

Automaattimittaritutkimukset kesällä 2023

- Vesikasvillisuuden leikkuiden vaikutukset vedenlaatuun

1. Yleistä

Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry tutki Uudenkaupungin Matalan- ja Ykskoivunpuhdilla meriveden laatua ja sen kehitystä 10.7.-5.9.2023 välisellä ajalla. Tutkimus oli osa Uusi-kaupunki kirkkailla vesillä -jatkohanketta. Seurannan tavoitteena oli arvioida vesikasvileikkuiden sekä työnaikaisia että leikkuiden jälkeisiä vaikutuksia vedenlaatuun. Seuranta toteutettiin automaattimittarilla ja perinteisillä näytteenottomenetelmillä. Mittalaitteena käytettiin EXO 3 multisondimittaria. Laitteen mittausturrit kalibrointiin ennen asentamista mereen. Mittalaitte mittasi meriveden sameutta, sähkönjohtavuutta ja a-klorofylliä. Mittalaitteen luotettavuutta vertailtiin vesinäytteillä, jotka analysoitiin Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy:n laboratoriossa (sameus, sähkönjohtavuus ja a-klorofylli ja kentällä tehty näkösyvyysmittaus). Sameus ja sähkönjohtavuus analysoitiin vesisyvyydestä 1 m ja a-klorofylli koontinäytteestä 0-1 m. Vedensyvyys näyteasemilla vaihteli 1,5-1,7 m välillä. Näyteasemat on esitetty kartassa 1. Automaattiaseman (1-Ykskoi) lisäksi näytteitä otettiin Matalanpuhdilta (2-Matala) 10.8. ja 24.8.2023 paikallisen asukasyhdistyksen pyynnöstä. Matalanpuhdin näyteasemalta analysoitiin kiintoaininen (0,4 nukleopore), kokonaistyyppi ja -fosfori, E.coli ja a-klorofylli. Automaattimittarin mittaussväli asetettiin 30 min välein. Mittaria huollettiin samalla, kun käytiin ottamassa vertailunäytteet (taulukko 1).

Taulukko 1. Automaattimittarin huoltopäivät ja vertailunäytteiden ottopäivät

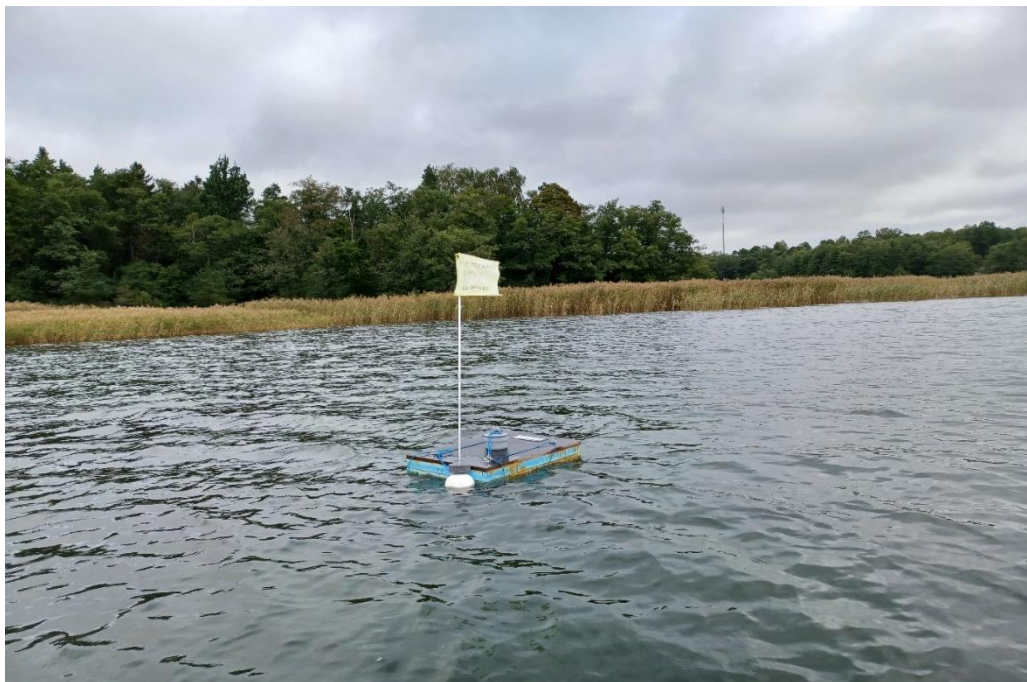
Päivämäärä	Huolto suoritettu	Vertailunäytteet	Näyteasemat	
			1-Ykskoi	2-Matala
10.7.2023	Kalibrointi	x	x	
18.7.2023	Huolto	x	x	
25.7.2023	Huolto	x	x	
7.8.2023	Huolto	x	x	
10.8.2023	-	x	x	x
24.8.2023	Huolto	x	x	x
5.9.2023	-	x	x	

Mittalaitte asennettiin 10.7.2023 Ykskoivunpuhdille (kartta 1) ensin poijuun kiinnitettyyn muhviputkeen mutta viikon päästä muhviputki korvattiin kelluvalla lautalla (kuva 1). Lautta oli ankuroitu pohjaan. Mittari jouduttiin nostamaan pois 7.8. voimakkaan myrskyn takia ja se asennettiin takaisin 10.8.2023 tuulen ja aallokon laantuessa. Vedenlaadun mittaus päätettiin 5.9.2023. Ilmanpaine- ja tuulitiedot ovat Kustavin Isokarin mittausasemalta ja vedenkorkeus-tiedot Rauman mareografilta.

Vesikasvillisuuden leikkuista tehtiin seuraavina päivinä: 16.7.-2.8., 6.8.-7.8. ja 12.8.-14.8.2023.



Kartta 1. Kasvillisuuden leikkuihin liittyvät vedenlaatuarkkailun havaintopaikat kesällä 2023.



Kuva 1. Mittauslautta Ykskoivunpuhdilla kesällä 2023.

2. Tulokset

Taulukoissa 2 on esitetty mittausaseman vertailunäytteiden ja Matalanpuhdilta otetut vesinäytteiden tulokset. Taulukossa 3 on esitetty EXO 3 antamat tulokset (vuorokauden keskiarvona) ja niiden vertailu laboratorioissa analysoituihin näytteisiin. EXO 3:n tuottama aineisto sameusarvoista ja sähkönjohtokyvystä ovat samoja mittayksiköitä, mitä laboratorioanalyysi antaa, ja ovat näin suoraan vertailukelpoisia. Sen sijaan klorofyllimittauksessa laitevalmistaja suosittaa käyttämään mittausyksikkönä RFU eli rodomiinipigmentin määrää. Laitteella on mahdollista mitata myös µg/l mutta tulos on epävarmempi. Tässä tutkimuksessa käytetään RFU yksikköä ja vertailu käsinäytteisiin tehdään arvioimalla aineiston välistä korrelaatiota (kuva 1).

Taulukko 2. Vertailunäytteiden tulokset mittausasemalta 1-Ykskoi ja 2-Matala kesällä 2023.

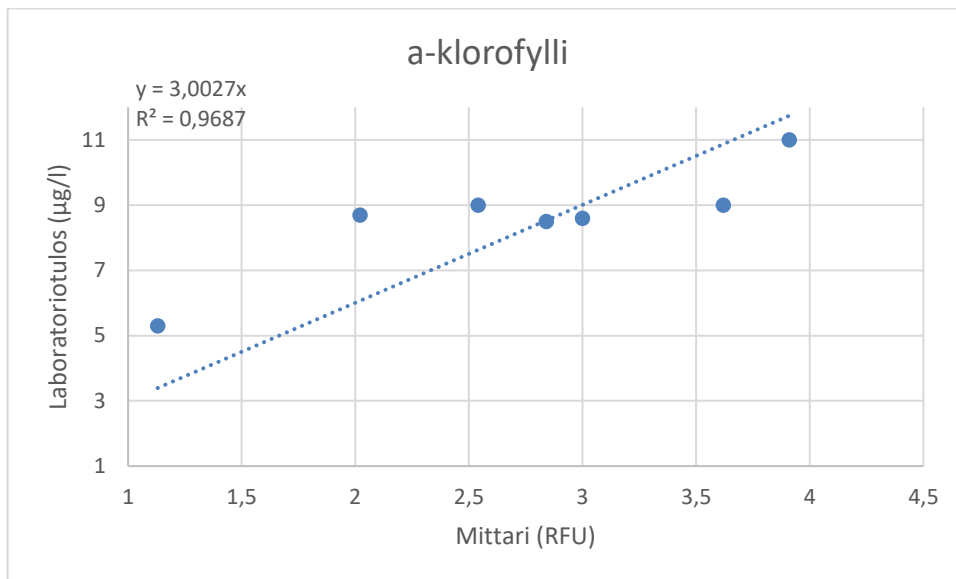
Päivä	Asema	Näytesyvyys	Sameus	Sähkönjohtavuus	a-klor.	Kok.N	Kok. P	Kiinto-aine	E.coli
		m	FNU	mS/m	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	MPN/100 ml
10.7.2023	1-Ykskoi	1 m	4	960	-	-	-	-	-
		0-1 m	-	-	5,3	-	-	-	-
18.7.2023	1-Ykskoi	1 m	6,7	990	-	-	-	-	-
		0-1 m	-	-	8,7	-	-	-	-
25.7.2023	1-Ykskoi	1 m	7,5	1010	-	-	-	-	-
		0-1 m	-	-	9,0	-	-	-	-
7.8.2023	1-Ykskoi	1 m	5,6	1000	-	-	-	-	-
		0-1 m	-	-	9,0	-	-	-	-
10.8.2023	1-Ykskoi	1 m	7	1000	-	-	-	-	-
		0-1 m	-	-	8,5	-	-	-	-
	2-Matala	1 m	-	-	-	570	47	6,6	20
		0-1 m	-	-	-	10	-	-	-
24.8.2023	1-Ykskoi	1 m	4,5	1000	-	-	-	-	-
		0-1 m	-	-	11	-	-	-	-
	2-Matala	1 m	-	-	-	530	40	4,4	4
		0-1 m	-	-	8,9	-	-	-	-
5.9.2023	1-Ykskoi	1 m	3,8	990	-	-	-	-	-
		0-1 m	-	-	8,6	-	-	-	-

Taulukosta 2 on nähtävissä, että vertailunäytteissä sameusarvot kokosivat kesän aikana ja lähitivät loppukesällä laskuun. Myös a-klorofyllin pitoisuus kasvoi kesän aikana. Sekä Ykskoivunpuhdin vedenlaatu on hyvin tavanomaista Selkämeren sisemmille rannikkovesille, ja tulokset ovat hyvin samanlaisia kuin alueella aiemmin tehdyissä tarkkailuissa.

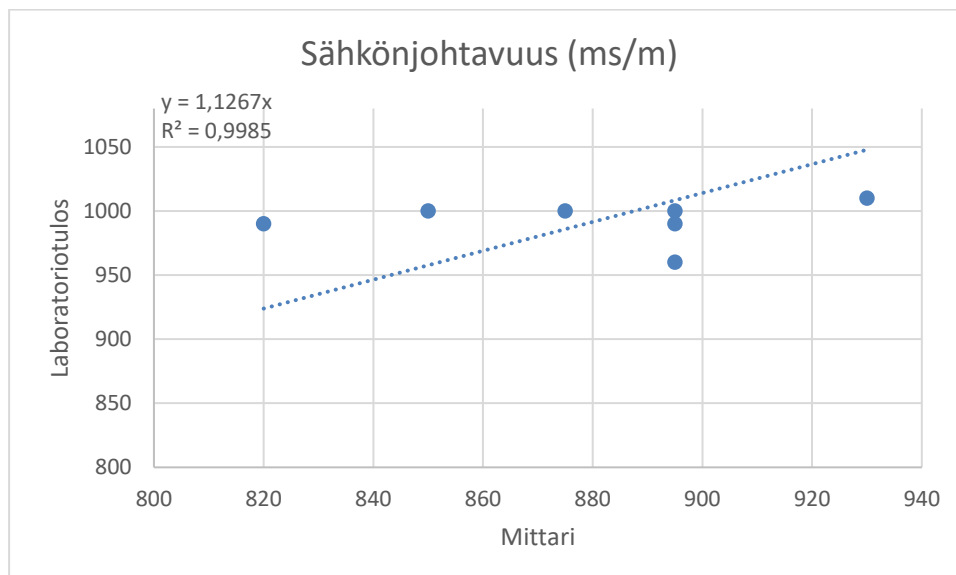
Taulukko.3. Mittarin (1 vrk keskiarvo) ja vertailunäytteiden tulokset seitsemällä näytekerralla.

Näyte	a-klorofylli		Sähkönjohtavuus		Sameus	
	Mittari	Vertailunäyte	Mittari	Vertailunäyte	Mittari	Vertailunäyte
	RFU	µg/l	mS/m		FNU	
1	1,13	5,30	895	960	2,81	4
2	2,02	8,70	895	990	3,68	6,7
3	2,54	9,00	930	1010	4,23	7,5
4	3,62	9,00	875	1000	3,07	5,6
5	2,84	8,50	850	1000	1,93	7
6	3,91	11,0	895	1000	2,15	4,5
7	3,00	8,60	820	990	1,66	3,8

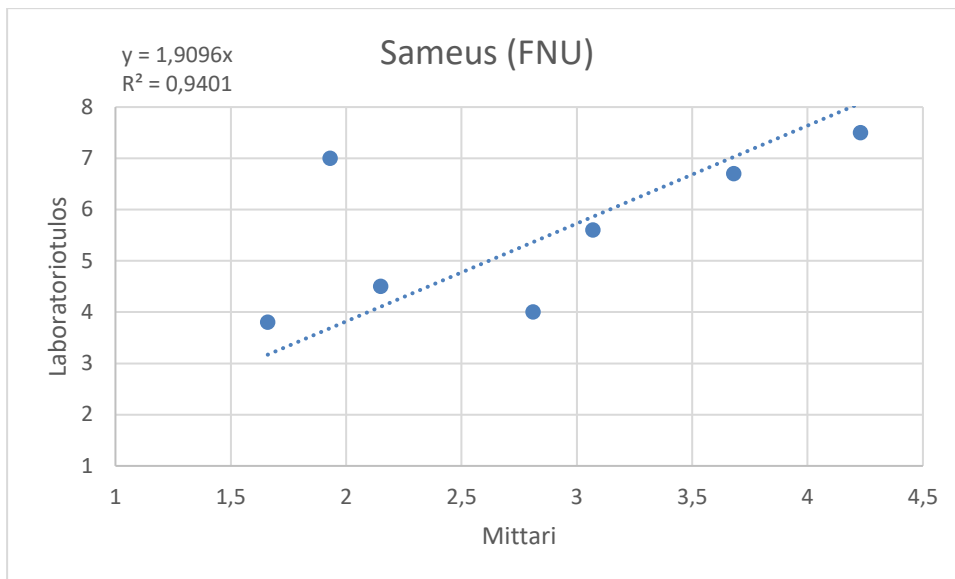
Taulukossa 3 on esitetty tulokset mittarin antama arvo (1 vrk:n keskiarvona) ja samana päivänä otettu verrattuna vertailunäytteeseen. Mittaus onnistui hyvin ja mittarin tuottama aineisto kuvaa hyvin samoja asioita kuin vertailunäytteet. Kuvassa 1 on esitetty a-klorofyllille korrelaatio ja korrelaatiosuoran selitysaste. Kuva osoittaa, että mittari ja vertailunäyte ovat mitanneet samaa tekijää hyvin. Sähkönjohtokyvyn osalta selitysaste on hyvä (kuva 2), mutta laboratoriossa mittaustarkkuus on ms/m ja mittarissa ms/cm, joten laboratorioanalyysien tuloste pyörykset todennäköisesti heikentävät korrelaatiota. Myös sameusarvot ovat hyvin korreloituneita ja suoran selitysaste on korkea (kuva 3).



Kuva 1. Vertailunäytteiden ja mittarin antama a-klorofyllilukema (1 vrk keskiarvona)

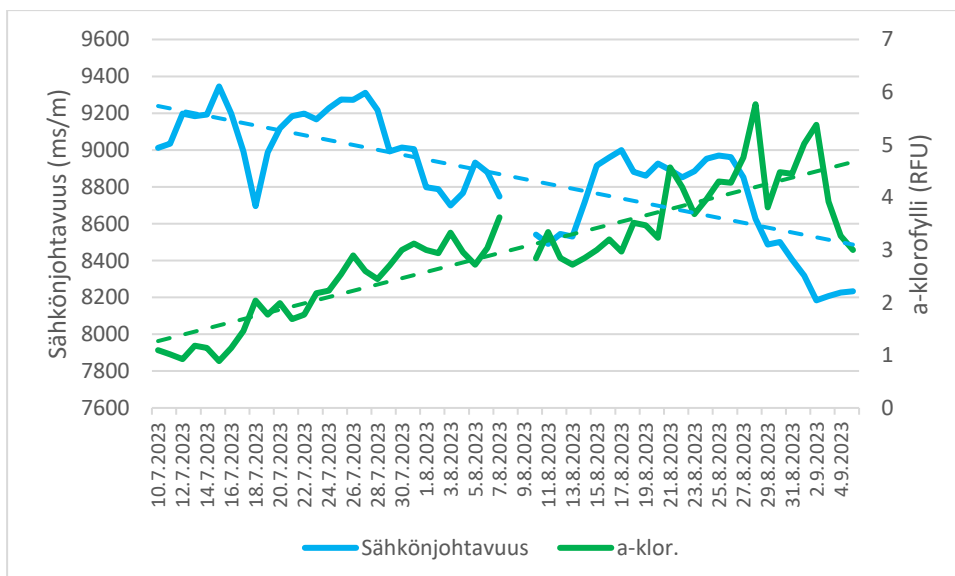


Kuva 2. Vertailunäytteiden ja mittarin antama sähkönjohtokyvyn lukema (1 vrk keskiarvona)



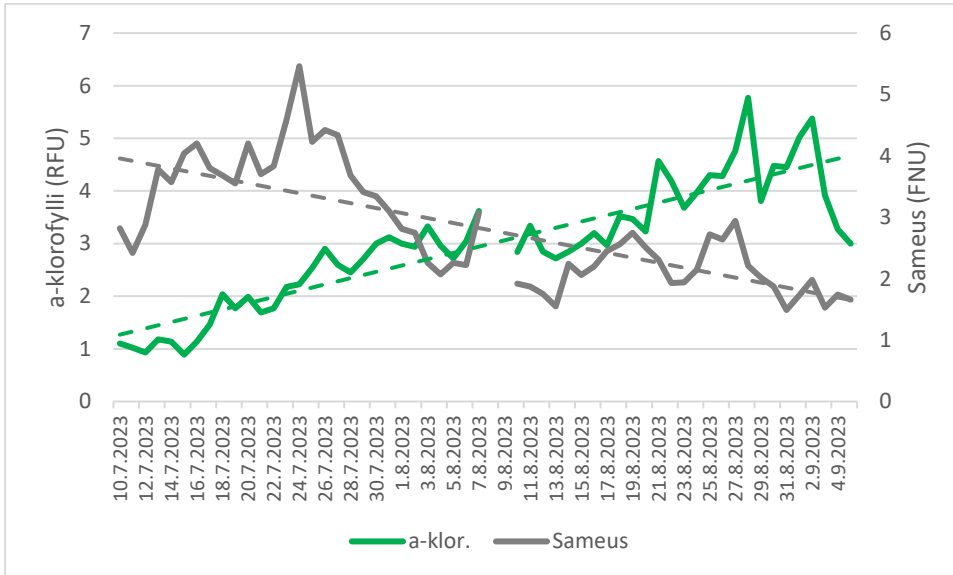
Kuva 3. Vertailunäytteiden ja mittarin antama sameuslukema (1 vrk keskiarvona)

Kuvissa 4-6 on esitetty mittarilla seurattujen muuttujien a-klorofyllin, sähkönjohtokyvyn ja sameuden vaihtelua ja niitä välisiä suhteita toisiinsa. Mittausaineisto on esitetty vuorokauden keskiarvona, vaikka mittausväli oli 30 min. Kuvasta on havaittavissa, että a-klorofyllin määrä kasvaa koko mittausjakson aikana ja lähtee laskuun elokuun lopussa. Pitoisuudessa on havaittavissa selvää syklistä vaihtelua. Tämä on hyvin tavanomainen piirre a-klorofyllille, ja johtuu usein vesistön ravinnekierrosta (sitoutumis- ja vapautumisprosessista) ja levälajien välisistä suhteista (mm. ravinnekilpailu). Myös sähkönjohtokyky vaihtelee laajasti ja mittausjaksolla on selvä laskeva suunta. Kuvasta voi silmämääräisesti todeta, että a-klorofyllipitoisuus ei selity (selitysaste on noin 30 %) kovinkaan hyvin veden sähkönjohtokyvyllä eli liuenneiden suolojen määrällä.



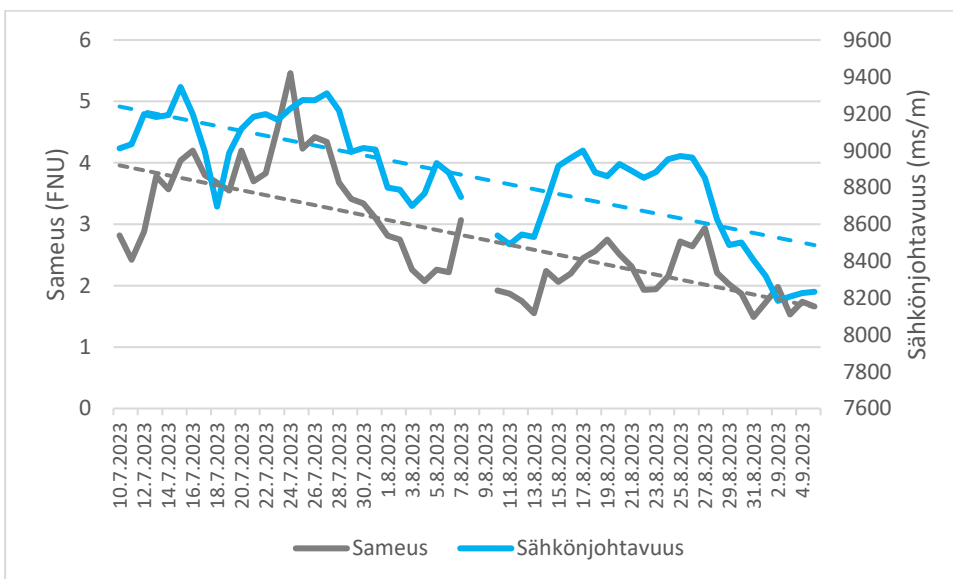
Kuva 4. Sähkönjohtokyvyn ja a-klorofyllipitoisuuden vaihtelu mittausjaksolla.

Kuvassa 5. on esitetty a-klorofyllin ja sameuden käyttäytyminen mittausjaksolla. Kuvasta on havaittavissa samanlainen ilmiö kuin edellisessä kuvassa. Sameus vaihtelee huomattavasti ja se suunta on laskeva mittausjaksolla. Kuvasta on myös todettavissa, että sameudella ei juuri ole vaikutusta a-klorofyllin määrään. Koska korrelaatio on hyvin heikko (selitysaste noin 30 %), niin mittari voidaan todeta mittaava ns. savisameutta vedestä eikä klorofyllipigmentin määrällä ole juurikaan vaikutusta sameustuloksiin.



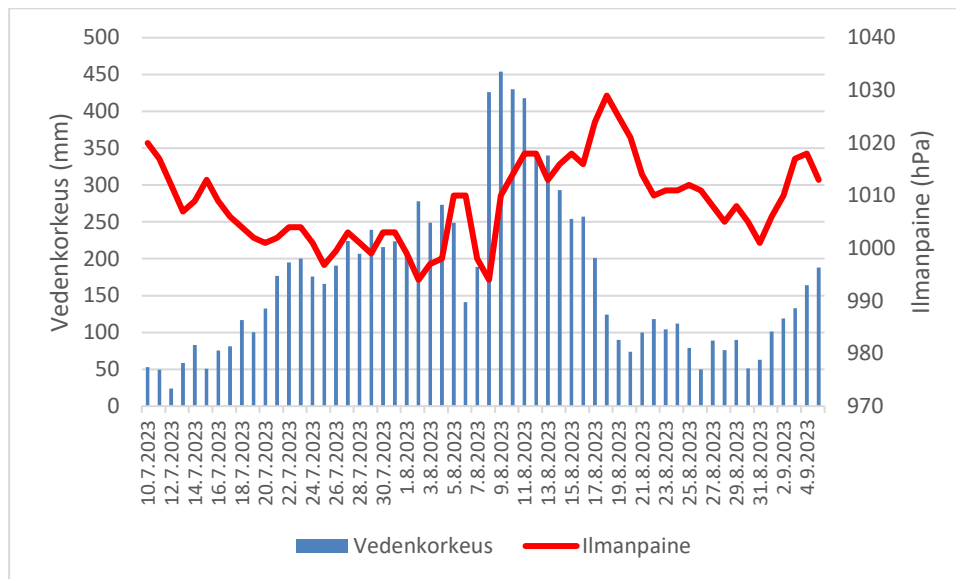
Kuva 5. Sameuden ja a-klorofyllipitoisuuden vaihtelu mittausjaksolla.

Kuvassa 6 on esitetty sameuden ja sähkönjohtokyvyn välinen riippuvuussuhde, jonka selitysaste on 65 %. Sameusarvoihin vaikuttaa merkittävästi alueen meriveden sähkönjohtokyky. Seuraavissa kuvissa 7-13 on esitetty ilmanpaineen ja vedenkorkeuden vaikutukset mitattuihin muuttuihin.



Kuva 6. Sameuden ja sähkönjohtokyvyn vaihtelu mittausjaksolla.

Kuvassa 7 on esitetty ilmanpaineen ja mittausaseman vedenkorkeusvaihtelut. Kuvasta on silmämääräisesti havaittavissa, että korkeapaineella vedenkorkeus laskee ja matalapaineella kasvaa eli vedenkorkeus riippuu osittain ilmanpaineesta. Usein ilmanpaineella on ns. viivästynyt vaikutus eli ilmanpaineen muutokset näkyvät viiveellä esim. vedenkorkeuden vaihtelussa. Ilmanpaine ei kuitenkaan yksi selitä Ykskoivunpuhdin vedenvaihtelua (selitysaste on noin 10 %) vaan myös tuulensuunta ja sen voimakkuus sekä lahden geomaantieteelliset olosuhteet (lahden avonaisuus/sulkeutuneisuus, virtausaukot sekä niiden suunta Selkämereen, pohjarakenne jne.).

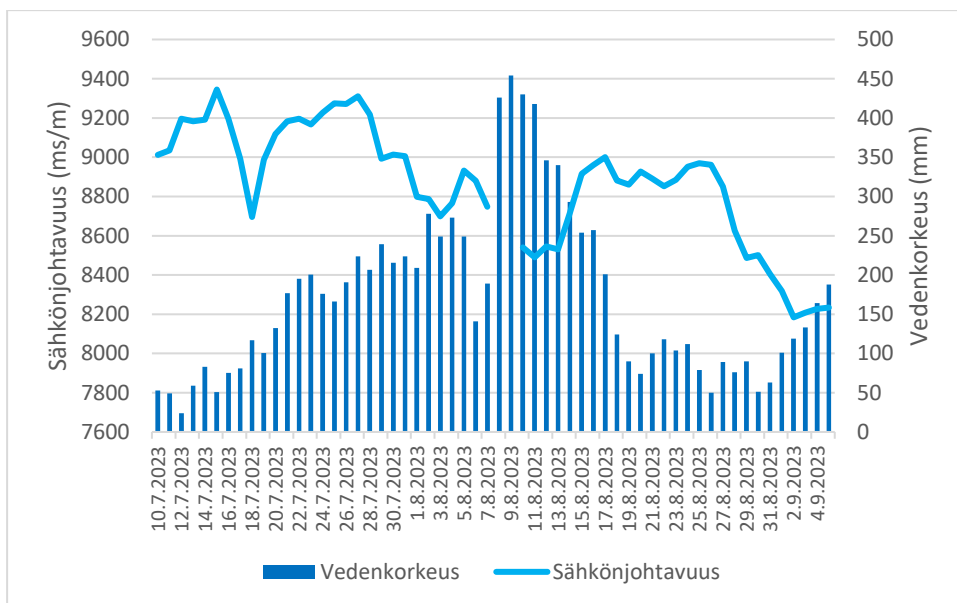


Kuva 7. Ilmanpaineen ja vedenkorkeuden vaihtelu mittausjaksolla.

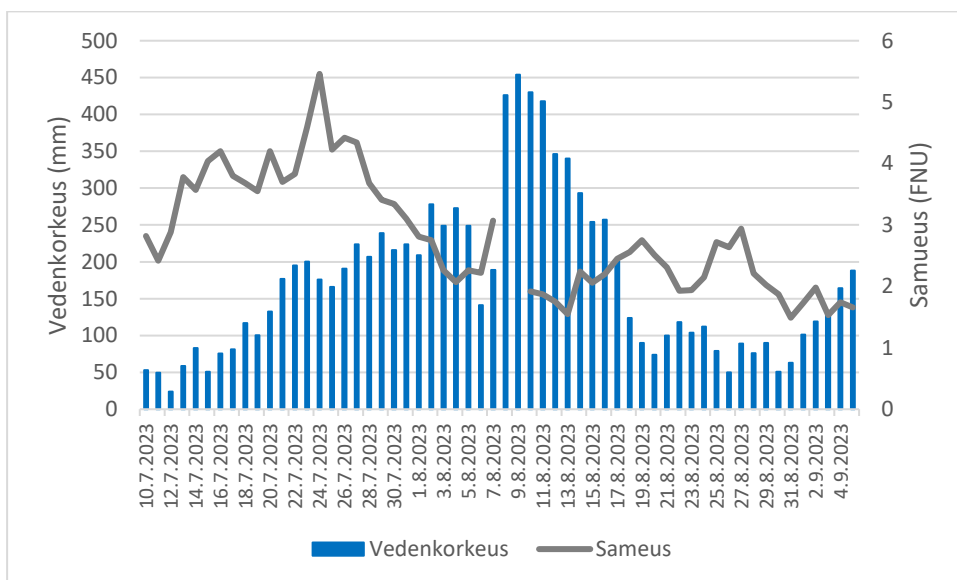
Kuvissa 8-10 on esitetty vedenkorkeuden vaihtelun ja mitattujen muuttujien a-klorofyllin, sameuden ja sähkönjohtavuuden vaihtelu mittausjaksolla. Kuvista on havaittavissa, että suoraa syyssuhdetta mitattujen muuttujien ja vedenkorkeuden vaihtelun välillä ei juuri ole.

Kuvissa 11-13 on esitetty ilmanpaineen ja mitattujen muuttujien vaihtelu. Kuvassa 11. on esitetty ilmanpaineen ja sähkönjohtavuuden vaihtelu mittausjaksolla. Sähkönjohtavuuden vaihtelusta ilmanpaineen muutokset selittävät alle 5 %.

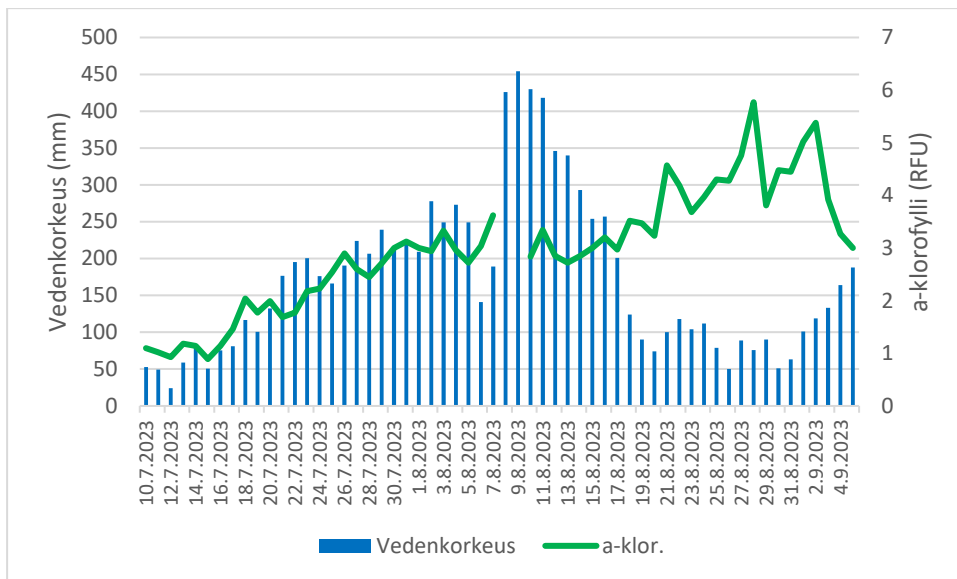
Kuvassa 12 on esitetty sameuden vaihtelu suhteessa ilmanpaineeseen. Sameusarvoista noin 20 % selittyy ilmanpaineen muutoksilla. Kuvassa 13 on esitetty a-klorofyllin vaihtelu mittausjaksolla. Kuvasta on havaittavissa, että ilmanpaineella ei merkitystä a-klorofyllin vaihteluun.



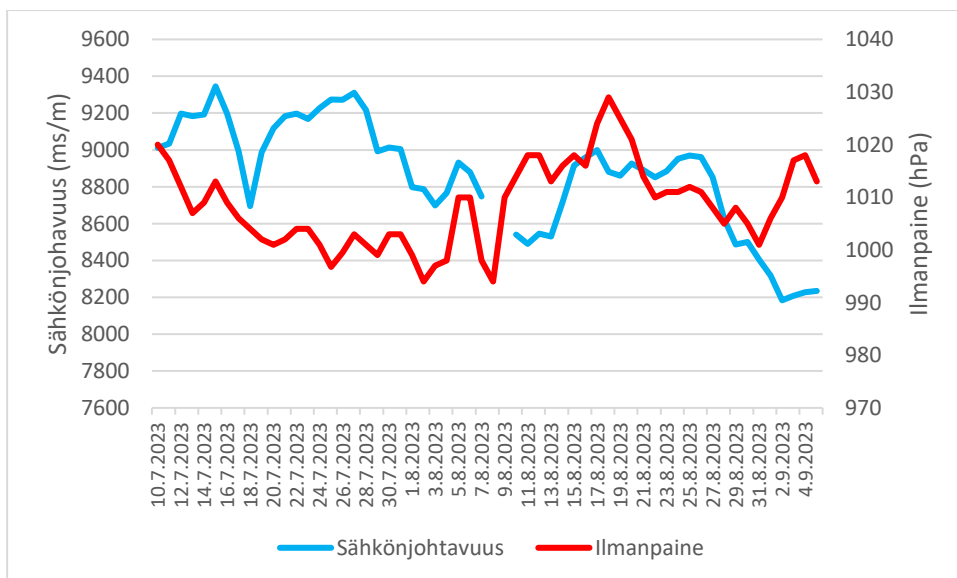
Kuva 8. Vedenkorkeuden ja sähkönjohtokyvyn vaihtelu mittausjaksolla.



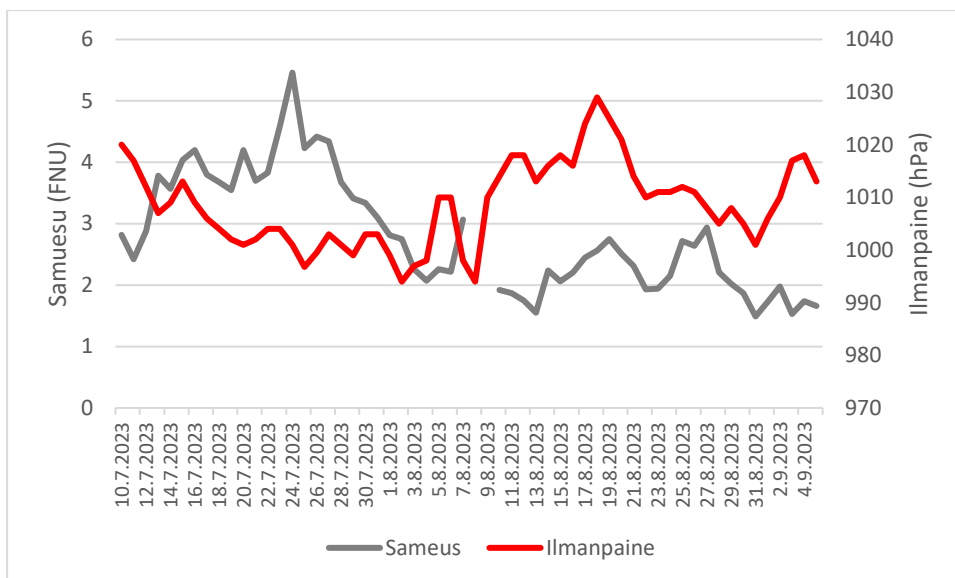
Kuva 9. Vedenkorkeuden ja sameuden vaihtelu mittausjaksolla.



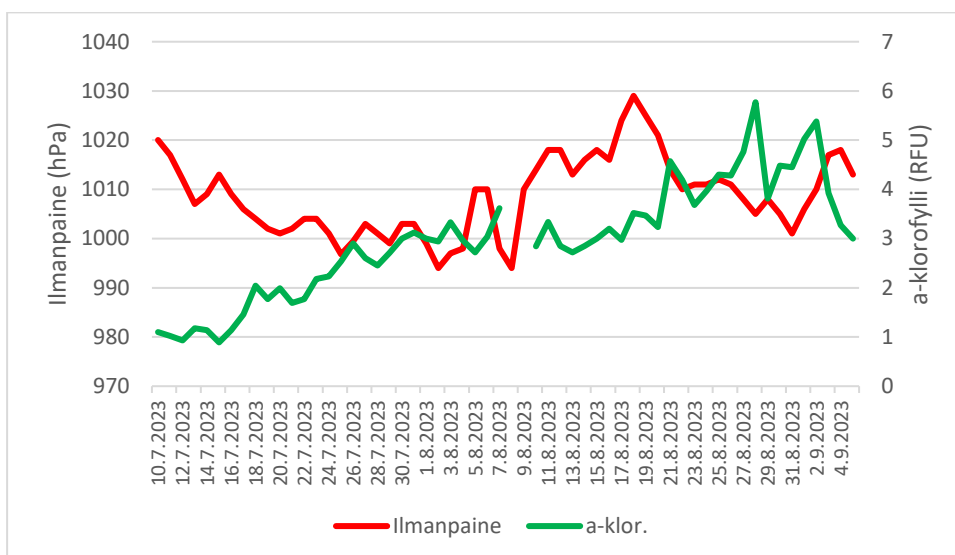
Kuva 10. Vedenkorkeuden ja a-klorofyllin vaihtelu mittausjaksolla.



Kuva 11. Ilmanpaineen ja sähkönjohtokyvyn vaihtelu mittausjaksolla.



Kuva 12. Ilmanpaineen ja sameuden vaihtelu mittausjaksolla.



Kuva 13. Ilmanpaineen ja a-klorofyllin vaihtelu mittausjaksolla.

Liitetaulukoissa 1-10 on esitelty ilmansuuntien ja tuulen nopeusluokittelun vaikutus a-klorofyllin, sameuden ja sähkönjohtavuuden arvoihin sekä vedensyvyyteen mittausasemalla. Taulukossa esitetyt luvut ovat keskiarvoja.

Taulukoista on nähtävissä, että tyyninä ja heikkotuulisina päivinä Ykskoivunpuhdin meriveden sähkönjohtokyky nousee riippumatta siitä, mistä ilmansuunnasta tuulee. Syy tähän voi olla kaksitahoinen. Etelä-länsituulet tuovat suolaisempaa vettä Ykskoivunpuhdille ja pohjoissuuntaiset tuulet tuovat ravinnerikkaampaa ja samalla veteen liuenneita yhdisteitä lahden pohjoispuolella sijaitsevilta pistekuormittajilta ja satama-alueelta.

Sameusarvot käyttäytyvät hyvin samalla tavalla kuin sähkönjohtavuuskin. Navakat lounais- ja länsi tuulet nostavat myös veden sameutta, joka johtunee todennäköisesti aallokon vaikutuksesta matalikkoon ja sen pohjasedimenttiin. Myös alueen veneily voi nostaa sameusarvoja (veneily tapahtuu usein vähätuulisina päivinä).

A-klorofyllipitoisuus on korkeimmillaan, kun tulee pohjois-itäsuunnasta mutta klorofylliä on ajoittain runsaasti vähätuulisina jaksoina. Syyt a-klorofyllipitoisuuksiin voivat johtua ravinteiden kulkeutumisesta alueelle ja levien lisääntymisestä Ykskoivunpuhdilla tai levien kulkeutumisesta tuulten mukana.

Vesikasvileikkuiden aikaiset muutokset a-klorofyllissä, sameudessa ja sähkönjohtavuudessa

Ykskoivun- ja Matalanpuhdilla toteutettiin vesikasvillisuusleikkuita 10.7.-14.8.2023. Ykskoivunpuhdin alueella tehtiin leikkuita urakoitsijan ilmoituksen mukaan seuraavina päivinä 16.7.-2.8., 6.8.-7.8. ja 12.8.-14.8.2023. On kuitenkin täysin mahdollista, että töitä on tehty muinakin ajankohtina, sillä ainakin 10.8.2023, kun mittari asennettiin uudelleen paikalleen 7.10. myrkyt jälkeen, havaittiin leikkuuvene puksuttelemassa Ykskoivunpuhdilla. Koska leikkuupäivien ajankohta on hyvin epämääräinen eikä urakoitsija pysty tarkempaan kuvaamaan tehtyä työtä, on tarkastelun näkökulmaa hieman muutettava.

Tässä tarkastelussa, jossa pyritään arvioimaan leikkuiden työnaikaisia vaikutuksia vedenlaatuun, käytetään vertailuaineistoina ajanjaksoa 10.7-15.7.2023 ja 15.8-24.8.2023. Tämän lisäksi esitetään ns. klo 7:00-18:00 ja 18:30-6:30, jotta työnaikaiset vaikutukset voitaisiin havaita (taulukko 4).

Taulukko 4. Leikkuiden vaikutukset vedenlaatuun vertailujaksoihin verrattuna.

a-klorofylli (RFU)			
Vuorokausi	10.7.-15.7.2023	Leikkuupäivät	15.8.-24.8.2023
Päivä	0,88	1,64	2,93
Yö	1,18	2,43	4,17
Keskiarvo	1,04	2,06	3,59
Sameus (FNU)			
Päivä	3,18	2,63	2,24
Yö	3,39	2,84	2,32
Keskiarvo	3,29	2,74	2,29
Sähkönjohtavuus (ms/m)			
Päivä	9140	8905	8890
Yö	9210	8945	8930
Keskiarvo	9170	8925	8910

Taulukosta 4 on havaittavissa, että a-klorofyllipitoisuudet kasvoivat kesän edetessä, ja klo 18:30-6:30 välisellä ajalla pitoisuudet olivat korkeimpia kuin päivällä ns. työaikana. Sameus laski kesän aikana ja arvot olivat 18:30-6:30 välisenä aikana päiväarvoja korkeimpia. Tätä ilmiötä selittää todennäköisesti eläin- ja kasviplanktonien liike valoisuuden mukaan ja kalojen syöntikäyttäytyminen. Kalat tulevat illan hämärtyessä syönnille matalille ja kirkkaille matalikoille, välttämällä näin osittain saalistuspainetta.

Leikkuiden vaikutukset sähkönjohtavuuden muutoksiin ei ole nähtävissä, vaikka alueella lisättiin avoveden määrää ja virtausmääriä. Muutokset johtunevat muista syistä.

4. Johtopäätökset

Ykskoivunpuhdin vedenlaatua vaihtelee laajasti. Alueen sameus on tiiviissä yhteydessä veden sähköjohtokykyyn. A-klorofyllipitoisuus määrittyy pääosin alueella veden ravinteisuuden mukaan ja osin levien kulkeutumisena muualta lähialueelta. Ilmanpaineen muutokset, tuulen suunta ja paikalliset kuormituslähteet sekä geomaantieteelliset olosuhteet selittävät todennäköisin syin vedenlaadun muutokset ja vaihtelut alueella. Sääilmiöt ovat usein ennustamattomia ja niihin ei voi mitenkään vaikuttaa mutta niillä on merkittävä vaikutus hetkellisesti Ykskoivunpuhdin vedenlaatuun.

Alueella tehdyt vesikasvillisuuden leikkuut eivät todennäköisesti vaikuttaneet alueen vedenlaatuun ainakaan laajassa mittakaavassa. Automaattimittarin mittaustulokset ei osoita selviä ja tunnistettavia vedenlaatua parantavia tai heikentäviä muutoksia. On kuitenkin mahdollista, että elokuun lopun kahdessa a-klorofyllipikissä voi olla vaikutuksia vesikasvillisuuden leikkuista. Tämä voisi silloin johtua siitä, että vesikasvillisuuden vähetessä kilpailu ravinteista vähenee, joille vapaan olevat liukoiset ravinteet ovat pelkästään levien käytössä. Myöskään itse leikkuutyö ei vaikuttanut vedenlaatuun työtä tehdessä.

Liitteet

Liitetaulukko 1. Etelätuulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Etelätuuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-aseman veden-syvyys(m)
Tyyni	1,93	9340	4,0	1,39
Heikkoa tuulta	2,01	9075	3,2	1,40
Kohtalaista tuulta	2,87	8940	2,8	1,32
Navakkaa tuulta	2,66	8775	2,58	1,22
Kovaa tuulta	2,60	9195	2,99	1,05
Keskiarvo	2,64	8905	2,79	1,29

Liitetaulukko 2. Lounaistuulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Lounaistuuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-aseman veden-syvyys(m)
Heikkoa tuulta	2,48	9050	3,42	1,39
Kohtalaista tuulta	2,87	8790	2,96	1,35
Navakkaa tuulta	2,75	8690	3,16	1,42
Keskiarvo	2,71	8895	3,15	1,37

Liitetaulukko 3. Länsituulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Länsituuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Heikkoa tuulta	2,34	8970	3,06	1,42
Kohtalaista tuulta	2,96	8880	3,09	1,37
Navakkaa tuulta	3,52	8825	2,64	1,31
Keskiarvo	2,70	8920	3,05	1,39

Liitetaulukko 4. Luoteistuulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Luodetuuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Tyyni	4,98	8985	2,11	1,5
Heikkoa tuulta	2,47	8935	2,89	1,42
Kohtalaista tuulta	3,95	8660	2,05	1,48
Navakkaa tuulta	4,29	8600	2,10	1,41
Keskiarvo	3,46	8760	2,35	1,46

Liitetaulukko 5. Pohjoistuulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Pohjoistuuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Tyyni	4,39	9135	2,61	1,43
Heikkoa tuulta	3,19	8965	3,04	1,45
Kohtalaista tuulta	4,19	8685	2,17	1,49
Navakkaa tuulta	5,08	8410	1,69	1,50
Keskiarvo	4,08	8740	2,33	1,48

Liitetaulukko 6. Koillistuulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Koillistuuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Tyyni	3,26	9235	3,33	1,40
Heikkoa tuulta	2,87	8965	2,84	1,46
Kohtalaista tuulta	3,07	8825	2,38	1,48
Navakkaa tuulta	3,04	8915	2,44	1,39
Keskiarvo	3,00	8905	2,59	1,46

Liitetaulukko 7. Itätuulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Itätuuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Tyyni	2,01	9080	2,92	1,49
Heikkoa tuulta	3,92	8890	2,48	1,49
Kohtalaista tuulta	3,57	8825	2,56	1,45
Navakkaa tuulta	3,81	8865	2,87	1,27
Keskiarvo	3,65	8850	2,60	1,43

Liitetaulukko 8. Kaakkoistuulen vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	Kaakkoistuuli			
	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Tyyni	3,05	8580	1,99	1,5
Heikkoa tuulta	3,61	8900	2,78	1,47
Kohtalaista tuulta	3,49	8795	2,68	1,32
Navakkaa tuulta	2,91	8800	2,65	1,26
Kovaa tuulta	2,74	8585	1,90	1,09
Keskiarvo	3,33	8820	2,68	1,31

Liitetaulukko 9. Tuulen voimakkuuden vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen voimakkuus	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Tyyni	3,38	9110	2,88	1,45
Heikkoa tuulta	2,62	8895	3,10	1,42
Kohtalaista tuulta	3,20	8820	2,72	1,38
Navakkaa tuulta	2,96	8780	2,61	1,27
Kovaa tuulta	2,62	8860	2,81	1,08
Keskiarvo	2,98	8870	2,82	1,41

Liitetaulukko 10. Tuulen suunnan vaikutus a-klorofylliin, sameuteen ja vedenkorkeuteen.

Tuulen suunta	a-klorofylli (RFU)	Sähkönjohtokyky (ms/m)	Sameus (FNU)	Mitta-asemanvedensyvyys(m)
Etelätuuli	2,64	8905	2,79	1,29
Lounaistuuli	2,71	8895	3,15	1,37
Länsituuli	2,70	8920	3,05	1,39
Luoteistuuli	3,46	8760	2,35	1,46
Pohjoistuuli	4,08	8740	2,33	1,48
Koillistuuli	3,00	8905	2,59	1,46
Itätuuli	3,65	8850	2,60	1,43
Kaakkoistuuli	3,33	8820	2,68	1,31
Keskiarvo	2,98	8870	2,82	1,41