

## Menorajan periaate

Maksimimateriaalin, vähimmäismateriaalin ja vastavuoroinen materiaalivaatimus

*Heikki Lehto*

## Maksimimateriaali, vähimmäsmateriaali ja vastavuoroinen materiaalivaatimus

- Mitä menorajan periaate tarkoittaa?
- Mitä merkinnät tarkoittavat?
- Mitä standardin termit tarkoittavat?
- Miksi standardin sisältöön kannattaa tutustua ja sen käyttöä yrityksessä edistää?
- Esimerkki

## Ennen ja nyt

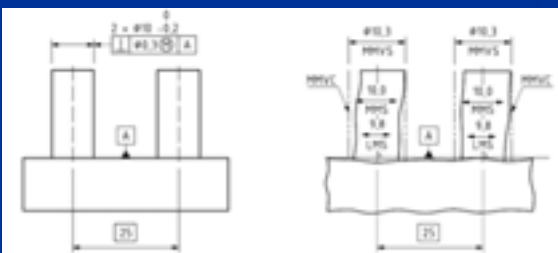
- Ennen oli:
  - Menorajan periaate SFS 2105:1976
- Nyt on: SFS-EN 2692:2007
  - Maksimimateriaalin vaatimus = Menorajan periaate
  - Vähimmäismateriaalivaatimus
  - Vastavuoroinen materiaalivaatimus

## Mihin standardilla pyritään

- Vaihtokelpoisia tuotteita
- Toimivia tuotteita
- Valmistus mahdollisimman edullista
  - Tuotannon käytettävissä olevat toleranssit maksimissaan
  - Päätöksenteko selkeää
  - Mittaukset mahdollisimman yksinkertaiset

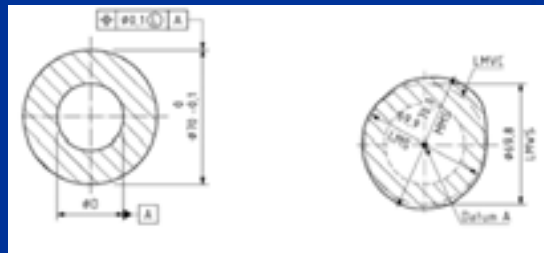
## Mitä merkinnät tarkoittavat?

- Merkintä  $\textcircled{M}$  = Maksimimateriaalivaatimus
- Geometrinen toleranssi saa ylittyä, jos mittatoleranssi ei ole maksimimateriaali mitassa



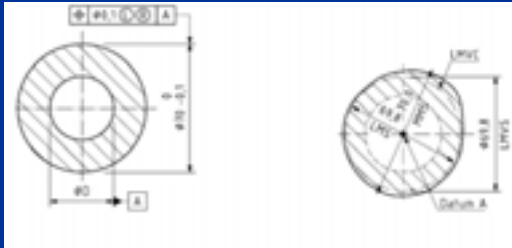
## Mitä merkinnät tarkoittavat?

- Merkintä  $\textcircled{L}$  = Vähimmäismateriaalivaatimus
- Geometrinen toleranssi saa ylittyä kunhan seinämän paksuus ei alitu suunnitellusta



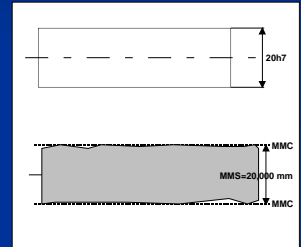
## Mitä merkinnät tarkoittavat?

- Merkintä  $\textcircled{R}$  = Vastavuoroinen materiaalivaatimus
- Mittatoleranssi saa ylittyä, jos geometrinen toleranssi ei käytä koko aluettaan



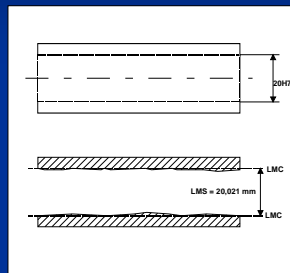
## Standardin SFS-EN ISO 2692:2007 termit

- **MMC = menoraja**
  - tarkasteltavan mitatun elementin tila, jossa metallinen elementti on kokonaisuutena siinä rajamitassa, missä sen materiaali on maksimissaan, esim. minimihalkaisijainen reikä ja maksimihalkaisijainen akseli
- **MMS = menorajan mitta**
  - mitta, joka määrää elementin menorajan



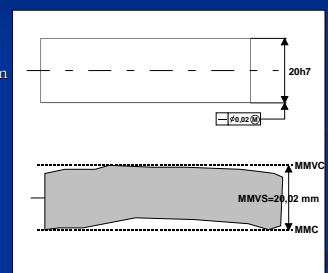
## Standardin SFS-EN ISO 2692:2007 termit

- **LMC = minimiraja**
  - tarkasteltavan mitatun elementin tila, jossa elementti on kokonaisuutena siinä rajamitassa, missä sen materiaali on minimissään, esim. maksimihalkaisijainen reikä ja minimihalkaisijainen akseli.
- **LMS = minimirajan mitta**
  - mitta, joka määrää elementin minimirajan



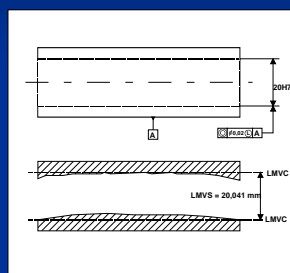
## Standardin SFS-EN ISO 2692:2007 termit

- **MMVS = laskennallisen menorajan mitta**
  - mitta, joka muodostetaan mitallisen elementin menorajan mitan, MMS, ja saman mitallisen elementin laskennalliselle elementille annetun geometrisen toleranssin (muoto, suunta ja asema) yhteisvaikutuksesta
- **MMVC = laskennallinen menoraja**
  - laskennalliseen menorajan mittaan MMVS liittyvän elementin tila



## Standardin SFS-EN ISO 2692:2007 termit

- **LMVS = laskennallisen minimirajan mitta**
  - mitta, joka muodostetaan mittaelementin minimirajan mitan, LMS, ja saman mittaelementin laskennalliselle elementille annetun geometrisen toleranssin (muoto, suunta ja asema) yhteisvaikutuksesta
- **LMVC = laskennallinen minimiraja**
  - laskennalliseen minimirajan mittaan LMVS liittyvän elementin tila



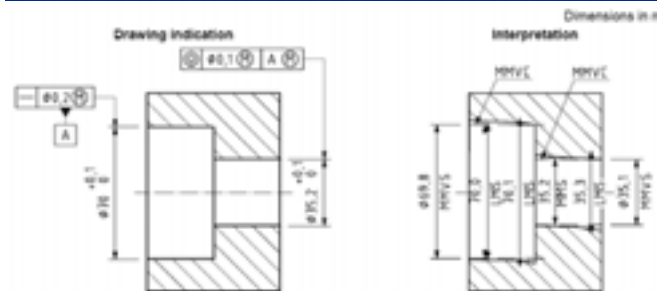
## Maksimimateriaalin vaatimus

- **MMR = maksimimateriaalin vaatimus**
  - vaatimus mitalliselle elementille, joka määrittelee samantyyppisen ja virheettömän geometrisen elementin olennaiselle ominaisuudelle (mitta) annetulla arvolla, joka on sama kuin MMVS, joka rajoittaa epätäydellisen muotoista elementtiä materiaalin ulkopuolelta.
  - Voi kohdistua toleroituun elementtiin ja/tai peruselementtiin

## Maksimimateriaalin vaatimus

- Jos maksimimateriaalivaatimukseen ei liity vastavuoroista materiaalivaatimusta mittatoleranssista ei paikallisestikaan saa poiketa
- Laskennallista menorajaa ei saa ylittää
- Useamman kuin yhden elementin tapauksessa laskennallisten menorajojen paikka ja asento määräytyy teoreettisesti oikein
- Standardissakin voi olla virheitä

## Standardin kuva 7b)



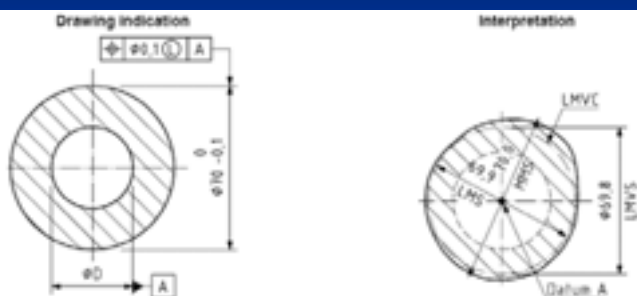
## Vähimmäismateriaalin vaatimus

- **LMR = vähimmäismateriaalin vaatimus**
  - mitalliselle elementille, joka määrittelee samantyyppisen ja virheettömän muotoisen geometrisen elementin olennaiselle ominaisuudelle (mitta) annetulla arvolla, joka on sama kuin LMVS, joka rajoittaa epätäydellisen muotoista elementtiä materiaalin sisäpuolelta.

## Vähimmäismateriaali vaatimus

- Jos vähimmäismateriaalivaatimukseen ei liity vastavuoroisuuden vaatimusta mittatoleranssista ei paikallisestikaan saa poiketa
- Laskennallista minimirajaa ei saa ylittää
- Useamman kuin yhden elementin tapauksessa laskennallisten minimirajojen paikka ja asento määräytyy teoreettisesti oikein

## Standardin kuva 5a)



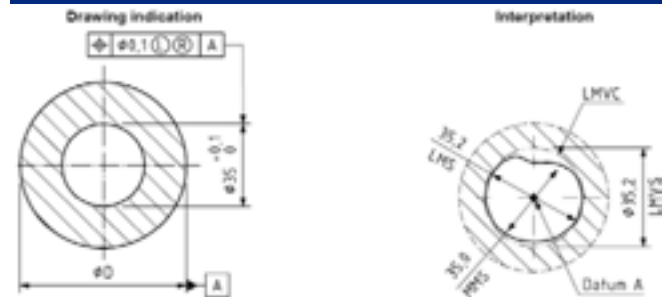
## Vastavuoroinen materiaali-vaatimus

- **RMR = vastavuoroinen materiaalivaatimus**
  - lisävaatimus mitalliselle elementille, jota käytetään maksimimateriaalin vaatimuksen, MMR, tai vähimmäismateriaalin vaatimuksen, LMR, lisäksi ilmoittamaan, että mittatoleranssiin on lisätty geometrisen toleranssin ja todellisen geometrisen poikkeaman välinen erotus

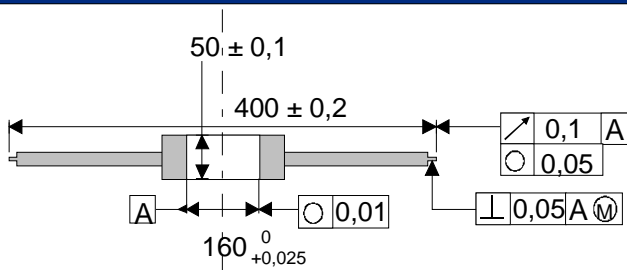
## Vastavuoroinen materiaalivaatimus

- Jos mitalliselle elementille määriteltyä maksimimateriaalirajaa tai minimimateriaalirajaa ei loukata voidaan maksimimateriaalimittaa tai minimimateriaalimittaa kasvattaa toleroidun poikkeaman ja todellisen poikkeaman erotuksella
- Laskennallista maksimimateriaalirajaa tai minimirajaa ei saa ylittää
- Useamman kuin yhden elementin tapauksessa laskennallisten maksimimateriaalirajojen tai minimirajojen paikka ja asento määräytyy teoreettisesti oikein

## Standardin kuva 5f)



## Laakerikilpi



## Toleranssit ja mittausepävarmuus

- Kohtisuoruus toleranssi
  - ei maksimimateriaalivaatimusta --- 0,05 mm
  - maksimimateriaalivaatimus --- 0,05 ... 0,25 mm
- Mittausepävarmuus 29  $\mu\text{m}$
- Valmistuksen käytettävissä
  - ei maksimimateriaalivaatimusta  $50 - 29 = 21 \mu\text{m}$
  - maksimimateriaalivaatimus (enintään)  $250 - 29 = 221 \mu\text{m}$  ja (keskiarvolla)  $(100+50)/2 - 21 = 121 \mu\text{m}$

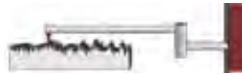
## Mittaukset ja menorajan periaate

- Päätös hyväksymisestä ja hylkäämisestä voidaan tehdä mittauksen yhteydessä
- Toiminnallisten tulkien käyttö edellyttää menorajan periaatteen merkintää piirustuksissa
- Kehittyneillä koordinaattimittauskoneilla tulokset voidaan analysoida menorajan periaatteen mukaisesti

## Mihin standardilla pyritään

- Vaihtokelpoisia tuotteita
- Toimivia tuotteita
- Valmistus mahdollisimman edullista
  - Tuotannon käytettävissä olevat toleranssit maksimissaan
  - Päätöksenteko selkeää
  - Mittaukset mahdollisimman yksinkertaiset

## Pinnankarheus - Pinnan ominaisuudet



- Björn Hemming
- MIKES (Mittatekniikan keskus)



- Tekniikantie 1
- 02150 Espoo

## Sisältö

- ISO 4287:1997  
Tämän päivän parametrit
- ISO 11562:1996  
Suodatus Gauss suotimella
- ISO 1302:2002  
Merkintä piirustukseen
- Tulevaisuus  
ISO 16610, suodattimet  
ISO 25178, 3D parametrit

## Johdanto pinnankarheuteen

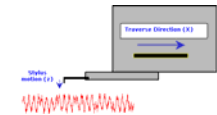


## Pinnankarheusmittareiden Rakenneratkaisu

Liukukenkä



Tarkka johde,  
mahdollistaa myös  
muodonmittauksia

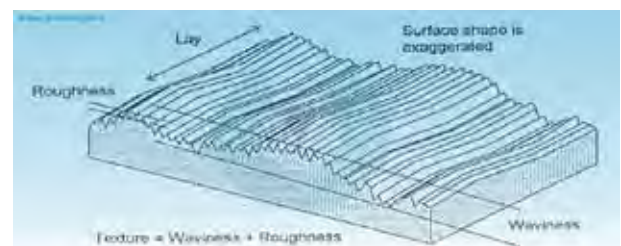


## Johdanto pinnankarheuteen

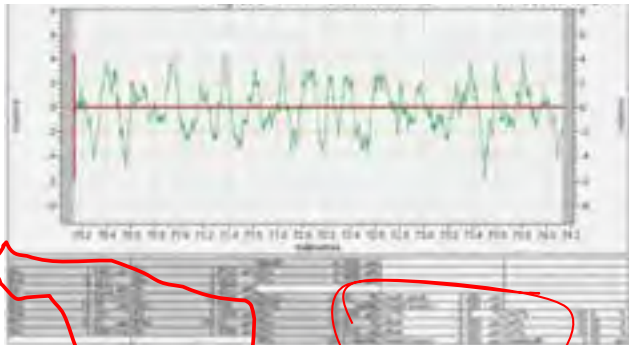


## Pinnan kuvaaminen yhdellä tai kahdella luvulla on mahdoton tehtävä

- Pinnat monipuolisempia kuin Ra-luku
- Pinnan ominaisuus asia kuin laajempi kuin pinnankarheus



Pinnankarheusparametrejä onkin paljon



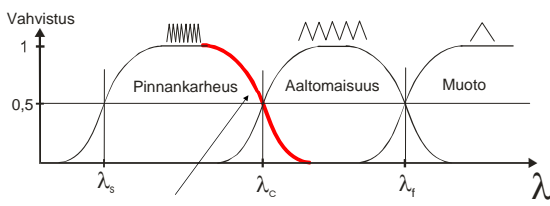
ISO 4287

ISO 13565

Viime 10 vuotta näillä pärjasi pitkälle

- ISO 4287:1997  
Tämän päivän parametrit
- ISO 4288:1996  
Mittausjaksot ja mittaaminen
- ISO 11562:1996  
Suodatus Gauss suotimella
- ISO 1302:2002  
Merkintä piirustukseen

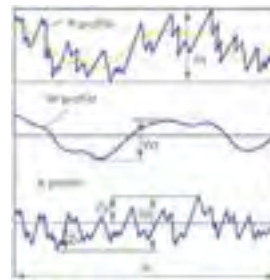
ISO 4287 erottaa kolme aluetta suodatukselle



ISO 11562 määrittelee suodatinta

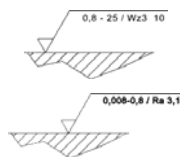
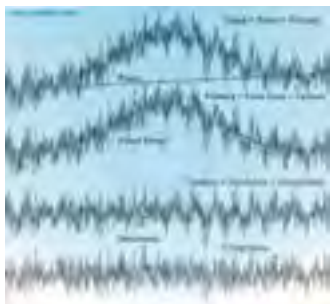
$\lambda_c = \text{lamda-c} = L_c = \text{mittausjakso} = \text{"Cut-Off"}$

ISO 4287 Profiilista kolme käyrää



- P-profiili - todellinen pinta, ei sähköistä suodatusta
- W-profiili - aaltomaisuus, pinnankarheus suodatuu tehokkaasti
- R-profiili - karheusprofiili, muotovirheet suodatuvat tehokkaasti
- Pinnankarheus ollut pitkään R-profiiliin perustuva

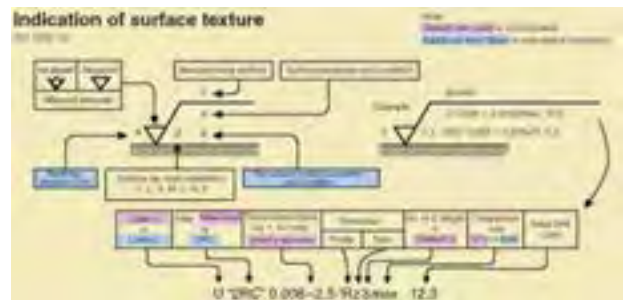
Suodatus ja merkinnät, ISO 4287 ja ISO 1302



Pintaprofiilin jakaantuminen eri pituisiin aaltoihin.

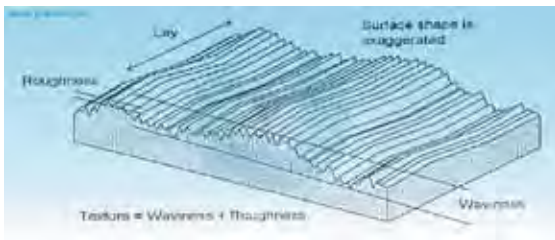
Onko kukaan nähnyt näitä 10 vuotta vanhoja merkintöjä käytettynä ?

ISO 1302 Pinnankarheuden ilmoittaminen

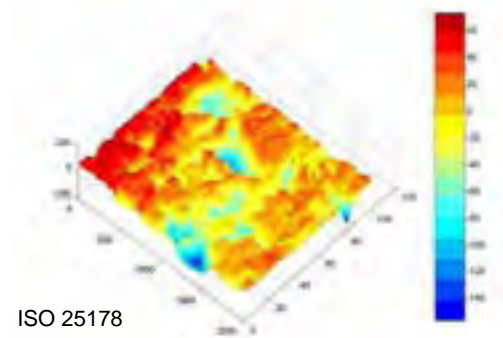


Knoppi: Rz3 aivan eri asia kuin R3z

### 2D vai 3D, kumpi parempi



### 3D Mittaus tulossa ?



ISO 25178

### 3D mittaukset kuulostaa hyvältä

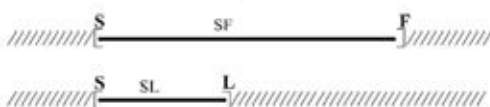
- Uusi mittalaitteita kehitetään
- 3D mittaus kenties halpenee joku päivä
- Pinta antaa enemmän kuin profiili
- Liukuvien pintojen ilmiöiden ymmärrys
- Kehitys johtaa siihen että:  
**UUSIA STANDARDEJA LAADITTAAN**

### 3D Pinnan ominaisuuksien standardeja tulossa ja paljon

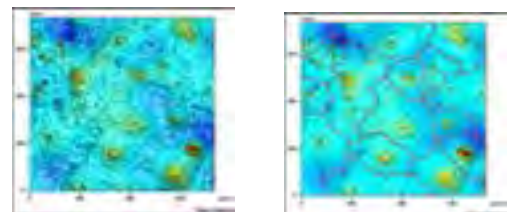
- **Tärkein ISO 25178**  
Tällä hetkellä julkaistu ISO 25178-6:2010 Surface texture: Areal -- Part 6: Classification of methods for measuring surface texture
- **Tukena uudet ISO 16610 suodatukset**
  - 16610-1:2006- Filtration -- Part 1: Overview and basic concepts
  - 16610-20:2006-- Filtration -- Part 20: Linear profile filters: Basic concepts
  - 16610-22:2006-- Filtration -- Part 22: Linear profile filters: Spline filters
  - 16610-29:2006- Filtration -- Part 29: Linear profile filters: Spline wavelets
  - 16610-30:2009- Filtration -- Part 30: Robust profile filters: Basic concepts
  - 16610-32:2009- Filtration -- Part 32: Robust profile filters: Spline filters
  - 16610-40:2006- Filtration -- Part 40: Morphological profile filters: Basic concepts
  - 16610-41:2006- Filtration -- Part 41: Morphological profile filters: Disk and...
  - 16610-49:2006- Filtration -- Part 49: Morphological profile filters: Scale space...

### ISO 25178 poimintoja

- Jossain määrin yksinkertaisesti 2D parametrien 3D laajennus  
Ra -> Sa, Rz -> Sz
- Ikävästi menee -90 luvun 2D-suodatukset uusiks



### ISO 25178 poiminta: Piirteiden luokittelu



- ISO 25178-3 uutta ajattelua piirteiden merkitsemiseen
- Piirustusmerkintä : FC;H;Wolfprune:10%;Closed:15%;Count;Sum

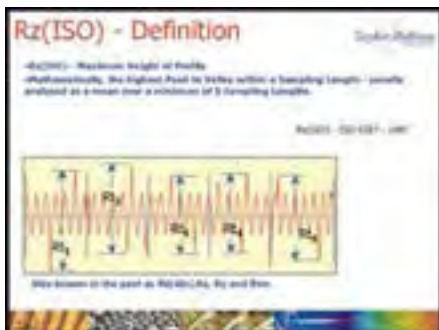
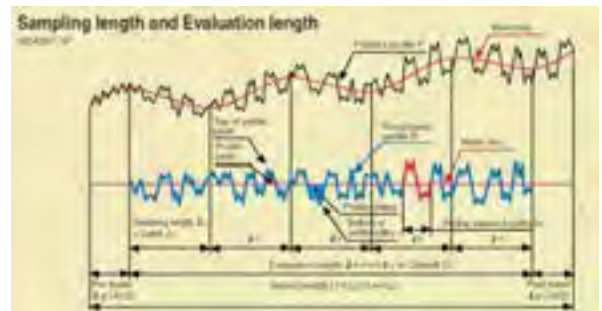
**Yhteenveto**

- Pinnankarheus muodostaa oman, erikoisen sekä vaikean aihepiirin.
- Pinnankarheus on hyvä esimerkki kuulusta standardien antamien mahdollisuuksien ja käytännön välillä
- Suunnittelijoille osaamishaaste: voitelu, kitka, tiivistäminen...
- Uuteen (ISO 25178) ei kannata suoraan hypätä ellei halua olla edelläkävijä
- Tuntuu siltä että jos 10 vuotta vanhoja standardeja (ISO 4287 ja ISO 1302) pystyttäisiin hitaasti omaksumaan olisi tilanne melko tyydyttävä

**Kiitos mielenkiinnosta**

• LISÄMATERIAALIA

**Pinnankarheusparametrejä**



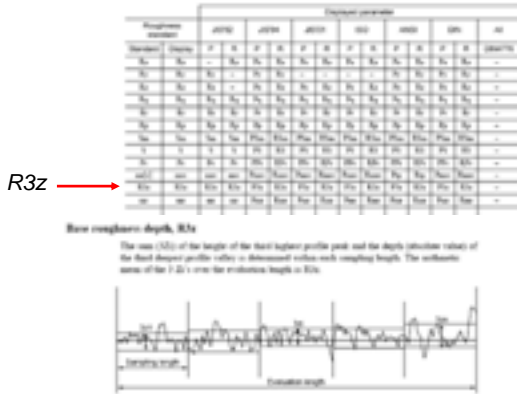
ISO 4287:1997 määrittelee Rz suurimman huipun ja matalimman laakson korkeuseroksi mittausjaksolla. Määritelmä on vastaava kuin standardissa DIN 4768, ja voidaan sanoa että Rz(ISO 4287:1997) vastaa Rz(DIN). Mittaukseen kuuluu yleensä viisi mittausjaksoa, ja viidestä mittausjaksosta lasketaan keskimääräinen Rz. Yhdestä mittausjaksosta haetaan siis vain yhtä pisteparia.



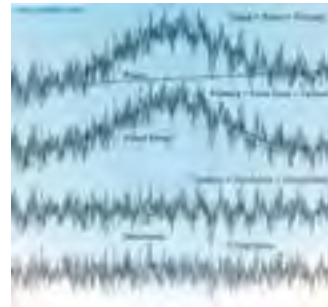
Parametrille Rz löytyy useita erilaisia standardeja sekä toteutuksia. Vanha ISO 10 pisteen korkeusparametrin on määritelty ISO 4287:1984 standardissa, sekä JIS B 0601:1994 standardissa. Voidaan sanoa että Rz(JIS) vastaa Rz(ISO 4287:1984) määritelmää. Tämä Rz lasketaan mittausjaksolle (vrt. kuvaan merkitty "cut-off") eli esim. 0,8 mm pituiselle matkalle haetaan viisi matalinta ja viisi korkeinta pistettä



R3z, Mitutoyo Surfptest SJ-201



Suodatus ja kappaleen pinta



Pintaprofiilin jakaantuminen eri pituisiin aaltoihin.

ISO 1302 Pinnankarheuden ilmoittaminen

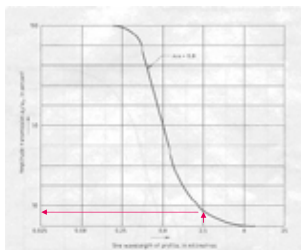


Suodatus

Aallonpituudet ja mittauskoneet mittaajan näkökulmasta.

- Entäs suunnittelijan näkökulmasta ?

Suodatus ISO11562



Jos pinnankarheusprofiilissa on laakso, jonka pituus on 0,5 mm, on laakson edustama aallon-pituus 1 mm.

Katsomalla Gauss-suodattimen vaimennuskäyrää nähdään, että esim. 1 mm pituinen aalto vaimentuu suuruuteen 40 %

2.5 mm pituinen aalto vaimentuu suuruuteen 8 %.

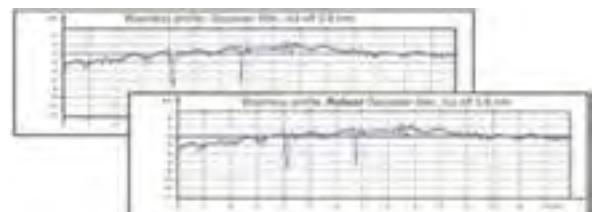
Gauss-suodattimen amplitudivaste pinnankarheudelle mittausjaksolle 0,8 mm.

Suodatus ja pintavirhe, Gauss-suodin

ISO-11562 Gauss-suodin toimii huonosti syvän uran kohdalla.

Uusi ISO 16610 tuo parannuksia "Robust Gauss"

Mutta mihin tarvitaan ne 20 muuta suodinta (splini, wavelet, morfologinen...)





# Nykyaikaisella valmistustekniikalla saavutettava tarkkuus

GPS-teemapäivä 6.5.2010

Prof. Paul H. Andersson

**Paul H. Andersson**  
TkT, Professori  
Vaarantori

Torkkokoulunkatu 6  
FI-33101 TAMPERE  
Puhelin: +358 33 7972  
E-mail: [paul.andersson@utu.fi](mailto:paul.andersson@utu.fi)  
[www.p3.utu.fi](http://www.p3.utu.fi)

## Sisältö

- Johdanto
  - Tarkkuuden termit
- Valmistustarkkuuteen vaikuttavat tekijät
- Nykyaikainen tarkkuuden hallinta:
  - Kompensointi
  - Tarkat koneet
- Yhteenveto



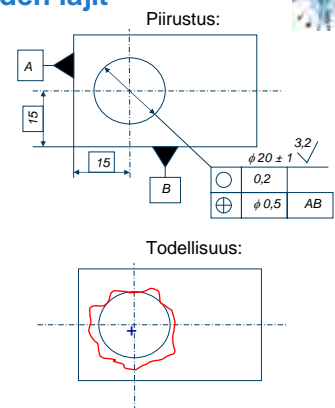
## Johdanto

## Tarkkuus- ja muita vaatimuksia

- Yhä monimutkaisempien geometrioiden valmistus (asymmetriset pinnat, kaksoiskaarevat elementit)
- Äärimmäinen tarkkuus ja pinnankarheus (PV 0.05  $\mu\text{m}$  over 25 x 25 mm, Ra < 1 nm)
- Uusien materiaalien koneistus
- Nopea läpäisy
- Kustannustehokas kokonaisuus

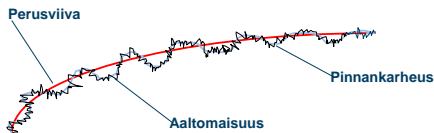
## Tarkkuuden lajit

- Muodon poikkeamat
- Paikan poikkeamat
- Mittatarkkuus
- Pinnanlaatu



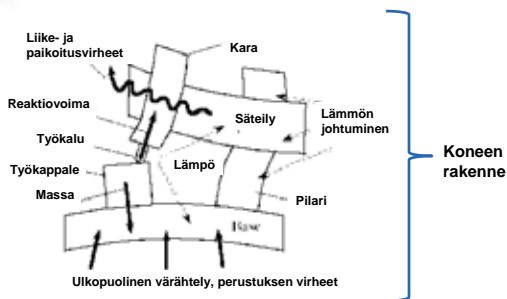
## Pinnanlaatu

- **Muotovirhe** (pitkäaallonpituiset poikkeamat)
  - työstökoneen johteen suuruusvirhe
- **Aaltomaisuus** (työstön virheistä aiheutuvat lyhytaallonpituiset poikkeamat)
  - työkappaleen ja hiomalaikan väliset värähtelyt
- **Pinnankarheus** (työstöstä aiheutuvat pinnan mikrotekstuuriin poikkeamat)
  - terän jäljet sorvatussa pinnassa
  - hiomarakeiden jättämät urat hiotussa pinnassa



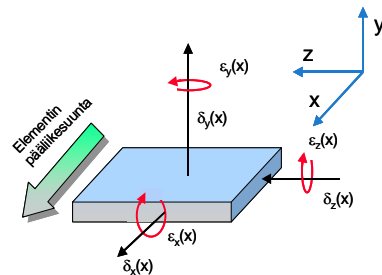
## Valmistustarkkuus

## Työstökoneen virhelähteitä

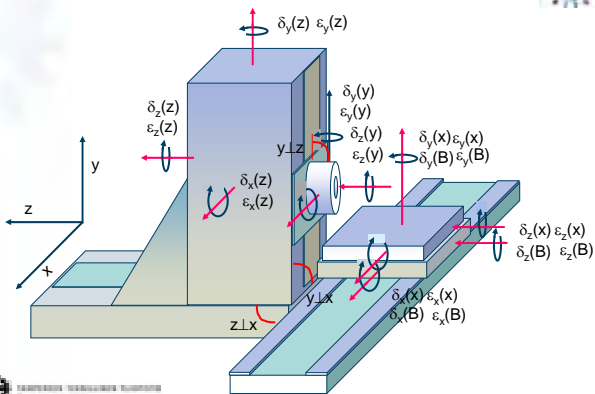


Oiwa et al 2009

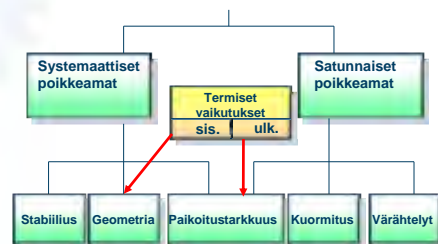
## Elementin kuusi vapausastetta



## Koneistuskeskuksen vapausasteet

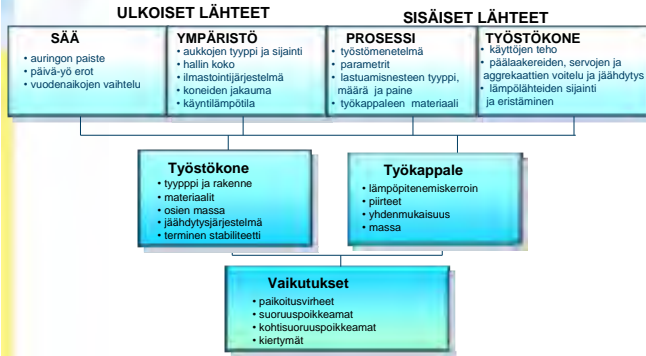


## Työstön (koneen) tarkkuus

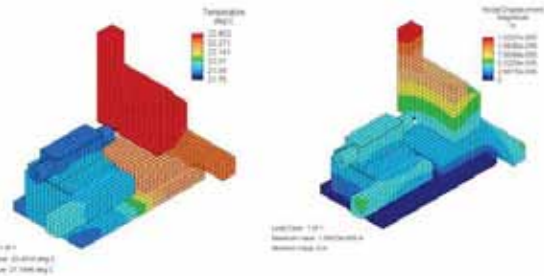


VDI/DGQ 3441

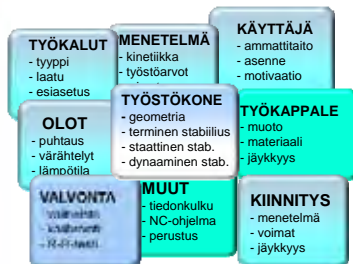
## Olojen vaikutus työstötarkkuuteen



## Lämpömuutosten mallinnus



## Työstön tarkkuuteen vaikuttavat tekijät



## Työstökoneen poikkeamat



## Tarkkuuden tekijöitä

- **Tarkkuuteen ja toistuvuuteen vaikuttavat**
  - Kaikkien elementtien geometriavirheet
  - Kinemaattiset virheet
  - Työkappaleen massan aiheuttamat virheet
  - Lämpöpiteneismen virheet
  - Dynaamiset virheet
  - Sääto (kalibrointi-) virheet
  - Laskennan virheet (interpolaatio- ym.)
- **Pienimpään inkrementtiin vaikuttaa**
  - Mittalaitteiden laatu
  - Ohjaimen taso
  - Kitka (stick-slip efekti)
  - Käännemitta

## Poikkeamien kompensointi

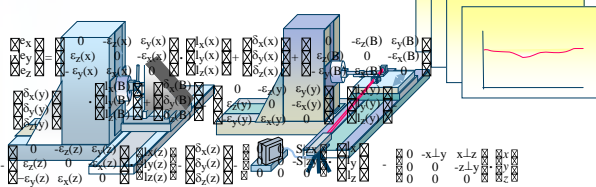
## Työstökoneen mittaus



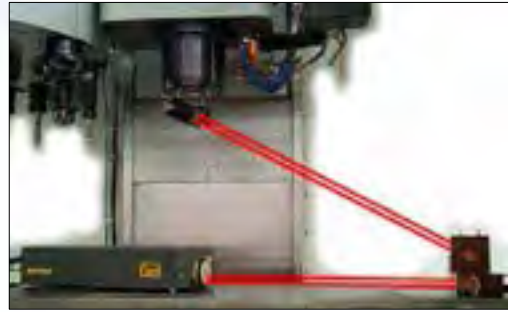
**Geometria:** mitataan työstökoneen työstövaruuden geometria-poikkeamat (suoruus, kohtisuoruus, heitot, kiertymät)

**Paikoitus:** mitataan koneen ohjattavien akselien fyysisten elementtien paikoitusvirheet

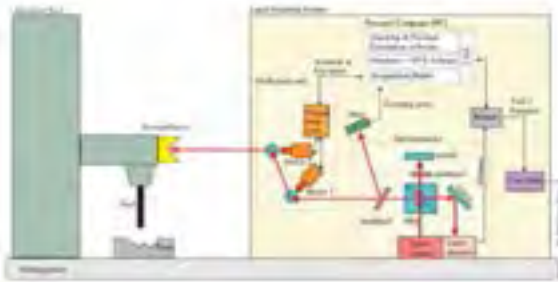
Laaditaan työstövaruuden poikkeamien matemaattinen malli



## Volumetrinen mittaus



## Laser Tracker



## Laser Tracker



## Paikoituksen kompensointi

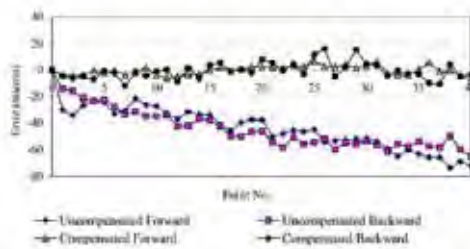
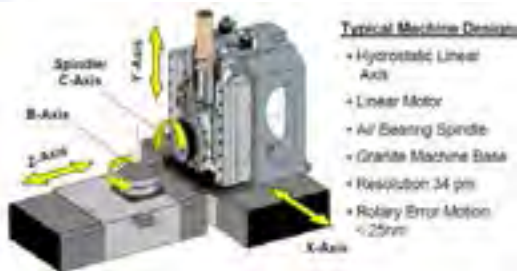


Fig. 10. Position error compensation of line 2 in forward and backward direction.



## Tarkat koneet

## Ultratarkka koneistuskeskus (Moore)



### Typical Machine Details

- Hydrostatic Linear Axis
- Linear Motor
- Air Bearing Spindle
- Granite Machine Base
- Resolution 34 nm
- Rotary Error Motion <math>< 25\text{nm}</math>

Badrawy 2009

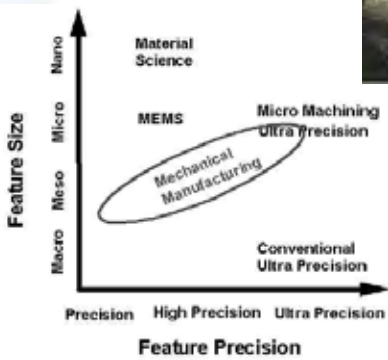
## Ultratarkka koneistuskeskus (Moore)



Nanotech® 350FG  
3, 4or 5 - axes  
Freeform Generator  
Swing Capacity of 350 mm

Badrawy 2009

## Mikrovalmistus



Vogler 2005

## Mikrotyöstökone

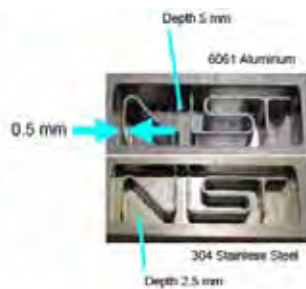


### Machined Flexure for a Micro scale Force Transducer



Damazo 2005

## Mikrotyöstökone



Work volume: micron to 25 mm cubed with High speed spindle (10,000 to 40,000 rpm)

Damazo 2005

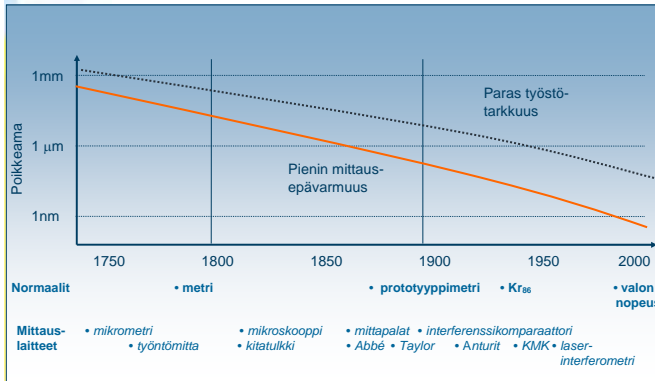
## Mikrotyöstökone

Machining Principle	Mechanical rotation (sharpened cutting edge)	Removal Rate/Machining Time	Medium: 1000 Hours, 100000
Tool Type	end-mill	Minimum Structure Details	15 μm (sub-μm for SPD milling)
Tool Material	Carbide, HSS, Diamond	Maximum Aspect Ratio	Typ: 10
Min. Tool Size	~80 μm - 125 μm	Accuracy	1 - 2 μm (sub-μm for SPD milling)
Workpiece material	Aluminum, Steel, Titanium, Inconel, etc.	Surface Finish (Ra)	~0.1 μm

SPD: single point diamond

Damazo 2005

## Yhteenveto



1 / 13

## Mittauskyvyn riittävyys MIKES 6.5.2010



Heikki Tikka  
TTY, Tuotantotekniikan laitos (TTE)  
PL 589, 33101 Tampere  
heikki.tikka@tut.fi  
040 5567873  
www.tut.fi/TTE

TTE Tuotantotekniikan laitos

2 / 13

## SISÄLTÖ

Mittauskyky, mittausprosessin tekijöitä,  
Mittausepävarmuus (U) pitää tietää  
Mittausepävarmuuden suhde toleranssiin  
KMK vertailun yhteenveto 2010

TTE Tuotantotekniikan laitos

3 / 13

## MITTAUSKYKY ON USEAN TEKIJÄN SUMMA

**MITTAUSKYKY**

**MITTAUSPROSESSI**

**MITTAAJA**

**STABILIUUS**

**KOULUTUS**      **AUDIT-vertailumittaus**

**KIINNITYS**      **MITTAUS-EPÄVARMUUS**

**OHJELMISTO**      **KALIBROINTI**

**HUOLTO**      **JÄLJITETTÄVYYS**

**MITTALAITE**      **REFERENSSI-NORMAALIT**

**YMPÄRISTÖ**      **MENETELMÄ**

**KOHDE eli TYÖKAPPALE**      **VAATIMUKSET**

**MITTAUSKYKYLLÄ VOIDAAN YMMÄRTÄÄ ERI ASIOITA:**

- mittausepävarmuus
- mittauksen nopeus
- anturointi (koskettava, video laser)
- kappaleen koko ja paino
- automaatio
- robustisuus verstaalla
- ohjelmisto

TTE Tuotantotekniikan laitos

4 / 13

## MITTAUSEPÄVARMUUS (± U Uncertainty tai Unsicherheit) PITÄÄ TIETÄÄ!

Jäljitettävyyden suureen määrittelyyn nähden saadaan kalibroinnin kautta (akkreditoidut laboratoriot)

Luotettavat mittaustulokset (U), ei MUTUja

Kalibroimattomalla mittavälineellä ei voi mitata, koska U ei ole tiedossa

Reaaliset sovitteet. Ei varmuuden vuoksi tiukkoja vaatimuksia

Valmistuskustannukset alas, jos toleranssit (IT-aste) saadaan väljemmiksi

Osien vaihtokelpoisuus taattu. Kokoonpano onnistuu.

SPC on mahdollista. Valmistuksen Cpk, Cmk, Cp, Cm oikein

TTE Tuotantotekniikan laitos

5 / 13

## MITTAUSEPÄVARMUUS PITÄÄ TIETÄÄ!

Yleinen, mutta virheellinen, käytäntö mittaustulosten tarkastelussa on se, että ollaan tyytyväisiä kun mittaustulos on toleranssialueella.

Joskus suunnittelijat sisällyttävät virheellisesti epävarmuuden toleranssia-alueeseen.

Ei tarvita asiakkaan uusinta- ja vastaanottomittauksia

Ei turhia reklamaatioita.

Valmistukselle saadaan lisätilaa toleranssialueesta jos U on pieni.

Vastaanottotarkastukseen myös järjeä.

**Mittausepävarmuus mahdollistaa toisten saamien erilaisten tulosten hyväksymisen ja keskustelun!**

TTE Tuotantotekniikan laitos

6 / 13

## RIITTÄVÄ MITTAUSEPÄVARMUUS (U)

Käytännön mittausepävarmuus tarkoittaa mittausprosessin kokonaisepävarmuutta, ei vain mittalaitteen kalibrointitodistukseen kirjoitettua.

Kokonaisepävarmuudessa ovat mukana kaikki mittausprosessin epävarmuustekijät.

Epävarmuus omassa valmistuksessa pienentää toleranssialuetta (IT-aste) molemmin puolin U:n verran. Ts. valmistukselle jää osuus IT - 2U. Vastaaottotarkastuksessa hyväksyttävä mitta-alue suurenee IT + 2U.

Esim. KMK:n spekseissä on esitetty MittausVirhe, tai -Tarkkuus, tai -Epävarmuus eri aikakausina eri nimillä, mutta muoto on säilynyt samana:

vain yksi luku,  $U = \pm A \mu\text{m}$ ,  
tai kaavana, jossa mukana on mittauspituudesta riippuva osa,  $U = \pm (A + KL) \mu\text{m}$ .  
Kattavuuskerroin on ollut  $k=2$ , mikä vastaa ilmaisuja 95% varmuudella.

TTE Tuotantotekniikan laitos



## RIITTÄVÄ MITTAUSEPÄVARMUUS (U)

7 / 13

### RIITTÄVÄ MITTAUSEPÄVARMUUS U SAADAAN:

- valitaan mitattavista (esim. omista tuotepiirustuksista IT-aste) tiukin toleranssi

- se jaetaan 10:llä, jolloin saadaan vanhan tavan mukaan dekaadia pienempi kokonaismittausepävarmuus. Sitä kutsutaan myös taloudelliseksi mittausepävarmuudeksi. Sana taloudellinen johtuu siitä, että valmistuksen satsaus on moninkertainen verrattuna hyvään (tarkkaan) mittaussysteemiin. On taloudellisesti kannattavaa satsata myös hyvään mittaussysteemiin, jotta valmistukselle jää suuri osa toleranssialueesta.

- usein kuitenkin tiukka toleranssialue joudutaan jakamaan 5:llä, ja ääritapauksessa jopa 3:lla, koska muuten mittausepävarmuudesta tulisi käytännössä mahdottoman pieni.

Esimerkiksi halkaisija 55 h5 akselin toleranssialue IT 5 on 0.013 mm, jolloin 5:llä jakaen kokonaismittausepävarmuudeksi tulee  $\pm 0.0025$  mm. Sellaiseen pystyvän mittaussysteemin saattaisi pystyä rakentamaan. Taloudellinen U olisi  $\pm 0.0013$  mm, mikä konepajaolosuhteissa olisi jo mahdottoman pieni.



## KOKONAISMITTAUSEPÄVARMUUDEN MÄÄRITYS

Epävarmuustekijöiden neliöllinen summa

9 / 13

### ESIM.

Reiän HALKAIJAN 32 H7 mittaus mikrometrillä:

Toleranssin alaromitta on 0.000 ja yläromitta + 0.025 mm.

Tavoitemitta on 32.0125 mm ja IT-toleranssialue on  $\pm 0.0125$  mm  $\Rightarrow 0.025$  mm.

Ehdottomasti huonoin epävarmuus  $U = 1/3 IT = 1/3 \times 0.025 = 7 \mu\text{m}$ .

Taloudellinen  $U = 1/10 IT = 1/10 \times 25 \mu\text{m} = 2.5 \mu\text{m}$ .



TTE Tutkimuskeskus laitos

Höökä TAAU

## MITTAUSEPÄVARMUUDEN MÄÄRITTÄMINEN

8 / 13

R&R-Gage menetelmä (vain toistuvuudet ja uusittavuudet)

### Neliöllinen yhteenlasku

BIPM - Kansainvälinen paino- ja mittatoimisto [www.bipm.org](http://www.bipm.org)  
GUM - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement

EA-4/02: EA, European Co-operation for Accreditation:  
Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration  
1999, 79 pages

Vertailumittaus, Substitution Method ISO/TC3/WG10 (1996)  
ISO/DTR 15530 – 3 (2000)

### Kokeellisesti KMK-vertailun 2010 perusteella



TTE Tutkimuskeskus laitos

## KOKONAISMITTAUSEPÄVARMUUDEN MÄÄRITYS

Neliöllinen summa

10 / 13

Reiän 32 H7 mittausepävarmuus  $k=2$  tasolla ja neliöllisesti yhdistäen.

Tuloksia ei korjattu lämpötilaerolla eikä mikrometrin kalibrointikodituksen maksimivirheellä!

Toleranssialue H7 on 32 mm pituudelle 0 ... + 25  $\mu\text{m}$

Mittauksetulokset

1	2	3	4	5	6	ka	1s
32.054	32.055	32.054	32.051	32.05	32.051	32.0525	0.0021

Kaikki luvut mikrometreinä	u-tekijät ( $\mu\text{m}$ )
Nollauslaitteen epävarmuus $k=2$	1.50
Toistuvuus 2s	4.15
Laitteen kalibrointikodituksesta saatu maksimivirhe ( $\mu\text{m}$ )	5.00
ja kalibroinnin epävarmuus ( $k=2$ )	1.00
Lämpötilan keskim. ero 20 nähden oli 10 astetta.	
jolloin teräksellin muutos (11.5) 32 mm pituudella	3.52

Epävarmuustekijöiden neliöllinen summa ( $\mu\text{m}$ )

7.61

Halkaisija ja epävarmuus (mm) 32.05 0.008  $k=2$

REIKÄ ON SUSTI, sillä toleranssin vaatima maksimikoko on 32.025 mm.  
Lasketulla mittausepävarmuudella  $\pm 8 \mu\text{m}$  maksimi hyväksyttävä mitta on 32.017 mm ja minimi 32.008 mm!

EPÄVARMUUS  $\pm 9 \mu\text{m}$  ON LIIAN SUURI IT7 TOLERANSSIN TARKISTAMISEEN!

Suurin epävarmuustekijä oli laitteen virhe (maksimivirhe on 5.0  $\mu\text{m}$ ), ja toiseksi suurin tekijä oli toistuvuus (2s = 4.15  $\mu\text{m}$ ).

ON PARANNETTAVA MITTAUSTAPAA! ON HANKITTAVA PAREMPI MITTAUSLAITE!



TTE Tutkimuskeskus laitos

Höökä TAAU

## KMK-VERTAILU 2010 YHTEENVETO

11 / 13



Holkit ovat neliömatriisissa, joka on kierretty kappaleen runkoon nähden 32 astetta. Näin kukin holkki sijaitsee X- ja Y-suunnissa eri paikassa.



Sisä- ja ulkopuolisia ympyröitä 9 + 1 kpl (ympyrämäisyys, halkaisija, sijainti, samankeskeytyys), suoruuksia 4 kpl, yhdensuuntaisuus 1 kpl, kohtisuoruus 2 kpl, tasomaisuus 1 kpl.



TTE Tutkimuskeskus laitos

## TULOKSET

12 / 13

Osallistuneita yrityksiä oli 13 kpl, ja koneita 18 kpl ja tuloksia yhteensä 22 kpl. Suurin osa oli ns. tarkempia NC-ohjattuja 15 kpl. Lisäksi käsikäyttöisten nivelsarvikoneiden (2 kpl) tuloksia saatiin 4 kpl, sekä laserseuraimelta kaksi tulosta. Tulokset on koodattu kirjaimilla. Yritysten nimiä tai koneiden merkkejä ei julkaista. Kukin osallistuja sai tiedon omasta tunnuksesta. Osallistuneiden mittausepävarmuudet vaihtelivat 0.35 ... 86  $\mu\text{m}$  ollen keskimäärin 20  $\mu\text{m}$ . 14 / 18 (78 %) koneiden epävarmuus oli alle 4  $\mu\text{m}$ . Referenssarvoiksi valittiin tarkimman (0.35  $\mu\text{m}$ ) osallistujan MIKES Legex:n mittauksetulokset.

### TULOSTEN PERUSTEITA:

Koneet on huollettu ja on valmistajan ilmoittaman spesifikaation mukaisessa kunnossa, mikä on todennettu standardin mukaisesti esim. pituuden mittauksella. Mittausjärjen (tyypillisesti -Z suunta) kalibrointi on tehty huolellisesti ja oikein. Referenssipallon mittaustapa kalibroinnissa ei vastaa ympyrän mittaamista, jossa kosketukset ovat vain X-, Y-suunnissa! Kärjen halkaisijan mahdollinen virhe vaikuttaa sisä- ja ulkopuolisiin halkaisijoihin. Mitattava kohde ja mittauskärki ovat puhtaat.



TTE Tutkimuskeskus laitos

## YHTEENVETO

13/13

KONEIDEN VALMISTAJAN ILMOITTAMA PITUDESTA RIIPPUMATON  
PITUUDEN MITTAUSTARKKUUS tai -EPÄVARMUUS tai -VIRHE ON A

Perinteisillä KMK-koneilla muodonmittauksessa poikkeamat ovat kaikkein pienimpiä. Suorudessa epävarmuus voisi olla jopa  $0.3 \times A$ .

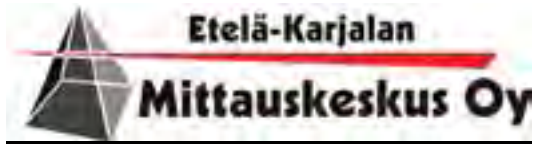
Halkaisijan mittauksissa epävarmuudet ovat noin  $0.5 \times A$ , vaikka kärjen kalibroinnilla on tulokseen tunnettu vaikutus.

Paikan mittaus vastaa ISO 10630 -2 mukaista pituudenmittauskyvyn tarkastusta porrasmittapalalla, jolloin epävarmuudet ovat suurimpia ollen valmistajan spesifikaation mukaisina sopivia.

Perinteisten NC-koneiden poikkeamat ovat yleisesti todella pieniä, ts. koneet ovat erinomaisen tarkkoja. 14 / 18 eli 78 % koneiden epävarmuus oli alle  $4 \mu\text{m}$ .

Joukossa oli kaksi konetta, joiden halkaisijoiden mittauksessa oli poikkeuksellinen virhe (kärjen kalibrointi virheellinen).

Nivelvarskoneet mittaavat ympyröiden paikat ja halkaisijat hyvin annettuun epävarmuuteen nähden. Sen sijaan muodot ne mittaavat tarkkuusilmoitusten mukaisesti.



## Etelä-Karjalan Mittauskeskus Oy

- ▶ **Mittauspalvelut**
- ▶ Teräsrakenteiden asennus- ja laadunvarmistusmittaukset
- ▶ Uunimittaukset
  - ▶ meesa-, sementti-, kalkki- ja kevytsorauunit
  - ▶ suuruus, petien painumat, renkaiden ja rullien kuluminen
  - ▶ oikaisu, säädöt ja fyllaukset
- ▶ Paperikoneiden mittaukset
  - ▶ telojen linjaukset
  - ▶ runkorakenteiden mittaukset
  - ▶ peruslaattojen mittaukset
- ▶ Nosturiratojen ja kuljettimien mittaukset
  - ▶ suuruus ja painumat
- ▶ Konepajatekniset mittaukset
  - ▶ suurten koneistuskappaleiden mittaukset
- ▶ Rakennus- ja maastomittaukset
  - ▶ kartoitukset ja merkinnät
- ▶ **Koulutukset**
  - ▶ Mittausten perusteet ja laitteiden käyttökoulutukset
- ▶ **Konsultoinnit**
  - ▶ Mittausongelmien ratkaiseminen
  - ▶ Mittausuunnitelmat
- ▶ **Huipputarkat ja luotettavat mittalaitteet**
  - ▶ Lasertracker, laserseurain
  - ▶ Teollisuustakymetri
  - ▶ teollisuusmittausohjelmisto
  - ▶ Tarkkavaatuskoje
  - ▶ invarlatta
  - ▶ Apuvälineet
    - ▶ kattavat apuvälineet paperikonemittauksiin, uunien mittaukseen sekä muihin mittauksiin



www.mittauskeskus.fi 15.10.2010



www.mittauskeskus.fi 15.10.2010

## Etelä-Karjalan Mittauskeskus Oy

### LaserTracker, Laserseurain

LaserTracker eli Laserseurain on siirrettävä koordinaattimittauskone. Laserseuraimen mittaustarkkuus on parhaimmillaan  $\pm 0,010$ mm. Laserseurain soveltuu parhaiten erilaisten geometristen toleranssien tarkistuksiin ja tarkkoihin asennusmittauksiin.

Etelä-Karjalan Mittauskeskus Oy:n henkilökunnalla on yli 10 vuoden kokemus erilaisista laserseurainmittauksista.

#### Sovellukset

- ▶ Tarkat asennusmittaukset ja linjaukset
  - ▶ jigit, koneinjat
- ▶ Geometriset toleranssit
  - ▶ suorudet, kohtisuoruudet
  - ▶ halkaisijat, ympyräjämsyydet
- ▶ Työstökonemittaukset
  - ▶ paikoitus, geometria
- ▶ Polttokoneittaukset
  - ▶ paikoitus, geometria
- ▶ Robottien liikeradat
- ▶ Suuret työstökappaleet



Jari Karhu  
040 749 8870  
jari.karhu@mittauskeskus.fi

Petri Ripatti  
040 749 8812  
petri.ripatti@mittauskeskus.fi



www.mittauskeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinto

6.5.2010 GPS-teemapäivä, MIKES



www.mittauskeskus.fi 5.6.2009

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

### ▶ Taustaa

- ▶ Tarve
  - ▶ Yrityksiltä
  - ▶ Mittaustekniikan nopea kehitys
  - ▶ Toleranssi- ja epävarmuusvaatimukset tiukentuneet
  - ▶ Laadunhallintajärjestelmät edellyttävät
  - ▶ Osien yhteensopivuus- ja mittojen yhteneväisyysvaatimukset kasvaneet
    - Alihankintaa ympäröimään
  - ▶ Mittaamisella ja sen osaamisella on suuri merkitys tuotteiden laadun, taloudellisuuden ja turvallisuuden suhteen
  - ▶ Mittauskyvyn osoittaminen ja todentaminen on testaus- ja kalibrointilaboratorioille keskeinen vaatimus
  - ▶ Uusien mittausmenetelmien ja laiteteknologian siirto yrityksille on tärkeää, saada nopeasti ja mahdollisimman hyvin hyödynnettyä kehityksen antamat mahdollisuudet



www.mittauskeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

### ▶ Taustaa

- ▶ Nykyinen tilanne
  - ▶ Koulutus hajautettu eri koulutusaloille
  - ▶ Ei yhtenäistä koulutusta
  - ▶ Opetustunteja vähennetty, etenkin käytännön tunteja
  - ▶ Laitekantaa ei ole uudistettu tarpeeksi oppilaitoksissa
  - ▶ Ei ymmärretty koulutuksen tärkeyttä
- ▶ **Tavoite**
  - ▶ Koordinoitu ja yhtenäinen koulutus
    - ▶ Takaa mittausosaamisen tason säilymisen ja kehittymisen
    - ▶ Tiedonsiirto yrityksille koulutuksen kautta
    - ▶ Huippuosaajien määrän lisääminen
    - ▶ Keihäänkärkien nostaminen maailman laajuiseksi



www.mittauskeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

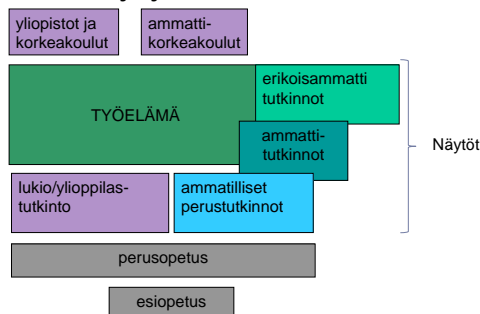
- ▶ Työryhmä perustettu
  - ▶ Toimii Metrologian neuvottelukunnan nimissä
    - ▶ Metrologian neuvottelukunta on valtioneuvoston asettama metrologia-alan kansallinen yhteistyötaho, johon on kutsuttu yritysten edustajia
  - ▶ Tehtävä
    - ▶ Mittaustekniikan koulutuksen kehittäminen
    - ▶ Opetushallitukselle esitys uudesta koulutuksesta
  - ▶ Työryhmän kokoonpano
    - ▶ Aimo Pusa pj. Jaana Järvinen siht.
    - ▶ Heikki Tikka, Heikki Lehto, Kari Koivisto
    - ▶ Veli-Pekka Esala, Jari Karhu

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ **Pätevyyden osoitus**
  - ▶ **Näyttötutkinto, henkilösertifikaatti vai ammatilliseen perustutkintoon lisää vaadittavia opintoja (opintopisteitä)**
  - ▶ **Vai kaikkia edellä mainittuja lisää**
  - ▶ **Työryhmä selvitti eri vaihtoehtoja mittaaja pätevöinnille**

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

### • Näyttötutkintojärjestelmä



## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

### ▶ Näyttötutkintojärjestelmä

- ▶ Aloitettiin vuonna 1994
- ▶ **Perustutkinnoissa**
  - osoitetaan ammattitutkinnon saamiseksi tarpeelliset tiedot ja taidot
- ▶ **Ammattitutkinnoissa**
  - osoitetaan ammattityöntekijältä vaadittu ammattitaito
- ▶ **Erikoisammattitutkinnoissa**
  - osoitetaan vaativien töiden hallinta

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

### ▶ Näyttötutkinnot

- **Kehitetty aikuisväestön ja yritysten tarpeisiin**
- **Periaatteena on suorittaa ammattitaidon hankkimistavasta riippumattomia tutkintoja**
- Tukee elinikäistä oppimista
- Antaa mahdollisuuden myös sellaisille henkilöille, joille muodollinen tai perinteinen koulutus on ylitysepääsemätöntä

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

### Näyttötutkinnot

- Valvoo ammattialojen **tutkintotoimikunnat**
- ▶ -opetushallituksen asettamia
  - ▶ -**edustajat kouluttajilta, työnantajilta ja työntekijöiltä**
  - ▶ -johtavat tutkintojen järjestämistä
  - ▶ -antavat tutkintotodistukset

Näyttöihin osallistui noin 50 000 henkilöä vuonna 2009

Tutkintonimikkeitä noin 360

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

### Henkilösertifikaatti

- **Osoitetaan pätevyyskokein ja testein**
- Yleensä tämä edellyttää ammattialan osaamista
  - perustutkinnon kautta
  - käytännön kautta
- Päteväntiin liitetään yleensä valmistava koulutus tai kurssi
  - suorituksen jälkeen mahdollista osallistua kokeeseen tai testiin, jossa pätevyys voidaan osoittaa
  - Koe muodostuu yleensä teoria ja käytännön osasta
- **Pätevyyskokeen läpäiselle henkilölle myönnetään henkilösertifikaatti**



www.mittaustieteidenkeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

### ➤ Tutkinnon ja henkilösertifikaatin ero

- **Tutkinnon antama pätevyys on voimassa jatkuvasti**
- Pätevyyden osoittama henkilösertifikaatti on voimassa vain määräajan
  - Pätevyys on kuitenkin uusittavissa ja pätevyysaluetta voidaan laajentaa



www.mittaustieteidenkeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

- Esiselvitysten ja opetushallituksen kanssa käytyjen neuvottelujen perusteella päädyttiin esittämään uusien näyttötutkintojen lisäämistä tutkintorakenteeseen.
- Työryhmä työsti kesällä 2008 hakemuksen opetushallitukselle. Hakemus sisältää muutosesityksen ammatillisen aikuiskoulutuksen tutkintorakenteeseen.
- Uudet tutkintorakenteeseen esitettävät näyttötutkinnot olivat **mittaajan ammattitutkinto** sekä **kalibroijan erikoisammattitutkinto**
- Esitykseen on liitetty Teknologiateollisuus ry:n, laatualueen, Suomen Automaatioseuran ry:n Kemian teollisuus ry:n ja Metso Paper Oy:n lausunnot.

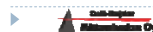


www.mittaustieteidenkeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

### ➤ HAKEMUS

- Esityksen tekijä:
  - Metrologian neuvottelukunta (MNK)
- Koulutusala, johon tutkinnot sijoittuu:
  - Tekniikan ja liikenteen ala
- Tutkintoon valmistavaa koulutusta voivat järjestää esim:
  - Yliopistot ja korkeakoulut, ammattikorkeakoulut, ammattiopistot, aikuisopistot Adulta Oy, AEL ja eri koulutustahot, jotka voivat anoa opetushallitukselta näyttötutkinnon järjestämisoikeutta.



www.mittaustieteidenkeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

### ➤ Mittaajan ammattitutkinto

#### ➤ Tutkinnon keskeiset ammattitaitovaatimukset

- Mittaamisen perusteet (perustiedot ja käsitteet, terminologia, eri mittauslaitetyypit tai mittauslaiteryhmät, eri sovellukset ja teollisuuden alueet)
- Mittauslaitteiden toiminta
- Mittausperiaatteet
- Mittausten suunnittelu
- Mittaaminen ja soveltaminen tarkoituksensa
- Mittaustulosten laskenta
- Mittaustulosten arviointi
- Mittaustulosten raportointi
- Mittausepävarmuuden arviointi (käsitteitä epävarmuustekijöiden ymmärtämisen)
- Laadunvarmennus mittaajan työssä
- Mittauslaitteiden ja -järjestelmien ylläpito ja huolto
- Tutkinnon toimialoja voivat olla esim. kone ja metalliala, elintarvike- ja kemianteollisuuden ala, sähkö- ja elektroniikka-ala ja rakennusala



www.mittaustieteidenkeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

### ➤ Kalibroijan erikoisammattitutkinto

#### ➤ Tutkinnon keskeiset ammattitaitovaatimukset

- Kalibroijan erikoisammattitutkinnossa edellytetään mittaajan ammattitutkinnon suorittamista ja sen jälkeen 3-5 vuoden työkokemusta alan tehtävistä tai vastaavia tietoja ja osaamista.
- Lisäksi seuraavat ammattitaitovaatimukset:
  - mittaustulosten käsittely ja tilastollinen analyysi
  - mittausepävarmuuden arviointi ja laskenta (käsitteitä epävarmuustekijät, niiden kartoittamisen ja laskentamenettelyt)
  - jäljitettävyys ja sen toteuttaminen
  - mittaustulosten kalibrointi käytännössä (eri mittauslaitteet ja suuret) ja kalibroinnin merkitys
  - kalibrointitulosten raportointi ja kalibrointitodistukset
  - vertailumittaukset
  - laadunvarmennus kalibrointitehtävissä.
- Edellä luettelut keskeiset ammattitaitovaatimukset pätevät yleisesti, vaikka suure- ja laitekohtaisesti kalibroinnissa on aina omat erityispiirteensä.
- Suureita on monia, jotka voidaan jakaa esim. seuraaviin suurealueisiin: pituus, massa, lämpötila, sähkö, aika ja taajuus, optiikka, virtaus, akustiikka, ionisoiva säteily sekä kemia.



www.mittaustieteidenkeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ **Lausunnot**
- ▶ **Teknolgiateollisuus ry.** Teknolgiateollisuuden alan yrityksissä on henkilöitä, jotka ovat mittauksen osaajia ja jotka varmistavat tarkkuutta ja erityisosaamista vaativilla mittauksilla tuotannon laadun. Teknolgiateollisuus pitää hyvänä, että mahdollisuuksia mittausalan osaamisen todentamiseen parannetaan ja että alalla toimivat henkilöt voivat näyttää osaamisensa ja edelleen kehittää osaamistaan näyttötutkintojärjestelmän avulla. **Tutkinto tulisi laatia niin, että se soveltuu useille aloille ja toimii siten mittauksen yhtenäisenä tutkintona.**
- ▶ **Laatukeskus.** Laatutoiminnoissa mittaustulosten oikeellisuus on tärkeää. Oikeellisuuden varmistamiseksi mittaajalla tulee olla kalibroidut mittauslaitteet ja mittaajan tulee tuntea mittaamiseen liittyvät epävarmuustekijät. **Tutkinnolla edistetään kansallista kilpailukykyä ja mittaustulosten oikeellisuudella varmistetaan oikeat päätökset.**



www.mittaustalokeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ **Lausunnot**
- ▶ **Suomen Automaatioseura ry.** Teollisuuden tuotantoprosessit kehittyvät monimutkaisempaan suuntaan johtuen kasvavista tehokkuusvaatimuksista sekä raaka-ainesten, puolivalmisteluiden, tuotteiden ja energian talteenotosta ja kierrätyksestä. Tästä syystä **määrälliset ja laadulliset vaatimukset prosessien tilan toteamiseen ja mittaamiseen kasvavat.** Esim. prosessiteollisuudessa ja energian tuotannossa ja käytössä tarvitaan tulevaisuudessa enemmän resursseja mittaukseen ja koska mittaustuloksia käytetään laskutukseen, aiheuttaa se mittareille, mittaajille ja mittausten laadulle kasvavia vaatimuksia.
- ▶ **Kemianteollisuus ry.** Mittaamiseen ja mittauslaitteiden kalibrointiin liittyvät tehtävät ovat teollisuudessa yleisiä ja niiden merkitys menestykselliselle teolliselle toiminnalle on suuri. Tällä hetkellä mittaus- ja kalibrointi tehtäviin pätevydytään monien eri reittien ja koulutusten kautta. **Yhtenäinen ja kattava koulutus antaisi nykyistä paremmat ja selkeämmät mahdollisuudet pätevyitä ja erikoistua mittaajan ja kalibroijan tehtäviin.** Tutkinto tarjoaisi nykyistä paremmat mahdollisuudet kehittää alan osaamista ja lisäksi alan arvostusta ja kiinnostusta hakeutua alalle. Tutkinto helpottaisi henkilöstön rekrytointia ja toisaalta helpottaisi mahdollisuuksia varmistua ostetun mittaustulosten laadusta.
- ▶ **Metso Paper Oy.** **Tutkintojen perustamisella saataisiin yhdenmukaistettua mittaamisen ja kalibroinnin perusosaamista Suomessa.**



www.mittaustalokeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ **AIKAISEMPI TILANNE**
- ▶ Opetushallitus teki 4.11.2008 opetusministeriölle esityksen uudesta ammatti- ja erikoisammattitutkintojen rakenteesta.
- ▶ Opetushallitus ei sisällyttänyt muutosesityksiä tutkintorakenteeseen, joka lähetettiin opetusministeriölle.
- ▶ Opetushallitus pyysi muutosesityksistä lausunnot kemian alan koulutustoimikunnalta, sähkö-, elektroniikka- ja tietotekniikka-alan koulutustoimikunnalta sekä kone- ja metallialan koulutustoimikunnalta. Lausunnot eivät saapuneet Opetushallitukseen lokakuun 2008 loppuun mennessä.
- ▶ Muutosesitysten käsittely siirtyi vuoteen 2009.



www.mittaustalokeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ Koulutustyöryhmä täydennettynä AEL:n Jyrki Laaksosella täydensi esitystä esimerkein vuoden 2009 aikana ja vieraili Kone- ja metallialan koulutustoimikunnan kokouksessa.
- ▶ **Opetushallitus pyysi asiaan lausunnot Kone- ja metallialan ja sähkö-, elektroniikka- ja tietotekniikka-alan koulutustoimikunnilta.**
  - ▶ Kone- ja metallialan koulutustoimikunta puolsi esitystä, siten, että Kalibroijan erikoisammattitutkinto muutettaisiin Kalibroijan ammattitutkinnoksi
  - ▶ Sähkö-, elektroniikka- ja tietotekniikka-ala puolsi esitystä



www.mittaustalokeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ Opetushallitus teki 30.11.2009 esityksen vain yhdestä tutkinnosta opetusministeriölle, MNK:n esityksestä poiketen, viitaten Kemian teollisuus ry:n lausuntoon
  - ▶ **Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinto**
    - ▶ Tutkinnossa voi suuntautua (osaamisalat) valinnaisten tutkinnon osien kautta joko mittaajan tai kalibroijan tehtävään tai molempiin.
      - Mittaaja ja kalibroija
      - Mittaaja tai
      - Kalibroija
    - ▶ Myöhemmin tutkitaan onko tarvetta kahdelle tutkinnolle



www.mittaustalokeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ **NYKYINEN TILANNE**
- ▶ Opetusministeriö antoi 22.12.2009 ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain (631/1998) 13§:n I momentissa tarkoitettujen ammatti- ja erikoisammattitutkintojen tutkintorakenteeseen uuden asetuksen (953/2008), joka on voimassa 1.1.2010 alkaen.
- ▶ Asetus löytyy osoitteesta
  - ▶ <http://www.finlex.fi/fi/laki/kokoelma/2010/20100006.pdf>



www.mittaustalokeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- ▶ AMMATILISESTA AIKUISKOULUTUKSESTA ANNETUN LAIN
- ▶ 13 §:N 1 MOMENTISSA TARKOITETUT TUTKINNOT
- ▶ MUU TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALAN KOULUTUS
- ▶ Ammattitieteiden
- ▶ Koneiden ammattitieteiden
- ▶ Kunnossapidon ammattitieteiden
- ▶ (yhänteen eri teollisuusaloilla)
- ▶ Laskentien ammattitieteiden
- ▶ Mittaajan ja kalibroijan ammattitieteiden
- ▶ Nuohojen ammattitieteiden
- ▶ Rautateollisuuden kunnossapidon ammattitieteiden
- ▶ Sitoutuneiden ammattitieteiden
- ▶ (yhänteen kääri- ja välineiden valmistuksen kanssa)
- ▶ Suunnittelun ammattitieteiden
- ▶ Varjien ammattitieteiden
- ▶ Ympäristösuojelun ammattitieteiden
- ▶ Erikoisammattitieteiden
- ▶ Kunnossapidon erikoisammattitieteiden
- ▶ Laskentamietarien erikoisammattitieteiden
- ▶ Nuohojen erikoisammattitieteiden
- ▶ Sitoutuneiden erikoisammattitieteiden
- ▶ (yhänteen kääri- ja välineiden valmistuksen kanssa)
- ▶ Tarkkaiden erikoisammattitieteiden
- ▶ Tuotekehittämisen erikoisammattitieteiden
- ▶ Turvallisuusvarjien erikoisammattitieteiden
- ▶ Ympäristöalan erikoisammattitieteiden



www.mittaakeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

### ▶ TILANNE NYT

- ▶ Opetushallitus on valinnut AEL:n toteuttamaan tutkinnon sisältövaatimukset
- ▶ AEL kokoaa asiantuntijatyöryhmän (opetushallitus hyväksyy)
  - ▶ Ensin mietitään tutkintorakenteen kokonaisuus kuntoon
    - Palaveri 19.4.
  - ▶ Sopimus AEL:n kanssa
  - ▶ Sitteen sisältövaatimukset 2010 aikana
    - Mukana konepajatekniikka ja prosessitekniikka



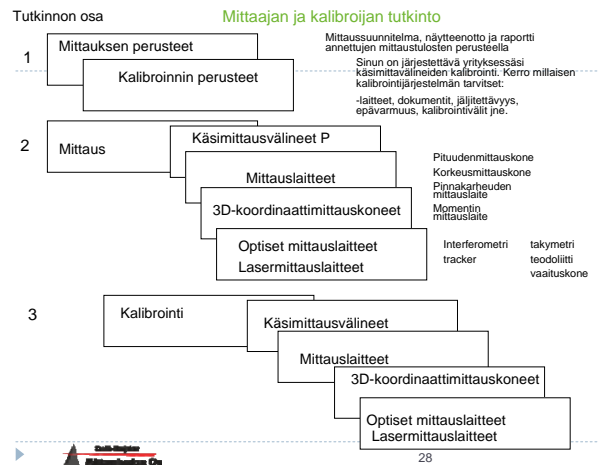
www.mittaakeskus.fi 15.10.2010

## Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

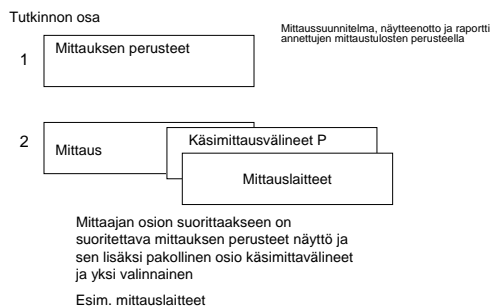
- ▶ Mittaajan ja kalibroijan tutkinto
- ▶ Tutkintorakenne
- ▶ Mittaajan ja kalibroijan tutkinnon työryhmä
- ▶ 19.4.2010 AEL:ssä pidetyn kokouksen pohjalta
- ▶ Esala Veli-Pekka
- ▶ Karhu Jari
- ▶ Koivisto Kari
- ▶ Laaksonen Jyrki
- ▶ Lehto Heikki
- ▶ Ollila Veikko
- ▶ Pusa Aimo
- ▶ Tikka Heikki
- ▶ Valio Seppo



27

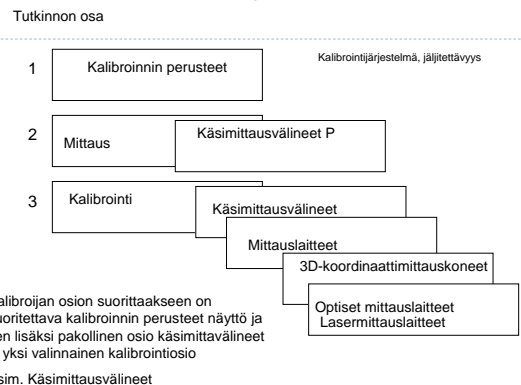


### Esimerkki mittaajan suuntautumisvaihtoehdosta



29

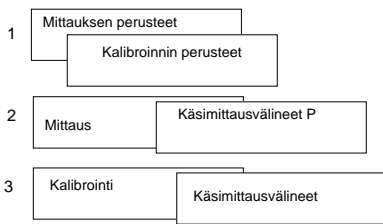
### Esimerkki kalibroijan suuntautumisvaihtoehdosta



30

## Esimerkki mittaajan ja kalibroijan suuntautumisvaihtoehdosta

Tutkinnon osa



Mittaajan ja kalibroijan osion suorittaakseen on suoritettava mittauksen perusteet ja kalibroinnin perusteet näyttö ja sen lisäksi pakollinen osio käsimittausvälineet ja yksi valinnainen kalibrointiosio

Esim. Käsimittausvälineiden kalibrointi



31

## Mittaajan ja kalibroijan tutkinto

## ▶ Tutkintonimikkeet:

- ▶ Mittaaja 3 näyttöä 4+8+8 h
- ▶ Kalibroija 3 näyttöä 4+8+12 h
- ▶ Mittaaja ja kalibroija 4 näyttöä 4+4+8+12 h

- ▶ Näytöt käsimittausvälineillä järjestetään muodostettavan vertailumittauspankin kappaleilla, jotka on mitattu esim. Mikesillä.
- ▶ AEL on jättänyt Uudenmaan ELY- keskukselle hakemuksen, jossa haetaan rahaa työelämän kehittämis- ja palvelutehtävään. Tarkoitus luoda vertailumittauspankki ja tehdä mittaajan –ja kalibroijan tutkinnon näyttöaineistot.



32

## Mittaajan ja kalibroijan pätevänti

▶ **Mahdollisuudet**

- ▶ Nyt esitetty ja saatu mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinto on päänavaus mittaajien pätevöinnin järjestämisestä.
- ▶ Mahdollista myöhemmin muuttaa esim. kahdeksi tutkinnoksi.
- ▶ Tutkintovaatimukset korkeatasoiset
  - ▶ Mahdollistaa jatko-opiskelun AMK :ssa ja Yliopistossa
- ▶ Perusopetukseen on lisätty opintopisteitä mittaustekniikkaan.
  - ▶ Konepajatekniikka (10 op)
- ▶ Jatkossa voi edelleen kehittää myös henkilösertifikaattia erityisiin mittaustekniikan sovelluksiin.



www.mittauskeskus.fi 15.10.2010



## PALAUTEYHTEENVETO

Tilaisuuden nimi: **GPS - UUDET TUULET TOLEROINNISSA**  
- Geometrinen toleranssien teemapäivä

Aika: 6.5.2010

Paikka: MIKES

Käytä arvioinnissasi asteikkoa 6-1:

6 = erittäin hyvä

5 = hyvä

4 = tyydyttävä

3 = välttävä

2 = huono

1 = erittäin huono

---

	<u>ka</u>
PAIKKA	
Sijainti	4,96
Salin varusteet	4,92
TILAISUUS	
Kokonaisanti	4,95
Järjestelyt	5,14
Vastasi odotuksia	4,77

---

### TILAISUUDEN AIHEET

Standardien hyödyntäminen teollisuudessa -projekti	4,68
Mitä on GPS?	4,75
GPS:n tehokas hyödyntäminen	4,88
Mittausepävarmuus ja GPS	4,68
Toisistaan riippumaton mittojen ja muotojen tarkistaminen	4,56
Geometriset muoto- ja sijaintitoleranssit	5,00
Menorajan periaate	4,40
Pinnankarheus	4,52
Nykyaikaisella valmistus-tekniikalla saavutettu tarkkuus	4,52
Mittauskyvyn riittävyys	4,64
Mittaajan ammatti- sekä kalibroijan erikoisammattitutkinto	4,41

---



## METROLOGIA STANDARDISOINNISSA -seminaari

Metrologian neuvottelukunnan Standardisointityöryhmä järjestää Metrologia standardisoinnissa -seminaarin. Tilaisuutta tukevat Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, Työ- ja elinkeinoministeriö TEM sekä Mittatekniikan keskus MIKES.

Seminaarin tarkoituksena on kannustaa ottamaan metrologia huomioon standardeja laadittaessa ja toisaalta auttaa näkemään standardit keinona edistää laadukkaita ja luotettavia mittausten menetelmiä. Seminaari on tarkoitettu kaikille mittausten menetelmiä kehittäville ja käyttäville asiantuntijoille sekä standardoinnissa toimiville vaikuttajille.

Tilaisuus järjestetään MIKESin tiloissa Espoon Otaniemessä.

Tilaisuus on maksuton, mutta järjestelyiden vuoksi ilmoittautumisia toivotaan 18.1.2010 mennessä. Ilmoittautuminen MIKESin nettisivujen kautta, [www.mikes.fi](http://www.mikes.fi). Osallistujamäärä on rajattu 70 henkilöön.

Lisätietoja tilaisuudesta:  
Sari Saxholm, puh. 010 6054 432,  
[etunimi.sukunimi@mikes.fi](mailto:etunimi.sukunimi@mikes.fi)

**Metrologian neuvottelukunnan tehtävänä** on esim. tuoda esiin teollisuuden, elinkeinoelämän ja yhteiskunnan näkemys tutkimustarpeista ja toimia kanavana, jonka kautta metrologiapalvelujen käyttäjäkunta voi antaa palautetta.

**SFS ry** on elinkeinoelämälle ja julkishallinnolle palveluja tuottava standardisoinnin kansallinen keskusjärjestö.

**MIKES** on metrologian tutkimuslaitos, jonka palveluja hyödynnetään laajasti teollisuudessa. Suomen tarkimmat mittaukset ja kalibroinnit tehdään MIKESin laboratorioissa.

**Aika:** 26.1.2010

**Paikka:** MIKES, Tekniikantie 1, 02150 Espoo (Otaniemi)

08.30 Ilmoittautuminen ja aamukahvit

09.00 **Seminaarin avaus**  
*Matti Lanu, VTT*

09.15 **Standardisointi yhteiskunnan palveluksessa**  
*Antti Karppinen, SFS*

10.00 **Metrologian merkitys arjessa - Oikean ja laadukkaan mittaamisen tärkeys**  
*Timo Hirvi, MIKES*

**Tauko**

11.00 **Metrologia ja standardit lainsäädännön tukena**  
*Tuomo Valkeapää, TUKES*

12.00 **Lounas**

13.00 **Mittausmenetelmien kirjo erilaisissa standardeissa**  
*Aimo Pusa*

13.45 **Mittausepävarmuuden huomiointi standardeissa**  
*Sari Saxholm, MIKES*

**Kahvitauko**

14.45 **Metrologian parempi hyödyntäminen standardoinnissa**  
*Hanna Järvenpää, MetSta*

15.15 **Metrologian sanasto VIM, suomennoksen esittely**  
*Aimo Pusa*

**Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa -projektin esittely**  
*Sari Saxholm, MIKES*

15.45 **Yhteenveto ja seminaarin päättäminen**  
*Matti Lanu, VTT*

16.00-18.00 **Laboratoriokierros, verkostoitumistilaisuus ja buffet**

**Muutokset ohjelmaan ovat mahdollisia.**

## Metrologia standardisoinnissa -seminaari 26.1.2010

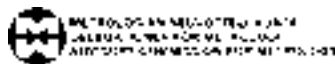
Metrologian neuvottelukunnan Standardisointi-työryhmä järjestää tammikuussa Metrologia standardisoinnissa -seminaarin.

Seminaarin tarkoituksena on kannustaa ottamaan metrologia huomioon standardeja laadittaessa ja toisaalta auttaa näkemään standardit keinona edistää laadukkaita ja luotettavia mittausmenetelmiä. Seminaari on tarkoitettu kaikille mittausmenetelmiä kehittäville ja käyttäville asiantuntijoille sekä standardoinnissa toimiville vaikuttajille.

Tilaisuutta tukevat Suomen Standardisoimisliitto SFS ry, Työ- ja elinkeinoministeriö TEM sekä Mittatekniikan keskus MIKES.

Tilaisuuden ohjelma ja ilmoittautuminen löytyvät MIKESin nettisivuilta, [www.mikes.fi](http://www.mikes.fi), kohdasta Koulutus.

Lisätietoja tilaisuudesta voi kysyä Sari Saxholmilta, puh. 010 6054 432, [sari.saxholm@mikes.fi](mailto:sari.saxholm@mikes.fi).





## Mittaukset konepajassa 10.-11.6.2010 Ohjelma

Torstai 10.6.2010

**Puheenjohtaja Heikki Lehto**

9.30 Ilmoittautuminen, kahvi

10.00 Seminaarin avaus Timo Hirvi, MIKES

10.15 Työstökone mittauskoneena – Case Heikki Tikka, TTY

10.45 Mittaustiedon kerääminen – Case Harri Salmi, Teräskonttori

11.15 Jaloittelutauko

11.25 NAS-kappaleet työstökoneen tarkastuksessa Ilkka Palosuo, MIKES

11.55 Miksi ja milloin mittaus työstökoneessa on perusteltua Heikki Lehto, MIKES

12.25 Lounas: Futuro Amica, Tekniikantie 4

13.40 Kalibroinnissa on järkeä Heikki Savia, TAMK

14.00 Maahantuojaan palvelut KMK-käytössä

- Uuden koneen vastaanottotarkastus Olavi Huttunen, Carl Zeiss Oy,

- Mittauskoneen määräaikaishuolto Pertti Saulivaara, Visava Oy

14.50 Kahvitauko

15.05 Koordinaattimittauskoneiden vertailumittaukset Jyrki Laaksonen, AEL

15.35 Erilaiset KMK-kalibrointimenetelmät Veli-Pekka Esala, MIKES

16.05 Majoituksen varanneiden siirtyminen Sokos Hotel Tapiola Gardeniin

16.05 Lyhyt MIKES-esittelykierros halukkaille

17.00 – 22.00 Tutustuminen Suomenlinnaan ja päivällinen

- klo 17.00 linja-auto Polarbus, Hotel Tapiola Garden > MIKES

- klo 17.15 MIKES > Kauppatori, vuorolautta Suomenlinnaan klo 18.00/18.20/18.40

- 19.00 kokoontuminen ravintola Panimon edessä lauttarannassa

- 19.00 - 20.00 Suomenlinnan esittelykierros:

- 20.00 - 22.00 päivällinen Panimoravintola

- 21.40/22.20 vuorolautta Kauppatorille

- klo 22.45 linja-auto Tapiolaan



## Perjantai 11.6.2010

9.00 Tietoisku standardeista Jukka-Pekka Rapinoja, Metsta ry

9.30 Osataanko standardeja hyödyntää teollisuusmittauksissa? Sari Saxholm, MIKES

10.00 Kahvitauko

10.15 Mittaajan ja kalibroijan tutkinto Jari Karhu, Etelä-Karjalan Mittauskeskus Oy

10.45 Metrologiaajaoksen vuosikokous ja Control 2010 kuulumiset

Heikki Lehto ja Veli-Pekka Esala, MIKES

12.00 Lounas

12.45 – 15.00 Yritysvierailut

Ryhmä A: MIKES, 17 henk.

- Björn Hemming ja Virpi Korpelainen, MIKES

Ryhmä B: iso konepaja METSO Automation, 30 henk.

- Ilkka Palosuo ja Monika Lecklin, MIKES

- linja-auto klo 12.45 MIKES > Metso Automation > MIKES n. klo 15.00

Ryhmä C: pieni konepaja Konetehdas K&K, 8 henk.

- Heikki Lehto ja Jarkko Unkuri, MIKES

- henkilöautot Esala ja Unkuri klo 12.45 MIKES > Konetehdas K&K

- > MIKES n. klo 15.00



**GPS -standardit**  
(Geometrical Product Specifications)

**Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa**

## MIKES Metrologia

- Ylläpitää ja kehittää kansallista mittanormaalijärjestelmää
- Tarjoaa mittausteknisiä tutkimus- ja asiantuntijapalveluita
- Tekee erikoistarkkuutta vaativia mittalaitteiden kalibrointeja
- Tarjoaa neuvonta- ja koulutuspalveluja

MIKES metrologia toteuttaa SI-järjestelmän mittayksiköt Suomessa, tekee metrologista huippututkimusta ja kehittää mittaussovellutuksia teollisuuden kanssa.



Mittatekniikan keskus  
Sari Saxholm, p. 010 6054 432, @mikes.fi

## Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa -projekti

### Kartoitus ja selvitys

- haastattelut, kyselylomake

### Koulutuspaketti

- kouluspäivä sisältöineen, suomenkielinen GPS-taskukirja

<b>Projektipäämikkö</b>	
Tutkija Sari Saxholm	MIKES
<b>Projektiryhmä</b>	
Erikoistutkija Björn Hemming	MIKES
Erikoistutkija Veli-Pekka Esala	MIKES
Tutkija Ilkka Palosuo	MIKES
Projektiryhmän avustajat: Thua Weckström, Tapio Mansten ja Monika Lecklin	
<b>Asiantuntijat</b>	
Professori Heikki Tikka	TTY
Professori Kalevi Aaltonen	TKK
GPS-standardien seurantar ryhmän puheenjohtaja Jukka-Pekka Rapinaja	MetSta
<b>Seurantar ryhmä</b>	
Metrologian neuvottelukunnan Standardisointi-työryhmä	
<b>Rahoitus</b>	
MIKES 50 %, SFS 50 %	

## GPS (Geometrical Product Specifications) Projektin tavoitteet

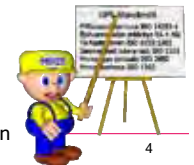
### Käytännön ongelmien kartoitus teollisuudessa

- Selvitystyö käytännön GPS-standardien ongelmista
- Uusien GPS-standardien tehokkaan käytön esteet
- GPS-standardien yksittäisten ongelmakohtien etsiminen
- Uudet standardisointikohteet
- Kohderyhmänä **loppukäyttäjät, pk-yritykset, alihankintaketjujen yritykset** sekä **maahantuojat**



### Koulutuspaketti standardien hyödyntämiseksi

- Laaditaan suomenkielinen koulutuspaketti
  - **Ongelmakohtat, seminaaripäivä ja GPS -taskukirja**
  - levittää tietoa standardien hyödyntämisestä
- Tavoitteena on vaikuttaa standardien sisältämien tiedon tehokkaaseen käyttämiseen



## Kysely geometrinen standardien hyödyntämisestä

Haasteena koetaan standardien valtava määrä, osin vaikeaselkoisuus ja ennen kaikkea miten tulkitaan ja sovelletaan käytäntöön

- **pahimmassa tapauksessa koetaan taakkana ja välttämättömänä pakkona**
- **parhaimmassa tapauksessa on saavutettu etuja ja säästöjä esim. oikeanlaisten menetelmien valinnan kautta ja yhtenäisten sekä yksiselitteisten merkintöjen avulla**

Hieman yllättäen standardeihin turvataan silloin kun on hätä: riitatilanteessa vedotaan standardiin, vaikka niitä ei muuten pidettäisi minään.

Miten valita juuri ne oikeat standardit ja varmistaa ajantasaisuus?

## Ongelmakentän kartoituksen satoa

- standardeissa liian vähän esimerkkejä ja ne ovat osittain vaikeaselkoisia
  - enemmistö vastaajista ei ole kuitenkaan valmis osallistumaan standardisointityöhön, missä näihin asioihin voisi vaikuttaa
- standardien soveltamista käytäntöön estää
  - yksi standardi ei riitä, standardiividakon hallinta vaikeaa
  - ei tunneta standardeja niin hyvin, että tietäisi mitä kannattaisi käyttää
- käytännön näkökulmasta katsottuna
  - eivät kerro, miten jonkin asian voi mitata yksinkertaisesti
  - vaikea soveltaa todelliseen tilanteeseen

## Ongelmakentän kartoituksen satoa

- ovatko standardit ymmärrettäviä
  - kyllä ja ei, 50 % & 50 %
- suurimmat ongelmat standardien käyttöön liittyen
  - miten löytää oikea standardi pelkän otsikkotiedon perusteella
  - käytössä eri julkaisijoiden standardeja kirjavasti SFS, ISO, EN, DIN, BS, SMS, seassa voi olla myös vanhoja, lisäksi yrityksen omia standardeja
  - hinta ja kopiointirajoitukset
  - standardeja paljon, asiat palasina
  - miten osaa hyödyntää, jos ei edes tiedä standardin olemassa olosta

## Ongelmakentän kartoituksen satoa

- suurimmat hyödyt, joita saavutettu standardien avulla
  - toimintapojen vakiintuminen
  - osien vaihdettavuus
  - ratkaisut riitatilanteisiin
  - standardeja seuraamalla pysyy ajantasalla
- onnistunut standardien soveltaminen käytäntöön on tuonut etulyöntiaseman kilpailijoihin nähden
  - laskentamenetelmien hyödyntäminen
  - valmistusmenetelmien vaihtaminen
  - vähemmän epäselvyyksiä

## GPS - Uudet tuulet toleroinnissa Geometristen toleranssien teemapäivä

Tolerointiin liittyvän tiedotuksen ja koulutuksen tarve on nähty jo paljon aiemmin:

Metrologian neuvottelukunnan **Metallituotteet ja koneenrakennus** -työryhmässä **Heikki Tikka** ja **Heikki Lehto** suunnittelivat koulutuspäivän rungon

- Kun GPS-projekti käynnistyi MIKESissä, ideat yhdistettiin

Oikein ja tehokkaasti käytettynä standardit voivat olla merkittävä yrityksen valmistuskustannuksia alentava tekijä.

Teemapäivän aikana luodaan kokonaiskatsaus GPS-maailmaan ja nostetaan esille toiminnan kannalta keskeisiä avaintekijöitä.

Standardeja on ollut olemassa jo kauan, mutta niitä ei osata hyödyntää.

Mittausepävarmuus ja tolerointi eivät ole sama asia niin kuin yleisesti ajatellaan.

Valitettavan yleinen käytäntö on, että jos on ongelmia, tiukennetaan toleranssia.



Teemapäivästä toivottiin uusintaa, voisiko se olla jokavuotinen katsaus ja uusien asioiden esiin nostaminen, auttaisiko se osaltaan yrityksiä kaiken kiireen keskellä pysymään ajantasalla myös standardien maailmassa?

## Palautetta ja kokemuksia teemapäivästä

Teemapäivän palaute 5 (asteikolla 1 - 6: 5 = hyvä)

Parasta oli aiheen monipuolinen ja laaja käsittely sekä GPS-perusasioiden ytimekäs esittely.

*"Seminaariin tullessa tiesin kaiken GPS-asioista. Pois lähtiessä huomasin, että on vielä paljon opittavaa."*

Kehittämisen varaa on **aikataulussa**, asiaa olisi ollut kahdeksikin päiväksi. Teollisuuden käytännön **esimerkkejä** olisi ollut hyvä esitellä, se olisi havainnollistanut asiaa, nyt niitä ei ollut yhtään.



## Suomenkielinen GPS-taskukirja

- pieni suuri kirja
- paljon asiaa tiivistetyssä muodossa
- "muistikirja", jossa viittaukset varsinaisiin standardeihin
- työläs käännettävä
  - termit, sanasto
  - pyrittiin siihen, että käännös ei olisi ristiriidassa olemassa olevien standardien ja metrologian sanaston (VIM) sekä käytössä olevan vakiintuneen sanaston kanssa

➢ Toivotaan taskukirjalle kovaa käyttöä ja odotetaan palautetta!

# Ovatko yrityksenne tekniset piirustukset laadukkaita ja ajan tasalla?

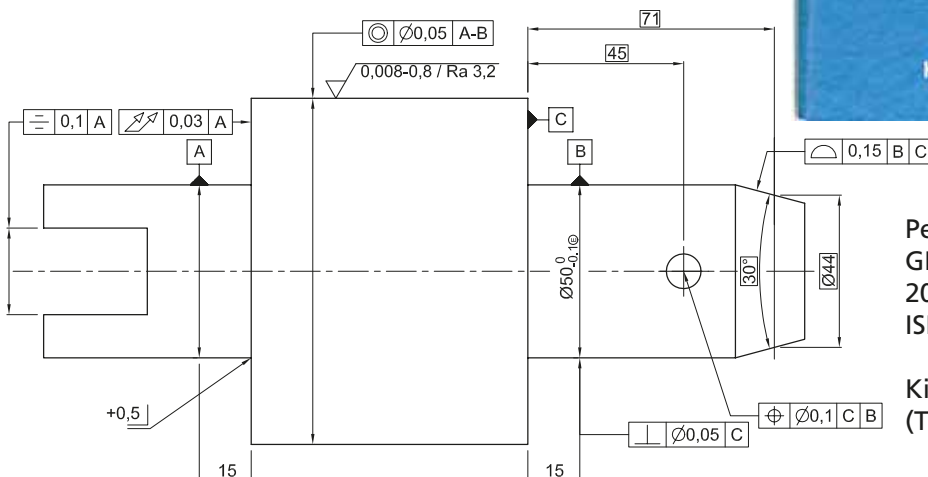
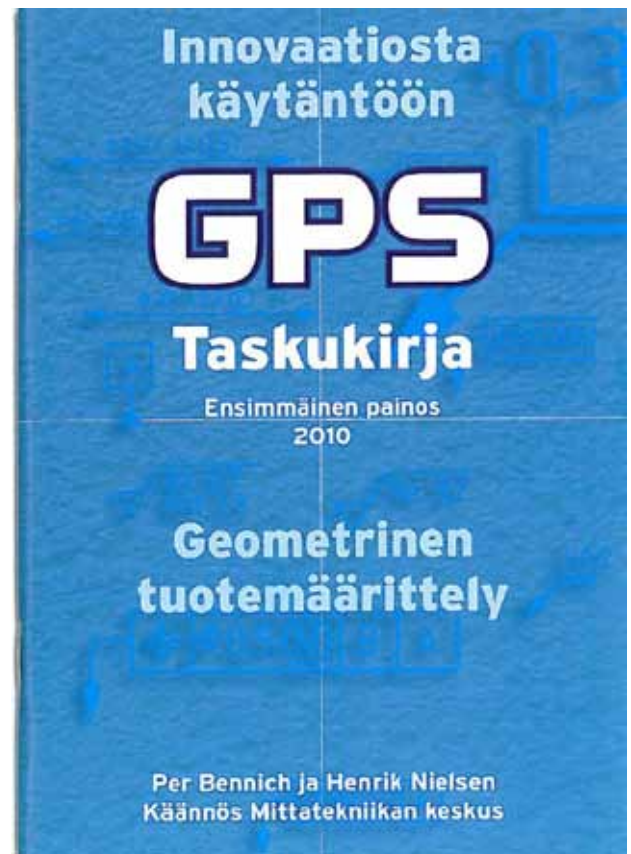
## Joko tunnet GPS-standardit?

(Geometrical Product Specifications eli geometrinen tuotemäärittely)

Tiedätkö mitä tarkoittavat verhopinta ja menorajan periaate?

Kilpailukyky on vaarassa ellet tunne näitä käsitteitä yhtä hyvin kuin halpatuotantomaiden kilpailijat. Pitääkö valmistusmaa ottaa huomioon jo suunnittelussa?

GPS-taskukirja on pieni suuri kirja: paljon asiaa tiivistetyssä muodossa. Se on muistikirja, josta löydät viittaukset varsinaisiin standardeihin.



Per Bennich ja Henrik Nielsen:  
GPS Taskukirja, Ensimmäinen painos  
2010, suom. Mittatekniikan keskus  
ISBN 0-9763032-6-4, A6, 36 s.

Kirjan hinta on 11 €/kpl + toimituskulut.  
(Tiedustele oppilaitosalennusta.)



		Yleiset GPS-standardit (18 ryhmää)					
Yleiset		Suunnitteluvaihe			Mittausvaihe		
Ketjun lenkki	1. Piirustusmerkinnät Koodimerkinnät	2. Toleranssien määrittely		3. Todellisten elementtien ominaisuuksien tai parametrien määrittely	4. Työkappaleen poikkeamien määrittäminen  Vertailu toleranssirajoihin	5. Vaatimukset mittauslaitteille	6. Kalibrointi-vaatimukset
		Teoreettinen määrittely ja termistö					Kalibrointi-standardit
Dimensio	1. Mitta						
	2. Etäisyys						
	3. Säde						
	4. Kulma						
Geometria	5. Viivan muoto, peruselementeistä riippumaton						
	6. Viivan muoto, peruselementeistä riippuva						
	7. Pinnan muoto, peruselementeistä riippumaton						
	8. Pinnan muoto, peruselementeistä riippuva						
	9. Suunta						
	10. Sijainti						
	11. Heitto						
	12. Kokonaisheitto						
	13. Peruselementit						
Pinta	14. Karheusprofiili						
	15. Aaltomaisuusprofiili						
	16. Suodattamaton profiili						
	17. Pintavirheet						
Nurkka	18. Reunat						

## GPS-standardien eli geometrisen tuotemäärittelyn rakenne on matriisi

Yleiset GPS-standardit voidaan jaotella 18 ryhmään (pystyakseli) ominaisuuden perusteella ja kuuteen osa-alueeseen (vaaka-akseli) sen mukaan, mitä tuotantovaihtetta (suunnittelu, mittaus, kalibrointi...) standardi koskee. Matriisi kertoo, mihin standardia sovelletaan, eli se liittyy yhteen standardin ja käytännön.

Esimerkiksi standardi ISO 286 liittyy GPS-matriisin yleisten standardien mittatoleransseja käsittelevän standardiketjun lenkkeihin 1 ja 2 (eli toleranssien määrittelyyn ja piirustusmerkintöihin.)

Yleisiä GPS-standardeja täydentävät prosessiin liittyvät täydentävät GPS-standardit (esim. valujen toleranssit) sekä kone-elementteihin liittyvät täydentävät GPS-standardit (esim. kierteet, hammaspyörätoleranssit).

# MIKES edistää

# standardien hyödyn tär

MIKESin projekti Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa kartoittaa standardien hyödyntämiseen ja käytettävyyteen liittyviä käytännön ongelmia teollisuudessa.

Mittatekniikan keskus toteuttaa yhdessä SFS:n (SFS = Suomen Standardisoimisliitto) kanssa koulutuspaketin, jonka avulla standardien hyödyntämistä pyritään edistämään ja helpottamaan. Projektissa selvitetään, mitkä tekijät haittaavat tai estävät uusien GPS-standardien (GPS = Geometrical Product Specifications) soveltamisen tehokkaasti käytäntöön yritysten kilpailukyvn edistämiseksi.

Lisäksi selvitetään, onko aihealueen standardeissa sellaisia yksittäisiä kohtia, jotka tarpeettomasti hankaloittavat asioita käytännön näkökulmasta katsottuna. Samalla kartoitetaan sellaiset mahdolliset kohteet, jotka vielä kaipaavat standardisointia. Kohderyhmänä ovat kotimaan loppukäyttäjät, pk-yritykset, alihankintaketjujen yritykset sekä maahantuojat.

Saatujen tietojen pohjalta suunnitellaan koulutuspaketti, jonka laadinnassa painotetaan selvitysvaiheessa esille tulleita kriittisiä ongelmakohtia. Koulutuspaketti sisältää seminaaripäivän koulutusmateriaaleineen ja GPS-taskukirjan, joka on tarkoitettu jokapäiväiseksi haku-tekseksi valmistavan teollisuuden ammattilaisille.

Koulutuksen tavoitteena on levittää tietoa standardien hyödyntämisestä käyttäjätasolle sekä myös painottaa loppukäyttäjille, että standardien sisältöön voi vaikuttaa osallistumalla erilaisten työryhmien toimintaan. Pyrkimyksenä on edistää standardien sisältämän tiedon tehokasta käyttöä sekä saada loppukäyttäjät kokemaan ne voimavarana.

## Projektin taustavoimat

MIKES toteuttaa projektin kahden erikoistutkijan ja kahden tutkijan voimin. Tiimi käyttää apunaan asiantuntijoita Teknillisestä korkeakoulusta, Tampereen teknillisestä yliopistosta sekä Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistyksestä (MetSta ry). Projektin seurantar ryhmänä

# mistä

toimii Metrologian neuvottelukunnan Standardisointi-työryhmä.

MIKESistä projektissa ovat mukana tutkija Sari Saxholm, erikoistutkijat Björn Hemming ja Veli-Pekka Esala ja tutkija Ilkka Palosuo, TKK:lta professori Kalevi Aaltonen, TTY:sta professori Heikki Tikka ja MetStasta GPS-standardien seurantar ryhmän puheenjohtaja Jukka-Pekka Rapinoja. Projektia rahoittavat MIKES ja SFS, molempien osuus kokonaisrahoituksesta on 50 %.

Professori Kalevi Aaltonen Teknillisestä korkeakoulusta on yksi projektin kolmesta asiantuntijasta. Hän työskentelee TKK:n Tuotantotekniikan laboratoriossa, ja on ollut aiemmin mukana mm. kolmiulotteisten tuotemallinnusten parissa. Aaltonen uskoo MIKESin projektin tarpeellisuuteen, sillä standardeja on paljon, mutta niitä ei kuitenkaan aina käytetä.

Esimerkkinä hän mainitsee GPS-standardit, jotka ovat olleet olemassa jo usean kymmenen vuoden ajan. GPS-standardit eivät liity GPS-paikannukseen, vaan ne sisältävät muun muassa geometrisen toleranssien asetantaa ja mittausteknisiä sovelluksia. Standardit ovat Aaltonen mukaan hyviä, mutta teollisuudessa tuntemattomia. Hän arvelee, että on olemassa paljon muitakin uinuvia standardeja, joten edessä on suuri harppaus, ennen kuin ne saadaan arkikäyttöön.

## Standardisointi seuraa tekniikan kehitystä

Laatu ja mittaaminen kehittyvät huimaa vauhtia. Samalla yritykset ulkoistavat toimintojaan, mikä tuo haasteita. Etäisyydet eri yksiköiden välillä kasvavat, samoin väärinymmärrykset. Esimerkiksi kokoonpanotehtaille tulevien osien täytyy olla juuri oikeanlaisia ja kokoonpano tulee tehdä kaikilla tehtailla samalla tavalla. Näiden pohjalla on pakko olla standardin mukaisia tuotemäärittelyjä ja toimintatapoja.

Aiemmin yrityksissä oli oma standardisointihenkilökuntaa, joka seurasi alan standardisointia ja oli mukana yrityskohtaisessa standardisointityössä. Tätä on kuitenkin jouduttu yrityksissä karsimaan ensimmäiseksi. Nykyään luotetaan siihen, että viralliset standardisointielimet tekevät työn yritysten puolesta.

Ennen standardivaateita ei pystytty kuvaamaan niin yksityiskohtaisesti kuin nykyään, vaan tuotteen laatu pyrittiin varmistamaan tiukoilla, väärin kohdenetuilla mittatoleransseilla. Lisäksi kaikkia toleranssimäärittelyjä ei tunnettu. Papereista saattoi puuttua mittauksia ja toleransseja, mutta tiedettiin tekijän työtavat, joihin luotettiin.

– Omassa talossa ei tarvinnut määrittellä valmistuksen mittauksia, epäselvyyksistä pystyttiin helposti kysymään. Nykyisin puutteelliset tekniset dokumentit ovat helposti kiistan aiheita, Aaltonen selventää.

## Standardeista yhteinen kieli

Nykyään määrittelydokumenttien symbolit ovat yksikäsitteisiä ja kaikki tulkitsevat niitä samalla tavalla, ainakin teoriassa. MIKESin erikoistutkija Björn Hemming kuitenkin kertoo, että merkintöjä on välillä vaikea ymmärtää ja GPS-standardit ovat joskus tutkijallekin työläitä omaksua.

Myös Aaltonen pohtii merkintöjen käyttöä, erityisesti tuotantotekniikan puolella. Hänen mielestään GPS-standardit voisivatkin olla hyvä työkalu kustannustietoisuuden kasvattamiseen.

– Merkinnot ohjaavat valmistusta ja eri elementtien työjärjestystä. Toleranssien tulisi olla ohjeistuksena, sillä laadunvarmistus tukeutuu niihin. Karkeat toleranssit saadaan toteutettua yhden koneen avulla, mutta tarkemmat tolerans-

sit tarvitsevat yhden sijaan useamman työvaiheen, jolloin lopullinen kustannus voi olla jopa satakertainen. Väärät toleranssit näkyvät suurina kustannuksina.

TKK:lla ensimmäisen vuosikurssin opiskelijat tutustuvat toleransseihin ja muihin merkintöihin teknisen suunnittelun peruskurssilla. Kurssilla opetetaan insinööriin ”peruskielitaito”, josta on hyötyä myöhemmissä opinnoissa. Ammattiopinnoissa tehdään suunniteluorientoituneita tehtäviä, joissa otetaan mukaan myös standardisoidut työtavat.

MIKESin projektiin liittyvän koulutuksen kohderyhmän ovat yritysten ammattilaiset ja maahantuojat. Lisäksi tulisi luoda ulkopuolista täydennyskoulutusta mm. metalli-, muovituote- ja rakennustekniikkaan.

– Projektin haasteena onkin juuri tietoisuuden ja ymmärryksen nostaminen. On olemassa hyvät työkalut, käyttäkää niitä, Aaltonen tiivistää.

Lisätiedot ja lähteet: [www.sfs.fi](http://www.sfs.fi)

Teksti: Sari Saxholm, Björn Hemming

Kuvat: Milla Kaukonen

## Tiesitkö?

Oikein ja tehokkaasti käytettynä standardit voivat olla merkittävä yrityksen valmistuskustannuksia alentava tekijä. Esimerkiksi maksimimateriaalin vaatimuksen (aikaisemmin menorajan periaate) tehokas hyödyntäminen väljentää valmistuksen työstötarkkuusvaatimuksia ilman kappaleen kokonaistarkkuuden (kokoonpanokelpoisuuden) laskua.

Tätä voisi kutsua teollisuusmaiden vastaisuksi halpavalmistusmaiden bulkkituotantoa vastaan.



Professori Kalevi Aaltonen (vas.) Teknillisestä korkeakoulusta on yksi projektin kolmesta asiantuntijasta. Vieressä erikoistutkija Björn Hemming.

# MIKES edistää standardien hyödyntämistä

**MIKESin projekti Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa kartoittaa standardien hyödyntämiseen ja käytettävyyteen liittyviä käytännön ongelmia teollisuudessa.**

Mittatekniikan keskus toteuttaa yhdessä SFS:n kanssa koulutuspaketin, jonka avulla standardien hyödyntämistä pyritään edistämään ja helpottamaan.

Projektissa selvitetään, mitkä tekijät haittaavat tai estävät uusien GPS-standardien (GPS = Geometrical Product Specifications) soveltamisen tehokkaasti käytäntöön, ts. mitkä tekijät toimivat pullonkauloina estäen standardien tehokkaan hyödyntämisen yritysten kilpailukyvyyn edistämiseksi. Lisäksi selvitetään, onko aihealueen standardeissa sellaisia yksittäisiä kohtia, jotka tarpeettomasti bankaloittavat asioita käytännön näkökulmasta katsottuna. Samalla kartoitetaan sellaiset mahdolliset kohteet, jotka vielä kaipaavat standardisointia. Kohderyhmänä ovat kotimaan loppukäyttäjät, pk-yritykset, alihankintaketjujen yritykset sekä maahantuojat.

Saatujen tietojen pohjalta suunnitellaan koulutuspaketin, jonka laadinnassa painotetaan selvitysvaiheessa esille tulleita kriittisiä ongelmakohtia. Koulutuspaketti sisältää seminaaripäivän koulutusmateriaaleineen ja GPS-taskukirjan, joka on tarkoitettu jokapäiväiseksi hakuteokseksi valmistavan teollisuuden ammattilaisille. Koulutuksen tavoitteena on levittää tietoa standardien hyödyntämisestä käyttäjätasolle sekä myös herättää loppukäyttäjää siihen tosiasiaan, että standardien sisältöön voi vaikuttaa osallistumalla erilaisten työryhmien toimintaan. Tavoitteena on vaikuttaa standardien sisältämien tietojen tehokkaaseen käyttöön ja saada loppukäyttäjät kokemaan ne voimavarana.

## Projektin taustavoimat

MIKES toteuttaa projektin kahden erikoistutkijan ja kahden tutkijan voimin. Tümi käyttää apunaan asiantuntijoita Teknillisestä korkeakoulusta, Tampereen teknillisestä yliopistosta

sekä Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistyksestä (MetSta ry). Projektin seurantarayhmnä toimii Metrologian neuvottelukunnan Standardisointi-työryhmä. MIKESistä projektissa mukana ovat tutkija Sari Saxholm, erikoistutkija Björn Hemming, erikoistutkija Veli-Pekka Esala ja tutkija Ilkka Palosuo, TKK:lta professori Kalevi Aaltonen, TTY:stä professori Heikki Tikka ja MetStasta GPS-standardien seurantarayhmnän puheenjohtaja Jukka-Pekka Rapinaja.

Projektia rahoittavat MIKES ja SFS, molempien osuus kokonaisrahoituksesta on 50 %.

Professori Kalevi Aaltonen Teknillisestä korkeakoulusta on yksi projektin kolmesta asiantuntijasta. Hän työskentelee TKK:n Tuotantotekniikan laboratoriossa, ja on ollut aiemmin mukana mm. kolmiulotteisten tuotemallinnusten parissa. Aaltonen uskoo MIKESin projektin tarpeellisuuteen. - Standardeja on paljon, mutta niitä ei kuitenkaan aina käytetä, hän selittää.

## Tekniikan kehitys näkyy myös standardisoinnissa

GPS-standardit eivät liity GPS-paikannukseen, vaan ne sisältävät muun muassa geometristen toleranssien asetantaa ja mittausteknisiä sovelluksia. Standardit ovat Aaltonen mukaan hyviä, mutta teollisuudessa tuntemattomia. GPS-standardit ovat kuitenkin olleet olemassa jo usean kymmenen vuoden ajan. Hän arvelee, että on olemassa paljon muitakin unuvia standardeja. Edessä on suuri harppaus, ennen kuin ne saadaan arkikäyttöön.

Laatu ja mittaaminen kehittyvät huimaa vauhtia. Samalla yritykset ulkoistavat toimintojaan. Valmistusprosessin, suunnittelun tai tuotekehityksen siirtäminen yrityksen ulkopuolelle tuo haasteita. Etäisyydet eri yksiköiden välillä kasvavat, samoin väärinym-

**Oikein ja tehokkaasti käytettynä standardit voivat olla merkittävä yrityksen valmistuskustannuksia alentava tekijä. Esimerkiksi "maksimimateriaalin vaatimuksen" (aikaisemmin menorajan periaate) tehokas hyödyntäminen väljentää valmistuksen työtötarkeusvaatimuksia ilman kappaleen kokonaistarkkuuden (kokoonpanokelpoisuuden) laskua. Tätä voisi kutsua teollisuusmaiden vastaisuuksi halpavalmistusmaiden bulkkituotantoa vastaan.**

**Mittatekniikan keskus on metrologian tutkimuslaitos, jonka palveluja hyödynnetään laajasti teollisuudessa. Suomen tarkimmat mittaukset ja kalibroinnit tehdään Mittatekniikan keskuksen laboratorioissa.**

määritykset. Esimerkiksi kokoonpanotehtaille tulevien osien täytyy olla juuri oikeanlaisia ja kokoonpano tulee tehdä kaikilla tehtailla samalla tavalla. Näiden pohjalla on pakko olla standardin mukaisia tuotemäärittelyjä ja toimintatapoja.

## Ennen luotettiin ammattitaitoon

Aiemmin yrityksissä oli omaa standardisointihenkilökuntaa, joka seurasi alan standardisointia ja oli mukana yrityskohtaisessa standardisointityössä. Tästä on kuitenkin jouduttu yrityksissä karsimaan ensimmäiseksi. Nykyään luotetaan siihen, että viralliset standardisointilimet tekevät työn yritysten puolesta.

Ennen standardivaateita ei pystytty kuvaamaan niin yksityiskohtaisesti kuin nykyään. Tuotteen laatu pyrittiin varmistamaan tiukoilla, väitän kohdennetuilla mittatoleransseilla. Lisäksi kaikkia toleranssimäärittelyjä ei tunnuttu. Paperista saattoi puuttua mittauksia ja toleransseja, mutta tiedettiin tekijän työtavat, joihin luotettiin. - Omassa talossa ei tarvinnut



Standardien hyötyjä pohdiskelevat Mittatekniikan keskuksen Sari Saxholm (vas), Björn Hemming, Veli-Pekka Esala ja Ilkka Palosuo.

määritellä valmistuksen mittauksia, epäselvyyksistä pystyttiin helposti kysymään, Aaltonen selventää. Nykyisin puutteelliset tekniset dokumentit ovat helposti kiistan aiheita.

## Standardeista yhteinen kieli

Nykyään määrittelydokumenttien symbolit ovat yksikäsitteisiä ja kaikki tulkitsevat niitä samalla tavalla, ainakin teoriassa. MIKESin erikoistutkija Björn Hemming kertoo, että merkintöjä on välillä kuitenkin vaikea ymmärtää. GPS-standardit ovat joskus tutkijallekin työläitä omaksua.

Myös Aaltonen pohtii merkintöjen käyttöä, erityisesti tuotantotekniikan puolella. Merkinnät ohjaavat valmistusta ja työjärjestystä eri elementeille. Toleranssien tulisi olla ohjeistuksena, sillä laadunvarmistus tukeutuu niihin. Väärät toleranssit näkyvät suurina kustannuksina. Karkeat toleranssit saadaan toteutettua yhden koneen avulla. Tarkemmat toleranssit tarvitsevat yhden sijaan useamman työvaiheen, jolloin lopullinen kustannus voi olla jopa satakertainen. Aaltonen mielestä GPS-standardit voisivatkin olla hyvä työkalu kustannustietoisuuden kasvattamiseen.

## Koulutuksella eteenpäin

TKK:lla ensimmäisen vuosikurssin opiskelijat tutustuvat toleransseihin ja muihin merkintöihin teknisen suunnittelun peruskurssilla. Kurssilla opetetaan insinöörien ”peruskielitaito”, josta on hyötyä myöhemmissä opinnoissa. Ammattiopinnoissa tehdään suunnitteluorientoituneita tehtäviä, joissa otetaan mukaan myös standardisoidut työtavat.

MIKESin projektiin liittyvän koulutuksen kohderyhmänä ovat yritysten ammattilaiset ja maahantuojat. Lisäksi tulisi luoda ulkopuolista täydennyskoulutusta mm. metalli-, muovituote- ja rakennustekniikkaan.

Projektin haasteena onkin juuri tietoisuuden ja ymmärryksen nostaminen. – On olemassa hyvät työkalut, käyttääkään niitä, Aaltonen tiivistää. ■



## Suomen Standardisoimisliitto SFS ry:n projektirahoitus vuonna 2010

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry on standardisoinnin keskusjärjestö. SFS laatii, vahvistaa ja julkaisee SFS-standardieja. Sen tehtävänä on myös edistää standardien käyttöä ja standardisointia tukevia toimintoja.

SFS myöntää vuosittain rahoitusta projekteihin, jotka edistävät standardisointia Suomessa. Tukea voivat saada myös projektit, jotka lisäävät standardisointiin osallistumisesta ja standardien hyödyntämisestä suomalaiselle yhteiskunnalle saatavia hyötyjä.

Projektirahoituksen hakuun liittyvistä ohjeista ja ehdoista tiedotetaan yksityiskohtaisemmin SFS:n verkkosivulla ([www.sfs.fi](http://www.sfs.fi)).

Rahoitushakemukset, joiden tulee täyttää hakuohjeissa esitetyt vaatimukset, on toimitettava viimeistään 15.3.2010 SFS:n toimitusjohtajalle osoitteeseen:

SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS RY  
PL 130, 00101 Helsinki

# Toleranssit tutuiksi

**Mittatekniikan keskus (MIKES) järjesti 6.5.2010 Geometrinen toleranssien teemapäivän. Sitä oli saapunut kuuntelemaan reilun 30 henkilön joukko yrityksistä ja koulutuslaitoksista. Teemapäivän tarkoituksena oli esitellä kansainvälisen standardisointijärjestön ISO:n teknisen komitean ISO/TC 213 kehittämää GPS-järjestelmää, jota nykyään hyödynnetään suomalaisessa teollisuudessa vain joiltakin osin.**

MIKESillä alkoi vuonna 2009 SFS:n tukena projekti "Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa". Projektiin kuului teollisuuden parissa tehty kartoitus ja selvitys GPS-standardien käyttämisestä. Kartoituksessa selvisi, että käyttäjäkunta kokee GPS-standardien suuren määrän ja vaikeaselkoisuuden ongelmalliseksi. Yllättävä tulos oli, että standardeihin vedotaan ongelmatilanteissa, vaikka muutoin niistä ei juuri pütättäisi. Standardit voivat olla siis sopimuksellinen työkalu.

MIKESin projektin tavoitteena oli myös koulutuspaketti, johon geometrinen toleranssien teemapäivä osaltaan kuului. Projektin tuloksena julkaistiin lisäksi suomennettu painos GPS-taskukirjasta. Seminaarissa kuultiin mie-

lenkiintoisia esityksiä mm. mittausepävarmuudesta, muoto- ja sijaintitoleransseista, GPS:n tehokkaasta hyödyntämisestä sekä menorajan periaatteesta.

Seminaaripäivän esityksissä todettiin, että toleranssimerkintöjä hallitaan heikosti niin tuotesuunnittelussa, valmistuksessa kuin mitauksissakin. Tulkinnanvaraisuuksista ja harkittamattomasta soveltamisesta koituu yrityksille kustannuksia. Osasyynä lienee, että toleranssien opetus "vanhana asiana" on puristettu minimiin teknisissä oppilaitoksissa. Päivän päätteeksi todettiin, että tiedon siirto nimenomaan opettajakunnalle on äärimmäisen tärkeää, sillä vain tällä tavoin voidaan vaikuttaa tulevaisuuden ammattilaisten tieto- ja osaamis-

tusoon kokonaisvaltaisesti.

Seminaaripäivä sai osallistujilta hyvää palautetta ja tämänkaltaista standardeihin liittyvää teemapäivää pidettiin tervetulleena ja tarpeellisenä lisänä koulutustarjontaan.

GPS-standardisoinnista Suomessa vastaa Metalliteollisuuden standardisointiyhdistys ry (MetSta ry). MetStan GPS-komitea seuraa alan kansainvälistä standardisointityötä. GPS-komitean aihealueeseen kuuluvat myös tekniset piirustukset ja kiinnittimet. Lisätietoa aiheesta on MetStan kotisivuilta [www.metsta.fi/komiteat](http://www.metsta.fi/komiteat).

MIKES varmistaa kansainvälisesti hyväksytyt mittayksiköt ja pätevyden arviointipalvelut elinkeinoelämän käyttöön. Se on metrologian tutkimuslaitos, jonka palveluja hyödynnetään laajasti teollisuudessa. Suomen metrologinen haippututkimus sekä tarkimmat mitaukset ja kalibroinnit tehdään MIKESin laboratorioissa.

Seminaarin aineisto on saatavilla MIKESin sivuilta osoitteesta [www.mikes.fi](http://www.mikes.fi). GPS-taskukirjaa voi tilata MIKESiltä 11 euron kappalehintaan. ■





## PRESS RELEASE

- for immediate release –

# Metrology and Standardization in Europe: Cooperation Agreement between CEN-CENELEC and EURAMET

**(Brussels – 29 June 2010)** A Cooperation Agreement was signed today between EURAMET, the European Association of National Metrology Institutes, and CEN, the European Committee for Standardization and CENELEC, the European Committee for Electrotechnical Standardization. This Cooperation Agreement will increase the opportunities for bridging standardization and European-funded research in the field of metrology.

In this Cooperation Agreement CEN-CENELEC and EURAMET agree to pursue strategic goals and projects of common interest in the fields of metrology and standardization in support of scientific advancement and technological innovation, so that societal challenges which impact on the economy and the quality of lives within Europe can be met.

Innovation is at the heart of standardization activities and of strategic importance to CEN and CENELEC. It is of equal importance to EURAMET, which seeks to accelerate the development of measurement research capabilities in innovative areas such as healthcare, energy, environmental and advanced technology sectors – all of which are areas in which CEN and CENELEC have current relevant standardization activities.

Within the CEN and CENELEC standardization processes, CEN-CENELEC and EURAMET seek co-operation in the field of activities of EURAMET, such as research in metrology, knowledge exchange & infrastructural support in metrology and international recognition of national measurement standards and of Calibration and Measurement Capabilities (CMC).

EURAMET agrees to promote the importance and benefits of standardization and likewise CEN-CENELEC agrees to promote the importance and benefits of quality-assured measurement in existing standards and in pre-normative research and innovation.



The Cooperation Agreement has been drafted against the background of the Council Conclusions of 25 September 2008 on standardization and innovation and Article 185 (formerly 169) on the EC Treaty, which outlines better coordination of research activities and the convergence of research and innovation policies at national and EU levels.

The Cooperation Agreement was signed by Mrs Elena SANTIAGO (Director General CEN-CENELEC) and Prof. Leslie PENDRILL (Chairperson, EURAMET), in the presence of Mr Edvard KOŽUŠNI K (Member of the European Parliament), Mr Wolfgang WITTKÉ (Policy Officer, DG Research, European Commission), Prof. Kamal HOSSAIN (Member of the Board of Directors, EURAMET), Mr Bardo SCHETTINI (Director Corporate Policy, CEN-CENELEC) and Mr André PIRLET (Programme Manager, Innovation Department, CEN-CENELEC).



Signing the Cooperation Agreement:

Mrs Elena Santiago (Director General CEN-CENELEC) and Prof. Leslie Pendrill (Chairperson, EURAMET)

(from l – r): Mr Wolfgang Wittke (Policy Officer, DG Research, European Commission), Mr Edvard Kožušník (Member of the European Parliament), Mrs Elena Santiago (Director General CEN-CENELEC), Prof. Kamal Hossain (Member of Board of Directors, EURAMET), Prof. Leslie Pendrill (Chairperson, EURAMET) and Mr André Pirlet (Innovation Department, CEN-CENELEC).

– END –





## **ABOUT CEN**

The European Committee for Standardization (CEN) is a business catalyst in Europe, removing trade barriers for European stakeholders such as industry, public administration, service providers, consumers and other stakeholders. Its mission is to foster the European economy in global trading, the welfare of European citizens, and the environment. Through its services CEN provides a platform for the development of European Standards and other specifications.

CEN's 31 National Members work together to develop voluntary European Standards (ENs) in various sectors to build a European Internal Market for goods and services and to position Europe in the global economy. By supporting research, and helping disseminate innovation, standards are a powerful tool for economic growth. More than 60.000 technical experts as well as business federations, consumer and other societal interest organizations are involved in the CEN network that reaches over 480 million people.

For further information, please visit: [www.cen.eu](http://www.cen.eu)

## **ABOUT CENELEC**

The European Committee for Electrotechnical Standardization is officially responsible for standardization in the electrotechnical field. In an ever more global economy, CENELEC fosters innovation and competitiveness, making technology available not only to major businesses but also to SMEs through the production of voluntary standards. CENELEC creates market access at the European level but also at the international level through its cooperation agreement with the International Electrotechnical Commission (IEC).

Through the work of its 31 Members together with its experts, the industry federations and consumers, Electrotechnical European Standards are created in order to help shape the European Internal Market, to encourage technological development, to ensure interoperability and to guarantee the safety and health of consumers and provide environmental protection.

Detailed information available at [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu)

## **ABOUT EURAMET**

The European Association of National Metrology Institutes (EURAMET) is a Regional Metrology Organisation (RMO) of Europe. It coordinates the cooperation of National Metrology Institutes (NMI) of Europe in fields like research in metrology, traceability of measurements to the SI units, international recognition of national measurement standards and of the Calibration and Measurement Capabilities (CMC) of its members.

Among these tasks, EURAMET is responsible for the elaboration and execution of a European Metrology Research Programme (EMRP). EURAMET e.V. is a registered association of public utility under German law. Since 1 July 2007 EURAMET e.V. is the successor of EUROMET.



Further information can be found at [www.euramet.org](http://www.euramet.org)

**Media Contacts:**

**CEN and CENELEC**

Elisabeth Brodthagen

Unit Manager - Communication

Tel.: +32 2 519 68 90

E-mail: [ebrodthagen@cencenelec.eu](mailto:ebrodthagen@cencenelec.eu)

**EURAMET**

Prof Kamal Hossain OBE

Director, Research and International

National Physical Laboratory

Tel.: +44 20 8943 6024

E-mail: [kamal.hossain@npl.co.uk](mailto:kamal.hossain@npl.co.uk)

## Viimeisimmät julkaisut

- J1/2007 M. Heinonen, J. Järvinen, A. Lassila, A. Manninen (Eds.), *Finnish National Standards Laboratories Annual Report 2006*
- J2/2007 M. Rantanen, S. Semenoja, G. Peterson, J. Busk, *Low gauge pressure comparisons between MIKES, Metroserit and FORCE Technology Range -2000 Pa to +2000 Pa*
- J3/2007 M. Rantanen, S. Semenoja, J. Leskinen, *Absolute pressure comparison between MIKES and Vaisala Oyj Range 10 Pa to 5000 Pa*
- J4/2007 M. Rantanen, S. Semenoja, M. Ackerholm, A. Condereys, Z. Krajicek, W. Sabuga, J. Verbeek, C. Wüthrich, *High pressure comparisons between seven European National Laboratories - Range 50 MPa to 500 MPa. Report on EUROMET Project 881*
- J5/2007 A. Evenstad, C. Mitsas, K. Riski, V. Vabson, K. Winter, T. Zandarova, *Euromet 832: 50 kg comparison*
- J6/2007 B. Hemming, *Measurement Traceability and Uncertainty in Machine Vision Applications* (Doctoral dissertation)
- J7/2007 T. Weckström, *Termoelementtiventailu*
- J1/2008 M. Rantanen, S. Semenoja, A. Pitkääkoski, F. Goguel, *Barometric pressure comparisons between MIKES, Vaisala and LNE - Range 5 kPa to 130 kPa*
- J2/2008 T. Weckström, *Pt100-anturin vertailu: kalibrointi ja kertoimen laskeminen*
- J3/2008 S. Sillanpää, *Thermodynamic studies in flow metrology* (Doctoral dissertation)
- J4/2008 K. Riski, *Mass comparison: 6 g microbalance*
- J1/2009 M. Heinonen, J. Järvinen, A. Lassila, A. Manninen (Eds.), *Finnish National Standards Laboratories Biennial Report 2007-2008*
- J2/2009 P. Saarinen, L. Linko, J. Halttunen, K. Hartonen, E. Hiltunen, T. Hovinen, E. Järvenpää, S. Saxholm, S. Simonen, *Arkipäivän metrologiaa*
- J3/2009 A. Kemppinen, *Tunnel junction devices for quantum metrology* (Doctoral dissertation)
- J4/2009 M. Rantanen, S. Saxholm, *Intercomparison in barometric pressure, Range 510 hPa to 1100 hPa*
- J5/2009 M. Rantanen, S. Saxholm, J. Leskinen, *Barometric comparison between MIKES and Vaisala*
- J6/2009 M. Rantanen, S. Saxholm, A. Altintas, G., Peterson, R. Pavis, *Negative gauge pressure comparison, Range from -95 kPa to + 95 kPa. EURAMET Project 1131*
- J1/2010 M. Rantanen, S. Saxholm, I. V. Sadkovskaya, A. I. Eikhvald, *Low pressure comparison between MIKES and VNIIM, Range 1 Pa to 1000 Pa absolute*

Tilaukset: Kirsi Tuomisto, puh. 010 6054 436, e-mail tilaukset@mikes.fi.



- PL 9, Tekniikantie 1, 02151 ESPOO
- Puh. 010 6054 000 • Fax 010 6054 299
- [www.mikes.fi](http://www.mikes.fi)