

Mitä kalibrointitodistus kertoo?

*Luotettavuutta päästökauppaan liittyviin mittauksiin
MIKES 21.9.2006*

Martti Heinonen

Tavoite

Laitteen kalibroinnista hyödytään vain jos sen tuloksia käytetään hyväksi.

- Mitä kalibrointi merkitsee?
- Mitä raportoidaan kalibrointitodistuksessa?
- Miten voin käyttää todistuksen tietoja?

Kalibroinnissa...

- määritetään mittalaitteen näyttämän ja vastaavan mittanormaanin arvon välinen yhteys...
- kalibrointiolosuhteissa...
- kalibrointihetkellä.

- Eli:
kun lämpömittari on kalibroitu, sen näyttämän perusteella tiedetään, mikä on kohteen lämpötila...
 - vai tiedetäänkö?

Kalibroinnin tuloksena saadaan...

- korjaus/virhe eri mittauspisteissä
 - korjauskäyrä/virhekäyrä
 - uudelleen lasketut vakioiden arvot tai
 - toteamus asetettujen kriteerien täyttymisestä
-
- Kalibrointitulos sisältää aina epävarmuuden.

Kalibrointitodistus kertoo

- kalibroinnin tuloksen (epävarmuus mukaan lukien)
- kalibrointiolosuhteista
- kalibrointiajankohdan
- onko laitetta viritetty
(ja yleensä virityksen vaikutuksen, jos on tehty)
- jäljitettävyyden

Kalibrointitodistus ei kerro

- miten laite toimii erilaisissa olosuhteissa
- miten laite käyttäytyy pidemmällä aikavälillä
- milloin laite pitää kalibroida uudelleen
- soveltuuko laite asiakkaan käyttökohteeseen

Voinko käyttää todistuksen tuloksia?

- Siirtyikö kalibroinnissa jäljitettävyys?
- Kattoiko kalibroinnin tarvittavan mittausalueen?
- Vastasiko kalibrointitilanteen olosuhteet riittävästi käyttöolosuhteita?
 - Jos ei, voiko erilaisten olosuhteiden vaikutuksen ottaa muuten huomioon?
- Onko kalibroinnista kulunut liian pitkä aika?

Kalibrointitulosten hyödyntäminen

- Esim. 1

Kalibrointitulokset

Kalibrointilämpötila = mittanormaalien lämpötila (°C)	Kalibroitavan mittarin näyt- tämä (°C)	Korjaus kalib- roitavan näyt- tämään (°C)	Kalibroinnin laajennettu epävarmuus (°C) ($k=2$)
+ 37,0	+ 36,7 °C	+ 0,3 °C	0,3
+ 74,0	+ 73,4 °C	+ 0,6 °C	0,3

Lämpömittarin keskimääräinen näyttämä = 73,2 °C

Todellinen keskimääräinen **anturin** lämpötila = 73,2 °C + 0,6 °C = 73,8 °C
(olettaen, että laite on pysynyt keskimäärin stabiilina)

Tuloksen epävarmuus =
$$k \cdot \sqrt{\left(\frac{0,3\text{°C}}{2}\right)^2 + u_m^2}$$

missä

$k = 2$ yleensä, jos epävarmuus annetaan 95 %:n luottamustasolla

u_m = mittauksen standardiepävarmuus (sisältää mm. tulosten hajonnan, pitkän aikavälin stabiiliuden)

Kalibrointitulosten hyödyntäminen

- Esim. 1 jatkuu:

Kalibrointitulokset

Kalibrointilämpötila = mittanormaalien lämpötila (°C)	Kalibroitavan mittarin näyt- tämä (°C)	Korjaus kalib- roitavan näyt- tämään (°C)	Kalibroinnin laajennettu epävarmuus (°C) ($k=2$)
+ 37,0	+ 36,7 °C	+ 0,3 °C	0,3
+ 74,0	+ 73,4 °C	+ 0,6 °C	0,3

Kaasun todellinen lämpötila piipussa riippuu lisäksi mm. lämpötilajakaumasta kohteessa/anturin sijoituksesta ja lämmön siirtymisestä anturia pitkin.

Nämä vaikuttavat ainakin epävarmuuteen, mutta usein myös keskimääräiseen arvoon.

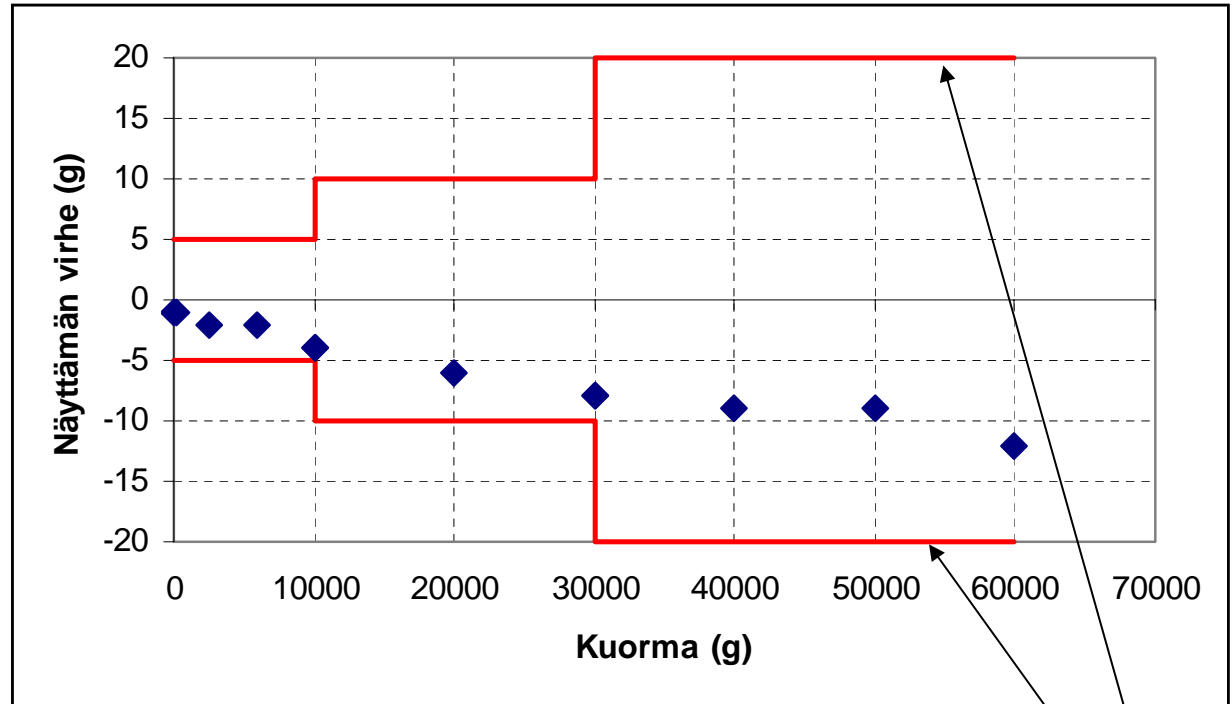
Kun määritetään kaasun keskimääräinen **tilavuusvirta** ja sen epävarmuus, käytetään laskennassa kaasun todellista lämpötilaa (keskimääräinen arvo ja epävarmuus).

Lämpömittarin todellinen stabiilius pitkällä aikavälillä määritetään vertaamalla peräkkäin saatuja kalibrointituloksia toisiinsa.

Kalibrointitulosten hyödyntäminen

- Esim. 2

Vaa'an kalibrointi



Vaakaa käytetään vain alueella 10 kg ... 30 kg.

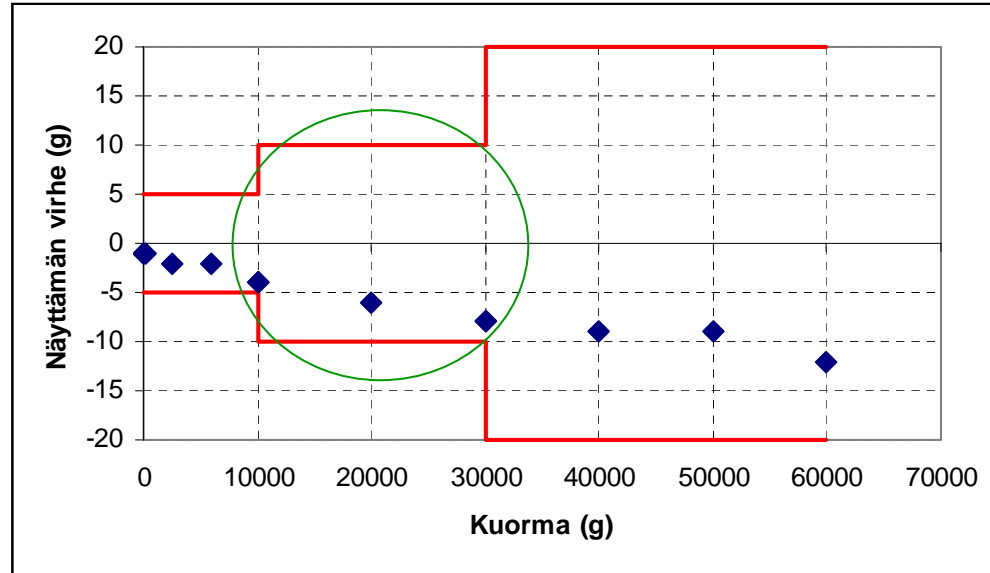
Vaa'an lukemaan ei haluta tehdä käytön aikana korjauksia eli näyttämän virheen oletetaan olevan keskimäärin nolla.

Kalibroinnin epävarmuus

Kalibrointitulosten hyödyntäminen

- Esim. 2 jatkuu

Koska näyttämän virheen oletetaan olevan keskimäärin nolla, kalibrointitulokset vaikuttaa mittaustuloksen epävarmuuteen kahdella tavalla:



1) Kalibroinnin epävarmuus: $u_{u_C} = 10 \text{ g} / 2 = 5 \text{ g}$

2) Kalibroinnissa havaitun keskimääräisen virheen poisjättämisestä aiheutuva

epävarmuus:

$$u_C = \frac{\text{maks. virhe}}{\sqrt{3}} = \frac{8 \text{ g}}{\sqrt{3}} = 4,6 \text{ g}$$

Kalibrointitulosten hyödyntäminen

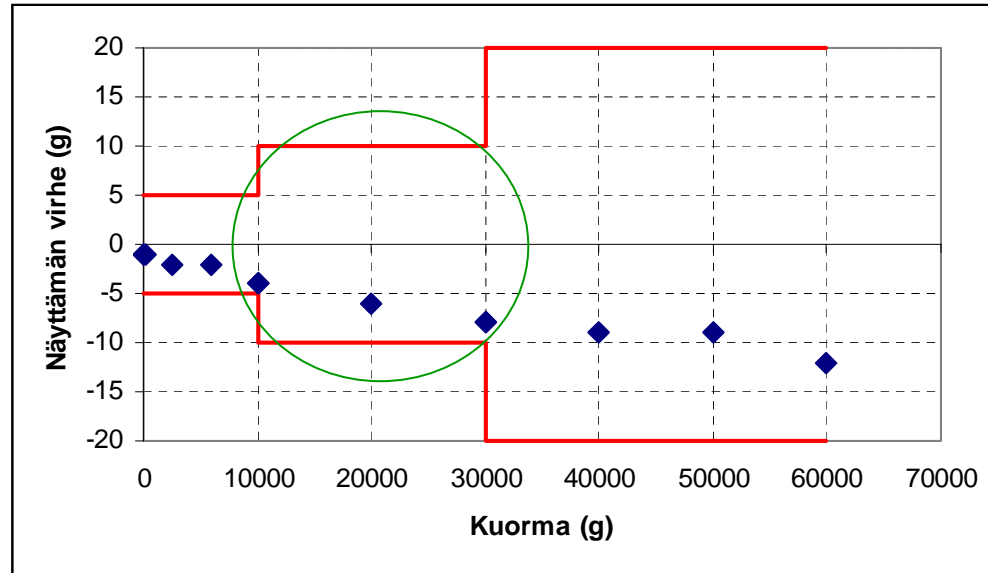
- Esim. 2 jatkuu

Eli jos vaa'an näyttämä on keskimäärin 230,40 kg, mittaustuloksen epävarmuus on 95 %:n luottamustasolla:

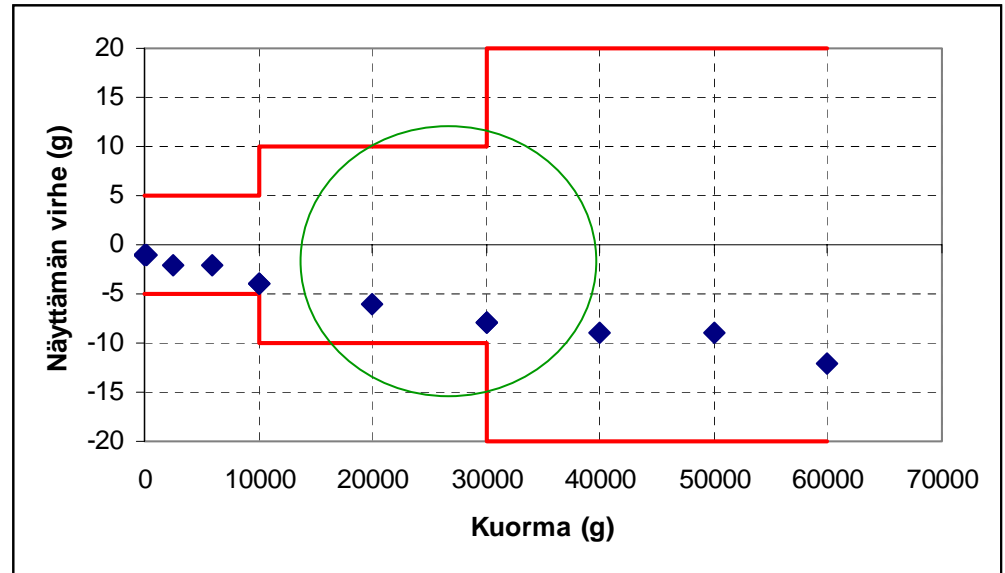
$$U = 2 \cdot \sqrt{(5 \text{ g})^2 + (4,6 \text{ g})^2 + u_m^2}$$

Epävarmuus kalibroinnista

Epävarmuus mittauksen aikana vaikuttavista epävarmuuslähteistä sekä vaa'an epästabiiliudesta pitkällä aikavälillä



Kalibrointitulosten hyödyntäminen



- Usein halutaan käyttää kiinteitä arvoja.
- Tällöin nämä arvot toimivat kalibrointituloksen hyväksymisrajoina.
- Hyväksymisraja **sekä** keskimääräiselle virheelle **että** sen epävarmuudelle
- Saataessa uusi kalibrointitodistus on tärkeä tarkistaa, että tulokset täyttävät hyväksymisrajat.

Kiitos!