



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Vertailulaboratorion ajankohtaiset kuulumiset

Katriina Kyllönen, Karri Saarnio,
Kaisa Lusa ja Enna Heikkinen

15.5.2024

Ilmanlaadun mittaajatapaaminen, Imatra 2024

Vertailulaboratorion tiimi

Katriina Kyllönen

- Vertailulaboratorion koordinointi, AQUILA, laatupäällikkö
- Ilmanlaatuviestintä

Kaisa Lusa

- Akkreditoitun kalibrointilaboratorion tekninen vastaava
- Kalibrointipalvelut

Karri Saarnio

- Mittanormaalilaboratorion vastaava, EURAMET, standardointi
- Laboratorion projektien koordinointi
- PM, otsoni

Enna Heikkinen

- Kalibrointipalvelut



Standardoinnin ajankohtaiset (1/3)

- Standardointiryhmissä mukana Karri, Heidi ja Katriina
- Kaasut **NO₂/NO, SO₂, O₃, CO** vertailumenetelmät (WG 12)
 - EN 14211, 14212, 14625, 14626 viimeistelyvaiheessa, [julkaistaan vuoden 2024 aikana](#)
- **PM_{2,5} ja PM₁₀** (EN 12341 vertailumenetelmä) (WG 15)
 - [EN 12341:2023 julkaistiin viime vuonna](#)
 - EN 16450:2017 voimassa (jatkuvat toimiset PM-monitorit), revisiointityö alkanut
- **Bentseeni** (WG 12)
 - EN 14662-1 Ambient air quality -Standard method for measurement of benzene concentrations -Part 1: Pumped sampling followed by thermal desorption and gas chromatography.
 - Uusi versio julkaistu 2024.

Standardoinnin ajankohtaiset (2/3)

Aktiivisia työkohteita

- **PAH ja levoglukosaani (WG 21)**
 - FprCEN/TS 18044 Ambient air - Determination of the concentration of levoglucosan - Chromatographic method. (Hyväksytty, SFS ei kannanottoa)
- **NO2 diffuusikeräin (WG 11)**
 - prEN 16339 Ambient air - Method for the determination of the concentration of nitrogen dioxide by diffusive sampling. (Hyväksytty, SFS ei kannanottoa)
- **Hiukkasten lukumäärä (WG 32)**
 - FprEN 16976 Ambient air - Determination of the particle number concentration of atmospheric aerosol (CEN DL 18.4., SFS ei kannanottoa)
 - FprCEN/TS 18073 Ambient air - Determination of lung deposited surface area (LDSA) concentration using aerosol monitors based on diffusion charging (**SFS DL 20.6.2024**, CEN DL 4.7.2024)
- **EC/OC (WG 35)**
 - WG 35: FprCEN/TR 18076 Ambient air - Equivalence of automatic measurements of elemental carbon (EC) and organic carbon (OC) in PM (CEN DL 9.5., SFS ei kannanottoa)
- **Sensorit (WG 42)**
 - prCEN/TS 17660-2 Air quality –Performance evaluation of air quality sensor systems –Part 2: Particulate matter in ambient air (viimeistelyvaiheessa)

Standardoinnin ajankohtaiset (3/3)

Uusimistarvekyselyt

- **PAH:t PM10 (paitsi bentso(a)pyreeni)**
 - CEN/TS 16645:2014 Ambient air - Method for the measurement of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, dibenz[a,h]anthracene, indeno[1,2,3-cd]pyrene and benzo[ghi]perylene (SFS DL 15.4.2024, CEN DL 3.6.2024)
 - **SFS:n vastaus: ei kannanottoa?**

Uudet hyväksytyt työkohde-ehdotukset

- **Suora NO₂-mittaus**
 - Preliminary WI draft prCEN/TS xxxxx Ambient air – Direct measurement of nitrogen dioxide (WG 12)
- **Siitepöly**
 - PWI draft prCEN/TS Ambient air - Automatic real time volumetric methods for sampling and analysis of airborne pollen grains and fungal spores (WG 39)
- **Mallinnus**
 - PWI draft prCEN/TS xxx Ambient air - Definition and use of modelling quality objectives for air quality assessment (WG 43)

Laatustandardi SFS-EN ISO/IEC 17025:2017

- Vanha versio 17025:2005 kumottu.
- Siirtymäaika päättynyt.
- Mittausverkkojen laatu järjestelmien tulee olla 17025:2017 mukaisia.

 Standardi	SFS-EN ISO/IEC 17025:2017		
Suomen Standardisoimisliitto SFS ry Finnish Standards Association SFS	Vahvistettu 2017-12-29	3. painos	1 (69)
SFS/ICS 03.120.20			
Korvaa standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2005 painoksen 2	Replaces the standard SFS-EN ISO/IEC 17025:2005 edition 2		
<i>Ristiriitatapauksissa pätee englanninkielinen teksti. Suomenkielisen käännöksen päivämäärä 2018-11-16</i>	<i>In case of interpretation disputes the English text applies. Date of translation into Finnish 2018-11-16</i>		

Testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys. Yleiset vaatimukset

General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2017)

Tämä standardi sisältää eurooppalaisen standardin EN ISO/IEC 17025:2017 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2017)" englanninkielisen tekstin.

This standard consists of the English text of the European Standard EN ISO/IEC 17025:2017 "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2017)".

Standardi sisältää myös englanninkielisen tekstin suomenkielisen käännöksen.

The Standard also contains a Finnish translation of the English text.

Eurooppalainen standardi EN ISO/IEC 17025:2017 on vahvistettu suomalaiseksi kansalliseksi standardiksi.

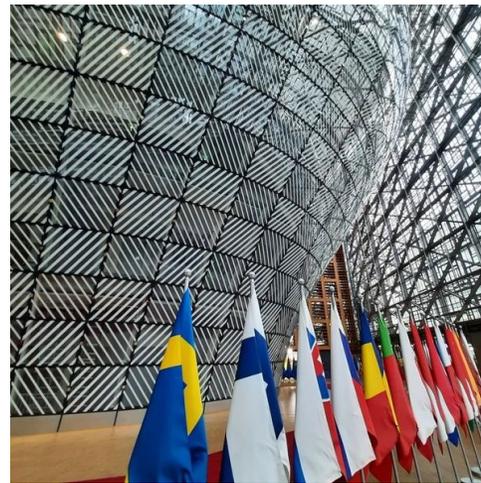
The European Standard EN ISO/IEC 17025:2017 has the status of a Finnish national standard.

Otsonin vaikutusalan arvon muutos (ozone cross-section absorption value change)

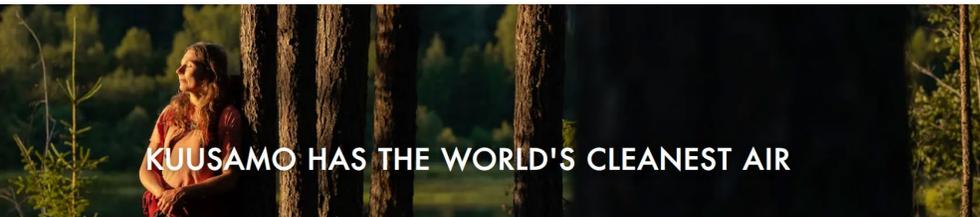
- Vaikutusalan arvo laskee 1,23 % => **otsonipitoisuudet nousevat n. 1,2 %**
- Vaikutusalan vaikutus otsonimittausten epävarmuuteen: vaikutusalan epävarmuus pienenee kuusi kertaa pienemmäksi.
- **Muutoksesta valmistellaan ohjeistuksia, vertailulaboratorio jakaa ohjeistuksen vuoden 2024 aikana mittaajille ja otsonikalibrointeja suorittaville konsulteille.**
- **Muutoksen globaali käyttöönotto 1.1.2025. Siirtymäaika 12 kk.**
- Muutokset mittauksiin:
 - Tulossa muutos kalibrointilaboratorion SRP-laitteelle
→ **Muutos kenttämittauksiin kalibrointiketjun mukana vuoden 2025 aikana.**
 - Uudet laitteet
→ Laitevalmistajat mukana muutoksessa
 - Vanhat raportoidut tulokset?
→ Ei korjata vanhoja tuloksia, mutta uusien mittaustulosten **metadataan** mukaan vaikutusalan arvo (vanha: Hearn 1961; **uusi: CCQM.O3.2019**). Ko. tieto tullaan lisäämään myös kalibrointilaboratorion kalibrointitodistuksiin.

Direktiivineuvottelut 2023–2024

- Uusi direktiivi julkaistaan loppuvuonna 2024?
 - Neuvottelut EU-neuvostossa, 01/2023-02/2024
 - YM resurssit => Katriina mukana 3-henkisessä neuvottelutiimissä (sis. YM ja Suomen attasea)
 - Neuvoston tapaamiset Brysselissä kuukausittain ja kahden-/monenväliset taustaneuvottelut
 - Lakiehdotusten kirjoittamista ja perustelua, Suomen muutosehdotuksia myös “lopullisessa” versiossa(!)
 - Suomen kantojen laatimista
 - Kansallinen taustaryhmä sekä tarvittaessa kutsutut asiantuntijat antoivat tausta-apua neuvotteluihin.
- Seuraa päivityksiä Katriinan LinkedIn-tililtä



Uutta vertailulabrassa: Mediatyö: TV, radio, lehdet, tiedotteet, blogit, some



Koillissanomat
<https://www.koillissanomat.fi/maailman-p...>

Maaailman puhtain ilma ei löydykään Kuusamosta

Veri
sve
ma:
recognize

Kaleva
<https://www.kaleva.fi/maailman-puhtain-ilma-ei-loydykkaan-kuusamosta...>

Maailr
Verkko 26

Lapin Kansa
<https://www.lapinkansa.fi/maailman-puhta...>

Maailman puhtain ilma ei löydykään Utsjoelta, ...
Verkko 26 maaliek 2024 · Pallakselta löytyy Ilmatieteen laitokeen mukaan Suomen puhtai Sodanl

PÄÄKIRJOITUS

Ajatuksia puhtaasta ilmasta

- LinkedIn: Katriina
- X: Katriina ja Elli Suhonen



▼ KOILLISSANOMAT

Janna Käsmä

APRILLIPILA: Kuusamolainen, sinua tarvitaan nyt: Ilmatieteen laitos ei ole onnistunut mittaamaan Kuusamossa pienhiukkasten määrää ja pyytääkin nyt kuntalaisia keräämään ilmanlaa-



KATUPÖLYÄ TAVALLIS RÄÄKKYLÄ Kunnanhallitus selvittää

BRITTIHOVI
Prinsessa Catherine pahoittelee kuvansa manipulointia

OSCARIT SÄÄ LAKKO TEHTAAT

- ❖ Katupöly keväisin
- ❖ Metsäpalot kesällä
- ❖ Puhdas ilma ja listaukset
- ❖ Poikkeustilanteet

Tuleeko Suomeen haiseva joulu? Näin asiantuntija vastaa

Norjalaisen tutkimuskeskuksen mukaan rikkidioksidia Suomeen asti.

Europe

Finnish authorities detect sulphur-like smell in Hels

By Reuters

March 31, 2024 5:03 PM GMT+3 · Updated 3 days ago



INDEPENDENT

NEWS SPORT VOICES CULTURE LIFESTYLE TRAVEL PREMIUM

News > World > Europe

Mystery smell reported across re

Mittaajien henkilösertifiointi



- Ilmanlaatumittaukset-kurssi järjestetty 2017, 2018, 2022 ja 2024 AEL:ssa/Taitotalossa.
- Mittaajatapaamiseen osallistumisesta voi pyytää **osallistumistodistuksen** ISY:ltä sertifioinnin edellyttämän koulutuksen osoittamiseksi: sihteeri@isy.fi

• Sertifioinnin tulevaisuus?

- Teidän toiveet?
- Sertifiointi vs. kurssi?



KURSSISISÄLTÖ:

- Ilmanlaatumittaukset, mitä mitataan ja miksi
- Ilmakemian perusteet
- Laatu järjestelmät ja -standardi ISO 17025
- Direktiivin vaatimukset ja menetelmästandardit
- Mittaustekniikan perusteet: kaasu ja PM-mittaukset
- Mittaustekniikan perusteet: keräinmenetelmät
- Työturvallisuusriskit ilmanlaadun seurannassa
- Mittausten suunnittelu, käynnistäminen, suorittaminen ja ylläpito
- Perustetun mittausaseman laadunvarmistus
- Mittausasemaan ja sen laitteiden käyttöön tutustuminen: ekskursion
- Ilmanlaatumittausten dokumentointi
- Mittausepävarmuuden laskeminen
- Tulosten käsittely ja raportointi
- Koetilaisuus

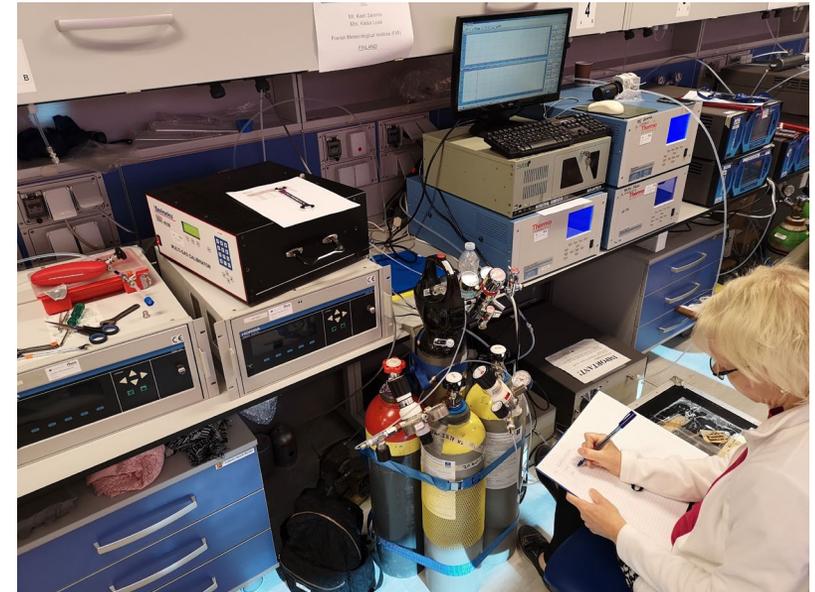
Laboratorion käynnissä olevat projektit 2023–2024

- **Ongoing-2024:** Automatisoitujen, jatkuvatoimisten hiukkasmittausten jatkuva soveltuvuuden osoittaminen
 - Hiukkasmittausprojekteista kerrotaan enemmän huomiossa esityksessä
- **PM-EKVI 2022–2023**
- **KAUDI 2022–2023**
 - Kaasuvertailut ja laatujärjestelmien auditoinnit
 - Mittausohjeen päivitys
 - Laboratorion omat vertailut Isprassa
 - Laatujärjestelmäpäivitys ISO 17043:2010



Vertailulaboratorion osallistuminen vertailumittauksiin

- Komission tutkimuskeskuksen eli JRC:n (*Joint Research Center*) vuonna 2022 järjestämässä eurooppalaisten vertailulaboratorioiden vertailumittauksissa Suomi oli parasta 1-luokkaa.
 - Seuraava PM₁₀/PM_{2,5}-vertailu suunniteltu tammi-helmikuulle 2025
 - Seuraava kaasuvirtailu (SO₂, NO, NO₂, O₃, CO) suunniteltu 2025–2026.
- Metrologiset avainvertailut:
 - Laboratorio osallistui otsonin avainvertailuun (BIPM-QM.K1) keväällä 2023 BIPM:ssä loistavin tuloksin, sekä
 - Syksyllä 2023 SO₂-avainvertailu (CCQM-K26b.2019) (kiertävä pullo), jonka tuloksia ei ole vielä julkaistu.



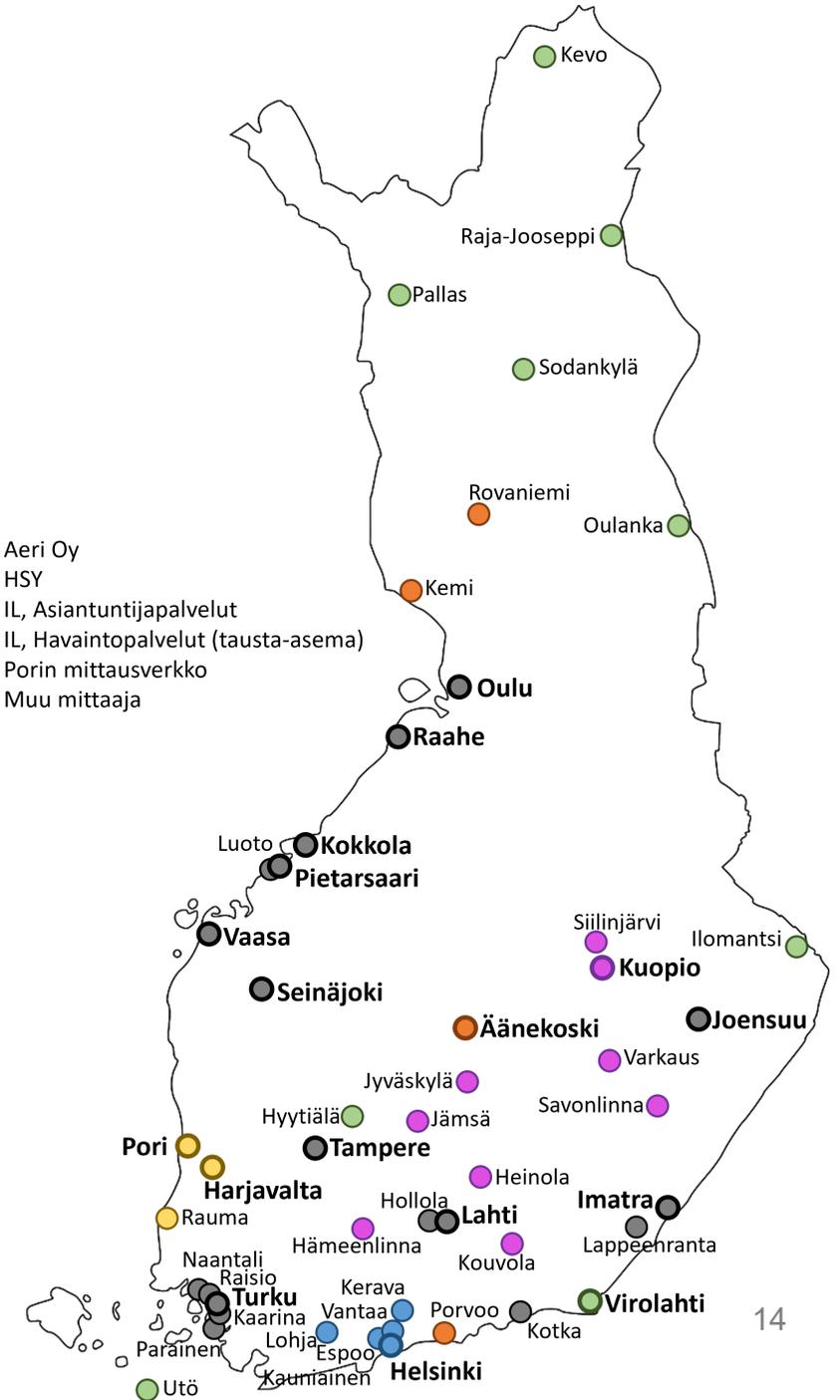
Uusi Mittausohje 2024

- Kommenttikierroksella – **halukkaita?**
- Julkaistaan 2024 (kesällä?)
- <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/raportit-ja-lomakkeet>
- Seuraava päivitys viim. 2026?
 - Uusi direktiivi, päivitettyt kaasustandardit (SO₂, NO₂, O₃...)
- Päivitys
 - Mittausepävarmuus, lineaarisuus ja havaintoraja käytännön läheisempi
 - Uuden laitteen käyttöönoton ohjeistus vastaamaan EN-standardeja
 - Standardipäivitykset
 - ISO 17025, EN 12341, muut
 - DIRME: metalli- ja PAH-mittaukset (toteamisraja, epävarmuus, ...)
 - Selkeytystä, käytännönläheisyyttä, helppolukuisuutta, ilmeüdistusta jne.



Vertailumittaus- ja auditointikierrros 2023

- Osallistumiskutsu lähetettiin mittausverkoille 30.3.2023, ilmoittautuminen 19.4. mennessä.
- Ajanjaksoilla toukokuu–kesäkuu sekä elokuu–syyskuu 2023 vierailtiin 17 mittausverkon yhteensä 25 asemalla, jolloin suoritettiin
 1. mittausverkon laatu järjestelmä- ja kenttäauditointi sekä
 2. kaasumittausten vertailumittaus.
- Kunkin mittausverkon yhteyshenkilön kanssa sovittiin tarkka päivämäärä vierailulle hyvissä ajoin, kuitenkin ottaen huomioon mahdollinen joustovara.





VNa ilmanlaadusta 79/2017

”Ilmanlaadun mittauksista vastaavien tahojen on varmistettava, että mittausverkoilla ja yksittäisillä mittausasemilla on laadunvarmistus- ja laadunvalvontajärjestelmä, joka sisältää kuvauksen säännöllisestä kunnossapidosta mittauslaitteiden jatkuvan tarkkuuden varmistamiseksi. Ilmanlaadun kansallinen vertailulaboratorio tarkistaa laatujärjestelmän tarvittaessa ja vähintään joka viides vuosi.”

Tehty 2006, 2011, 2017 kenttäauditoinnit, lisäksi vertailukierros 2002-2003.

Auditointi

- Käsitti laatujärjestelmän ja kenttätoiminnan auditoinnin.
- Auditointilomake etukäteen tutustuttavaksi verkoille.
- Haastattelu, havainnointi, dokumenttien tarkastelu auditointipäivänä.
- Raportointi, lomake verkoille tarkistettavaksi, auditoinnin sulkeminen.
- Yhteenvedoraportti lähetetty tutustuttavaksi osallistuneille verkoille.

Ilmanlaadun mittausverkkojen auditointilomake: Kaasu- ja PM-mittaukset

SISÄLLYSLUETTELO

SISÄLLYSLUETTELO	1
1 Auditointitiedot	1
2 Mittausasema	2
3 Mittausverkon henkilöstö	3
4 Mittausverkon laatujärjestelmä	4
5 Mittausten dokumentointi	6
6 Mittausten tiedonkeruu	7
7 PM-mittaukset	8
8 Kaasumittaukset	11
9 Johtopäätökset	16
LIITE 1. Valokuvia auditoinnista	17
LIITE 2. Tyypitettuja laitteita (www.qal1.de)	18

1 Auditointitiedot

Mittausaseman nimi	
Sijaintikunta	
Auditoinnin suorittaja(t)	
Mittajan edustaja(t)	
Päivämäärä	
Auditoinnin kohde	<input type="checkbox"/> Laatujärjestelmä <input type="checkbox"/> Kaasumittaukset: NO-NO ₂ -NO _x <input type="checkbox"/> Kaasumittaukset: SO ₂ <input type="checkbox"/> Kaasumittaukset: O ₃ <input type="checkbox"/> Hiukkasmittaukset: PM ₁₀ <input type="checkbox"/> Hiukkasmittaukset: PM _{2.5} <input type="checkbox"/> Kemiallinen koostumus: PAH-yhdisteet PM ₁₀ :ssä <input type="checkbox"/> Kemiallinen koostumus: metallit PM ₁₀ :ssä <input type="checkbox"/> Muut mittaukset:

Laatujärjestelmä- ja kenttätoimintojen auditointi

- Asemavierailun yhteydessä auditoitiin mittausverkon
 - Laatujärjestelmä
 - SFS-EN ISO/IEC 17025:2017
 - Kaasu- ja PM-mittausten vaatimuksenmukaisuus ja laadunvarmennustoimet
 - SFS-EN 14211:2012
 - SFS-EN 14212:2012
 - SFS-EN 14625:2012
 - SFS-EN 14626:2012
 - SFS-EN 16450:2017

1. Mittausasema
2. Mittausverkon henkilöstö
3. Laatujärjestelmä
4. Mittausten dokumentointi
5. Näytteenottopaikka ja näytelinja
6. Analysointilaborit (kaasu- ja PM-)
7. Huollot ja laadunvarmennustoimet
8. Tiedonkeruu

Auditoinnin perusteella todettiin laatujärjestelmän taso ja soveltuvuus asetuksen mukaiseen ilmanlaadun arviointiin.

Tarvittaessa mittausverkolle esitettiin kehitysehdotuksia.

Laatujärjestelmän auditointi 1/2

- Laatujärjestelmä
 - SFS-EN ISO 17025 ja SFS-EN ISO 9001 standardit, edelleen 17025:2005 käytössä joissain verkoissa.
 - 5 omaa laatujärjestelmää
 - 10 muokattua laatujärjestelmää
 - 2 ei ajan tasalla
- Sisäisiä ja ristiinauditointeja tehdään edelleen vähän.
- Ohjeet pääosin kattavia.
- Kehitysehdotuksia kirjattiin lähes kaikissa verkoissa, erit. teknisiä.
- Asemien sijaintikriteereissä osin puutteita (esim. liikenneaseman kriteerit ei täyty).
- Uuden laitteen käyttöönotto ei usein vastaa EN-standardia.



Laatujärjestelmän auditointi 2/2

Yhteenveto:

- 4 kattavaa laatujärjestelmää
- 8 kattavaa laatujärjestelmää vähäisin poikkeuksin
- 3 kohtalaista laatujärjestelmää, jonkin verran poikkeuksia
- 2 suppeaa tai keskeneräistä laatujärjestelmää, useita parannusehdotuksia

Kaasujen laadunvarmennus EN- menetelmästandardien mukaisesti

- Etusuodattimen vaihtotiheys tyypillisesti 1 kk (muutama 3–4 kk)
- Zero ja span pääasiassa käytössä EN-mukaisesti (pl. 2 verkkoa)
- Kalibrointitiheys väh. 3 kk – myös 4–12 kk
- Näytelinjan huolto useimmiten 1 v (vs. EN-std 6 kk)
- Lineaarisuus ja konvertterin hyötysuhde huolehdittu hyvin
- Kalibrointien jäljitettävyys kunnossa.
 - MU laskematta 5 verkossa
- Laitteita paljon päivitetty viime kierroksen jälkeen
- Kenttäkalibroinnille nyt useimmiten määritetty epävarmuus
- Tyypitetaus kunnossa valtaosalla (pl. 2 verkkoa)

Hiukkasmittausten laadunvarmennus EN 16450 mukaisesti

- Päivittäinen parametrien tarkistus pääosin kunnossa ... **satunnaisesti**
- Virtauksen kalibroinnit hoidetaan hyvin, mutta **tarkistuksissa 3 kk välein 8 verkolla kirittävää**
- Sensorikalibroinneissa ja – tarkistuksissa **kehitettävää**
- Vuoto- ja nollostaukukset sekä massantarkistukset ajallaan, pl. 2 verkkoa
- Näytelinjan puhdistustapa ja tiheys vaihtelee
- Laitteita paljon päivitetty viime kierroksen jälkeen
- Tyypitestausta kunnossa valtaosalla (pl. 1 verkko)
- Korjauskertoimia käytetään hyvin
- Laadunvarmennustoimien kehitystä tapahtunut huomattavasti viime kierroksesta, hienoa!



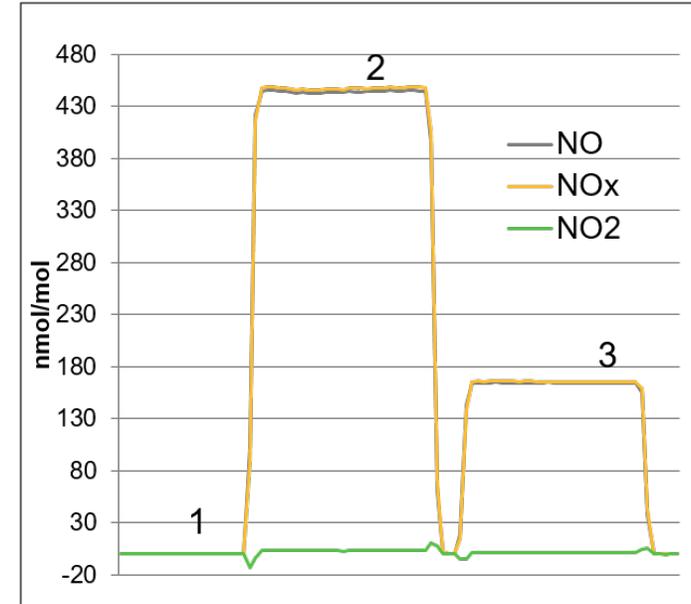
Vertailumenetelmät

- Vertailupitoisuudet NO:lle ja SO₂:lle tuotettiin laimentamalla kaasu-normaalista syötettyä pitoisuutta synteettiseen ilmaan, joka toimi myös ns. nollakaasuna. Laimentimen toiminta perustuu ns. kriittisten aukkojen läpäisemään kaasuvirtaukseen.
- Vertailupitoisuudet O₃:lle tuotettiin O₃-kalibraattorilla. Nollakaasu tehtiin huoneilmasta aktiivihiilellä suodattamalla.



Vertailumenetelmät

- Kutakin vertailukaasua tuotettiin kahta eri pitoisuutta, matalaa ja korkeahkoa:
 1. Nollailmaa: 30 min
 2. Vertailukaasunäyte I: 30 min
 3. Vertailukaasunäyte II: 30 min
 4. Nollailmaa loppuksi
- Alun nollailman jälkeen syötettiin ensin korkeampi vertailupitoisuus, koska käytettävät kaasulinjat haluttiin kyllästää vertailupitoisuudella, ja tämä on parhaiten toteutettavissa korkealla pitoisuudella.



- **Vertailupitoisuudet:**

- Vertailuarvot määritettiin IL:n kalibrointilaboratoriossa noudattaen laboratorion laatu järjestelmää.
- Vertailuarvojen määrittäminen perustuu ennen vertailukampanjaa, sen keskivaiheilla ja sen lopussa tehtyihin määrittämiin.
- Vertailuarvot ovat jäljitettäviä SI-yksikköön tai kansalliseen otsonin primääristandardiin.

Tulosten raportointi

- Mittausverkot toimittivat tuloksensa raportointilomakkeella, johon täytettiin:
 - nollapitoisuudelle **10 min keskiarvo** (nmol/mol),
 - kullekin vertailupitoisuudelle **kaksi 10 min keskiarvoa** (nmol/mol), sekä
 - jokaisen raportoitavan mittaustuloksen yhteydessä raportoitiin myös mittaustuloksen **mittausepävarmuus** (nmol/mol).

Vertailumittausten raportointilomake

Mittausverkko:

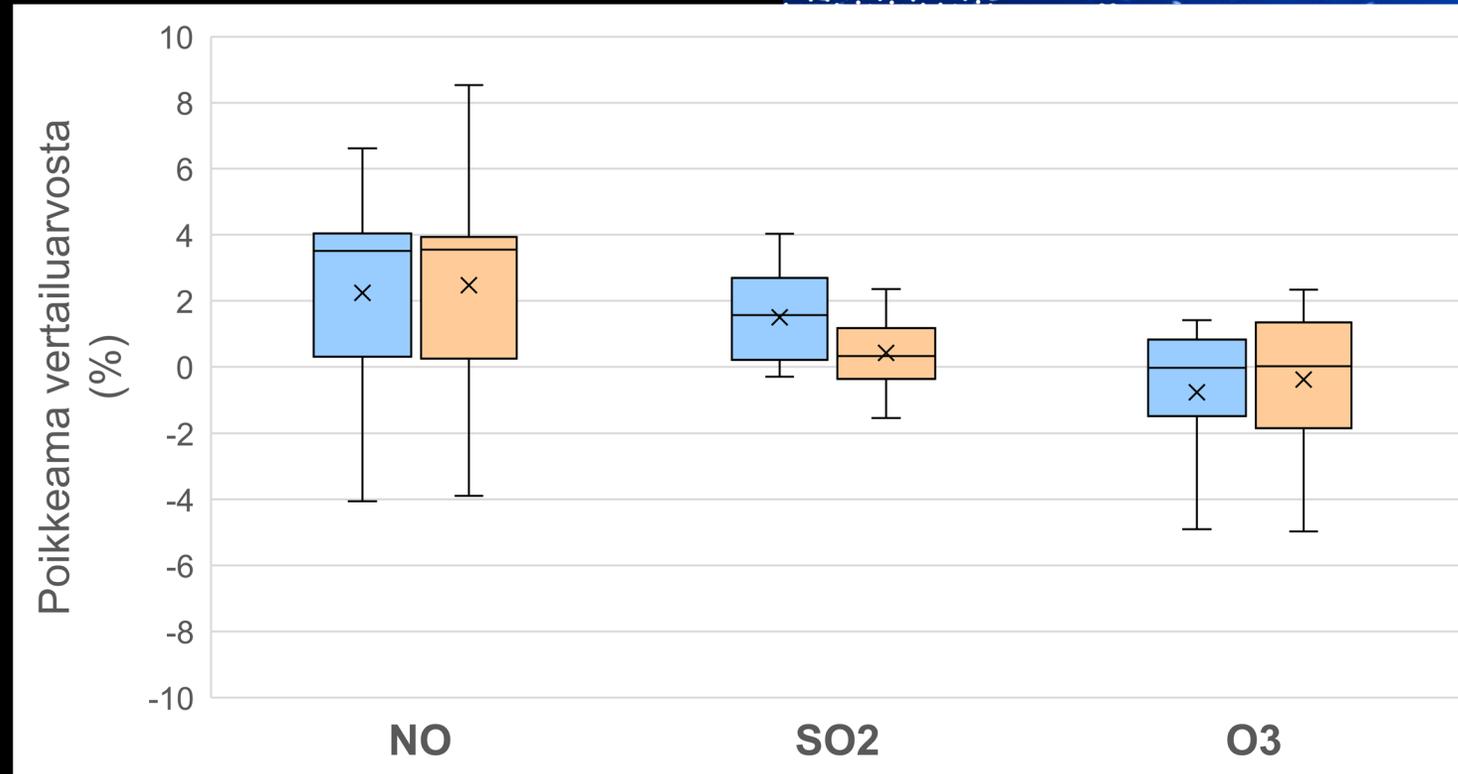
Mittausasema:

Yhteyshenkilö:

Typsimonoksidi (NO)

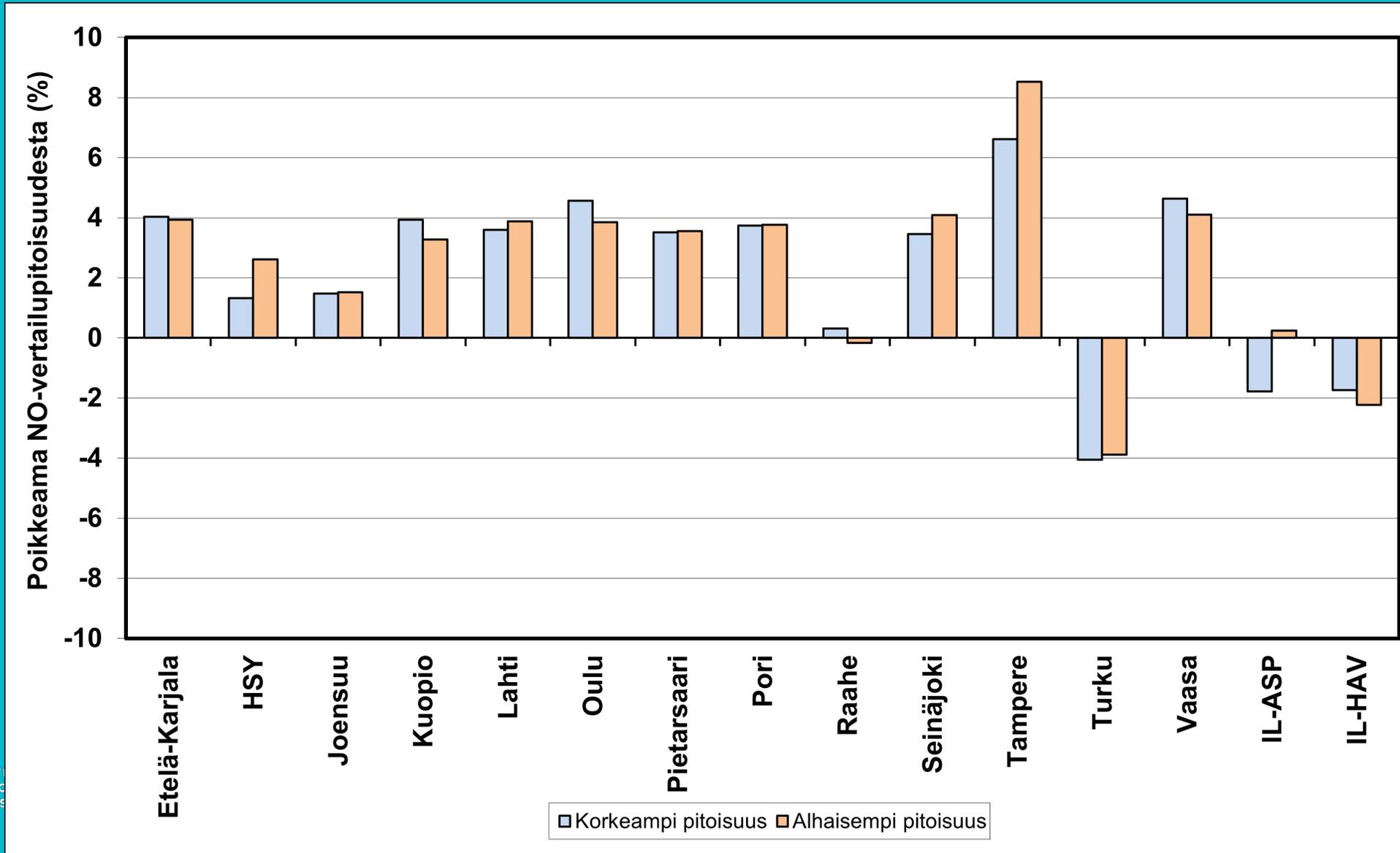
Vertailutulokset	10 min keskiarvot (ppb)	Standardihajonta keskiarvo (ppb) s(ppb)	Vertailutuloksen yhdistetty standardiepävarmuus u(ppb)	Vertailutuloksen laajennettu mittausepävarmuus U(ppb)
Nollailma:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vertailupitoisuus 1:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Vertailupitoisuus 2:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Mittaustulosten suhteelliset poikkeamat vertailuarvosta (%)

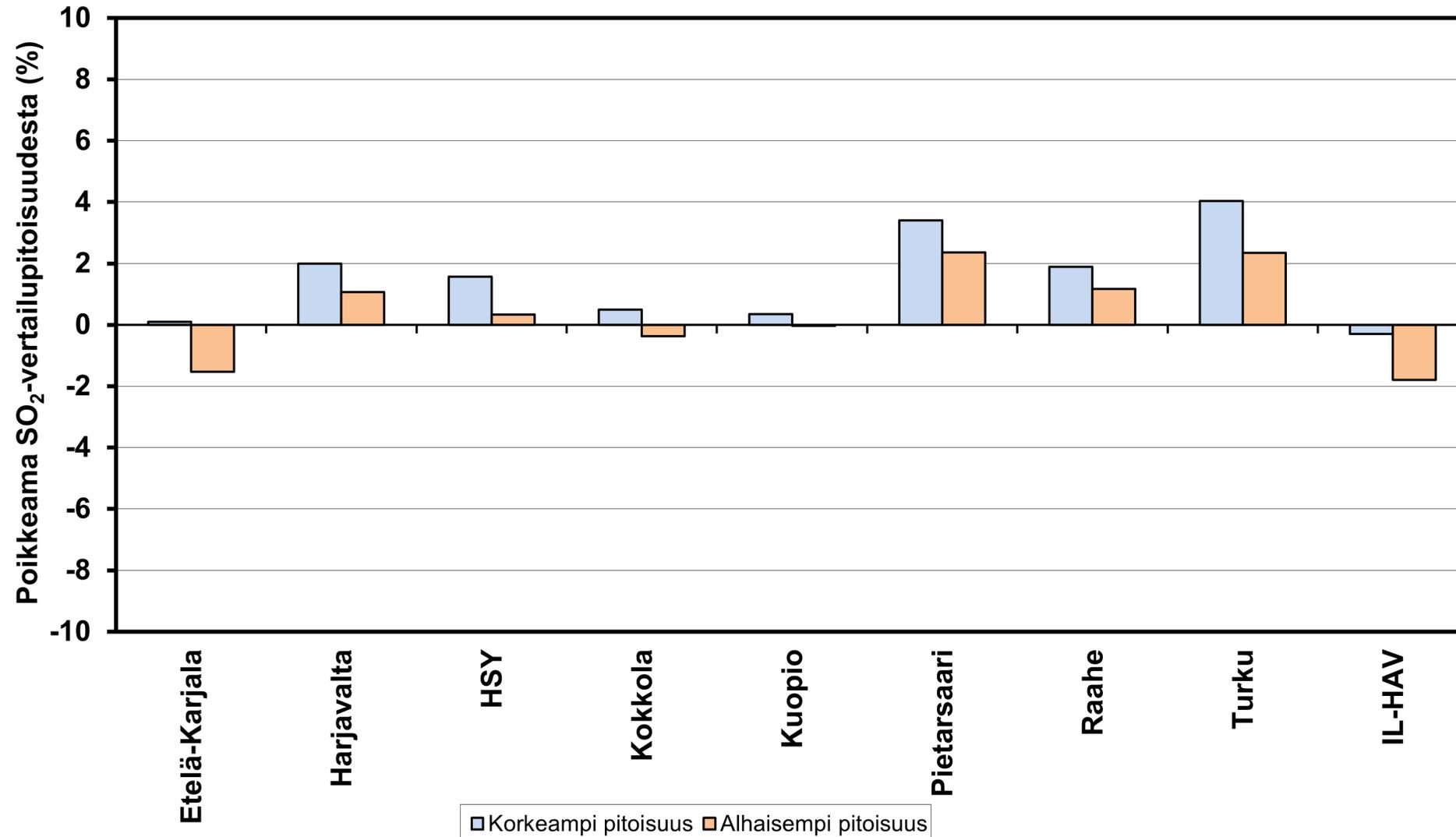


Vasen laatikko (sininen) = C1 (korkeampi pitoisuus), oikea laatikko (oranssi) = C2 (alhaisempi pitoisuus). Laatikko edustaa 25–75 % mitattujen tulosten poikkeamista, laatikon sisällä oleva vaakaviiva osoittaa tulosten poikkeamien mediaanin ja ruksi tulosten poikkeamien keskiarvon. Laatikon ulkopuolelle asettuvat janat edustavat mitattujen tulosten suurinta ja pienintä poikkeamaa vertailuarvosta.

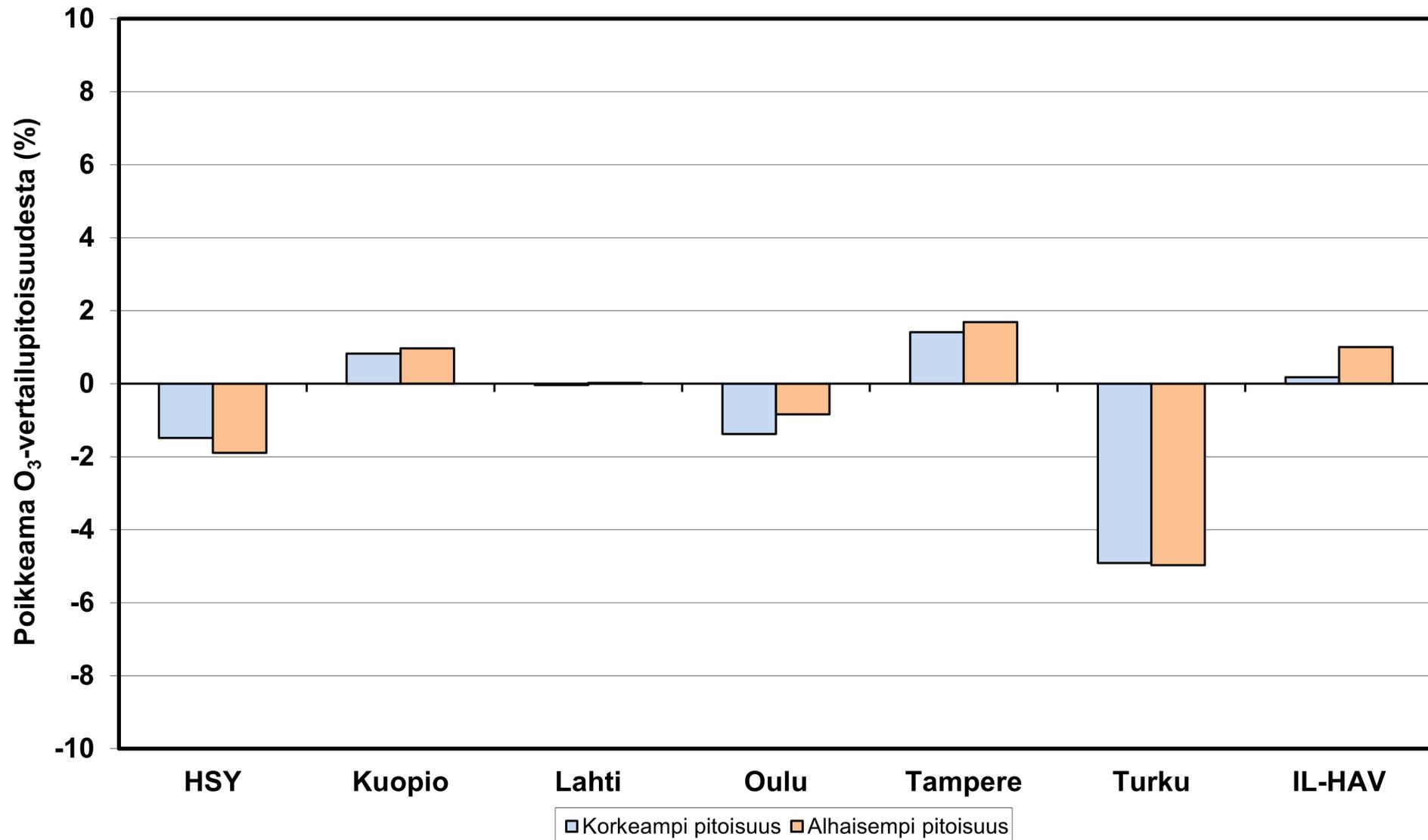
NO-vertailu: poikkeama vertailuarvosta (%)



SO₂-vertailu: poikkeama vertailuarvosta (%)



O₃-vertailu: poikkeama vertailuarvosta (%)



Tuloksia on analysoitu käyttäen

- **Z-arvoa**, joka on yksinkertainen keino verrata osallistujien tuloksia:

$$Z = (X - C)/s,$$

missä X on yksittäisen mittausaseman tulos, C on vertailuarvo ja s on hajonnalle asetettu tavoitearvo (4%).

Tulosten hyväksyttävyydelle on asetettu seuraavat hyväksymiskriteerit:

$$|Z| \leq 2$$

$$2 < |Z| < 3$$

$$|Z| \geq 3$$

hyväksyttävä tulos

arveluttava tulos

hylättävä tulos

- **E_n -arvoa**, joka huomioi myös sen, kuinka paljon tulokset poikkeavat suhteessa niiden mittausepävarmuuteen:

$$E_n = \frac{X_{ij} - C_j}{\sqrt{U_{X_{ij}}^2 + U_{C_j}^2}},$$

missä X_{ij} on yksittäisen mittausaseman tulos laajennetulla epävarmuudella $U_{X_{ij}}$ ja C_j on vertailupitoisuus laajennetulla epävarmuudella U_{C_j} . Myös E_n -luvulle voidaan esittää hyväksymiskriteerit:

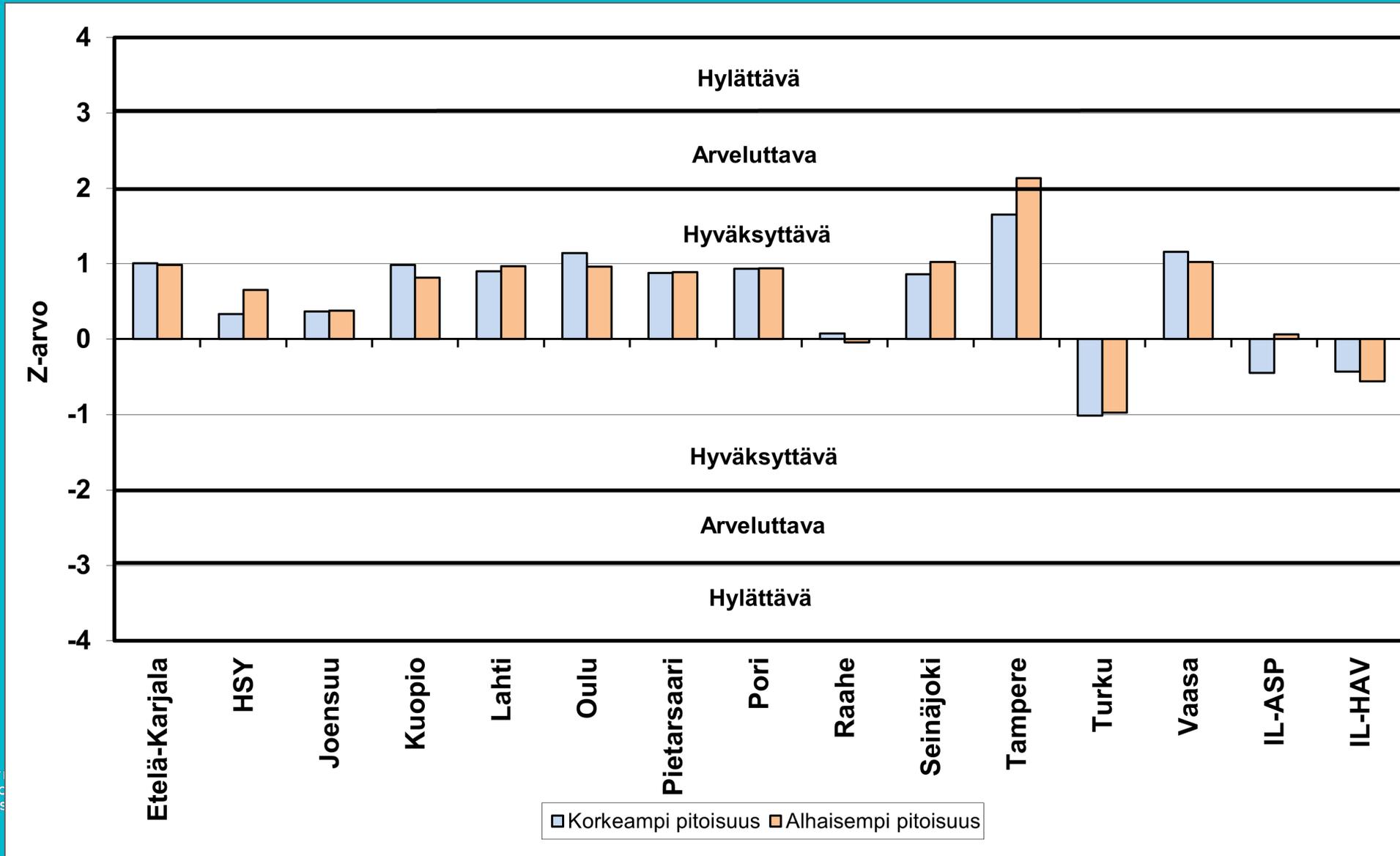
$$|E_n| \leq 1$$

$$|E_n| > 1$$

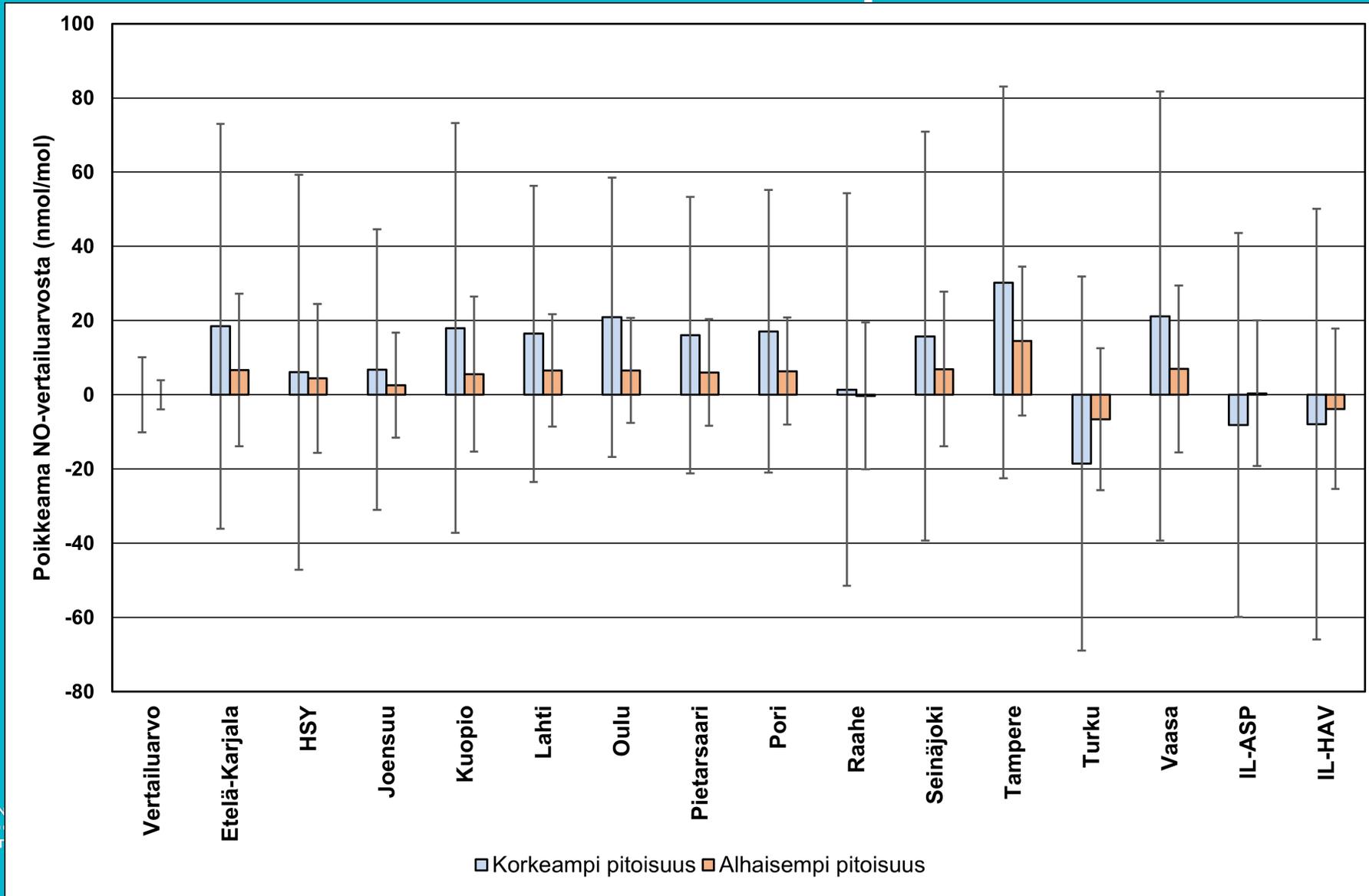
hyväksyttävä tulos

hylättävä tulos

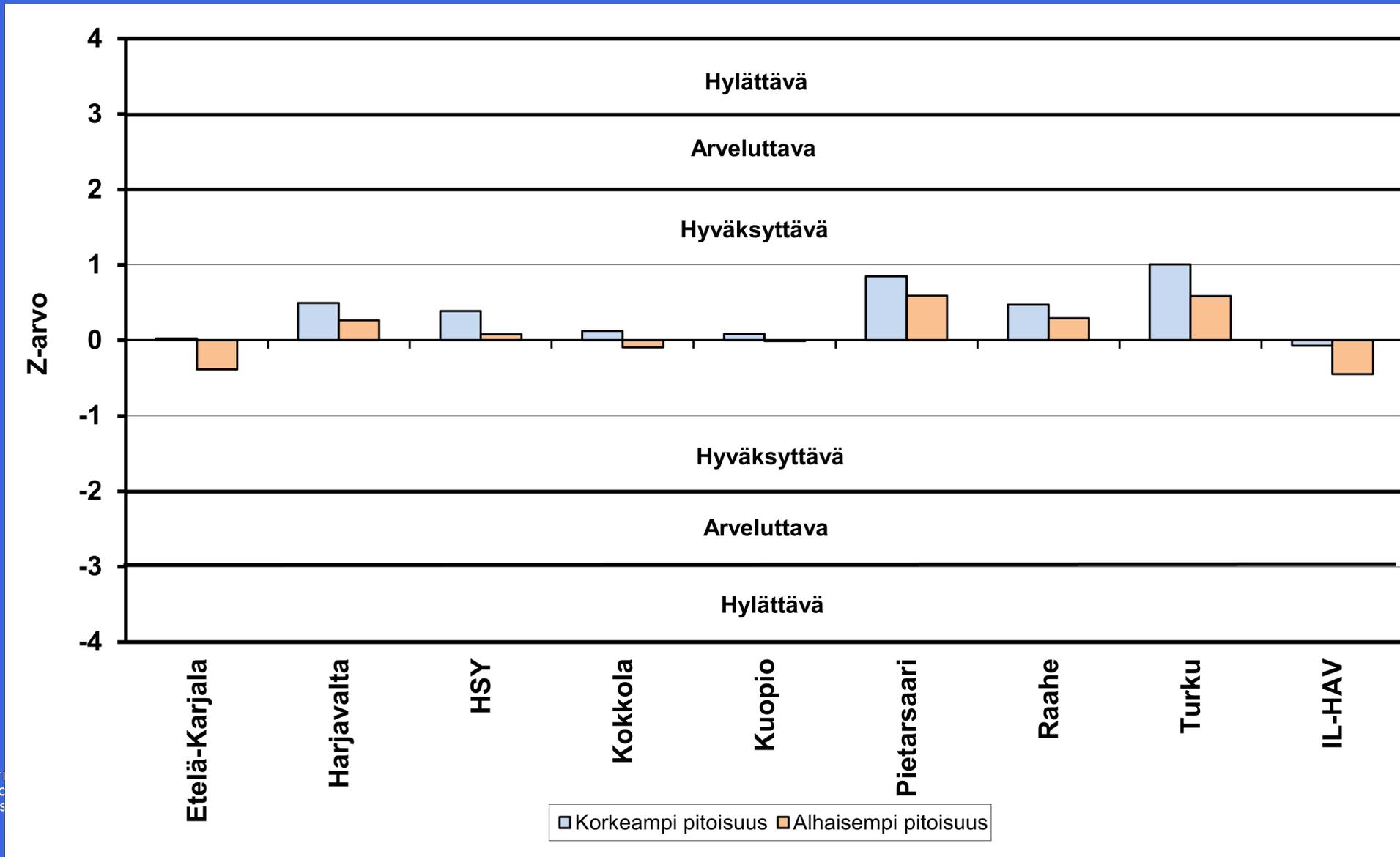
NO-vertilu: Z-arvot



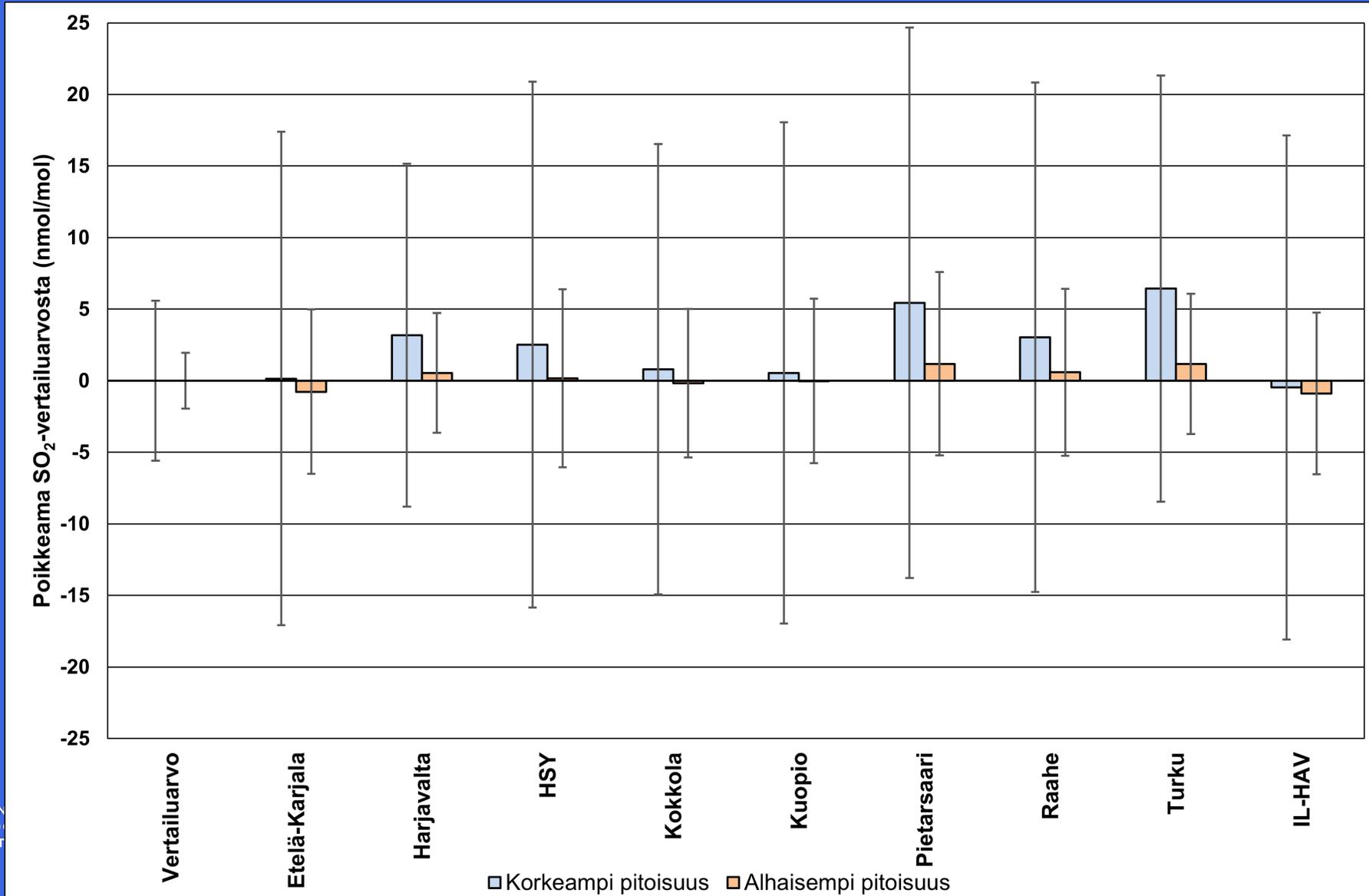
NO-vertailu: Poikkeamat vertailuarvoista yhdistettynä mittausverkon ilmoittamaan mittausepävarmuuteen



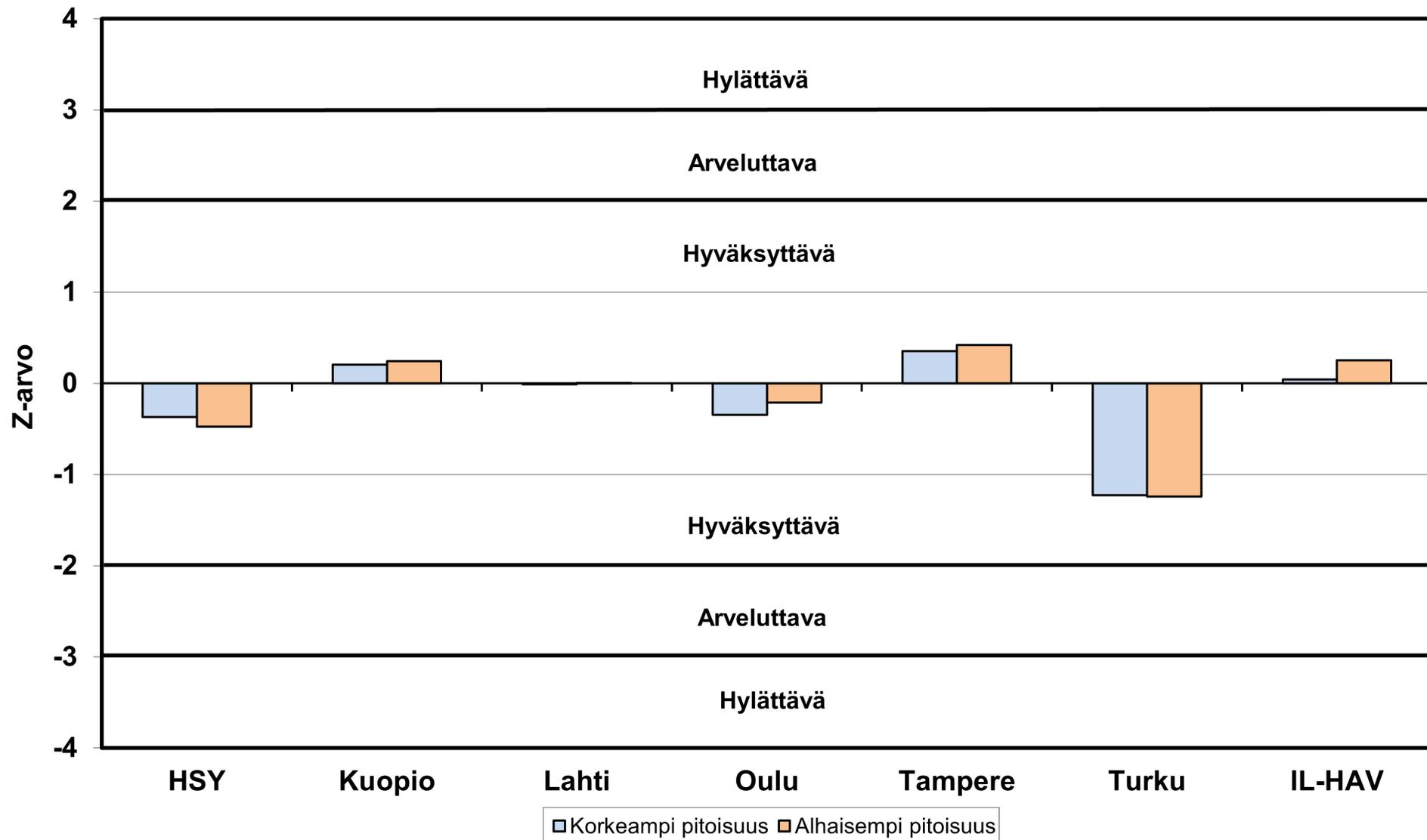
SO₂-vertailu: Z-arvot



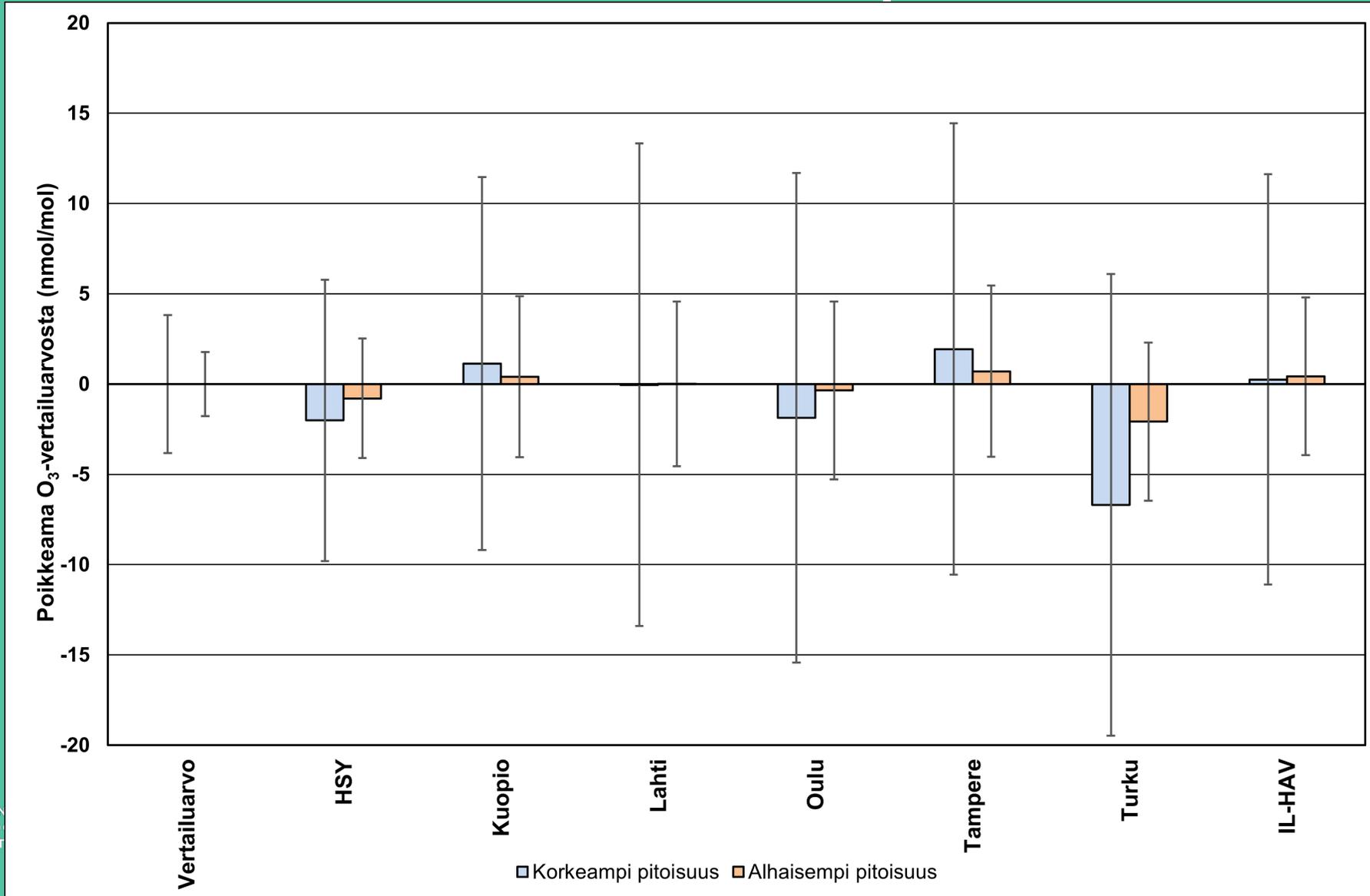
SO₂-vertailu: Poikkeamat vertailuarvoista yhdistettynä mittausverkon ilmoittamaan mittausepävarmuuteen



O₃-vertailu: Z-arvot

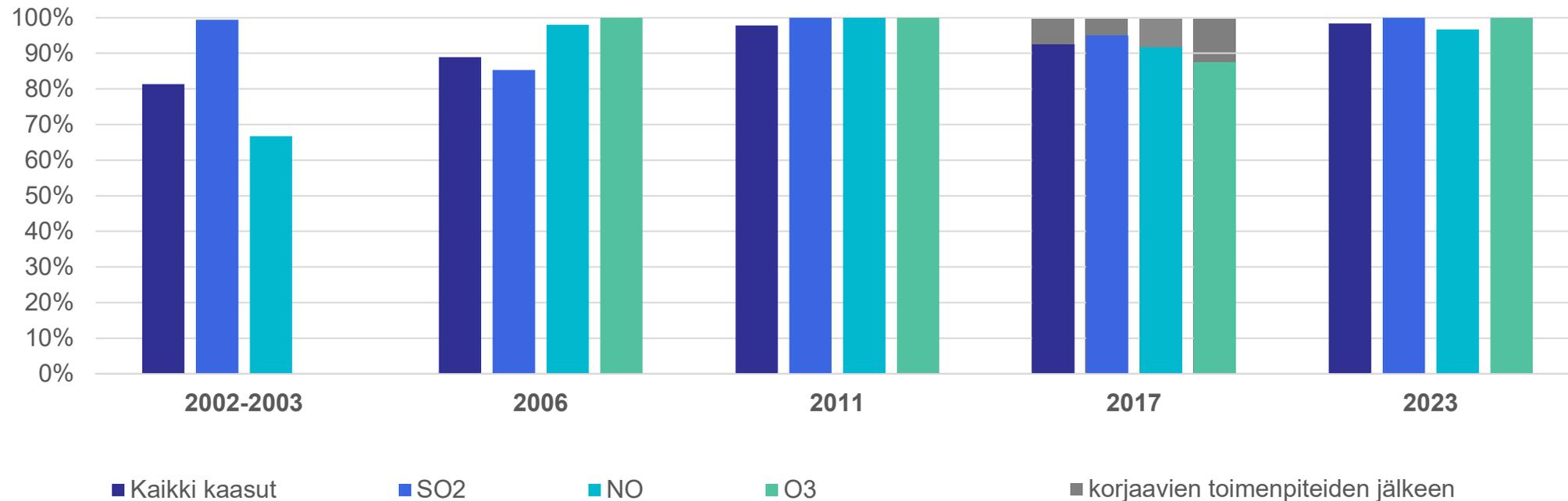


O₃-vertailu: Poikkeamat vertailuarvoista yhdistettynä mittausverkon ilmoittamaan mittausepävarmuuteen



Tulosten kehittyminen 2002 – 2023

Hyväksyttävien tulosten osuus on kasvanut: vuonna 2023 hyväksyttävien tulosten osuus 98,3 %.



Seuraava vertailu- ja auditointikierros: 2028?



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Seuraa meitä



<https://www.ilmatieteennlaitos.fi/raportit-ja-lomakkeet> (Raportit)

[Ilmanlaatu nyt - Ilmatieteen laitos](#)

[Kalibrointipalvelut - Ilmatieteen laitos](#)

katriina.kyllonen@fmi.fi

karri.saarnio@fmi.fi

kaisa.lusa@fmi.fi

enna.heikkinen@fmi.fi

