

## Uudet mittauskohteet, automatisaatio ja kansainvälistyminen haastavat ympäristötiedon laadun varmistusta

Yrjö Myllylä | erikoistutkija, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto

Jari Kaivo-oja | tutkimusjohtaja, Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun yliopisto

Jouko Inkeröinen | tutkimuskoordinaattori, Kvantum-instituutti, Oulun yliopisto

### Mikromuovit ympäristössä, kierrätysmateriaalien ympäristövaikutukset ja sisäilman laatu ovat uusia ympäristöalan mitaustarpeita vuoteen 2030 mennessä

Kansallisia vertailulaboratorioita on useissa tutkimuslaitoksissa ja viranomaisorganisaatioissa, ja ne palvelevat muita alan laboratorioita laadun ja pätevyyden ylläpidossa. Toiminnalla on suoraa tai välillistä vaikutusta käytännössä lähes kaikkeen yritys- ja vientitoimintaan sekä ihmisten terveyteen ja elinympäristön tilaan. Uudet mittauskohteet luovat uudistumistarpeita vertailulaboratoriotoiminnalle. Erityisesti mikromuovit ympäristössä, kierrätysmateriaalien ympäristövaikutusten seuranta sekä sisäilman laatu vaativat uudenlaista luotettavaa mittaus-toimintaa.

Tuoreessa tutkimuksessa on ennakoitu ympäristöalan vertailulaboratoriotoimintaa Delfoi-menetelmällä, joka kokoaa yli kuudenkymmenen asiantuntijan näkemyksen toiminnan kehittymisestä ja tulevaisuuden kehittämistarpeista.

#### Tutkimuksen mukaan ympäristöalan vertailulaboratorioiden on tärkeää tarttua seuraaviin haasteisiin vuoteen 2030 mennessä:

- Uudet mittauskohteet, kuten nanomateriaalien, mikromuovien ja lääkeaineiden leviäminen luonnossa ja ravintoketjussa, kierrätysmateriaalien ympäristövaikutukset sekä sisäilmakysymykset.
- Mittaustoiminnan automatisoituminen ja siirtyminen teknologisesti edistyneisiin mittausjärjestelmiin.
- Uusien teknologioiden kansalaisille tarjoamat mahdollisuudet osallistua itse ympäristöään koskevan tiedon tuottamiseen.
- Laboratoriotoimintojen yhtiöitymiseen ja kansainvälistymiseen sekä mittaustoimintaa tekevän palveluliiketoiminnan keskittymiseen varautuminen.

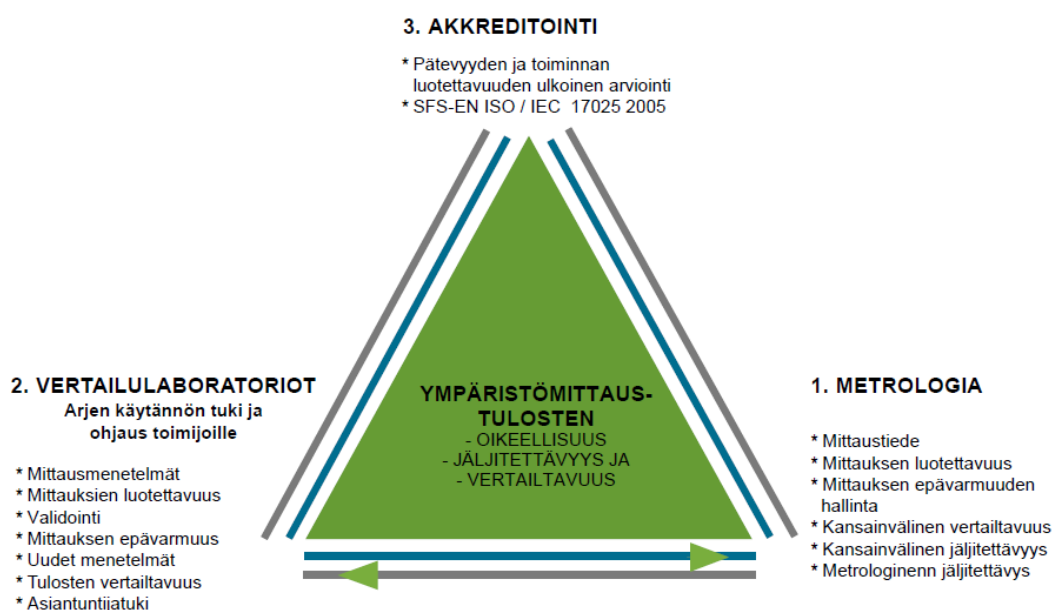
## VERTAILULABORATORIOT LISÄÄVÄT LUOTTAMUSTA YHTEISKUNNAN TOIMIJOITA KOHTAAN

Vertailulaboratorioiden palvelutehtävään kuuluvat ympäristömittausten laadun ja pätevyyden todentamis- ja ylläpitopalvelut, kuten vertailumittauslaitteistojen ja osaamisen ylläpito, koulutus, neuvonta, kansallisten vertailumittausten järjestäminen ja kansainvälisiin vertailumittauksiin osallistuminen, menetelmäkehitys ja menetelmästandardisointi. Toiminta käsittää koko mittaustapahtuman laadunvarmistuksen sisältäen näytteenoton, näytteenkäsittelyn, analyysin ja analyysin tulosten käsittelyn (Euroopan yhteisön yleisen valvonta-asetuksen 882/2004 määritelmään pohjautuen, Oikari 2009). Ministeriöt asettavat kansalliset toimijat hallinnoala-kohtaisten tarpeiden mukaan. Suomessa vertailulaboratoriot toimivat hallinnonalojen tutkimuslaitosten tai virastojen yhteydessä tai tekevät niiden kanssa tiivistä yhteistyötä.

Vertailulaboratoriotoiminnalla vahvistetaan alan toimijoiden tuottaman tiedon yhtenäisyyttä ja keskinäistä vertailtavuutta, mikä varmistaa niiden avulla johdettujen toimenpiteiden oikeellisuutta julkisessa päätöksenteossa. Suomeen on rakentunut vuosikymmenten aikana laadukasta vientiosaamista esimerkiksi veden ja ilman laatuun liittyen. Olemme tottuneet luottamaan vaikkapa yleisten uimarantojen vedentilan tai juomaveden laadun seurantaan. Keskeinen tekijä luottamuksen taustalla on kehittynyt vertailulaboratoriotoiminta.

Oikea ja luotettava tieto ympäristömittaustoiminnassa lisää luottamusta koko yhteiskunnassa niin julkista hallintoa kuin yrityksiä kohtaan. Mikäli mittaustulokset ovat epäluotettavia, luottamus niin teknologian ja laitteiden kehittäjiä, mittaustoimintaa tekeviä yrityksiä, ympäristövaiikutuksia tuottavaa vientiteollisuutta, kuin päätöksiä tekevää julkista hallintoa kohtaan kärsii.

Yleiset muutostrendit vaikuttavat myös vertailulaboratorioiden toimintaan ja alan toimintaympäristöön. Teknologiat ja mittausmenetelmät kehittyvät. Julkisen talouden säästöpaineeet tuntuvat toiminnan resursoinnissa.



Käsittekolmio **Metrologia-Vertailulaboratoriot-Akkreditointi**. Ympäristömittaustulosten oikeellisuuden, jäljitettävyyden sekä vertailtavuuden varmistamiseksi tarvitaan kaikkia laadukasta tulosta tukevia elementtejä, mutta erityisesti myös toimijoiden välistä ja keskinäistä yhteistyötä.

## ENNAKOINTI TEHTIIN KÄYTTÄEN DELFOI- SEKÄ TULEVAISUUSVERSTASMENETELMIÄ

*Ympäristöalan vertailulaboratoriotoinnin ennakointi VN TEAS -tutkimus toteutettiin 1.2.–30.9.2018 välisenä aikana asiantuntijoita osallistavalla Delfoi-menetelmällä. Delfoi-prosessia edelsi kirjallisuuskatsaus, jossa paneuduttiin aiemmin tehtyihin selvitystöihin ja vertailulaboratorioiden kansainvälisiin käytäntöihin. Kahden Delfoi-haastattelukierroksen jälkeen järjestettiin Tulevaisuusverstaas, jossa arvioitiin työryhmissä Delfoi-tutkimuksen tuloksia.*

Haastatellut panelistit edustivat ympäristömittaustoiminnan asiantuntemusta laaja-alaisesti luonnonympäristöstä rakennettuun ympäristöön. Vastaajat edustivat kolmea pääintressiryhmää: vertailulaboratoriotoimijoita, yksityisiä yritystoimijoita ja julkisia toimijoita, erityisesti julkista hallintoa eri hallinnonaloilta. Yhteensä prosessiin osallistui 62 asiantuntijaa.

### **Vertailulaboratoriotoinninta palvelee muita alan laboratorioita laadun ja pätevyyden ylläpidossa**

#### **Tulokset**

Kansalaisten näkökulmasta vertailulaboratoriotoinninta on taannut luotettavaa ympäristötietoa muun muassa vesiensuojelun, ilmanlaadun ja elintarviketurvallisuuden aloilta. Sen sijaan rakennetun ympäristön mittaustarpeiden osalta vertailulaboratoriotoinninta on osin kehittymätöntä. Esimerkiksi sisäilmamittausten laadun parantamiseksi on tarvetta luoda jopa kansallinen sisäilmamittauksen vertailulaboratorio. Yritysnäkökulmasta vertailulaboratorioiden toteama pätevyys toimii yhtenä referenssinä, joka edistää esimerkiksi teknologiatuotteiden ja mittaupalveluiden vientiä.

Kansalaisten osallistumismahdollisuuksiin tulisi kiinnittää aikaisempaa enemmän huomiota. Teknologia kehittyy ja tarjoaa kansalaisille uusia mahdollisuuksia osallistua itse ympäristöönsä koskevan tiedon tuottamiseen. Kun tällaisen mittaustoiminnan kautta koetaan saatavan myös konkreettista hyötyä esimerkiksi sinileväkattana, se voi lisätä kansalaisten luottamusta hallintoa kohtaan.

Vertailulaboratorioiden toimintaan keskeisesti vaikuttava tekijä on mittausten tekninen automatisointi. Mittausjärjestelmä voi koostua esimerkiksi sensoreista ja mittauslaitteista, palvelimista ja ohjelmistoista, jotka on kytketty toisiinsa langattoman tiedonsiirtoverkon kautta. Digitaalisen teknologian kehittämisessä tulee olla proaktiivinen ja edesauttaa sekä nopeuttaa uusien toimivien teknologioiden käyttöönottoa. Uutta teknologiaa edustavat mm. palvelurobotit, älykkäät automaattit ja digitalisoidut älykkäät keinoälyyn ohjautuvat palautejärjestelmät.

### **Vaikuttavimmat vahvat ennakoivat trendit vertailulaboratoriotoimintaan vuoteen 2030 mennessä:**

- Laboratoriotoimintojen yhtiöittäminen (esim. GTK:n ja VTT:n, pääkaupunkiseudun kuntien, vesiensuojeluyhdistysten), yksityistäminen ja keskittyminen
- Uudet mittaustarpeet (mikromuovit, lääkeaineet, nanomateriaalit)
- Online-mittaaminen (esineiden Internet), laskentamallien hyödyntäminen
- Big datan eli massadatan ja tietokantojen hyödyntämisen kasvu
- Tilaaja-tuottaja-ajattelun yleistyminen ja laboratoriopalveluiden kilpailuttaminen
- Kiertotalouden nousu (ja siihen liittyvä pitkäaikainen seurantarve)
- Ilmastonmuutos (ja siihen liittyvät äärisäämiöt)
- Elintarvikkeisiin, kasveihin ja eläimiin liittyvien riskien kasvaminen
- Satelliittimittaaminen ja kaukokartoitukset
- Resurssien (erityisesti luonnonvarojen) rajallisuus ja kestävä kehityksen tarpeen kasvu
- Nopean reagoinnin tarve ympäristötilaan median ja kansalaisten taholta
- Avoimen datan yleistyminen
- Analytiikan hankinta ulkomailta
- Hyvinvoinnin arvostuksen ja ympäristötietoisuuden kasvu kansalaisten joukossa

### **Ympäristöalan vertailulaboratorioiden on tärkeää tarttua seuraaviin uusiin mitattaviin vuoteen 2030 mennessä:**

- Mikromuovit luonnossa ja ravintoketjussa
- Kierrätysmateriaalien ympäristövaikutukset (esim. maanrakennuksessa)
- Sisäilmakysymykset
- Lääkeaineet vesistöissä ja ravintoketjussa
- Nanomateriaalien leviäminen ympäristöön
- Biotalousvaikutukset (mm. uudet sellulajit ja kemikaalit niiden tekemisessä)
- Uusien kaivosten ympäristövaikutukset

### **Tutkimuksessa esiinnousseita jatkokeskusteluteemoja:**

1. Tutkimustulosten perusteella tärkeimmiksi koettujen muutostekijöiden vaikutusten huomioiminen: mittaustoiminnan automatisointi, laboratoriotoimintojen yhtiöityminen, kansainvälistyminen ja keskittyminen, tilaaja-tuottaja -ajattelu sekä uudet mittauskohteet.
2. Heikkoihin signaaleihin tarttumalla luodaan kilpailuetua. Tällaisia voisivat olla panelistien mukaan vertailulaboratorioiden ja laitevalmistajien yhteistyö, vertailulaboratoriotoiminnan voimakkaampi kansainvälistäminen ja vahvuusalueilla osaamisen tarjoaminen kansainväliseen yhteistyöhön Suomesta.
3. Suomalaisen vertailulaboratoriotoiminnan toteutusmallin eli tutkimuksen synergiaetuja hyödyntävän vertailulaboratoriorakenteen edelleen kehittäminen.
4. Uusiin mittaustoiminnan mahdollisuuksiin, kuten mikromuoviin, sisäilmakysymyksiin tai kiertotalouden tulevaisuushaasteisiin tarttuminen.
5. Kansallisen ulottuvuuden säilyttäminen yhä enemmän ulkomaiseen omistukseen siirtyvässä ympäristöalan mittaustoiminnassa.

6. Osaamisen ja vertailulaboratorioinfrastruktuurin kehittäminen kokonaisuutena kohti eurooppalaisen tutkimusinfrastruktuurin täyttäviä kriteereitä (GSO-standardit). Kansainvälistä vertailulaboratoriotoiminnan harmonisointia tekevää verkostotoimintaa on jo olemassa esim. ilmanlaadun alalla EU:n AQUILA verkosto.
7. Vertailulaboratoriot osaksi Suomen laadun ja vienninedistämisen strategiaa.
8. Vertailulaboratoriotoimintaan liittyvän, ekosysteemitason vuorovaikutuksia edistävän, toimijafoorumin perustaminen.
9. Vertailulaboratoriotoiminnan hallinnonrajoista riippumattoman koordinoinnin edistäminen. Toisaalta kansainvälinen toiminta esim. EU-verkostoissa on jopa kansallista koordinaatiota tärkeämpää.
10. Vertailulaboratoriotoimijoiden osaamisen tarjoaminen kansainväliseen käyttöön suomalaisilla vahvuusalueilla.

## Lisäluettavaa

Myllylä, Yrjö – Kaivo-oja, Jari & Inkeröinen, Jouko (2018): Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi – tutkimusraportti. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 61/2018. Helsinki. 64 s.

Linturi, Risto & Kuusi, Osmo (2018): Suomen sata uutta mahdollisuutta 2018–2037. Yhteiskunnan toimintamallit uudistavat radikaalit teknologiat. Eduskunnan Tulevaisuusvaliokunnan julkaisu 1/2018. 565 s.  
[https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj\\_1%2B2018.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/tietoeduskunnasta/julkaisut/Documents/tuvj_1%2B2018.pdf).

Myllylä, Yrjö – Marttinen, Jouni & Kaivo-oja, Jari (2012): Ennakointi demokratian vahvistajana. Esimerkkinä EU:n palkitsema TKTT-konsepti ja muut kansainvälisessä arvioinnissa esille nostetut suomalaiset ennakoitikäytännöt. Futura 4/2012, s. 38–49.  
<http://www.doria.fi/handle/10024/93163>.

Nieminen, Janne (2012): Raportti selvityksestä mittanormaali- ja vertailulaboratorioiden tehtävien kartoittamiseksi sekä metrologian koordinoinnin ja ohjauksen kehittämiseksi. TEM Elinkeino- ja innovaatio-osasto/Innovaatiopolitiikka. TEM raportteja 10/2012.

Ruotsin akkreditointielin Swedac tutki hallituksen toimeksiannosta, miten laatutekijät, kuten akkreditointi ja standardisointi, hyödyntävät ruotsalaisten tuotteiden vientiä: ”Starkare Sverige med öppna system”, [https://www.swedac.se/wp-content/uploads/2018/05/Rapport\\_Starkare\\_Sverige\\_med\\_oppna-system.pdf](https://www.swedac.se/wp-content/uploads/2018/05/Rapport_Starkare_Sverige_med_oppna-system.pdf).

Ympäristöalan vertailulaboratoriotoiminnan ennakointi, VN TEAS -hankkeen viestintäsivut: [www.labrat2030.fi](http://www.labrat2030.fi).

## Lisätietoja:

**Erikoistutkija Yrjö Myllylä** toimii erikoistutkijana Turun yliopiston Tulevaisuuden tutkimuskeskuksessa ja projektipäällikkönä Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu Oy:ssä. Hän on erikoistunut tulevaisuudentutkimuksen ja ennakoinnin menetelmien soveltamiseen aluekehittämisessä ja strategiaprosesseissa arktisen ympäristön mahdollisuuksia painottaen.

Yhteystiedot: Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Turun kauppakorkeakoulu, 20014 Turun yliopisto, puh. 0500 450 578, sp. [yrjo.myllyla@outlook.com](mailto:yrjo.myllyla@outlook.com)

**Tutkimusjohtaja Jari Kaivo-oja** työskentelee Tulevaisuudentutkimuskeskuksen tutkimusjohtajana. Hän on tulevaisuudentutkimuksen, innovaatiotutkimuksen, teknologiaennakkoinnin ja soveltavan ennakoititutkimuksen pitkän linjan asiantuntija.

Yhteystiedot: Tulevaisuuden tutkimuskeskus, Tampereen toimisto, Åkerlundinkatu 2, 33100 Tampere, puh. 041 753 0244, sp. [jari.kaivo-oja@utu.fi](mailto:jari.kaivo-oja@utu.fi).

**Tutkimuskoordinaattori Jouko Inkeröinen** Oulun yliopiston Kvantum-instituutista on erikoistunut ympäristö- ja luonnonvara-alan monitieteisen ja sektoreidenvälisen tutkimusyhteistyön edistämiseen ja verkostohallintaan.

Yhteystiedot: Kvantum-instituutti, Oulun yliopisto, PL 7300, 90014 Oulun yliopisto, puh. 040 577 6106, sp. [jouko.inkeroinen@oulu.fi](mailto:jouko.inkeroinen@oulu.fi).

Lisätietoja: [www.labrat2030.fi](http://www.labrat2030.fi)

## Ympäristöalan vertailulaboratorio- toiminnan ennakointi on toteutettu osana valtioneuvoston vuoden 2018 selvitys- ja tutkimussuunnitelman toimeenpanoa.



VALTIONEUVOSTON  
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA  
[www.tietokayttoon.fi](http://www.tietokayttoon.fi)