

Kenttämittausvertailu 11/2015

Luonnonvesien happi, lämpötila, pH, sähkönjohtavuus ja sameus

**Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Teemu Näykki,
Tero Väisänen ja Ritva Väisänen**

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN
RAPORTTEJA 6 | 2016

Kenttämittausvertailu 11/2015

**Luonnonvesien happi, lämpötila, pH, sähkönjohtavuus
ja sameus**

**Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Teemu Näykki,
Tero Väisänen ja Ritva Väisänen**



Helsinki 2016

Suomen ympäristökeskus



S Y K E

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUKSEN RAPORTTEJA 6/2016
Suomen ympäristökeskus

Pätevyyskokeen järjestäjä
Proftest SYKE, Suomen ympäristökeskus (SYKE)
Hakuninmaantie 6, 00430 Helsinki
Helsinki 2016

Julkaisu on saatavana vain internetistä:
www.syke.fi/julkaisut / helda.helsinki.fi/syke

ISBN 978-952-11-4555-1 (PDF)
ISSN 1796-1726 (verkkokj.)

SISÄLLYS

1	Johdanto	4
2	Toteutus.....	4
2.1	Vastuutahot	4
2.2	Osallistujat	4
2.3	Vertailumittauksen toteutus	5
2.4	Mittauspaikan testaus ja homogeenisuus.....	6
2.5	Palaute	7
2.6	Tulosten käsittely	8
2.6.1	Tulosaineiston esitestaus	8
2.6.2	Vertailuarvot	8
2.6.3	Tulosten arvioinnissa käytetty kokonaishajonnan tavoitearvo ja z-arvo.....	8
3	Tulokset ja niiden arviointi	9
3.1	Tulokset	9
3.2	Käytetyt mittarit ja anturit	10
3.2.1	Happiantureiden toimintaperiaatteiden erot	10
3.2.2	Sameusmääritysten yksiköt.....	10
3.3	Osallistujien laadunvarmistustoimenpiteet.....	11
3.4	Mittausepävarmuus	12
4	Pätevyyden arviointi	12
5	Yhteenveto.....	13
6	Summary	14
	LIITE 1 : Vertailuarvot ja niiden mittausepävarmuudet.....	17
	LIITE 2 : Tulostaulukoissa esiintyviä käsitteitä	18
	LIITE 3 : Osallistujakohtaiset tulokset	20
	LIITE 4 : Osallistujien tulokset graafisesti	24
	LIITE 5 : Yhteenveto z-arvoista	29
	LIITE 6 : z-arvot suuruusjärjestyksessä	30
	LIITE 7 : Määritysmenetelmien mukaan ryhmitellyt tulokset.....	34
	LIITE 8 Ennakkokysymysten vastaukset	36
	KUVAILULEHTI.....	38
	DOCUMENTATION PAGE.....	39
	PRESENTATIONSBLAD	40

1 Johdanto

Kenttämittauksissa korostuu mittaajan toiminta ja kenttämittarin ominaisuudet. Tässä kenttämittausvertailussa selvitettiin kenttämittarien sopivuutta ja käyttötapaa, mittaustulosten keskinäistä vertailtavuutta kenttämittausolosuhteissa sekä käytössä olevien kenttämittareiden laadunvarmistustoimenpiteitä. Kenttämittareilla määritettiin luonnonveden lämpötila, pH, happipitoisuus, sameus sekä sähkönjohtavuus. Osallistujat saivat myös puolueettoman arvioinnin toiminnastaan sekä kehitysideoita oman toiminnan laadun kehittämiseksi. Vastaavia kenttämittausvertailuja on tarkoitus järjestää vuosittain eri puolella Suomea.

Lämmin kiitos yhteistyöstä kaikille osallistujille!

2 Toteutus

2.1 Vastuutahot

Proffest SYKE, Suomen ympäristökeskus, Laboratoriokeskus, Hakuninmaantie 6, 00430 Helsinki, puh. 020 610 123, faksi 09 448 320

Pätevyyskokeen vastuuhenkilöt:

Katarina Björklöf	koordinaattori
Mirja Leivuori	koordinaattorin sijainen
Teemu Näykki	analytiikan asiantuntija
Tero Väisänen	analytiikan asiantuntija
Ritva Väisänen	tekninen toteutus

2.2 Osallistujat

Kenttämittausvertailuun osallistui yhdeksän ympäristöalan toimijaa, joista osa osallistui vertailuun kahdella kenttämittarilla (Taulukko 1). Mittareita vertailussa oli mukana 13 kappaletta.

Järjestäjällä oli käytössään kolme YSI EXO2 mittaria, jotka sijoitettiin testisyvyyteen osallistujien mittareiden reunoille sekä niiden keskikohtaan.

Taulukko 1. Kenttämittausvertailuun 11/2015 osallistuneet ympäristöalan toimijat ja käytettyjen mittareiden määrä.

Table 1. Participants in the proficiency test and the number of field instruments.

Ympäristöalan toimija/ <i>Participant</i>	Mittareiden lukumäärä <i>Number of field instruments</i>
EHP-Tekniikka	2
FQM Kevitsa Mining Oy	1
GTK, Maankäyttö ja ympäristö, Kuopio	1
Pohjois-Savon ELY -keskus	1
Ramboll Finland Oy, Kuopio	1
Savo-Karjalan Ympäristötutkimus Oy, Kuopio	2
SGS Inspection Services Oy, Kotka	1
SYKE/Vertailulaboratorio	3
Vesi-Eko Oy	1

2.3 Vertailumittauksen toteutus

Pätevyyskokeen järjestämisessä noudatettiin standardin SFS-EN ISO/IEC 17043 [1] lisäksi standardia ISO 13528 [2], IUPACin teknistä raporttia [3] sekä Eurachemin ohjetta testialueen homogeenisuusarviointia varten [4]. Proftest SYKE on akkreditoitu vertailumittausjärjestäjä, PT01 (SFS-EN ISO/IEC 17043, www.finas.fi), mutta toteutettu vertailu ei kuulu pätevyysalueeseen.

Pätevyyskoe toteutettiin Kuopiossa Siikalahden ponttonisillalla keskiviikkona 21.10.2015 klo 12. Valmistautuminen vertailuun alkoi klo 11 alkaen. Testiajankohdat olivat klo 12.00 ja klo 12.05. Testisyvyys oli 75 cm. Osallistujilta kerättiin mittaukseen liittyviä taustatietoja kyselylomakkeella ja haastatteleamalla osallistujia ennen mittauksia (Liite 8).

Vertailumittaukseen osallistuneet kenttämittarit kiinnitettiin riviin koetta varten rakennettuun anturitelineeseen, numeroituihin paikkoihin 20 cm etäisyydelle toisistaan. Anturiteline kiinnitettiin puusillan kaiteeseen sillan betoniponttonien väliin. Veden virtaus oli vähäistä, joten anturit eivät olleet vaarassa rikkoutua ponttonilaituria vasten (Kuva 1). Osallistujien tuloksia



Kuva 1. Vertailumittaukseen osallistuneet kenttämittarit kiinnitettiin puusillan kaiteeseen, betoniponttonien väliin. Veden virtaus oli vähäistä, joten anturit eivät olleet vaarassa rikkoutua ponttonilaituria vasten. (Kuva T. Väisänen).

verrattiin kaikkien osallistujien tulosten keskiarvoon tai robustiin keskiarvoon ottaen huomioon mittauspäikän homogeenisuus (Liite 1).

2.4 Mittauspaikan testaus ja homogeenisuus

Vertailumittauksen aikainen mittausalueen homogeenisuus selvitettiin kolmen YSI EXO2 sondin mittaustulosten perusteella. Sondit mittaivat vesimassan lämpötilaa, pH-arvoa, happipitoisuutta, sähköjohtavuutta ja sameutta. Mittaukset tehtiin kolmen sekunnin välein koko vertailumittauksen toteutuksen ajan klo 11:55-12:10. Homogeenisuuslaskentaan otettiin mukaan mittaustulokset testiajankohtien (klo 12:00 ja 12:05) läheisyydestä noin viiden minuutin mittausajalta ennen ja jälkeen testiajankohdan. Homogeenisuustarkasteluun valittiin 10 mittaustulosta käyttäen kolmen sekunnin välein mitattuja tuloksia rinnakaistuloksina. Käsittelyyn otetut mittaustulokset edustivat hyvin koko testiajan mitattua tulosaineistoa.

Mittausalueen homogeenisuus tutkittiin mittaustuloksista ANOVA-analyysillä IUPAC- ja Eurachem-ohjeiden mukaisesti [3, 4]. Testiaineiston vaihtelu jaettiin mittauspäikän heterogeenisuudesta, mittausajankohdasta ja analyttisestä tarkkuudesta johtuviin osiin. Asetettua homogeenisuuden tavoitehajontaa verrattiin erikseen heterogeenisyyden komponenttiin ja aikojen väliseen hajontakomponenttiin. Hyväksyttävä hajonta oli enintään $0,3 \times s_{pt}$ ajallisesta hajonnasta. Kriteerin toteutumisen tilastollinen merkitsevyys tarkistettiin Thompsonin testillä 95 % merkitsevyystasolla [3]. Taulukossa 2 kuvataan homogeenisuustestiaineiston kriteerit ja vaihte-

lun osatekijöiden suuruus. Suurin hajonta oli otannasta johtuva hajonta (yli 80 %), joka kuvastaa testialueen luonnollista vaihtelua. Poikkeus tähän oli sameusmittaus, jossa myös vaihtelumittauskertojen ja ajan mukaan aiheutti melkein 50 % kokonaisvaihtelusta. Homogeenisuustestauksen sameusdata osoitti, että vesimassassa oli liikkeellä samentumista aiheuttavaa materiaalia, joka kasvatti tulosten keskihajontaa. Mittaustulokset osoittivat, että vertailun testiajan kohtina testisyvyyksissä ei ollut sameutta aiheuttavaa kiintoainesta. Vesimassaa voitiin muiden parametrien osalta pitää homogeenisena koska homogeenisuustestin tavoitehajonta oli kuusi prosenttia tai vähemmän (Taulukko 2).

2.5 Palaute

Osallistujilta ei saatu palautteita tämän vertailun teknisestä toteutuksesta ja tulosten käsittelystä. Kaikki saatu palaute on kuitenkin arvokasta ja sitä hyödynnetään toimintaa kehitettäessä.

Taulukko 2. Homogeenisuustestauksen tulokset.

Table 2. Results of the homogeneity testing of the samples

Analyytti (yksikkö) <i>Analyte (unit)</i>	Testi- aika <i>Testing time</i>	Keski- arvo <i>Mean</i>	Kokonais- hajonta (SD) <i>Standard- deviation (sd)</i>	Tavoite-hajonta (homog.) % <i>Target standard deviation for homogeneity (%)</i>	Testijakson standardihajonnan osatekijät (%) <i>Components of the standard deviation during testing time (%)</i>		
					Analyttinen tarkkuus <i>Analytical precision</i>	Mittausajan- kohta <i>Time</i>	Mittauspaikan heterogeenisyys <i>Heterogeneity of the sampling spot</i>
Sähkön- johtavuus / <i>Conductivity</i> ($\mu\text{S/cm}$)	T1	60,3	1,04	6	2	2	96
	T2	60,3	1,03	6	2	2	96
Lämpötila / <i>Temperature</i> ($^{\circ}\text{C}$)	T1	7,61	0,01	1,1	1	19	80
	T2	7,61	0,01	1,1	1	19	80
Happi / <i>Oxygen</i> (mg/l)	T1	10,54	0,09	4,0	2	2	96
	T2	10,53	0,09	3,8	2	2	96

2.6 Tulosten käsittely

2.6.1 Tulosaineiston esitestaus

Aineiston normalisuus testattiin Kolmogorov-Smirnov-testillä. Tulosaineistosta poistettiin mediaanista merkitsevästi poikkeavat tulokset Grubbs- tai Hampel-testillä ennen keskiarvon laskemista.

Harha-arvotestejä ja tulosten tilastollista käsittelyä esitetään tarkemmin Proftest asiakasohjeesta, joka on saatavilla Proftestin kotisivuilta: www.syke.fi/proftest → Käynnissä olevat pätevyyskokeet [5].

2.6.2 Vertailuarvot

Vertailuarvona käytettiin osallistujien tulosten keskiarvoa ($n < 12$; Liite 1). Happimittauksen vertailuarvoina käytettiin optisten mittareiden tulosten keskiarvoa. Happimittauksien tuloksista poistettiin siis vertailuarvon laskennasta sähkökemiallisesti määritetyt tulokset, koska niiden on havaittu antavan alhaisempia arvoja optiseen mittaukseen verrattuna hitaasti virtaavissa vesistöissä. Vertailuarvon luotettavuutta arvioitiin kriteerillä $u_{pt} / s_{pt} \leq 0,3$; kriteerissä u_{pt} on vertailuarvon standardiepävarmuus ja s_{pt} on tavoitehajonta [3]. Tämä kriteeri täyttyi, joten vertailuarvoja voitiin pitää luotettavina.

2.6.3 Tulosten arvioinnissa käytetty kokonaishajonnan tavoitearvo ja z-arvo

Testitulosten pätevyyden arvioinnissa järjestäjä asettaa rajat miten paljon tulokset saavat poiketa vertailuarvoista. Tämän sallitun tavoitehajonnan asettamisessa käytetään hyväksi homogeenisuusarvioinnin tuloksia sekä aiemmissä vastaavissa kenttämittausvertailuissa käytettyjä tavoitehajontoja.

Mittauspaikan huomattavasti vähäisempi virtaus, testialueen erilaiset pitoisuustasot sekä testialueen epähomogeenisuus edellisiin vastaaviin vertailumittauksiin aiheutti sen, että käytettyjä testisuureiden arviointikriteerejä jouduttiin tarkastelemaan uudestaan [6, 7] ja arvioinnissa käytettyjä tavoitehajontoja (sallittu poikkeama asetetusta vertailuarvosta, $s_{pt}\%$) jouduttiin muuttamaan edellisiin arviointeihin nähden. Siksi vain happimittausten tavoitehajonnat ovat samat kuin aikaisemmissä kenttämittausvertailuissa [6, 7].

Arvioinnissa käytetyn tavoitehajonnan (s_{pt}) luotettavuutta arvioitiin vertaamalla sitä osallistujien tulosten robustiin keskihajontaan. Mittaussuureiden tulosten keskihajonnat olivat kaikissa tapauksissa pienemmät kuin $1,2 \times s_{pt}$, joten tulosaineiston yhtenevyyskriteeri täyttyi ja arvioinnissa käytettyjä tavoitehajontoja ja samalla myös z-arvoja voitiin pitää luotettavina.

Vertailumittauksessa osallistujien suoriutumista arvioidaan z-arvojen perusteella [4]. Lasketun z-arvon avulla osallistujien tulokset normalisoidaan vertailuarvoon ja sallittuun hajontaan (kts. kaava Liitteessä 2).

3 Tulokset ja niiden arviointi

3.1 Tulokset

Tuloksia arvioitiin käyttäen z-arvoja ja arviointiperusteet olivat seuraavat:

Kriteeri <i>Criteria</i>	Arviointi <i>Performance</i>
$|z| \leq 2$	Hyväksyttävä / <i>Satisfactory</i>
$2 < |z| < 3$	Kyseenalainen / <i>Questionable</i>
$|z| \geq 3$	Ei-hyväksyttävä / <i>Unsatisfactory</i>

Yhteenveto pätevyyskokeen tuloksista on esitetty taulukossa 3. Luettelo tulostaulukoissa käytetyistä käsitteistä liitteessä 2, osallistujakohtaiset tulokset ovat liitteessä 3, tulokset on esitetty graafisesti liitteessä 4 ja yhteenveto z-arvoista liitteessä 5. Liitteessä 6 z-arvot on esitetty suuruusjärjestyksessä ja happitulosten määritysmenetelmien mukaan ryhmitellyt tulokset ovat liitteessä 7.

Sameutta mitattiin vain viidellä mittarilla (osallistujat 3, 5, 7, 9 ja 10). Tulosaineisto on liian pieni osallistujien pätevyyden arviointiin sameuden osalta. Tulosten keskiarvot olivat 2,08 FNU (T1) ja 1,77 FNU (T2) ja keskihajonta (SD %) oli 28 % (T1) ja 24 % (T2) (Taulukko 3).

Tulosten robustit keskihajonnat olivat välillä 0,3–5 % (Taulukko 3). Edellisen vuoden kenttämittausvertailussa tulosten hajonnat olivat 2,2–4,1 % [6].

Taulukko 3. Yhteenveto pätevyyskokeen DW 11/2015 tuloksista

Table 3. Summary of the results in the proficiency test DW 11/2015

Analyytti / Analyte	Näyte / Sample	Yksikkö / Unit	Vertailuarvo / Assigned value	K.a. / Mean	Rob. k.a. / Rob. mean	Mediaani / Median	SD rob	SD rob %	2*s _{pt} %	n (all)	Acc z %
Sähkönjohtavuus / Conductivity	T1	µS/cm	59,4	59,4	58,3	59,6	2,9	4,9	15	10	90
	T2	µS/cm	59,4	59,4	58,3	59,6	2,9	5,0	15	10	90
Hapen kyllästysaste / O ₂ saturation	T1	%	88,3	88,3	87,6	88,4	1,7	1,9	8	9	100
	T2	%	88,0	88,0	88,2	88,4	1,0	1,1	8	9	89
Lämpötila / Temperature	T1	°C	7,6	7,6	7,6	7,6	0,02	0,3	2	11	100
	T2	°C	7,6	7,6	7,6	7,6	0,03	0,4	2	11	100
O ₂	T1	mg/l	10,5	10,5	10,5	10,5	0,14	1,3	8	9	100
	T2	mg/l	10,4	10,4	10,4	10,5	0,19	1,8	8	9	100
pH	T1		7,0	7,0	7,0	7,0	0,19	2,7	8	8	100
	T2		7,0	7,0	7,0	7,0	0,19	2,8	8	8	100
Sameus/ Turbidity	T1	FNU	2,1	2,1		2,1			-	5	-
	T2	FNU	1,8	1,9		1,6			-	5	-

Rob. mean: Robusti keskiarvo, *The robust mean*, SD rob: Robusti keskihajonta, *The robust standard deviation*, SD rob %: Robusti keskihajonta prosentteina, *The robust standard deviation as percent*, 2*s_{pt} %: Arvioinnissa käytetty kokonaishajonta, *The total standard deviation for proficiency assessment at the 95 % confidence interval*, Acc z %: Niiden tulosten osuus (%), joissa $|z| \leq 2$, *The results (%)*, where $|z| \leq 2$, n(all): Osallistujien kokonaismäärä, *The total number of the participants*.

3.2 Käytetyt mittarit ja anturit

Tässä vertailumittauksessa osallistujien käyttämät mittarit olivat:

Mittari	Hankintavuosi
McVan Analite NEP 9000	
Ponsel C4E	
YSI Pro ODO	2010
	2015
YSI Professional Plus	2010
	2012 x2
	2012-2013
	2015
YSI OMS600	2009
YSI 1001 pH probe	2015

Eri mittareiden välisiä eroja ei pystytty tarkastelemaan tilastollisesti aineiston vähyeden vuoksi.

3.2.1 Happiantureiden toimintaperiaatteiden erot

Nykyisin käytössä olevat happianturit perustuvat joko veteen liuenneen hapen optiseen tai sähkökemialliseen (amperometriseen/polarografiseen) mittaukseen. Kuten aikaisimmissa vastavissa vertailumittauksissa on havaittu [6, 7, 10], myös tässä vertailumittauksessa havaittiin, että sähkökemialliseen mittaustekniikkaan perustuvat happianturit aliarvioivat happipitoisuuksia verrattuna optisiin happiantureihin, kun mittaustaikojen veden virtaus on alhainen (Liite 7). On osoitettu, että virtausnopeuksilla 6 - 14 cm/s vaikutus tuloksiin oli alle 5 %, mutta virtaamattomissa vesissä vaikutus tulokseen oli keskimäärin 65 % pitoisuustasolla 8,9 mg/l. [9, 11]. Optiset anturit ovat vakaampia rutiinikäytössä kuin sähkökemialliset anturit, jotka vaativat huolellista ja ammattitaitoista käyttöä sekä huoltoa [8]. Toimiakseen moitteettomasti niitä on kalibroitava useammin. Myös itse mittaus vaatii enemmän taitoa sähkökemiallista anturia käytettäessä [9]. Sähkökemialliset happianturit kuluttavat happea vedestä ja luotettavan mitaustuloksen saaminen edellyttää riittävää veden virtausnopeutta [10, 11]. Sähkökemiallisia happiantureita käyttävien toimijoiden tulisi toiminnassaan huomioida riittävä veden virtausnopeus mittaustaikalla. Jos vesi ei luonnollisesti virtaa mittaustaikalla riittävällä nopeudella, on veden vaihtuvuus anturin kohdalla varmistettava muilla keinoilla, esimerkiksi sekoituksella.

3.2.2 Sameusmäärittysten yksiköt

Sameus kuvaa vedessä olevien kiintoainepartikkelien kykyä taittaa valoa ja sen mittaamiseen on useita eri optisia menetelmiä. Korkean sameuden näytteet ovat yleensä vaativimpia määrittää. Toisaalta Suomen luonnonvesissä sameus voi yleisesti olla alle 1 FNU, jolloin kenttämittarilta vaaditaan alhaista määrittämissä. Mitattu sameus riippuu valon aallonpituudesta ja sekä optisen detektorin kulmasta. Eri sameusmittausmenetelmien tulokset eivät automaattisesti ole vertailukelpoisia keskenään ja eri menetelmistä saatavat tulokset ilmoitetaan siksi eri yksiköissä.

Tässä vertailussa järjestäjä ilmoitti tulokset FNU-yksikössä ja osallistujat 5 ja 9 ilmoittivat tuloksensa NTU-yksikössä. Sekä FNU (Formazine Nephelometric Unit) että NTU (Nephelometric Turbidity Unit) ovat yleisesti käytettyjä sameuden yksikköjä luonnonvesissä. Molemmat mittaavat valon sirontaa 90 asteen kulmassa, mutta FNU mittaa infrapunasäteilyn (780-900 nm) sirontaa ja NTU mittaa valkoisen valon (400-680 nm) sirontaa.

Suomen luonnonvesissä pitoisuustasot ovat sellaiset, että kansallisesti on sovittu, että yksiköt FNU ja NTU vastaavat toisiaan [15].

3.3 Osallistujien laadunvarmistustoimenpiteet

Käytetyt anturit olivat suhteellisen uusia, vanhimmat oli hankittu vuonna 2009. Vertailukokeen parametrien lisäksi osallistujat ilmoittivat käyttävänsä kenttämittareita myös klorofylli-, redox-, ilmanpaine- ja nitraattimittauksille. Osallistujien ennakkokysymyksiin vastauksien perusteella noin puolella osallistujista oli määritelty mittarille vastuuhenkilö (Liite 8). Vastuuhenkilö vastaa laitteen toiminnasta, kalibroinneista ja huollosta, mutta vain yksi ilmoitti vastuuhenkilön osallistuvan perehdytykseen. Vastauksista ei myöskään selvästi ilmennyt, mitkä ovat perehdytyskäytännöt ja kuka vastaa uusien käyttäjien perehdytyksestä. Suomenkieliset ohjeet ovat suurimmalla osalla käytössä. Riittävä koulutus ja perehdytys ovat ratkaisevat tekijät oikeiden tulosten saamiseksi. Kenttämittauksia tekevien henkilöiden perehdytyksessä tulee myös kiinnittää huomioita mittalaitteen perustoimintoihin, kuten kellonajan tai mittayksikön muuttaminen.

Antureiden säännöllinen ja oikea-oppinen kalibrointi on ehdoton edellytys luotettavan tuloksen saamiseksi. Liian harva kalibrointiväli on arvioitu vaikuttavan esim. pH tulosten oikeellisuuteen [14]. Kaikki vertailumittaukseen osallistuneet kalibroivat itse mittarinsa ja monet käyttivät valmistajan kalibrointiohjeita. Lisäksi jotkut osallistujat kalibroivat mittarinsa säännöllisen huollon yhteydessä ulkopuolisella kalibroijalla. Tämä on hyvä tapa, koska se lisää kenttämittaritulosten vertailukelpoisuutta myös eri organisaatioiden välillä. Myös säännöllinen, käyttömäärän mukaan tehtävä huolto on suositeltavaa. Osallistujilla oli hyviä havaintoja mittauksien laadun tarkkailuun:

- ”Vettä tulisi olla riittävästi antureille. Mittauspaikan tulee edustaa hyvin kyseistä vesistöä. Anturin tulee olla pystysuorassa, virtaussuunta suoraan sivulta. Sähkönsäätömittaus vaatii usein varovaista anturin ylös-alas liikuttelua ilmakuplien poistumiseksi, happi taas vaatii veden liikkeen” (osallistuja 2).
- ”Mittarin tulisi antaa tasaantua ennen mittausten aloittamista ja lukemien kirjaamista. Mittaukset olisi hyvä toistaa. Hapen, pH:n ja johtokyvyn mittaustulokseen vaikuttaa lämpötila, joten mittarissa tulee olla lämpötilan korjaus. Hapen osalta myös paine vaikuttaa tulokseen, mutta sekin on käsittääkseni huomioitu mittarissa siten, että se osaa itse korjata tuloksen” (osallistuja 8).
- ”Että mittari on kalibroitu kaikkien parametrien osalta. Mittaustilanteessa katsottava että arvot vakiintuvat ennen varsinaista mittausta. Elektrodiin pitää olla puhtaita, eikä ilmakuplia saa olla” (osallistuja 9).

- ”pH:n riittävän tiheä kalibrointi. Mittauslukemien stabiloituminen. Syvemmissä vedessä anturipään vaeltaminen virtausten mukana (voi hillitä lisäpainoilla, jotka nopeuttavat stabiloitumista ja helpottavat oikean mittausvyvyyden varmistamista” (osallistuja 10).

3.4 Mittausepävarmuus

Tässä vertailussa ei kukaan osallistuja ilmoittanut mittauksiensa epävarmuutta. Säännöllisestä laadunvarmistustoimenpiteiden seurannasta ja dokumentoinnista saadaan hyödyllistä tietoa myös kenttämittareiden mittausepävarmuuden arviointiin. Mittausepävarmuuden tunteminen on avainasemassa tulosten käyttökelpoisuuden kannalta. Mittauksen systemaattisesta virheestä saadaan tietoa vertaamalla kenttämittarin tuloksia laboratoriossa tehtyihin vastaaviin määrittäyksiin. Kun tähän lisätään vielä mittauksen satunnaisvaihtelusta aiheutuva epävarmuuden lähde, saadaan hyvä käsitys mittausepävarmuudesta. Tätä satunnaisosatekijää voidaan arvioida mittaamalla kenttämittarilla useita toistomittauksia samoista näytteistä (esim. synteettiset standardiliuokset, mikäli saatavilla) eri päivinä, eri kalibroinneilla ja eri työntekijöiden toimesta. Lisäksi on hyvä mitata oikeita näytteitä (rutiininäytteitä) rinnakkaismäärittäyksiä. Tällöin todellisten näytteiden matriisivaihteluista aiheutuva toistettavuushajonta tulee huomioiduksi mittausepävarmuudessa. Epävarmuudet kasvavat pienillä pitoisuuksilla, joten mittausepävarmuus tulisi ilmoittaa määritysrajan tuntumassa absoluuttisena pitoisuutena ja suuremmissa pitoisuuksissa suhteellisena lukuarvona eli prosentteina. Mittausepävarmuuden laskennasta löytyy lisätietoa standardista SFS-EN ISO 11352 [12] ja oppaasta Nordtest TR 537 [13]. Maksuton tietokoneohjelma (MUKit) mittausepävarmuuden laskentaan on saatavilla ENVICAL SYKE:n internetsivulta (www.syke.fi/envical).

4 Pätevyyden arviointi

Koko tulosaineistossa hyväksyttäviä tuloksia oli yhteensä 97 %, kun tulosten sallittiin poiketa vertailuarvosta 5–15 % (Liite 5). Kukaan ei ilmoittanut tuloksensa akkreditoituna mutta neljä osallistujaa oli sertifioitu Ympäristönäytteenottajien sertifiointijärjestelmän kautta. Heidän kaikki tulokset oli hyväksyttäviä. Vuoden 2014 kenttämittauksen vertailukokeissa hyväksyttäviä tuloksia oli 91 % ja 88 % [6, 7]. Yhteenveto pätevyyskokeesta ja vertailu edelliseen vastaavaan pätevyyskokeeseen esitetään taulukossa 4.

Taulukko 4. Yhteenveto pätevyyden arvioinnista.
 Table 4. Summary of the performance evaluation.

Analyyytti / Analyte	$2 \cdot s_{pt}, \%$	Hyväksyttäviä tuloksia (%) / Acceptable results (%)	Arviointi / Evaluation
Sähkönjohtavuus 25 / Conductivity 25	15	90	Edellisessä vertailussa hyväksyttäviä tuloksia oli 83 %, kun vertailuarvosta sallittu poikkeama oli 10 % [6]. / In previous test the performance was satisfactory for 83 % of the results when allowing 10 % deviation [6].
Lämpötila / Temperature	2	100	Edellisessä vertailussa hyväksyttäviä tuloksia oli 78 %, kun vertailuarvosta sallittu poikkeama oli 5 % [6]. / In previous test the performance was satisfactory for 78 % of the results when allowing 5 % deviation [6].
O ₂	8	100	Menestyminen oli hyvä. Edellisen vuoden vastaavassa vertailussa hyväksyttäviä tuloksia oli 92 % [6]. / In previous test the performance was satisfactory for 92 % [6].
O ₂ kyllästysaste / O ₂ saturation	8	100 ja 89	Menestyminen oli hyvä. Edellisen vuoden vastaavassa vertailussa hyväksyttäviä tuloksia oli 90 % [6]. / In previous test the performance was satisfactory for 90 % [6].
pH	6	100	Menestyminen oli hyvä. Edellisessä vertailussa hyväksyttäviä tuloksia oli 100 % [6]. / In previous test the performance was satisfactory for 100 % [6].
Sameus / Turbidity			Ei riittävästi osallistujia pätevyyden arviointiin. / Too few results for evaluation. o

5 Yhteenveto

Profest SYKE järjesti lokakuussa 2015 vesistöjen kenttämittausvertailun Kuopion Siikalahdessa, jossa testattavina suureina olivat veden happipitoisuus, lämpötila, pH, sameus ja sähkönjohtavuus. Vertailumittaukseen osallistui 9 toimijaa ja 13 mittaria. Hyväksyttäviä tuloksia vertailumittauksessa oli 97 %, kun sallittiin 5-15 % poikkeama asetetusta vertailuarvosta. Vuonna 2014 Oulunjoessa järjestetyssä vertailumittauksessa hyväksyttäviä tuloksia oli koko aineistossa 88 % [6]. Vertailumittaus osoittaa, että kenttämittareilla saadaan luotettavaa ja toistettavaa tulosta, kun laadunvarmistustoimenpiteet on suoritettu riittävän huolellisesti.

Kenttämittarit oli usein kalibroitu valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lisäksi useimmilla toimijoilla oli hyviä laadunvarmistuskäytäntöjä. Usein mittareille oli määritelty vastuuhenkilö, mutta

perehdytykseen ja mittareiden oikeaoppiseen käyttöön sekä antureiden toimintaperiaatteisiin tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota. Mittausepävarmuuksia ei mittareille ollut laskettu.

Kenttämittareiden tuottamien tulosten luotettava laadunvarmistus on välttämätöntä ennen kuin mittareita voidaan laajemmin hyödyntää esimerkiksi ympäristön tilan seurannassa. Mittausepävarmuuden tunteminen on avainasemassa tulosten käyttökelpoisuuden kannalta. Kenttämittareiden tulosten mittausepävarmuuden arviointiin tarvitaan ohjeistusta. Hyödyllistä tietoa siihen saadaan laadunvarmistustoimenpiteiden säännöllisestä seurannasta.

6 Summary

Profstest SYKE carried out this intercomparison test for field measurements of oxygen, temperature, pH, turbidity, and electrical conductivity in Lake Siikalahti in October 2015. In total, 9 participants and 13 field meters took part in the intercomparison test. In the intercomparison test 97 % of the results were satisfactory when 5-15 % deviation from the assigned value was allowed. In previous similar intercomparison tests in 2014 in River Oulu satisfactory results were 88 % [6]. This intercomparison test shows that field meters produce reliable and repeatable results provided that quality assurance is sufficient.

Most field meters were calibrated according to the manufacturer's instructions. In addition, several participants had good quality control procedures. In many cases a person responsible for the field meter has been named but more attention should be paid to training and increasing of understanding of operating principles of the equipment used. Measurements uncertainties were not reported.

Quality assurance data needs to be collected for the field meters before they can be used in large scale in national environmental monitoring programs. Knowledge of the expanded measurement uncertainties has the key role for the usefulness of the results. By monitoring the quality assurance data, useful information is gained for the evaluation of the measurement uncertainty. Guidelines for the principles for evaluation of the measurement uncertainties are needed.

KIRJALLISUUS

1. SFS-EN ISO 17043, 2010. Conformity assessment – General requirements for Proficiency Testing.
2. ISO 13528, 2005. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons.
3. Thompson, M., Ellison, S. L. R., Wood, R., 2006. The International Harmonized Protocol for the Proficiency Testing of Analytical Chemistry laboratories (IUPAC Technical report). Pure Appl. Chem. 78: 145-196, www.iupac.org.
4. Ramsey, M. H. and Ellison S.L.R (eds.), 2007. Eurachem/EUROLAB/ CITAC/ Nordtest/AMC Guide: Measurement uncertainty arising from sampling- a guide to methods and approaches Eurachem, 2007. ISBN 9780948926266.
http://www.rsc.org/images/EURACHEM1_tcm18-102815.pdf.
5. Profitest asiakasohje: www.syke.fi/proftest → Käynnissä olevat pätevyyskokeet.
<http://www.syke.fi/download/noname/%7B6D1B07E4-A57A-43FA-BAD1-3F12FE908CE0%7D/34499>.
6. Björklöf, K., Leivuori, M., Näykki, T., Väisänen, R., 2014. Kenttämittausvertailu 5/2014 - Vesien happi, lämpötila, pH ja sähkönjohtavuus. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 32/2014, ISSN:1796-1726, ISBN: 978-952-11-4368-7,
<https://helda.helsinki.fi/handle/10138/136297>
7. Björklöf, K., Leivuori, M., Näykki, T., Karppinen, A., Väisänen T., Väisänen, R. (2015). Kenttämittausvertailu 11/2014 - Luonnonvesien happi, lämpötila, pH, sähkönjohtavuus ja sameus. ISSN:1796-1726, ISBN: 978-952-11-4428-8, <http://hdl.handle.net/10138/153553>
8. Helm, I., Jalukse, L., Leito, I (2012). A highly accurate method for determination of dissolved oxygen: Gravimetric Winkler method. Anal. Chim. Acta, 741, 21–31.
9. International Standard Organization (2012). ISO 5814. Water Quality—Determination of Dissolved Oxygen—Electrochemical Probe Method
10. Näykki, T., Jalukse, L., Helm, I., Leito, I. (2013). Dissolved Oxygen Concentration Inter-laboratory Comparison: What Can We Learn? Water 2013, 5, 420-442
11. Leivuori, M., Näykki, T., Leito, I., Helm, I. Jalukse, L., Kaukonen, L., Hänninen, P., Ilmakunnas, M. (2014). Field measurement intercomparison; Field measurements of dissolved oxygen concentration. Reports of Finnish environment institute 24, ISSN 1796-1726, ISBN 978-952-11-4356-4. <http://hdl.handle.net/10138/135827>
12. International Standard Organization (2012). ISO 11352, Water quality – Estimation of measurement uncertainty based on validation and quality control data.

13. Magnusson, B., Näykki, T., Hovind, H., Krysell, M. (2011). Nordtest technical report 537 – Handbook for calculation of measurement uncertainty in environmental laboratories, 3rd ed., Nordic Innovation, Oslo, Norway. www.nordtest.info
14. Kahiluoto, J. (2015). Kenttämittareiden soveltuvuus pintavesien laadun seurantaan. Metropolia Ammattikorkeakoulu, Kemianteeniikan koulutusohjelma, Opinnäytetyö 22.4.2015.
15. International Standard Organization (2010). 7027. Veden laatu. Sameuden määrittäminen.

LIITE 1: Vertailuarvot ja niiden mittausepävarmuudet

Evaluation of the assigned values and their uncertainties

Analyytti / Analyte	Näyte / Sample	Yksikkö / Unit	Vertailuarvo / Assigned value	U_{pt}	$U_{pt}, \%$	Vertailuarvon peruste / Evaluation method of assigned value	u_{pt}/s_{pt}
Sähkönjohtavuus / Conductivity 25	T1	$\mu\text{S}/\text{cm}$	59,4	0,9	1,5	Keskiarvo/ Mean	0,10
	T2	$\mu\text{S}/\text{cm}$	59,4	0,9	1,5	Keskiarvo/ Mean	0,10
O ₂ kyllästysaste / Saturation	T1	%	88,3	0,5	0,5	Keskiarvo/ Mean	0,07
	T2	%	88,0	1,0	1,1	Keskiarvo/ Mean	0,14
Lämpötila / Temperature	T1	°C	7,6	0,01	0,1	Keskiarvo/ Mean	0,04
	T2	°C	7,6	0,01	0,1	Keskiarvo/ Mean	0,04
O ₂	T1	mg/l	10,5	0,14	1,4	Keskiarvo/ Mean	0,17
	T2	mg/l	10,4	0,13	1,2	Keskiarvo/ Mean	0,15
pH	T1		7,0	0,16	2,3	Keskiarvo/ Mean	0,28
	T2		7,0	0,16	2,2	Keskiarvo/ Mean	0,28
Sameus / Turbidity	T1	FNU	2,1	0,51	24,7	Keskiarvo/ Mean	
	T2	FNU	1,8	0,39	21,8	Keskiarvo/ Mean	

U_{pt} = Vertailuarvon laajennettu epävarmuus

Vertailuarvon luotettavuutta on arvioitu suhdeluvulla u_{pt}/s_{pt} , jossa:

s_{pt} = arvioinnissa käytetty tavoitehajonta

u_{pt} = vertailuarvon standardiepävarmuus

Jos $u_{pt}/s_{pt} \leq 0.3$, vertailuarvo on luotettava ja z-arvot hyväksyttäviä.

U_{pt} = Expanded uncertainty of the assigned value

Criterion for reliability of the assigned value $u_{pt}/s_{pt} \leq 0.3$, where

s_{pt} = target value of the standard deviation for proficiency assessment

u_{pt} = standard uncertainty of the assigned value

If $u_{pt}/s_{pt} \leq 0.3$, the assigned value is reliable and the z scores are qualified.

LIITE 2: Tulostaulukoissa esiintyviä käsitteitä

Terms in the results table

Osallistujakohtaiset tulokset

Analyte	Analyyyti (määritettävä alkuaine tai yhdiste)
Unit	Yksikkö
Sample	Näytekoodi
z score	z-arvo $z = (x_i - x_{pt})/s_{pt}$, missä x_i = Yksittäisen osallistujan tulos x_{pt} = Vertailuarvo s_{pt} = Arvioinnissa käytetty hajonta
Assigned value	Vertailuarvo
$2 \times s_{pt}$ %	Arvioinnissa käytetty kokonaishajonta 95 %:n luottamusvälillä
Lab's result	Osallistujan raportoima tulos (tai rinnakkaistulosten keskiarvo)
Md	Mediaani
Mean	Keskiarvo
SD	Keskihajonta
SD%	Keskihajonta, %
n (stat)	Tilastokäsittelyssä mukana olleiden tulosten lukumäärä

Yhteenveto z-arvoista

S – hyväksyttävä ($-2 \leq z \leq 2$)

Q – kyseenalainen ($2 < z < 3$), positiivinen virhe, tulos poikkeaa vertailuarvosta enemmän kuin $2 \times s_{pt}$

q – kyseenalainen ($-3 < z < -2$), negatiivinen virhe, tulos poikkeaa vertailuarvosta enemmän kuin $2 \times s_{pt}$

U – ei-hyväksyttävä ($z \geq 3$), positiivinen virhe, tulos poikkeaa vertailuarvosta enemmän kuin $3 \times s_{pt}$

u – ei-hyväksyttävä ($z \leq -3$), negatiivinen virhe, tulos poikkeaa vertailuarvosta enemmän kuin $3 \times s_{pt}$

Robusti laskenta vertailuarvon määrittämisessä

Robustin keskiarvon ja keskihajonnan laskeminen: Suuruusjärjestyksessä olevista tuloksista ($x_1, x_2, x_i, \dots, x_p$) lasketaan ensimmäinen robusti keskiarvo x^* ja sen keskihajonta s^*

x^* = tulosten x_i mediaani ($i = 1, 2, \dots, p$)

s^* = $1,483 \cdot$ mediaani erotuksista $|x_i - x^*|$ ($i = 1, 2, \dots, p$)

Keskiarvo x^* lasketaan uudelleen muokaten tuloksia, joiden poikkeama robustista keskiarvosta on suurempi kuin arvo $\varphi = 1,5 \cdot s^*$. Jokaiselle tulokselle x_i ($i = 1, 2, \dots, p$) lasketaan uusi arvo:

$$x_i^* = \begin{cases} x^* - \varphi, & \text{jos } x_i < x^* - \varphi \\ x^* + \varphi, & \text{jos } x_i > x^* + \varphi, \\ x_i & \text{muutoin} \end{cases} \quad (\varphi = 1,5 \times s^*)$$

Uusi robusti keskiarvo ja -keskihajonta x^* ja s^* lasketaan seuraavasti:

$$x^* = \sum x_i^* / p$$

$$s^* = 1,134 \sqrt{\sum (x_i^* - x^*)^2 / (p - 1)}$$

Robustia keskiarvoa ja -hajontaa x^* ja s^* voidaan muuntaa niin kauan, kunnes esim. kolmas merkitsevä numero ei enää muutu [2].

Terms in the results table

Results of each participant

Analyte	The tested parameter
Sample	The code of the sample
z score	Calculated as follows: $z = (x_i - x_{pt})/s_{pt}$, where x_i = the result of the individual participant x_{pt} = the reference value (<i>the assigned value</i>) s_{pt} = the target value of the standard deviation for proficiency assessment
Assigned value	The reference value
$2 \times s_{pt}$ %	The target value of total standard deviation for proficiency assessment (s_p) at the 95 % confidence level
Lab's result	The result reported by the participant (the mean value of the replicates)
Md	Median
Mean	Mean
SD	Standard deviation
SD%	Standard deviation, %
n (stat)	Number of results in statistical processing

Summary on the z scores

S – satisfactory ($-2 \leq z \leq 2$)

Q – questionable ($2 < z < 3$), positive error, the result deviates more than $2 \times s_{pt}$ from the assigned value

q – questionable ($-3 < z < -2$), negative error, the result deviates more than $2 \times s_{pt}$ from the assigned value

U – unsatisfactory ($z \geq 3$), positive error, the result deviates more than $3 \times s_{pt}$ from the assigned value

u – unsatisfactory ($z \leq -3$), negative error, the result deviates more than $3 \times s_{pt}$ from the assigned value

Robust analysis

The items of data are sorted into increasing order, $x_1, x_2, x_i, \dots, x_p$.

Initial values for x^* and s^* are calculated as:

$$x^* = \text{median of } x_i \text{ (} i = 1, 2, \dots, p \text{)}$$

$$s^* = 1,483 \cdot \text{median of } |x_i - x^*| \text{ (} i = 1, 2, \dots, p \text{)}$$

The mean x^* and s^* are updated as follows:

Calculate $\varphi = 1.5 \cdot s^*$. A new value is then calculated for each result x_i ($i = 1, 2 \dots p$):

$$x_i^* = \begin{cases} x^* - \varphi, & \text{if } x_i < x^* - \varphi \\ x^* + \varphi, & \text{if } x_i > x^* + \varphi, \\ x_i & \text{otherwise} \end{cases}$$












The new values of x^* and s^* are calculated from:












$$x^* = \sum x_i^* / p$$














$$s^* = 1.134 \sqrt{\sum (x_i^* - x^*)^2 / (p-1)}$$




The robust estimates x^* and s^* can be derived by an iterative calculation, i.e. by updating the values of x^* and s^* several times, until the process convergences [2].

LIITE 3: Osallistujakohtaiset tulokset
Results of each participant

Participant 1												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		-0,18	59,4	15	58,6	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		-0,20	59,4	15	58,5	59,6	59,4	1,3	2,2	8
O ₂ saturation	%	T1		-1,78	88,3	8	82,0	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		-2,09	88,0	8	80,6	88,4	88,0	1,3	1,5	7
Temperature	°C	T1		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		-1,64	10,5	8	9,80	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		-1,84	10,4	8	9,67	10,46	10,44	0,2	1,6	7
pH		T1		0,50	7,0	8	7,12	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		0,50	7,0	8	7,11	7,01	6,97	0,2	3,2	8

Participant 2												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		-0,43	59,4	15	57,5	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		-0,43	59,4	15	57,5	59,6	59,4	1,3	2,2	8
O ₂ saturation	%	T1		-0,84	88,3	8	85,3	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		-0,73	88,0	8	85,4	88,4	88,0	1,3	1,5	7
Temperature	°C	T1		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		-0,69	10,5	8	10,20	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		-0,67	10,4	8	10,16	10,46	10,44	0,2	1,6	7
pH		T1		0,11	7,0	8	7,01	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		0,11	7,0	8	7,00	7,01	6,97	0,2	3,2	8

Participant 3												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		0,00	59,4	15	59,4	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		0,00	59,4	15	59,4	59,6	59,4	1,3	2,2	8
O ₂ saturation	%	T1		-0,22	88,3	8	87,5	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		-0,13	88,0	8	87,5	88,4	88,0	1,3	1,5	7
Temperature	°C	T1		0,11	7,6	2	7,61	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,14	7,6	2	7,61	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		-0,07	10,5	8	10,46	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		0,05	10,4	8	10,46	10,46	10,44	0,2	1,6	7
pH		T1		-0,07	7,0	8	6,96	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		-0,04	7,0	8	6,96	7,01	6,97	0,2	3,2	8
Turbidity	FNU	T1			59,4		2,14	2,14	2,08	0,6	27,6	5
	FNU	T2			59,4		1,41	1,60	1,77	0,4	24,4	5

Participant 4												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
O ₂ saturation	%	T1		0,12	88,3	8	88,7	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		0,21	88,0	8	88,7	88,4	88,0	1,3	1,5	7

Participant 4												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Temperature	°C	T1		1,32	7,6	2	7,70	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		1,32	7,6	2	7,70	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		-0,93	10,5	8	10,10	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		-0,31	10,4	8	10,31	10,46	10,44	0,2	1,6	7

Participant 5												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		0,13	59,4	15	60,0	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		0,13	59,4	15	60,0	59,6	59,4	1,3	2,2	8
Temperature	°C	T1		0,66	7,6	2	7,65	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,66	7,6	2	7,65	7,60	7,60	0,0	0,1	8
Turbidity	FNU	T1			2,1		1,30	2,14	2,08	0,6	27,6	5
	FNU	T2			1,8		1,60	1,60	1,77	0,4	24,4	5

Participant 6												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		-0,29	59,4	15	58,1	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		-0,29	59,4	15	58,1	59,6	59,4	1,3	2,2	8
O ₂ saturation	%	T1		-0,22	88,3	8	87,5	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		-0,76	88,0	8	85,3	88,4	88,0	1,3	1,5	7
Temperature	°C	T1		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,00	7,0	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		-0,10	10,5	8	10,45	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		-0,57	10,4	8	10,20	10,46	10,44	0,2	1,6	7
pH		T1		-1,65	7,0	8	6,52	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		-1,61	7,0	8	6,52	7,01	6,97	0,2	3,2	8

Participant 7												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		0,16	59,4	15	60,1	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		0,16	59,4	15	60,1	59,6	59,4	1,3	2,2	8
O ₂ saturation	%	T1		-0,10	88,3	8	87,9	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		-0,02	88,0	8	87,9	88,4	88,0	1,3	1,5	7
Temperature	°C	T1		-0,14	7,6	2	7,59	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		-0,04	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		0,05	10,5	8	10,51	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		0,17	10,4	8	10,51	10,46	10,44	0,2	1,6	7
pH		T1		0,54	7,0	8	7,13	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		0,54	7,0	8	7,12	7,01	6,97	0,2	3,2	8
Turbidity	FNU	T1			2,1		1,90	2,14	2,08	0,6	27,6	5
	FNU	T2			1,8		1,80	1,60	1,77	0,4	24,4	5

Participant 8												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		0,09	59,4	15	59,8	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		0,09	59,4	15	59,8	59,6	59,4	1,3	2,2	8
O ₂ saturation	%	T1		0,04	88,3	8	88,4	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		0,12	88,0	8	88,4	88,4	88,0	1,3	1,5	7

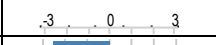


Participant 8												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Temperature	°C	T1		-1,32	7,6	2	7,50	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		-1,32	7,6	2	7,50	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		0,24	10,5	8	10,59	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		-0,26	10,4	8	10,33	10,46	10,44	0,2	1,6	7
pH		T1		0,14	7,0	8	7,02	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		0,18	7,0	8	7,02	7,01	6,97	0,2	3,2	8

Participant 9												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Turbidity	FNU	T1			2,1		2,90	2,14	2,08	0,6	27,6	5
	FNU	T2			1,8		2,50	1,60	1,77	0,4	24,4	5

Participant 10												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		0,47	59,4	15	61,5	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		0,47	59,4	15	61,5	59,6	59,4	1,3	2,2	8
O ₂ saturation	%	T1		0,18	88,3	8	88,9	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		0,29	88,0	8	89,0	88,4	88,0	1,3	1,5	7
Temperature	°C	T1		0,21	7,6	2	7,62	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,32	7,6	2	7,62	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		0,33	10,5	8	10,63	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		0,45	10,4	8	10,63	10,46	10,44	0,2	1,6	7
pH		T1		0,97	7,0	8	7,25	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		0,97	7,0	8	7,24	7,01	6,97	0,2	3,2	8
Turbidity	FNU	T1			2,1		2,17	2,14	2,08	0,6	27,6	5
	FNU	T2			1,8		1,54	1,60	1,77	0,4	24,4	5

Participant 11												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
O ₂ saturation	%	T1		0,21	88,3	8	89,0	88,4	88,3	0,6	0,7	7
	%	T2		0,29	88,0	8	89,0	88,4	88,0	1,3	1,5	7
Temperature	°C	T1		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
O ₂	mg/l	T1		0,41	10,5	8	10,66	10,51	10,49	0,2	1,8	7
	mg/l	T2		0,48	10,4	8	10,64	10,46	10,44	0,2	1,6	7

Participant 12												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		-1,57	59,4	15	52,4	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		-2,00	59,4	15	50,5	59,6	59,4	1,3	2,2	8
Temperature	°C	T1		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
	°C	T2		0,00	7,6	2	7,60	7,60	7,60	0,0	0,1	8
pH		T1		-0,47	6,98	8	6,85	7,02	6,98	0,2	3,2	8
		T2		-0,54	6,97	8	6,82	7,01	6,97	0,2	3,2	8

Participant 13												
Analyte	Unit	Sample		z score	Assigned value	2*s _{pt} , %	Lab's result	Md	Mean	SD	SD%	n (stat)
Conductivity 25	µS/cm	T1		-2,56	59,4	15	48,0	59,6	59,4	1,3	2,1	8
	µS/cm	T2		-2,56	59,4	15	48,0	59,6	59,4	1,3	2,2	8

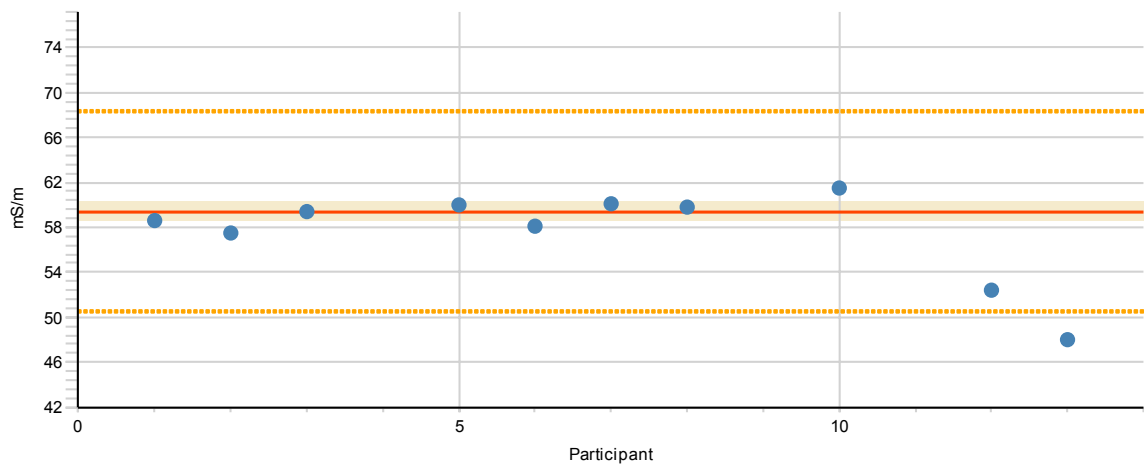
LIITE 4: Osallistujien tulokset graafisesti

Results and their uncertainty

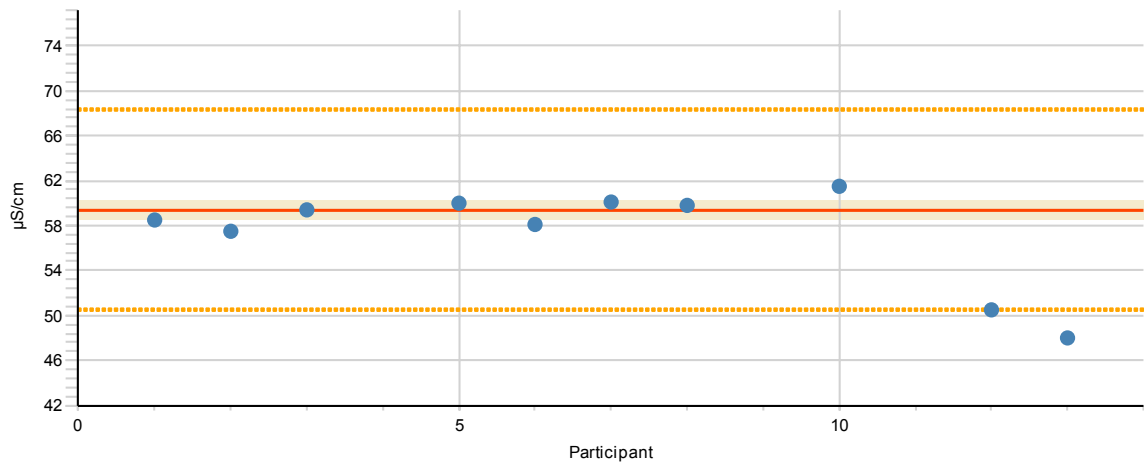
Kuvissa / *In figures:*

- Katkoviivat kuvaavat arvioinnissa käytettyä tavoitehajontaa, punainen kiinteä viiva kuvaa vertailuarvoa, varjostettu alue vertailuarvon kokonaisepävarmuutta sekä nuoli tuloksia, jotka ovat kuvaajan rajauksen ulkopuolella.
- *The dashed lines describe the standard deviation for the proficiency assessment, red solid line shows the assigned value, shaded area describes the expanded measurement uncertainty of the assigned value, and arrow describes the value outside the scale.*

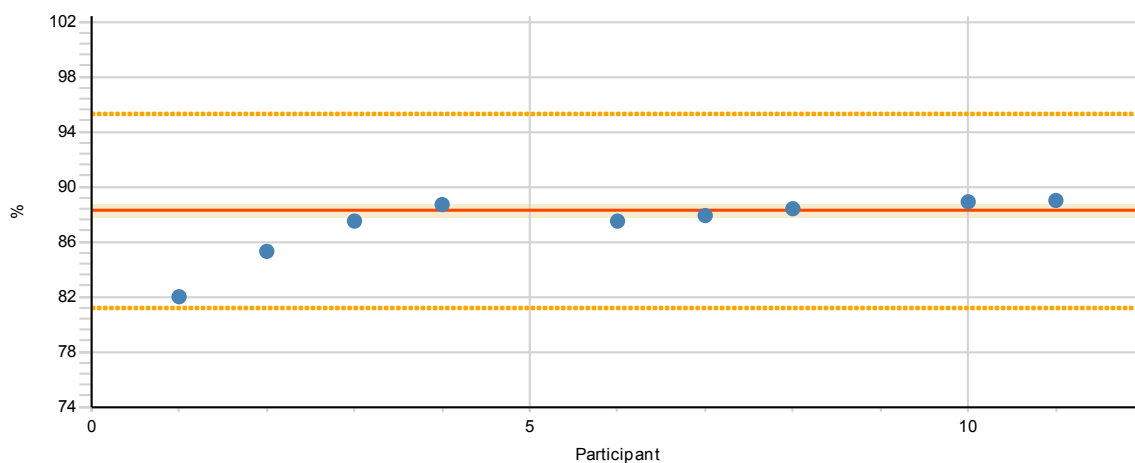
Analyte Conductivity 25 Sample T1



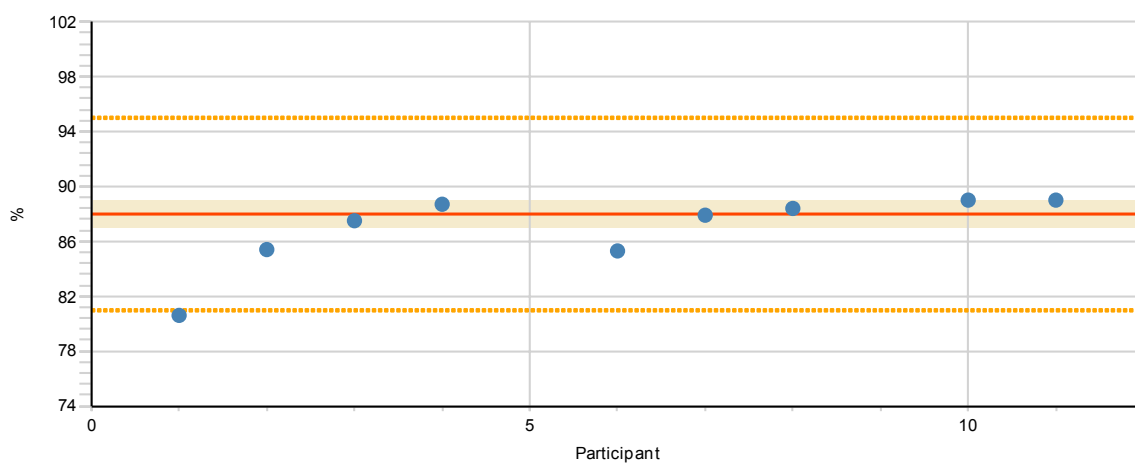
Analyte Conductivity 25 Sample T2



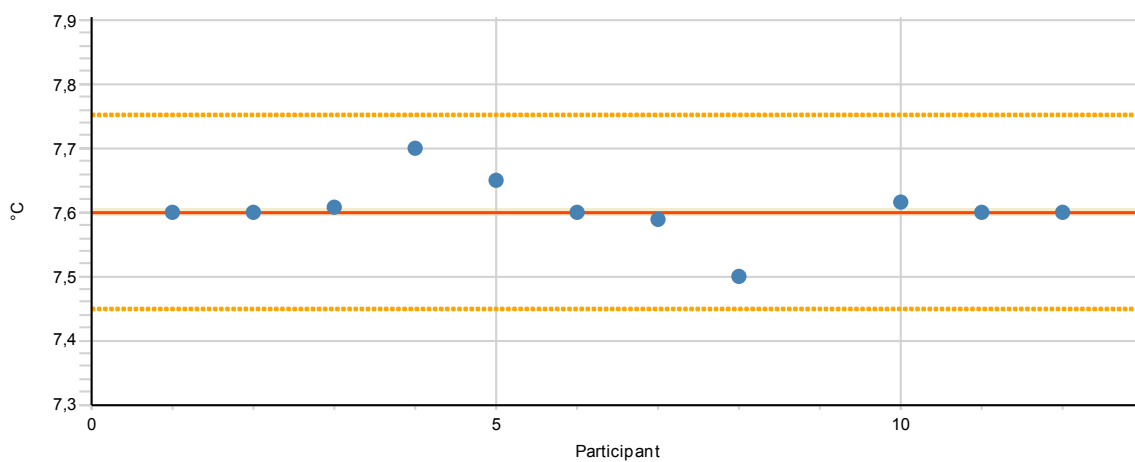
Analyte O₂ saturation Sample T1



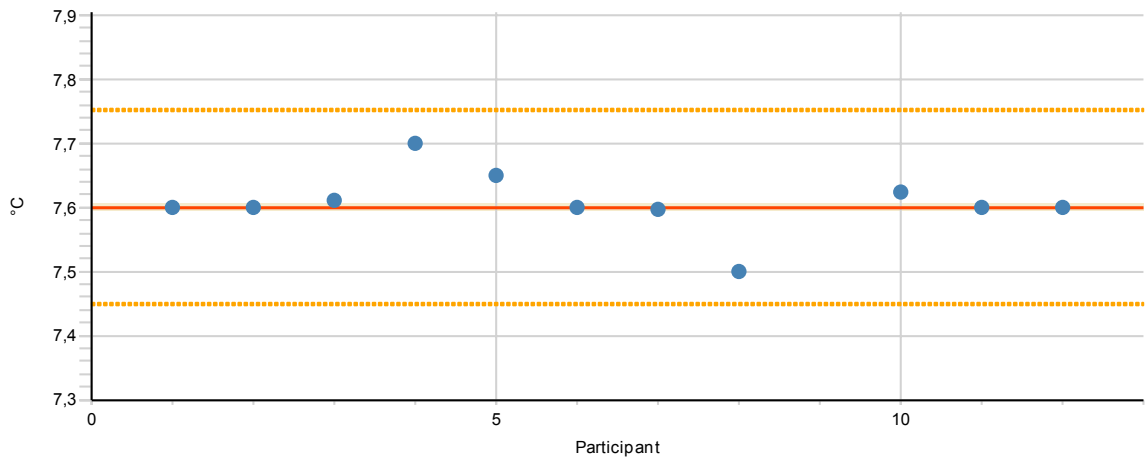
Analyte O₂ saturation Sample T2



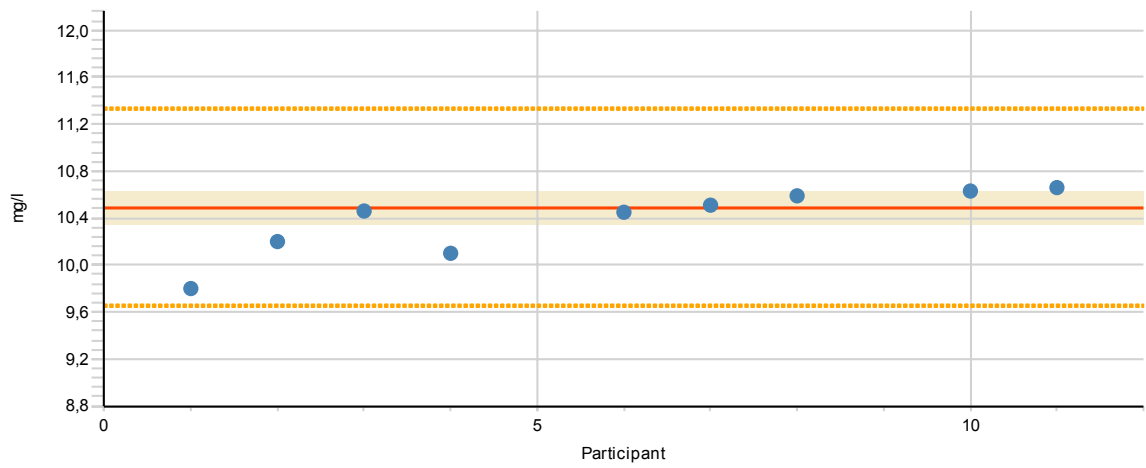
Analyte Temperature Sample T1



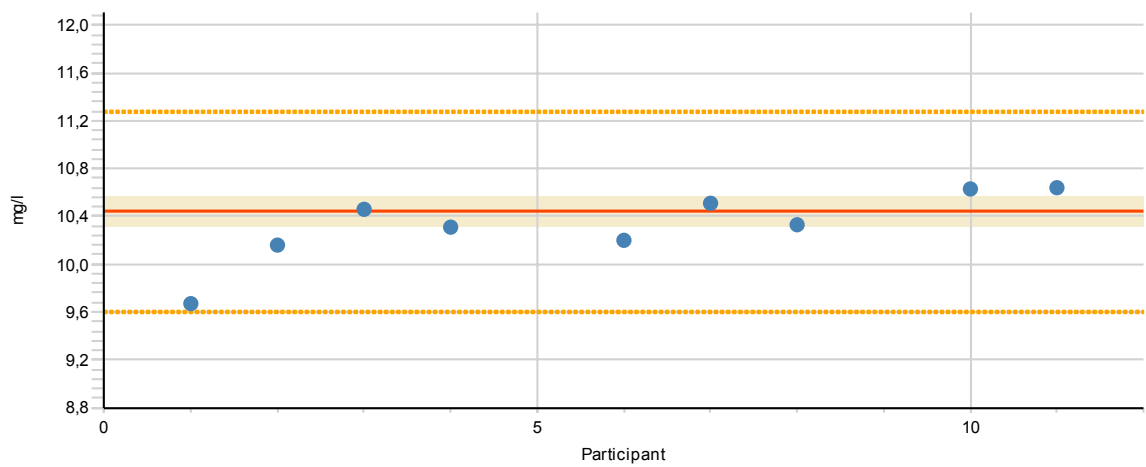
Analyte Temperature Sample T2



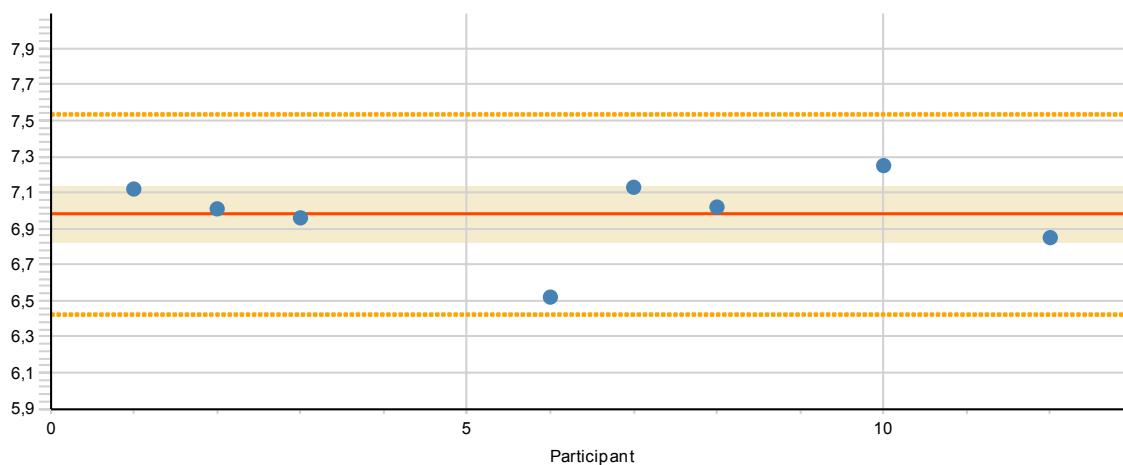
Analyte O₂ Sample T1



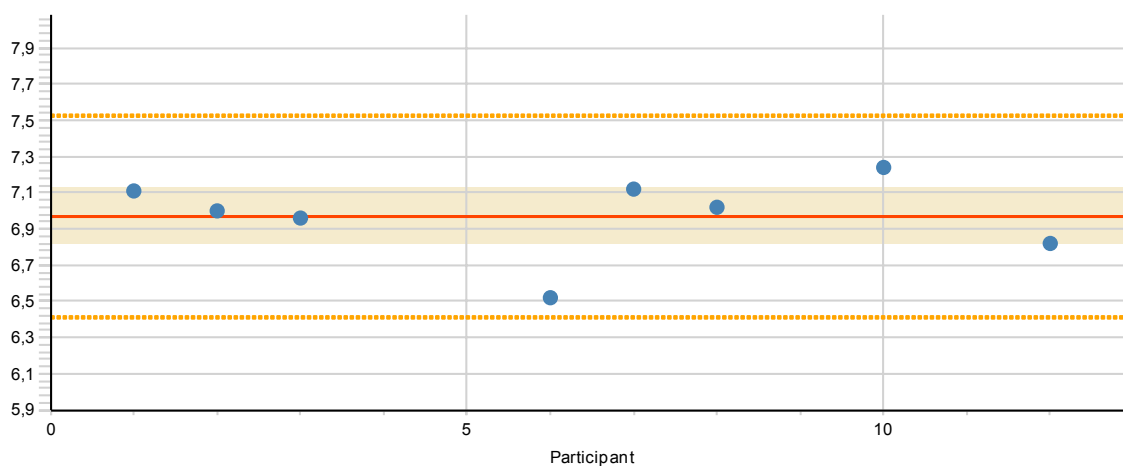
Analyte O₂ Sample T2



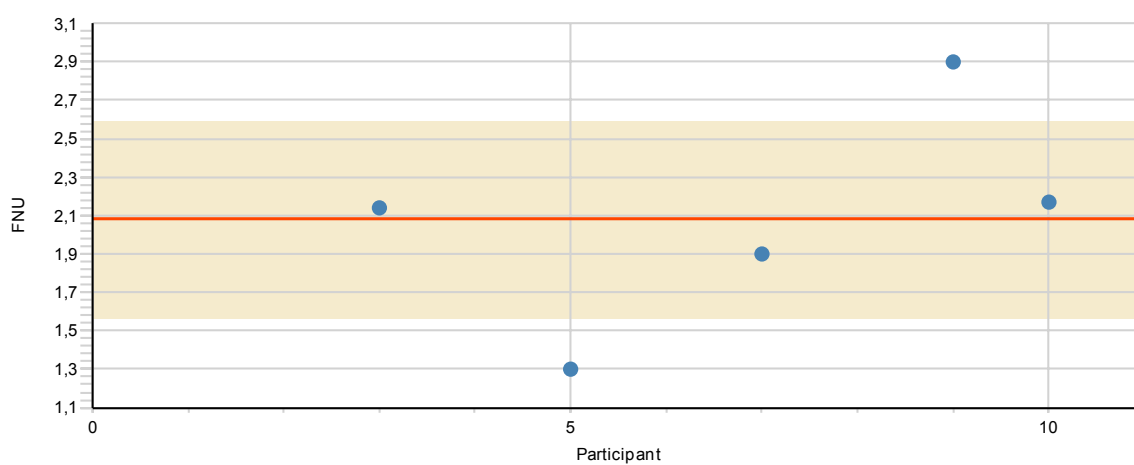
Analyte pH Sample T1

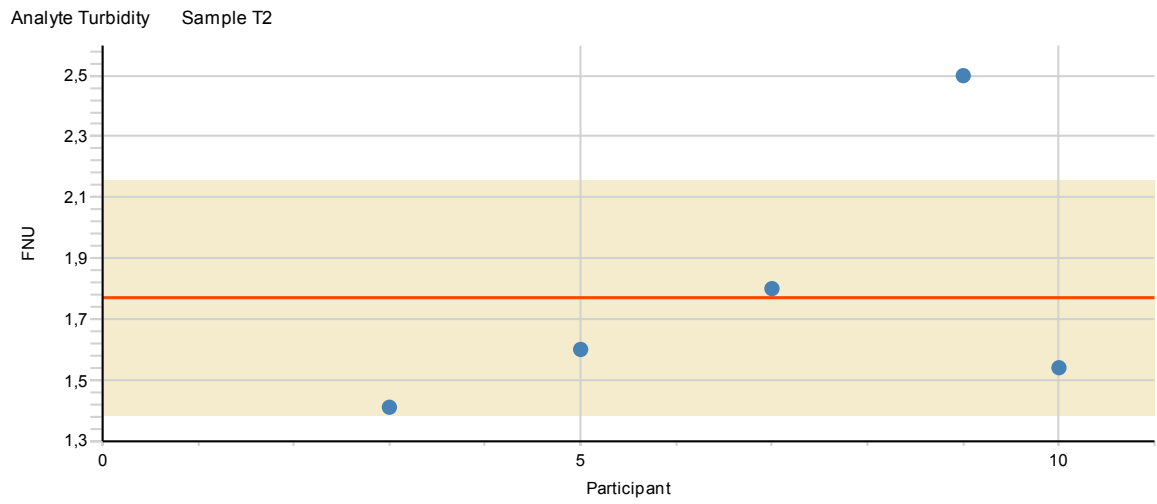


Analyte pH Sample T2



Analyte Turbidity Sample T1





LIITE 5: Yhteenveto z-arvoista

Summary of the z scores

Analyte	Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	%	
Conductivity 25	T1	S	S	S	.	S	S	S	S	.	S	.	S	q	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	90,0
	T2	S	S	S	.	S	S	S	S	.	S	.	S	q	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	90,0
O ₂ saturation	T1	S	S	S	S	.	S	S	S	.	S	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
	T2	q	S	S	S	.	S	S	S	.	S	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	88,9
Temperature	T1	S	S	S	S	S	S	S	S	.	S	S	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
	T2	S	S	S	S	S	S	S	S	.	S	S	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
O ₂	T1	S	S	S	S	.	S	S	S	.	S	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
	T2	S	S	S	S	.	S	S	S	.	S	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
pH	T1	S	S	S	.	.	S	S	S	.	S	.	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
	T2	S	S	S	.	.	S	S	S	.	S	.	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	100
Turbidity	T1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	T2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
% accredited		90	100*	100*	100	100*	100	100	100	*	100	100	100	0												

S - satisfactory ($-2 \leq z \leq 2$), **Q** - questionable ($2 < z < 3$), **q** - questionable ($-3 < z < -2$),

U - unsatisfactory ($z \geq 3$), **u** - unsatisfactory ($z \leq -3$)

bold - accredited, *italics* - non-accredited, normal - other

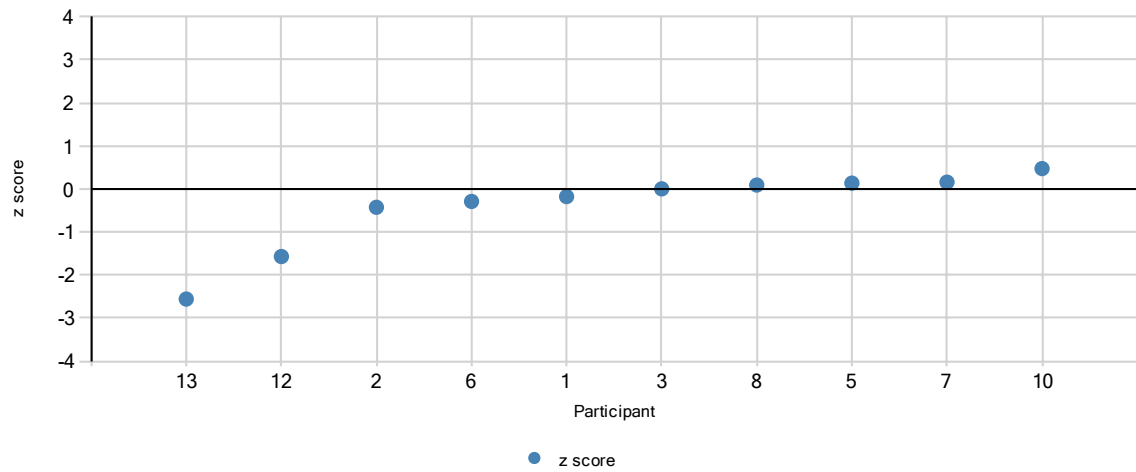
% - percentage of satisfactory results

* Certified field personnel /Sertifioitu näytteenottaja

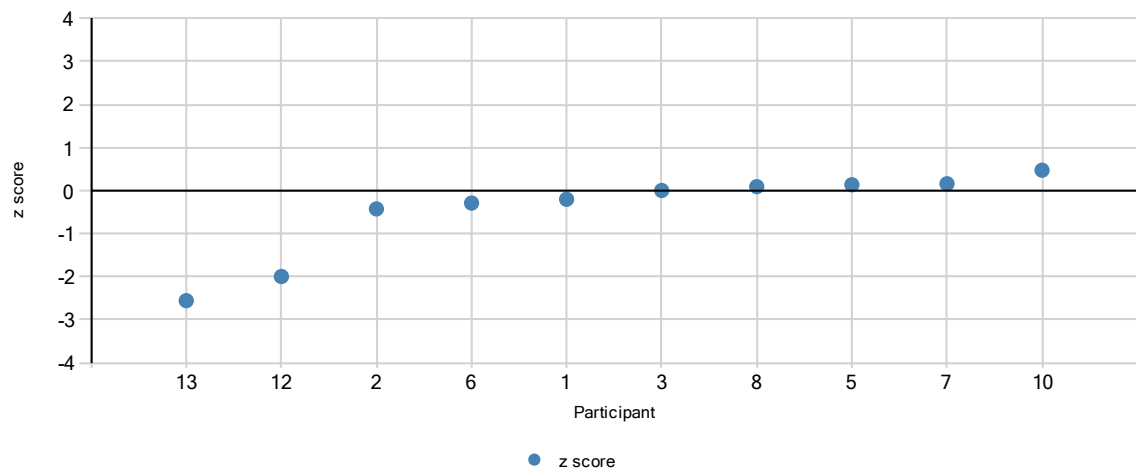
Totally satisfactory, % in all: 97

LIITE 6: z-arvot suuruusjärjestyksessä *z scores in ascending order*

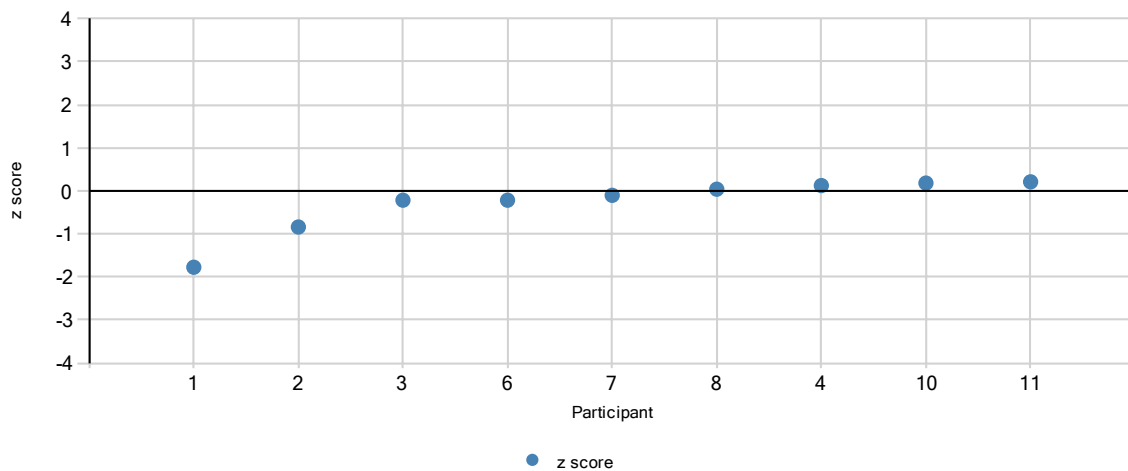
Analyte Conductivity 25 Sample T1



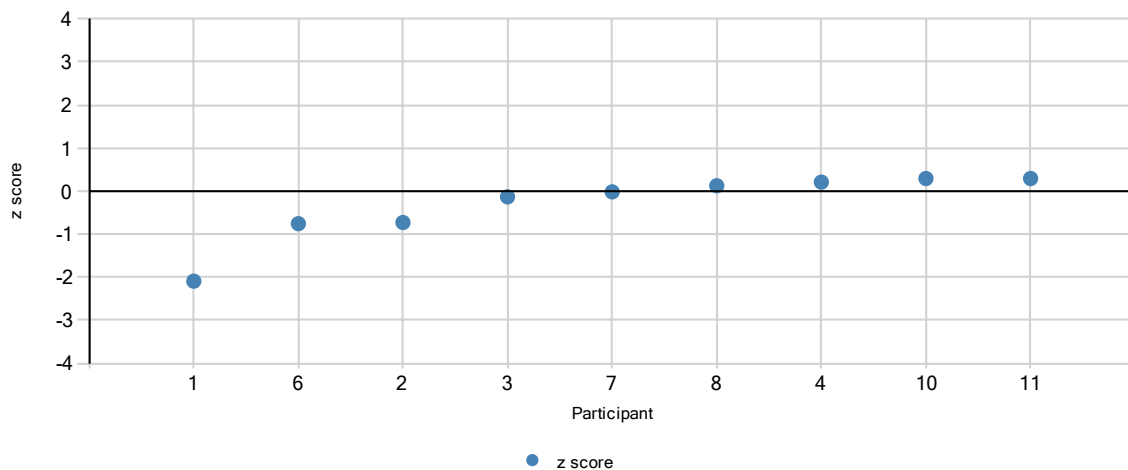
Analyte Conductivity 25 Sample T2



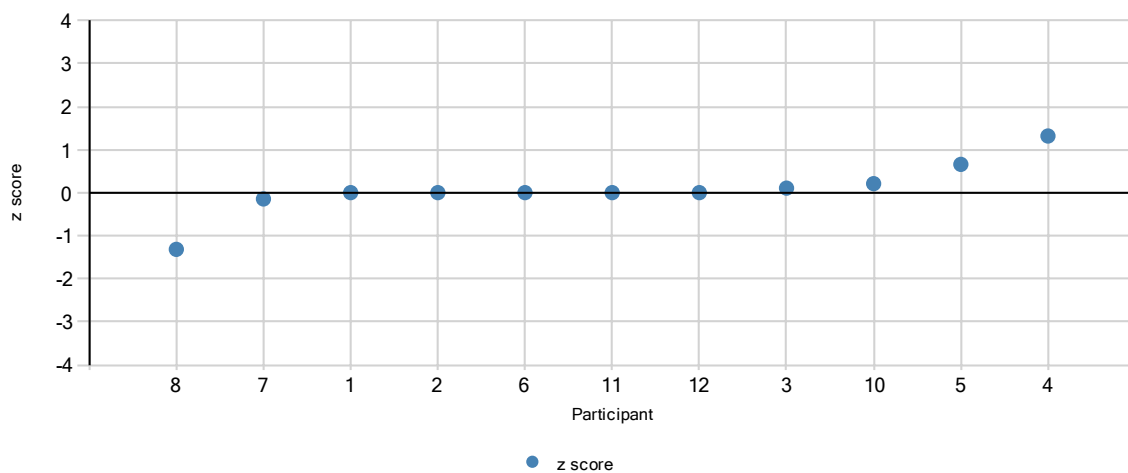
Analyte O₂ saturation Sample T1



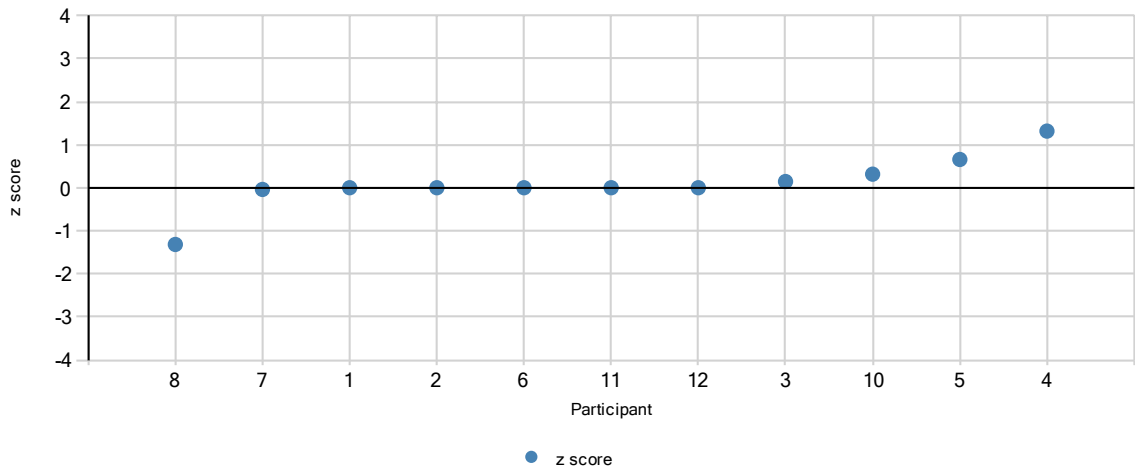
Analyte O₂ saturation Sample T2



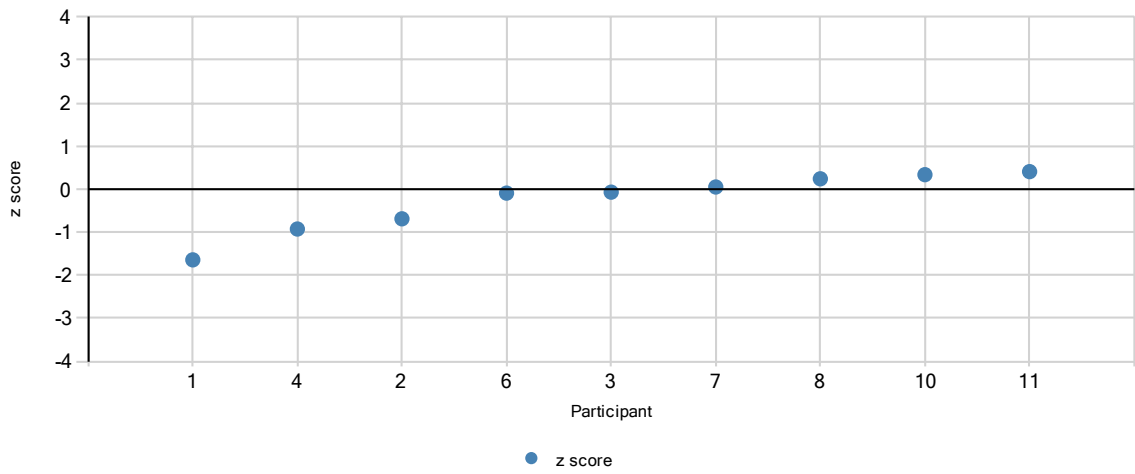
Analyte Temperature Sample T1



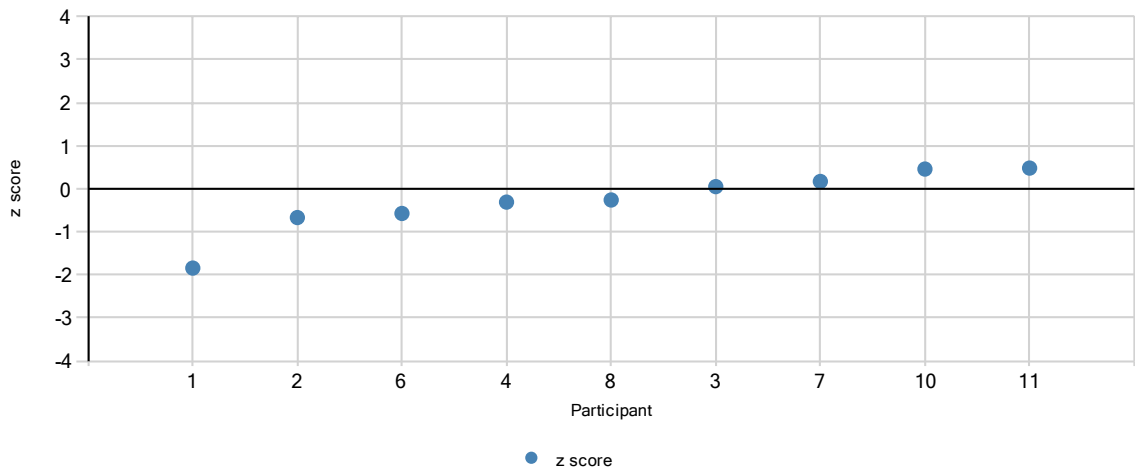
Analyte Temperature Sample T2



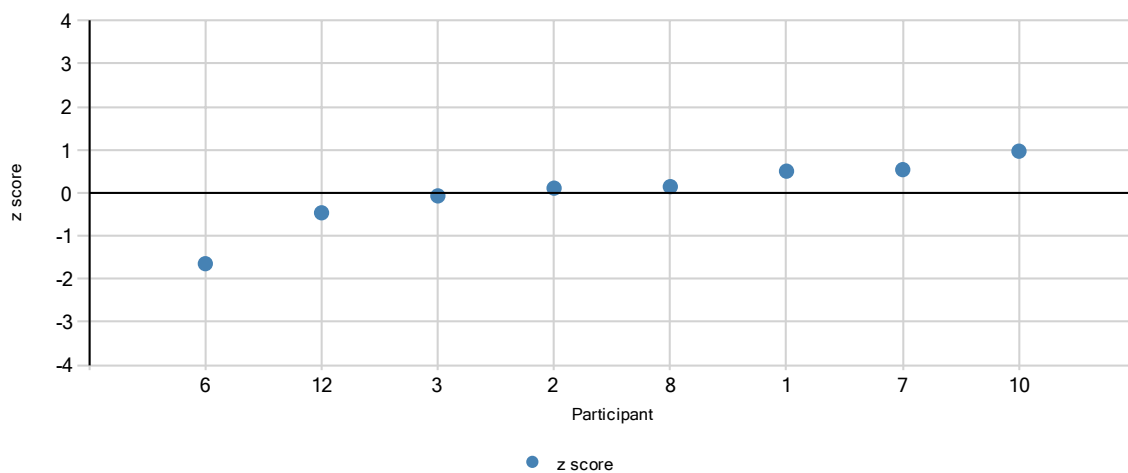
Analyte O₂ Sample T1



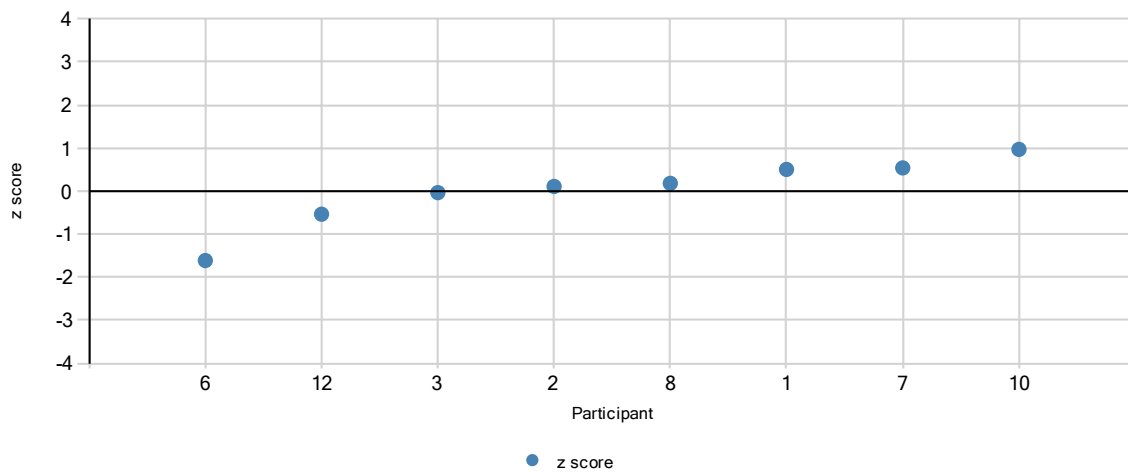
Analyte O₂ Sample T2



Analyte pH Sample T1



Analyte pH Sample T2

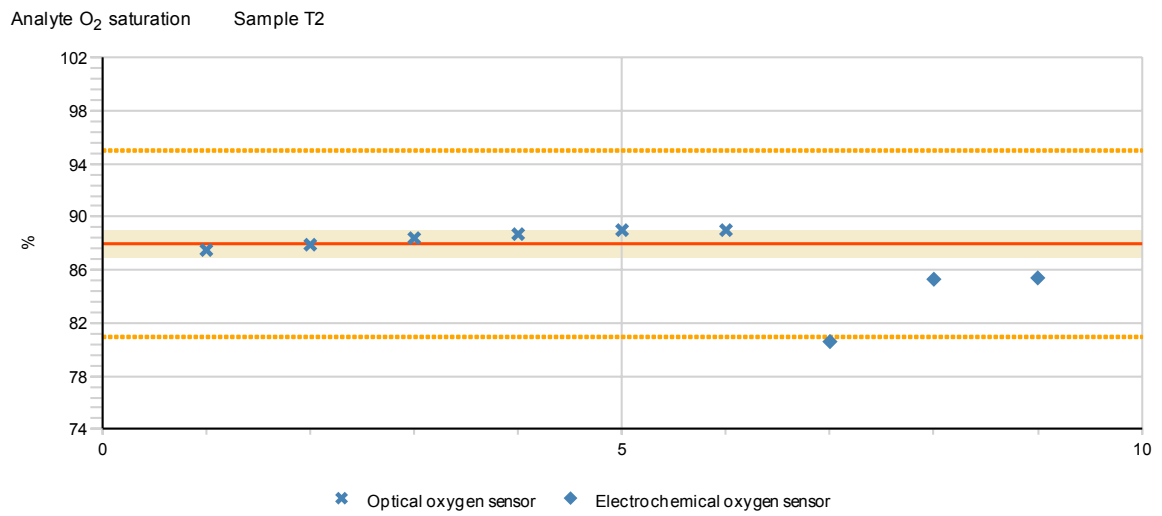
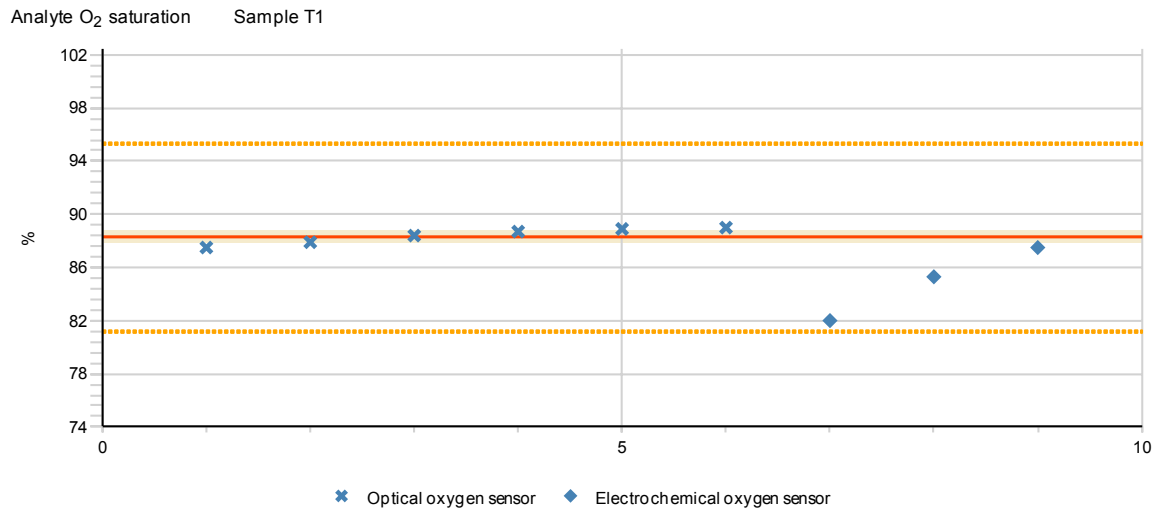


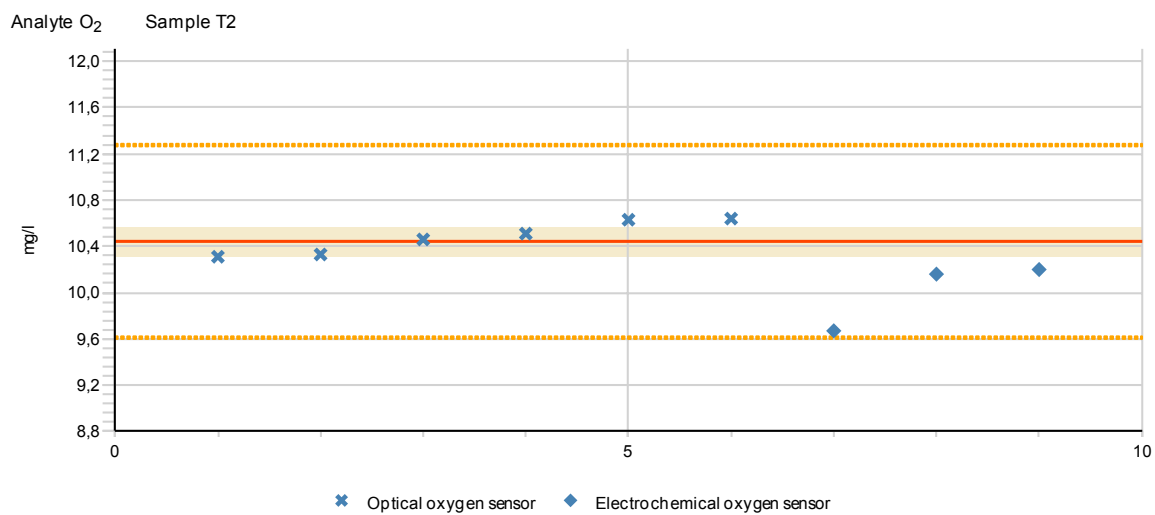
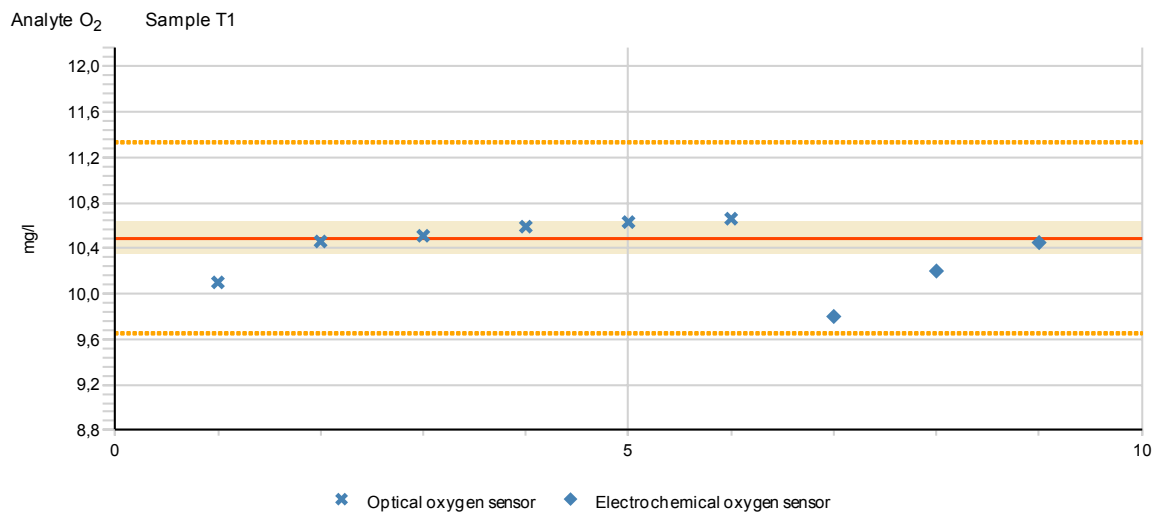
LIITE 7: Määrittymenetelmien mukaan ryhmitellyt tulokset

Results grouped according to the methods

Kuvien selitystekstit löytyvät liitteestä 4.

The explanations for the figures are described in the Appendix 4.





LIITE 8 Ennakkokysymysten vastaukset

Kysymys		Osallistuja
Mitä muuttujia mittaatte kenttämittareilla?	Happipitoisuus Hapen kyllästysaste pH Lämpötila Sähkönjohtavuus mittaustempötilassa Sähkönjohtavuus 25 C Sameus Klorofylli Muuta: ORP Muuta: Redox Muuta: Ilmanpaine Muuta: Nitraatti	1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 1, 3, 6, 7, 9, 10 2, 4, 5, 6, 7, 9 4, 5, 6, 7, 10 4, 5, 10 1, 9 3, 10 8 10
Miten paljon käytätte kenttämittauksia vesistöjen tutkimuksissa?	Viikoittain Joka kuukausi Harvemmin	1, 2, 3, 6, 7, 9 4, 5 8, 10
Kenelle /mihin tarkoitukseen mittaukset tehdään?	Ulkoisille asiakkaille Seurantoihin Projekti- ja veloitettavat tutkimukset Ympäristöluvassa vaaditaan Taustatietoa laboratoriomäärityksille	2, 3, 8, 9, 10 1 4, 5 1 10
Mitä vastuuhenkilön vastuulle kuuluu?	Henkilöä ei ole nimetty tehtävään Henkilö on nimetty tehtävään Kalibrointi Huolto Käytön seuranta Perehdytys	6, 7, 8, 10 1, 2, 4, 5, 9 2, 4, 5, 9 2, 4, 5, 9 2 2
Mitä perehdytyskäytäntöihin kuuluu?	Perehdytyskäytännöt on päätetty ja dokumentoitu Mittaustekniikan periaate Suomenkieliset ohjeet Mittarin käyttö Säilytys ja huolto Kalibrointi	2 2, 6, 7, 9 1, 2, 6, 7, 8, 9, 10 2 2, 6, 7 2, 6, 7
Mittareille on sovittu kalibroinnin tarkastusväli; miten usein?	Aina ennen mittausta Kerran viikossa Huollon yhteydessä 1 krt/kk	8, 9 1, 2 6, 7 10
Kuka suorittaa kalibroinnin?	Käyttäjä itse Maahantuoja	1, 2, 6, 7 10
Kalibrointiliuokset ja niiden pitoisuudet?	pH 4, 7, 10 pH 4, 7, sähkönjohtavuus 1410, sameus ja happi ovat tehdaskalibroituja pH 4, 7, sähkönjohtavuus 1000, Zobell-liuos 231	2, 3 6, 7 9

Kysymys		Osallistuja
Mitä erityistä tulisi huomioida pH-, lämpötila-, happi- ja sähkönjohtavuus mittauksissa?	<p>Vettä tulisi olla riittävästi antureille. Mittauspaikan tulee edustaa hyvin kyseistä vesistöä. Anturin tulee olla pystysuorassa, virtaussuunta suoraan sivulta. Sähkönjohtavuusmittaus vaatii usein varovaista anturin ylös-alas liikuttelua ilmakuplien poistumiseksi, happi taas vaatii veden liikkeen.</p> <p>Mittarin tulisi antaa tasaantua ennen mittausten aloittamista ja lukemien kirjaamista. Mittaukset olisi hyvä toistaa. Hapen, pH:n ja johtokyvyn mittaustulokseen vaikuttaa lämpötila, joten mittarissa tulee olla lämpötilan korjaus. Hapen osalta myös paine vaikuttaa tulokseen, mutta sekin on käsittääkseni huomioitu mittarissa siten, että se osaa itse korjata tuloksen.</p> <p>Että mittari on kalibroitu kaikkien parametrien osalta. Mittausilanteessa katsottava että arvot vakiintuvat ennen varsinaista mittausta. Elektrodien pitää olla puhtaita, eikä ilmakuplia saa olla.</p> <p>pH:n riittävän tiheä kalibrointi. Mittauslukemien stabiloituminen. Syvemmissä vedessä anturipään vaeltaminen virtausten mukana (voi hillitä lisäpainoilla, jotka nopeuttavat stabiloitumista ja helpottavat oikean mittaussyvyyden varmistamista.</p>	<p>2</p> <p>8</p> <p>9</p> <p>10</p>
Onko toiminta akkreditoitua?	Ei On	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
Kuinka pitkään yhtä anturia käytetään?	Pisin jakso 1,5 vuotta	4, 5
Miten arvioidaan milloin anturi tulisi uusia?	Kalibrointi ei onnistu Antureilla omat virhemarginaalit	1, 2, 3, 6, 7, 10 9
Miten antureita käytetään?	Jatkuvatoimisesti Hetkellinen mittaus	6, 7, 10 1, 2, 3, 8, 9, 10
Miten usein jatkuvatoimiset mittarit puhdistetaan?	Joka käyttökerran jälkeen Kerran viikossa Kerran kuussa Säännöllinen huoltokäynti	2, 3, 10 1 4, 5 6, 7

KUVAILEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus	Julkaisu-aika Helmikuu 2016
Tekijä(t)	Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Teemu Näykki, Tero Väisänen ja Ritva Väisänen	
Julkaisun nimi	Kenttämittausvertailu 11/2015. Luonnonvesien happi, lämpötila, pH, sähkönjohtavuus ja sameus	
Julkaisusarjan	Suomen ympäristökeskuksen raportteja 6/2016	
Julkaisun teema		
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana vain internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke	
Tiivistelmä	<p>Proffest SYKE järjesti lokakuussa 2015 vesistöjen kenttämittausvertailun Kuopion Siikalahdessa, jossa testattavina suureina olivat veden happipitoisuus, lämpötila, pH, sameus ja sähkönjohtavuus. Vertailumittaukseen osallistui 9 toimijaa ja 13 mittaria. Hyväksyttäviä tuloksia vertailumittauksessa oli 97 %, kun sallittiin 2-15 % poikkeama asetetusta vertailuarvosta. Vuonna 2014 Oulunjoessa järjestetyssä vertailumittauksessa hyväksyttäviä tuloksia oli koko aineistossa 88 %. Vertailumittaus osoittaa, että kenttämittareilla saadaan luotettavaa ja toistettavaa tulosta, kun laadunvarmistustoimenpiteet on suoritettu riittävän huolellisesti.</p> <p>Kenttämittarit oli usein kalibroitu valmistajan ohjeiden mukaisesti. Lisäksi useimmilla toimijoilla oli hyviä laadunvarmistuskäytäntöjä. Usein mittareille oli määritelty vastuuhenkilö, mutta perehdytykseen ja mittareiden oikeaoppiseen käyttöön sekä antureiden toimintaperiaatteisiin tulisi kiinnittää entistä enemmän huomiota. Mittausepävarmuuksia ei mittareille ollut laskettu.</p> <p>Kenttämittareiden tuottamien tulosten luotettava laadunvarmistus on välttämätöntä ennen kuin mittareita voidaan laajemmin hyödyntää esimerkiksi ympäristön tilan seurannassa. Mittausepävarmuuden tunteminen on avainasemassa tulosten käyttökelpoisuuden kannalta. Kenttämittareiden tulosten mittausepävarmuuden arviointiin tarvitaan ohjeistusta. Hyödyllistä tietoa siihen saadaan laadunvarmistustoimenpiteiden säännöllisestä seurannasta.</p>	
Asiasanat	kenttämittaus, happi, lämpötila, pH, sähkönjohtavuus, sameus, vesianalyysi, vesi- ja ympäristölaboratoriot, pätevyyskoe, vertailukoe, kenttämittausvertailu	
Rahoittaja/		
	ISSN (pdf) 1796-1726 (pdf)	ISBN (verkköj.) 978-952-11-4555-1
	Sivuja 40	Kieli suomi
	Luottamuksellisuus julkinen	
Julkaisun jakelu	Suomen ympäristökeskus (SYKE), neuvonta PL 140, 00251, Helsinki Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi	
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), syke.fi PL 140, 00251, Helsinki Puh. 0295 251 000	
Painopaikka ja -aika	Helsinki 2016	

DOCUMENTATION PAGE

Publisher	Finnish Environment Institute	Date	February 2016
Author(s)	Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Teemu Näykki, Tero Väisänen and Ritva Väisänen		
Title of publication	Interlaboratory Proficiency Test SYKE 11/2015 Oxygen, temperature, pH, conductivity and turbidity in natural waters.		
Publication series and number	Reports of the Finnish Environment Institute 6/2016		
Theme of publication			
Parts of publication/ other project publications	The publication is available in the internet: www.syke.fi/publications | helda.helsinki.fi/syke		
Abstract	<p>Profest SYKE carried out this intercomparison test for field measurements of oxygen, temperature, pH, turbidity, and electrical conductivity in Lake Siikalahti in October 2015. In total, 9 participants and 13 field meters took part in the intercomparison test. In the intercomparison test 97 % of the results were satisfactory when 2-15 % deviation from the assigned value was allowed. In previous similar intercomparison tests in 2014 in River Oulu satisfactory results were 88 %. This intercomparison test shows that field meters produce reliable and repeatable results provided that quality assurance is sufficient.</p> <p>Most field meters were calibrated according to the manufacturer's instructions. In addition, several participants had good quality control procedures. In many cases a person responsible for the field meter has been named but more attention should be paid to training and increasing of understanding of operating principles of the equipment used. Measurements uncertainties were not reported.</p> <p>Quality assurance data needs to be collected for the field meters before they can be used in large scale in national environmental monitoring programs. Knowledge of the expanded measurement uncertainties has the key role for the usefulness of the results. By monitoring the quality assurance data, useful information is gained for the evaluation of the measurement uncertainty. Guidelines for the principles for evaluation of the measurement uncertainties are needed.</p>		
Keywords	field measurement, field intercomparison, oxygen, temperature, pH, electrical conductivity, turbidity, water analysis, water –and environmental laboratory, proficiency test, intercalibration		
Financier/ commissioner			
	ISSN (pdf)	ISBN (online)	
	1796-1726 (pdf)	978-952-11-4555-1	
	No. of pages	Language	
	40	Finnish	
	Restrictions	Price	
	public		
Distributor	Finnish Environment Institute (SYKE), neuvonta P.O. Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi		
Financier of publication	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O. Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Phone +358 295 251 000		
Printing place and year	Helsinki 2016		

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral	Datum	Februari 2016
Författare	Katarina Björklöf, Mirja Leivuori, Teemu Näykki, Tero Väisänen och Ritva Väisänen		
Publikationens titel	Provningsjämförelse 11/2015 Syre, temperatur, pH, konduktivitet ja grumlighet i naturliga vatten		
Publikationsserie och nummer	Finlands miljöcentrals rapporter 6/2016		
Publikationens tema			
Publikationens delar/ andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.syke.fi/publikationer | helda.helsinki.fi/syke		
Sammandrag	<p>Profest SYKE genomförde en provningsjämförelse, som omfattade fältmätningar för bestämningen av syrehalten, temperaturen, pH, turbiditet och elektrisk ledningsförmåga i Siikalahti i Kuopio oktober 2016. Sammanlagt 9 organisationer deltog i jämförelsen med totalt 13 fältinstrument. Totalt var 97 % av alla resultaten tillfredsställande när den tillåtna avvikelser från referensvärdet var 2-15 %. I motsvarande jämförelseprovningar år 2014 i Ule älv var 88 % tillfredsställande. Jämförelseprovet visar att fältinstrument ger tillförlitliga och repeterbara resultat förutsatt att åtgärderna för kvalitetssäkring är tillräckliga.</p> <p>De flesta fält instrument var kalibrerade enligt tillverkarens instruktioner och många deltagare hade goda rutiner för kvalitetssäkring. Ofta hade instrumentet en ansvarsperson, men mera uppmärksamhet borde riktas mot inskolning och goda arbetsrutiner. Uppgifterna om kalibreringar och underhåll av instrumenten bör vara väl dokumenterade. Mätosäkerheten för instrumenten var inte beräknade.</p> <p>Rutiner för kvalitetskontroll av fältinstruments resultat behövs innan användningen av fältinstrument blir vanligare, t.ex. inom miljöövervakningen. Resultatens användbarhet förbättras om mätosäkerheten för mätresultaten är känd. Regelbunden kvalitetssäkring ger bra information som kan tillämpas för bestämningen av mätosäkerheten och det behövs instruktioner för hur mätosäkerheten för fältinstrument ska utföras.</p>		
Nyckelord	fältmätning, fältanalysatorer, jämförelseprov, syrehalt, temperatur, pH, elektrisk ledningsförmåga, turbiditet, provningsjämförelse, vatten- och miljölaboratorier, vattenanalyser		
Finansiär/ uppdragsgivare			
	ISSN (pdf)	ISBN (online)	
	1796-1726 (pdf)	978-952-4555-1	
	Sidantal	Språk	
	40	Finska	
	Offentlighet		
	Offentlig		
Distribution	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors		
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors		
Tryckeri/tryckningsort -år	Helsingfors 2016		



ISBN 978-952-11-4555-1 (PDF)

ISSN 1796-1726 (verkkokj.)