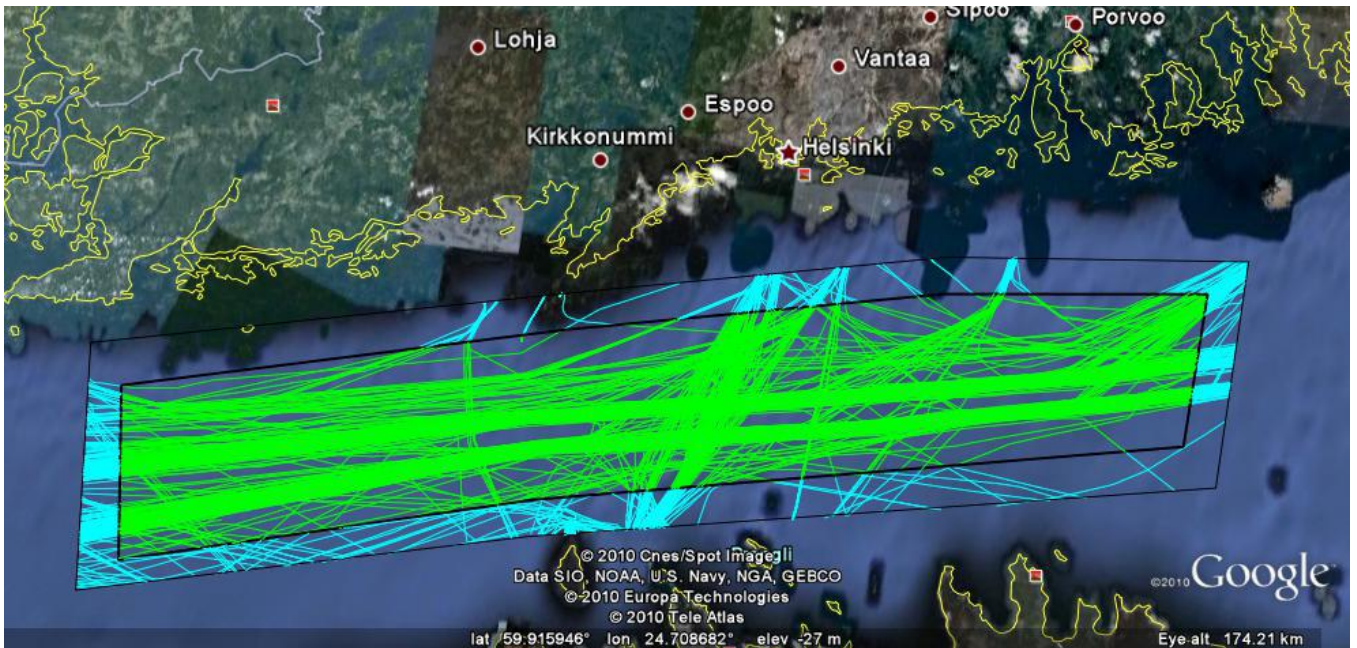


Analyysi Suomenlahden risteävästä alusliikenteestä 2008 - 2010



Projektin nimi: Analyysi Suomenlahden risteävästä alusliikenteestä
 Projektin lyhyt nimi: AIS_TRAFFIC_GOF2010
 Projektin numero: 73737
 Päivämäärä: 20.01.2011

Jakelu: Projektiryhmä
 Tilaaja

Raportin nimi Analyysi Suomenlahden risteävästä alusliikenteestä 2008 - 2010	
Asiakkaan nimi, yhteyshenkilö ja yhteystiedot Matti Aaltonen apulaisjohtaja liikenteenhallinta / liikenteenohjaus Liikennevirasto PL 33, 00521 Helsinki	Asiakkaan viite kp 51000/hanke6003
Projektin nimi Analyysi Suomenlahden risteävästä alusliikenteestä	Projektin numero/lyhytnimi 73737/ AIS_TRAFFIC_GOF2010
Raportin laatija(t) Robin Berglund, Antti Pesonen	Sivujen/liitesivujen lukumäärä 118/4
Avainsanat AIS, meriliikenne, Suomenlahti, törmäysriski	Raportin numero VTT-R-10553-10
Tiivistelmä <p> Analyysissä on selvitetty risteävässä liikenteessä olevien alusten kokonaismäärät ja – tyypit touko-, kesä- ja heinäkuussa ajanjaksolla 2008 - 2010, alustiheys vuorokaudessa, alusten kohtaamistilanteiden määrät ja ohitusetäisyydet. Kohdealueena on ollut Suomenlahden ulkomerialue. Analyysi perustuu laivojen lähettämiin AIS (Automatic Identification System) tietoihin. Näihin perustuen on estimoitu kaikkien laivojen paikat määritellyn ulkomerimonikulmion sisällä 30 sekunnin välein ja laskettu laivojen keskinäiset etäisyydet. Ohitusten minimietäisyydet on sitten luokiteltu kolmeen kiinnostavaan luokkaan: I) 0 - 0,1 , II) 0,1 - 0,2 ja III) 0,2 - 0,3 meripeninkulmaa. Laskemalla näihin luokkiin osuvien ohitusten lukumäärä per kuukausi saadaan mittari, jota voidaan käyttää ulkomerialueen meriliikenteen riskitason kehityksen seurantaan. </p> <p> Analyysin tuloksena näkyy voimakkaasti vähenevä trendi vuodesta 2008 vuoteen 2009. Sen jälkeen liikennemäärä on kasvanut ja lähietäisyydellä tapahtuvien ohitusten lukumäärä on noussut liikennemäärää nopeammin. Tätä kehitystä on syytä seurata lähivuosina. Lisäksi on aihetta tutkia alle 0,2 merimailin etäisyydellä tapahtuneita kohtaamisia tarkemmin teknisten häiriötekijöiden poissulkemiseksi. </p>	
Luottamuksellisuus	julkinen
Espoo 21.01.2011 Laatija	Hyväksyjä
Robin Berglund, erikoistutkija	Ville Kotovirta, tiiminvetäjä
VTT:n yhteystiedot Vuorimiehentie 3, PL1000, FIN-02044 VTT	
Jakelu (asiakkaat ja VTT)	
<p style="text-align: center;"> <i>VTT:n nimen käyttäminen mainonnassa tai tämän raportin osittainen julkaiseminen on sallittu vain VTT:ltä saadun kirjallisen luvan perusteella.</i> </p>	

Sisältö

Käytettyjä lyhenteitä ja termejä	4
1 Johdanto	<u>4</u>
2 Rajaukset	<u>4</u>
2.1 Alueelliset rajaukset:.....	<u>4</u>
2.2 Ajalliset rajaukset:.....	<u>5</u>
2.3 Materiaalirajaukset:.....	<u>6</u>
3 Menetelmät	<u>6</u>
4 Tulokset	<u>7</u>
4.1 Liikennetiheys	<u>7</u>
4.2 Läheltä piti -tilanteet.....	<u>9</u>
4.3 Tilastollinen tarkastelu	<u>11</u>
4.4 Pikalaivojen vaikutus lukuihin:	<u>13</u>
4.5 Tankkerit ja matkustajalaivat:	<u>13</u>
4.6 Tilastollisten lukujen virhemarginaalit:.....	<u>13</u>
5 Johtopäätökset ja kriittinen tarkastelu	<u>14</u>
6 Jatkokehitys	<u>14</u>
7 Viitteet	<u>15</u>
8 Liitteet	<u>15</u>

Käytettyjä lyhenteitä ja termejä

AIS	Automatic Identification System. Laivojen automaattinen tunnistusjärjestelmä.
COG	Course Over Ground, suunta pohjan suhteen.
CSV	Comma Separated Value. Mm. Excel- taulukkolaskentaohjelman ymmärtämä tiedostomuoto.
HSC	High Speed Craft, pikalaiva
KML	Avoin, OGC-yhteisön ylläpitämä formaattistandardi. Mm Google Earth työkalu käyttää tätä tiedosto- formaattia.
Kohtaaminen	Tilanne, jolloin kahden laivan etäisyys ulkomerialueella on alittanut annetun etäisyysrajan (1,0 nM)
nM	Nautical mile, merimaili (= 1,852 km)
ROT	Rate Of Turn, suunnanmuutoksen nopeus (yksikkönä esim. asteita minuutissa)
SOG	Speed Over Ground, nopeus pohjan suhteen.

1 Johdanto

VTT teki vuonna 2008 analyysin Suomenlahden risteävästä alusliikenteestä Merenkululaitoksen aloitteesta perustuen Merenkululaitoksen AIS-verkon avulla kerättyyn AIS dataan.

Tässä raportissa on analyysia jatkettu vuosien 2009 ja 2010 datalla. Lisäksi analyysiprosessia on muokattu tarkempien tulosten aikaansaamiseksi. Merkittävimmät muutokset edelliseen analyysiin verrattuna ovat tiheämpi interpolointiaikaväli (30 s yhden minuutin sijaan) sekä aikaleiman korjaus datassa olevan sekuntimäärän mukaan, jolloin AIS verkon viiveistä johtuvat ajalliset epätarkkuudet eri laivojen aikaleiman suhteen on voitu korjata.

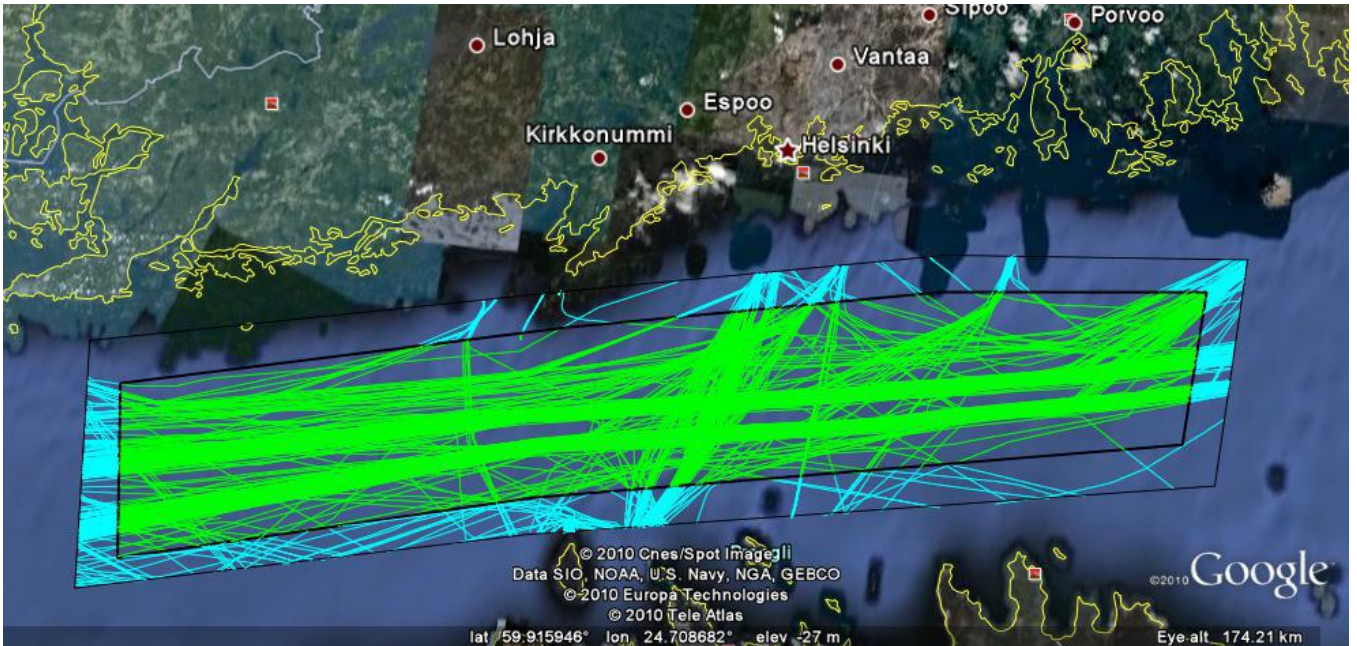
Analyysissä on selvitetty risteävässä liikenteessä olevien alusten kokonaismäärät ja – tyyppit kyseisenä ajanjaksona, alustiheys vuorokaudessa, alusten kohtaamistilanteiden määrät ja ohitusetäisyydet.

2 Rajaukset

2.1 Alueelliset rajaukset:

Analyysia varten on määritelty erilliset *sisä-* ja *ulkoalueet*, joiden avulla rajataan tarkasteltavat kohtaamistilanteet määrätylle alueelle. Kumpikin alue käsittävät

Suomenlahden ulkomerialuetta, ja varsinaiset kvantitatiiviset analyysit on rajattu koskemaan ainoastaan sisäalueella tapahtuneita kohtaamisia. Kuva 1 havainnollistaa nämä aluerajaukset. Ulkoalueen (ulompi kehys) merkityksenä on määritellä mitkä AIS havaintopisteet otetaan mukaan interpolointilaskelmissa. Interpoloidun pisteen pitää kuulua sisäalueeseen, mutta interpoloinnin perustana olevat pisteet saavat olla hieman tätä laajemmalla alueella. Sisäraja (sisempi kehys) on käytetty rajaamaan kohtaamistilanteita niihin, jotka ovat esiintyneet sisärajojen sisäpuolella. (Siis kohtaamistilanteen lähimmäksi pisteeksi on määritelty lähin keskinäinen etäisyys sisäalueen sisäpuolella).



Kuva 1 – Tarkasteltava alue ja kokonaisliikennetiheys kolmelta päivältä (1-3 kesäkuuta 2010). Vihreät viivat ovat varsinaisen tarkasteltavan alueen sisällä olevat laivaliikkeet, syaaninväriset viivat sijaitsevat ns. ulkoalueella, mikä otetaan huomioon reittien muodostuksessa.

Taulukko 1 Sisärajojen kulmapisteiden koordinaatit. Koordinaatit ovat samat kuin edellisessä tutkimuksessa.

Piste	Longitudi	Latitudi
1	26,111	60,055
2	26,096	59,847
3	24,398	59,660
4	23,327	59,492
5	23,259	59,725
6	24,413	59,892
7	25,402	60,010

2.2 Ajalliset rajaukset:

Tarkastelussa on otettu mukaan vain touko, kesä- ja heinäkuu vuosilta 2008, 2009 ja 2010 eli yhteensä 9 kuukautta. Vuosi 2008 on mukana vertailun vuoksi, koska tämä oli edellisen raportin viimeinen tarkasteltava vuosi.

2.3 Materiaalirajaukset:

Tutkimus on tehty osittain suodatettuun AIS dataan perustuen, kuitenkin niin, että AIS palvelimesta saatu data on mahdollisimman tarkka, eli lisäsuodatusta ei ole tehty. Tämä tarkoittaa, että AIS datan havaintopisteiden aikaväli vaihtelee välillä 4 s – 2 minuuttia. Suurin osa datasta on talletettu alle 30 s aikavälillä. Lisäksi AIS datassa esiintyy ajallisia katkoksia. Katkosten vaikutus on kuitenkin kompensoitu tilastollisissa tarkasteluissa.

Keulasuuntatietoa (Heading) tai kaartumisnopeustietoa (ROT) ei ole saatavissa kaikkien laivojen osalta.

AIS-transponderiin kytketyn paikannuslaitteen paikkaa laivassa ei ole huomioitu.

3 Menetelmät

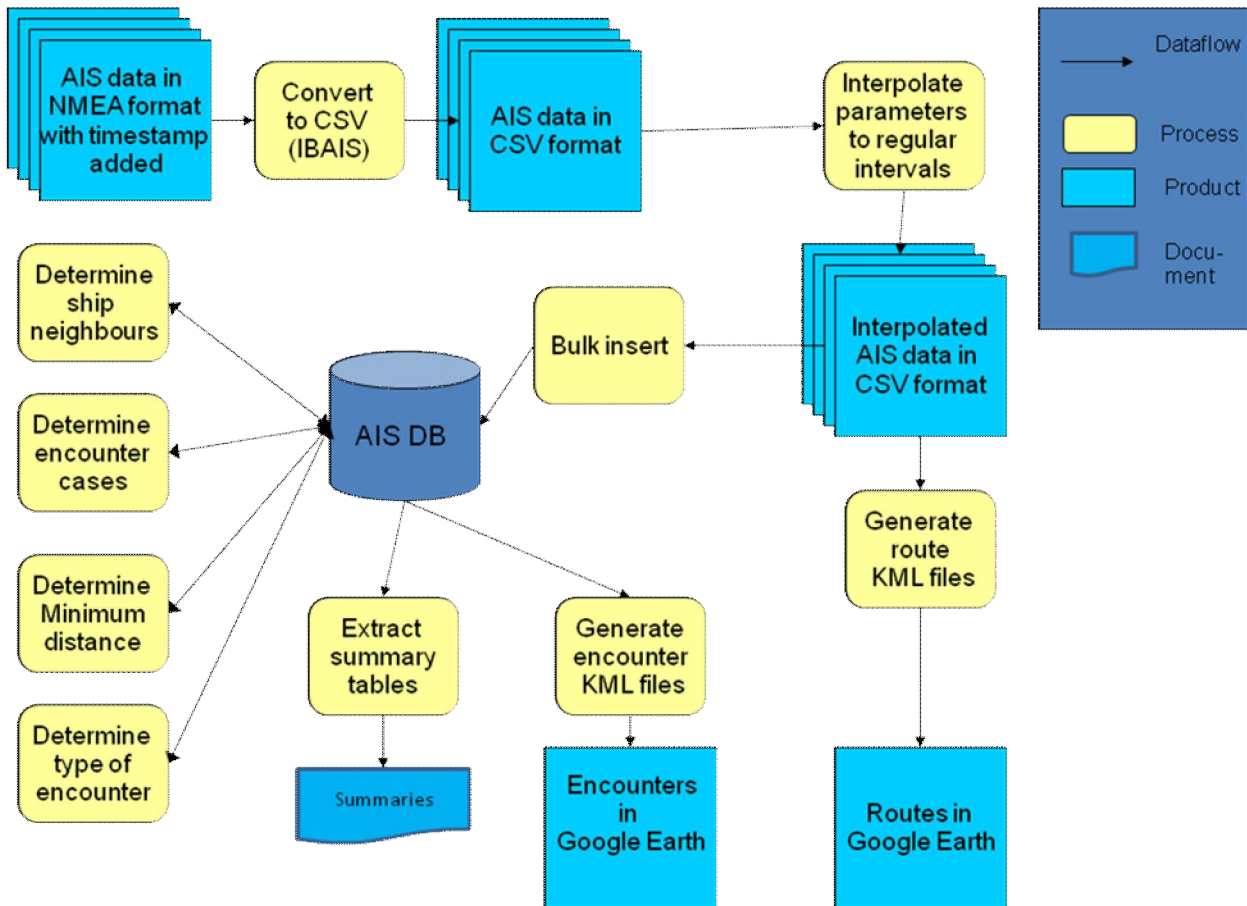
Lähtökohtana on AIS data, joka on kerätty Liikenneviraston (ent. Merenkululaitos) palvelimelta. VTT on tallettanut tätä dataa usean vuoden ajalta tiedostoihin ns. NMEA-muodossa, eli siinä formaatissa, missä Transponderi lähettää tietonsa. Tietoihin on talletuksen tehnyt ohjelma lisännyt jokaisen rivin (tietueen) alkuun aikaleiman. Nämä tiedostot on ensin muunnettu CSV-muotoon ja tämän jälkeen erillinen ohjelma on suorittanut lineaarisen interpoloinnin jokaisen laivan tietojen osalta niin, että on tuotettu tasan 30 sekunnin välein oleva tilannekuva, missä on arvioitu sillä hetkellä merellä olevien laivojen paikat ja nopeudet. Tässä yhteydessä on myös suoritettu aikaleimakorjaus AIS datan sekuntiarvon perusteella. Korjaus poistaa verkon viiveistä johtuvat epätarkkuudet havaintojen aikatieossa, edellyttäen, että viive on ollut alle 30s ja laivan AIS Transponderin kello on ollut GPS-laitteeseen synkronoitu.

Interpolointi on suoritettu ns ulkoalueen sisällä oleville paikkahavainnoille. Interpoloituun tietoon on lisätty tieto siitä, onko interpoloitu paikka ns. sisäalueen sisäpuolella. Tämä tieto on kirjoitettu tiedostoihin CSV-muodossa. Tiedostot on sen jälkeen luettu tietokantaan, missä jatkoprosessointi on tapahtunut.

Jatkoprosessoinnissa on ensin haettu kaikki lasketut laivaparisijainnit, joiden keskinäinen välimatka on ollut alle yhden merimailin ja molemmat sijaintitiedot ovat olleet varsinaisen tarkasteltavan alueen sisällä (sisäalue). Tämän jälkeen kohtaamistapaukset on eroteltu ryhmittelemällä ajallisesti peräkkäiset laivaparisijaintitiedot. Samaan kohtaamistapaukseen on luokiteltu kaikki ajallisesti peräkkäiset laivaparisijainnit joiden välimatka on pysynyt alle yhden merimailin. Kohtaamistapauskohtaisesti on sen jälkeen haettu lähin etäisyys ja kellonaika kun etäisyys oli pienin. Tämä minimietäisyys on sitten käytetty jatkoluokittelussa kohtaamisetäisyytenä. Kohtaamisen paikkana on käytetty laivojen laskettujen paikkojen keskiarvoa ja kohtaamisaikana 30s tarkkuudella oleva aika, jolloin laivat olivat lähimmillään.

Laivan keulasuuntatietona on käytetty COG-tietoa. COG on interpoloitu lineaarisesti lähimpien havaintopisteiden välillä.

Kohtaamistilanteet on jaettu kolmeen luokkaan riippuen kohtaamiskulmista kun laivat ovat ensimmäisen kerran tulleet lähemmäksi toisiaan kuin 1 nM: Ohitus (Overtaking), jos ohittava alus on toisen suhteen +- 112,5 asteen sektorissa taaksepäin; Suoraan edestä (Head-On) jos molemmat alukset ovat toistensa suhteen +- 7 asteen kulmassa 1,0 nM etäisyydellä ja risteävä (Crossing) muissa tapauksissa.



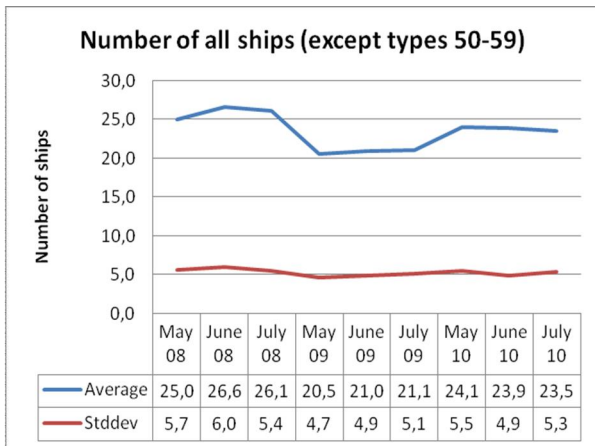
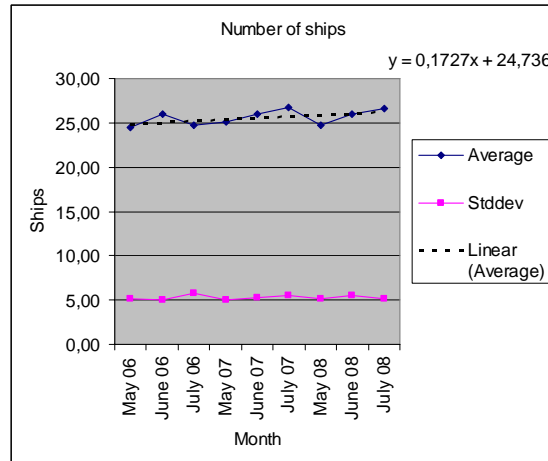
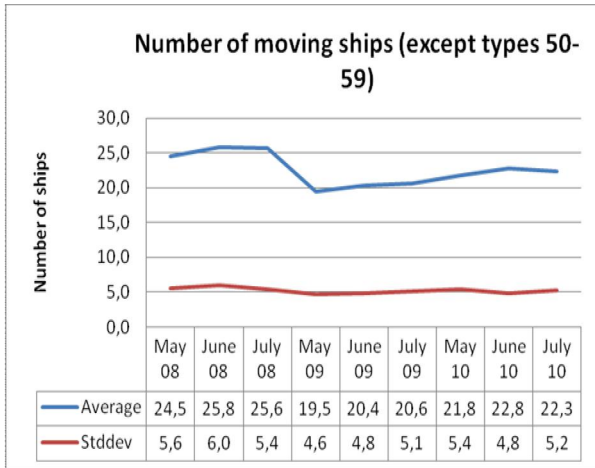
Kuva 2 AIS analyysiketjun tietovuokuvaus

4 Tulokset

4.1 Liikennetiheys

Tutkimuksessamme on analysoitu, kuinka monta alusta on liikkunut annetun monikulmion (Taulukko 1) sisällä annettuina kuukausina. Laskenta on tehty niin, että ohjelma on arvioinut liikenteessä olevien laivojen paikat kuukauden jokaiselle päivälle 30 minuutin välein. Näistä on sitten laskettu kuinka monta laivaa on osunut määritellyn ulkomerialueen sisälle kullakin hetkellä. Lisäksi on laskettu kuinka paljon on ollut aukkoja datassa perustuen siihen, että alue on riittävän iso ja siinä on riittävästi liikennettä, jotta alueen sisällä aina on vähintään yksi alus. Mikäli yhtään dataa ei kuitenkaan löydy, tämä johtuu keräysjärjestelmän katkoksesta ja siitä syntyneestä aukosta talletetussa datassa. Täten nolla-lukumäärät johtuvat pelkästään teknisistä syistä. Nämä ajanjaksot on voitu poistaa liikennetiheyslaskennan keskiarvoa ja hajontaa laskettaessa.

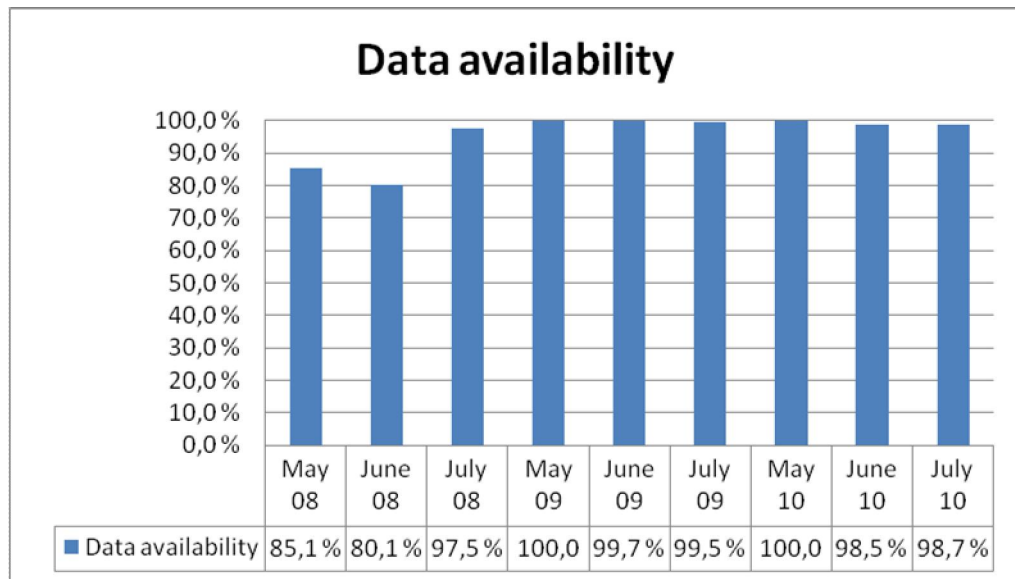
Kuvaan 3 on koottu sekä uudet tulokset että vertailun vuoksi edellisen raportin tulokset. Keskihajonnan stabiilisuus voidaan tulkita yhtenä validointimittarina datan luonteen muuttumattomuudesta.



Kuva 3 Ulkomerialueella liikennöivien alusten lukumäärä keskimäärin kuukaudessa kesäkuukausina vuosina 2008 - 2010 sekä vertailun vuoksi edellisen tutkimuksen tulokset. Alustyypeistä poistettu luotsiveneet ja muut erikoisalukset (AIS tyytit 50 - 59). Ylemmässä kuvassa on huomioitu vain yli 1 solmun nopeudella liikkuvat alukset, alemmassa myös paikallaan olevat alukset.

Kuvaajista näkyy, että alusten keskimääräinen lukumäärä ulkomerialueella on laskenut vuoden 2008 määrästä (n. 25 kpl) määrään 20 kpl vuonna 2009. Lukumäärä on sen jälkeen taas kasvanut. Lukumäärästä on poistettu kaikki Pilot-nimiset alukset sekä erikoisalukset kuten hinaajat ja SAR alukset (AIS laivatyytit 50 - 59).

AIS datan katkoja on analyysissä ollut lähinnä vuonna 2008. Nämä katkot on otettu huomioon tilastollisessa tarkastelussa. Katkot näkyvät alla olevissa pylväissä (Data availability)



Kuva 4 AIS datan katkokset näkyvät yllä olevissa pylväissä. Suhteelliset lukumäärät on skaalattu näiden lukujen käänteisarvoilla.

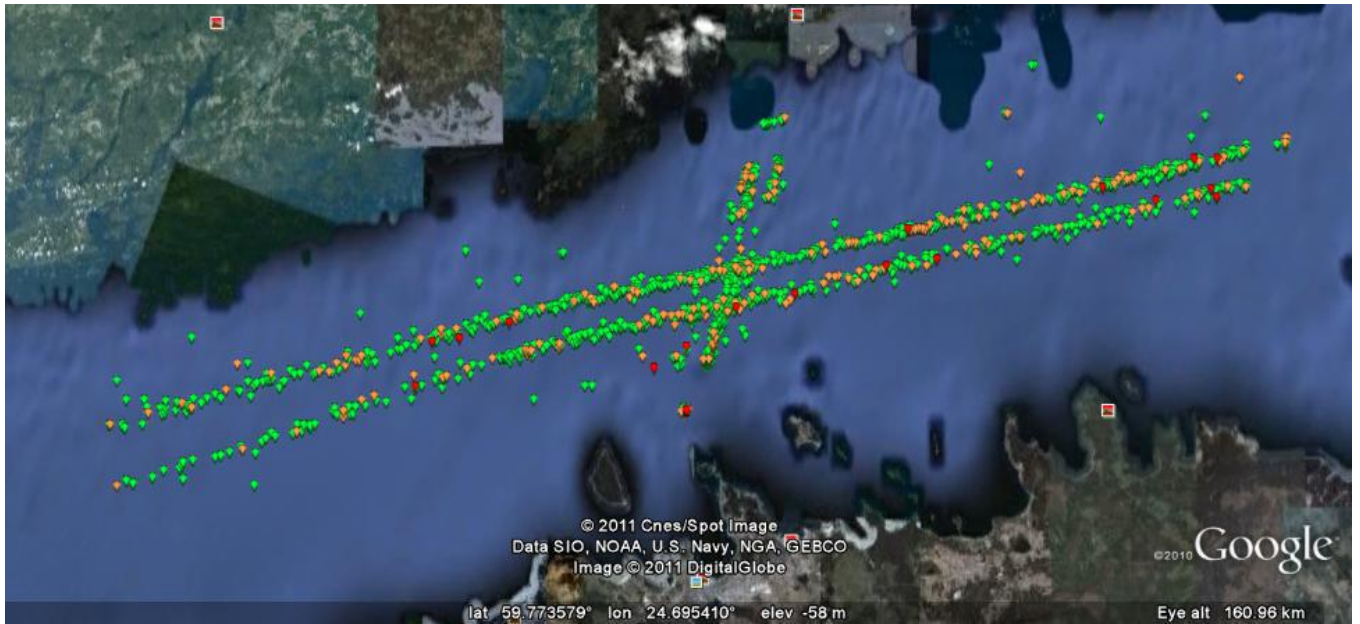
4.2 Läheltä piti -tilanteet

Läheltä piti -tilanteet on tässä tulkittava potentiaalisina läheltä piti -tilanteina. Olettaen, että yhteentörmäysten riski kasvaa, kun alukset ohittavat toisensa lähemmältä etäisyydeltä, voidaan tällaisella tilastollisella tarkastelulla tutkia onko yhteentörmäysten riski muuttunut vuodesta toiseen.

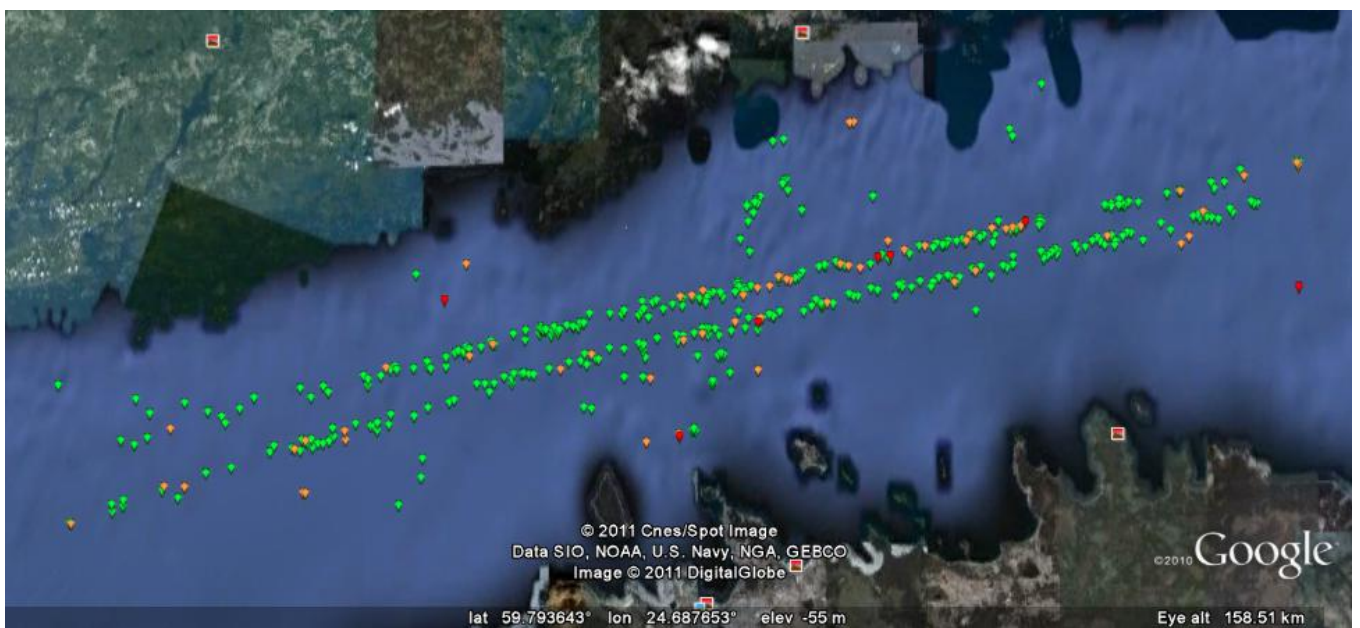
Analyysissa on siis laskettu alusten kohtaamiset ja jaettu nämä tapaukset lähimmän kohtaamisetäisyyden mukaan kolmeen luokkaan:

- a) 0,0 .. 0,1 merimailin etäisyys,
- b) 0,1 .. 0,2 merimailin etäisyys ja
- c) 0,2 .. 0,3 merimailin etäisyys.

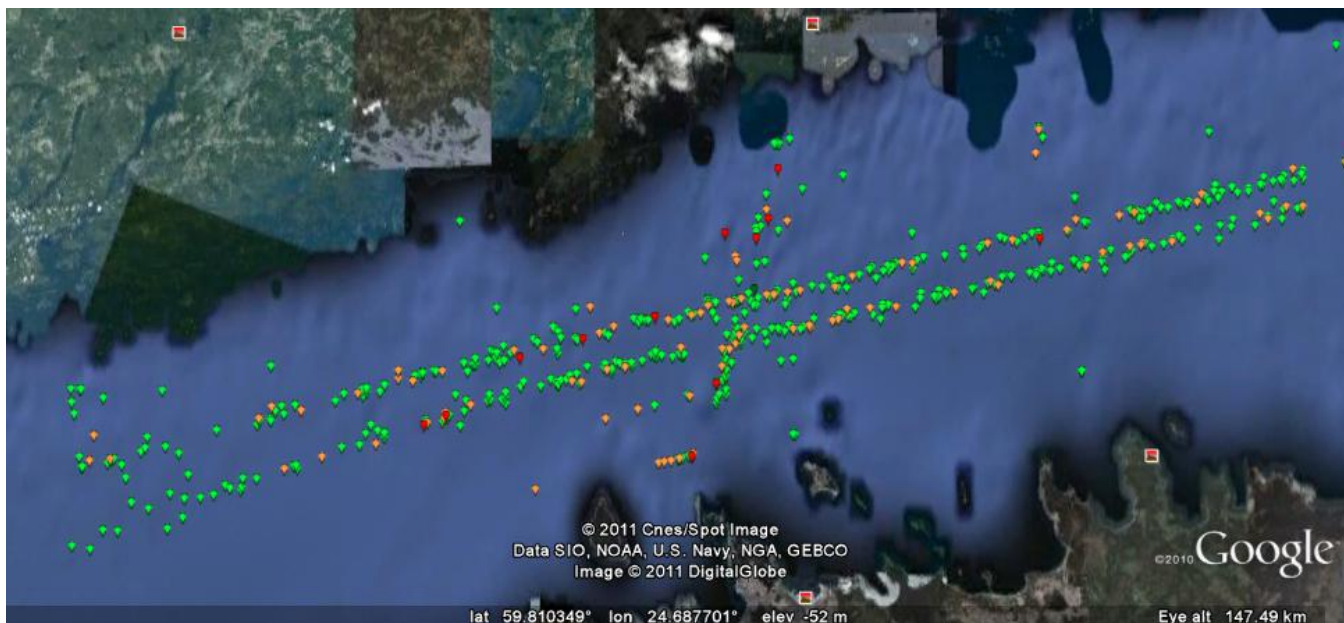
Lisäksi kohtaamiset on jaoteltu kolmeen kohtaamistyyppiin kohtaamiskulman mukaan, eli suoraan edestä (Head-On), risteäminen (Crossing) ja ohitus (Overtaking).



Kuva 5: Kokonaistilanne v. 2008 (Touko-, kesä- ja heinäkuu)



Kuva 6: Kokonaistilanne v. 2009 (Touko-, kesä- ja heinäkuu)



Kuva 7: Kokonaistilanne v. 2010 (Touko-, kesä- ja heinäkuu)

4.3 Tilastollinen tarkastelu

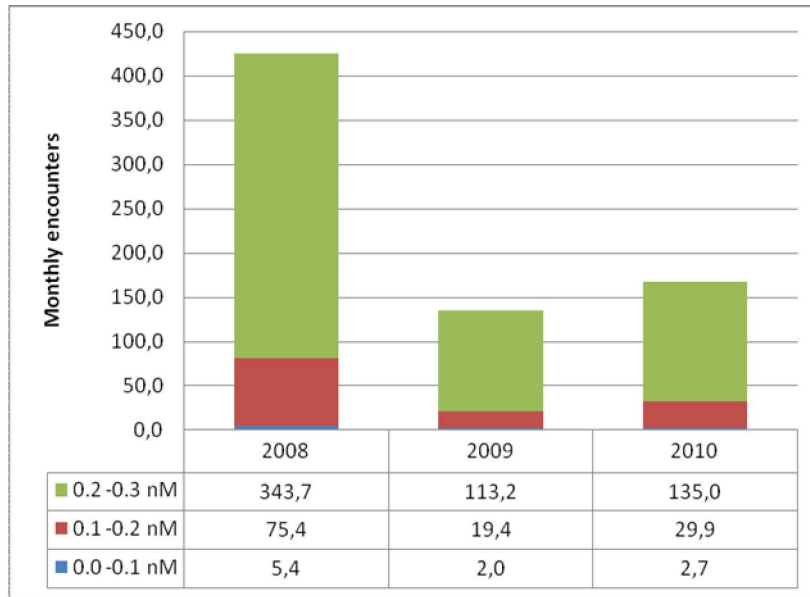
Kvantitatiivista arviointia varten on laskettu kohtaamistilanteiden lukumäärää määritellyllä alueella. Tulokset on esitetty alla olevissa taulukoissa. Taulukoissa esitetyt arvot edustavat kokonaismäärää sisäpolygonin sisällä ulkomerialueella.

Taulukko 2 Kohtaamistilanteiden lukumäärä per kuukausi vuosina 2008 – 2010. Luvuissa on huomioitu datakatkoksista johtuneet puutteet havainnoissa. Oikealla vastaavat luvut edellisestä tutkimuksesta.

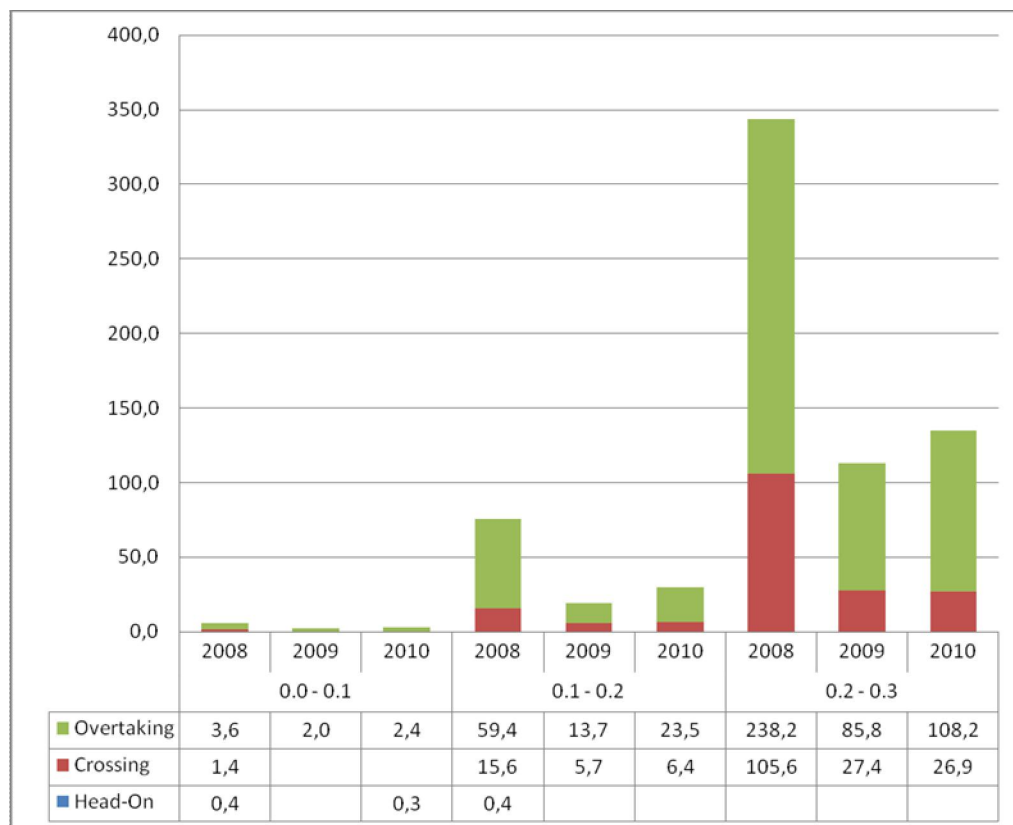
<i>Distance</i>	2008	2009	2010
0.0 -0.1 nM	5.4	2.0	2.7
0.1 -0.2 nM	75.4	19.4	29.9
0.2 -0.3 nM	343.7	113.2	135.0
All	424.5	134.6	167.6

	2006	2007	2008
0.0 - 0.1 nM	5	3	4
0.1 - 0.2 nM	90	70	62
0.2 - 0.3 nM	370	324	272
All	465	397	337
diff per year		-15 %	-15 %
avg diff per year			-15 %

Analyyisin mukaan Suomenlahden ulkomerialueella tapahtuneissa alle 0,3 merimailin kohtaamisissa selvä laskeva trendi on edelleen näkyvässä vuoteen 2008 verrattuna. Normalisoinnissa on huomioitu mahdolliset puutteet AIS datajaksot, mutta ei kompensoitu liikennemäärällä. Olettaen, että yhteentörmäysten riski kasvaa, kun kohtaamisetiäisyys pienenee, tulos voidaan tulkita niin, että tarkastelujakson aikana alusten yhteentörmäysriski on pienentynyt Suomenlahden ulkomerialueella. Tarkasteltaessa vuosia 2009 ja 2010 tämä trendi on kuitenkin tasoittunut ja pikemminkin kääntynyt nousuun. Nousu on suurempi kuin samana ajanjaksona havaittu n. 10% kasvu liikenteessä. Tulevaisuudessa pitää seurata miten trendi jatkuu. Toinen silmiinpistävä seikka luvuissa on erot edellisestä tutkimukseen nähden vuoden 2008 osalta. Uudessa tutkimuksessa kohtaamisten lukumäärä on vuonna 2008 ollut merkittävästi suurempi kuin edellisen tutkimuksen mukaan. Syiden selvittäminen vaatisi tapauskohtaisen läpikäynnin, mikä ei tämän työn puitteissa ole ollut mahdollista.



Kuva 8: Kohtaamiset vuosittain (kohtaamisia per kuukausi). Datakatkokset huomioitu.



Kuva 9: Kohtaamiset kohtaamistyypeittäin (keskiarvo per kuukausi), datakatkokset huomioitu.

4.4 Pikalaivojen vaikutus lukuihin:

Seuraavassa taulukossa on poistettu pikalaivat (HSC) luvuista.

Taulukko 3: Kohtaamiset ilman pikalaivoja ja pikalaivojen kanssa (oikealla)

Distance	2008	2009	2010	Distance	2008	2009	2010
0.0 -0.1 nM	5.4	2.0	2.7	0.0 -0.1 nM	5.4	2.0	2.7
0.1 -0.2 nM	64.0	18.7	27.5	0.1 -0.2 nM	75.4	19.4	29.9
0.2 -0.3 nM	276.0	106.5	128.7	0.2 -0.3 nM	343.7	113.2	135.0
All	345.4	127.3	158.9	All	424.5	134.6	167.6

Trendi on pienenevä, mutta ei yhtä voimakas, eli pikalaivoilla on ollut merkittävä osuus lähinnä 0.2 – 0.3 nM kohtaamisissa vuoteen 2008 asti.

4.5 Tankkerit ja matkustajalaivat:

Seuraavassa taulukossa on mukana vain tankkerit ja matkustajalaivat (Pikalaivat (HSC) poistettu luvuista):

Taulukko 4: Kohtaamisia per kuukausi (vain tankkerit ja matkustaja-alukset). Oikealla edellisen raportin tulos

Distance	2008	2009	2010	2006	2007	2008
0.0 -0.1 nM	0.0	0.0	0.0	0	0	0
0.1 -0.2 nM	0.0	0.0	0.0	1	0	0
0.2 -0.3 nM	1.5	0.7	1.3	5	1	1
All	1.5	0.7	1.3	All	6	1

Tämän analyysin valossa ei ole näyttöä siitä, että matkustajalaivat ja tankkerit olisivat kohdanneet toisiaan liian lyhyellä etäisyydellä.

Liitteessä 1 on luettelo kaikista kohtaamisista, joissa osapuolina on ollut tankkeri ja matkustaja-alus ja joiden ohitusetäisyys on ollut alle 800 m.

4.6 Tilastollisten lukujen virhemarginaalit:

Virhelähteet ovat AIS datan sisäänrakennettu epätarkkuus, joka johtuu GPS-paikannustiedon epätarkkuudesta, AIS transponderin GPS-liitännän sanomatyypin puutteellisesta tarkkuudesta sekä interpoloidun paikan epätarkkuudesta johtuen laivan epälinearisesta käyttäytymisestä havaintopisteiden välillä. GPS-tiedon epätarkkuus lienee 10 m luokkaa ja liitännän aiheuttama epätarkkuus voi pyöristää koordinaatit asteminuutin sadasosaan, mikä tarkoittaa n. 19 m epätarkkuutta. Interpoloinnin vaikutusta on pyritty pienentämään tihentämällä interpolointiväliä 30 sekuntiin. Interpoloinnin tarkkuutta ei ole tässä kuitenkaan arvioitu erikseen.

Lyhyin välimatka on taulukoissa ilmaistuja lukuja pienempi, koska tarkastelussa on ainoastaan valittu 30 s välein laskettuja välimatkoja. Kohtaamistilanteissa välimatka on kuitenkin ollut näitä pienempi. Arvio tästä voisi saada laskemalla CPA (Closest Point of Approach) ja TCPA (Time to CPA) ja valita tämä luku tietyissä tilanteissa lyhyimmän

etäisyyden arvioksi. Tämä laskenta on kuitenkin herkkä suuntatiedolle ja pitäisi tästä syystä erikseen validoida. Ohitustilanteissa CPA ei poikenne juuri ollenkaan 30 sekunnin välein lasketusta etäisyydestä, sen sijaan tilanteissa, missä laivat ohittavat toisiaan suurella suhteellisella nopeudella, CPA saattaa poiketa diskreeteistä etäisyyksistä paljonkin.

5 Johtopäätökset ja kriittinen tarkastelu

Tärkeimpänä johtopäätöksenä on, että Suomenlahden avomerialueella laivojen yhteentörmäysriski on kesäkuukausina edelleen pienentynyt tarkastelun kohteena olevien vuosien aikana. Vuosien 2009 ja 2010 lukujen valossa trendi on kuitenkin taittumassa, eli kohtaamisten lukumäärä on noussut enemmän kuin liikennemäärä. Kohtaamisten lukumäärän suhde liikennemäärään ei välttämättä ole lineaarinen - kun liikennemäärä kasvaa, tulee enemmän ruuhkatilanteita. Yhteistarkastelu edellisen raportin kanssa johtaa siihen, että tuloksiin on suhtauduttava kriittisesti, ettei trendi johdu AIS- ja paikannusteknologian parantumisesta ja sitä kautta datan laadun parantumisesta. Sinänsä tämäkin asia on omiaan parantamaan turvallisuutta merellä.

Tuloksena ovat kvantitatiiviset luvut kohtaamisista, muutamaan luokkaan jaoteltuina.

6 Jatkokehitys

Edelleenkin tutkimushaasteena olisi mielekästä selvittää, olisiko mahdollista tunnistaa poikkeavat tilanteet normaalia suuremmista nopeus- ja suunnanmuutoksista – ja tehdä tämä itseoppivaksi järjestelmäksi. Eli laivatyyppikohtaisesti järjestelmä voisi oppia, mitkä ovat normaalit suunnan- ja nopeudenmuutokset kyseiselle laivatyyppille. Suurimpia poikkeamia normaalista voitaisiin käyttää indikaattorina mahdollisesta vaaratilanteesta. Samoin voisi tunnistaa, mikä laivoista oli väistämisvelvollinen. Mikäli etuajo-oikeutettu laiva on tehnyt kurssi- tai nopeusmuutoksia kohtaamisen yhteydessä, saattaa tämä indikoida väistöliikettä. Automaattista tulkintaa haittaa se seikka, että epänormaaleista kohtaamisista on usein sovittu VHF:llä etukäteen, jolloin tilanne on hallinnassa. Tällaista tietoa ei voi saada pelkästään AIS dataa analysoimalla.

Menetelmän soveltamista muille merialueille olisi tarkoituksenmukaista sekä analyysi- että validointimielessä. Varsinkin vaaratilanteiden identifiointi voisi olla helpompaa tehdä sellaisilla alueilla, mistä löytyisi riittävä määrä vaaratilanneraportteja.

7 Viitteet

[1] Analyysi Suomenlahden risteävästä alusliikenteestä. VTT-R-10075-08

8 Liitteet

- 1) Tankkeri- ja matkustaja-aluskohtaukset joissa ohitusetäisyys on ollut alle 800 m.
- 2) AIS laivaluokat
- 3) KML tiedostojen katselu

Liite 1: Tankkerit ja matkustaja-alusten kohtaamiset lueteltuina. Taulukkoon kerätty ne ohitukset, joiden lyhyin välimatka on ollut alle 800 metriä. Taulukko on järjestetty ensisijaisesti vuoden mukaan, toissijaisesti ohitusetäisyyden mukaan. Etäisyys on metreinä, *s type* tarkoittaa laivatyyppiä: 60-69 on matkustaja-alus, 80-89 on tankkeri. *dT* tarkoittaa sekuntikorjauksen määrää, eli kuinka paljon on jouduttu korjaamaan AIS havainnon aikaleimaa. *s to AIS* tarkoittaa ajallista etäisyyttä lähimpään AIS havaintoon - mitä pienempi luku (absoluuttisesti), sitä pienempi on interpoloinnista aiheutunut virhe. *D between AIS* taas tarkoittaa lähimpien AIS havaintojen välistä matkaa metreinä. Arvo riippuu laivan nopeudesta ja AIS havaintojen ajallisesta välimatkasta.

year	time	lat	dist	mmsi1	mmsi2	name1	s type 1	name2	s type 2	sog1	sog2	dT1	dT2	head 1	head 2	cog1	cog2	s toAIS1	s toAIS2	d betw AIS1	d betw AIS2
2008	2008-05-05 20:04:30	59.8215630	505	265611110	257970000	VIKING XPRS	60	XANTHIA	80	24.9	16.3	0	0	200	259	200.2	257.9	0	0	44	97
2008	2008-07-16 14:07:30	59.7268480	554	273446420	246414000	GEORG OTS	69	ARDEA	80	15.6	11.6	-3	-2	70	74	73.0	74.0	2	0	91	112
2008	2008-05-19 16:55:30	59.8931420	580	211520000	210522000	TRANSLUBECA	69	BALTIC ADONIA I	80	13.8	14.6	-1	-1	74	73	75.5	74.1	5	-5	121	298
2008	2008-05-09 01:39:00	59.7116200	598	357627000	257519000	MSC OPERA	69	STEN BALTIC	81	20.3	14.0	-1	0	256	252	256.1	253.2	1	3	120	82
2008	2008-07-29 05:05:00	59.6868940	686	273446420	247661000	GEORG OTS	69	GRANATO	89	15.8	13.7	-2	0	251	252	254.1	255.0	-1	0	108	134
2008	2008-05-18 06:32:00	59.8247500	688	311583000	215871000	JEWEL OF THE SEAS	69	BALTIC WIND	81	10.7	14.2	0	1	259	260	259.8	262.0	5	2	107	185
2008	2008-06-06 15:28:00	59.8407590	699	309877000	235704000	DELPHIN VOYAGER	60	WAPPEN VON BERLIN	80	16.3	14.8	-1	-2	79	78	78.5	77.0	-2	0	89	88
2008	2008-07-22 17:47:00	59.9245430	708	310500000	212055000	CROWN PRINCESS	69	BALTIC FAVOUR	89	21.8	15.2	-2	-1	74	78	73.6	78.9	-2	0	125	90
2009	2009-07-22 07:57:00	59.9170730	483	230939000	230182000	TRANSLANDIA	60	KARI	80	14.8	9.1	1	1	213	74	213.8	75.5	-4	17	322	264
2009	2009-07-18 16:59:00	59.8729870	535	310531000	258953000	EMERALD PRINCESS	69	STEN AURORA	81	21.2	10.9	-2	0	77	75	77.8	76.5	2	-7	609	414
2009	2009-05-19 17:14:30	59.8903570	617	310531000	253061000	EMERALD PRINCESS	69	CRYSTAL AMETHYST	80	21.6	13.7	-1	-1	77	78	76.2	76.1	1	4	128	160
2009	2009-06-08 17:47:30	59.8602160	618	576485000	230944000	ADRIANA \\\	60	TEMPERA	81	14.2	9.7	1	2	79	80	80.2	80.6	13	-2	424	292
2009	2009-06-26 23:28:30	59.9280910	619	311166000	249266000	BLACK WATCH	60	SEAMAGIC	89	11.4	14.5	-6	1	254	255	254.0	252.7	1	0	429	495
2009	2009-05-11 19:47:30	59.7845260	662	265611110	255706000	VIKING XPRS	60	HEINRICH ESSBERGER	82	20.3	12.0	-2	-1	196	75	196.0	76.0	-1	-3	68	122
2009	2009-07-11 01:08:30	59.8544660	668	310531000	257222000	EMERALD PRINCESS	69	HAVSTRAUM	83	19.9	14.4	-2	-1	257	257	257.2	257.0	7	4	684	423
2009	2009-05-01 11:43:30	59.8070980	671	276673000	259964000	BALTIC PRINCESS	60	TARNDAL	80	15.1	13.3	-2	0	20	258	23.7	257.9	4	0	117	175



year	time	lat	dist	mmsi1	mmsi2	name1	s type 1	name2	s type 2	sog1	sog2	dT1	dT2	head 1	head 2	cog1	cog2	s toAIS1	s toAIS2	d betw AIS1	d betw AIS2
2009	2009-06-12 06:06:30	59.7848910	691	265611110	257970000	VIKING XPRS	60	XANTHIA	80	22.1	6.1	-2	-1	24	80	22.3	78.4	-10	-14	496	247
2009	2009-06-09 14:48:00	59.7332040	692	309908000	215811000	C.COLUMBUS	69	SEASONG	80	16.6	14.8	-1	-2	72	76	71.8	73.5	-14	-4	487	525
2009	2009-05-30 06:16:30	59.8106380	693	265611110	230965000	VIKING XPRS	60	NESTE	80	22.6	14.5	-1	1	26	253	26.3	253.0	-8	-6	549	514
2009	2009-06-18 17:53:30	59.9195380	728	249046000	211379750	CELEB. CONSTELLATION	69	SEAMULLET	81	19.6	12.3	-4	-2	73	74	73.5	75.8	9	0	680	461
2009	2009-07-05 08:31:30	59.7516600	737	311321000	256702000	VISION OF THE SEAS	60	SEASTAR	81	10.7	13.1	-1	1	262	254	259.4	253.8	-2	8	322	512
2009	2009-06-04 03:27:30	59.7944050	738	273446420	247217200	GEORG OTS	69	F.D.NORD FAST	83	15.3	14.0	-3	-3	259	258	258.8	260.0	-9	14	473	574
2010	2010-06-05 17:20:00	59.8520510	419	309997000	266266000	CLIPPER ADVENTURER	60	ASTRAL	80	14.7	9.6	0	0	78	76	80.0	79.8	-2	2	87	85
2010	2010-07-30 01:15:00	59.7368410	545	276647000	257136000	SUPERFAST VII	62	SOLSTRAUM	80	18.4	13.1	-3	-2	74	73	72.0	72.0	-2	-4	89	128
2010	2010-07-02 04:11:30	59.8576580	564	308516000	247278000	DISNEY MAGIC	60	ZIRCON	89	21.8	13.1	-1	-1	254	256	254.0	256.8	0	-2	106	115
2010	2010-07-28 02:12:00	59.7443330	634	230987000	230957000	FINNLADY	61	SUJULA	80	24.0	15.5	-1	1	76	78	77.0	78.0	0	0	92	91
2010	2010-06-18 17:16:00	59.7220000	649	266252000	211822000	NORDLINK	61	SEACONGER	80	24.1	14.1	-3	-2	250	254	250.0	255.0	0	1	37	69
2010	2010-05-14 00:58:00	59.7189580	678	276648000	220188000	SUPERFAST VIII	60	RAS MAERSK	80	21.1	12.3	-2	-1	68	74	67.0	73.4	0	-1	121	121
2010	2010-06-06 01:09:30	59.7211130	681	276648000	266110000	SUPERFAST VIII	60	WISBY VERITY	80	18.7	12.4	-2	1	76	72	75.0	70.3	3	0	112	130
2010	2010-07-26 01:35:30	59.7490940	700	230981000	230944000	FINNSTAR	61	TEMPERA	81	24.2	11.4	-1	0	78	79	77.4	79.3	1	-1	48	96
2010	2010-07-29 01:13:30	59.7039940	701	276648000	259936000	SUPERFAST VIII	60	STAV VIKING	80	23.9	14.3	-3	0	68	72	68.0	71.7	1	0	45	55
2010	2010-06-10 02:05:00	59.7294170	722	230982000	219178000	FINNMAID	61	SCORPIUS	80	23.8	13.7	-2	1	70	73	69.0	73.8	1	3	37	136

Liite 2 AIS laivaluokat

IALA Guidelines on AIS, Volume 1, Part I (Operational Issues) Ed. 1.1

Identifiers Used by Ships to Report Their Type*	
First digit	Second digit
0 – Not used	0–All ships of this type
1 – Reserved for future use	1– Carrying DG, HS, or MP IMO hazard or pollutant category A
2 – WIG	2– Carrying DG, HS, or MP IMO hazard or pollutant category B
3 – See Table 12 below	3– Carrying DG, HS, or MP IMO hazard or pollutant category C
4 – HSC	4– Carrying DG, HS, or MP IMO hazard or pollutant category D
5 – See Table 12 below	5– reserved for future use
6– Passenger ships	6- reserved for future use
7– Cargo ships	7–reserved for future use
8– Tankers	8 – reserved for future use
9– Other types of ship	9 – No additional Information

* This formatter requires two digits: The first is any digit from the column on the left, the second is any digit from the column on the right

DG = Dangerous Goods; HS = Harmful Substances; MP = Marine Pollutants

Table 11: Ship Type Identifiers

Identifier No.		Identifiers Used by Special Craft to Report Their Type
First Digit	Second Digit	
5	0	Pilot vessel
5	1	Search and rescue vessels
5	2	Tugs
5	3	Port tenders
5	4	Vessels with anti-pollution facilities or equipment
5	5	Law enforcement vessels
5	6	Spare – for assignments to local vessels
5	7	Spare – for assignments to local vessels
5	8	Medical transports (as defined in the 1949 Geneva Conventions and Additional Protocols)
5	9	Ships according to Resolution No 18 (Mob-83)

Table 12: Special Craft

LIITE 3 Google Earth työkaluun sopivat tiedostot

Lyhyt selostus:

- Asenna Google Earth -työkalu (satavissa Internetistä), ellei ole jo asennettuna.
- avaa *.kml tiedosto kaksoisnäpäyttämällä sitä
- kokeile klikata jotakin kohtaamista esittävää pistettä Suomenlahdella - laivojen kuvat pitäisi näkyä!
- kohtaamisen parametrit on esitetty taulukossa.
 - time difference: means the time difference in minutes) of the observation points that have been used to estimate the position. Eli laivan ajallinen etäisyys on KORKEINTAAN puolet tästä arvosta (ja paikka lineaarisesti interpoloitu tässä välissä).
- kun klikkaa laivan nimeä avautuu selain, ja Google josta voi jatkaa.

Yhden kohtaamisen tarkempi tutkiminen:

- Klikkaa kohtaamistappia. Huomioi mikä kansio vasemmalla tulee harmaaksi. Kirjoita kohtaamisen numero muistiin.
- Avaa harmaa kansio klikkaamalla plussaa
- Hae sieltä ko kohtaaminen. Klikkaa Plussaa
- Laita ruksi TRACKS -kohdalle
- mene nyt "Time slider" kontrolliin oikealla ylhäällä.
- Klikkaa sliderin vasemmalla puolella näkyvää symbolia ja valitse ikkunasta "restrict time to currently selected folder". Sulje ikkuna.

- zoomaa siihen kohtaan missä näkyy punainen ja keltainen viiva.
- aja time sliderin animaatiota (oikea nappi)
- voit katsella tapausta "vinosti" esim painamalla <SHIFT> ja käyttämällä hiiren rullaa

- Reitin korkeus on lineaarisessa suhteessa kohtaamistapauksen alkuhetkeen. Pisteet 30 s välein. Näkyy ohituksissa selkeästi.

Lopuksi: kun suljet Google Earth -työkalua, älä talleta tätä tiedostoa "Own places" paikkaan, ellet halua että tiedosto on heti käytettävissä kun käynnistät Google Earth työkalun seuraavan kerran.