

Meriveden lämpötila Helsingin edustalla

Meriveden tyypillinen lämpötila pinta- ja pohjanläheisessä vedessä Helsingin edustan merialueella

Emil Vahtera

Meriveden lämpötila Helsingin edustalla

**Meriveden tyypillinen lämpötila pinta- ja
pohjanläheisessä vedessä Helsingin
edustan merialueella**

Emil Vahtera

Julkaisija | Helsingin kaupunki / Kaupunkiympäristön toimiala
ISBN | 978-952-331-529-7
ISSN | 2489-4230

Sisällys

Tiivistelmä	2
Sammandrag.....	3
Summary.....	4
1 Johdanto	5
2 Meriveden lämpötila eri syvyyssvyöhykkeillä	6
3 Meriveden 2 °C ylitystodennäköisyys	8
4 Meriveden lämpötilan vaihtelu Kruunuvuorenselällä vuonna 2018	11

Tiivistelmä

Tässä raportissa tarkasteltiin Helsingin edustan merialueen meren pintaveden ja pohjanläheisen veden lämpötiloja, tarkoituksena tuottaa taustatietoa meriveden käytölle lämmönlähteenä. Meriveden lämpötilan vaihtelut eri syvyysvyöhykkeillä Helsingin edustan merialueella kuvataan viimeisen 20 vuoden aineiston (1999-2018) lämpötilan mediaaneina sekä 5-, 25-, 75- ja 95-prosenttipisteinä. Tämän lisäksi arvioidaan meriveden 2°C lämpötilan ylitystodennäköisyys pohjautuen viimeisten 20 vuoden mittaustuloksiin > 35 m, 35-10 m, 10-6 m ja < 6 m syvyisille alueille.

Pintaveden lämpötila merialueella oli talvikuukausina pääasiallisesti alle 2 °C, jääpeitteen alla veden lämpötila on 0 °C. Pintaveden lämpötila kasvoi nopeasti huhtikuulta elokuulle, lähellä rannikkoa noin 20 °C:een ja 10 m syvemmillä alueilla noin 17 °C:een. Pohjanläheinen vesi oli pintavettä viileämpää yli 10 m syvillä alueilla korkeimpien lämpötilojen ollessa loppukesästä pääosin alle 10 °C. Alkuvuodesta yli 35 m syvien alueiden pohjanläheisen veden lämpötila oli noin 3-4 °C. 10 m matalammilla alueilla pohjanläheisen veden lämpötila oli miltei sama pintaveden lämpötilan kanssa, ollen myös talvikuukausina pääsääntöisesti alle 2 °C.

Todennäköisyys sille, että pintaveden lämpötila olisi helmikuussa tai maaliskuussa lämpimämpää kuin 2 °C oli hyvin pieni. Tammikuussa yli 10 m syvillä alueilla pintaveden lämpötilan todennäköisyys olla yli 2 °C oli 35 - 40%. Huhtikuussa yli 10 m syvien alueiden pintaveden lämpötilan todennäköisyys olla yli 2 °C oli noin 70 % ja toukokuussa 100%. Tammikuulta maaliskuulle alle 10 m syvillä alueilla pintaveden lämpötilan todennäköisyys olla yli 2 °C oli käytännössä 0%, jonka jälkeen vedet lämpenevät nopeasti ollen miltei aina yli 2 °C.

Yli 35 m syvillä alueilla vuoden viiden ensimmäisen kuukauden aikana pohjanläheisen veden todennäköisyys olla yli 2 °C oli noin 50%. 2 °C raja ylittyi todennäköisimmin tammikuussa ja toukokuussa.

Alueilla joiden vesisyvyys on 10-35 m pohjanläheisen veden lämpötilan todennäköisyys ylittää 2 °C oli huhtikuussa 60% ja toukokuussa yli 90%. Helmikuussa ja maaliskuussa todennäköisyys oli pienin, alle 20%.

Alle 10 m syvillä alueilla pohjanläheisen veden todennäköisyys ylittää 2 °C oli hyvin pieni tammikuulta maaliskuulle. Huhtikuussa lämpötilan todennäköisyys ylittää 2 °C oli 90% ja toukokuussa 100%.

Sammandrag

I denna rapport granskades havsvattnets temperaturer i ytskiktet och bottennära vattenskiktet i havsområdet utanför Helsingfors. Avsikten var att producera bakgrundsinformation för att utreda möjligheten för att använda värme-energin i havsvattnet som en värmekälla. Variationerna i havsvattentemperaturerna på områden med olika havsvattendjup undersöktes genom att granska data som insamlats de senaste 20 åren (1999-2018). Data presenteras som medianer och 5-, 25-, 75-, och 95-persentiler. Förutom detta granskades också sannolikheten för att havsvattnet är varmare än 2 °C på områden där havsvattendjupet var > 35 m, 35 -10 m, 10 - 6 m och < 6 m.

Ytvattentemperaturen var under vintermånaderna i huvudsak under 2 °C. Under ett eventuellt istäcke var ytvattentemperaturen 0 °C. Ytvattentemperaturerna steg snabbt från april till augusti, nära kusten till ca. 20 °C och i områden där vattendjupet var större än 10 m till ca. 17 °C. Bottennära vattnet var kallare än ytvattnet i områden där vattendjupet översteg 10 m och de högsta temperaturerna var i huvudsak under 10 °C. I början av året var bottennära vattnets temperatur på områden över 35 m djupa omkring 3-4 °C. I början av året, på områden där vattendjupet var mindre än 10 m var det bottennära vattenskiktets temperatur i praktiken det samma som ytvattnets temperatur. Temperaturen var oftast under 2 °C.

Sannolikheten för att ytvattentemperaturen skulle vara över 2 °C i februari eller mars var mycket liten. I januari i områden där vattendjupet var över 10 m var sannolikheten att ytvattentemperaturen översteg 2 °C ca. 35-40%. I april, på områden där vattendjupet var över 10 m var sannolikheten att ytvattentemperaturen överstiger 2 °C ca. 70% och i maj 100%. På områden där vattendjupet var under 10 m var sannolikheten att ytvattentemperaturen överstiger 2 °C från januari till mars i praktiken 0%, efter vilket ytvattentemperaturen ökar hastigt och sannolikheten att temperaturen överstiger 2 °C var nästan 100%.

Under de fem första månaderna av året, på över 35 m djupa områden var sannolikheten att det bottennära skiktets temperatur överstiger 2 °C ca. 50%. Det var mest sannolikt att vattnet var över 2 °C varmt i januari och maj.

På områden där vattendjupet var 10-35 m var sannolikheten att det bottennära vattenskiktets temperatur var över 2 °C ca. 60% i april och över 90% i maj. I februari och mars var sannolikheten minst, under 20%.

På under 10 m djupa områden var sannolikheten att det bottennära vattenskiktets temperatur översteg 2 °C mycket liten från januari till mars. I April var sannolikheten att överskrida 2 °C ca. 90% och i maj 100%.

Summary

In this report surface and near bottom seawater temperatures are presented for the coastal sea area off Helsinki. The aim was to produce background information in order to evaluate the feasibility to use seawater as a heat source for heating of buildings. Changes in seawater temperatures were described using data collected in the area during the past 20 years (1999-2018). Data are presented as 20 year medians and 5-, 25-, 75-, and 95-percentiles. In addition, the probability for seawater temperature to exceed 2 °C was calculated based on data collected during the past 20 years for areas with water depths of > 35 m, 35-10 m, 10-6 m and < 6m.

The surface water temperature in the area was most often colder than 2 °C, under ice cover the surface water temperature was close to 0 °C. Surface water temperature increased quickly from April to August, close to the coast to approximately 20 °C and in areas with water depths of more than 10 m to approximately 17 °C. Near bottom water was cooler than surface water in areas where water depth was larger than 10 m and the highest median temperatures were mostly below 10 °C. During the first months of the year in areas where water depth was more than 35 m the near bottom water was approximately 3-4 °C. In areas with water depths of less than 10 m, near bottom water temperatures during the first months of the year were very similar to surface water temperatures, being mainly below 2 °C.

The probability for surface water being warmer than 2 °C in February and March was very small. In January for areas deeper than 10 m, the probability for surface water to be warmer than 2 °C was about 35-40%. In April, for areas deeper than 10 m, the probability for surface water to be warmer than 2 °C was 70% and in May 100%. From January to March, in areas less than 10 m deep, the probability for surface water temperatures to exceed 2 °C was practically 0%, after which temperature rise quickly to being almost always over 2 °C.

During the first five months of the year, in areas deeper than 35 m, near bottom water temperature probabilities to exceed 2 °C were approximately 50%. Near bottom water temperatures in areas where water depth was >35 m exceeded 2 °C most likely in January and May.

Areas with water depths between 10-35 m the probability for near bottom water temperature to exceed 2 °C was about 60% in April and over 90% in May. In February and March the probability was the lowest, under 20%.

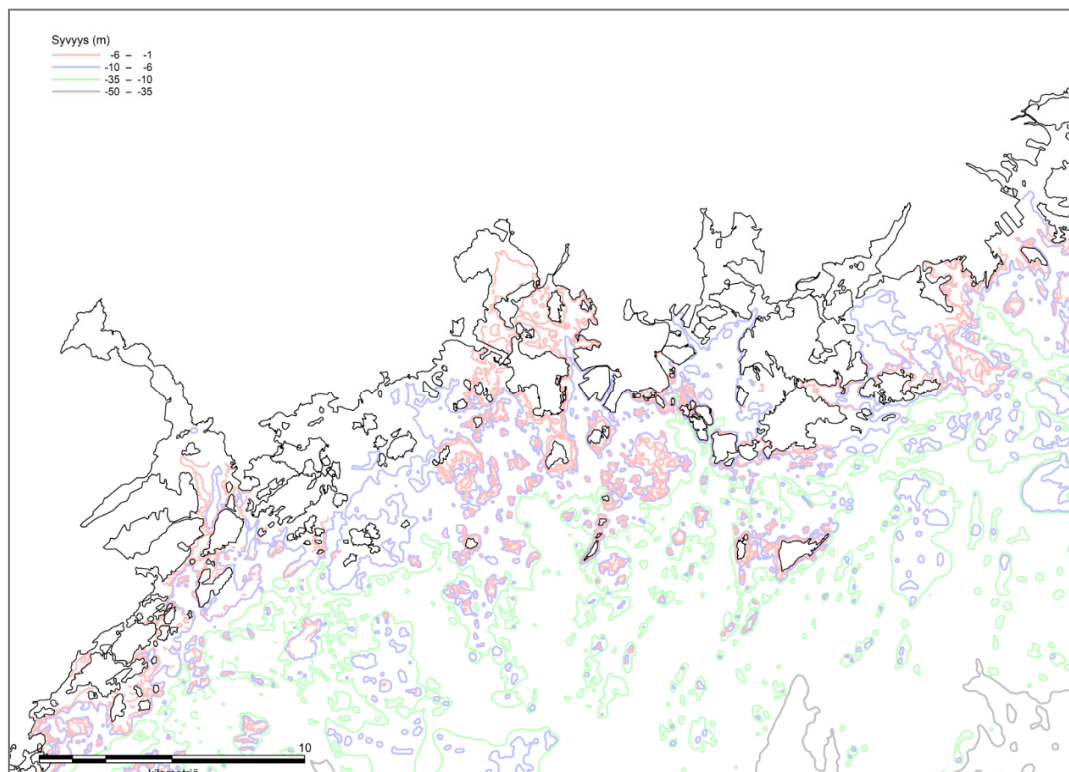
In areas with water depths of less than 10 m the probability of near bottom water temperatures exceeding 2 °C was very small from January to March. In April the probability was 90% and in May 100%.

1 Johdanto

Tässä raportissa tarkastellaan Helsingin edustan meriveden lämpötiloja pinta- ja pohjanläheisessä vedessä merialueen syvyysvaihtelu huomioiden. Tarkoituksena on tuottaa taustatietoa selvitykselle, jossa arvioidaan meriveden käyttöä lämmönlähteenä kiinteistöjen lämmityksessä. Raportissa ei oteta kantaa lämmitysjärjestelmän rakentamiseen tai tekniseen toteutukseen, vaan pyritään ainoastaan kuvaamaan tyypillinen meriveden lämpötilan vaihtelu kuukausitasolla. Meriveden lämpötilan tulisi olla 2°C tai sitä lämpimämpää niin että lämmönsiirron hyötysuhde olisi tarpeeksi suuri.

Meriveden lämpötilan vaihtelut eri syvyysvyöhykkeillä Helsingin edustan merialueella kuvataan viimeisen 20 vuoden aineiston (1999-2018) lämpötilan mediaaneina sekä 5-, 25-, 75- ja 95-prosenttipisteinä. Kuvaajissa viimeisen 20 vuoden mittausaineistosta 50 % sijoittuu 25 ja 75 prosenttipisteiden janojen väliin ja 90 % mittausaineistosta sijoittuu 5 ja 95 prosenttipistejanojen väliin. Tämän lisäksi arvioidaan meriveden 2°C lämpötilan ylitystodennäköisyys pohjautuen viimeisten 20 vuoden mittauksien tuloksiin > 35 m, 35-10 m, 10-6 m ja < 6 m syvyisille alueille.

Suurin osa Helsingin edustan merialueen lahtialueista ja sisäsaaristosta on alle 10 m syvyisiä syvyysvyöhykkeeseen < 10 m (syvyysvyöhykkeet < 6 m ja 10-6 m) (kuva 1). 10-35 m syvyysvyöhyke sijaitsee pääosin noin muutaman kilometrin etäisyydellä mantereen rantaviivasta, joitakin syvempiä painaumia ulottuu lähemmäs Helsingin niemen itäpuolella. Yli 35 syviä alueita esiintyy ainoastaan avomerellä.



Kuva 1. Pääkaupunkiseudun edustan merialueen syvyysvyöhykkeet.

2 Meriveden lämpötila eri syvyysvyöhykkeillä

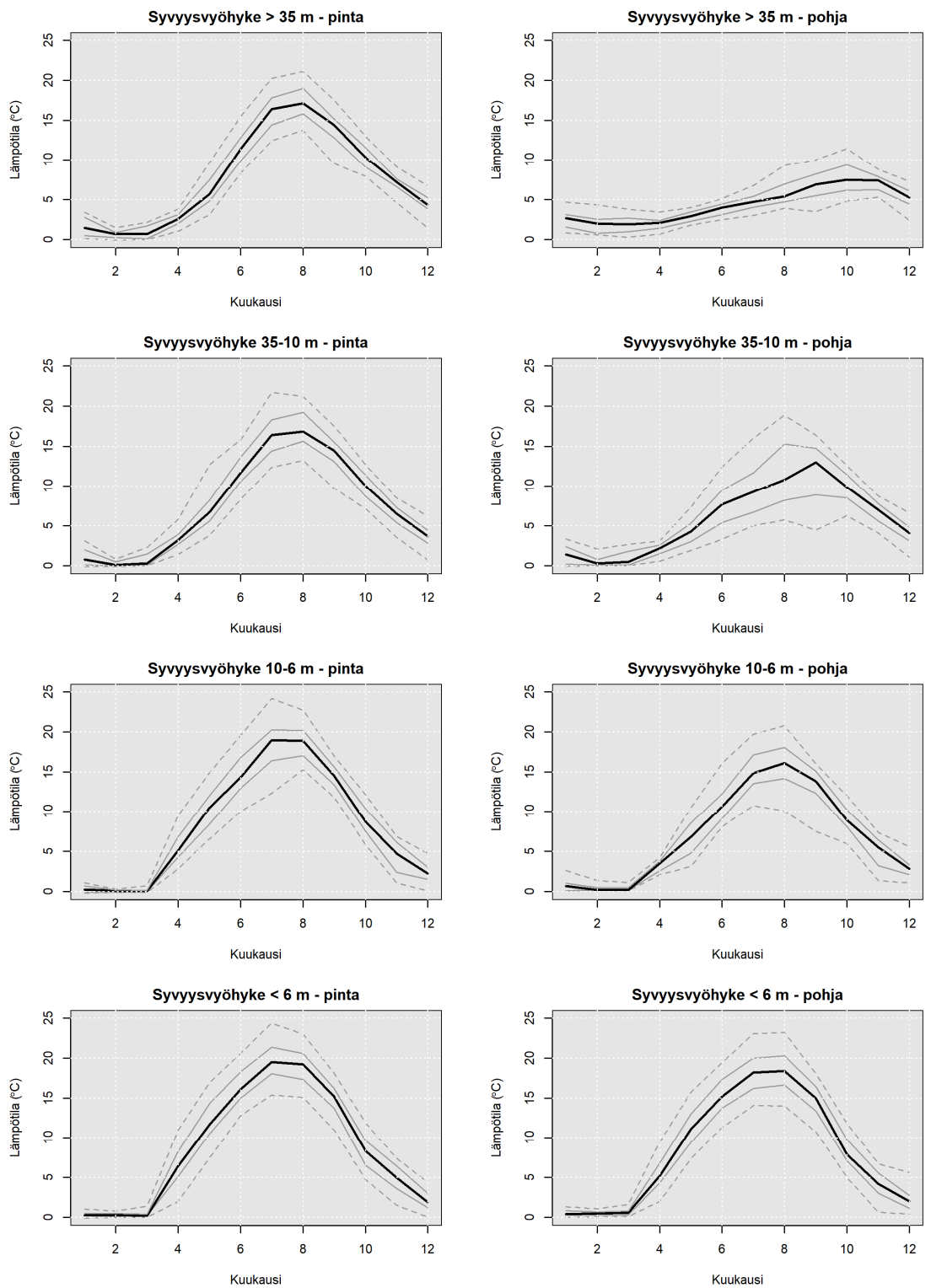
Merialueen pintaveden lämpötilojen kehitys muistuttavat toisiaan syvyysvyöhykkeillä > 35 m ja 35-10 m (kuva 2). Näiden syvyysvyöhykkeiden keskimääräinen pintaveden lämpötila tammikuusta maaliskuulle on pääsääntöisesti alle 2 °C. Pintaveden lämpötilat kahden syvemmän syvyysvyöhykkeen alueella kasvavat nopeasti huhtikuusta heinäkuuhun ja korkeimmat keskimääräiset lämpötilat vallitsevat elokuussa, pintalämpötilan ollessa noin 17 °C. Elokuulta joulukuulle pintavesi jäähtyy noin 4 °C:een.

Kahden matalamman syvyysvyöhykkeen keskimääräinen pintalämpötila on tammikuulta maaliskuulle hyvin lähellä 0 °C, lämmeten tämän jälkeen syvempien syvyysvyöhykkeiden pintalämpötiloja hieman nopeammin heinäkuun noin vajaan 20 °C lämpötilaan (kuva 2). Pintavesi jäähtyy elokuulta joulukuulle noin 2,5 °C lämpötilaan.

Pohjanläheinen vesi on selvästi pintavettä viileämpää syvimmällä syvyysvyöhykkeellä ja viimeisen 20 vuoden korkeimmat lämpötilat on mitattu lokakuun aikana (kuva 2). Lämpötilat ovat pääosin alle 10 °C. Alkuvuoden lämpötilat ovat pääosin alle 3-4 °C. Syvyysvyöhykkeen 35-10 m pohjanläheisen veden lämpötila on hieman saman syvyysvyöhykkeen pintalämpötilaa matalampi (kuva 2). Korkeimmat lämpötilat vallitsevat elokuussa ja syyskuussa ja alkuvuoden lämpötilat ovat viimeisen 20 vuoden aikana olleet pääsääntöisesti alle 3 °C.

Syvyysvyöhykkeen 10-6 m pohjanläheisen veden lämpötila eroaa enää vähän saman syvyysvyöhykkeen pintaveden lämpötilasta (kuva 2). Korkeimmat lämpötilat mitataan heinäkuussa ja elokuussa ja ero pintaveden lämpötilaan on enää muutama aste. Alkuvuoden pohjanläheisen veden lämpötila on pääsääntöisesti alle 2 °C.

Syvyysvyöhykkeen < 6 m pohjanläheisen veden lämpötila on pintaveden lämpötilan kaltainen, olleen kesällä vain noin asteen viileämpää (kuva 2). Alkuvuoden lämpötila on pääosin hyvin lähellä 0 °C.



Kuva 2. Meriveden pintaveden ja pohjanläheisen veden lämpötilan kuukausikohtaiset mediaanit sekä 25, 75, 5 ja 95-prosenttipisteet eri syvyyssvyöhykkeille.

3 Meriveden 2 °C ylitystodennäköisyys

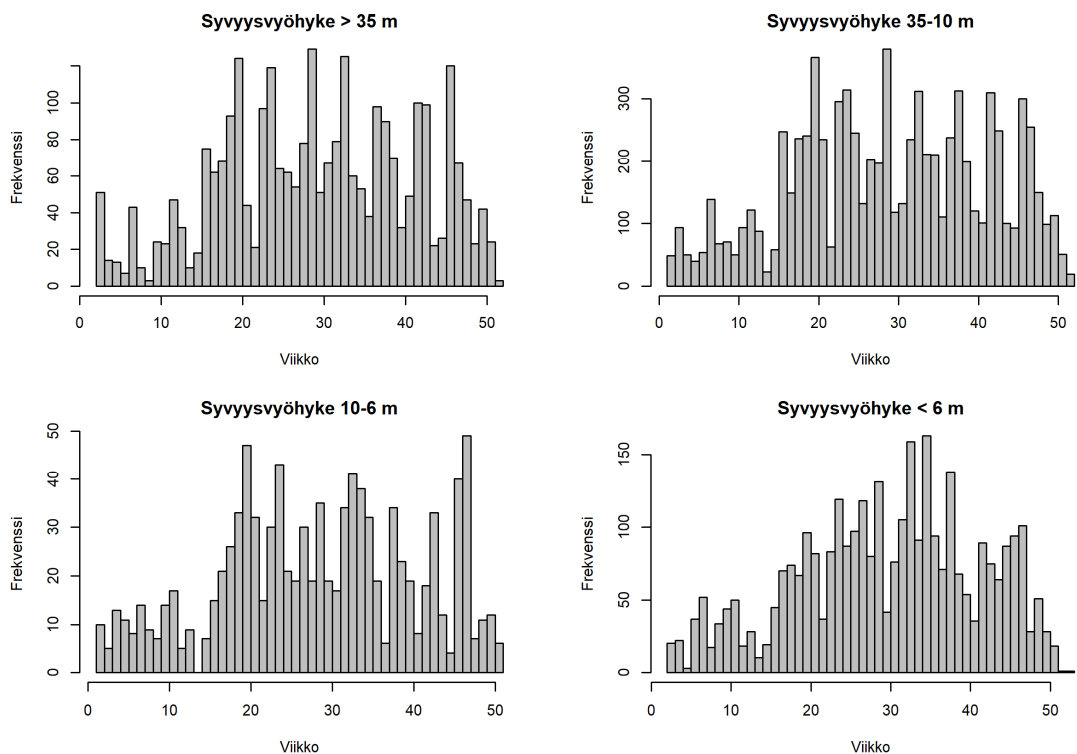
Meriveden lämpötilan kuukausikohtainen todennäköisyys ylittää tietty lämpötila on laskettu tammikuulta toukokuulle perustuen viimeisen 20 vuoden mittausaineistoon. Tietyn lämpötilan ylitystodennäköisyys (P_c) on laskettu yksinkertaisesti luokittelemalla vuosien 2009 - 2018 mittaustulokset kuukausikohtaisesti tammikuulta toukokuulle suuruusjärjestykseen pienimmästä suurimpaan (R_i) ja jakamalla mittaustuloksen saama sijaluku havaintojen määrällä ($N+1$) (kaava 1).

$$P_c = R_i / (N + 1)$$

kaava 1

Koska lämpötilat muuttuvat suhteellisen nopeasti etenkin keväällä, voi aineiston painottuminen jollekin viikoille tai havaintojen puuttuminen joiltakin viikoilta vääristää ylitystodennäköisyyksien laskentaa.

Aineistossa havaintoja on vähiten kolmen ensimmäisen kuukauden ajalta (viikot 1-13), mutta havaintoja on pääsoin kuitenkin kaikilta viikoilta (kuva 3). Havaintojen määrä kasvaa huhtikuussa ja viikkojen välistä vaihtelua on suhteellisen paljon, mutta viikkoja joilta havaintoja kokonaan puuttuisi ei ole yhtä poikkeusta lukuun ottamatta (viikko 13 syvyyssvyöhyke 10-6 m). Joidenkin viikkojen vähäinen havaintojen määrä aiheuttaa jonkin verran epävarmuutta lämpötilan ylitystodennäköisyyksien tuloksiin, koska lämpötilan vaihtelu voi joinakin kuukausina olla huomattavaa (kuva 2). Alkuvuoden lämpötilan vaihtelu on kuitenkin maltillista suhteessa koko aineistoon.



Kuva 3. Vuosien 2009 – 2018 lämpötilahavaintojen viikkokohtainen jakautuminen.

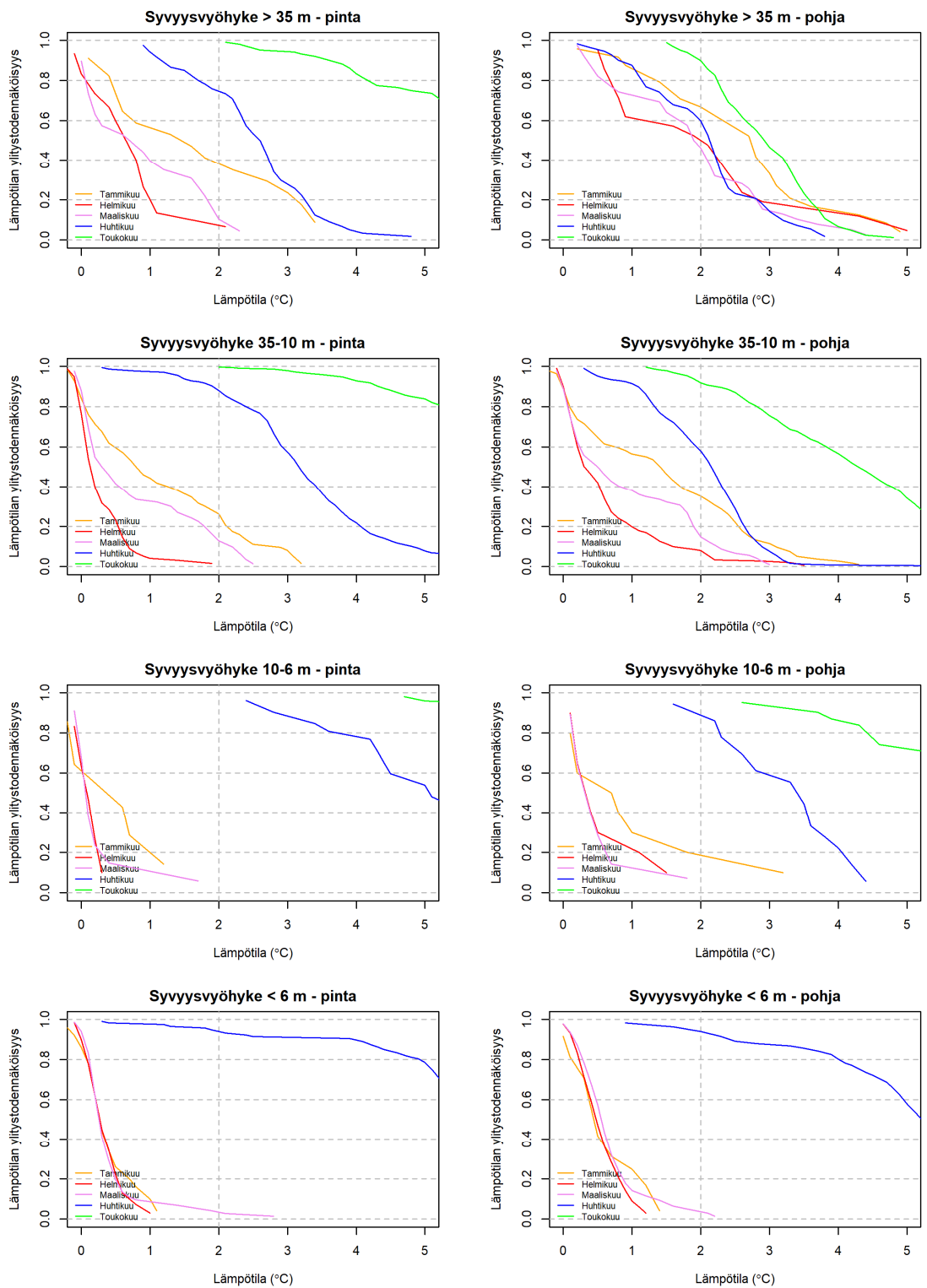
Todennäköisyys sille että pintaveden lämpötila olisi helmikuussa ja maaliskuussa lämpimämpää kuin 2 °C oli hyvin pieni koko Helsingin edustan merialueella (kuva 4). Tammikuussa pintalämpötilan todennäköisyys olla lämpimämpää kuin 2 °C oli noin 0,4 yli 35 m syvillä alueilla ja noin 0,35 alueilla joiden veden syvyys on 10-35 m. Kahden syvemmän syvyysvyöhykkeen pintalämpötilan todennäköisyys olla yli 2 °C huhtikuussa oli yli 0,7 ja toukokuussa käytännössä 1.

Alle 10 m syvillä alueilla pintaveden lämpötila oli käytännössä aina alle 2 °C tammikuulta maaliskuulle, jonka jälkeen pintavesi lämpenee nopeasti ja meriveden lämpötila käytännössä aina oli yli 2 °C.

Pohjanläheisen veden todennäköisyys olla lämpimämpää kuin 2 °C oli huomattavasti pintavettä suurempi (kuva 4). Yli 35 m syvillä alueilla vuoden viiden ensimmäisen kuukauden aikana pohjanläheinen vesi oli yli 2 °C noin 50 % kaikista havainnoista. 2 °C raja ylittyi todennäköisimmin tammikuussa ja toukokuussa.

Alueilla joiden vesisyvyys on 10 - 35 m pohjanläheisen veden lämpötilan todennäköisyys ylittää 2 °C oli huhtikuussa 0,6 ja toukokuussa yli 0,9. Helmikuussa ja maaliskuussa todennäköisyys oli pienin, alle 0,2.

Alle 10 m syvillä alueilla pohjanläheisen veden todennäköisyys ylittää 2 °C oli hyvin pieni tammikuulta maaliskuulle (kuva 4), kun taas veden nopea lämpeneminen (kuva 3) kasvattivat todennäköisyyden ylittää 2 °C yli 0,9 huhtikuussa. Alle 10 m syvillä merialueille todennäköisyys pohjanläheisen veden lämpötilan olla 2 °C tai sitä lämpimämpää toukokuussa oli 100% (1).

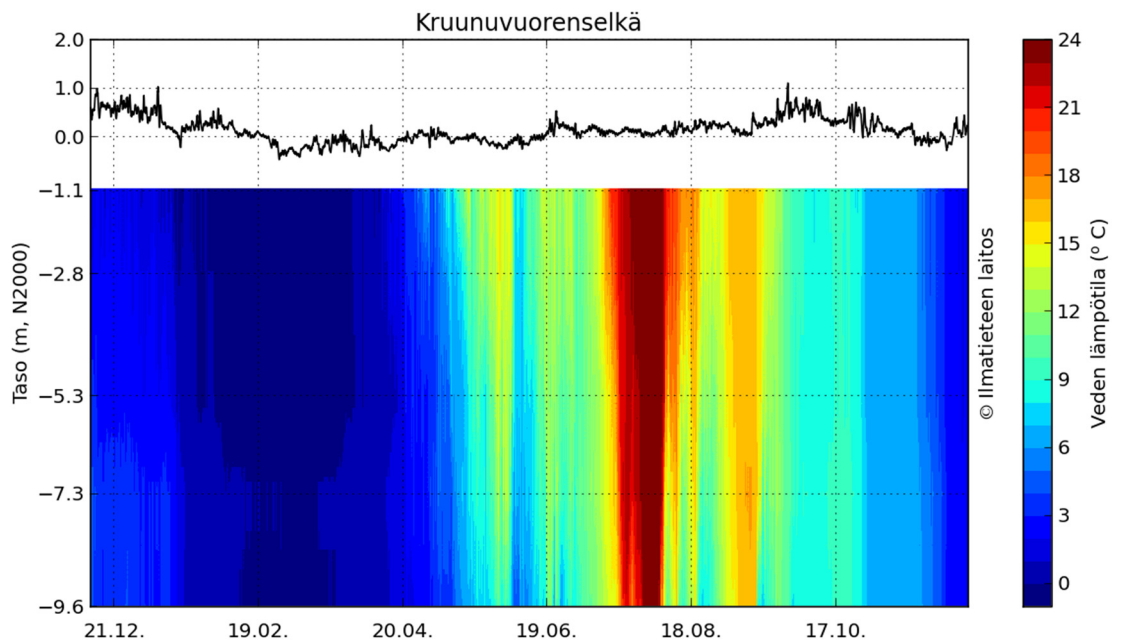


Kuva 4. Meriveden pintaveden ja pohjanläheisen veden lämpötilan kuukausikohtaiset (tammikuu-toukokuu) 2 °C ylitystodennäköisyydet syvyyvyöhykkeittäin.

4 Meriveden lämpötilan vaihtelu Kruunuvuorenselällä vuonna 2018

Ilmatieteenlaitoksen ylläpitämän meteorologisen mittausaseman yhteydessä Kruunuvuorenselän Neljän viitan karilla mitataan meriveden lämpötilaa 3 tunnin välein viideltä syvyydeltä. Alueen veden lämpötila ei vaihtelee merkittävästi veden syvyyden mukaan, vaikka alue on jokivesivirtaaman vaikutuksen alaisena ja pintakerroksen suolaisuus usein on pohjanläheisen veden suolaisuutta matalampi. Suurimmat lämpötilaerot pinnan ja pohjan välillä havaittiin vuonna 2018 alkuvuodesta, tammikuun lopulla ja helmikuun alussa (kuva 5). Myös huhtikuussa ja toukokuussa on havaittavissa lievää lämpötilan kerrostuneisuutta.

Helmikuun aikana vesi oli pääosin alle 1 °C ja huomattava lämpeneminen tapahtui huhtikuussa, kuten havaittiin myös tarkasteltaessa viimeisen 20 vuoden havaintoja alle 10 m syville Helsingin kaupungin ylläpitämille veden laadun seuranta-asemille (kuva 2). Vesi voi olla lähempänä rannikkoa ajoittain myös huomattavan viileää huhtikuunkin jälkeen. Kruunuvuorenselällä toukokuussa mitattiin alle 5 °C lämpötiloja ja keskikesälläkin tehtiin alle 10 °C havaintoja (kuva 5).



Kuva 5. Meriveden lämpötila sekä meriveden pinnan korkeus Kruunuvuorenselällä (Neljän viitan karin meteorologinen ja oseanografinen mittausasema, Ilmatieteen laitos) vuonna 2018. Ajankohtaisia mittaustuloksia voi tarkastella osoitteessa meri.hel.fi

Kuvailulehti

Tekijä	Emil Vahtera
Nimike	Meriveden lämpötila Helsingin edustalla. Meriveden tyypillinen lämpötila pinta- ja pohjanläheisessä vedessä Helsingin edustan merialueella
Sarjan nimike	Helsingin kaupungin kaupunkiympäristön julkaisuja
Sarjanumero	2018:25
Julkaisuaika	Tammikuu 2019
Sivuja	
ISBN	978-952-331-529-7
ISSN	2489-4230
Kieli, koko teos	Suomi
Kieli, yhteenveto	Suomi, ruotsi, englanti

Tiivistelmä:

Tässä raportissa tarkasteltiin Helsingin edustan merialueen meren pintaveden ja pohjanläheisen veden lämpötiloja, tarkoituksena tuottaa taustatietoa meriveden käytölle lämmönlähteenä. Meriveden lämpötilan vaihtelut eri syvyyvyöhykkeillä Helsingin edustan merialueella kuvataan viimeisen 20 vuoden aineiston (1999-2018) lämpötilan mediaaneina sekä 5-, 25-, 75- ja 95-prosenttipisteinä. Tämän lisäksi arvioidaan meriveden 2°C lämpötilan ylitystodennäköisyys pohjautuen viimeisten 20 vuoden mittauksiksi > 35 m, 35-10 m, 10-6 m ja < 6 m syvyisille alueille.

Pintaveden lämpötila merialueella oli talvikuukausina pääasiallisesti alle 2 °C, jääpeitteen alla veden lämpötila on 0 °C. Pintaveden lämpötila kasvoi nopeasti huhtikuulta elokuulle, lähellä rannikkoa noin 20 °C:een ja 10 m syvemmällä alueilla noin 17 °C:een. Pohjanläheinen vesi oli pintavettä viileämpää yli 10 m syvillä alueilla korkeimpien lämpötilojen ollessa loppukesästä pääosin alle 10 °C. Alkuvuodesta yli 35 m syvien alueiden pohjanläheisen veden lämpötila oli noin 3-4 °C. 10 m matalammilla alueilla pohjanläheisen veden lämpötila oli miltei sama pintaveden lämpötilan kanssa, ollen myös talvikuukausina pääsääntöisesti alle 2 °C.

Todennäköisyys sille, että pintaveden lämpötila olisi helmikuussa tai maaliskuussa lämpimämpää kuin 2 °C oli hyvin pieni. Tammikuussa yli 10 m syvillä alueilla pintaveden lämpötilan todennäköisyys olla yli 2 °C oli 35-40%. Huhtikuussa yli 10 m syvien alueiden pintaveden lämpötilan todennäköisyys olla yli 2 °C oli noin 70 % ja toukokuussa 100%. Tammikuulta maaliskuulle alle 10 m syvillä alueilla pintaveden lämpötilan todennäköisyys olla yli 2 °C oli käytännössä 0%, jonka jälkeen vedet lämpenevät nopeasti ollen miltei aina yli 2 °C.

Yli 35 m syvillä alueilla vuoden viiden ensimmäisen kuukauden aikana pohjanläheisen veden todennäköisyys olla yli 2 °C oli noin 50%. 2 °C raja ylittyi todennäköisimmin tammikuussa ja toukokuussa.

Alueilla joiden vesisyvyys on 10 - 35 m pohjanläheisen veden lämpötilan todennäköisyys ylittää 2 °C oli huhtikuussa 60% ja toukokuussa yli 90%. Helmikuussa ja maaliskuussa todennäköisyys oli pienin, alle 20%.

Alle 10 m syvillä alueilla pohjanläheisen veden todennäköisyys ylittää 2 °C oli hyvin pieni tammikuulta maaliskuulle. Huhtikuussa lämpötilan todennäköisyys ylittää 2 °C oli 90% ja toukokuussa 100%.

Avainsanat: Merivesi, lämpötila