



ILMATIETEEN LAITOS

Tilaaaja: Helsingin kaupungin kiinteistövirasto

Merellinen Helsinki
Vuosiraportti 2016

Jan-Victor Björkqvist ja Milla Johansson

16.01.2017

Ilmatieteen laitos
Erik Palménin aukio 1, PL 503
00101 Helsinki
www.fmi.fi

Alkusanat

Kiinteistöviraston Ilmatieteen laitokselta tilaama hanke liittyy Helsingin kaupungin STRATEGIAOHJELMAAN 2013–2016 ja sen kohtaan ELINVOIMAINEN HELSINKI, joka sisältää otsakkeen: *”Meri-Helsinki tarjoaa elämyksiä kaupunkilaisille ja matkailijoille sekä liiketoimintamahdollisuuksia yrityksille”*. Toimenpiteet osiossa puolestaan todetaan, että ”Kaupunki edistää yritystoiminnan, matkailun ja vapaa-ajan mahdollisuuksia ranta-alueilla ja saaristossa sekä vesiliikenteen kehittymistä”.

Merellisten alueiden suunnittelussa tarvitaan tietoja aallokosta, sen vaihteluista sekä vedenkorkeuden muutoksista hyvinkin pitkälle tulevaisuuteen. Tämä vaihe toteutettiin vuosina 2011–2015 tehdyssä tutkimuksessa, jonka tulokset on luettavissa Helsingin karttapalvelussa

- <http://www.hel.fi/static/kv/Geo/Vesi/Poijut.html>

Vuonna 2016 projektissa keskityttiin Meri-Helsingin vesiliikenteen turvallisuutta parantavan järjestelmän luomiseen, jossa puolestaan on oleellista tarjota ajantasaista mittaustietoa Helsingin merisäätilanteesta sekä yleistettyä tilannetta mittausasemien läheisyydestä ja edelleen ennustetietoa lähivuorokausien merisäästä Helsingin edustalla. Vuonna 2016 rakennettu sovellus löytyy osoitteista:

- <http://www.marinehelsinki.fi>
- <http://meri.hel.fi>

Ennusteosiota tullaan täydentämään vuonna 2017. Mittaustietojen tuottaminen tarvitsijoille myös SMS-palveluna on työlistalla.

Merellinen Helsinki -projektin ohjauksesta vuonna 2016 vastasi työryhmä, jonka puheenjohtajana toimi Ilkka Vähäaho ja sihteerinä Paavo Lahdenperä Helsingin kiinteistövirastosta sekä jäsenenä Henrik Ahola ja Markku Granholm kaupunkisuunnitteluvirasto, Hannu Airola liikuntavirastosta, Emil Vahtera ympäristökeskuksesta, Tero Sievänen Helsingin Satama Oy:stä, Jarmo Häkkinen, Mika Laapio ja Aki Salomaa Rajavartiolaitoksesta sekä Kimmo Kahma Akateemiset konsultit Oy:stä.

Ilmatieteen laitoksella työstä vastasivat tämän vuosiraportin laatijat Jan-Victor Björkqvist ja Milla Johansson yhdessä Lauri Laakson ja Tuomo Roineen kanssa.

Internetsivujen tuottamisesta ja koodauksesta vastasivat Jonni Takala ja Aimo Karvinen kiinteistövirastosta.

Ilkka Vähäaho

Sisältö

Tiivistelmä	4
1 Tutkimusprojektin mittaukset	4
1.1 Suomenlinnan aaltopoiju Buli	4
1.2 Neljänviitankarin tuulimittaukset	6
1.3 Vartiokylänlahden tuulimittaukset	6
1.4 Neljänviitankarin lämpötilaprofiilimittaukset	6
2 Operatiiviset mittaukset	6
2.1 Harmajan tuulimittaukset	9
2.2 Suomenlahden aaltomittaukset	9
3 Muut toimenpiteet	9
3.1 Yhteenvetosivusto	9
3.2 Suomenlinnan poijun edustavuuskartat	11
3.3 Suomenlahden aaltoennuste	11
3.4 Merellä liikkujien kysely	13
3.5 Aallonkorkeuskartta	13
4 Projektin jatko	15

Tiivistelmä

Vuoden 2016 tammikuussa julkaistussa raportissa selvitettiin tasoja, mihin yhtenäinen merivesi voi nousta Helsingin rannikolla. Tutkimuksessa otettiin huomioon sekä vedenkorkeuden vaihtelut että tuulen kehittämät aallot. Jälkimmäisestä oli kuitenkin lähtökohtaisesti hyvin vähän havaintoihin perustuvaa tietoa Helsingin rannikolla, mistä syystä suoritettiin laaja havaintokampanja, joka sisälsi myös tuulimittauksia. Työn loppuun saattamisen jälkeen oli alkuperäisen tutkimuskysymyksen lisäksi saatu paljon muutakin tietoa. Erityisesti pystytään nyt paremmin identifioimaan keskeiset paikat joilla pitkäaikaisia havaintoja on tarkoituksenmukaista tehdä. Vuonna 2016 Kruunuvuorenselän tuulimittauksia jatkettiin ja Suomenlinnan edustalle hankittiin uusi pysyvä aaltopoiju. Yhdessä nämä täydentävät Ilmatieteen laitoksen operatiivisten havaintojen verkostoa Helsingin edustalla. Havainnot kerätään reaaliajassa Helsingin kaupungin kiinteistöviraston ylläpitämälle yhteenvetovustolle, missä ne ovat kaikkien vesillä liikkujien käytössä. Kyseistä sivustoa parannellaan jatkuvasti mm. käyttäjäpalautteiden perusteella.

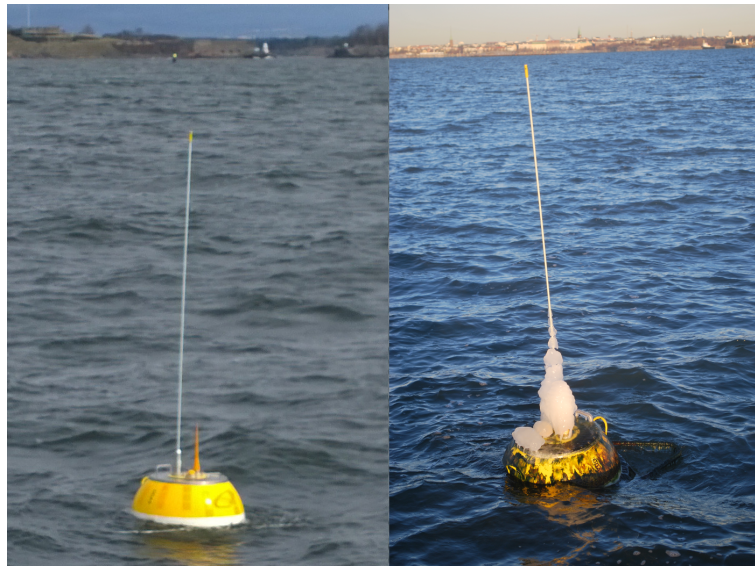
1 Tutkimusprojektin mittaukset

1.1 Suomenlinnan aaltopoiju Buli

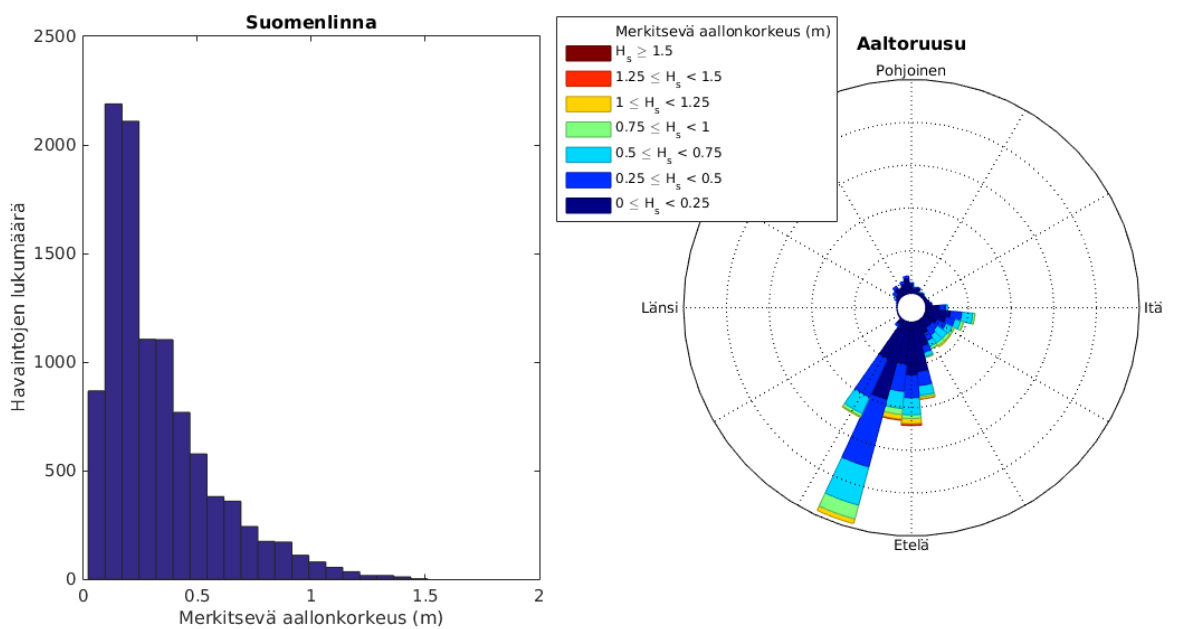
Vuosina 2012–2014 suoritettujen tutkimusten perusteella Suomenlinnan edusta havaittiin edustavaksi paikaksi Helsingin aalto-olosuhteiden kannalta. Lyhytaikaisten, mutta kattavien, mittausten tueksi on nyt tärkeää saada pitkiä aikasarjoja. Pysyvä poiju keskeisellä paikalla palvelee myös mahdollisimman hyvin merellä liikkuvien tarpeita.

Aikaisemmin käytettyjen pienehköjen 40 cm aaltopoijujen paristot kestävät kerrallaan noin kuukauden, mistä syystä ne eivät ole sopivia pysyviin mittauksiin. Ilmatieteen laitoksen operatiivinen laitteisto koostuu 90 cm poijuista jotka ison koonsa vuoksi ovat haastavia käsitellä, varsinkin pienemmillä aluksilla. Nyt hankittu uusi aaltopoiju ("Buli") toimii mittausteknisesti identtisesti Ilmatieteen laitoksen isojen poijujen kanssa. Se edustaa kuitenkin kokonsa puolesta uutta 70 cm poijutyyppeä, jonka käsittely eri kokoisilla aluksilla on huomattavasti helpompaa. Buli ankkuroitiin Suomenlinnan edustalle 27.4.2016. Poiju toimi moitteettomasti, kunnes se haettiin pois 29.11.2016 säiden huonontuessa (kuva 1). Yhteenveto poijun mittaamasta aallokosta on esitetty kuvassa 2.

Toimitusvaikeuksien vuoksi poijuun ei saatu asennettua aurinkopaneelia. Tämä ei kuitenkaan vaikuttanut toimintaan, sillä paristot kestivät koko avovesikauden ongelmitta. Aurinkopaneelin asennuksesta on neuvoteltu valmistajan kanssa ja se pyritään toteuttamaan talven aikana. Poijun tiedonsiirto on toteutettu sekä radiosignaalilla Harmajan kautta että GSM-viesteillä. Molemmat järjestelmät ovat jatkuvassa toiminnassa. Tällä pyritään varmistamaan mahdollisimman luotettava datan kulku siinäkin tapauksessa, että Harmajan kautta kulkevassa tiedonsiirrossa ilmenee ongelmia.



Kuva 1: Aaltopoiju Buli Suomenlinnan edustalla ankkuroinnin jälkeen (vasen) ja juuri ennen nostamista (oikea). Kuvat: Ilkka Vähäaho ja Tuomo Roine.



Kuva 2: Suomenlinnan edustalla mitatun merkitsevän aallonkorkeuden histogrammi (vasen) ja aallokon huipun suunnan aaltoruusu (oikea). Lehtien pituudet kuvaavat suunnan yleisyyttä.

1.2 Neljänviitankarin tuulimittaukset

Neljänviitankarilla suoritettiin tuulimittauksia jo 2014-2015. Sääasema mittaa mm. tuulen nopeutta, tuulen suuntaa ja ilman lämpötilaa. Tuulimittauksia päätettiin jatkaa projektin päättymisen jälkeen vuonna 2016 jo asennetulla laitteistolla. Selvisi kuitenkin, että tuuliturbiini oli rikkoontunut pahasti, mikä oli tälle mallille tyypillinen vika. Tilalle hankittiin uusi tornimallinen tuuliturbiini ja tilattiin sitä varten räätälöity metallikiinnitys (kuva 3). Samassa kiinnityksessä on myös aurinkopaneeli. Kiinnitys on rakenteeltaan sellainen, että yksittäisiä osia voidaan irrottaa ja vaihtaa purkamatta koko asennusta. Uusi tuuliturbiini on yhdessä aurinkopaneelin kanssa toiminut hyvin.

Rutiinitarkastuksen yhteydessä havaittiin sääasemassa hiiltyneitä komponentteja, jotka ovat todennäköisesti rikkoontuneet ukkosen vaikutuksesta. Sääasema lähetettiin huollettavaksi ja kalibroitavaksi Vaisalaan. Vanhalla laitteistolla suoritettiin mittauksia 14.4.2016 saakka. Uusi laitteisto on ollut toiminnassa 22.7.2016 alkaen. Koko vuoden 2016 aikana tehdyt tuulimittaukset on havainnollistettu kuvassa 4.

1.3 Vartiokylänlahden tuulimittaukset

Vartiokylänlahden tuulimittauksia päätettiin jatkaa projektin päättymisen jälkeen vuonna 2016. Sääaseman mittaukset toimivat pelkästään akun ja aurinkokennon voimalla, mistä syystä ne eivät Neljänviitankarin tavoin ole ympärivuotisia. Mittauksia Vartiokylänlahdella on vuoden 2016 alusta. Tiedonsiirtolaatikko haettiin pois 10.11.2016 kun aurinkokenno ei enää tuottanut riittävästi energiaa mittausten pyörittämiseen. Mittauksia jatketaan taas keväällä 2017. Vuoden 2016 aikana tehdyt tuulimittaukset on havainnollistettu kuvassa 5. Suurimmat mitatut arvot mahdollisesti virheellisiä sillan aiheuttaman vääristymän ja rekkaliikenteen takia. Niiden poistaminen on mahdollista huolellisella käsin tehtävällä laatutarkastuksella.

1.4 Neljänviitankarin lämpötilaprofiilimittaukset

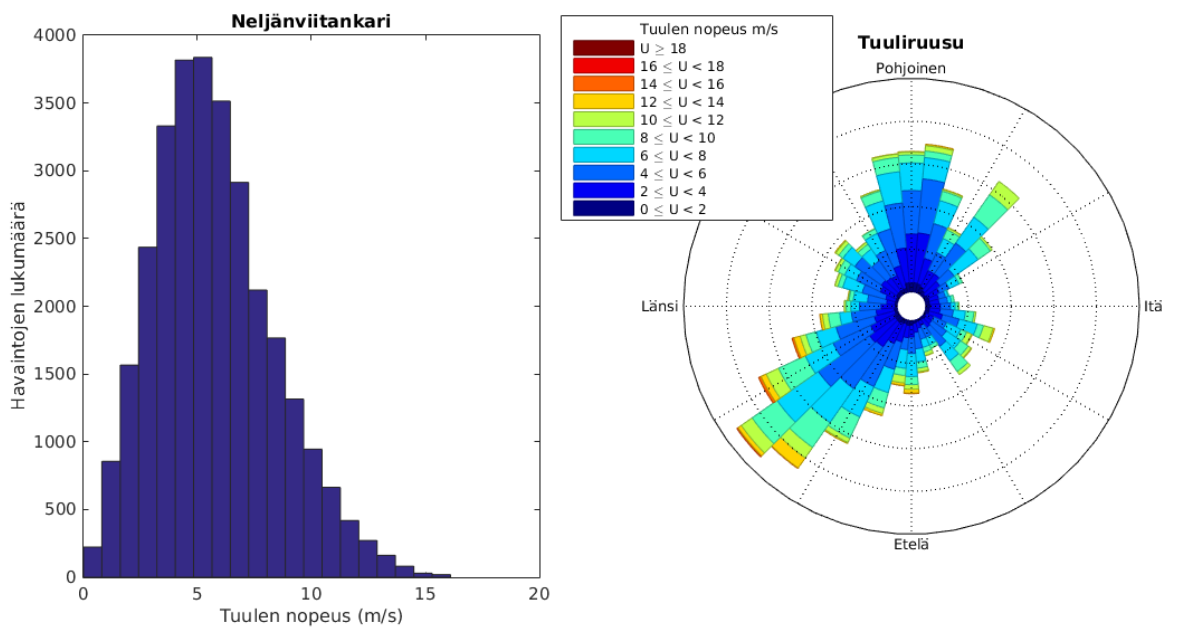
Neljänviitankarille asennettiin 7.9.2016 laitteisto, jolla voidaan mitata Kruunuvuorenselän veden lämpötilaprofiilia (kuva 6). Lämpötila-anturit asennettiin pohjaa pitkin viidelle eri syvyydelle. Asennussyvyyydet ovat noin 1.1 m, 2.8 m, 5.3 m, 7.3 m ja 9.6 m. Alin anturi on kaivettu pohjaan ja se mittaa siten pohjan lämpötilaa. Mittauksissa käytetään hyväksi Neljänviitankarilla jo olevaa tiedonsiirtoa, jolloin nämäkin mittaukset saadaan käyttöön reaaliajassa.

2 Operatiiviset mittaukset

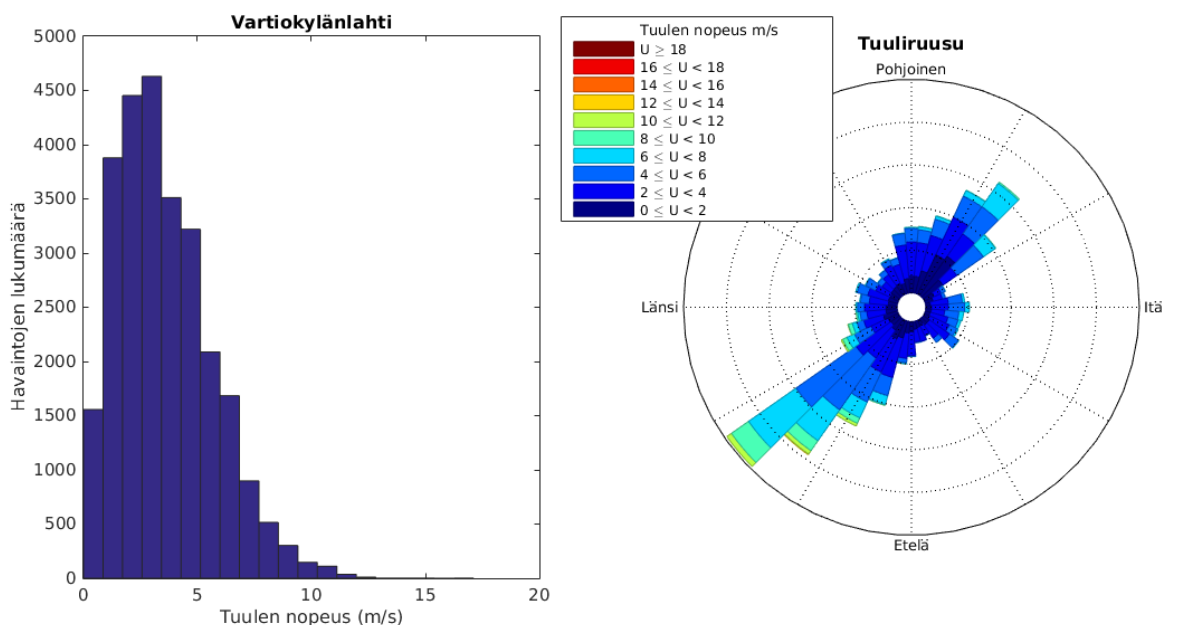
Tutkimusprojektissa hyödynnetään myös Ilmatieteen laitoksen operatiivisia mittauksia: Harmajan säähavaintoja ja Suomenlahden aaltopohjähavaintoja.



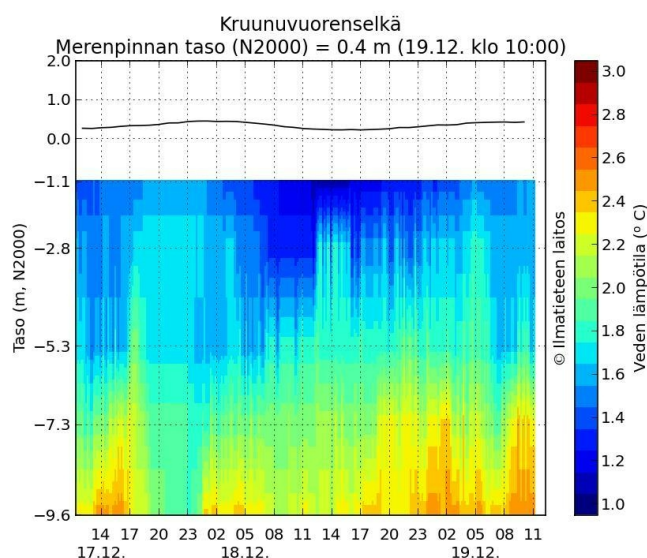
Kuva 3: Neljänviitankarin tuuliturbiinin uusi räätälöity metallinen asennus. Samaan kiinnitykseen on asennettu myös aurinkopaneeli. Kuva: Jan-Victor Björkqvist



Kuva 4: Neljänviitankarilla tehtyjen tuulimittausten histogrammi (vasen) ja tuuliruusu (oikea). Tuuliruusun lehtien pituudet kuvaavat suunnan yleisyyttä.



Kuva 5: Vartiokylänlahdella tehtyjen tuulimittausten histogrammi (vasen) ja tuuliruusu (oikea). Tuuliruusun lehtien pituudet kuvaavat suunnan yleisyyttä. Korkeimmat mitatut arvot ovat mahdollisesti virheellisiä, sillä mittausaikasarjaa ei ole laaturkastettu käsin.



Kuva 6: Neljänviitankarilla tehtyjen lämpötilamittausten avulla saadaan kuva Kruunuvuorenselän veden lämpötilaprofiilista.

2.1 Harmajan tuulimittaukset

Harmajan operatiiviset mittaukset ovat olleet käytettävissä koko vuoden 2016. Harmajan tuulimittaukset antavat yhdessä Neljänviitankarin havaintojen kanssa tärkeää tietoa sisä- ja ulkosaariston tuuliolosuhteista. Tutkimusprojektin mittauksen kanssa vertailukelpoiset kaaviot löytyvät kuvasta 7.

2.2 Suomenlahden aaltomittaukset

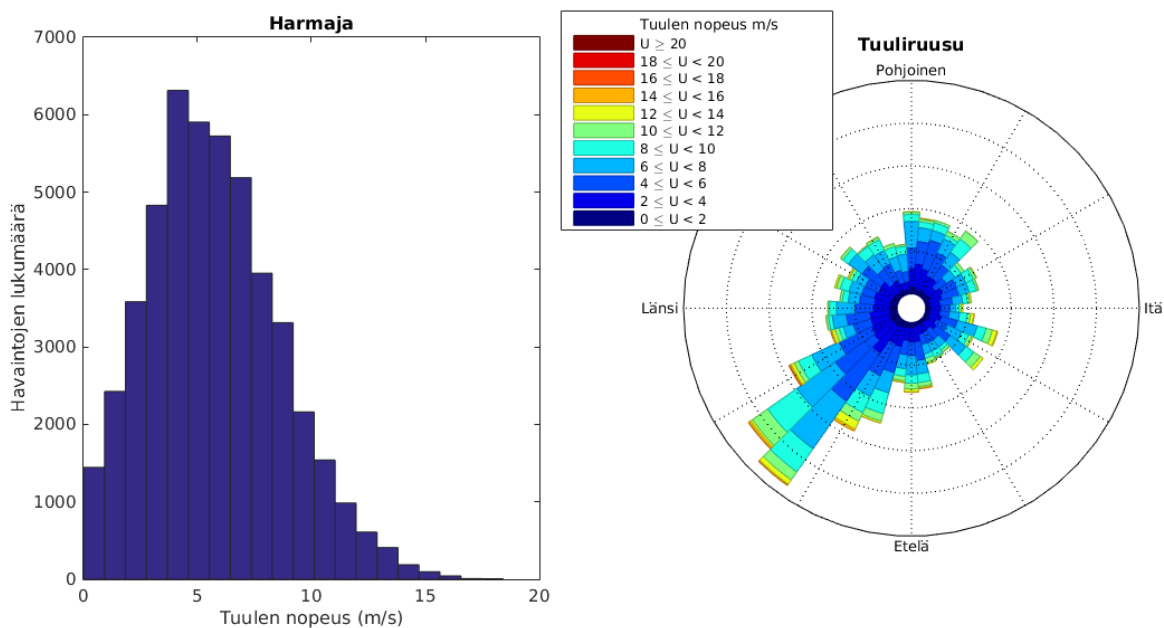
Ilmatieteen laitos suorittaa myös operatiivisia aaltomittauksia Suomenlahden keskellä. Nämä mittaukset antavat tärkeää tietoa aalto-olosuhteista saariston ulkopuolella. Vuoden aikana tehdyt mittaukset on havainnollistettu kuvassa 8.

3 Muut toimenpiteet

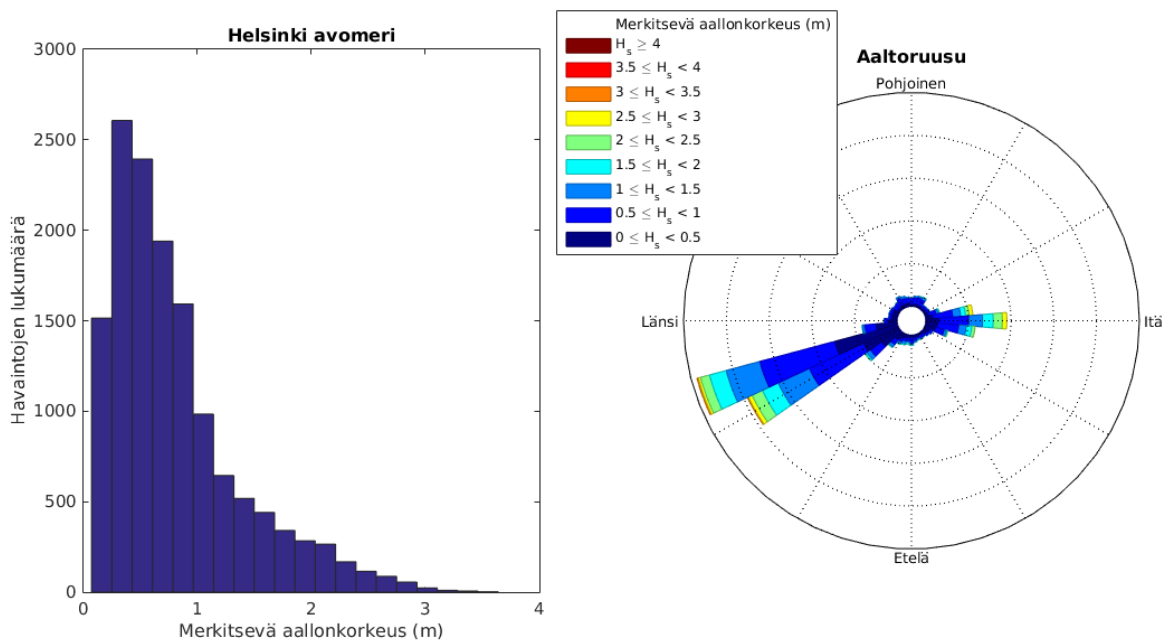
3.1 Yhteenvetosivusto

Mittausaineisto on kerätty reaaliajassa yhteenvetosivustolle osoitteista meri.hel.fi ja www.marinehelsinki.fi. Yhteenvetosivuston etusivulla näytetään kaikki havaintoaineisto tekstimuotoisena (kuva 9) ja mittauspisteistä on piirretty aikasarjakuvia (kuva 10). Kaikkien mittausten ajantasainen tilanne on myös havainnollistettu kartalla (kuva 11).

Aikasarjakuvien lisäksi sivustolle on tulossa lähiaikoina myös kahden viikon tekstimuotoiset aikasarjat. Tarkoituksena on, että tälle sivustolle tullaan tulevaisuudessa kokoamaan yhä



Kuva 7: Harmajalla tehtyjen tuulimittausten histogrammi (vasen) ja tuuliruusu (oikea). Tuuliruusun lehtien pituudet kuvaavat suunnan yleisyyttä.



Kuva 8: Suomenlahdella tehtyjen avomerimittausten merkitsevän aallonkorkeuden histogrammi (vasen) ja aallokon huipun suunnan aaltoruusu (oikea). Lehtien pituudet kuvaavat suunnan yleisyyttä.

Helsingin lähivesien viimeisimmät säähavainnot su 18.12.2016 klo 17:50

Helsinki-avomeri su 18.12.2016 klo 16:44-17:14

- Merkitsevä aallonkorkeus 0.70 m
- Korkein yksittäinen aalto ~1.40 m
- Aallonpituus 61 m
- Aallon periodi 6.2 s
- Veden lämpötila 2.3 °C

Suomenlinna

- Aaltopoiju on poissa toiminnasta talven ajan. Tiedonsiirto jatkuu taas keväällä.

Harmaja su 18.12.2016 klo 17:30-17:40

- Ilman lämpötila 0.3 °C
- Tuulen nopeus 5.7 m/s
- Tuulen puuska 6.8 m/s
- Tuulen suunta länsituulta (283°)

Katso myös Ilmatieteen laitoksen [ennuste](#)

Kruunuvuorenselkä su 18.12.2016 klo 17:30-17:40

- Ilman lämpötila 0.3 °C
- Tuulen nopeus 4.0 m/s
- Tuulen puuska 5.1 m/s
- Tuulen suunta luoteistuulta (302°)
- Veden lämpötila 1.2 °C

Vartiokylänlahti

- Sääasema on poissa toiminnasta talven ajan. Tiedonsiirto jatkuu taas keväällä.

Mittausasemat kartalla

Helsingin lähivesien aaltokartta

Kuva 9: Yhteenvetosivuston aloitussivu, mihin on kerätty kaikki havaintodata tekstimuotoisena.

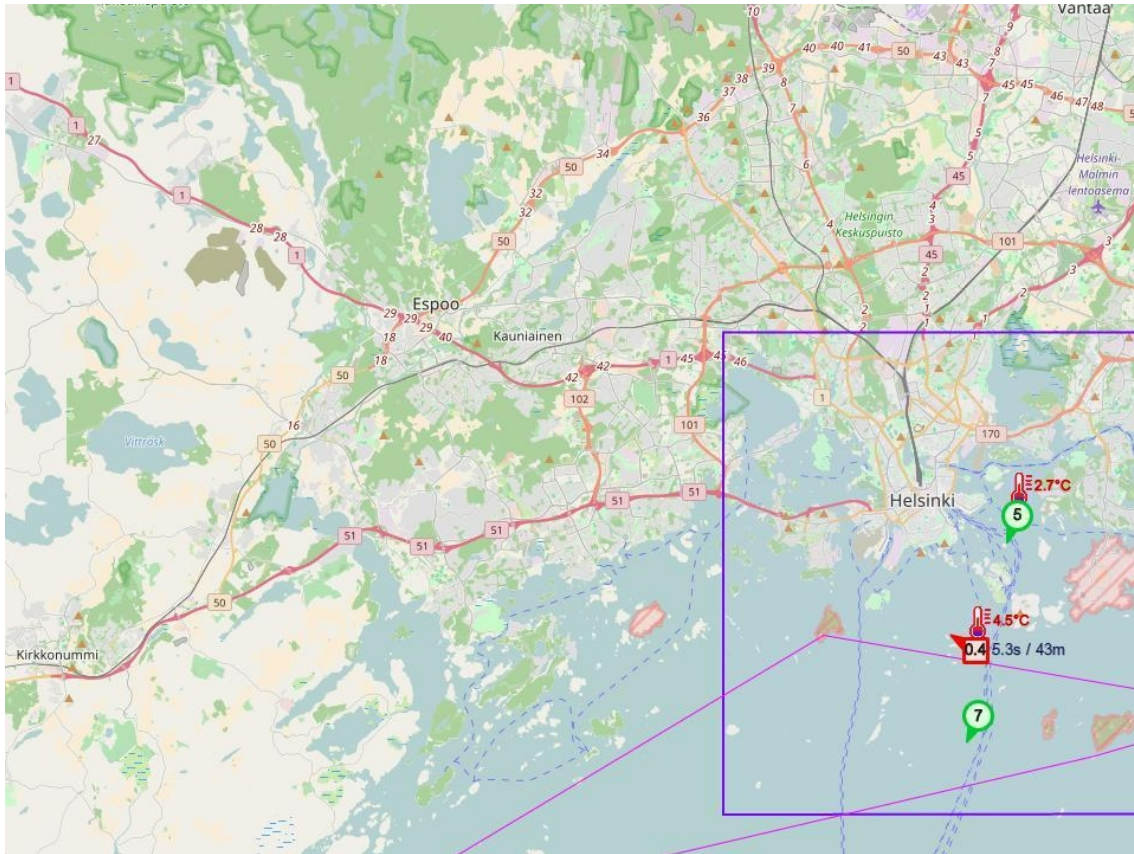
enemmän merelliseen Helsinkiin liittyvää relevanttia tietoa. Sivustoa kehitetään jatkuvasti mm. käyttäjäpalautteiden perusteella.

3.2 Suomenlinnan poijun edustavuuskartat

Aallonkorkeus saaristossa vaihtelee paikoitellen paljon, eikä yksi mittauspiste siten voi antaa täsmällistä kuvaa laajemman alueen aallokosta. Aaltomallituloksia Helsingin saariston alueelle ei kuitenkaan vielä ole saatavissa. Yhteenvetosivustolle muodostettiin edustavuuskartat, jotka antavat osviittaa siitä, miten Suomenlinnan edustan lähialueen aallokko vertautuu poijun mittaamaan arvoon. Esimerkki edustavuuskartasta löytyy kuvasta 12.

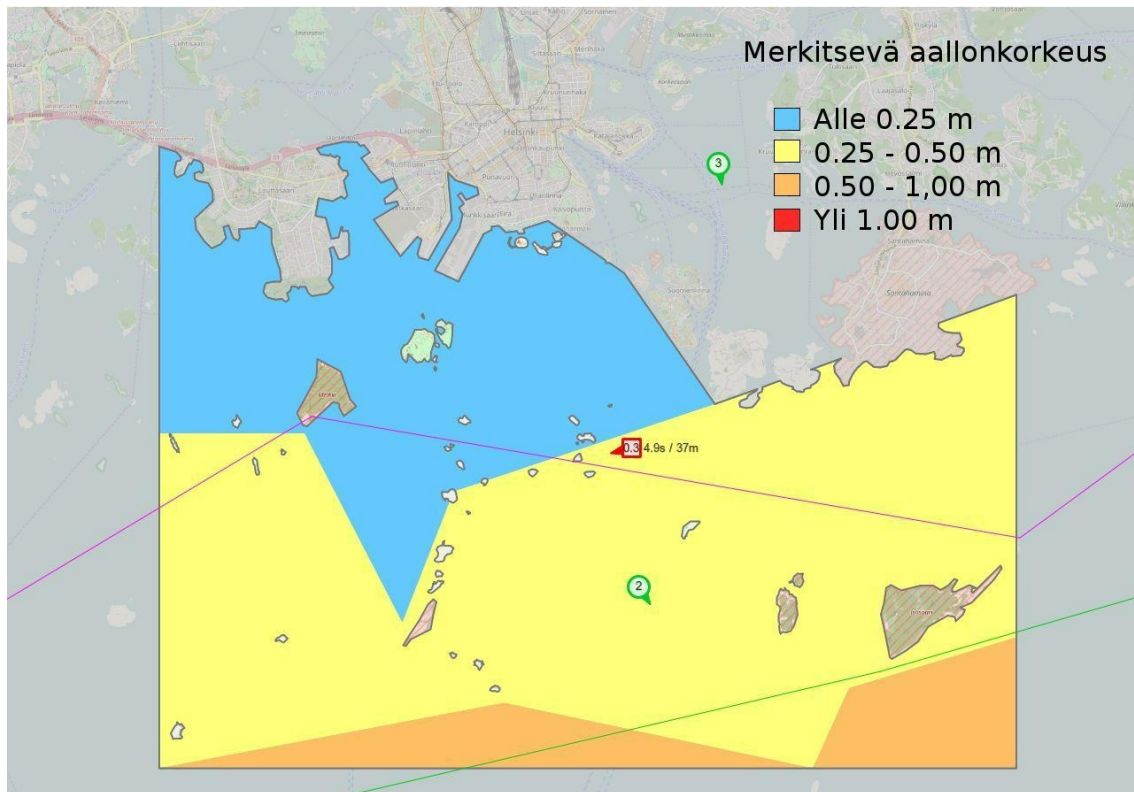
3.3 Suomenlahden aaltoennuste

Suomenlahden avomerimittaukset visualisoidaan jo yhteenvetosivustolle. Poijun sijaintipaikalle poimitaan myös Ilmatieteen laitoksen operatiivinen aaltoennuste, joka ennustaa



Kuva 10: Neljänviitankarin mittausaikasarja visualisoituna.

Kuva 11: Havainnot kartalla. Aaltopojjut on merkitty punaisilla neliöillä ja näytettävät tiedot ovat merkittävä aallonkorkeus, aallokon hallitseva periodi ja pituus, sekä pintalämpötila. Nuoli näyttää aallokon suunnan. Tuulihavainnot näkyvät vihreinä ympyröinä, näyttäen sekä tuulen nopeuden että suunnan. Kruunuvuorenselällä näytetään lisäksi veden pintalämpötila. Tilapäisesti puuttuvat havainnot näkyvät tyhjänä symbolina.



Kuva 12: Yhteenvetosivuilta löytyvä edustavuuskartta antaa poijun mittausten perusteella kuvan siitä, minkä korkuista aallokon arvioidaan olevan Helsingin rannikolla.

merkitsevän aallonkorkeuden, aallokon huipun suunnan ja merkitsevän aallonpituuden kehittymistä (kuva 13). Mikäli poiju ei ole meressä tai lähetyksessä on häiriöitä, näytetään havaintojen sijaan aaltomallilla laskettu arvo.

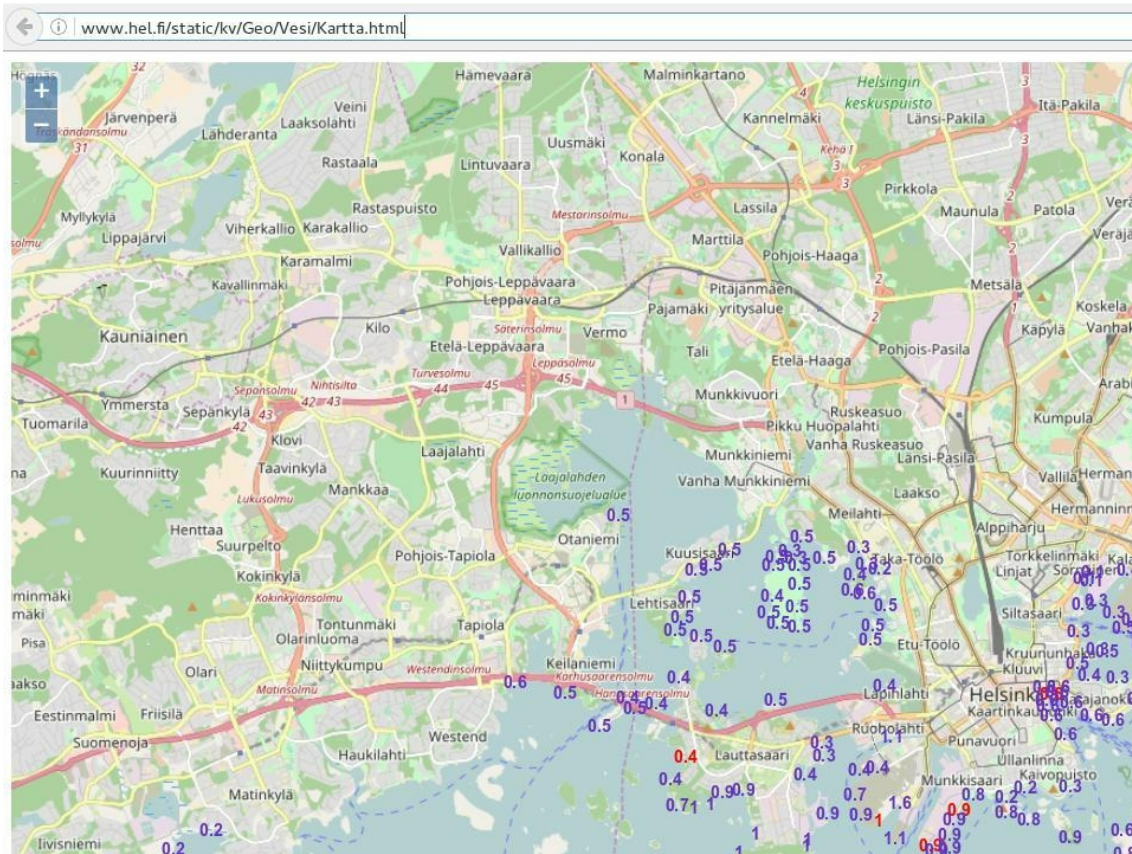
3.4 Merellä liikkujien kysely

Sen selvittämiseksi mitkä ovat oleelliset tekijät merellä siellä liikkuville, suoritettiin alkuvuonna kyselytutkimus johon vastasi peräti 63 henkilöä, joista 25 antoivat kirjallista palautetta. Kiinteistöviraston geotekninen osasto on tehnyt kyselypalautteesta yhteenvetoraportin, mistä syystä sitä ei käsitellä tässä tarkemmin.

3.5 Aallonkorkeuskartta

Vuoden 2016 tammikuussa julkaistiin monivuotisen projektin päätteeksi laaja raportti¹. Raportissa esitettiin arvioita siitä, mille tasolle yhtenäinen vesimassa voi Helsingin rannikolla nousta, kun otetaan huomioon sekä vedenkorkeus että meriveden aaltoilu. Nämä luvut julkaistiin myös karttoina. Kesän aikana valmistui myös vastaava kartta pelkille aallonkorkeuden arvoille, joita käyttäjät olivat toivoneet jo alkuperäisen raportin julkistamistilaisuudessa. Tämä kartta löytyy osoitteesta <http://www.hel.fi/static/kv/Geo/Vesi/Kartta.html> (kuva 14).

¹<http://www.hel.fi/static/kv/turvalliset-rakentamiskorkeudet.pdf>



Kuva 13: Suomenlahden avomerimittausten visualisointi. Mittausaikasarjan jatkona näytetään Ilmatieteen laitoksen operatiivisen aaltomallin ennuste.

Kuva 14: Arvioidut maksimiarvot merkitsevälle aallonkorkeudelle.

4 Projektin jatko

Vuonna 2017 kaikki tässä raportissa kuvatut mittaukset tulevat jatkumaan ja tulosten esittämistä tullaan kehittämään entisestään. Käytetyille aallokkoparametreille tullaan mm. muodostamaan sekä sanalliset että visuaaliset selitykset. Myös uusien parametrien käyttöönotosta on keskusteltu, sillä paikallisten jyrkkien aaltojen ja pitkien loivien aaltojen erottamista tuloksista on toivottu.

Suomenlinnan poijun kohdalle on myös suunnitteilla kahden päivän aaltoennuste joka pyritään saamaan valmiiksi poijun vesillelaskun aikoihin.