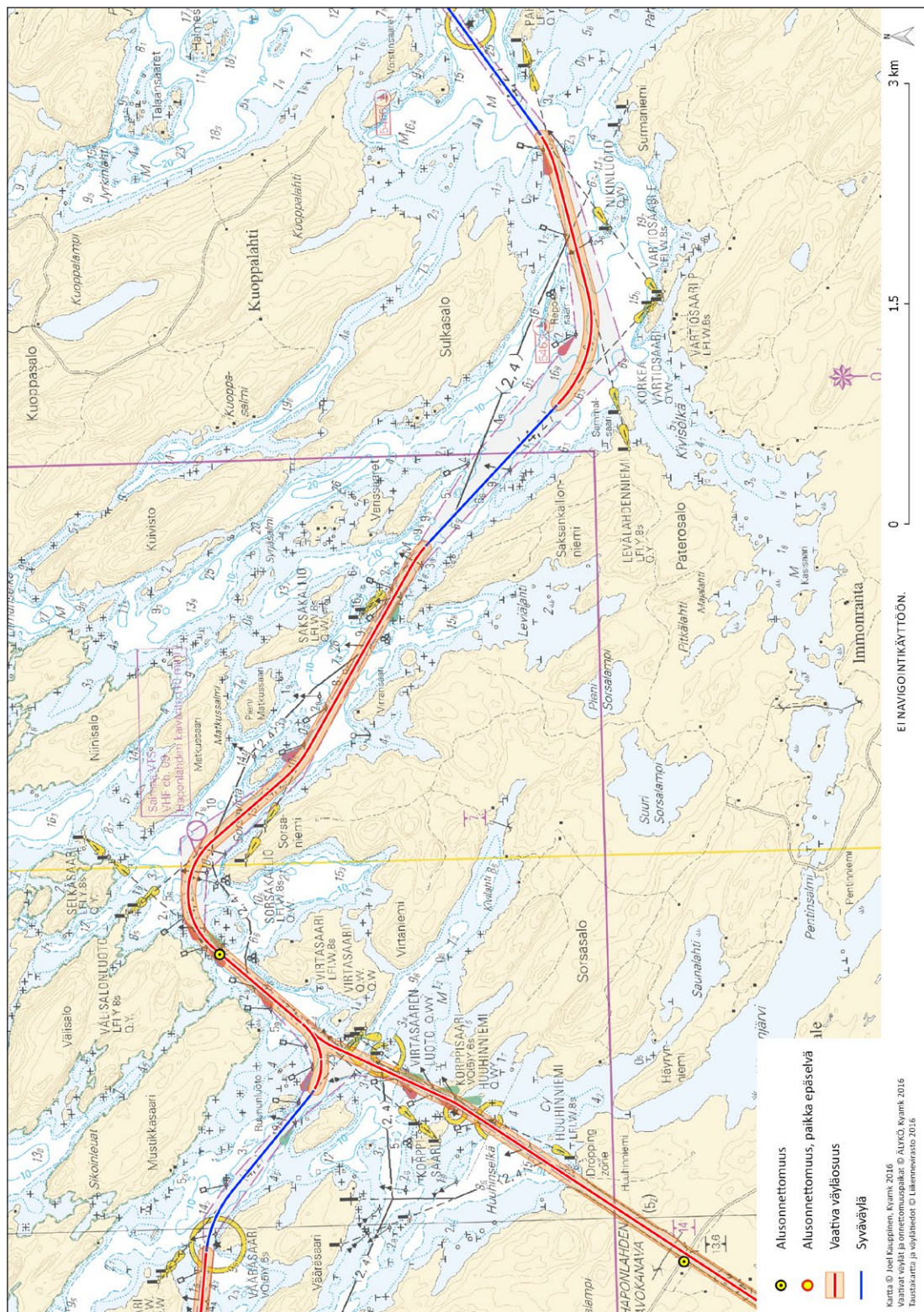
LIITE 2. Hietasaari



LIITE 2. Haponlahden kanava



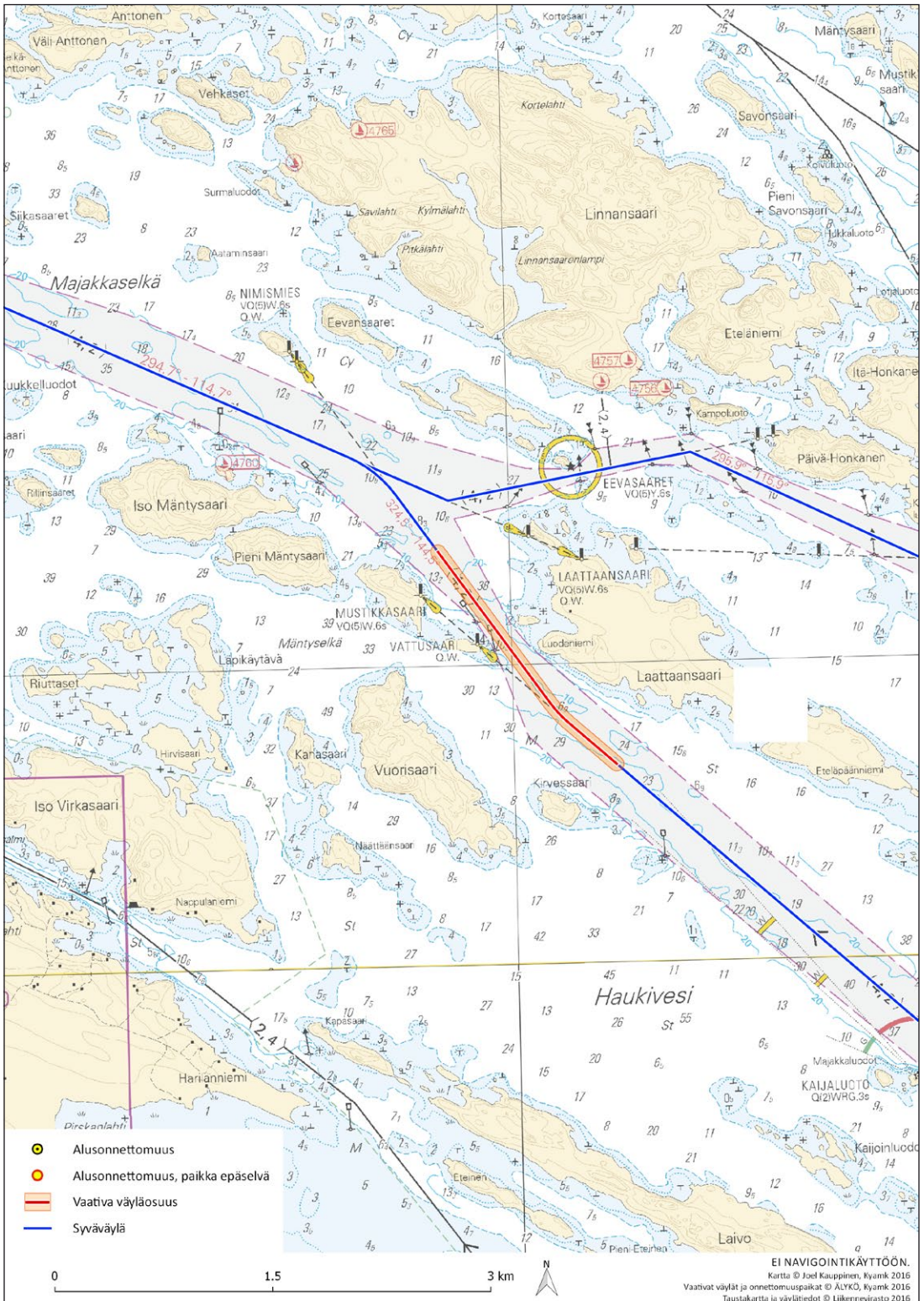
LIITE 2. Haponlahti-Sorsavirta



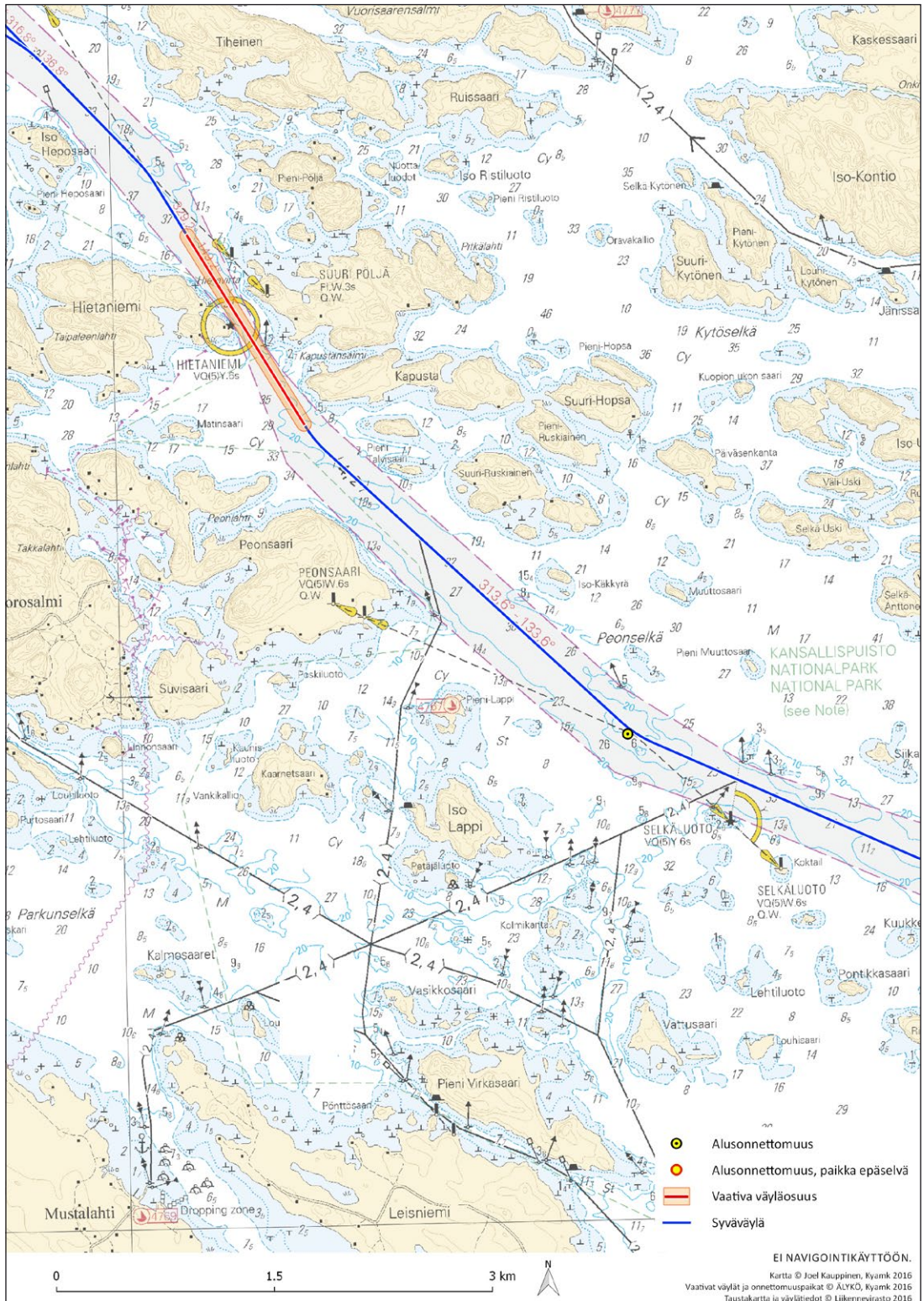
- Alusonnottomuus
- Alusonnottomuus, paikka epäselvä
- Vaatava väyläosuus
- Syväväylä

Kartta © GeoKuvasto, Kuusink 2016
 Väestöt ja väyläsuunnitelmat © AUKO Kojima 2016
 Taustakartta ja väyläliittimet © Liikennevirasto 2016

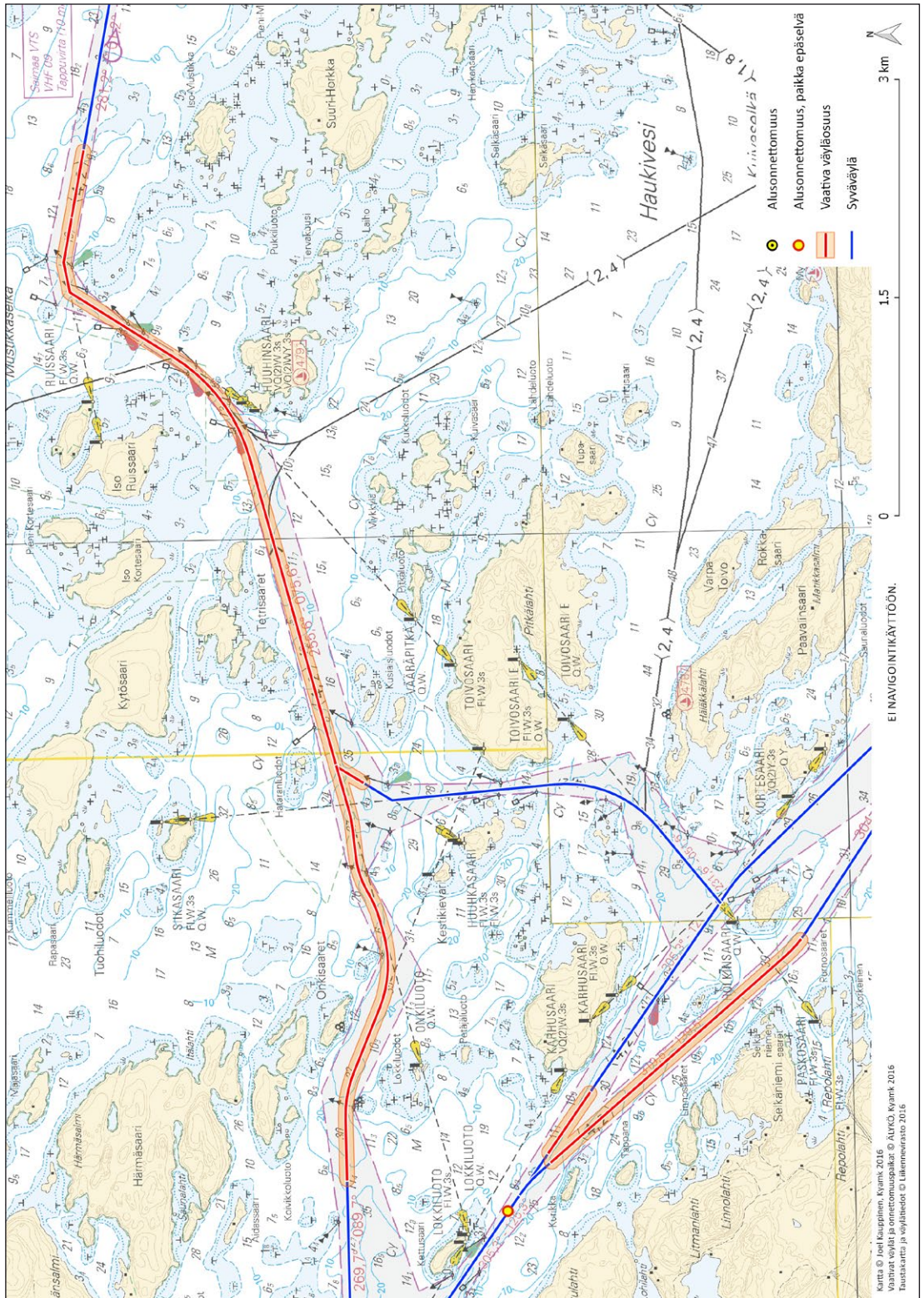
LIITE 2. Luodenieniemi



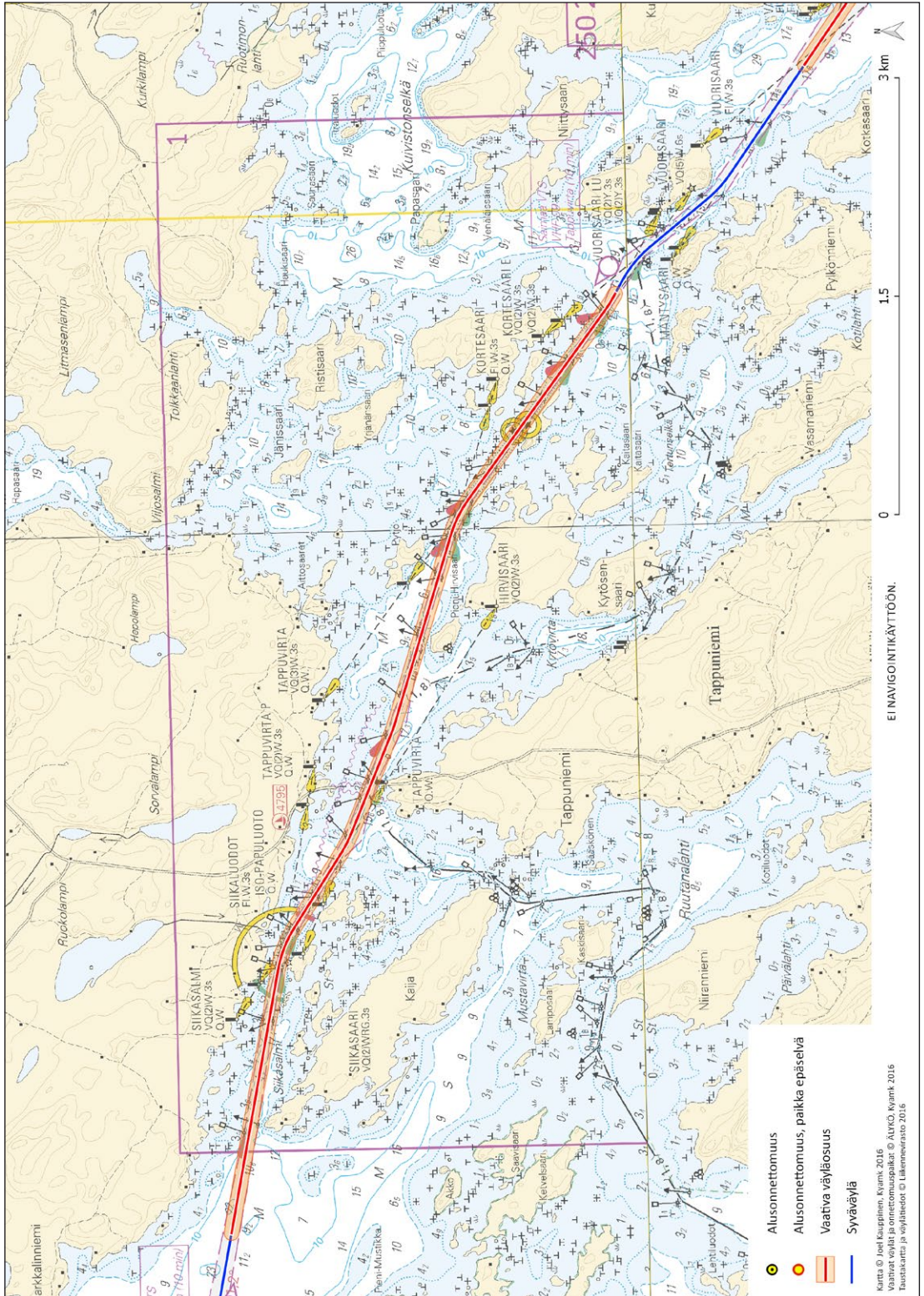
LIITE 2. Hietavirta



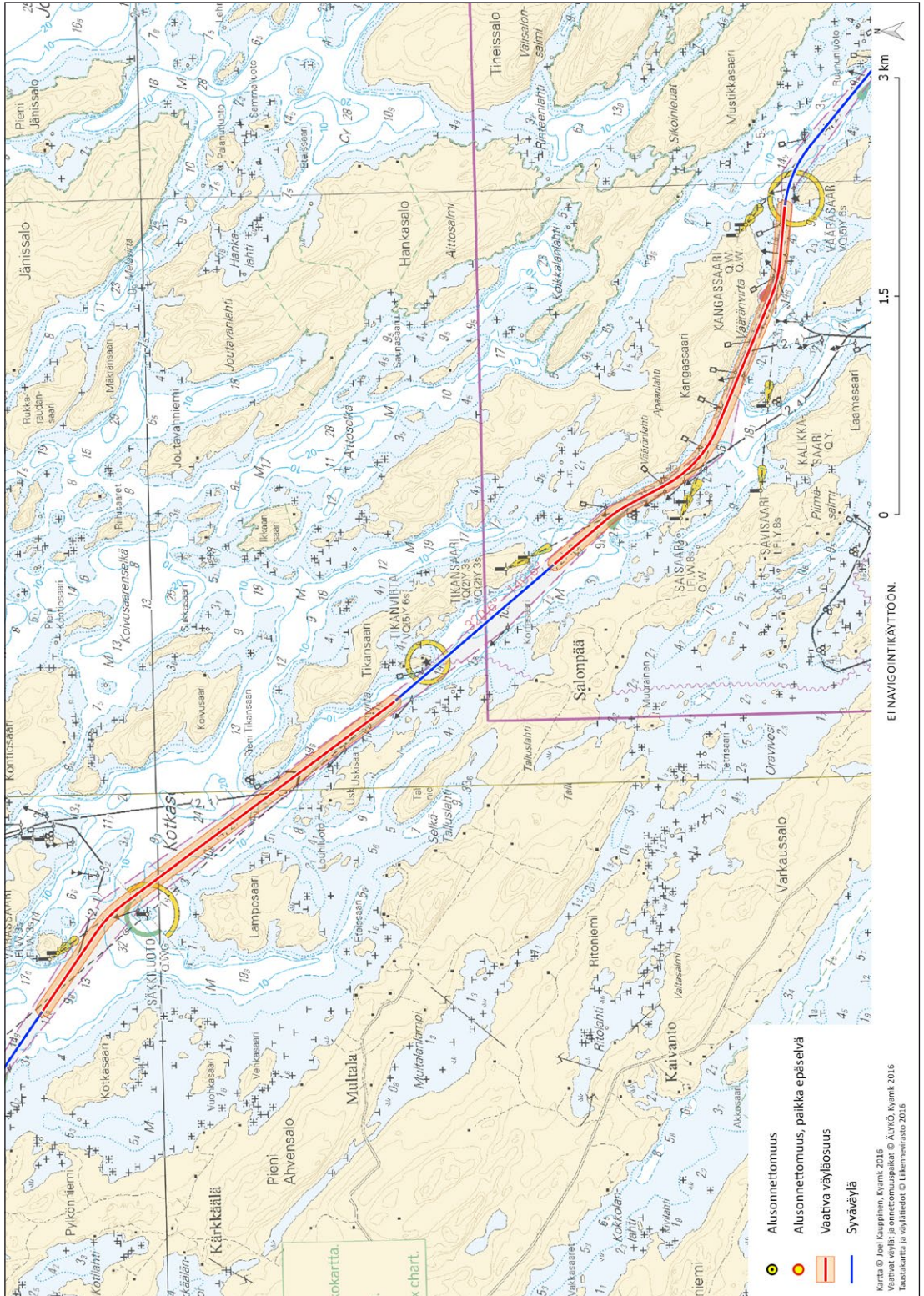
LIITE 2. Tappuvirta I



LIITE 2. Tappuvirta 2

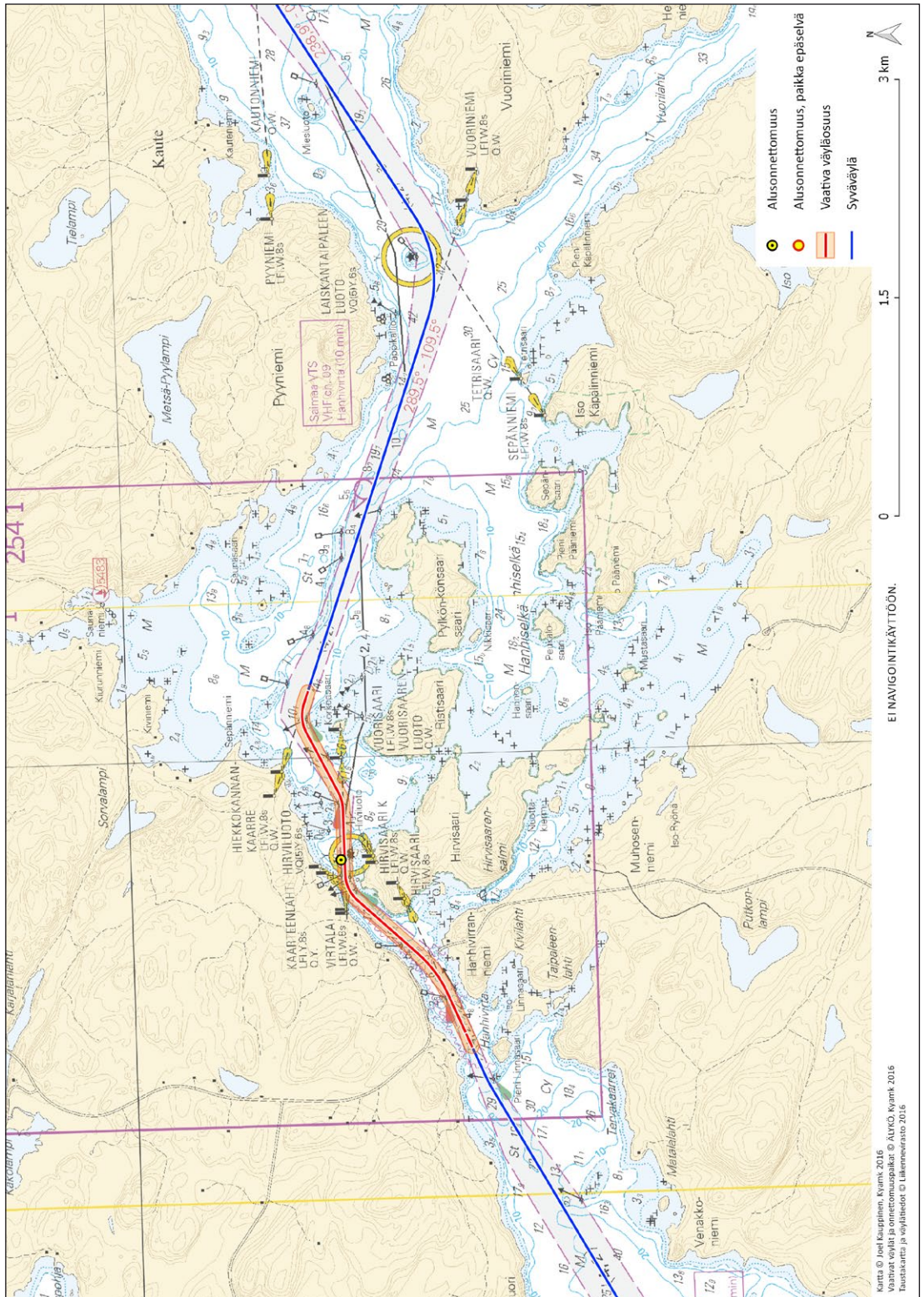


LIITE 2. Tappuvirta 3

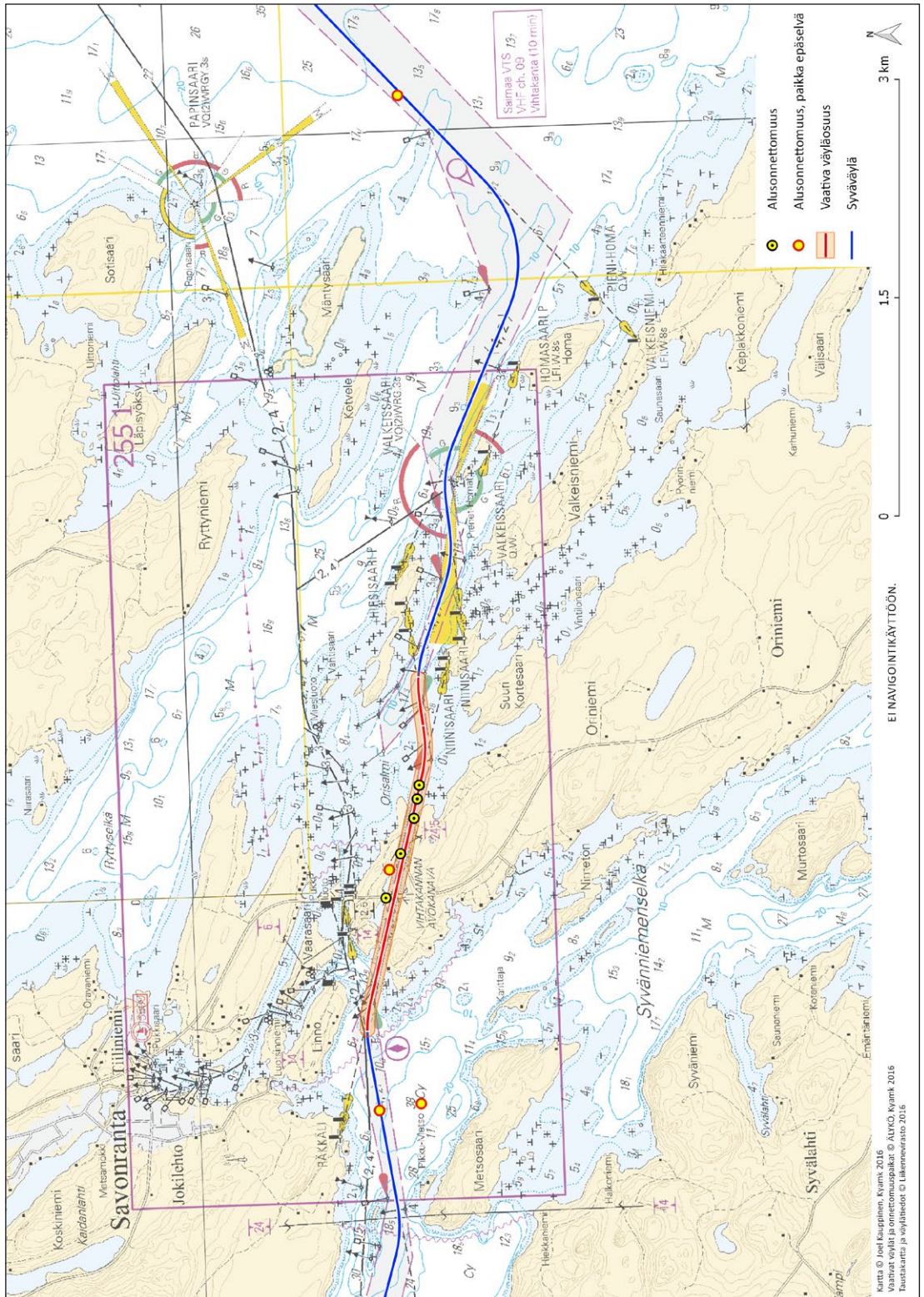


Kartta © Joulukartatieto, Suomeksi 2016
 Väestötietokeskus ja onnettomuuspaikat © AUKO Kojanik 2016
 Taustakartta ja väyläliedit © Liikennevirasto 2016

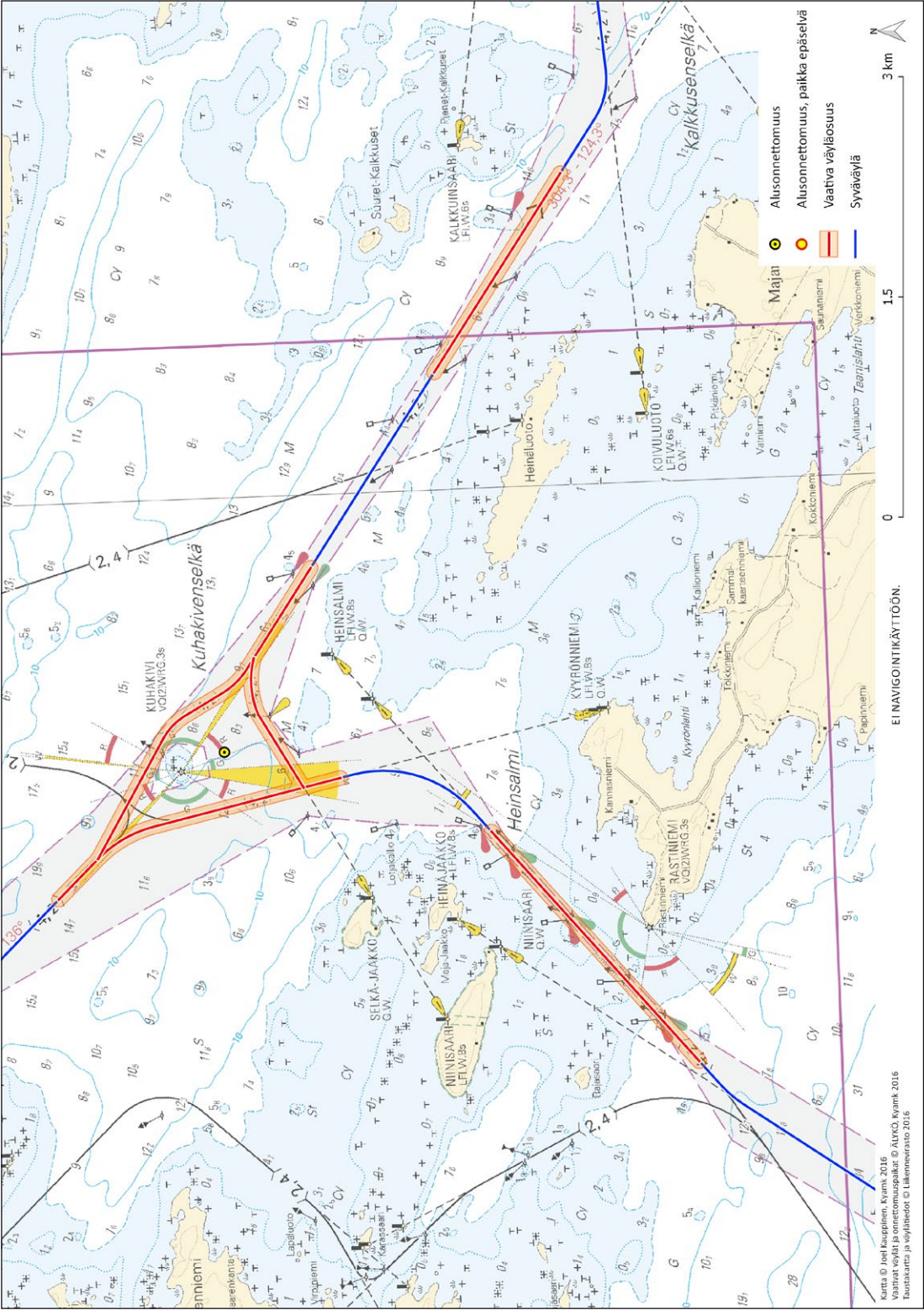
LIITE 2. Hanhivirta



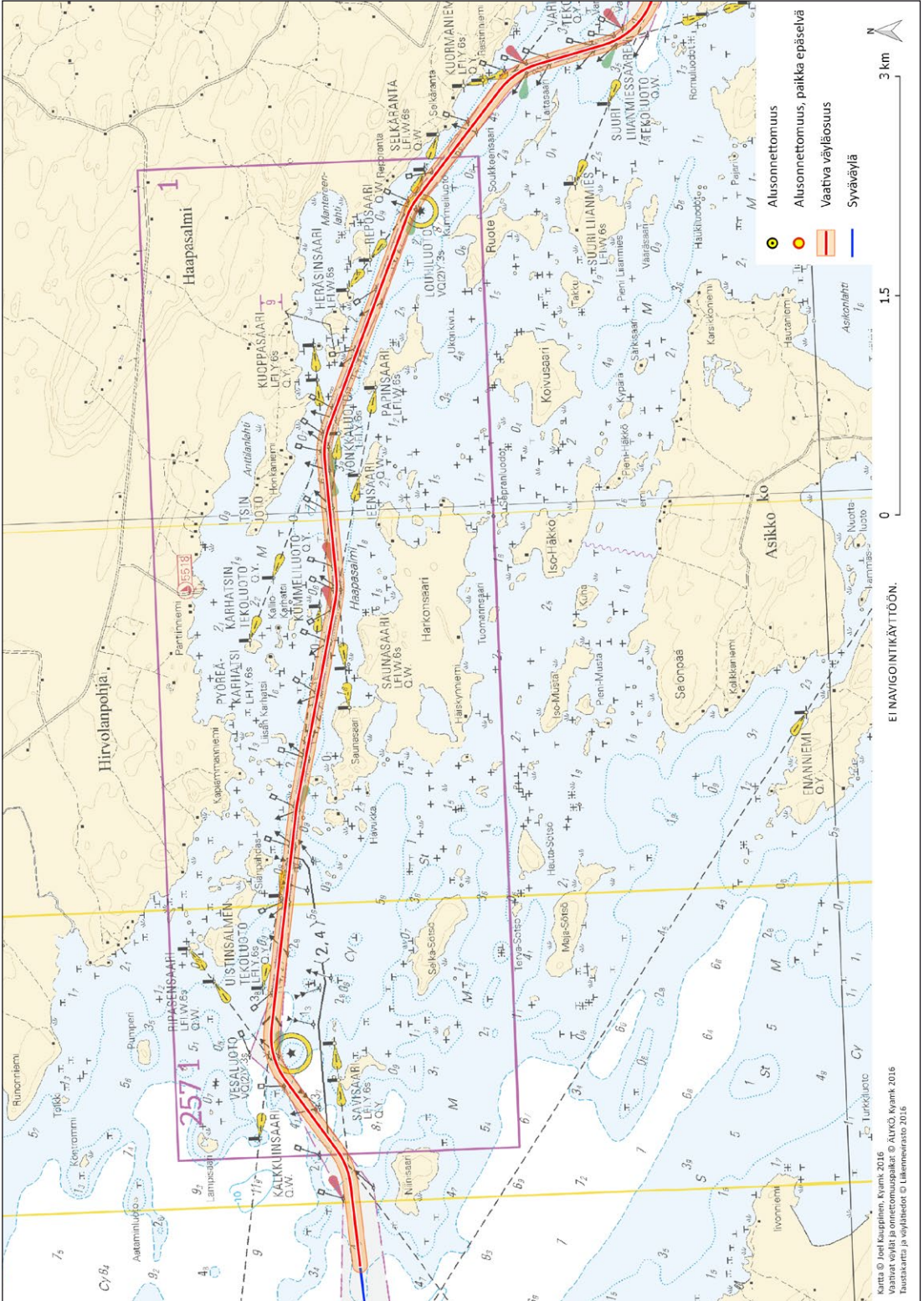
LIITE 2. Vihtakanta



LIITE 2. Kuhakivi

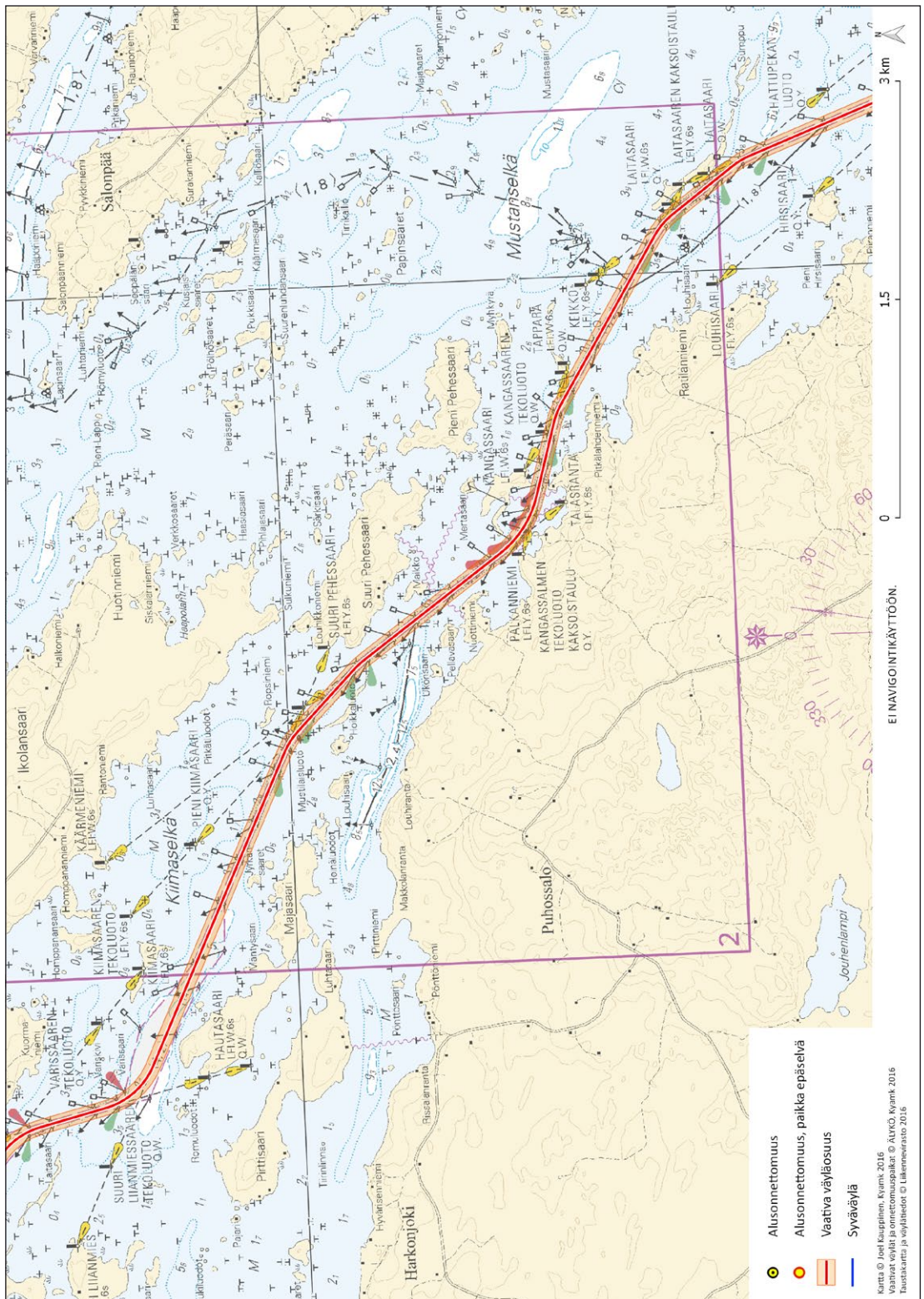




LIITE 2. Haapasalmi



Kartta © Isole Karppiinen, Kuusink 2016
Väestön väylät ja onnettomuuspaikat © AUYKÖ Kuusink 2016
Taustakartta ja väyläohje © Liikennevirasto 2016

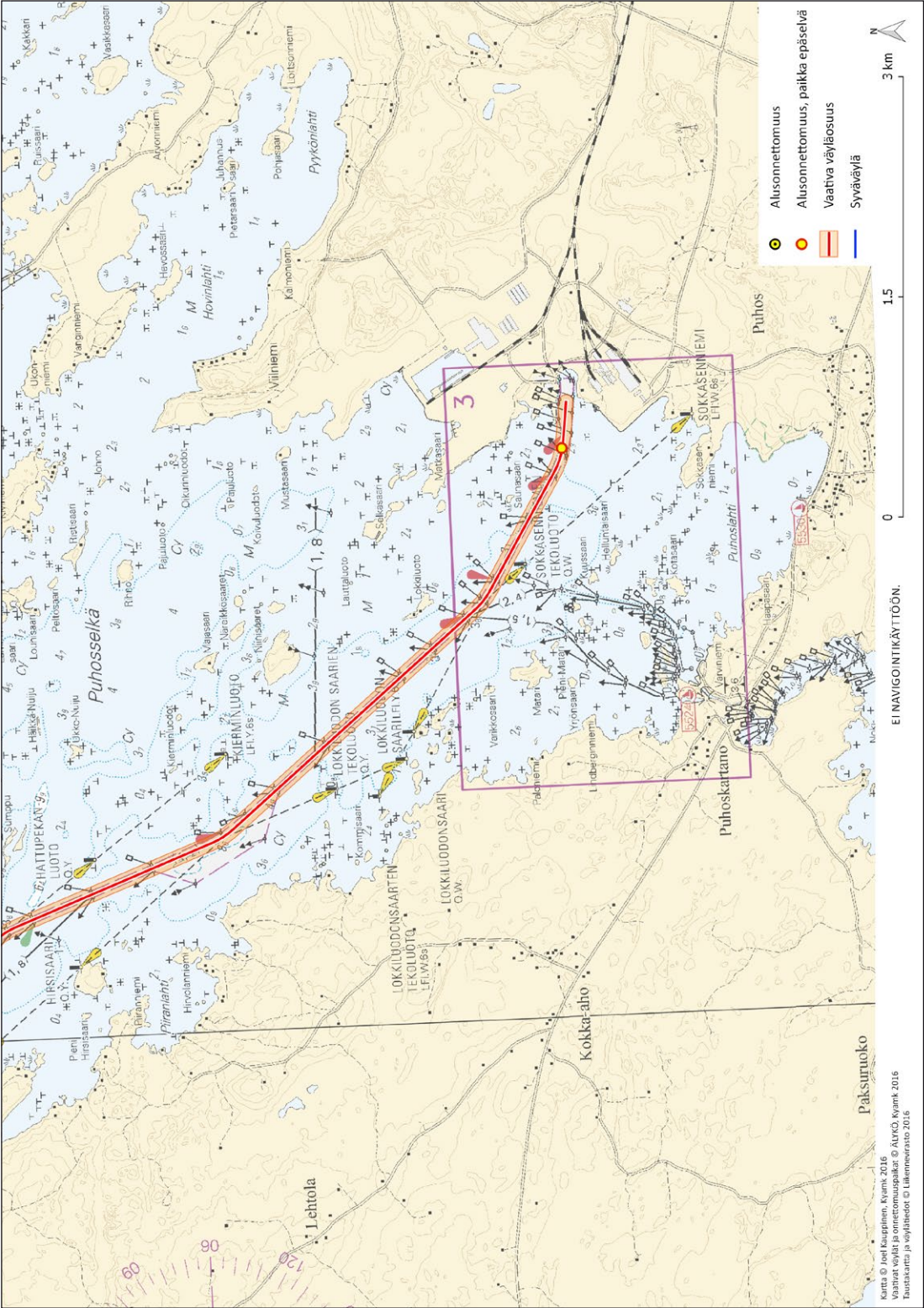
LIITE 2. Puhoksen väylä I



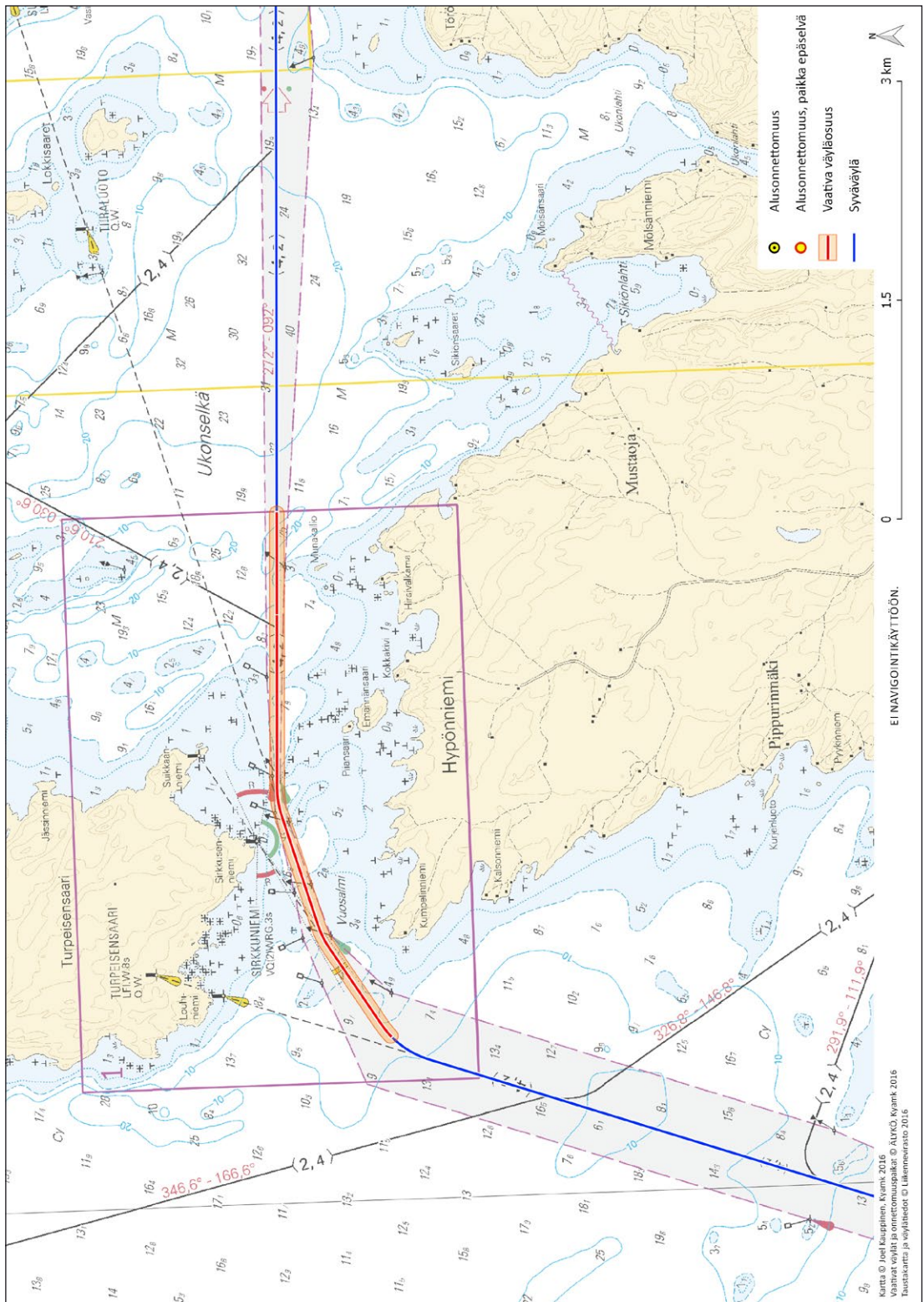
-  Alusonnettomuus
-  Alusonnettomuus, paikka epäselvä
-  Vaatava väyläosuus
-  Syväväylä

Kartta © Jool Karttaseura, Suomi 2016
 Väyläkartta © Jool Karttaseura, Suomi 2016
 Väyläkartta © Jool Karttaseura, Suomi 2016
 Väyläkartta © Jool Karttaseura, Suomi 2016

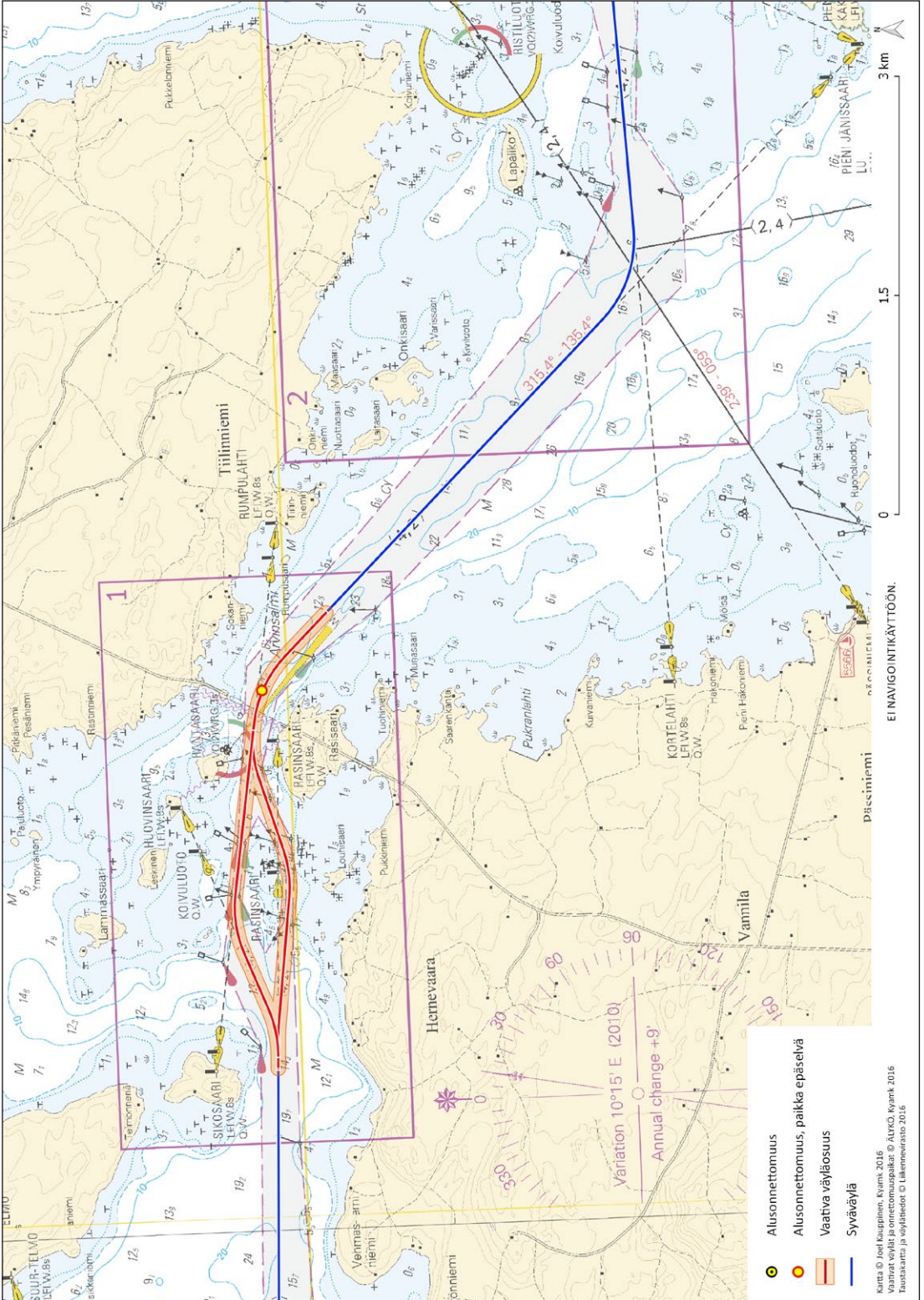
LIITE 2. Puhoksen väylä 2



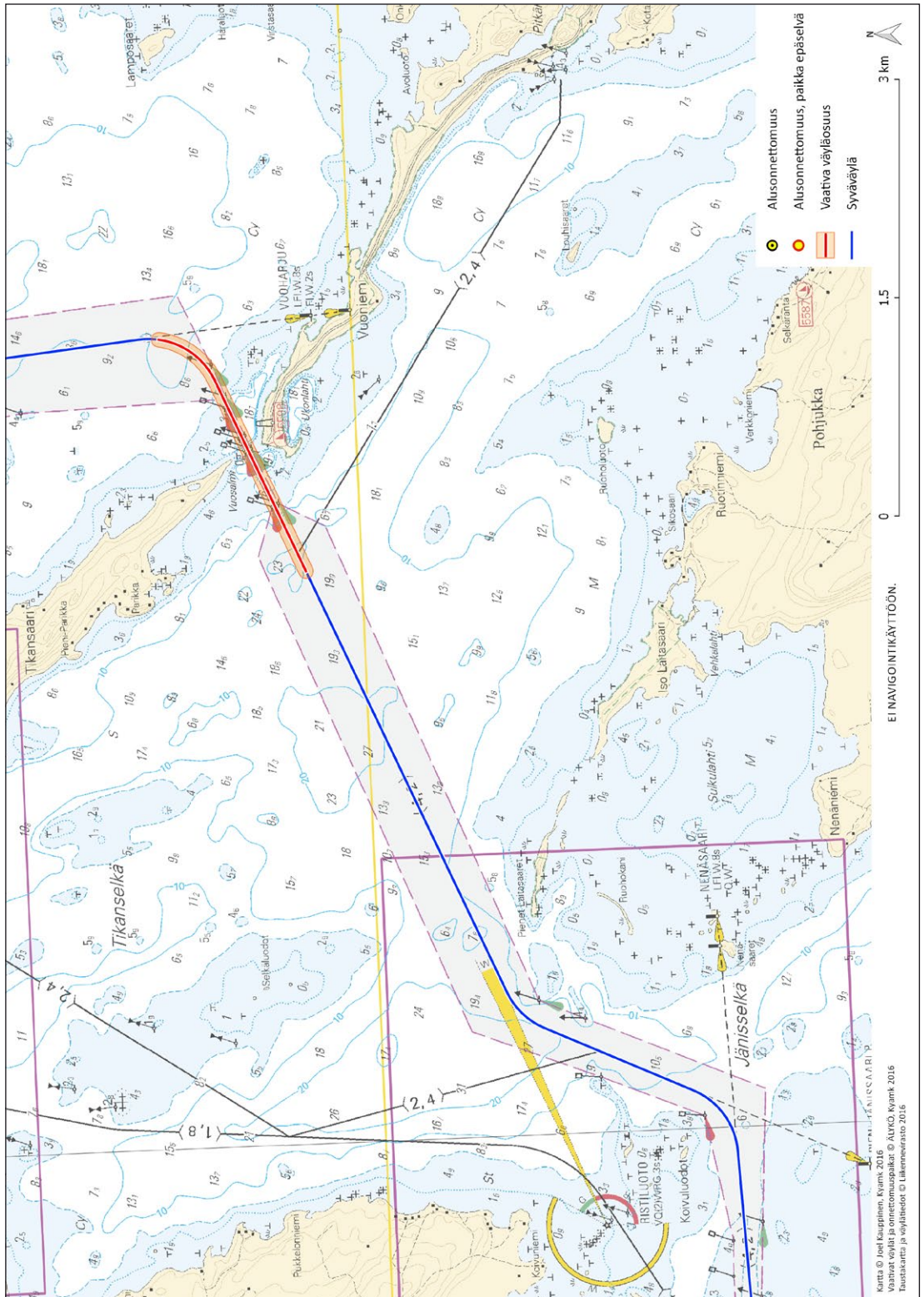
LIITE 2. Vuosalmi-Ukonselkä



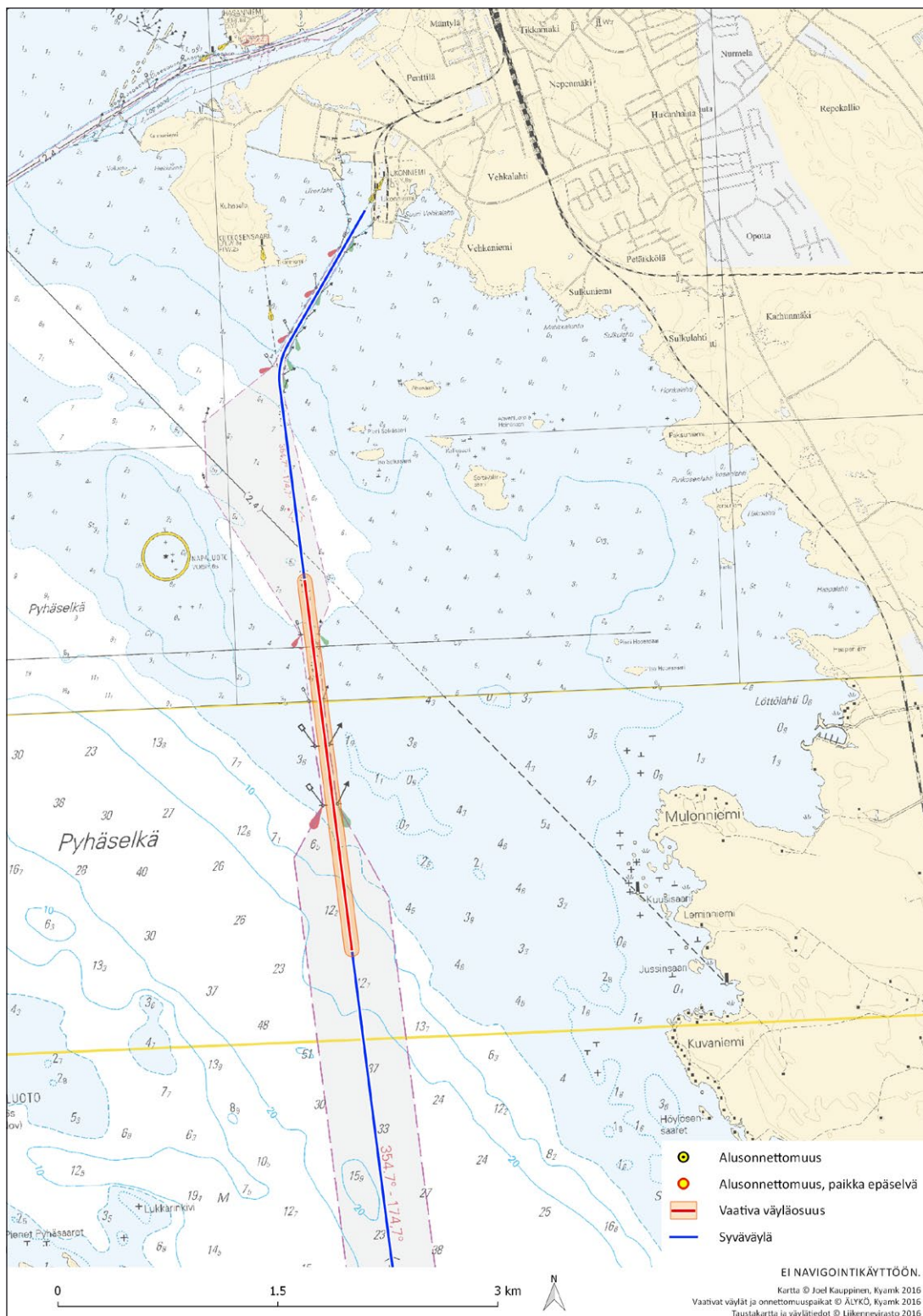
LIITE 2. Arvinsalmi



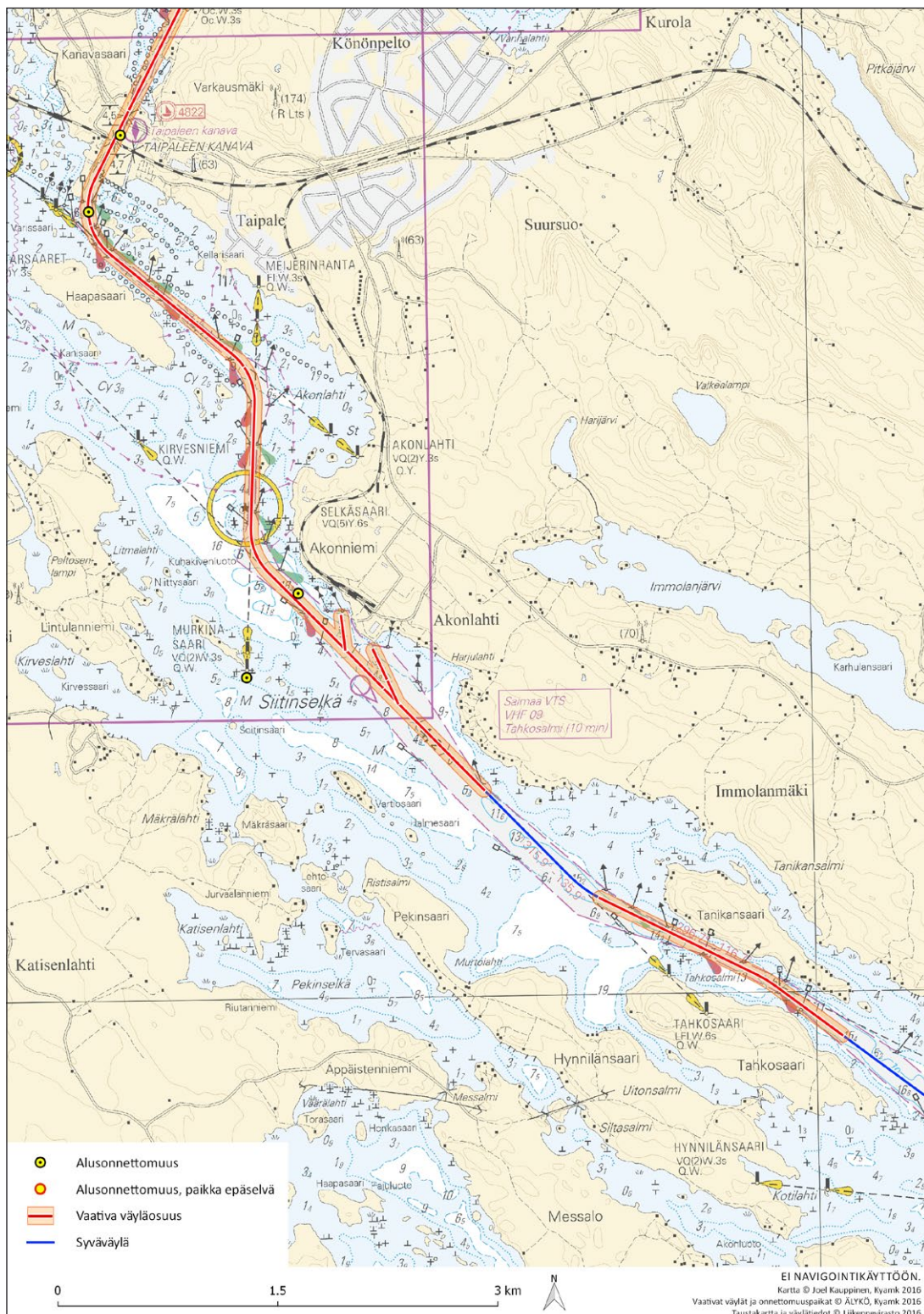
LIITE 2. Vuosalmi-Vuoharju



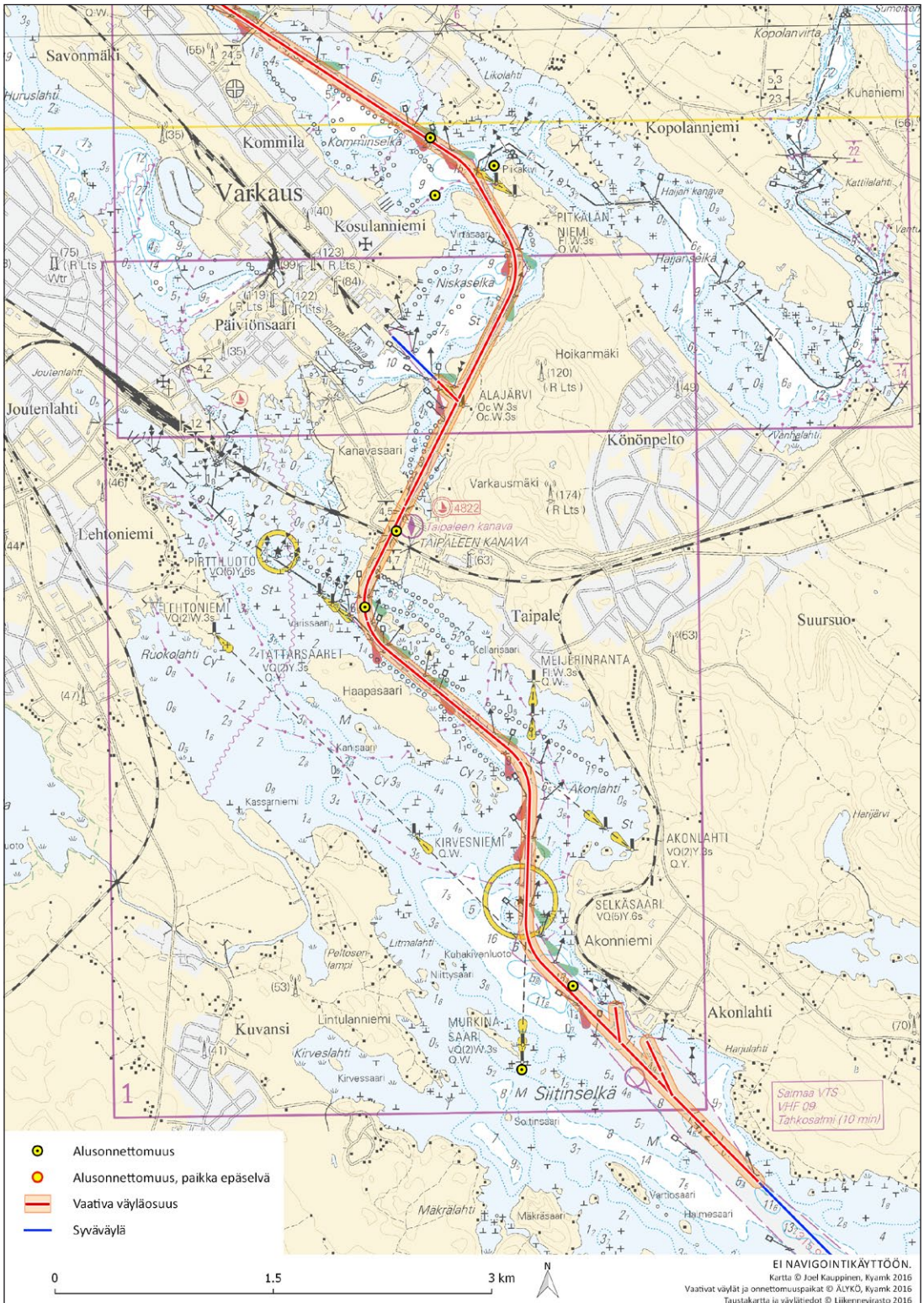
LIITE 2. Joensuu, Pyhäselkä



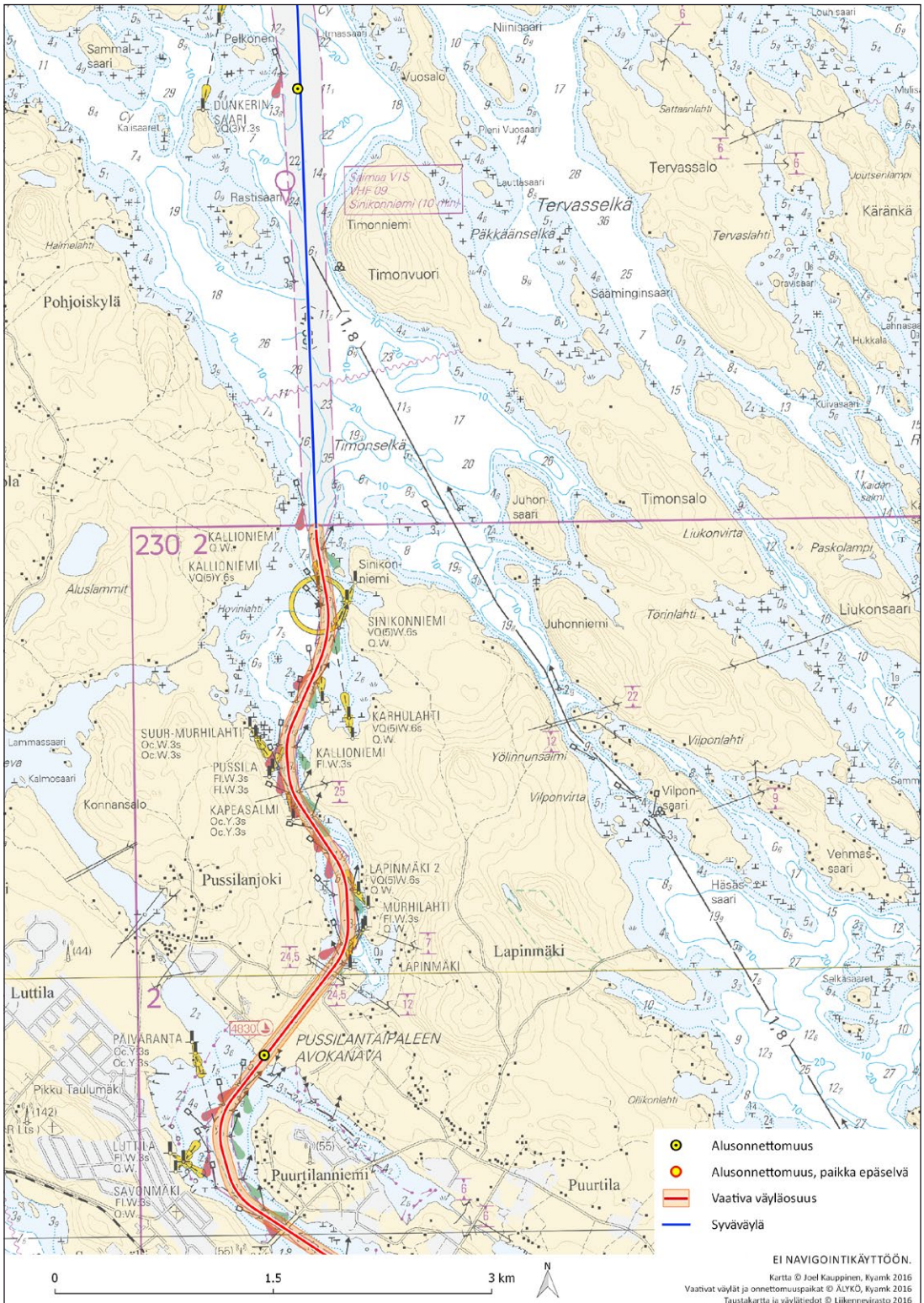
LIITE 2. Tahkosalmi



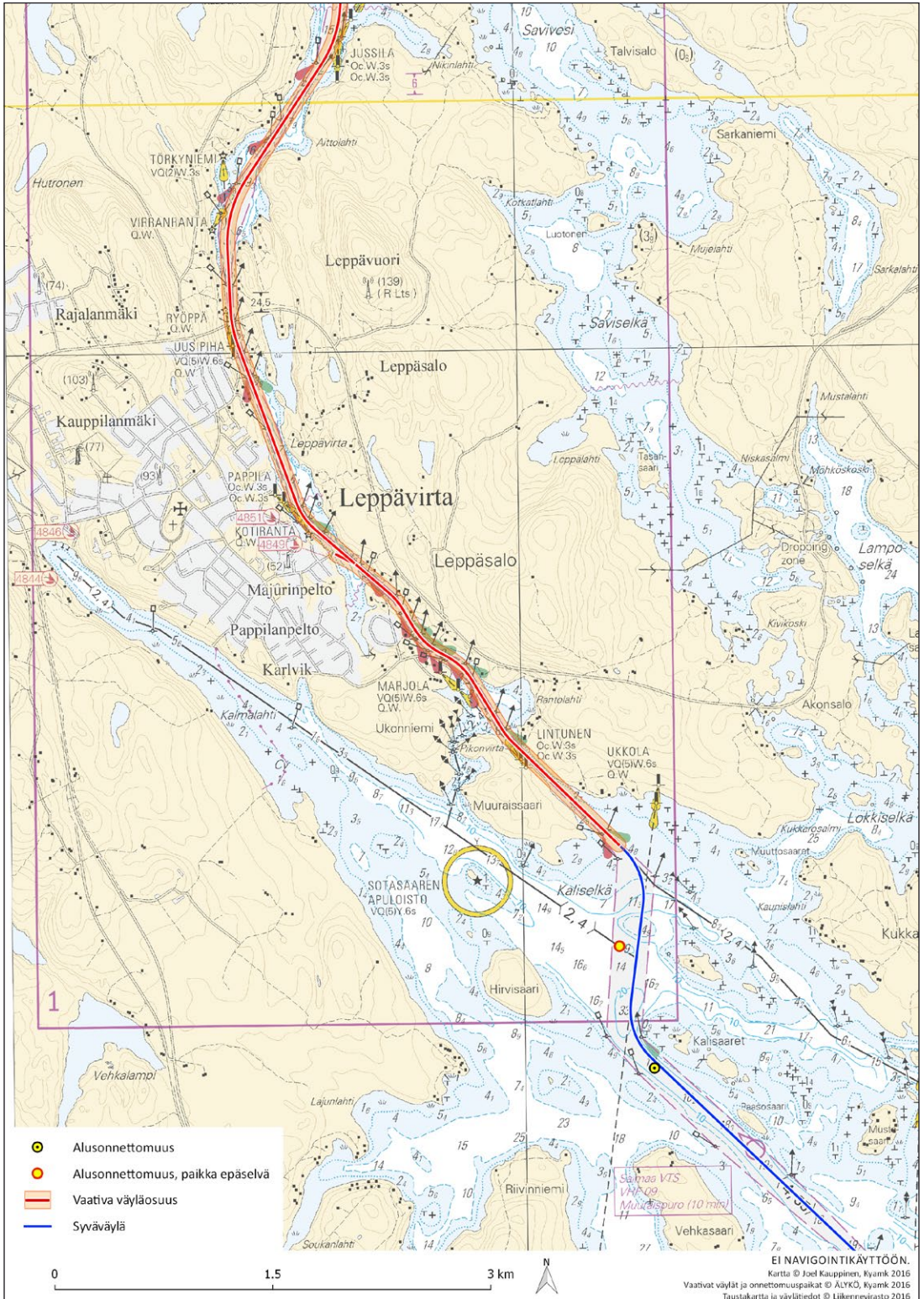
LIITE 2. Taipaleen kanava



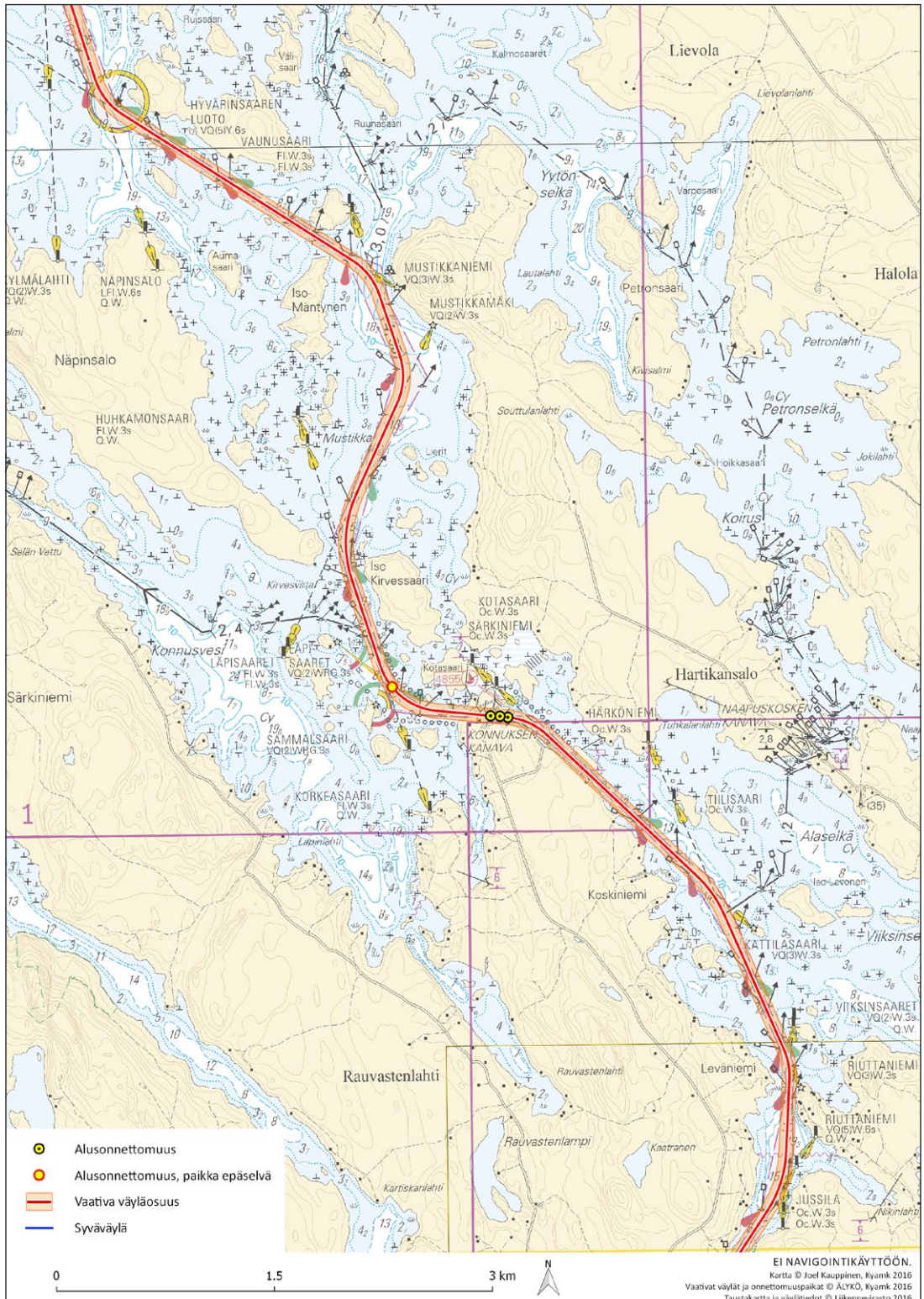
LIITE 2. Pussilantaipaleen kanava



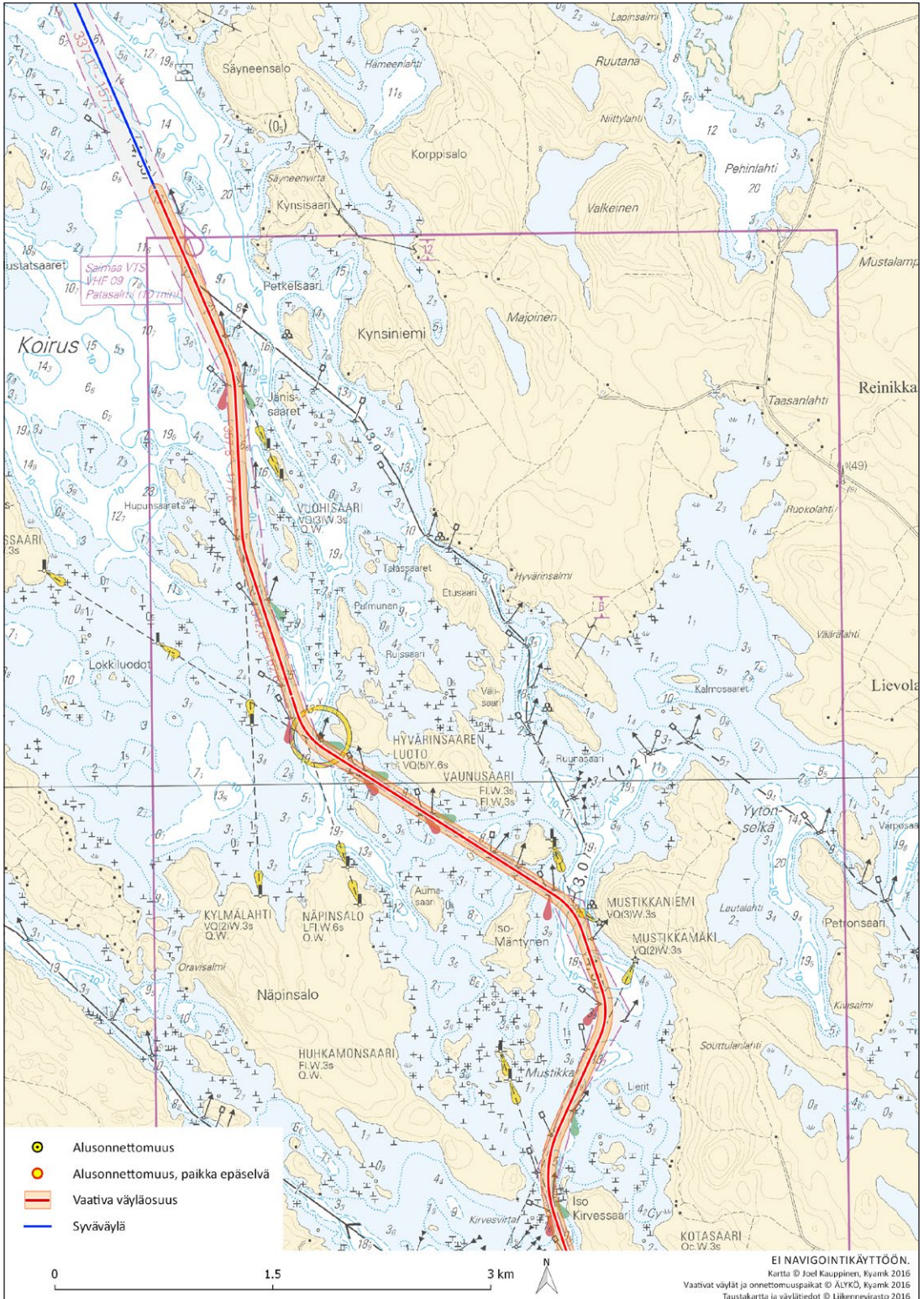
LIITE 2. Leppävirta



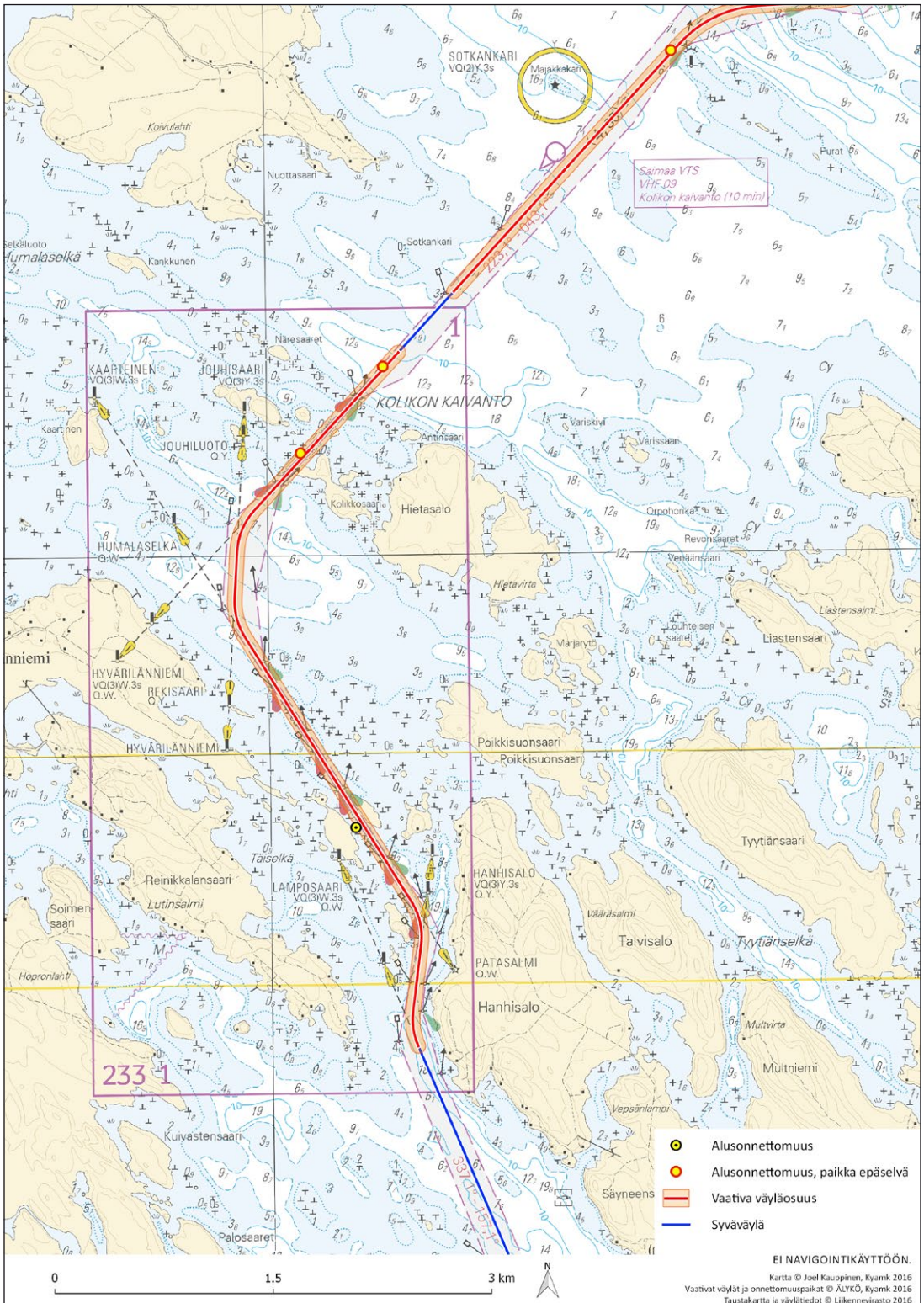
LIITE 2. Konnuksen kanava



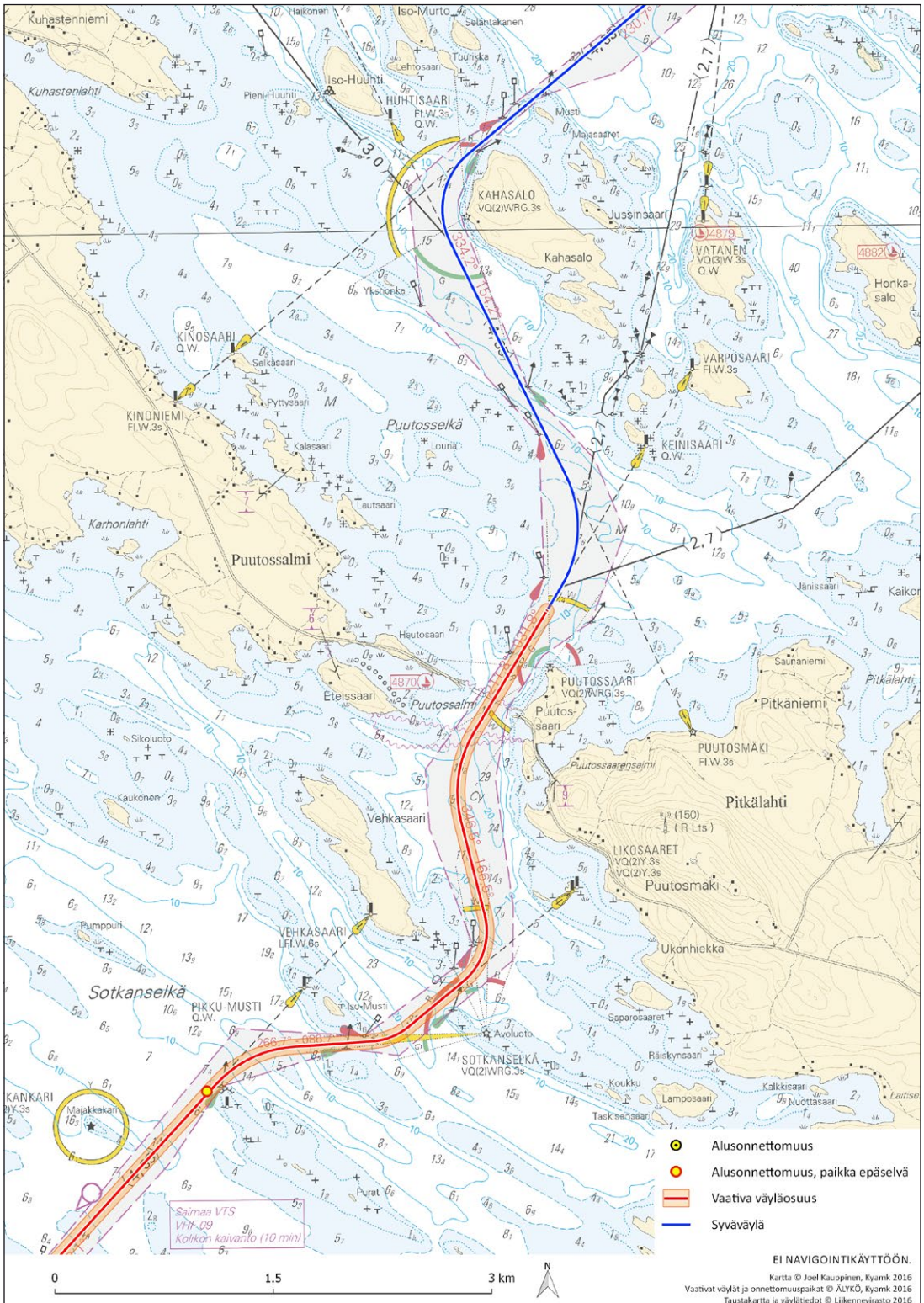
LIITE 2. Mustikkaniemi



LIITE 2. Kolikon kaivanto



LIITE 2. Puutossalmi



EI NAVIGOINTIKÄYTTÖÖN.

Kartta © Joel Kauppinen, Kymä 2016

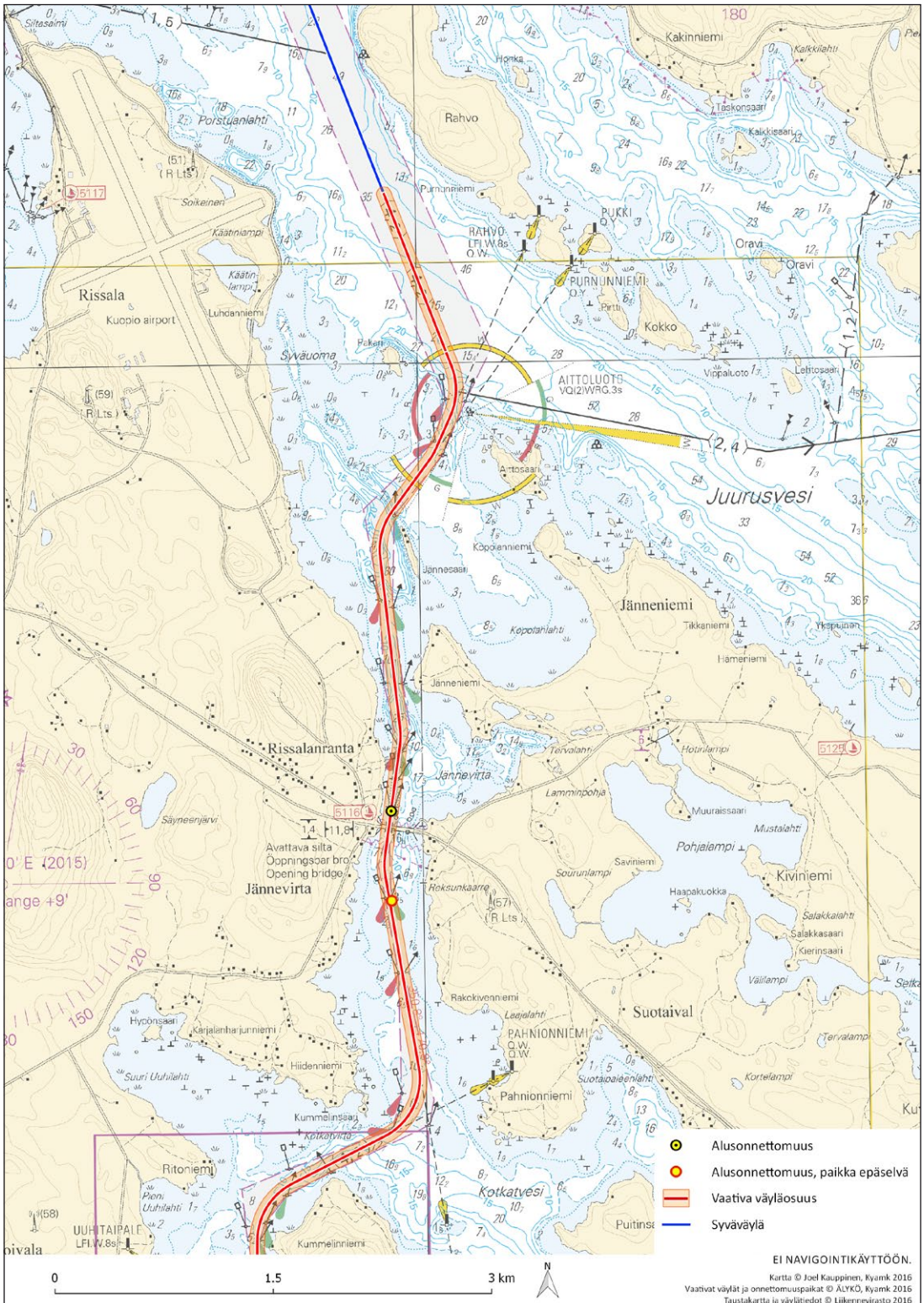
Vaahvat väylät ja onnettomuuspaikat © ÄLYKÖ, Kymä 2016

Taustakartta ja väylätiedot © Liikennevirasto 2016

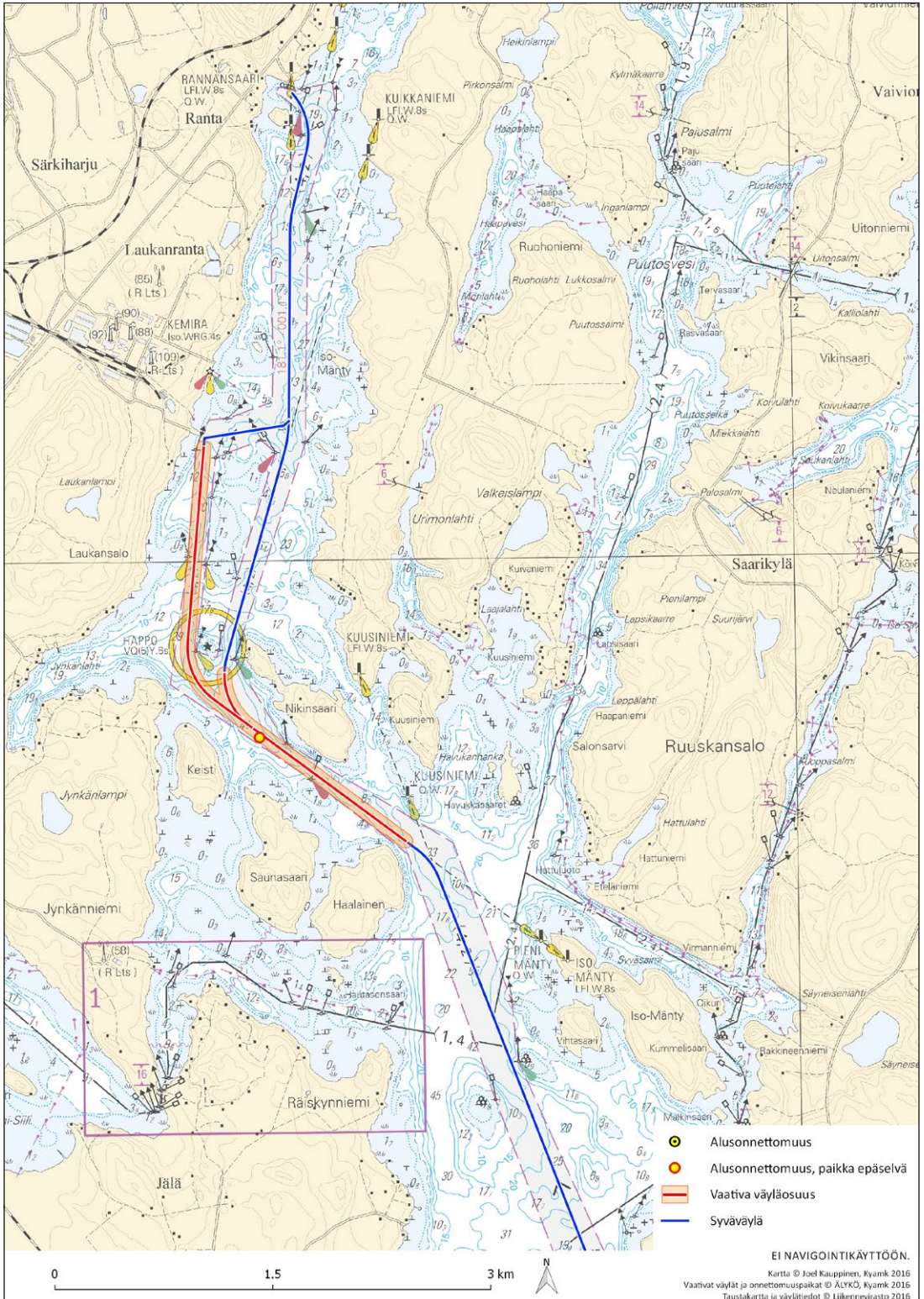
LIITE 2. Korttesalmi-Kotkatvirta



LIITE 2. Jännevirta



LIITE 2. Siilinjärvi



KYMENLAAKSON AMMATTIKORKEAKOULUN JULKAISUSARJASSA B. ILMESTYNEET JULKAISUT

B-SARJA Tutkimuksia ja raportteja

- B 1 Markku Huhtinen & al.:
Laivadieselien päästöjen vähentäminen olemassa olevissa laivoissa [1997].
- B 2 Ulla Pietilä, Markku Puustelli:
An Empiral Study on Chinese Finnish Buying Behaviour of International Brands [1997].
- B 3 Markku Huhtinen & al.:
Merenkulkualan ympäristönsuojelun koulutustarve Suomessa [1997].
- B 4 Tuulia Paane-Tiainen:
Kohti oppijakeskeisyyttä. Oppijan ja opettajan välisen ohjaavan toiminnan hahmottamista [1997].
- B 5 Markku Huhtinen & al.:
Laivadieselien päästöjä vähentävien puhdistuslaitteiden tuotteistaminen [1998].
- B 6 Ari Siekkinen:
Kotkan alueen kasvihuonepäästöt [1998]. Myynti: Kotkan Energia.
- B 7 Risto Korhonen, Mika Määttänen:
Veturidieseleiden ominaispäästöjen selvittäminen [1999].

- B 8 Johanna Hasu, Juhani Turtiainen:
Terveysalan karusellikoulutusten toteutuksen ja vaikuttavuuden arviointi [1999].
- B 9 Hilikka Dufva, Mervi Luhtanen, Johanna Hasu:
Kymenlaakson väestön hyvinvoinnin tila, selvitys Kymenlaakson väestön hyvinvointiin liittyvistä tekijöistä [2001].
- B 10 Timo Esko, Sami Uoti:
Tutkimussopimusopas [2002].
- B 11 Arjaterthu Hintsala:
Mies sosiaali- ja terveydenhuollon ammattilaisena – minunko ammattini? [2002].
- B 12 Päivi Mäenpää, Toini Nurminen:
Ohjatun harjoittelun oppimisympäristöt ammatillisen kehittymisen edistäjinä – ARVI-projekti 1999-2002 [2003], 2 p. [2005] .
- B 13 Frank Hering:
Ehdotus Kymenlaakson ammattikorkeakoulun kestävän kehityksen ohjelmaksi [2003].
- B 14 Hilikka Dufva, Raija Liukkonen
Sosiaali- ja terveysalan yrittäjyys Kaakkois-Suomessa. Selvitys Kaakkois-Suomen sosiaali- ja terveysalan palveluyrittäjyyden nykytilasta ja tulevaisuuden näkymistä [2003].
- B 15 Eija Anttalainen:
Ykköskuski: kuljettajien koulutustarveselvitys [2003].
- B 16 Jyrki Ahola, Tero Keva:
Kymenlaakson hyvinvointistrategia 2003 –2010 [2003], 2 p. [2003].
- B 17 Ulla Pietilä, Markku Puustelli:
Paradise in Bahrain [2003].
- B 18 Elina Petro:
Straightway 1996—2003. Kansainvälinen transitoreitin markkinointi [2003].
- B 19 Anne Kainlauri, Marita Melkko:
Kymenlaakson maaseudun hyvinvointipalvelut - näkökulmia maaseudun arkeen sekä mahdollisuuksia ja malleja hyvinvointipalvelujen kehittämiseen [2005].
- B 20 Anja Härkönen, Tuomo Paakkonen, Tuija Suikkanen-Malin, Pasi Tulkki:
Yrittäjyyskasvatus sosiaalialalla [2005]. 2. p. [2006]
- B 21 Kai Koski (toim.):
Kannattava yritys ei menetä parhaita asiakkaitaan. PK-yritysten liiketoiminnan kehittäminen osana perusopetusta [2005]

- B 22 Paula Posio, Teemu Saarelainen:
Käytettävyyden huomioon ottaminen Kaakkois-Suomen ICT-yritysten tuotekehityksessä [2005]
- B 23 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Elina Kantola, Eeva Suuronen:
Keski-ikäisten naisten sepelvaltimotaudin riskitekijät, elämäntavat ja ohjaus sairaalassa [2006]
- B 24 Johanna Erkamo & al.:
Oppimisen iloa, verkostojen solmimista ja toimivia toteutuksia yrittäjämäisessä oppimisympäristössä [2006]
- B 25 Johanna Erkamo & al.:
Luovat sattumat ja avoin yhteistyö ikäihmisten iloksi [2006]
- B 26 Hanna Liikanen, Annukka Niemi:
Kotihoidon liikkuvaa tietojenkäsittelyä kehittämässä [2006]
- B 27 Päivi Mäenpää
Kaakkois-Suomen ensihoidon kehittämisstrategia vuoteen 2010 [2006]
- B 28 Anneli Airola, Arja-Tuulikki Wilén (toim.):
Hyvinvointialan tutkimus- ja kehittämistoiminta Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa [2006]
- B 29 Arja-Tuulikki Wilén:
Sosiaalipäivystys – kehittämishankkeen prosessievaluatio [2006].
- B 30 Arja Sinkko (toim.):
Kestävä kehitys Suomen ammattikorkeakouluissa – SUDENET-verkostohanke [2007].
- B 31 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Mirja Nurmi, Leena Wäre (toim.):
Kymenlaakson ammattikorkeakoulu Etelä-Suomen Alkoholiohjelman kuntakumppanuudessa [2007].
- B 32 Erkki Hämäläinen & Mari Simonen:
Siperian radan tariffikorotusten vaikutus konttiliikenteeseen 2006 [2007].
- B 33 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen & Mirja Nurmi:
Tulevaisuuteen suuntaava tutkiva ja kehittävä oppiminen avoimissa ammattikorkeakoulun oppimisympäristöissä [2007].
- B 34 Erkki Hämäläinen & Eugene Korovyakovsky:
Survey of the Logistic Factors in the TSR-Railway Operation - "What TSR-Station Masters Think about the Trans-Siberian?" [2007].
- B 35 Arja Sinkko:
Kymenlaakson hyvinvoinnin tutkimus- ja kehittämiskeskus (HYTKES) 2000-2007.Vaikuttavuuden arviointi [2007].

- B 36 Erkki Hämäläinen & Eugene Korovyakovsky:
Logistics Centres in St Petersburg, Russia: Current status and prospects [2007].
- B 37 Hilikka Dufva & Anneli Airola (toim.):
Kymenlaakson hyvinvointistrategia 2007 - 2015 [2007].
- B 38 Anja Härkönen:
Turvallista elämää Pohjois-Kymenlaaksossa? Raportti Kouvolan seudun asukkaiden kokemasta turvallisuudesta [2007].
- B 39 Heidi Nousiainen:
Stuuva-tietokanta satamien työturvallisuustyön työkaluna [2007].
- B 40 Tuula Kivilaakso:
Kymenlaaksolainen veneenveistoperinne: venemestareita ja mestarillisia veneitä [2007].
- B 41 Elena Timukhina, Erkki Hämäläinen, Soma Biswas-Kauppinen:
Logistic Centres in Yekaterinburg: Transport - logistics infrastructure of Ural Region [2007].
- B 42 Heidi Kokkonen:
Kouvola muuttajan silmin. Perheiden asuinpaikan valintaan vaikuttavia tekijöitä [2007].
- B 43 Jouni Laine, Suvi-Tuuli Lappalainen, Pia Paukku:
Kaakkois-Suomen satamasidonnaisten yritysten koulutustarveselvitys [2007].
- B 44 Alexey V. Rezer & Erkki Hämäläinen:
Logistic Centres in Moscow: Transport, operators and logistics infrastructure in the Moscow Region [2007].
- B 45 Arja-Tuulikki Wilén:
Hyvä vanhusten hoidon tulevaisuus. Raportti tutkimuksesta Kotkansaaren sairaalassa 2007 [2007].
- B 46 Harri Ala-Uotila, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Ari Lindeman, Pasi Tulkki (toim.):
Oppimisympäristöistä innovaatioiden ekosysteemiin [2007].
- B 47 Elena Timukhina, Erkki Hämäläinen, Soma Biswas-Kauppinen:
Railway Shunting Yard Services in a Dry-Port. Analysis of the railway shunting yards in Sverdlovsk-Russia and Kouvola-Finland [2008].
- B 48 Arja-Tuulikki Wilén:
Kymenlaakson muisti- ja dementiaverkosto. Hankkeen arviointiraportti [2008].
- B 49 Hilikka Dufva, Anneli Airola (toim.):
Puukuidun uudet mahdollisuudet terveyden- ja sairaanhoidossa. TerveysSellu-hanke. [2008].
- B 50 Samu Urpalainen:
3D-voimalaitossimulaattori. Hankkeen loppuraportti. [2008].

- B 51 Harri Ala-Uotila, Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen, Ari Lindeman (toim.):
Yrittäjämäisen toiminnan oppiminen Kymenlaaksossa [2008].
- B 52 Peter Zashev, Peeter Vahtra:
Opportunities and strategies for Finnish companies in the Saint Petersburg and Leningrad region automobile cluster [2009].
- B 53 Jari Handelberg, Juhani Talvela:
Logistiikka-alan pk-yritykset versus globaalit suuroperaattorit [2009].
- B 54 Jorma Rytönen, Tommy Ulmanen:
Katsaus intermodaalikuljetusten käsitteisiin [2009].
- B 55 Eeva-Liisa Frilander-Paavilainen:
Lasten ja nuorten terveys- ja tapakäyttäytyminen Etelä-Kymenlaakson kunnissa [2009].
- B 56 Kirsi Rouhiainen:
Viisasten kiveä etsimässä: miksi tradenomiopiskelija jättää opintonsa kesken? Opintojen keskeyttämisen syiden selvitys Kymenlaakson ammattikorkeakoulun liiketalouden osaamisalalla vuonna 2008 [2010].
- B 57 Lauri Korppas - Esa Rika - Eeva-Liisa Kauhanen:
eReseptin tuomat muutokset reseptiprosessiin [2010].
- B 58 Kari Stenman, Rajka Ivanis, Juhani Talvela, Juhani Heikkinen:
Logistiikka & ICT Suomessa ja Venäjällä [2010].
- B 59 Mikael Björk, Tarmo Ahvenainen:
Kielelliset käytänteet Kymenlaakson alueen logistiikkayrityksissä [2010].
- B 60 Anni Mättö:
Kyläläisten metsävarojen käyttö ja suhtautuminen metsien häviämiseen Mzuzun alueella Malawissa [2010].
- B 61 Hilka Dufva, Juhani Pekkola:
Turvallisuusjohtaminen moniammatillisissa viranomaisverkostoissa [2010].
- B 62 Kari Stenman, Juhani Talvela, Lea Värtö:
Toiminnanohjausjärjestelmä Kymenlaakson keskussairaalan välinehuoltoon [2010].
- B 63 Tommy Ulmanen, Jorma Rytönen:
Intermodaalikuljetuksiin vaikuttavat häiriöt Kotkan ja Haminan satamissa [2010].
- B 64 Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen
Turvallisuus ja turvallisuusjohtamisjärjestelmät satamissa [2010].
- B 65 Soili Nysten-Haarala, Katri Pynnöniemi (eds.):
Russia and Europe: From mental images to business practices [2010].

- B 66 Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen:
Turvallisuusjohtamisen parhaita käytäntöjä merenkulkijoille ja satamille [2010].
- B 67 Hannu Boren, Marko Viinikainen, Ilkka Paajanen, Viivi Etholen:
Puutuotteiden ja -rakenteiden kemiallinen suojaus ja suojauksen markkinapotentiaali [2011].
- B 68 Tommy Ulmanen, Jorma Rytönen, Taina Lepistö:
Tavaravirtojen kasvusta ja häiriötekijöistä aiheutuvat haasteet satamien intermodaalijärjestelmälle [2011].
- B 69 Juhani Pekkola, Sari Engelhardt, Jussi Hänninen, Olli Lehtonen, Pirjo Ojala:
2,6 Kestävä kansakunta. Elinvoimainen 200-vuotias Suomi [2011].
- B 70 Tommy Ulmanen:
Strategisen osaamisen johtaminen satama-alueen Seveso-laitoksissa [2011].
- B 71 Arja Sinkko:
LCCE-mallin käyttöönotto tekniikan ja liikenteen toimialalla – ensiaskeleina tuotteistaminen ja sidosryhmäyhteistyön kehittäminen [2012].
- B 72 Markku Nikkanen:
Observations on Responsibility – with Special reference to Intermodal Freight Transport Networks [2012].
- B 73 Terhi Suuronen:
Yrityksen arvon määrittäminen yrityskauppatilanteessa [2012].
- B 74 Hanna Kuninkaanniemi, Pekka Malvela, Marja-Leena Saarinen (toim.):
Research Publication 2012 [2012].
- B 75 Tuomo Väärä, Reeta Stöd, Hannu Boren:
Moderni painekyllästys ja uusien puutuotteiden testaus aidossa, rakennetussa ympäristössä. Jatkohankkeen loppuraportti [2012].
- B 76 Ilmari Larjavaara:
Vaikutustapojen monimuotoisuus B-to-B-markkinoinnissa Venäjällä - lahjukset osana liiketoimintakulttuuria [2012].
- B 77 Anne Fransas, Enni Nieminen, Mirva Salokorpi, Jorma Rytönen:
Maritime safety and security. Literature review [2012].
- B 78 Juhani Pekkola, Olli Lehtonen, Sanna Haavisto:
Kymenlaakson hyvinvointibarometri 2012. Kymenlaakson hyvinvoinnin kehityssuuntia viranhaltijoiden, luottamushenkilöiden ja ammattilaisten arvioimana [2012].
- B 79 Auli Jungner (toim.):
Sosionomin (AMK) osaamisen työelämälähtöinen vahvistaminen. Ongelmaperustaisen oppimisen jalkauttaminen työelämäyhteistyöhön [2012].

- B 80 Mikko Mylläri, Jouni-Juhani Häkkinen:
Biokaasun liikennekäyttö Kymenlaaksossa [2012].
- B 81 Riitta Leviäkangas (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2011 [2012].
- B 82 Riitta Leviäkangas (ed.):
Annual Responsibility Report 2011 [2012].
- B 83 Juhani Heikkinen, Janne Mikkala, Niko Jurvanen:
Satamayhteisön PCS-järjestelmän pilotointi Kaakkois-Suomessa. Mobiilisatama-projektin työpaketit WP4 ja WP5, loppuraportti 2012 [2012].
- B 84 Tuomo Väärä, Hannu Boren:
Puun modifiointiklusteri. Loppuraportti 2012 [2012].
- B 85 Tiina Kirvesniemi:
Tieto ja tiedon luominen päiväkotityön arjessa [2012].
- B 86 Sari Kiviharju, Anne Jääsmaa:
KV-hanketoiminnan osaamisen ja kehittämistarpeiden kartoitus - Kyselyn tulokset [2012].
- B 87 Satu Hoikka, Liisa Korpivaara:
Työhyvinvointia yrittäjälle - yrittäjien kokemuksia Hyvinvointikoulusta ja näkemyksiä yrittäjän työhyvinvointia parantavista keinoista [2012].
- B 88 Sanna Haavisto, Saara Eskola, Sami-Seppö Ovaska:
Kopteri-hankkeen loppuraportti [2013].
- B 89 Marja-Liisa Neuvonen-Rauhala, Pekka Malvela, Heta Vilén, Oona Sahlberg (toim.):
Sidos 2013 - Katsaus kansainvälisen liiketoiminnan ja kulttuurin toimialan työelämälaheisyyteen [2013].
- B 90 Minna Söderqvist:
Asiakaskesteistä kansainvälistymistä Kymenlaakson ammattikorkeakoulun yritysysteistyössä [2013].
- B 91 Sari Engelhardt, Marja-Leena Salenius, Juhani Pekkola:
Hyvän tuulen palvelu. Kotkan terveystioski hyvinvoinnin edistäjänä - Kotkan terveystioskikokeilun arviointi 2011-2012 [2013].
- B 92 Anne Fransas, Enni Nieminen, Mirva Salokorpi:
Maritime security and safety threats – Study in the Baltic Sea area [2013].
- B 93 Valdemar Kallunki (toim.):
Elämässä on lupa tavoitella onnea: Nuorten aikuisten koettu hyvinvointi, syrjäytyminen ja osallisuus Kaakkois-Suomessa ja Luoteis-Venäjällä. Voi hyvin nuori -hankkeen loppuraportti. [2013].

- B 94 Hanna Kuninkaanniemi, Pekka Malvela, Marja-Leena Saarinen (toim.):
Research Publication 2013 [2013].
- B 95 Arja Sinkko (toim.):
Tekniikan ja liikenteen toimialan LCCE-toiminta Yritysyhteistyönä käytännössä: logistiikan opiskelijoiden "24 tunnin ponnistus"[2013].
- B 96 Markku Nikkanen:
Notes & Tones on Aspects of Aesthetics in Studying Harmony and Disharmony: A Dialectical Examination [2013].
- B 97 Riitta Leviäkangas (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2012 [2013].
- B 98 Mervi Nurminen, Teija Suoknuuti, Riina Mylläri (toim.):
Sidos 2013, NELI North European Logistics Institute - Katsaus logistiikan kehitysohjelman tuloksiin [2013].
- B 99 Jouni-Juhani Häkkinen, Svenja Baer, Hanna Ricklefs:
Economic comparison of three NOx emission abatement systems [2013].
- B 100 Merja Laitoniemi:
Yksinäisyydestä yhteisöllisyyteen. Yhteisöllistä hoitotyötä Elimäen Puustellissa [2013].
- B 101 Kari Stenman (toim.):
ROCKET. Kymenlaakson ammattikorkeakoulun osahankkeen loppuraportti [2013].
- B 102 Hannu Sarvelainen, Niko Töyrylä:
Koelaitte biomassan torrefiointiin. Biotuli-hankkeen tutkimusraportti 2013 [2013].
- B 103 Saara Eskola:
Biotuli-hanke. Puupohjaiset antibakteeriset tuotteet infektioiden torjunnassa [2013].
- B 104 Hilikka Dufva, Juhani Pekkola:
Matkustajalaivaliikennettä harjoittavan varustamon yhteiskuntaeettinen liiketoiminta [2013].
- B 105 Mirva Pilli-Sihvola (toim.):
Muuttuuko opettajuus ja mihin suuntaan? Yhteisöllisen verkko-oppimisen ja mobiilioppimisen mahdollisuuksia etsimässä [2013].
- B 106 Anne Fransas, Enni Nieminen, Mirva Salokorpi:
Maritime security and security measures – Mimic Study in the Baltic Sea Area [2013].
- B 107 Satu Peltola (ed.):
Wicked world – The spirit of wicked problems in the field of higher education [2013].

- B 108 Hannu Sarvelainen, Niko Töyrylä:
Erialaisten biomassojen soveltuvuus torrefiointiin. BIOTULI-hankkeen tutkimusraportti 2013 [2013].
- B 109 Tiina Kirvesniemi:
Ammattikorkeakouluopintoihin valmentava koulutus maahanmuuttajille – kokemuksia Kymenlaaksossa [2013].
- B 110 Jari Hyyryläinen, Pia Paukku ja Emmi Rantavuo:
Trik-hanke. Kotka, Kundan ja Krostadtin välisen laivareitin matkustaja- ja rahtipotentialin selvitys. [2013].
- B 111 Heta Vilén, Camilla Grönlund (toim.):
LCCE-harjoittelu. Harjoitteluprosessi osana LCCE-konseptia [2013].
- B 112 Kati Raikunen, Riina Mylläri:
Kaakkois-Suomen logistiikkakatsaus [2014].
- B 113 Tuomo Pimiä (ed.):
Info package of wind energy [2014].
- B 114 Anni Anttila, Riina Mylläri:
Vertailu tuulivoimapaiston meri- ja maantiekuljetuksesta - Renewtech-projekti [2014].
- B 115 Tuomo Pimiä (ed.):
Organic waste streams in energy and biofuel production [2014].
- B 116 Kati Raikunen, Mikko Mylläri:
Merituulivoimaloiden logistiikka- ja markkinaselvitys Itämerellä [2014].
- B 117 Seija Aalto, Tuija Vääntinen (ed.):
Research Publication 2014 [2014].
- B 118 Anna Närhi, Marjo Parkkonen:
AVH-potilaan hoidon viiveet Pohjois-Kymen sairaalassa [2014].
- B 119 Mikko Mylläri:
Tuulivoimalan satamalogistiikan ratkaisuehdotus [2014].
- B 120 Kari Stenman:
Big thinking for small businesses. Small Business Act. Interviews in the Baltic countries [2014].
- B 121 Mervi Nurminen:
Kymenlaakson logistiikan kehitysohjelma. NELI 2007 – 2013 [2014].
- B 122 Kari Stenman, Juhani Talvela
Julkisen sektorin auttajaorganisaatioiden rooli pk-yritysten kehittämisessä. Boat-hanke. [2014].

- B 123 Marja Metso (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2013 [2014].
- B 124 Jouni-Juhani Häkkinen, Kari Stenman, Amanda Taka-aho (toim.):
Innovaatiotukiprosessin kehitys Kymenlaakson ammattikorkeakoulussa [2014].
- B 125 Justiina Halonen
TalviSökö. Kirjallisuuskatsaus alusöljyvahingon rantatorjunnasta talviolosuhteissa [2014].
- B 126 Soili Lehto-Kylmänen
Korkea-asteen koulutus Venäjän federaatiossa – 20 vuotta muutosta [2014].
- B 127 Patrik Ikäläinen
Olen tullut vähän rohkeammaksi. Talous ja sosiaalinen pääoma Kotkan Nuorisoteatterissa [2014].
- B 128 Valdemar Kallunki, Pekka Malvela (toim.)
Sidos 2014 - Hyvinvointi- ja liiketoimintapalvelut, uudistuvaa elinvoimaisuutta [2014].
- B 129 Osku Kiri, Talvikki Huovi, Pekka Malvela (toim.)
Learning Garden. Pedagogisia kukintoja LCCE®-mallin reunamilla [2014].
- B 130 Heidi Gäsman
Kymenlaakson ammattikorkeakoulun opiskelijoiden nukkuminen ja unen vaikutukset opiskeluun [2014].
- B 131 Hannu Sarvelainen, Marko Saxell, Arja Sinkko, Mikko Suikkanen, Erja Tuliniemi
Energiatehokkuuden kehittäminen energiakatselmuksella - Step to Ecosupport -hanke 2013 – 2014 [2014].
- B 132 Kari Kokkonen, Pekka Malvela (toim.)
Developing Tourism via Finnish – Russian Cross-Border Cooperation: Case studies conducted by Finnish Universities of Applied Sciences [2014].
- B 133 Harri Ala-Uotila, Tarja Brola, Nina Hartikainen, Pasi Jaskari, Ilpo Salmela, Ilkka Virolainen
Uutta elinvoimaa. Yritysvalmennuksen opas. [2014].
- B 134 Anne Fransas, Emmi Rantavuo
Uudistuneen jätelain vaikutukset HaminaKotkan Satamassa toimiviin PK-yrityksiin [2014].
- B 135 Anna Eskola, Pekka Malvela, Juhani Talvela (toim.)
KymiLabs [2014].
- B 136 Arto Ahlberg
Tehola - Kullasvaaran Yrityspuistohanke. TEKU -projektin 2. vaihe, Teholan yritysverkoston toiminnan kehittäminen [2015].
- B 137 Aleksis Sallinen
Vastaanotto-prosessin kehittäminen. Case: Tools Finland Oy [2015].

- B 138 Kari Stenman & Juhani Talvela
Energian tulevaisuus. Elinvoimainen Kaakkois-Suomi 2050 [2015].
- B 139 Päivi Okuogume
EK-ARTU-hankkeen loppuraportti. Etelä-Kymenlaakson kuntien turvallisuussuunnitelman laatimisprosessi, turvallisuustyön arviointia ja kehittämisehdotuksia tulevaisuuteen [2015].
- B 140 Markku Huhtinen, Anne Jääsmaa, Pekka Malvela (eds.)
Research, Development and Innovation Activities at Kymenlaakso University of Applied Sciences [2015].
- B 141 Sari Ranta:
Koskenrinteen ergonomia. Siirtoergonomia hoitohenkilöstön tuki- ja liikuntaelinsairauksien vähentämisessä ja työolojen parantamisessa Palvelutaloyhdistys Koskenrinne ry:ssä [2015].
- B 142 Marja Metso (toim.):
Yhteiskuntavastuuraportti 2014 [2015].
- B 143 Marja Metso (ed.):
Annual Responsibility Report 2014 [2015].
- B 144 Satu Anttonen
Hyvinvointialan yrittäjyyden kehittäminen. Työohjeiden digitalisointi [2015].
- B 145 Sirpa Ala-Tommola (toim.)
Jatkuvasti kehittyvä ammattikorkeakoulu. Auditoinnit Kyamkin kehityksen tukena [2015].
- B 146 Tommy Ulmanen, Markus Petteri Laine
Etelä-Kymenlaakson seudun älykäs erikoistuminen 2020. Esiselvitysraportti. [2015].
- B 147 Tomi Oravasaari, Juho-Matti Paavola, Jussi Nissilä
Mahdollisuuksien meri – 23 suositusta Suomen meriklusterin osaamisen kehittämiseksi [2015].
- B 148 Päivi Mäenpää, Anneli Airola (toim.)
Sidos 2015 - Kurkistuksia Kymenlaakson ammattikorkeakoulun terveysalan ja työelämän kumppanuksiin [2015].
- B 149 Tommy Ulmanen, Markus Petteri Laine
The Smart Specialisation of Southern Kymenlaakso 2020. A preliminary study report [2016].
- B 150 Juhani Pekkola, Olli Lehtonen
The Motives for Having Children and the Consequences of the Changes in the Age Structure [2016].
- B 151 Juhani Pekkola
Branding the Strengths of Maritime Business [2016].

- B 152 Juhani Pekkola, Sanna Haavisto
Infesto - Anti-infection policy [2016].
- B 153 Sirkka Komulainen
Games and Gamification. Discussions for and against their health benefits [2016].
- B 154 Tiivi Pukkila-Nupponen, Riitta Leviäkangas (toim.)
Yhteiskuntavastuuraportti 2015 [2016].
- B 155 Tiivi Pukkila-Nupponen, Riitta Leviäkangas (eds.)
Annual Responsibility Report 2015 [2016].
- B 156 Arto Ahlberg
Kaasurenessanssihankkeen yhteisraportti [2016].
- B 157 Kirsi Tallinen ja Erja Tuliniemi (toim.)
Energiaopintojen elinkaari polku. Kymenlaakson alueen energia-alan koulutuksen kehittäminen [2016].
- B 158 Jouni-Juhani Häkkinen
Saimaan vesistön öljyvahinkoskenaarioiden mallintaminen. Tutkimusraportti Älykö-hankkeessa tehdyistä Saimaan alueen öljyn leviämismallinnuksista vedessä [2016].
- B 159 Marko Raitanen
Perhehoito maaseudun mahdollisuutena [2016].



KYAMK

University of Applied Sciences

Julkaisija: Kymenlaakson ammattikorkeakoulu
Julkaisusarja: B Tutkimuksia ja raportteja | Research and Reports | 160