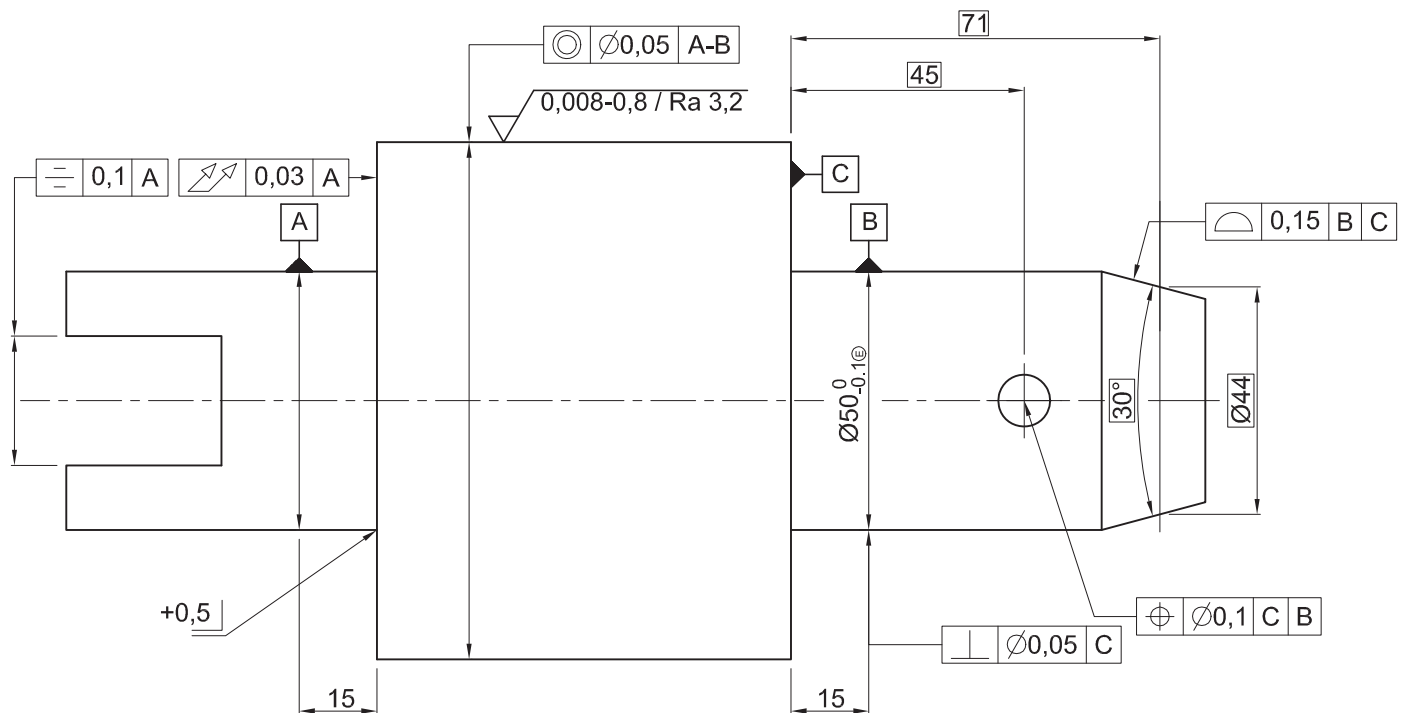


J2/2010



Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa

Loppuraportti

Sari Saxholm, Björn Hemming, Veli-Pekka Esala, Ilkka Palosuo
Mittatekniikan keskus

Espoo 2010

Julkaisu J2/2010

Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa Loppuraportti

Sari Saxholm, Björn Hemming, Veli-Pekka Esala, Ilkka Palosuo

Mittatekniikan keskus

Espoo 2010

Alkusanat

Tämä julkaisu (MIKES J2/2010) on Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa -projektin loppuraportti. Mittatekniikan keskus (MIKES) toteutti vuoden mittaisen projektin vuosien 2009-2010 aikana yhteistyössä Tampereen teknillisen yliopiston (TTY), Aalto-yliopiston teknillisen korkeakoulun (TKK) ja Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistyksen (MetSta) asiantuntijoiden kanssa. Suomen Standardisointiliitto (SFS) osallistui projektin rahoitukseen. Tässä raportissa on esitetty projektin sisältö ja aikaansaannokset sekä julkaistu koulutuspäivän esitelmämateriaali.

Sisällysluettelo

1	Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa -projekti	5
1.1	Projektin tavoite	5
1.2	Saavutettavat hyödyt	6
1.3	Projektiorganisaatio	7
2	Projektin tulokset	8
2.1	Käytännön kartoitus ja haastattelut	8
2.2	Koulutus	10
2.3	GPS-taskukirja	11
2.4	Lehtijutut	11
3	Yhteenveto	11

LIITE 1	Kyselylomake
LIITE 2	Kyselyn tulokset monivalintakysymysten osalta
LIITE 3	GPS - Uudet tuulet toleroinnissa, Geometristen toleranssien teemapäivä 6.5.2010, päivän ohjelma
LIITTEET 4-14	Teemapäivän esitelmät
LIITE 15	Teemapäivän palauteyhteenveto
LIITE 16-17	Metrologia standardisoinnissa -seminaari 26.1.2010, päivän ohjelma ja mainos
LIITE 18	Mittaukset konepajassa seminaari 10.-11.6.2010, ohjelma
LIITE 19	Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa, esitelmä
LIITE 20	GPS-taskukirjan esite
LIITE 21	Lehtijuttu, Tiimalasi 2/2009
LIITE 22	Lehtijuttu, SFS-Tiedotus 1/2010
LIITE 23	Lehtijuttu, SFS-Tiedotus 3/2010
LIITE 24	Yhteistyösopimus EURAMET, CEN ja CENELEC

1 Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa - projekti

Geometrisen tuotemäärittelyn (jatkossa GPS, Geometrical Product Specifications) standardisointi sisältää mittatoleranssit ja geometriset toleranssit, pinnan ominaisuudet ja niihin liittyvät todentamismenettelyt, mittausvälineet ja kalibrointivaatimukset mukaan lukien mittausten luotettavuuden eli mittausepävarmuuden. GPS kattaa kaikki teknisiin piirustuksiin merkityt erilaiset vaatimukset, jotka kohdistuvat teollisesti valmistetun työkappaleen geometriaan (esim. mitta, etäisyys, säde, kulma, muoto, suunta, sijainti, heitto, pinnankarheus, pinnan aaltomaisuus, pintaviat, jne.) ja kaikki niihin liittyvät todentamisperiaatteet, mittauslaitteet ja niiden kalibroinnin.

Geometrisen tuotemäärittelyn standardit ovat vahvasti uudistuneet viimeisen 15 vuoden aikana. Samaan aikaan on myös tietotekniikan tulo mittaustekniikkaan tehnyt mittauksista yhä enemmän uudenlaista ja monipuolista osaamista vaativia. Tämä herätti kysymyksen siitä, ollaanko Suomen teollisuudessa tietoisia muutoksista ja onko yrityksillä nykypäivänä mahdollisuutta pysyä ajan tasalla standardisuudistuksista, omaksua niissä esitetyt uudet piirteet sekä soveltaa niitä tehokkaasti käytäntöön.

1.1 Projektin tavoite

Projektin tavoite asetettiin kaksiportaiseksi. Ensimmäisessä vaiheessa kartoitetaan käytännön ongelmia teollisuustasolla ja projektin jälkimmäisessä vaiheessa valmistellaan ja järjestetään koulutusta ja tiedotusta.

Projektin ensimmäisessä vaiheessa oli tavoitteena tehdä selvitystyö, jonka päämääränä oli löytää käytännön ongelmat GPS-standardien sovellettavuudessa, käytettävyydessä ja ylipäätään tunnettuudessa kentällä. Selvitetään, mitkä tekijät haittaavat tai estävät uusien GPS-standardien soveltamisen tehokkaasti käytäntöön, ts. mitkä tekijät toimivat pullonkauloina estäen standardien tehokkaan hyödyntämisen yritysten kilpailukyvyä edistämiseksi. Selvitetään, onko aihealueen standardeissa sellaisia yksittäisiä kohtia, jotka tarpeettomasti hankaloittavat asioita käytännön näkökulmasta katsottuna. Samalla kartoitetaan sellaiset mahdolliset kohteet, jotka vielä kaipaavat standardisointia. Kartoituksen kohderyhmäksi asetettiin kotimaan loppukäyttäjät, pk-yritykset, alihankintaketjujen yritykset sekä maahantuojat. Tavoitteena oli saada mahdollisimman laaja kuva kentästä erityyppisten edustajien kautta.

Projektin toisen vaiheen tavoitteena oli suomenkielisen koulutuspaketin laadinta. Koulutuspaketin 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 loppukäyttäjii siihen tosiasiaan, että standardien sisältöön voi vaikuttaa osallistumalla erilaisten työryhmien toimintaan. Tavoitteena oli

vaikuttaa standardien sisältämän tiedon tehokkaaseen käyttämiseen sekä saada loppukäyttäjät kokemaan ne voimavarana.

1.2 Saavutettavat hyödyt

Projektin avulla saavutettavat pääasialliset hyödyt ovat:

- Kustannussäästöt
- Kilpailukyky
- Laatu
- Osallistuminen standardisointityöhön

Tausta ja perustelut hyötyjen saavuttamiseksi on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 1. Saavutettavat hyödyt

<p>Kustannussäästöt</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tekninen komitea ISO/TC 213 on julkaissut viimeisen kymmenen vuoden aikana noin 70 standardia, jotka perustuvat uudenlaiseen ajatteluun. - Tavoitteena on tuotteiden kansainvälisen kaupankäynnin tehostaminen täsmällisemmällä määrittelyllä. - Taustalla on pitkään jatkunut toleranssien pienentymisen kehitys, teollisen alihankinnan kasvu sekä tietotekniikan tulo mittaamiseen. - Tärkeä standardikokonaisuus on GPS (Geometrical Product Specifications), joka määrittelee kappaleen tai tuotteen mikro- ja makrogeometriaa: Dimensioiden lisäksi määriteltäviä piirteitä ovat mm. suoruuus, tasomaisuus, ympyrämäisyys, lieriömäisyys, kohtisuoruus ja pinnankarheus. - Toleransseja ja teknologiakuluja voidaan pienentää merkittävästi ottamalla uusia GPS-standardeja aktiiviseen käyttöön. - Esimerkiksi menoraja-periaate: Tehokas hyödyntäminen yrityksessä johtaa välittömästi kustannussäästöihin.
<p>Kilpailukyky</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uudet standardit ovat teoriassa yhdenmukaisia ja selkeitä, kuitenkin vaikeaselkoisia monelle teollisuudessa. - Tällä hetkellä näyttää siltä, että suomalaisessa teollisuudessa ei kyetä seuraamaan näiden standardien uutta kehitystä. - Uusien standardien ajattelu omaksuttava ja käytäntöön soveltamista tehostettava, ettei menetetä osaamiseen ja laatuun perustuvaa kilpailukykyä suhteessa halpatuotantomaihin.
<p>Laatu</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mikäli yritys ei pysytkään mukana uusien standardien kehityksessä ja soveltaa toimintaansa uusinta standardien tarjoamaa tietoa, ollaan tilanteessa, jossa piirustusmerkintöjä luetaan ja ymmärretään eri tavalla. - Valmistusmenetelmien ja laitteistojen kehittymisen myötä dimensioiden toleranssit ovat nykyään entistä pienempiä, mikä vastaavasti vaatii parempaa tarkkuutta myös mittaamiselta: Käytännössä huomataan, että tarkemmalla mittauksella saadaan erilaisia tuloksia riippuen mittauskohdasta tai mittaustavasta, koska kappaleen muotovirheet sekä pinnankarheus vaikuttavat mittaustulokseen. - Parempi mittaustarkkuus ei siis auta, jos määrittelyepävarmuus eli spesifikaatioepävarmuus on suuri. Tämä koskee myös teollisuusyrityksen laadunvalvontaan liittyviä mittauksia; mittauksia, joiden perusteella tuotteita hyväksytään ja hylätään.
<p>Osallistuminen standardisointityöhön</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kansainvälisillä markkinoilla toimittaessa on tunnistettava alan standardien vaatimukset jo hyvissä ajoin, mieluiten ennen uuden tuoteversion spesifikaatioiden lukkoon lyömistä. - Kun tietoisuus alan standardeista lisääntyy loppukäyttäjien keskuudessa, niiden soveltamisen kynnyksessä käytäntöön madaltuu

	- Standardeja aletaan pitää käyttökelpoisina arkipäivän työkaluina ja tämän myötä käyttäjillä herää mielenkiinto standardisointiyötä kohtaan sekä halu päästä vaikuttamaan niiden sisältöön.
--	--

1.3 Projektioorganisaatio

Projekti toteutettiin MIKESläisistä tutkijoista ja erikoistutkijoista koostuvan projektiryhmän sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden voimin. Lisäksi projektin toteutukseen osallistui avustavia henkilöitä sekä Metrologian neuvottelukunnan Standardisointi-työryhmä seurantaryhmän ominaisuudessa. Projektin rahoitukseen osallistuivat MIKES ja SFS.

Projektin toteutukseen osallistuneet henkilöt on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Projektioorganisaatio

Projektipäällikkö	
Tutkija Sari Saxholm	MIKES
Projektiryhmä	
Erikoistutkija Björn Hemming	MIKES
Erikoistutkija Veli-Pekka Esala	MIKES
Tutkija Ilkka Palosuo	MIKES
Projektiryhmän avustajat: Heikki Lehto, Thua Weckström, Tapio Mansten ja Monika Lecklin	
Asiantuntijat	
Professori Heikki Tikka	TTY
Professori Kalevi Aaltonen	TKK
GPS-standardien seurantaryhmän puheenjohtaja Jukka-Pekka Rapinoja	MetSta
Seurantaryhmä	
Metrologian neuvottelukunnan Standardisointi-työryhmä	
Rahoitus	
MIKES 50 %, SFS 50 %	

2 Projektin tulokset

Projekti toteutettiin projektisuunnitelman tavoitteiden mukaisesti kesäkuun 2009 ja kesäkuun 2010 välisenä aikana: Toteutettiin selvitystyö eli käytännön ongelmien kartoitus teollisuudessa, järjestettiin koulutusta ja julkaistiin suomenkielinen versio GPS-taskukirjasta. Projektiryhmän oman arvion mukaan sekä koulutuksesta saadun palautteen perusteella projektille asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin ja projektin laajuus (vain yksi vuosi) huomioon ottaen tässä tärkeässä asiassa päästiin hyvin alkuun.

Projektin myötä syntyi verkosto MIKESin, korkeakoulujen, oppilaitosten ja yritysten välille koostuen tahoista, jotka tiiviillä yhteistyöllä pystyvät kehittämään GPS-standardien tunnettua ja tehokasta soveltamista käytäntöön. Projektin pohjalta syntyikin odotetusti aihe jatko-projektille. GPS-standardit on valtavan laaja ja monitahoinen kokonaisuus; tiedotuksen, koulutuksen ja opastavan materiaalin tarve on selkeä.

Eri osa-alueiden toteutus ja tulokset on esitetty seuraavissa kappaleissa.

2.1 Käytännön kartoitus ja haastattelut

Haastattelukohteet valittiin siten, että ne edustavat mahdollisimman laajaa kenttää ja ovat tyypiltään erilaisia. Tavoitteena ei ollut tehdä suurta määrää pintapuolisia haastatteluja sähköpostitse, vaan laadukkaita keskustelunomaisia selvityksiä. Haastattelut toteutettiin 13:ssa eri kohteessa joko paikan päällä tai puhelimitse kyselylomaketta apuna käyttäen. Haastatteluja varten laadittu kyselylomake toimi hyvin keskustelujen runkona sekä auttoi kohdetta hahmottamaan haastattelun tarkoituksen sekä kyselyn laajuuden. Kyselylomake on liitteenä 1.

Haastattelukohteet oli helppo löytää sen jälkeen, kun oli tehty päätökset, minkälaisia kohteita tarvitaan kattavan otoksen saamiseksi. Ilmapiiri haastatteluissa oli avoin ja haastattelijat otettiin hyvin vastaan. Vaikka haastattelukohteiden joukkoon mahtui useita melko hyvän standarditietoisuuden omaavia yrityksiä, ei missään tunnettu GPS-järjestelmän koko ideaa ja terminologiaa. Haastatteluissa huomasi, että erityisesti hieman teoreettisemmat käsitteet, kuten epävarmuusperiaate sekä määrittelynmukaisuus / määrittelynvastaisuus - periaatteet olivat lähes kaikille täysin tuntemattomia.

Haastattelujen perusteella haasteina koetaan standardien valtava määrä, osin vaikeaselkoisuus ja ennen kaikkea niiden tulkinta: Miten tulkitaan ja sovelletaan käytäntöön. Niin sanotusti pahimmassa tapauksessa standardit koetaan taakkana ja välttämättömänä pakkona, kun vastaavasti parhaimpana tapauksena voidaan käsittää tilanne, jossa standardien avulla on saavutettu etuja ja säästöjä esimerkiksi oikeanlaisten menetelmien valinnan kautta ja yhtenäisten sekä yksiselitteisten merkintöjen avulla.

Useissa vastauksissa ja keskusteluissa nousi avainkysymyksenä esille vaikeus valita juuri ne oman toiminnan kannalta kriittiset ja hyödylliset standardit sekä niiden osalta ajan tasalla pysyminen. Hieman yllättäen esiin nousi myös ilmiö, jossa standardeihin turvataan silloin, kun on hätä: Riitatilanteessa vedotaan standardeihin, vaikka niiden arvoa tai käyttökelpoisuutta muuten ei tunnustettaisikaan.

Haastatteluissa havaittuja huomionarvoisia seikkoja on listattu seuraavassa:

- Vastauksissa tuotiin esille, että standardeissa on liian vähän esimerkkejä ja ne ovat osittain vaikeaselkoisia. Enemmistö vastaajista ei ole kuitenkaan valmis osallistumaan standardisointityöhön, missä näihin asioihin voisi vaikuttaa. Suurimpana esteenä standardisointityöhön osallistumiselle esitettiin yksinkertaisesti liian kova kiire, ei ole aikaa paneutua oman työn ohella. Haastattelijat pitivät tätä näkökulmaa jossain määrin ongelmallisena ja vetävät siitä sen johtopäätöksen, että kaikki yritykset eivät vielä ole sisäistäneet sitä tosiasiaa, että vaikuttamalla standardien sisältöön jo niiden laadintavaiheessa, voi olla askeleen edellä kilpailijoita.
- Haastateltavia kohteita pyydettiin kertomaan asioista, jotka mahdollisesti haittaavat standardien tehokasta soveltamista käytäntöön. Vastauksissa tuotiin esille, että standardiviidakon hallinta on usein vaikeaa. Hyvin monesti tilanne on se, että yksi tai muutama standardi ei riitä, vaan pitää hankkia ja hallita koko standardiperhe, joka voi käsittää kymmenittäin standardeja (esimerkiksi juuri GPS-standardit).
- Osa haastateltavista koki, että käytännön näkökulmasta katsottuna standardit eivät kerro, miten jonkin asian voi mitata yksinkertaisesti. Tämä vaikeuttaa soveltamista todelliseen tilanteeseen.
- Tiedusteltaessa standardien ymmärrettävyyttä vastaukset jakoutuivat tasan mielipitein kyllä ja ei. Tämä kuvastaa sitä havaintoa, että ne, joilla on ollut aikaa perehtyä standardeihin ja kenties käyttävät niitä päivittäin, ymmärtävät niiden sisällön hyvin. Sellaiset kohteet, jotka ovat standardien kanssa tekemisissä vain harvoin, eivät koe niitä ymmärrettäviksi.
- Suurimpina ongelmina standardien käyttöön liittyen mainittiin, miten löytää oikea standardi pelkän otsikkotiedon perusteella. Kerrottiin myös, että tilannetta epäselkeyttä se, että käytössä voi olla eri julkaisijoiden standardeja (esimerkiksi SFS, ISO, EN, DIN, BS, SMS) ja seassa voi olla myös vanhoja sekä yrityksen omia standardeja. Myös hinta ja kopiointirajoitukset koettiin jossain määrin hankalina, varsinkin suurten standardiperheiden ollessa kyseessä.
- Osa haastateltavista kritisoi sitä, että standardeja on niin paljon ja asiat niissä on esitetty palasina. Toisaalta osa vastaajista oli sitä mieltä, että standardien tulisi olla sisällöltään laajempia, jolloin niitä olisi lukumäärällisesti vähemmän.
- Standardien hyödynnettävyyteen liittyvä kommentti siitä, että miten osaa hyödyntää, jos ei edes tiedä standardin olemassa olosta, on haastattelijoiden mielestä huolestuttava tilanne. Jos yrityksillä ei ole aikaa perehtyä oman alansa standardeihin, on niiden soveltaminen toiminnan tehostamiseksi tietenkin vaikea haaste.

Haastattelujen perusteella suurimmat hyödyt, joita on saavutettu standardien avulla, ovat toimintatapojen vakiintuminen, osien vaihdettavuus, ratkaisut riitatilanteisiin ja se tosi asia, että standardeja seuraamalla pysyy ajan tasalla. Onnistunut standardien soveltaminen käytäntöön on tuonut etulyöntiaseman kilpailijoihin nähden esimerkiksi mahdollistamalla laskentamenetelmien hyödyntämisen tai valmistusmenetelmien vaihtamisen. Etuna koettiin myös standardien myötä saavutettu epäselvyyksien vähentyminen.

Kyselyn tulokset on esitetty monivalintakysymysten osalta liitteessä 2.

2.2 Koulutus

Projektin puitteissa järjestettiin yhden päivän mittainen koulutus- ja tiedotustapahtuma: GPS - Uudet tuulet toleroinnissa, Geometrinen toleranssien teemapäivä. Teemapäivä järjestettiin 6.5.2010. Päivän ohjelma on liitteessä 3 ja esitelmät liitteissä 4-14.

Teemapäivän aikana luotiin kokonaiskatsaus GPS-standardien maailmaan ja nostettiin esille toiminnan kannalta keskeisiä avaintekijöitä. Kantavana ajatuksena oli se tosiasia, että oikein ja tehokkaasti käytettynä standardit voivat olla merkittävä yrityksen valmistuskustannuksia alentava tekijä.

Geometrinen toleranssien teemapäivän eli tolerointiin liittyvän tiedotuksen ja koulutuksen tarve on nähty jo paljon aiemmin, ennen tämän projektin käynnistymistä. Näin ollen Metrologian neuvottelukunnan Metallituotteet ja koneenrakennus - työryhmässä oli jo aiemmin suunniteltu tarvittavan koulutuksen runkoa. Kun tämä projekti käynnistyi MIKESissä, ideat yhdistettiin ja suunnitelmat muutettiin konkreettiseksi tekemiseksi.

Teemapäivän luennoitsijat edustivat MIKESiä, Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistystä, Tampereen teknillistä yliopistoa, Aalto-yliopiston teknillistä korkeakoulua ja Etelä-Karjalan Mittauskeskusta. Teemapäivään osallistui 40 henkilöä yrityksistä ja oppilaitoksista. Päivästä saatu palaute oli hyvää, asteikolla 1-6 (erittäin huono-erittäin hyvä) yleisarvosanaksi saatiin kaikkien osa-alueiden keskiarvona 5 (hyvä). Yhteenveto palautteesta on esitetty liitteessä 15.

Numeroarvosanojen lisäksi teemapäivästä saatiin myös runsaasti sanallista palautetta; kiitosta, toiveita ja parannusehdotuksia. Palautteen perusteella parasta oli aiheen monipuolinen ja laaja käsittely sekä GPS-standardien perusasioiden ytimekäs esittely. Eräessä palautelomakkeessa kommentoitiin näin: ”Seminaariin tullessa tiesin kaiken GPS-asioista. Pois lähtiessä huomasin, että on vielä paljon opittavaa.” Palautteen perusteella kehittämisen varaa on päivän aikataulussa, asiaa olisi ollut kahdeksikin päiväksi. Teollisuuden käytännön esimerkkejä olisi ollut hyvä esitellä, se olisi havainnollistanut asiaa. Tältä osin luennoitsijat esittivät haasteen yritysten edustajien suuntaan; kaikki kaipaavat konkreettisia esimerkkejä, mutta kukaan ei ongelmatilanteistaan haluaisi kertoa. Ehdotettiin, että esimerkeistä muokattaisiin yhteistyössä sellaisia, että ne eivät vaaranna kenenkään liikesalaisuuksia. Idea sai kannatusta ja tämän toivotaan toteutuvan seuraavassa projektissa.

Teemapäivästä toivottiin uusintaa. Esitettiin, että se voisi olla jokavuotinen katsaus ja tilaisuus uusien asioiden esiin nostamiseksi. Todettiin, että se voisi osaltaan auttaa yrityksiä kaiken kiireen keskellä pysymään ajan tasalla myös standardien maailmassa.

Teemapäivän lisäksi projektista ja GPS-standardeista pidettiin kaksi luentoa muissa seminaareissa: Metrologia standardisoinnissa -seminaarissa 26.1.2010 ja Mittaukset konepajassa -seminaarissa 10.-11.6.2010. Seminaarien ohjelmat ja ensin mainitun mainos sekä projektia käsittelevä luento ovat liitteissä 16-19.

2.3 GPS-taskukirja

GPS-taskukirja esittää lyhyesti tärkeimmät ja useimmin käytetyt geometrisen tuotemäärittelyn toleranssimerkinnät. Se esittää GPS-toleroinnin yleisimmät säännöt ja periaatteet. Sitä ei ole tarkoitettu käytettäväksi yksinään vaan standardien rinnalla, koska se ei anna täydellistä ja tyhjentävää kuvaa GPS-standardeista. GPS-taskukirjan tarkoituksena on toimia muistin apuvälineenä henkilöille, jotka käyttävät geometrisiä tuotemäärittelyjä päivittäisessä työssään.

GPS-taskukirja on pieni, suuri kirja, joka sisältää paljon asiaa tiivistetyssä muodossa. GPS-taskukirja käsittelee GPS-standardeja taskukokoisessa muodossa (A6, 36 sivua). Se on eräänlainen muistikirja, jossa on viittaukset varsinaisiin standardeihin.

Suomenkielinen GPS-taskukirja toteutettiin englannin- ja ruotsinkielisten esikuviansa pohjalta. Se oli työläs käännettävä, joka sisältää paljon spesifistä sanastoa ja termejä. Käännöstyössä kiinnitettiin erityistä huomiota siihen, että käännös ei ole ristiriidassa olemassa olevien standardien ja Kansainvälisen metrologian sanaston (VIM) sekä käytössä olevan vakiintuneen sanaston kanssa.

GPS-taskukirjan esite on liitteessä 20.

2.4 Lehtijutut

Projektin aikana julkaistiin kolme lehtijuttua: MIKESin tiedotuslehdessä Tiimalasissa (2/2009) ja Standardisoimisliiton asiantuntijalehdessä SFS-Tiedotuksessa (1/2010, 3/2010). Nämä lehtijutut ovat liitteinä 21-23.

3 Yhteenveto

Projektin avulla saavutettavat hyödyt vaativat pitkäjänteistä työtä: Standardien tunnettuuden lisääminen, tiedotus, koulutus ja teemapäivät aiheesta tulevat tarpeeseen. Projektin myötä GPS-standardit saatiin nostettua ajankohtaiseksi aiheeksi usealla taholla. Käytännössä tämä näkyy siten, että kyselyt ja yhteydenotot toleranssimerkintöjen tulointoihin liittyen ovat lisääntyneet, yritykset ovat tilanneet koulutusta ja suomenkielisiä GPS-taskukirjoja on myyty jo lähes sadan kappaleen verran.

Aiheesta on käynnistymässä jatkoprojekti MetSta:n ja MIKESin yhteistyönä. Metrologian ja standardisoinnin yhteistyön tiivistymisestä kertoo myös EURAMETin ja CENin sekä CENELECin yhteistyösopimus (liitteenä 24).

Kysely geometristen standardien hyödyntämisestä

Mittatekniikan keskus MIKES on käynnistänyt projektin *Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa*. Projekti kartoittaa standardien hyödyntämiseen ja käytettävyyteen liittyviä käytännön ongelmia teollisuudessa. Selvityksen perusteella MIKES valmistelee koulutuspaketin, jonka avulla standardien hyödyntämistä pyritään edistämään ja helpottamaan. Projektissa keskitytään GPS-standardeihin (GPS = Geometrical Product Specification). Ne käsittelevät konepajatekniikan perussuureita kuten esim. erilaisia dimensiomittoja sekä muotoja ja pinnankarheutta.

Oikein ja tehokkaasti käytettynä standardit voivat olla merkittävä yrityksen valmistuskustannuksia alentava tekijä. Esimerkiksi ”menorajan periaatteen” tehokas hyödyntäminen väljentää valmistuksen työstötarkkuusvaatimuksia ilman kappaleen kokonaistarkkuuden (kokoanpanokelpoisuuden) laskua. Tätä voisi kutsua teollisuusmaiden vastaiskuksi halpavalmistusmaiden bulkkituotantoa vastaan.

Projektia rahoittavat MIKES ja Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

Seuraavat kysymykset koskevat lähipiiriäsi tai tiimiäsi:

1	Montako standardia työpaikallanne on käytössä? (esim. EN, ISO, DIN, ASME, PSK...)				
	0	1 - 5	5 - 15	15 -	en tiedä

2	Montako ISO-standardia työpaikallanne on aktiivisessa käytössä?				
	0	1 - 5	5 - 15	15 -	en tiedä

3	Montako geometrista ISO-GPS-standardia on käytettävissänne?				
	0	1 - 5	5 - 15	15 -	en tiedä

4	Jos vastasit edellisissä kohdissa nolla, siihen oli syynä:				
	Ei tarvetta standardeille				
	Standardien korkea hinta				
	Standardien vaikeaselkoisuus				
	Standardien vaikea hankintaprosessi				
	En tiedä				
Joku muu syy:					


Seuraavat kysymykset koskevat sinua henkilönä ja liittyvät ISO-GPS standardeihin:

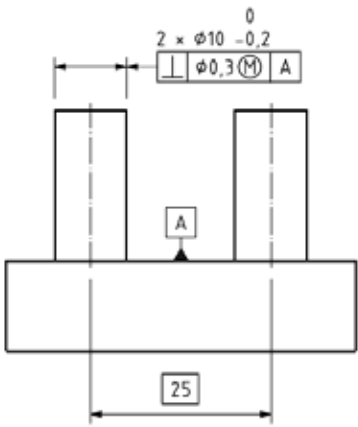
5	Montako ISO-GPS-standardia olet lukenut tai monenko sisällön tunnet?				
	0	1 - 5	5 - 15	15 -	en tiedä

6	Tunnetko standardin ISO 14253 periaatteet myyjän ja ostajan rooleista tuotteen tarkastuksissa?			
	Kyllä, tunnen			
	En ole koskaan kuullutkaan			
	Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardia			
	En tiedä			

7	Onko standardi ISO 2692 maksimimateriaalin vaatimuksesta, MMR (aiemmin menorajan periaate, MMP) tuttu?			
	Kyllä, on tuttu			
	En ole koskaan kuullutkaan			
	Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardia			
	En tiedä			

8	Onko koordinaattikoneen verifiointi-standardi (tarkastustesti) ISO 10360-2 tuttu?			
	Kyllä, on tuttu			
	En ole koskaan kuullutkaan			
	Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardia			
	En tiedä			

9	Pinnankarheusmerkintöjen tunnistamistehtävä, ISO 1302:2002			
				
	Kyllä, tunnistan merkinnät ja ymmärrän niiden sisällön			
	En ole koskaan nähnytkaan			
	Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardin mukaisia merkintöjä			

10	Menoraja-periaatteen merkintöjen tunnistamistehtävä, ISO 2692:2006	
		
	Kyllä, tunnistan merkinnät ja ymmärrän niiden sisällön	
	En ole koskaan nähnytäkään	
Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardin mukaisia merkintöjä		

Seuraavat kysymykset liittyvät standardeihin ja standardisointiin yleensä (jos olet ISO-GPS standardien käyttäjä, vastaa kysymyksiin näitä standardeja silmällä pitäen):

11	Taustatiedot	
	Olen ISO-GPS standardien käyttäjä ja vastaan kysymyksiin tästä näkökulmasta	
	En ole ISO-GPS standardien käyttäjä ja vastaan kysymyksiin ajatellen muita standardeja	

12	Minkälainen on yrityksenne standardien hankintaprosessi?	
	Joku ehdottaa tai voin itse ehdottaa standardien hankintaa	
	Esimies toimittaa tarvittavat standardit	
	Asiakas vaatii tietyt standardit ja ne hankitaan	
	Joku muu tapa:	
En tiedä		

13	Ovatko yrityksenne hankkimat standardit mielestäsi ajan tasalla (eli voitko olla aina varma siitä, että sinulla on uusin versio saatavilla)?	
		Kyllä
		Ei
		En tiedä
	Tarvitsisimme järjestelmän, joka varmistaisi ajantasaisuuden	

14	Onko yrityksenne hankkinut mielestäsi riittävästi standardeja?	
		Kyllä, niitä on tarvittava/sopiva määrä
		Ei, niitä on hankittu liian vähän
		Ei, niitä on hankittu liikaa
	En tiedä	

15	Mistä saat tietoa uusista standardeista?	
		Lehdestä, mistä:
		Työkaverilta
		Esimieheltä
		Asiakkaalta
		Kursseilta
		Tiimalasista
		SFS:n markkinointikirjeestä
	Muualta, mistä:	
	En mistään	

16	Mitkä kohteet tai aihealueet mielestäsi kaipaavat standardisointia omalla alallasi?	

17	Oletko kiinnostunut koulutuksesta, joka käsittelisi standardien sisältöä ja niiden käyttöä?	
		Kyllä
		En
	En tiedä	

18	Oletko kiinnostunut standardisointityöstä, esimerkiksi kiinnostunut osallistumaan standardien valmisteluun?	
	<input type="checkbox"/>	Kyllä
	<input type="checkbox"/>	En
	<input type="checkbox"/>	En tiedä

19	Tiedätkö, mihin voit tehdä aloitteen uudesta standardista? (esim. työryhmät, eri standardisointi-organisaatiot)	
	<input type="checkbox"/>	Kyllä, esimerkiksi:
	<input type="checkbox"/>	En

20	Mitkä tekijät mielestäsi haittaavat standardien soveltamista käytäntöön, esimerkiksi omassa työssäsi? (esim. hinta, vaikeaselkoinen, yhdellä standardilla ei pärjää vaan pitää hankkia koko "standardiperhe", kielimuuri)	

21	Mitä käytännön ongelmia olet kohdannut standardien sovellettavuudessa ja käytettävyydessä? (esim. vaikeaselkoinen, ei standardeja saatavilla yrityksessä, kielimuuri)	

22	Oletko törmännyt standardeissa sellaisiin kohtiin tai asioihin, jotka hankaloittavat asioita käytännön näkökulmasta katsottuna? (esim. vaikeaselkoisuus, kielimuuri, liian vähän esimerkkejä käytäntöön soveltamisesta)	
	<input type="checkbox"/>	En
	<input type="checkbox"/>	Kyllä, esimerkiksi:

23	Mitä mieltä olet standardien kielestä, ovatko ne ymmärrettäviä? (esim. verifiointi, validointi, implementointi, spesifikaatio, karakterisointi)	
	<input type="checkbox"/>	Kyllä, ovat ymmärrettäviä
	<input type="checkbox"/>	Eivät ole ymmärrettäviä, koska:

24	Pitäisikö standardeja mielestäsi kääntää enemmän suomeksi?	
	<input type="checkbox"/>	Kyllä
	<input type="checkbox"/>	Ei, englanninkielinen versio riittää
	<input type="checkbox"/>	En tiedä

25	Jos vastasit edelliseen kohtaan kyllä, mikä standardi mielestäsi pitäisi kääntää ensisijaisesti?	

26	Mikä on mielestäsi suurin ongelma standardien käyttöön liittyen?	

27	Mikä on suurin hyöty, jonka sinä tai yrityksesi olette saavuttaneet standardien avulla?	

28	Koetteko sinä tai yrityksenne onnistuneenne standardien soveltamisessa käytäntöön niin, että olisitte saavuttaneet siitä välitöntä hyötyä (esim. kustannussäästöjä) tai etulyöntiaseman kilpailijoihinne nähden?

29	Miten sinä tai yrityksesi näette onnistuneen standardin soveltamisen investointina (esim. hyödyt suhteessa panostuksiin)?

Muita terveisiä standardeihin liittyen:

KIITOS VASTAUKSESTASI!

Kysely geometristen standardien hyödyntämisestä	yhteensä %
Seuraavat kysymykset koskevat lähipiiriäsi tai tiimiäsi:	
1 Montako standardia työpaikallanne on käytössä? (esim. EN, ISO, DIN, ASME, PSK...)	
0	17
1 - 5	8
5 - 15	17
15 -	50
en tiedä	8
2 Montako ISO-standardia työpaikallanne on aktiivisessa käytössä?	
0	17
1 - 5	8
5 - 15	17
15 -	42
en tiedä	17
3 Montako geometrista ISO-GPS-standardia on käytettävissänne?	
0	25
1 - 5	42
5 - 15	8
15 -	8
en tiedä	17
4 Jos vastasit edellisissä kohdissa nolla, siihen oli syynä:	
Ei tarvetta standardeille	25
Standardien korkea hinta	0
Standardien vaikeaselkoisuus	0
Standardien vaikea hankintaprosessi	0
En tiedä	25
Joku muu syy	50
Seuraavat kysymykset koskevat sinua henkilönä ja liittyvät ISO-GPS standardeihin:	
5 Montako ISO-GPS-standardia olet lukenut tai monenko sisällön tunnet?	
0	36
1 - 5	18
5 - 15	9
15 -	0
en tiedä	36
6 Tunnetko standardin ISO 14253 periaatteet myyjän ja ostajan rooleista tuotteen tarkastuksissa?	
Kyllä, tunnen	31
En ole koskaan kuullutkaan	38
Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardia	15
En tiedä	15
7 Onko standardi ISO 2692 maksimimateriaalin vaatimuksesta, MMR (aiemmin menorajan periaate, MMP) tuttu?	
Kyllä, on tuttu	31
En ole koskaan kuullutkaan	23
Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardia	31
En tiedä	15
8 Onko koordinaattikoneen verifiointi-standardi (tarkastustesti) ISO 10360-2 tuttu?	
Kyllä, on tuttu	46
En ole koskaan kuullutkaan	23
Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardia	15
En tiedä	15
9 Pinnankarheusmerkintöjen tunnistamistehtävä, ISO 1302:2002	
Kyllä, tunnistan merkinnät ja ymmärrän niiden sisällön	31
En ole koskaan nähnytkaan	15
Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardin mukaisia merkintöjä	54
10 Menoraja-periaatteen merkintöjen tunnistamistehtävä, ISO 2692:2006	
Kyllä, tunnistan merkinnät ja ymmärrän niiden sisällön	38
En ole koskaan nähnytkaan	31
Tiedän periaatteen, mutta en tunne standardin mukaisia merkintöjä	31

Seuraavat kysymykset liittyvät standardeihin ja standardisointiin yleensä (jos olet ISO-GPS standardien käyttäjä, vastaa kysymyksiin näitä standardeja silmällä pitäen):		
11 Taustatiedot		
Olen ISO-GPS standardien käyttäjä ja vastaan kysymyksiin tästä näkökulmasta		73
En ole ISO-GPS standardien käyttäjä ja vastaan kysymyksiin ajatellen muita standardeja		27
12 Minkälainen on yrityksenne standardien hankintaprosessi?		
Joku ehdottaa tai voin itse ehdottaa standardien hankintaa		45
Esimies toimittaa tarvittavat standardit		0
Asiakas vaatii tietyt standardit ja ne hankitaan		25
Joku muu tapa		30
13 Ovatko yrityksenne hankkimat standardit mielestäsi ajan tasalla (eli voitko olla aina varma siitä, että sinulla on uusin versio saatavilla)?		
Kyllä		31
Ei		31
En tiedä		23
Tarvitsimme järjestelmän, joka varmistaisi ajantasaisuuden		15
14 Onko yrityksenne hankkinut mielestäsi riittävästi standardeja?		
Kyllä, niitä on tarvittava/sopiva määrä		54
Ei, niitä on hankittu liian vähän		46
Ei, niitä on hankittu liikaa		0
En tiedä		0
15 Mistä saat tietoa uusista standardeista?		
Lehdestä, mistä:		9
Työkaverilta		19
Esimieheltä		0
Asiakkaalta		13
Kursseilta		25
Tiimalasista		3
SFS:n markkinointikirjeestä		16
Muualta, mistä		16
En mistään		0
17 Oletko kiinnostunut koulutuksesta, joka käsittelisi standardien sisältöä ja niiden käyttöä?		
Kyllä		85
En		15
En tiedä		0
18 Oletko kiinnostunut standardisointityöstä, esimerkiksi kiinnostunut osallistumaan standardien valmisteluun?		
Kyllä		23
En		69
En tiedä		8
19 Tiedätkö, mihin voit tehdä aloitteen uudesta standardista? (esim. työryhmät, eri standardisointi-organisaatiot)		
Kyllä, esimerkiksi		31
En		69
22 Oletko törmännyt standardeissa sellaisiin kohtiin tai asioihin, jotka hankaloittavat asioita käytännön näkökulmasta katsottuna? (esim. vaikeaselkoisuus, kielimuuri, liian vähän esimerkkejä käytäntöön soveltamisesta)		
En		60
Kyllä, esimerkiksi		40
23 Mitä mieltä olet standardien kielestä, ovatko ne ymmärrettäviä? (esim. verifiointi, validointi, implementointi, spesifikaatio, karakterisointi)		
Kyllä, ovat ymmärrettäviä		50
Eivät ole ymmärrettäviä, koska		50
24 Pitäisikö standardeja mielestäsi kääntää enemmän suomeksi?		
Kyllä		54
Ei, englanninkielinen versio riittää		46
En tiedä		0

GPS - UUDET TUULET TOLEROINNISSA Geometrinen toleranssien teemapäivä 6.5.2010

Oikein ja tehokkaasti käytettynä standardit voivat olla merkittävä yrityksen valmistuskustannuksia alentava tekijä. Teemapäivän aikana luodaan kokonaiskatsaus GPS-maailmaan (Geometrical Product Specifications, geometriset tuotemäärittelyt) ja nostetaan esille toiminnan kannalta keskeisiä avaintekijöitä.

Teemapäivä on tarpeellinen tuotesuunnittelijoille, laatuvaikuttajille ja mittajille sekä hyvä päivitys koneensuunnittelun ja valmistustekniikan opettajille

Tilaisuus järjestetään MIKESin tiloissa Espoon Otaniemessä, osoitteessa Tekniikantie 1.

Seminaarin osallistumismaksu on 250 euroa + ALV 22 %. Seminaarin materiaali jaetaan MIKESin nettisivujen kautta.

Ilmoittautuminen MIKESin nettisivujen kautta, www.mikes.fi, kohdassa Koulutus maanantaihin 26.4.2010 mennessä. Viimeisen ilmoittautumispäivän jälkeen osallistumisensa peruneilta tai saapumatta jääneiltä veloitetaan 50 % seminaarin hinnasta. Osallistumismaksu laskutetaan seminaarin jälkeen ilmoittautumislomakkeessa annettuun laskutusosoitteeseen.

Lisätietoja tilaisuudesta:
Sari Saxholm, puh. 010 6054 432,
etunimi.sukunimi@mikes.fi

Muutokset ohjelmaan ovat mahdollisia.

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

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

OHJELMA:

9.30	Ilmoittautuminen ja aamukahvi
10.00	Standardien hyödyntäminen teollisuudessa -projekti <i>Sari Saxholm, MIKES</i>
10.20	Mitä on GPS? <i>Jukka-Pekka Rapinoja, MetSta</i>
10.45	GPS:n tehokas hyödyntäminen <i>Heikki Tikka, TTY</i>
11.10	Jaloittelutauko
11.15	Mittausepävarmuus ja GPS ISO 14253, ISO 17450 <i>Björn Hemming, MIKES</i>
11.40	Toisistaan riippumaton mittojen ja muotojen tarkastaminen ISO 8015:1985 <i>Heikki Lehto MIKES</i>
12.05	Lounas
13.05	Geometriset muoto- ja sijaintitoleranssit ISO 1101 - Sovellukset ja kustannusvaikutukset <i>Kalevi Aaltonen, Aalto TKK</i>
13.30	Menorajan periaate SFS-EN-ISO 2692 <i>Heikki Lehto MIKES</i>
13.55	Iltapäiväkahvi
14.15	Pinnankarheus ISO4287, ISO 1302, ISO25178 <i>Björn Hemming, MIKES</i>
14.40	Nykyaikaisella valmistustekniikalla saavutettava tarkkuus <i>Paul H. Andersson, TTY</i>
15.15	Jaloittelutauko
15.25	Mittauskyvyn riittävyys <i>Heikki Tikka, TTY</i>
15.40	Mittajaan ammatti- sekä kalibroijan erikoisammattitutkinto <i>Jari Karhu, Etelä-Karjalan Mittauskeskus</i>
16.00	Yhteenveto ja keskustelu

MIKES

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 mittaussovelluksia teollisuuden kanssa.



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

Mittaus kaikkialla päätöksenteon pohjana



Standardien hyödyntäminen teollisuuden mittauksissa -projekti

- Kartoitus ja selvitys**
- haastattelut, kyselylomake

- Koulutuspaketti**
- koulutuspäivä sisältöineen, suomenkielinen GPS-taskukirja

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

GPS (Geometrical Product Specifications) Projektin tavoitteet

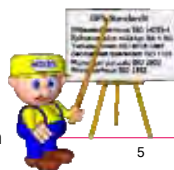
Käytännön ongelmien kartoitus teollisuudessa

- 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
 - Ongelmakohdat, seminaaripäivä ja GPS -taskukirja
 - Levittää tietoa standardien hyödyntämisestä
- Tavoitteena on vaikuttaa standardien sisältämän 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
- parhaimmalla tapauksella on saavutettu etuja ja säästöjä esim. oikeanlaisten menetelmien valinnan kautta ja yhtenäisten sekä yksiselitteisten merkintöiden avulla

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



GPS - Uudet tuulet toleroinnissa Geometrinen 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.

MIKES



GPS-Taskukirja

Nyt suomeksi!

GPS-Taskukirjoja voi
tilata MIKESistä
hintaan 11 eur/kpl



MIKES

8



Metalliteollisuuden Standardisointiyhdistys ry

Geometrinen toleranssien teemapäivä Mitä on GPS?

kotisivut: <http://www.metsta.fi>
MetSta-tiedotus: <http://www.metsta.fi/tiedotus>

GPS-järjestelmä, taustaa

- GPS-järjestelmä on maailmanlaajuinen teknisissä piirustuksissa käytettävä symbolikieli
- Yli 50 maata osallistuu järjestelmän kehittämiseen
- GPS-järjestelmää kehitetään kansainvälisen standardisointiorganisaation ISON teknisessä komiteassa ISO/TC 213
- GPS-järjestelmän kehittäminen ja harmonisointityö aloitettiin vuonna 1992. ISO/TC 213 perustettiin vuonna 1996 yhdistämällä aiemmin erillisinä toimineet mittatoleranssikomitea ja metrologiaa ja pinnan ominaisuuksia standardisoiva komitea
- Työn tuloksena julkaistaan ISO-standardeja, joista monet vahvistetaan eurooppalaisiksi standardeiksi (EN-ISO)



Geometrinen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

2

Yleistä standardeista

- Standardien käyttö on vapaaehtoista
- Periaatteessa on olemassa kolmenlaisia standardeja: kansainväliset, eurooppalaiset ja kansalliset standardit
- Kansainväliset standardit laatii ISO (International Organization for Standardization)
- Eurooppalaiset standardit laatii CEN (European Committee for Standardization)
- Suomessa kansalliset standardit laatii Suomen Standardisointiliitto SFS



Geometrinen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

3

Standardien nimikkeistä

- Kansainvälisen standardin tunnus on aina **ISO**-alkuinen: (esim. ISO 14978, ISO 14978:2007)
- Eurooppalaisen standardin, joka on vahvistettu SFS-standardiksi, tunnus on **SFS-EN** -alkuinen: (esim. SFS-EN 12100-1, SFS-EN 12100-1:2003)
- Joskus ISO-standardit vahvistetaan eurooppalaisiksi EN-standardeiksi, jolloin CEN-jäsenmaiden (myös Suomen) on vahvistettava standardi kansalliseksi standardiksi ja kumottava mahdolliset päällekkäiset kansalliset standardit. Esim. SFS-EN ISO 1101 on kumonnut vanhan SFS-standardin SFS 2102.
- Läheskään kaikkia ISO-standardeja ei kuitenkaan vahvisteta EN- ja/tai SFS-standardeiksi. Silti niitä voidaan soveltaa myös Suomessa.
- ISO-standardeihin viitataan yleensä pelkällä ISO-nimikkeellä, vaikka olemassa on vastaava SFS-EN ISO-nimike. Esim. ISO 1101 = SFS-EN ISO 1101)
- ISO- ja SFS-EN ISO-standardien tekninen sisältö on identtinen
- Muita yleisesti esiintyviä nimeämiskäytäntöjä:
 - **TS** (Technical specification), tekninen spesifikaatio. Eräänlainen "esi-standardi", ei vahvisteta kansallisesti (esim. ISO/TS 17450-1, CEN ISO/TS 14253-3)
 - **DIS** (Draft International Standard), **FDIS** (Final Draft International standard), äänestyksessä oleva standardiehdotus, joka voi muuttua vielä (esim. ISO/DIS 17450-1). Ehdotuksia voi ostaa esim. MetSta ry:n kautta.



Geometrinen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

4

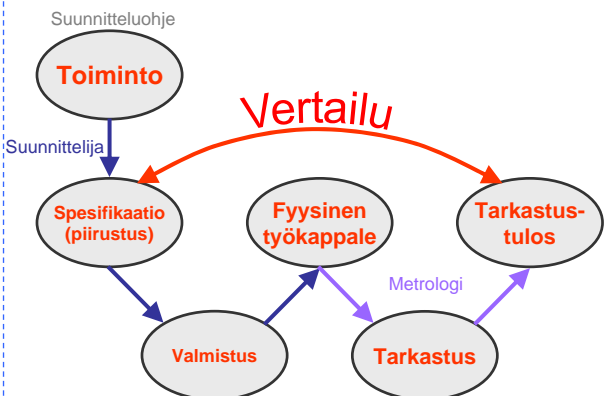
GPS = Geometric Product Specification
= Geometrinen tuotemäärittely

- Jokaisella kappaleella on materiaaliominaisuuksia sekä geometrisia ominaisuuksia
- Kappaleen geometrisia ominaisuuksia ohjataan teknisissä piirustuksissa GPS:n avulla spesifikaatio-operaattoreilla
- Spesifikaatio-operaattorit ovat kuin kuvitteellisia mittaamenetelmiä
- Piirustuksissa määritellyt spesifikaatio-operaattorit varmennetaan kappaleesta verifikaatio-operaattoreilla (= mittaamalla)



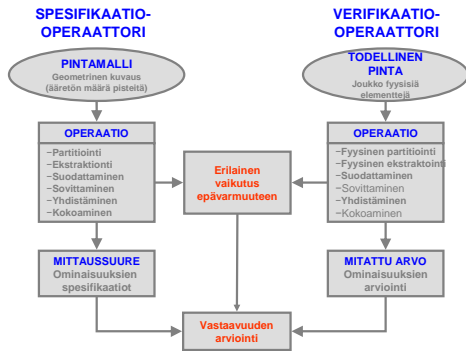
Geometrinen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

5



Geometrinen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

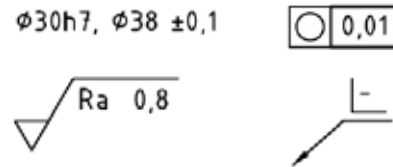
6



Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Esimerkkejä operaattoreista

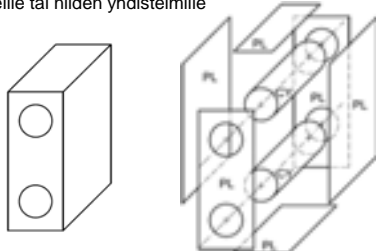
Samoin kuin matematiikassa olemme tottuneet käyttämään operaattoreita, esim +, - tai x, GPS-järjestelmässä käytetään operaattoreita määrittämään vaatimuksia elementeille



Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Geometriset elementit (ISO 14660)

- Kappaleet voidaan hajottaa geometrisiksi peruselementeiksi
- Vaatimukset (spesifikaatio-operaattorit) esitetään näille yksittäisille elementeille tai niiden yhdistelmille

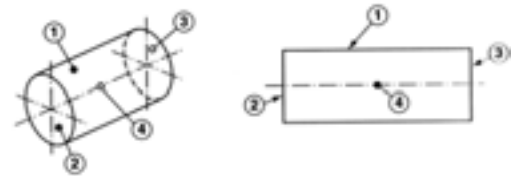


Kuvan kappale muodostuu tasopinta- (PL) ja lieriöelementeistä (CY)

Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Geometriset elementit (jatkoa)

- Kappaleen geometriaa kuvaavien elementtien lisäksi on olemassa *virtuaalisia elementtejä*, joita ei todellisessa kappaleessa ole. Virtuaalisia elementtejä ovat esim. lieriön akseli tai kahden pinnan välinen keskitaso tai ympyräpinnan keskipiste.



Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Perussäännöt (ISO/DIS 14659)

Koko GPS-järjestelmää koskee joukko yhteisiä sääntöjä:

1. Käyttöperiaate

Jos osa GPS-järjestelmästä otetaan käyttöön piirustuksessa, koko järjestelmä otetaan käyttöön.

2. GPS-hierarkiaperiaate

GPS-standardit on järjestetty arvojärjestykseen: perus-, globaalit, yleiset ja täydentävät standardit. Ylemmällä tasolla annetut säännöt pätevät aina alemman tason standardeihin, ellei alemmalla tasolla ole annettu erityisiä poikkeussääntöjä.

3. Piirustus määrää -periaate

Asioita, joita ei ole selkeästi määritelty piirustukseen, ei voida vaatia. GPS-vaatimus on voimassa ainoastaan, jos se on merkitty selkeästi piirustukseen.

4. Elementtiperiaate

Työkappaleen katsotaan muodostuvan joukosta rajattuja elementtejä. Oletusarvoisesti GPS-vaatimus koskee vain yhtä kokonaista elementtiä tai kahden elementin suhdetta toisiinsa. Tämä sääntö voidaan kumota vain tarkalla merkinnällä piirustuksessa.

Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Perussäännöt (jatkoa)

5. Operaattoriperiaate

Operaattorilla määritellään tiettyihin toimintoihin perustuva geometrinen ominaisuus. GPS-standardissa määritellään spesifikaatio-operaattorit ja niiden piirustusmerkit. Spesifikaatio-operaattorit ovat kuvitteellisia mittaustenmenetelmiä. Verifikaatio-operaattori on spesifikaatio-operaattorin mukainen todellinen mittausta.

6. Riippumattomuusperiaate

Ellei piirustuksessa ole selkeästi toisin osoitettu, on piirustuksen jokainen spesifikaatio riippumaton muista spesifikaatioista ja jokainen spesifikaatio on täytettävä riippumatta muista spesifikaatioista. Poikkeuksia on vain kaksi, maksimimateriaalin vaatimus (MMR) sekä vähimmäismateriaalin vaatimus (LMR)

7. Perusolosuhdeperiaate

Fysikaalisille vaikutussuureille on määritelty oletusarvot. Referenssilämpötila piirustuksen toleransselle on 20 Celsius-astetta, ellei toisin ole määritelty. Työkappaleeseen ei vaikuta mitään ulkoisia voimia, ei edes painovoima. Muut vaikutussuureet on määritettävä piirustuksessa.

8. Desimaaliperiaate

Desimaalit, joita ei näy tällä toleranssimerkinnässä ovat nolliä, eli 0,2 on sama kuin 0,20000000000000.

9. Epävarmuusperiaate

Tästä lisää mittausepävarmuus-esityksessä.

10. Määrittelynmukaisuus/vastaisuusperiaate

Mittausepävarmuus toimii aina sitä tahoa vastaan, joka yrittää osoittaa määrittelynmukaisuutta tai -vastaisuutta spesifikaation suhteen. Tästä lisää mittausepävarmuus-esityksessä.

Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Perussäännöt (jatkoa)

11. Duaalisuusperiaate

Spesifikaatio-operaattorit määrittävät piirustuksessa esitettävät vaatimukset käyttäen kappaleen ideaalista mallia.

Spesifikaatio-operaattorilla esitetty vaatimus todennetaan verifikaatio-operaattorilla (= sopivalla mittausmenetelmällä).

Duaalisuus-periaate tarkoittaa, että spesifikaatio-operaattoria on vastattava identtinen verifikaatio-operaattori.

Spesifikaatio-operaattori ei kuitenkaan määrää, miten sen sisältämä vaatimus mitataan.



Ideaalinen malli (CAD-malli, piirustus)



Todellinen (ei-ideaalinen) kappale



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

13

GPS-konsepti (ISO/TR 14638)

Globaalit GPS-standardit		
GPS-perusstandardit	Yleiset GPS-standardit (18 ryhmää)	
	Mitta	Asema
	Etäisyys	Heitto
	Säde	Kokonaisuus
	Kulma	Peruselementit
	Viivan muoto, peruselementistä riippumaton	Karheusprofiili
	Viivan muoto, peruselementistä riippuva	Suodattamaton profiili
	Pinnan muoto, peruselementistä riippumaton	Aaltomaisuusprofiili
	Pinnan muoto, peruselementistä riippuva	Pintavirheet
	Suunta	Reunat
Täydentävät GPS-standardit		
Menetelmäkohtaiset standardit (esim. valujen toleranssit)		
Koneosakohtaiset standardit (kierteet, hammaspyörätoleranssit)		



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

14

Yleiset GPS-standardit voidaan jaotella kuuteen osaluokkaan ("GPS-standardiketjun lenkit") seuraavasti

Spesifikaatio-operaattorit (suunnitteluvaihe)

1	2	3
Tuotodokumentointi	Toleranssien määrittely	Todellisten elementtien ominaisuuksien tai parametrien määrittely
Piirustusmerkinnät Koodimerkinnot (symbolit)	Teoreettinen määrittely ja termistö	

Verifikaatio-operaattorit (mittausvaihe)

4	5	6
Työkappaleen poikkeamien määrittäminen	Vaatimukset mittauslaitteille	Kalibrointivaatimukset kalibrointistandardit
Vertailu toleranssiraajoihin		



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

15

GPS-matriisimalli

- GPS-konseptin ja kuuden standardiketjun lenkin avulla voidaan laatia matriisi, josta ilmenee tiettyyn geometriseen ominaisuuteen liittyvät standardit

Ketjun lenkin numero	1	2	3	4	5	6
Elementin geometrisen ominaisuus	Piirustusmerkinnät Koodimerkinnot	Toleranssien määrittely - Toleranssien määrittely - Termistö	Todellisten elementtien ominaisuuksien tai parametrien määrittely	Työkappaleen poikkeamien määrittäminen - Vertailu toleranssiraajoihin	Vaatimukset mittauslaitteille	Kalibrointivaatimukset kalibrointistandardit
1 Mitta						
2 Etäisyys						
3 Säde						
4 Kulma						
... 18 Reunat						



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

16

Esimerkki: Geometrisen ominaisuuden "mitta" GPS-standardiketju

Ketjun lenkin numero	1	2	3
Elementin geometrisen ominaisuus	- Piirustusmerkinnät - Koodimerkinnot	- Toleranssien määrittely - Teoreettinen määrittely ja termistö	Todellisten elementtien ominaisuuksien tai parametrien määrittely
MITTA (Pituusmitta)	ISO 129-1 ISO 286-1	ISO 286-1 ISO 286-2 ISO 1829	ISO 286-1 ISO/R 1938 ISO 8015 ISO/TS 16610-sarja ISO/FDIS 14405

ISO 129-1, Tekniset piirustukset. Mittojen ja toleranssien esittäminen. Osa 1: Yleiset periaatteet, 2004
 ISO 286-1, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). ISO-merkintäjärjestelmä pituusmittojen toleransseille. Osa 1: Toleranssien ja sovitteiden perusteet, 2010
 ISO 286-2 ISO-toleranssi- ja sovittejärjestelmä. Osa 2: Reikien ja akselien perustoleranssiasteiden ja rajaeromittojen taulukot
 ISO 1829, Valikoima toleranssialueita yleiskäyttöön, 1975
 ISO 1938, ISO-sovittejärjestelmä, osa 2: tasomaisten työkappaleiden tarkastaminen, 1971
 ISO 8015, Tekniset piirustukset. Toleroinnin perusperiaatteet, 1987
 ISO/TS 16610-1, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Suodattaminen. (Monisainen standardisarja)
 ISO/FDIS 14405, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Mittatolerointi. Osa 1: Pituusmitat



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

17

Esimerkki: Geometrisen ominaisuuden "mitta" GPS-standardiketju (jatkoa)

Ketjun lenkin numero	4	5	6
Elementin geometrisen ominaisuus	- Työkappaleen poikkeamien määrittäminen - Vertailu toleranssiraajoihin	Vaatimukset mittauslaitteille	Kalibrointivaatimukset kalibrointistandardit
MITTA (Pituusmitta)	ISO 1938, ISO/TR 16015	ISO 463, ISO 3599, ISO 6906, ISO 3650, ISO/PAS 12868, ISO/TR 16015, ISO/TS 23165	ISO/TS 15530-3, ISO/TS 15530-4, ISO/TR 16015, ISO/TS 16610-sarja

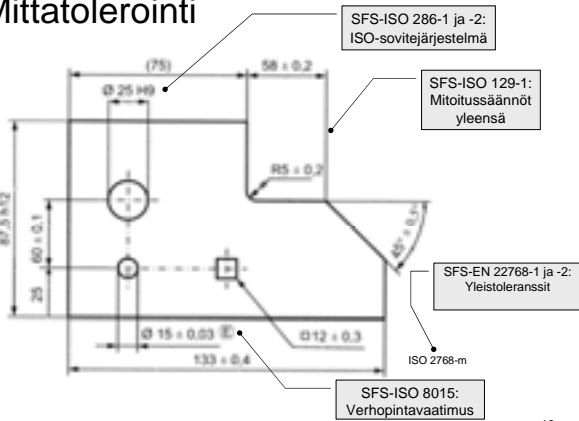
ISO 1938, ISO-sovittejärjestelmä, osa 2: tasomaisten työkappaleiden tarkastaminen, 1971
 ISO/TR 16015, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Lämpötilan vaikutukset pituusmittauksen systemaattiseen virheeseen ja vaikutus mittausepävarmuuteen, 2003
 ISO 463, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Mittauslaitteet. Mekaanisten mittakellojen rakenne ja metrologisten ominaisuudet.
 ISO 3599, Vernier callipers reading to 0,1 and 0,05 mm, 1976
 ISO 6906, Vernier callipers reading to 0,02 mm, 1984
 ISO 3650, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Pituudenmittauslaitteet. Mittapalat, 1998
 ISO/PAS 12868, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Koordinaattimittauskoneet (CMM), Suorituskyvyn testaus, 2009
 ISO/TS 23165, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Suositukset koordinaattimittauskoneen (CMM) testausepävarmuuden arvioinnin, 2006
 ISO/TS 16610-1, Geometrisen tuotemäärittely (GPS). Suodattaminen. (Monisainen standardisarja)



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

18

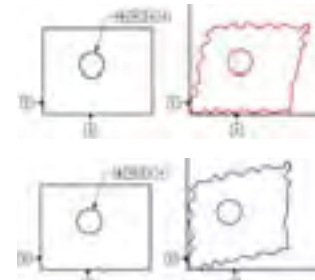
Mittatolerointi



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

Peruselementit, SFS 4443 (ISO 5459)

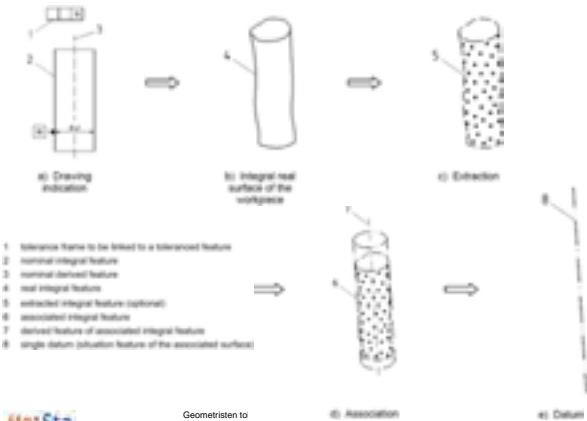
- Merkintäsäännöt
- Peruselementtien määrittäminen
- Tulkintasäännöt



Kuva: Peruselementtien käyttöjärjestyksellä on huomattava merkitys lopputulokseen

Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

Peruselementit (ISO/DIS 5459.4)



Geometristen to

(c) Association

(d) Datum

Muodon, suunnan, sijainnin ja heiton toleranssit (ISO 1101)

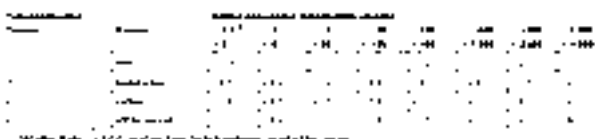
Toleranssi	Ominaisuus	Tunnus	Toleranssi	Ominaisuus	Tunnus		
Muoto	Suoruus	—	Sijainti	Paikka	+		
	Tasomuus	□		Samankeskisyys (keskipistelle)	⊙		
	Ympyräisyys	○		Sama-akselisuus (akselille)	⊙		
	Lentömuus	∩		Symmetrisyys	⊕		
	Tasoviivan muoto	∩		Tasoviivan muoto	⊕		
	Pinnan muoto	∩		Pinnan muoto	∩		
	Suunta	Yhdensuuntaisuus		//	Heitto	Heitto	/
	Suunta	Kohtisuoruus		⊥	Kokonaishetto	∩	
Kulma-asento		∠					
Tasoviivan muoto		∩					
Pinnan muoto		∩					

Tästä lisää muoto- ja sijaintitoleranssiesityksessä

Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

Yleistoleranssit (ISO 2768-1 ja -2)

- Kaikkia piirustuksen mittoja ei ole järkevää toleroida yksilöllisesti. Suurelle osalle mittoja saattaa riittää yleistoleranssi. ISO 2768 määrittelee nämä yleistoleranssit
- Osa 1: ilman toleranssimerkintää olevien pituus- ja kulmamittojen toleranssit
- Osa 2: ilman toleranssimerkintää olevien elementtien geometriset toleranssit
- Merkintä yleistoleranssivaatimuksesta sijoitetaan otsikkoalueen läheisyyteen, esim. "ISO 2768-m" (m = keskikarkea toleranssi-luokka)



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

Maksimimateriaalin vaatimus (MMR), vähimmäismateriaalin vaatimus (LMR) ja vastavuoroisuuden vaatimus (RPR) (ISO 2692)

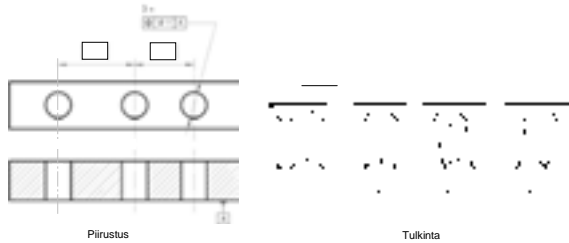
- Maksimimateriaalin vaatimus takaa kokoonpantavuuden
- Vähimmäismateriaalin vaatimus takaa esim. paineenalaisen kappaleen pienimmän seinämänpaksuuden
- Lisää menorajan periaate-esityksessä



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

Paikkatoleranssit (ISO 5458)

- Esittää paikkamitoittamisen käyttämällä teoreettisesti oikeita mittoja ja paikkatoleranssimerkintää



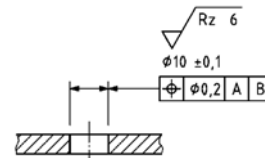
MetSta

Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

25

Pinnan ominaisuudet (ISO 1302)

- Esittää säännöt pinnan ominaisuuksien ilmoittamiseen teknisissä tuoteasiakirjoissa
- Liittyy laajaan joukkoon pinnan ominaisuuksia käsitteleviä GPS-standarddeja
- Lisää asiasta pinnankarheus-esityksessä



MetSta

Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

26

Lopuksi vinkki vähemmän tunnetusta piirustusmerkintästandardista

- ISO 13715: Tekniset piirustukset. Määrittelemättömän muotoiset kulmat. Sanasto ja esittäminen
- Helppo tapa määrittää työkappaleen kulmien sallittu muoto



Ole standardista

MetSta

Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

27

Kiitokset mielenkiinnosta!

MetSta

Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

28

1 / 11

GPS:n tehokas hyödyntäminen 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 / 11



TTE Tuotantotekniikan laitos

3 / 11

SISÄLTÖ

Taustaa ja lähteitä

Geometriatolerointien yksityiskohtainen tarkempi määrittäminen

- ympyrämäisyys
- kohtisuoruus

Yhteenveto

TTE Tuotantotekniikan laitos

4 / 11

TAUSTAA

Tuotteiden suunnittelu, valmistus ja tarkastus edellyttävät yhtenevää tapaa siirtää tuotevaatimukset kuten valmistustavan kuvaus, mitoitus, geometriset toleranssit ja pinnankarheusvaatimukset kaikkialle asiakasketjussa.

Verkottuneessa valmistusympäristössä tuotteen geometriatiedon siirtäminen perustuu CAD-malleihin ja/tai piirustuksiin. CAD-mallin geometrian lisäksi muu tuotetieto, ns. attribuuttitieto, siirtyy sanallisen ohjeiston, standardisoitujen piirustusmerkintöjen, ja viimekädessä neuvottelujen avulla.

Kun valmistus ulkoistetaan omasta koetusta konepajasta vieraille toimijoille, saa mitoituksen virheettömyys ja yksiselitteisyys entistä suuremman merkityksen tuotetiedon siirrossa. Vanhat piirukset joudutaan usein uusimaan niiden puutteellisuksien ja virheellisyyksien vuoksi.

Tuotteen laatuvaatimukset on tarjouspyynnöstä lähtien esitettävä yksiselitteisesti ja oikein, jotta komponenttivalmistaja varmasti ymmärtää suunnitellut vaatimukset oikein.

TTE Tuotantotekniikan laitos

5 / 11

TAUSTAA

Modernien suunnittelu- ja valmistustapojen kuten CAD, CAM, ym. tietokoneohjelmistojen paisuessa, on monesti vanhat asiat jouduttu poistamaan opetusohjelmista ammattiopistoissa, ammattikorkeakouluissa ja yliopistoissa.

Näin on käynyt perusasioiden kuten toleranssien opetukselle kaikilla koulutusasteilla. Niiden opettaminen on vanhoina, muttei vanhentuneina asioina puristettu liian vähäiseksi.

On totta, että kyseiset ISO-standardit kuvaavat asiat erinomaisesti, mutta koska niitä ei ole omaksuttu, on mm. toleranssin ja pinnankarheuden merkitseminen, sekä tulkinta niin tuotesuunnittelussa, valmistuksessa kuin mittauksissa ollut huonosti hallittua ja erilaista.

Tämä on aiheuttanut paljon kalliita vaikeuksia.

Standardien hallinta tarjoaa monia hienouksia, joita kannattaisi hyödyntää. Esimerkiksi menorajan periaatteet, sekä pinnankarheuden uudet kuvausmahdollisuudet.

TTE Tuotantotekniikan laitos

6 / 11

TÄRKEITÄ ASIOITA JA STANDARDEJA, JOTKA TULEE HALLITA

Riittävä mittausepävarmuus omassa valmistuksessa, sekä vastaanotto tarkastuksessa ISO 14253-1. 1998 (E) Decision Rules .

Mittausepävarmuuden määrittäminen:
Mittausepävarmuus-käsitteen merkitys, jäljitettävyys, mittausepävarmuuden määrittäminen: R&R-Gage menetelmä, neliöllinen yhteenlasku, EA 4 /02, vertailumittaus sekä sen epävarmuus.

Toisistaan riippumaton mittojen ja muotojen tarkastaminen:
ISO 8015:1985.

Pituuden ja halkaisijan toleranssijärjestelmä: ISO 286 (1990)

Geometriset muoto- ja sijaintitoleranssit (GPS):
ISO 1101; Peruselementit ja toleranssien merkintä mitoituksessa
Eräitä määrittäytöjä: heitto (radiaali-), aksiaali- ja kokonaisheitto), ympyrämäisyys, kohtisuoruus, samankeskisyys ja -akselisuus sekä reiän sijainti.

Menorajan periaate:
SFS-EN-ISO 2692; Maximum- and Minimum Material Condition.

Pinnankarheus: ISO 1302; 2002. Suureiden suuri kirjo ja niiden uudistunut merkitseminen.

Nykyaikaisella valmistustekniikalla saavutettava tarkkuus.

TTE Tuotantotekniikan laitos

7/11

JOITAIN LÄHTEITÄ

SFS 3700 Metrologia. Perus- ja yleistermien sanasto 1998

GPS-standardit

Teknologiaeollisuus: Veli-Pekka Esala, Heikki Lehto, Heikki Tikka; Tekninen tiedotus 3 2003, "Konepajatekniset mittaukset ja kalibroinnit"

Juvenes: Heikki Tikka; "Koordinaattimittaus", 2007


Mittauslaitteiden kalibrointitoiminnan järjestäminen"
MIKES julkaisu: J12/1997 "Pituusmittauksen mittausepävarmuuden laskentaohje"
WSOY: Paul H. Andersson ja Heikki Tikka; "Mittaus ja laatutekniikat", 1997

TTE Tutkimuskeskuksen laitos

8/11

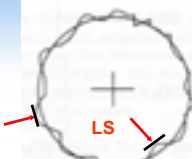
YMPYRÄMÄISYYS, HALKAISIJA JA SIJAINTI

4 erilaista analysointitapaa vuodesta 1990



MZ

Muotovirhe on maks – min säteittäinen ero. Kuvissa nuolien välinen etäisyys.



LS

Kullakin analysointitavalla on erisuuri muoto, halkaisija, sekä keskipisteen paikka

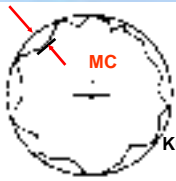
MZ – (Minimum Zone tai Chebyshev) Standardin ISO 1101 mukainen minimimuoto.
LS – (Least Squares) Pienimmän neliösumman mukainen.

LS on yleisin, koska laskentatapa on helppo, paikka tai halkaisija ei ole herkkä pienille paikallisille häiriöpiikeille, muoto on!

TTE Tutkimuskeskuksen laitos

9/11

YMPYRÄMÄISYYS, HALKAISIJA JA SIJAINTI



MC

Muotovirhe on maks – min säteittäinen ero. Kuvissa nuolien välinen etäisyys



MI

Kullakin analysointitavalla on erisuuri muoto, halkaisija, sekä eri keskipisteen paikka

MC – (Minimum Circumscribed circle) Pienin ulkopuolella oleva ympyrä.
MI – (Maximum Inscribed circle) Suurin sisään mahtuva ympyrä.

NÄITÄ NIMITYKSIÄ EI VOIKÄYTTÄÄ MUILLE GEOMETRIOILLE SIKSI ON OLEMASSA KÄSITE "ULKOKINEN NIMELLISMUOTO"!

TTE Tutkimuskeskuksen laitos

10/11


MYÖS SIJAINNEILLE ON ERILAISIA ANALYSOINTITAPOJA.

Esim. kohtisuuruus

Keskimääräinen (LS) suoran tai tason paikka (suljettujen geometrioiden ympyrän, lieriön, kartion, jne. koko) on aina aineen sisässä.
Siksi huonolle pinnalla sen paikka (tai suljetun geometrian koko) on väärin.

LS- suunta ja paikka (koko) eivät ole herkkiä pienille naarmuille tai mittausvirheille. Siksi se on suosittu!

LS-muoto pitää sisällään myös naarmut ja pienialaiset virhe pisteet, ellei niitä suodateta pois.



TTE Tutkimuskeskuksen laitos

11/11

YHTEENVETO

Peruselementtien muototolerointi on unohtettu. Kehnolaatuiset peruselementit aiheuttavat paljon mittausepävarmuutta ja ongelmia.

Olisi hyvä ottaa käyttöön erilaiset mahdollisuudet, ja tarkentaa tolerointeja lisäämällä piirustuksiin geometrinen tolerointien yhteyteen analysointitavat. Tästä esimerkkinä edellä esitetyt erilaiset mittauspistejoukon analysointitavat, jotka ovat olleet esim. ympyrämuotoisuuden mittauksessa käytössä yli 20 vuotta.

On tärkeää, että uusiutuvat standardit jalkautetaan teollisuuden käyttöön. Se tapahtuu kouluttamalla, niitä julkaisemalla ja myös suomentamalla.

Mutta jotta tulevat sukupolvet saisivat uusimmat tiedot on kaikkien koulutustasojen opetus saatettava ajan mukaiseksi. Tämä tarkoittaa, että opettajat niin tuotesuunnittelun, valmistuksen kuin mittauksen ja laadun varmistuksen alueilla omaksuvat uudet standardit mahdollisimman nopeasti. Opettajakunnan täydennyskoulutus on saatava käyntiin.

Mittaajan ammattitutkinto on erinomainen asia myös tässä mielessä.

TTE Tutkimuskeskuksen laitos

Mittausepävarmuus

- Björn Hemming
- MIKES (Mittatekniikan keskus)



- Tekniikantie 1
- 02150 Espoo

Sisältö

- Johdanto mittausepävarmuuteen
- ISO 14253-1
- ISO/TS 14253-2:1999
- ISO 14253-3
- ISO/TS 17450

Mittausepävarmuus

- Ilmoitettava mittaustuloksen yhteydessä
- Miksi?
 - Tulosten luotettavuuden arviointiin
 - Tulosten vertailuun
 - Vaatimustenmukaisuuden osoittamiseen
 - Kustannussäästöihin
 - Menetelmien keskinäiseen arviointiin
 - Mittausprosessin ymmärtämiseen
 - Jäljitettävyyden aikaansaamiseen



Mittaustulos ilman käsitystä siihen liittyvästä epävarmuudesta on merkityksetön

- Lähes kaikkiin ympäristöämme kuvaaviin lukuarvoihin/mittauksiin sisältyy epävarmuutta, **mutta**
 - Kuinka paljon?
 - Miten epävarmuus pitäisi ilmoittaa?
- Jotta epävarmuuden suuruus voidaan arvioida, pitää huomioida **kaikki** tekijät, jotka **voivat** vaikuttaa mittaustulokseen
 - Osa niistä on merkityksettömän pieniä



Mittaukseen liittyvä epävarmuus arvioidaan epävarmuuslaskelman avulla

Mittausepävarmuuden tunteminen edellyttää syitten selkeää ymmärtämistä.

Tarvitaan

- kokemusta
- testausta
- teoreettista tietoa virhelähteistä.

Kun syyt tunnetaan tarvitaan vielä

- tilastomatemattista osaamista, jotta mittausepävarmuudet saadaan muotoon, joka on yksiselitteinen ja kaikkialla ymmärretty.

MIKES järjestää päivän kursseja epävarmuuslaskelmista (seuraava syksyllä)

Mittausepävarmuus (Uncertainty of measurement)

Mittaustulokseen liittyvä parametri, joka kuvaa mittaussuuren arvojen oletettua vaihtelua.

- Ennen mittausepävarmuuden arviointia tulee kaikki merkittävät tunnetut systemaattiset virheet korjata.
- Mittausepävarmuuteen lasketaan mukaan **käytettyjen normaalien, mittaajan, mittaolosuhteiden ja -menetelmien sekä laitteen** aiheuttamat epävarmuudet.
- Kalibroinnin epävarmuus ei sisällä laitteen pitkäaikaisesta muuttumisesta aiheutuvaa tekijää
- Laitteen pitkäaikainen stabiilius määritetään peräkkäisten kalibrointien avulla
- **Kalibroinnin epävarmuuden määrittäminen on kalibroijan vastuulla**
- **Laitteen käytönaikaisen epävarmuuden määrittäminen on käyttäjän vastuulla**

Kalibrointi (calibration)

Toimenpiteet, joiden avulla spesifoiduissa olosuhteissa saadaan mittauslaitteen tai mittausjärjestelmän näyttämien tai kiintomitan tai vertailuaineen edustamien suureen arvojen ja vastaavien mittanormaaleilla toteutettujen arvojen välinen yhteys.

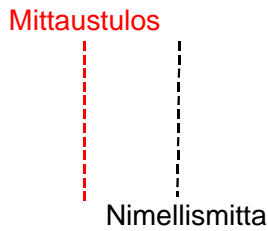
- Kalibroinnin avulla määrätään mittauslaitteen näyttämien arvojen virheet.
- Kalibrointitodistus antaa laitteen lukeman kalibrointiolosuhteissa ja kalibrointihetkellä.
- Kalibrointiin liittyy epävarmuuden arviointi
- Kalibrointitodistuksissa mittaustulos ilmoitetaan usein muodossa:
 $tulos \pm epävarmuus$ eli esim.
 $50,0032 \text{ mm} \pm 0,1 \mu\text{m} (k=2)$
- Kattavuuskerroin $k=2$ viittaa siihen, että keskihajonta on kerrottu tekijällä 2 (n. 95 % luottamusväliä).

Mittausten luotettavuuden perusedellytys on jäljitettävyyttä ja kalibrointi:

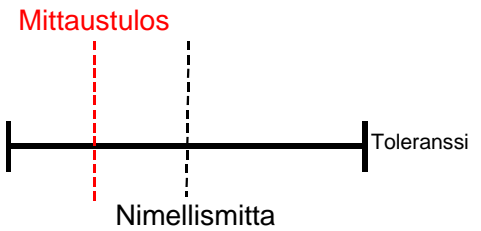


Toteutetaan kalibrointien ketjuna

ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



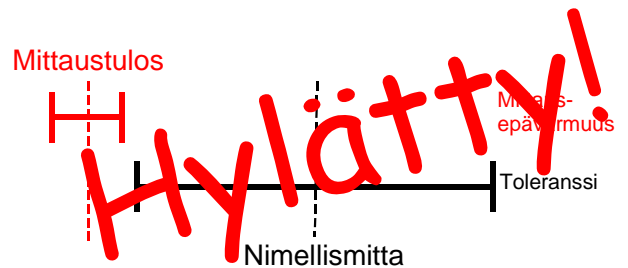
ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



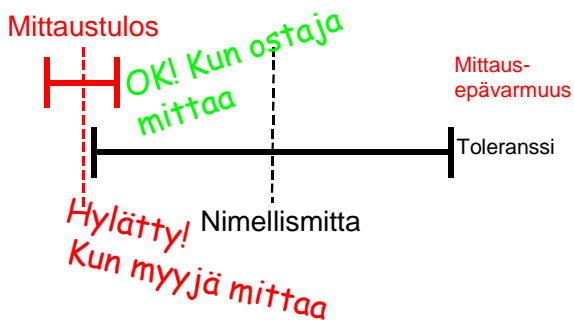
ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



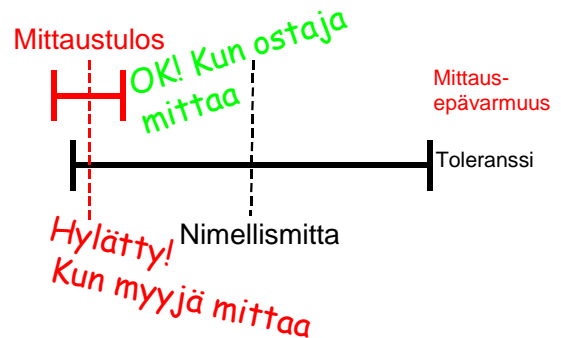
ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



ISO 14253-1
Epävarmuus toimii mittaajaa vastaan



ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mittaajaa vastaan



ISO/TS 14253-2:1999 Mittausepävarmuuden laskenta

- ISO 14253-2 kuvaa mittausepävarmuuden laskentaa
 - vaatii esitietona perusteiden osaamisen
 - tuntuu ylimääräiseltä standardilta kun on jo olemassa oppaita ennestään (ISO-GUM, EA 4/2)
 - ISO 14253-2 muistuttaa oppikirjaa (70 s)

ISO/TS 14253-3:2002 Yhteisymmärrys mittausepävarmuudesta

- ISO/TS 14253-3 kuvaa millä menettelyillä jatketaan kun on saatu aikaan riittävä mittausepävarmuudesta
- Ostaja kyseenalaistaa myyjän mittauksia, mittauskykyä ja loppujen lopuksi epävarmuuslaskelmaa

ISO/TS 17450 Spesifiointi ja verifiointi-operaattorit

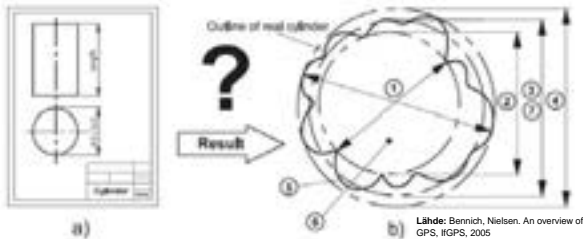
- ISO/TS 17450-2:2002 menee pitkälle
 - kuvataan sinänsä tärkeitä ja hyödyllisiä kysymyksiä
 - Kappaleella on jokin funktio
 - Suunnittelija miettii ja tekee piirustusmerkinnän
 - Tarkastaja katsoo merkintää, miettii ja mittaa
- ISO/TS 17450-2:2002 määrittelee mm.
 - Korrelaatioepävarmuuden
 - Spesifikaatioepävarmuuden
 - Menetelmä ja tapauskohtaisen mittausepävarmuuden

ISO/TS 17450 Spesifiointi ja verifiointi-operaattorit

- ISO/TS 17450-2:2002 Spesifikaatioepävarmuus
- Esimerkiksi kun koordinaattimittakoneella tarkastetaan onko kappale piirustusten mukaan
 - tehdään tulkintoja ennen mittauksia
- Sallittujen tulkintojen alue muodostaa spesifikaatioepävarmuuden
- Ne ovat suunnittelijan vastuulla ja työkappaleen tekijä/myyjä saa valita itselleen edullisen tulkin

ISO/TS 17450 Spesifiointi ja verifiointi-operaattorit

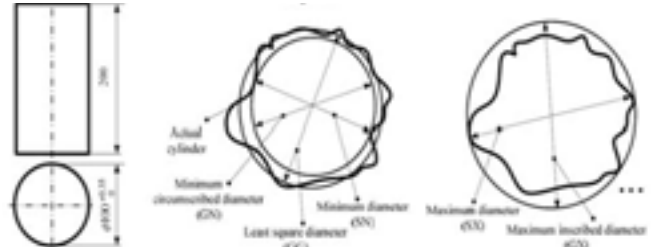
- GPS standardien tavoite on pienentää spesifikaatioepävarmuutta
- Montako halkaisijaa ympyrästä voidaan mitata ?



Lähde: Bernich, Nielsen. An overview of GPS, IGPS, 2005

Spesifikaatioepävarmuuden pienentäminen

- Montako halkaisijaa ympyrästä voidaan mitata ?
- ISO/DIS 14405 määrittelee
- LP, LS, GG, GX, GN, CC, CA, CV, SX, SN ja SA



Lähde: Lu et al., Compliance uncertainty of diameter characteristic in the next-generation geometrical product specifications and verification, Meas. Sci. Technol. 19 (2008)

Yhteenveto

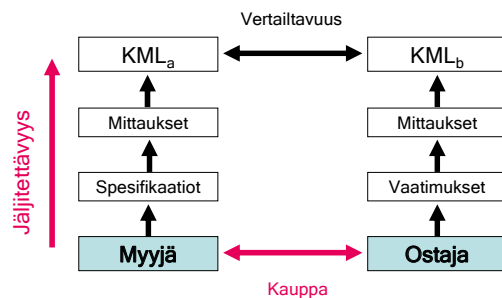
- ISO 14253 periaatteet epävarmuuslaskelmille yhteneviä sen kanssa mitä MIKESin kurseilla opetettu
- ISO 17450 sisältää sinänsä hyviä ajatuksia mutta sekoittaa monella uudella epävarmuuskäsitteellä
- Tarkoitus ja tavoitteet ovat hyviä mutta vaatii sulattelua

Kiitos mielenkiinnosta



• LISÄMATERIAALIA

Kansainvälinen kauppa vaatii jäljitettävyyttä



KML = Kansallinen mittanormaallilaboratorio

ISO/DIS 14253-2:2009 Mittausepävarmuuden laskenta

Table B.11 – Summary of uncertainty budget (first iteration) – Measurement of a 25 mm two-point diameter using a check standard 25 mm gauge block as reference point

Component name	Value	Units	Number of measurements	Max/min	Max/min	Correlation coefficient	Distribution type	Standard uncertainty
				μ	σ			u
u_{res} Residual zero residual	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.07
u_{ref} Microscope – Reference 1	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.02
u_{ref} Microscope – Reference 2	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.02
u_{ref} Microscope – parallelism	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.02
u_{ref} Microscope	0	mm	15					0.02
u_{ref} Reference point	0	mm	15					0.02
u_{temp} Temperature difference	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.07
u_{temp} Temperature difference	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.07
u_{temp} Temperature	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.07
u_{temp} Workpiece test area	0	mm		0.0	0.0	0	U	0.02
Combined standard uncertainty, u_c								0.12
Expanded uncertainty, U ($k=2$)								0.24



Toisistaan riippumaton mittojen ja muotojen tarkastaminen

SFS-ISO 8015:1987 ja sen uusiminen

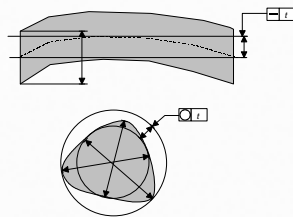
Heikki Lehto

SFS-ISO 8015:1987

- Jokaisen piirustukseen esitetyn mittatoleranssin ja geometrisen toleranssin vaatimuksen on toteuduttava toisistaan riippumatta, ellei riippuvuutta ole erikseen määrätty.
- Siksi tapauksissa, missä mitään riippuvuutta ei ole määrätty, geometristä toleranssia sovelletaan ottamatta huomioon elementin kokoa ja näitä kahta vaatimusta käsitellään toisistaan riippumattomina vaatimuksina.

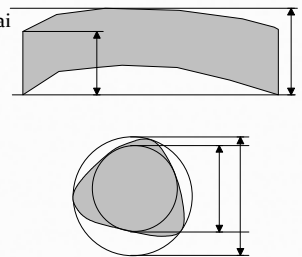
SFS-ISO 8015:1987

- Jos halutaan:
 - koon ja muodon,
 - koon ja suunnan tai
 - koon ja sijainnin
- riippuvuutta, se on esitettävä piirustuksessa.



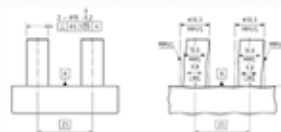
SFS-ISO 8015:1987

- Riippuvuus voidaan määrätä
 - verhopintavaatimuksella \textcircled{E} tai
 - standardin *SFS-EN ISO 2692:2007 (Geometrinen tolerointi -*
 - Maksimimateriaalivaatimus (MMR) \textcircled{M} ,
 - Vähimmäismateriaalivaatimus (LMR) \textcircled{L} ja
 - Vastavuoroinen materiaalivaatimus (RMR) \textcircled{R}
- mukaisesti merkinnöillä



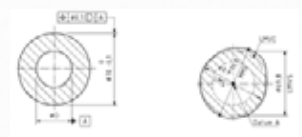
SFS-EN ISO 2692:2007 \textcircled{M}

- Kahden halkaisijaltaan 10 mm:n tapin on oltava 25 mm:n etäisyydellä toisistaan ja kohtisuorassa perustasoa vastaan.
- Halkaisijaltaan tappien on oltava toleranssimerkintänsä mukaisessa mitassa
- ja koko tapin on mahdolluttava
 - oikeassa paikassa olevien halkaisijaltaan 10,3 mm:sten lieriöitten sisälle.
- Tapin halkaisijasta riippuen kohtisuoruuspoikkeama voi olla välillä 0,3-0,5 mm.



SFS-EN ISO 2692:2007 \textcircled{L}

- Holkin ulkohalkaisijan on oltava samankeskinen sisähalkaisijan D kanssa.
- Ulkohalkaisijan on oltava toleranssimerkintänsä mukaisessa mitassa ja
- missään kohdassa ulkopinta saa tulla lähemmäksi keskipistettä kuin halkaisijalle 69,9 mm.
- Riippuen ulkohalkaisijan mitasta samankeskeytyspoikkeama voi olla 0,05-0,1 mm.



SFS-EN ISO 2692:2007 ®

- Ulkopinnan on tarkoitus olla sama-akselinen peruselementtinä olevan sisäpinnan kanssa, mutta vähimmäismateriaalivaatimukseen on liitetty vastavuoroinen materiaalivaatimus.
- Ulko- ja sisäpinnan ollessa täsmälleen sama-akselisia ulkohalkaisijan mitta voi hyväksytysti olla 0,1 mm pienempi kuin mittatoleranssi muuten sallisi (69,8 mm).



SFS-ISO 8015:1987

- Riippumattomuusperiaatteen lisäksi toinen keskeinen asia standardissa on se, että piirustuksen on sisällettävä kaikki **toiminnan** kannalta tarvittavat mittatoleranssit ja geometriset toleranssit.
- Standardi SFS-ISO 8015:1987 on vanhempi kuin GPS-standardijärjestelmä, eikä sitä ole uusittu vuosiin.
- On todennäköistä, että standardi ISO 8015 tullaan korvaamaan standardilla ISO/DIS-14569 (Geometrical product specifications (GPS) — Fundamentals — Concepts, principles and rules).

ISO/DIS-14569

- Ehdotus on edellä esitetyiltä osin yhdenmukainen vanhan standardin kanssa, mutta se on paljon laajempi.
- Periaatteitten suomennotukset ovat hyvin alustavia.
- On mahdollista ja jopa todennäköistä, että myös englanninkieliset nimet ja määritelmät tulevat lopullisessa standardissa muuttumaan.

ISO/DIS-14569

Perusperiaatteet

- **Perusperiaatteet (5 Fundamental principles),**
 - Kutsumisperiaate (5.1 The invocation principle),
 - Alisteisuusperiaate (5.2 The GPS hierarchy principle),
 - Piirustusten tarkkuusperiaate (5.3 The definitive drawing principle),
 - Elementtiperiaate (5.4 The feature principle),
 - Riippumattomuusperiaate (5.5 The independency principle),
 - Lukemaperiaate (5.6 The decimal principle),

ISO/DIS-14569

Perusperiaatteet

- Oletusperiaate (5.7 The default principle)
- Perusolosuhdeperiaate (5.8 The reference condition principle),
- Jäykän työkappaleen periaate (5.9 The rigid workpiece principle),
- Kaksinaisuuden periaate (5.10 The duality principle),
- Toiminnallisen tarkastuksen periaate (5.11 The functional control principle),
- Yleisen määrittelyn periaate (5.12 The general specification principle) ja
- Epävarmuuden periaate (5.13 The uncertainty principle)(ISO 14253-1).

KIITOS!



GPS – UUDET TUULET TOLEROINNISSA

Geometriset muoto- ja sijaintitoleranssit

Kalevi Aaltonen
Aalto –yliopiston teknillinen korkeakoulu

Geometriset muoto- ja sijaintitoleranssit

Yritysten toimintatavat murroksessa
Standardit tukevat kokonaisvaltaista laatujohtamista
Tarkkuus maksaa – maksaako se liikaa?
Moderni mittaustekniikka – mittausepävarmuus
SFS – EN ISO 1101 –standardi
Paperikoneen tela ja laakeripukki
Mitä opimme – oppimmeko mitään?
Loppukevenys - Xunzi



Geometriset muoto- ja sijaintitoleranssit

Teollisuuden murros → muutospaineet toleroinnille:

- alihankinnan merkitys ja volyyymi lisääntyvät
- alihankinnasta kumppanuuteen
- CCC – Competitive Cost Countries
- uudet menetelmät – uudet toleranssit
- mittatoleranssien ja geometristen toleranssien symbioosi
- ylitiukat toleranssit turvaavat selustan ja tyhjentävät kassan
- moderni mittaustekniikka tarjoaa kustannussäästöjä



Alihankinnan merkitys ja volyyymi lisääntyvät

- yritykset keskittyvät ydinosaamiseen
- alihankintojen osuus liikevaihdosta kasvaa
- alihankinnoilla pyritään radikaaleihin kustannussäästöihin
- menetelmätekniinen osaaminen hiipuu
- taloudellisen hankinnan kulmakivenä osavalmistuksen tarkkuusvaatimusten määrittely ja merkinnät
- tuotteiden piirustusten mukaisuus tärkeää
- järkevä tolerointi – kohtuulliset kustannukset



Alihankinnasta kumppanuuteen

- pyritään aktiivisesti yhteiseen hyötyyn kumppanuudella
- vaatimusten mukaiset investoinnit
- henkijieveriin kilpailuttamisen sijaan avointen kirjojen periaate
- win – win –periaate mahdollinen
- päämiehen tuoteosaaminen siirrettävä osatoimittajalle tarkoiksi teknisiksi vaatimuksiksi
- hiljainen tieto ja osaaminen puettava toleranssivaatimuksiksi = geometriset toleranssit
- osatoimittaja opettaa asiakastaan



CCC – Competitive Cost Countries

- Low Cost Countries = Competitive Cost Countries
- Kiina-ilmiö osattava kääntää hyödyksi
- toleranssiosaaminen ontuu – GPS outolintu
- geometristen toleranssivaatimusten todentaminen on haastavaa (osaamisen tasossa toivomisen varaa)
- geometriset toleranssit – mittaustekniikka – TQM
- piilokustannusten merkitystä ei sovi väheksyä
- alihankkijaa voidaan kouluttaa – kulttuurista ei voida mullistaa



Uudet menetelmät – uudet toleranssit

- perinteisten valmistusmenetelmien työstötarkkuudet tunnetaan ja toleranssit ovat kustannustehokkaita
- uusien valmistusmenetelmien tarkkuudet opeteltava
- menetelmätoleranssit kattavat perinteisen lastuavan työstön ja levytyötekniikat – entä RP?
- laser-työstö tarjoaa tarkkuutta – kuinka ulosmitataan
- mikrotyöstön pienien nimellismittojen toleranssit eivät skaalautu perinteisten menetelmien mukaisesti
- valamalla valmis, takomalla valmis – hitsaamalla valmis



Mittatoleranssien ja geometrinen toleranssien symbioosi

- toleranssit maksi- ja minimimateriaalin periaatteen mukaisesti vaihtokelpoista valuuttaa
- kuka ymmärtää – kuka uskaltaa soveltaa (outo lintu)
- ongelmat muoto- ja sijaintitoleroinnissa pyritään hoitamaan ylitiukoilla mittatoleransseilla → kohtuuttomat kustannukset, ongelmia valmistuksessa
- geometrinen toleranssien mittaaminen ja todentaminen toteutettavissa luovasti – ei tarkkoja ohjeita
- KOORDINAATTIMITTAUSKONEET!



Ylitiukat toleranssit turvaavat selustan ja tyhjentävät kassan

- kokematon suunnittelija turvaa selustansa kohtuuttomilla toleranssivaatimuksilla
- tarkkuusvaatimusten kustannuskäyrä ei ole lineaarinen
- aihionvalmistusmenetelmien tarkkuuden tunteminen tärkeää
- jokainen valmistusketjusta nitistetty turha työvaihe parantaa välittömästi tuotannon kannattavuutta
- tuotantolaitteiden kunnon seuranta ja ennakoiva kunnossapito tuovat säästöjä; tarkkuus säilyy
- oudot toleranssit – varmuuskerroin hinnoitteluun?

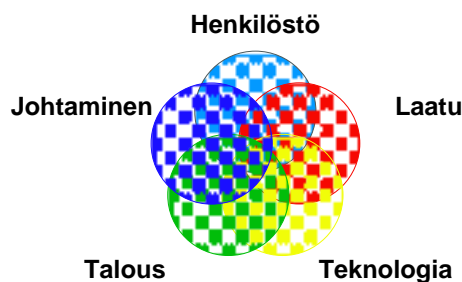


Moderni mittaustekniikka tarjoaa kustannussäästöjä

- tilastollinen laadunvalvonta osaksi laatujärjestelmää
- mittaa nopeammin, mittaa tarkemmin
- vaikeatkin geometriat todennettavissa
- mittaushjelmistoissa valmiudet geometrinen toleranssien tarkkaan todentamiseen
- koordinaattimittaus korvaa epävarmat käsimittalaitteet
- mittaushjeen laatiminen oleellinen osa tuotteen suunnittelua
- osan tekijä vastaa laadusta ja mittauksesta



Laatu ja laatujohtaminen eivät ole liiketoiminnasta irrallisia olioita



Asiakkaat Yhteiskunta Ympäristö

Mittaus ja laatu

HYVÄ TULOS, KANNATTAVA LIIKETOIMINTA

LAATUJÄRJESTELMÄ, LAATUPALKINNOT

TUOTTEET, PROSESSIT, TOIMINTA

MITTAUSLAITTEET, KALIBROINNIT

LAIT, STANDARDIT, MITTAPAIKKAORGANISAATIO

**Kokonaisuus haltuun
nippelitietoon kompastumatta**

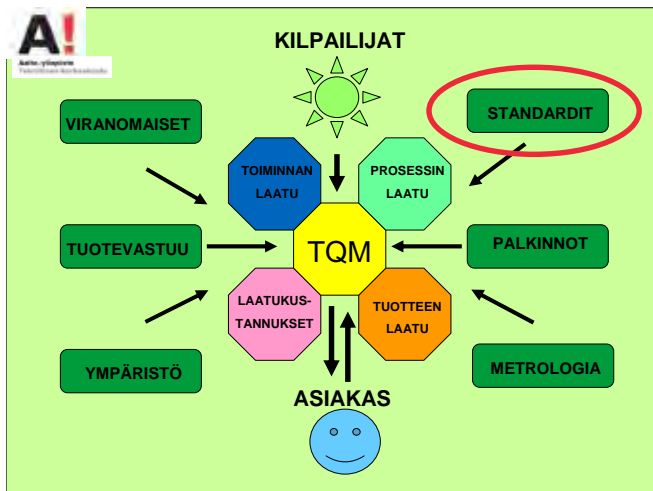


Järjestelmät eivät tee asioita – ihmiset tekevät

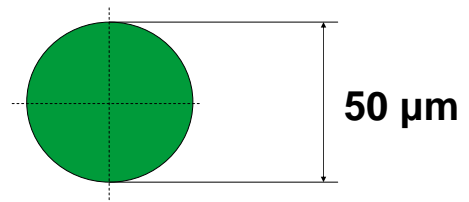


kerro mitä teet
tee mitä sanot
varmista tekosi
paranna toimintaasi

**Vaikka resepti on testattu
...maistaminen kannattaa aina!**



**Toleranssimitoissa mittatikkuna
ihmisen hius**



Toleranssit

Kokematon suunnittelija turvaa oman selustansa liian tiukoilla toleranssivaatimuksilla

Tiukat toleranssit = suuret valmistuskustannukset

Järkevä tolerointi = kohtuulliset kustannukset

A³³

Toleranssit

Tuotemalliin liitetty tarkkuusvaatimus sanelee valmistusmenetelmän = määrittelee valmistuskustannukset

A³³

Järkevä mitoitus ja tolerointi

- kustannuspaineet liian tiukasta toleroinnista
- menetelmän mukainen mitoitus
- vältetään laskemista työstökoneilla
- realistiset muoto- ja sijaintitoleranssit

A³³

YLEISTOLERANSSIT

Kappaleen mitta- ja geometrinen tolerointi tulisi esittää piirustuksissa täydellisenä => yleistoleranssit helpottavat mitoitusta ja varmistavat geometrian hallinnan yksikäsitteisesti

SFS-EN 22768-1

Ilman toleranssimerkintää olevien pituus- ja kulmamittojen toleranssit

SFS-EN 22768-2

Ilman toleranssimerkintää olevien elementtien geometriset toleranssit

A³³

YLEISTOLERANSSIT

Pituusmittojen sallitut poikkeamat nimellismitta-alueilla (mm)

	0,5...3	3...6	6...30	30...120	120...400	400...1000	1000...2000	2000...4000
hieno	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
keski-karkea	±0,05	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
karkea	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
erittäin karkea	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8

A³³

YLEISTOLERANSSIT

Suoruuden ja tasomaisuuden yleistoleranssit nimellispituusalueilla (mm)

	...10	10...30	30...100	100...300	300...1000	1000...3000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

A³³

YLEISTOLERANSSIT

Kohtisuoruuden yleistoleranssit nimellismituuksalueilla (mm)

	... 100	100... 300	300... 1000	1000... 3000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2



YLEISTOLERANSSIT

Heiton yleistoleranssit nimellismituuksalueilla (mm)

	Heitto
H	0,1
K	0,2
L	0,5



Sorvattujen kappaleiden ohjearvoja (mm)

	○	○	↗	↗
Halkaisija	IT7...9 Ra < 6,3 μm	IT10...12 Ra < 12,5 μm	IT7...9 Ra < 6,3 μm	IT10...12 Ra < 12,5 μm
30...120	0,02	0,08	0,05	0,2
120...315	0,025	0,12	0,08	0,3
315...630	0,03	0,16	0,10	0,4
630..1000	0,03	0,20	0,13	0,4

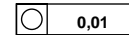


Tarkkuus maksaa – lisää vaiheita...

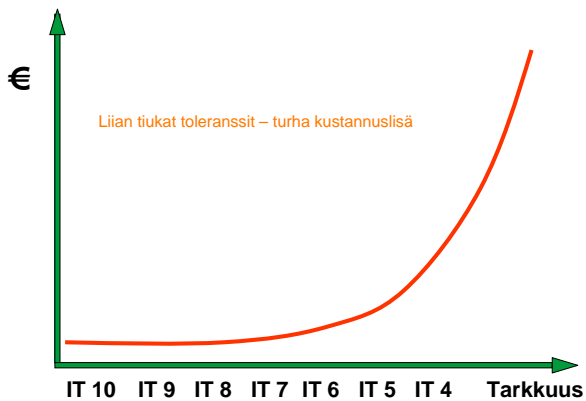
Reikä Ø 25

- poraus kierukkaporalla
- kustannus: 1 €

Reikä Ø 25 H8



- poraus kierukkaporalla
- väljennys kierukkaväljentimellä
- kalvinta
- kustannus: 10 €



TOLERANCE	Distance or Diameter [mm]			
	10	100	300	600
±0.003mm	0.3+L/1000			
±0.005mm	0.5+L/900	0.4+L/1000		
±0.007mm	0.7+L/700	0.6+L/900	0.4+L/1000	
±0.010mm	1.0+L/400	0.8+L/500	0.6+L/750	0.4+L/1000
±0.015mm	1.5+L/300	1.2+L/300	0.8+L/450	0.5+L/600
±0.020mm	2.0+L/250	1.6+L/250	1.1+L/400	0.8+L/500
±0.030mm	3.0+L/250	2.6+L/250	2.0+L/300	1.5+L/400
±0.050mm	5.0+L/150	4.3+L/150	3.5+L/200	2.6+L/250
±0.070mm	7.0+L/100	6.0+L/100	5.0+L/150	4.0+L/200
±0.100mm	10+L/100	9.0+L/100	7.0+L/100	6.0+L/150



SUURET DIMENSIOT ==> LISÄÄ EPÄVARMUUTTA

SIJAINITOLERANSSIEN MITTAUSEPÄVARMUUS

POSITION TOLERANCE	Distance to the Datum [mm]			
	10	100	300	600
0.005mm	0.25+L/1000			
0.010mm	0.5+L/900	0.4+L/1000		
0.015mm	0.7+L/500	0.6+L/600	0.4+L/1000	
0.020mm	1.0+L/400	0.8+L/500	0.6+L/750	0.4+L/1000
0.030mm	1.5+L/250	1.2+L/350	0.8+L/450	0.6+L/700
0.040mm	2.5+L/200	1.8+L/300	1.6+L/350	1.2+L/450
0.070mm	3.5+L/200	3.0+L/200	2.5+L/300	1.5+L/300
0.100mm	5.0+L/150	4.3+L/150	3.5+L/200	2.6+L/250
0.200mm	10+L/100	9.0+L/100	7.0+L/100	6.0+L/150

0,007 mm YMPYRÄMÄISYYSTOLERANSSI;
0,7 MIKROMETRIN MITTAUSEPÄVARMUUDEN VAATIMUS

	Form Tolerance [µm]					
	5	10	15	20	30	50
R [µM]	0.5	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0



Mitutoyo Crysta Apex 9106

905 x 1005 x 605 mm, $MPE_E = (1.7+0.3L/100) \mu m$
Peruskone PH10 anturoinnilla ja MCosmos2-ohjelmistopakettilla
lisävarusteineen asennettuna ja kalibroituina
Suuruusluokka listahinnolla: **85 000€**



100 mm mittauksessa $MPE_E = 2,0 \mu m$

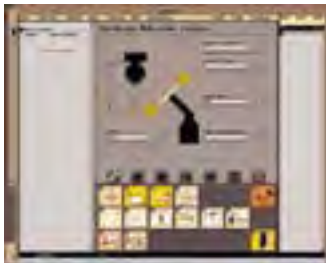


Mitutoyo Legex 9106

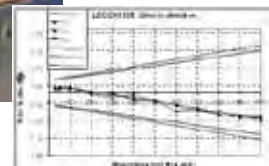
905 x 1005 x 605 mm, $MPE_E = (0.48+0.1L/100) \mu m$
Peruskone skannaavalla MPP-100 anturoinnilla ja MCosmos3-
ohjelmistopakettilla lisävarusteineen asennettuna ja kalibroituina
Suuruusluokka listahinnolla: **320 000€**



100 mm mittauksessa $MPE_E = 0,58 \mu m$



**KOORDINAATTIMITTAUSKONEIDEN OHJELMISTOT OVAT
KÄYTTÄJÄYSTÄVÄLLISIÄ JA HAVAINNOLLISIA**



**ILKKA TARKKANA;
CERNIN KUPARITANKO JA KONEEN VIRHEKÄYRÄ**



Muotojen kolmiulotteinen mittaus



A³³

Sisäpuoliset muodot haastavia mitattavia



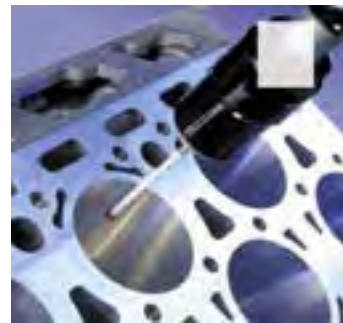
A³³

Aseteltava mittauspää



A³³

Tarkkuusmittaus – pinnankarheus?



A³³

Kenellä riittää päreet käsimittalaitteilla tarkastukseen?



A³³

Hammageometriasta saadaan runsaasti mittaustietoa



A³³

Kolmiulotteiset muodot ja urat



Hennot ja ohutseinämäiset tuotteet mittaustekninen haaste



A 33

A 33

Mittausepävarmuus

Mittausepävarmuus

Mittausepävarmuuden määritelmä:

Mittausepävarmuus on testaustulokseen liittyvä arvo, joka ilmoittaa rajat, joiden välissä todellinen arvo valitulla **todennäköisyydellä** on.

Suuri mittausepävarmuus johtaa tarpeettomiin tuotteiden hylkäämisiin, kalliisiin prosessin kehitystoimenpiteisiin tai hylättävien tuotteiden hyväksymiseen

Rajojen väli vastaa mittausjärjestelmän **suorituskykyä**.

A 33

A 33

Mittausepävarmuus

Mittausepävarmuus

Mittausjärjestelmän on pystyttävä jakamaan toleranssialue vähintään kymmeneen osaan

Koska toleranssin lähelle jää ns. harmaa alue, ainoa keino on prosessin vaihteluiden pienentäminen selvästi hyväksymisrajojen sisäpuolelle mittausepävarmuuskin huomioonottaen

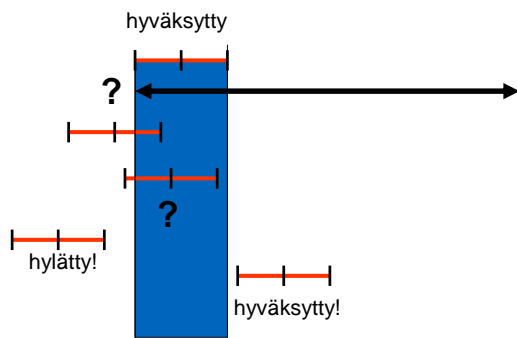
Mittausprosessin kokonaisvaihtelu saa olla korkeintaan 10 % prosessin toleranssialueesta

➔ tilastolliset menetelmät !

A 33

A 33

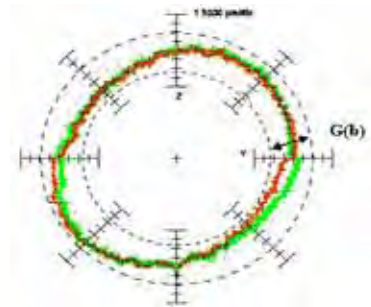
Mittausepävarmuus



Kuinka onnistuu reikien ympyräisyys



Tällä koneella lienee turha edes yrittää!



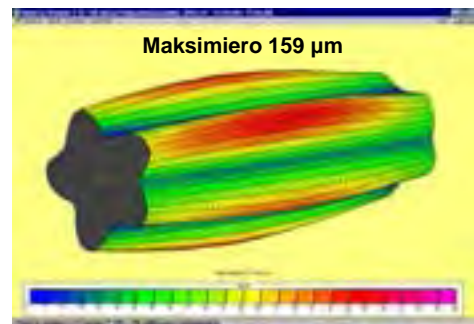
Kartonkikoneen ValZone kalanteri

(Metso Paper, M-real, Simele)



Ilman työstönohjausta sorvattu kalenterin tela

(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)

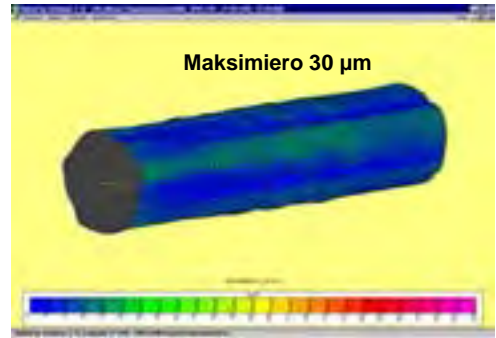


Telan mittaus- ja sorvausjärjestelmä
(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)



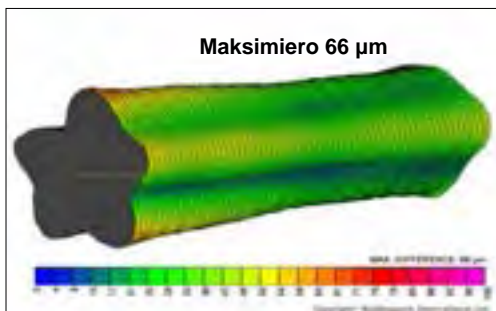
A³³

Työstönohjauksella sorvattu kalanterin tela
(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)



A³³

Ilman työstönohjausta hiottu kalanterin tela
(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)



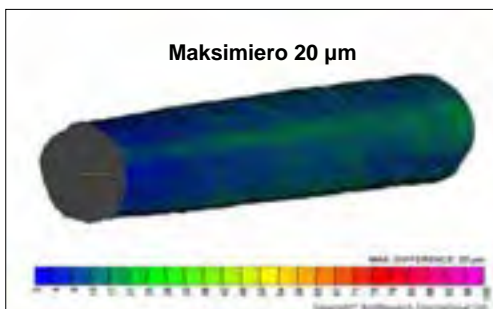
A³³

Telan mittaus- ja hiontajärjestelmä
(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)



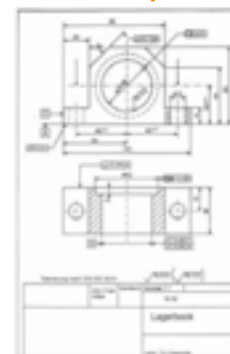
A³³

Työstönohjauksella hiottu kalanterin tela
(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)



A³³

Laakeripukki



A³³

Mittatoleranssit
Geometriset toleranssit
Pinnankarheus

Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnattavat	Selitys	---
	Tasaisuus	\square
	Työväkkyys	\circ
	Liikettä	H
	Tasoinen muoto	\wedge
	Pinnan muoto	\ominus
Suunnittavat	Yhtäsuuruus	$//$
	Kulma-alue	\perp
	Kulma-alue	\sphericalangle
Erikoiset	Pakko	\oplus
	Symmetrisyys ja aksiaalinen	\otimes
	Symmetrisyys	\odot
Mittatoleranssit	Hieta	f
	Käsitteellisyys	U

?



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnattavat	Selitys	---
	Tasaisuus	\square
	Työväkkyys	\circ
	Liikettä	H
	Tasoinen muoto	\wedge
	Pinnan muoto	\ominus
Suunnittavat	Yhtäsuuruus	$//$
	Kulma-alue	\perp
	Kulma-alue	\sphericalangle
Erikoiset	Pakko	\oplus
	Symmetrisyys ja aksiaalinen	\otimes
	Symmetrisyys	\odot
Mittatoleranssit	Hieta	f
	Käsitteellisyys	U



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnattavat	Selitys	---
	Tasaisuus	\square
	Työväkkyys	\circ
	Liikettä	H
	Tasoinen muoto	\wedge
	Pinnan muoto	\ominus
Suunnittavat	Yhtäsuuruus	$//$
	Kulma-alue	\perp
	Kulma-alue	\sphericalangle
Erikoiset	Pakko	\oplus
	Symmetrisyys ja aksiaalinen	\otimes
	Symmetrisyys	\odot
Mittatoleranssit	Hieta	f
	Käsitteellisyys	U

?



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnattavat	Selitys	---
	Tasaisuus	\square
	Työväkkyys	\circ
	Liikettä	H
	Tasoinen muoto	\wedge
	Pinnan muoto	\ominus
Suunnittavat	Yhtäsuuruus	$//$
	Kulma-alue	\perp
	Kulma-alue	\sphericalangle
Erikoiset	Pakko	\oplus
	Symmetrisyys ja aksiaalinen	\otimes
	Symmetrisyys	\odot
Mittatoleranssit	Hieta	f
	Käsitteellisyys	U



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnattavat	?	---
		\square
		\circ
		H
		\wedge
		\ominus
Suunnittavat	?	$//$
		\perp
		\sphericalangle
Erikoiset	?	\oplus
		\otimes
		\odot
Mittatoleranssit	?	f
		U



Toleranssimerkinnät

Toleranssimerkintä	Toleranssi-merkintä	Tulkinta
Muoto- ja sijaintitoleranssit	Suoruus	—
	Tasaisuus	\perp
	Ympyräisyys	\circ
	Ulkönsyys	R
	Tasaisuus muoto	\wedge
	Pinnan muoto	\triangle
Suunnatoleranssit	Yläsuunnatoleranssi	//
	Kallitus	\downarrow
	Kallitus	\angle
Sijaintitoleranssit	Paikka	\oplus
	Suorakulmaisuus ja akselisuoruus	\ominus
	Symmetrisyys	\odot
Pinnanmuoto- ja sijaintitoleranssit	Heikkous	\uparrow
	Käyräisyys	\cup



ISO 1101:2004 Geometrical Product Specifications (GPS) - Part 1: Form, Fit and Surface Texture

Aalto yliopisto

Dhessa käyttöönne sähköinen SFS-standardi

© Suomen Standardisoimisliitto SFS ry

Tätä julkaisua ei saa kopioida tai levittää missään muodossa ilman SFS:n
enillistä kirjallista lupaa.

Julkaisu on I44(Info)tekijän luojaksi



Mikä SFS-EN ISO 1101 ?

SFS SUOMEN STANDARDISOIMISLIITTO SFS STANDARDI SFS-EN ISO 1101

Technology Industries of Finland, Standards Vahvistettu 2008-04-18 1 (1 + 116)

Technology Industries of Finland, Standards

ISO 1101:2004, GEOMETRINEN TUOTEMÄÄRITTELY (GPS) - OSA 1: MUOTO, SUUNNAN, SUUNNAN JA HEITON TOLERANSSIT

ISO 1101:2004, GEOMETRINEN TUOTEMÄÄRITTELY (GPS) - OSA 1: MUOTO, SUUNNAN, SUUNNAN JA HEITON TOLERANSSIT

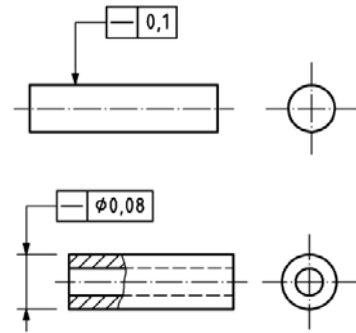
Korvaa standardin SFS 2102:1992 Replaces the standard SFS 2102:1992

Heittotoleranssissa pätee englannin kielen lause In case of interpretation disputes the English text applies

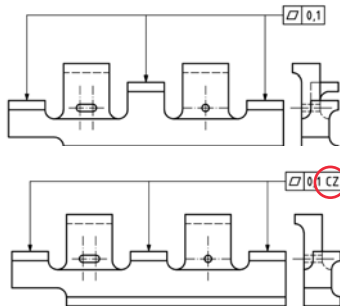
GEOMETRINEN TUOTEMÄÄRITTELY (GPS). GEOMETRISET TOLERANSSIT, MUODON, SUUNNAN, SUUNNAN JA HEITON TOLERANSSIT
Geometrical Product Specifications (GPS). Geometrical tolerancing. Tolerances of form, orientation, location and run-out



Suoruus kuin suoruus – vai onko näin?



Tasomaisuus kolmelle pinnalle mutta mikä on CZ ?

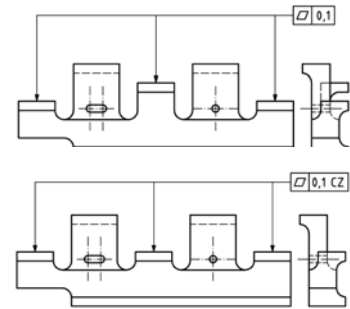


Kyllä Google kertoo: CZ ?

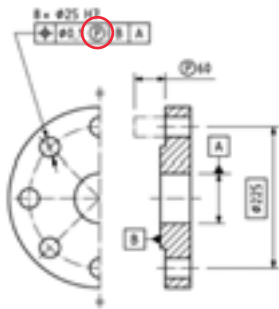


CZ =
Common Zone =
yhteinen toleranssialue

No totta kai Common Zone !



Rei'ille tuputetaan paikkatoleranssia,
 mutta mikä on ympyröity P ?



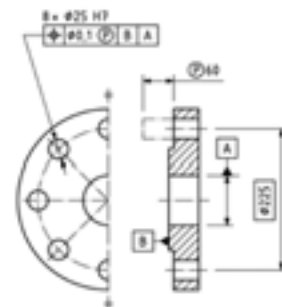
Auttaisiko Google ja Wikipedia ?

P-kirjaimen merkityksiä

- **SI-järjestelmässä p** (*piko*-) tarkoittaa biljoonasosaa etuliitteenä (10⁻¹²).
- **Fysiikassa p** on *paineen* tunnus
- **SI-järjestelmässä P** (*peta*-) tarkoittaa tuhatbiljoonakertaista etuliitteenä (10¹⁵).
- **Fysiikassa P** on *tehon* tai erityisesti *pätötehon* tunnus
- **Kemiassa P** on *fosforin kemiallinen merkki*.
- **Valuutoissa p** tarkoitti aiemmin *penniä* eli *markan* sadasosaa.
- **Ajoneuvon kansallisuustunnuksena P** tarkoittaa *Portugalia*
- **Suomalaisissa kalentereissa P** merkitsee *perjantaita* (käytetään myös lyhennettä Pe)

P =
Projected tolerance zone =
siirretty toleranssialue

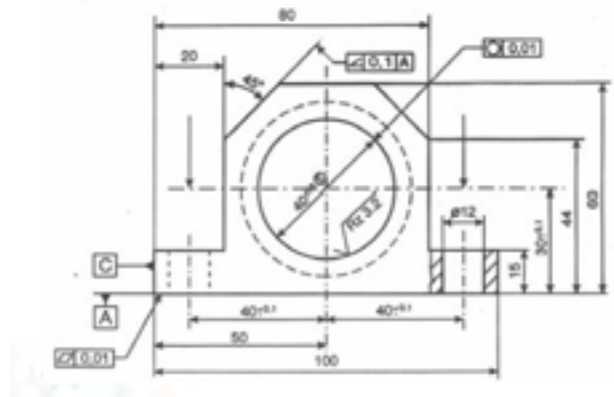
No ilman muuta: siirretty toleranssialue!



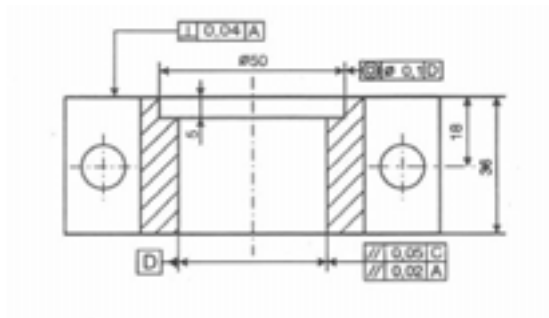
SFS-EN ISO 1101
on vanha tuttu juttu!

Vaatii kertausta ja päivitysten opettelua!

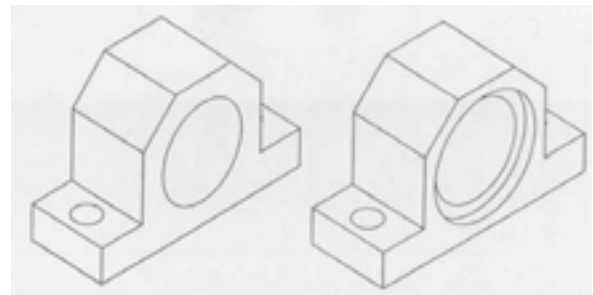
Laakeripukki
(© TU Chemnitz)



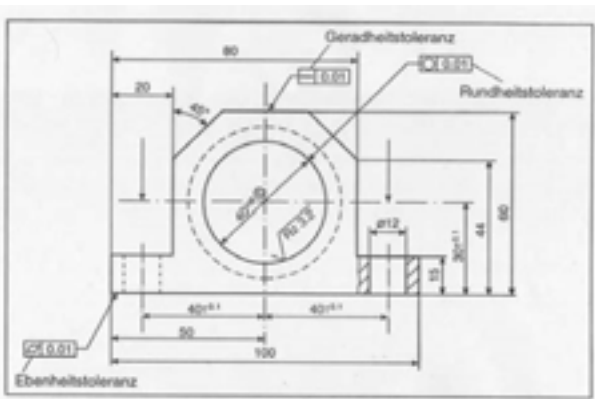
Laakeripukki



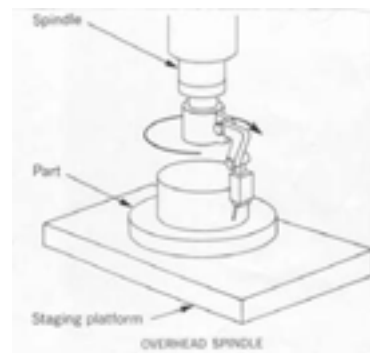
Laakeripukki



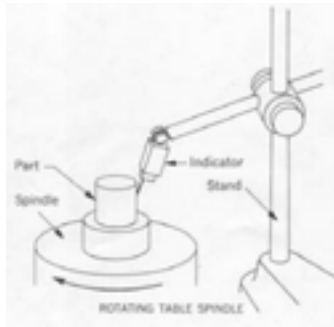
Laakeripukki



Laakeripukki



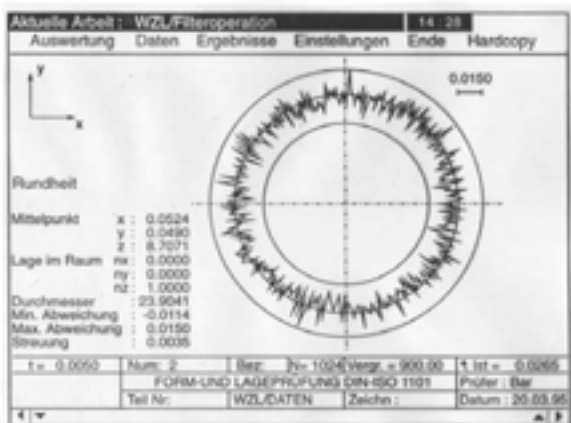
Laakeripukki



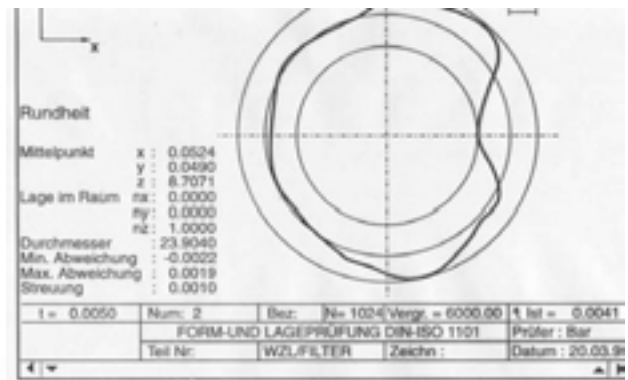
GEOMETRISET TOLERANSSIT KUTEN YMPYRÄMÄISYYS TODENNETAAN VARMIMMIN YMPYRÄMÄISYDEN MITTAUSKONEELLA.



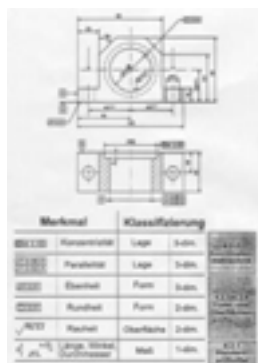
Laakeripukki



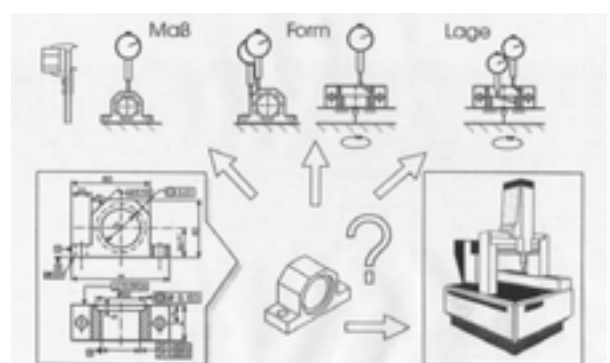
Laakeripukki



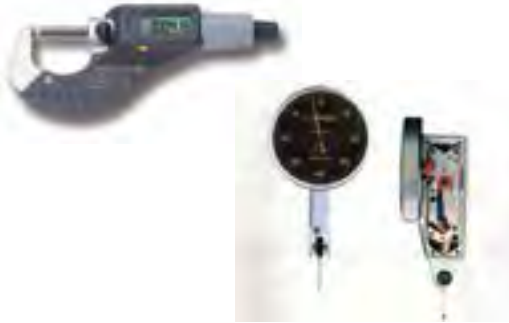
Laakeripukki



Laakeripukki



MIKROMETRI JA HEITTOKELLO



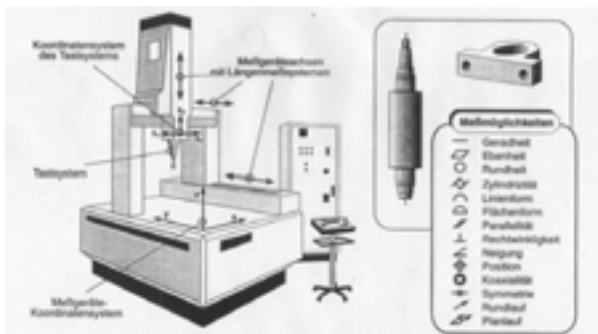
A33 Metris- und Angewandte Messtechnik

REIKÄ- JA AKSELITULKEILLA RATIONALISOIDAAN SARJATUOTANNON TOLERANSSIEN MITTAUKSIA.



A33 Metris- und Angewandte Messtechnik

Laakeripukki



A33 Metris- und Angewandte Messtechnik

KOORDINAATTIMITTAUSKONEELLA GEOMETRISET TOLERANSSI VOIDAAN TODENTAA NOPEASTI, LUOTETTAVASTI JA KUSTANNUSTEHOKKAASTI



A33 Metris- und Angewandte Messtechnik

Mitä opimme?

- geometriset muoto- ja sijaintitoleranssit ovat oikotie onneen
- moderni mittaustekniikka tukee geometrista tolerointia
- verkostoitumisen ehtona on geometrysten toleranssien soveltaminen
- malttia ja osaamista toleranssien määrittämiseen
- eurot ratkaisevat; ei hilavitkutin hulluus

A33 Metris- und Angewandte Messtechnik

SIIRRYTÄÄN RAUTAKAUDELTA AVARUUSAIKAAN



Käsityö ja käsimittalaitteet



Eilisen tuotteet - menneisyyden mittausvälineet ja -



A³³

Eilisen tuotteet - menneisyyden mittausvälineet ja -



Modernit tuotteet vaativat nykyaikaiset mittauslaitteet ja -menetelmät



Herrasmiehen opintojen tarkoitus ei ole nopea eteneminen uralla, vaan että hän köyhänäkin eläisi tyytyväisenä, murheellisenä säilyttäisi toivonsa, ja kohdatessaan onnea ja epäonnea ja ymmärtäessään niiden rajallisuuden säilyttäisi mielensä kirkkaana.

Xunzi

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

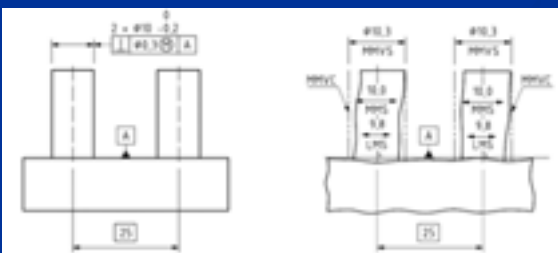
- Ennen oli:
 - Menorajan periaate SFS 2105:1976
- Nyt on: SFS-EN 2692:2007
 - Maksimimateriaalin vaatimus = Menorajan periaate
 - Vähimmäismateriaalivaatimus
 - Vastavuoroinen materiaalivaatimus

Mihin standardilla pyritään

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

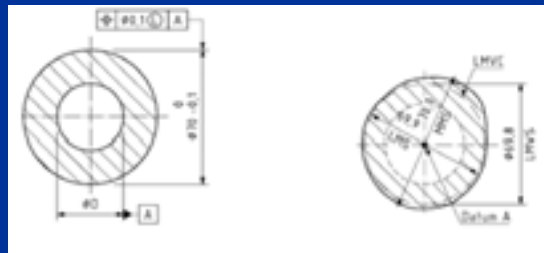
Mitä merkinnät tarkoittavat?

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



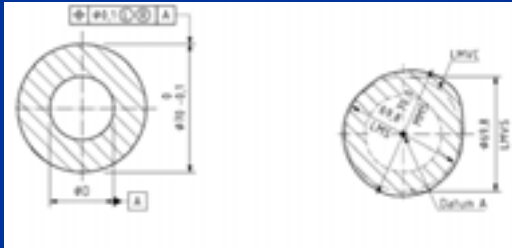
Mitä merkinnät tarkoittavat?

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



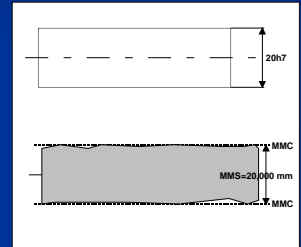
Mitä merkinnät tarkoittavat?

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



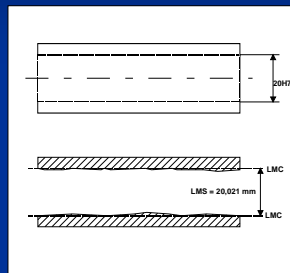
Standardin SFS-EN ISO 2692:2007 termit

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



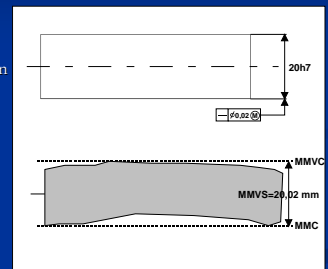
Standardin SFS-EN ISO 2692:2007 termit

- **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



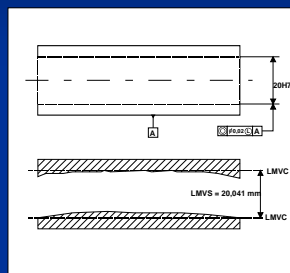
Standardin SFS-EN ISO 2692:2007 termit

- **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



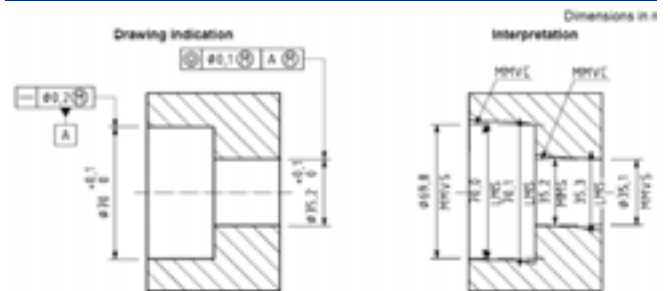
Maksimimateriaalin vaatimus

- **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)



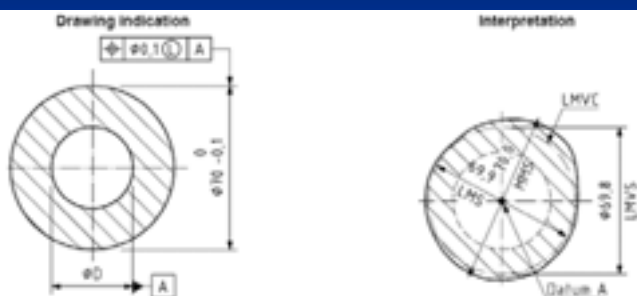
Vähimmäismateriaalin vaatimus

- **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)



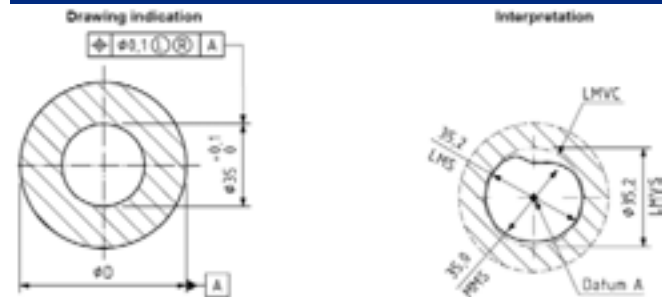
Vastavuoroinen materiaali-vaatimus

- **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

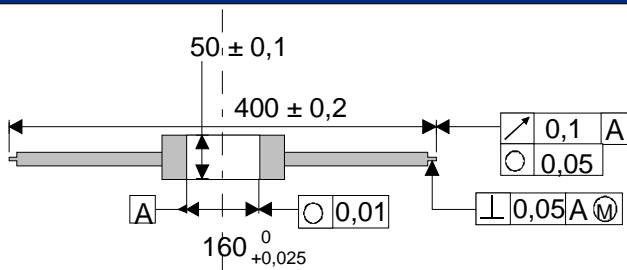
Vastavuoroinen materiaalivaatimus

- 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 μm
- Valmistuksen käytettävissä
 - ei maksimimateriaalivaatimusta 50 – 29 = 21 μm
 - maksimimateriaalivaatimus (enintään) 250 – 29 = 221 μm ja (keskiarvolla) (100+50)/2 – 21 = 121 μm

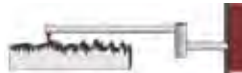
Mittaukset ja menorajan periaate

- 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

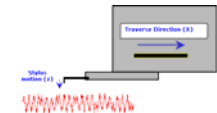


Pinnankarheusmittareiden Rakenneratkaisu

Liukukenkä



Tarkka johde,
mahdollistaa myös
muodonmittauksia

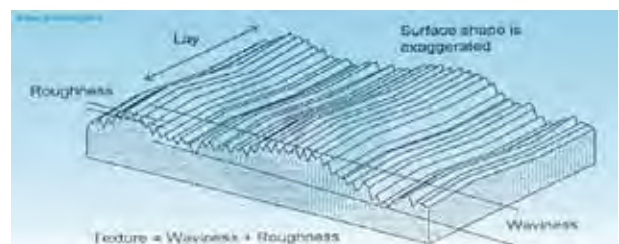


Johdanto pinnankarheuteen

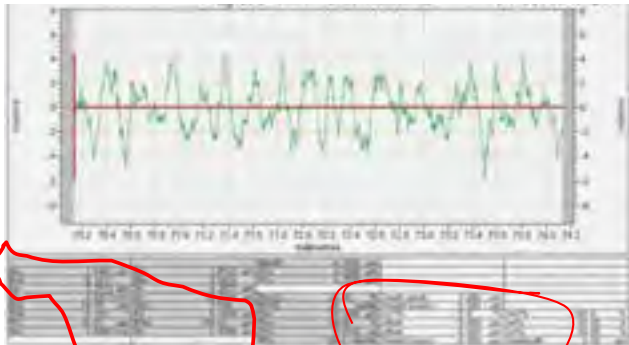


Pinnan kuvaaminen yhdellä tai kahdella luvulla on mahdoton tehtävä

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



Pinnankarheusparametrejä onkin paljon



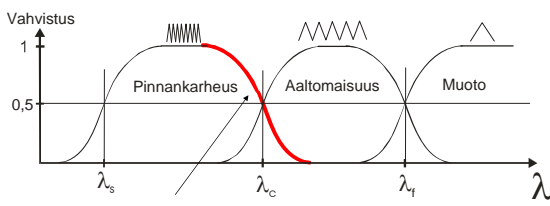
ISO 4287

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

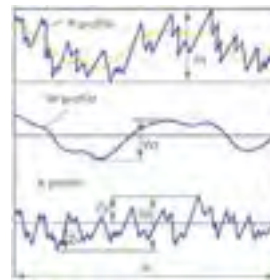
ISO 4287 erottaa kolme aluetta suodatukselle



ISO 11562 määrittelee suodatinta

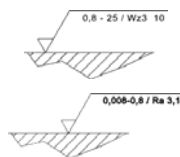
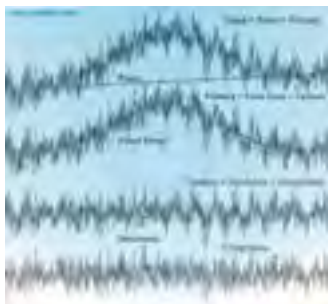
$\lambda_c = \text{lamba-c} = L_c = \text{mittausjakso} = \text{"Cut-Off"}$

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



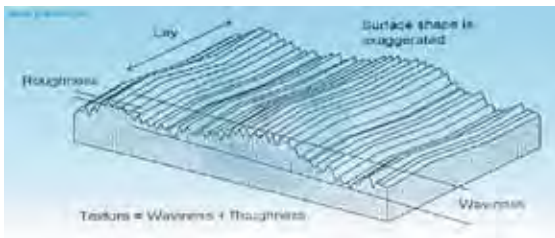
Pintaprofiilin jakaantuminen eri pituisiin aaltoihin.
Onko kukaan nähnyt näitä 10 vuotta vanhoja merkintöjä käytettynä ?

ISO 1302 Pinnankarheuden ilmoittaminen

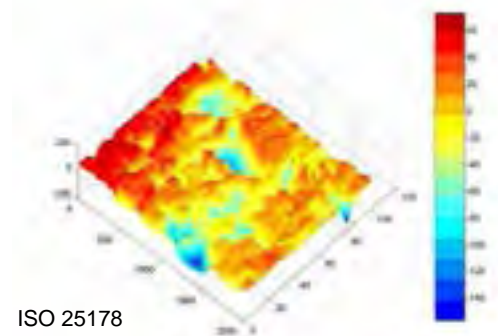


Knoppi: Rz3 aivan eri asia kuin R3z

2D vai 3D, kumpi parempi



3D Mittaus tulossa ?



ISO 25178

3D mittaukset kuulostaa hyvältä

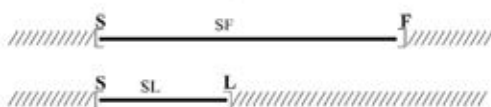
- Uusi mittalaitteita kehitetään
- 3D mittaus kenties halpenee joku päivä
- Pinta antaa enemmän kuin profiili
- Liukuvien pintojen ilmiöiden ymmärrys
- Kehitys johtaa siihen että:
UUSIA STANDARDEJA LAADITTAAN

3D Pinnan ominaisuuksien standardeja tulossa ja paljon

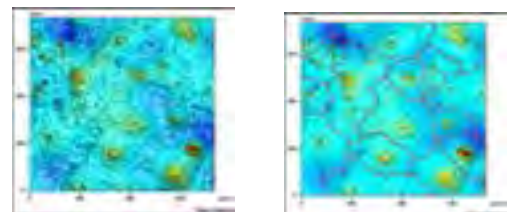
- **Tärkein ISO 25178**
Tällä hetkellä julkaistu ISO 25178-6:2010 Surface texture: Areal -- Part 6: Classification of methods for measuring surface texture
- **Tukena uudet ISO 16610 suodatukset**
 - 16610-1:2006- Filtration -- Part 1: Overview and basic concepts
 - 16610-20:2006-- Filtration -- Part 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

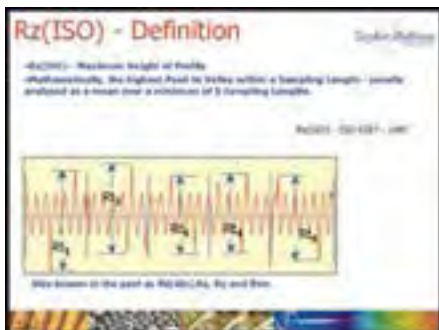
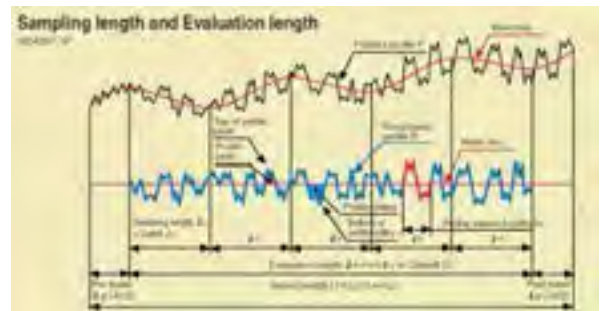
Yhteenveto

- 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



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 3317712
E-mail: paul.andersson@utu.fi
www.p.h.utu.fi

Sisältö

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



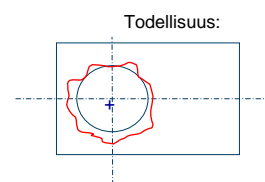
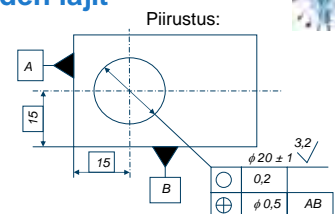
Johdanto

Tarkkuus- ja muita vaatimuksia

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

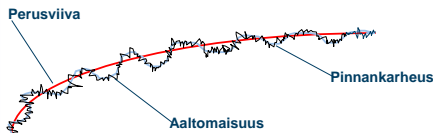
Tarkkuuden lajit

- Muodon poikkeamat
- Paikan poikkeamat
- Mittatarkkuus
- Pinnanlaatu



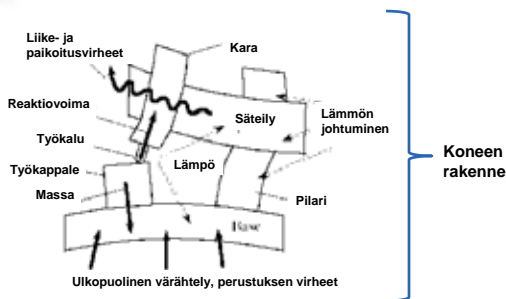
Pinnanlaatu

- **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



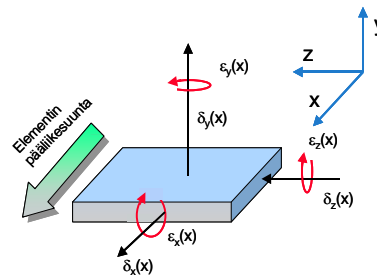
Valmistustarkkuus

Työstökoneen virhelähteitä

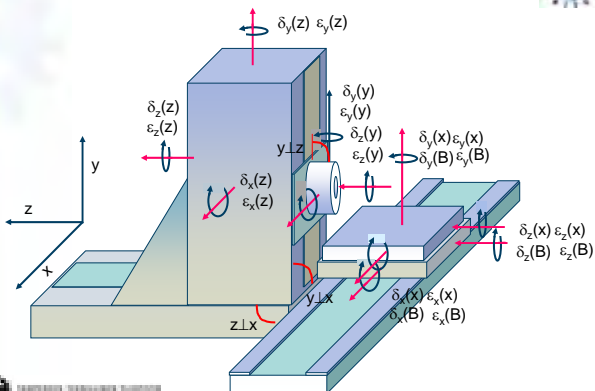


Oiwa et al 2009

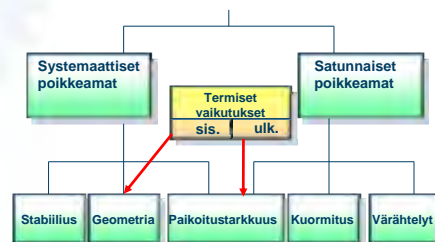
Elementin kuusi vapausastetta



Koneistuskeskuksen vapausasteet

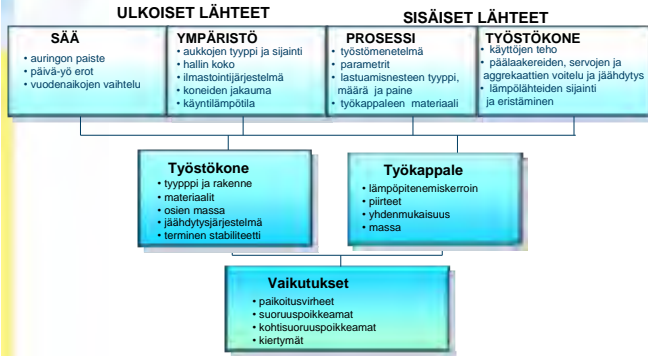


Työstön (koneen) tarkkuus

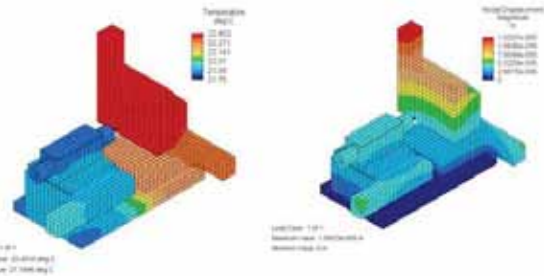


VDI/DGQ 3441

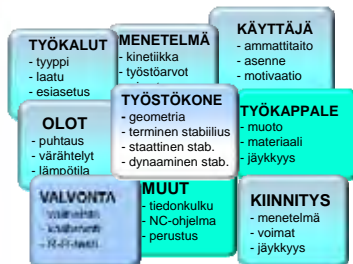
Olojen vaikutus työstötarkkuuteen



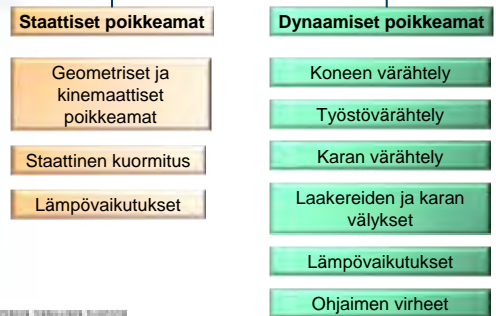
Lämpömuutosten mallinnus



Työstön tarkkuuteen vaikuttavat tekijät



Työstökoneen poikkeamat



Tarkkuuden tekijöitä

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

Poikkeamien kompensointi

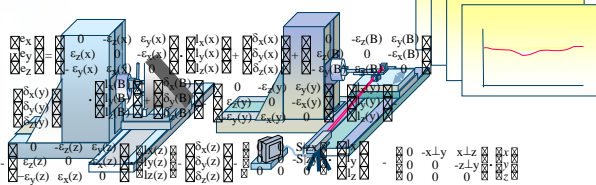
Työstökoneen mittaus



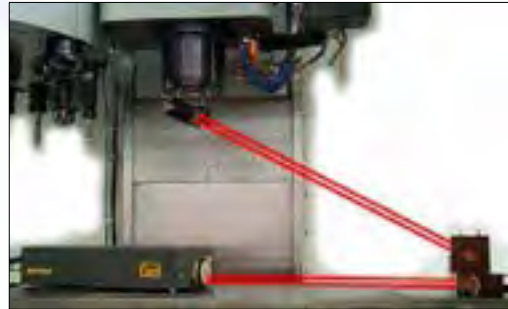
Geometria: mitataan työstökoneen työstövaruuden geometria-poikkeamat (suoruus, kohtisuoruus, heitot, kiertymät)

Paikoitus: mitataan koneen ohjattavien akselien fyysisten elementtien paikoitusvirheet

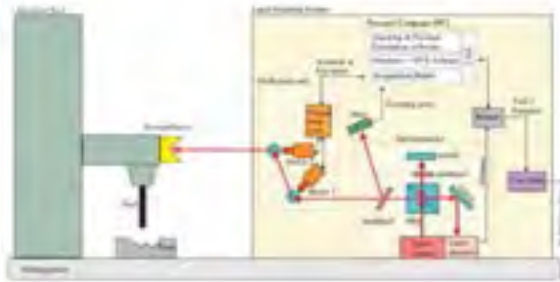
Laaditaan työstövaruuden poikkeamien matemaattinen malli



Volumetrinen mittaus



Laser Tracker



Laser Tracker



Paikoituksen kompensointi

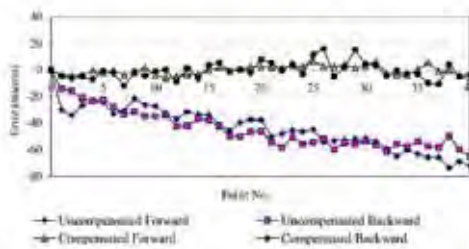


Fig. 10. Position error compensation of line 2 in forward and backward direction.



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>< 25nm</math>

Badrawy 2009

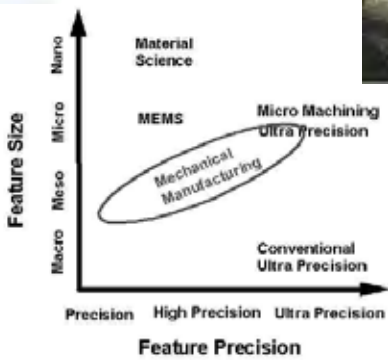
Ultratarkka koneistuskeskus (Moore)



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

Badrawy 2009

Mikrovalmistus



Vogler 2005

Mikrotyöstökone

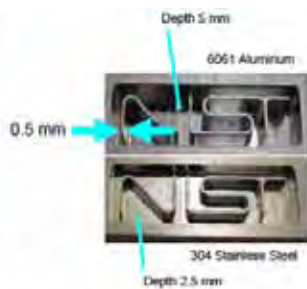


Machined Flexure for a Micro scale Force Transducer



Damazo 2005

Mikrotyöstökone



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

Damazo 2005

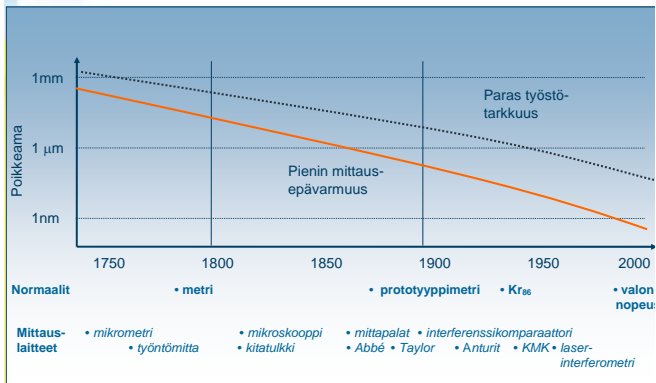
Mikrotyöstökone

Machining Principle	Mechanical rotation (defined cutting edge)	Removal Rate/Machining Time	Medium: 1000 Hours/day
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

MITTAUSKYKYLLÄ VOIDAAN YMMÄRTÄÄ ERI ASIOITA:

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



MITTAUSKYKY

MITTAAJA STABILIUUS
KOULUTUS AUDIT-vertailumittaus
KIINNITYS MITTAUS-EPÄVARMUUS
OHJELMISTO KALIBROINTI
HUOLTO JÄLJITETTÄVYYS
MITTALAITE REFERENSSINORMAALIT
YMPÄRISTÖ MENETELMÄ
KOHDE eli TYÖKAPPALE VAATIMUKSET

MITTAUSPROSESSI

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 ± 0.0025 mm. Sellaiseen pystytään mittaussysteemin saattaisi pystyä rakentamaan. Taloudellinen U olisi ± 0.0013 mm, mikä konepajaolosuhteissa olisi jo mahdottoman pieni.



KOKONAISMITTAUSEPÄVARMUUDEN MÄÄRITYS

Epävarmuustekijöiden neliöllinen summa

9 / 13

ESIM.

Reiän HALKAISSIJAN 32 H7 mittaus mikrometrillä:

Toleranssin alaromitta on 0.000 ja yläromitta + 0.025 mm.

Tavoitemitta on 32.0125 mm ja IT-toleranssialue on ± 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

Hölsä Tähti

MITTAUSEPÄVARMUUDEN MÄÄRITTÄMINEN

8 / 13

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

Neliöllinen yhteenlasku

BIPM - Kansainvälinen paino- ja mittatoimisto 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 μm

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 (μm)
Nollauslaitteen epävarmuus $k=2$	1.50
Toistuvuus 2s	4.15
Laitteen kalibrointikodituksesta saatu maksimivirhe (μm)	5.00
ja kalibroinnin epävarmuus ($k=2$)	1.00
Lämpötilan keskim. ero 20 nähdyn oli 10 astetta.	
jolloin teräksellisen muutos (11.5) 32 mm pituudella	3.52

Epävarmuustekijöiden neliöllinen summa (μm)

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 μm), ja toiseksi suurin tekijä oli toistuvuus (2s = 4.15 μm).

ON PARANNETTAVA MITTAUSTAPAA! ON HANKITTAVA PAREMPI MITTAUSLAITE!



TTE Tutkimuskeskus laitos

Hölsä Tähti

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, samankeskiisyys), 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 μm ollen keskimäärin 20 μm . 14 / 18 (78 %) koneiden epävarmuus oli alle 4 μm . Referenssarvoiksi valittiin tarkimman (0.35 μm) 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 $0.3 \times A$.

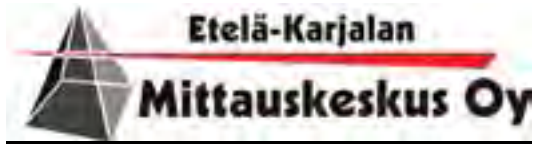
Halkaisijan mittauksissa epävarmuudet ovat noin $0.5 \times A$, vaikka kärjen kalibroinnilla on tulokseen tunnettu vaikutus.

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
 - ▶ suoruus, petien painumat, renkaiden ja rullien kuluminen
 - ▶ oikaisu, säädöt ja fyllaukset
- ▶ Paperikoneiden mittaukset
 - ▶ telojen linjaukset
 - ▶ runkorakenteiden mittaukset
 - ▶ peruslaattojen mittaukset
- ▶ Nosturiratojen ja kuljettimien mittaukset
 - ▶ suoruus 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 $\pm 0,010\text{mm}$. 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
 - ▶ jigitt, konsolinjat
- ▶ Geometriset toleranssit
 - ▶ suoruudet, kohtisuoruudet
 - ▶ halkaisijat, ympyräjämsyydet
- ▶ Työstökonemittaukset
 - ▶ paikoitus, geometria
- ▶ Polttokonemittaukset
 - ▶ 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 ympäröivä maailma
 - ▶ Mittaamisella ja sen osaamisella on suuri merkitys tuotteen laadun, taloudellisuuden ja turvallisuuden suhteen
 - ▶ Mittauskyvyn osoittaminen ja todentaminen on testaus- ja kalibrointilaboratorioille keskeinen vaatimus
 - ▶ Uusien mittausmenetelmien ja laiteteknologian siirto yrityksille on tärkeää, saadaan 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

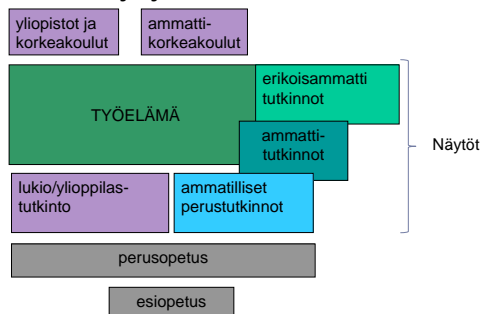
- ▶ Työryhmä perustettu
 - ▶ Toimii Metrologian neuvottelukunnan nimissä
 - ▶ Metrologian neuvottelukunta on valtioneuvoston asettama metrologia-alan kansallinen yhteistyötaho, johon on kutsuttu yritysten edustajia
 - ▶ Tehtävä
 - ▶ Mittaustekniikan koulutuksen kehittäminen
 - ▶ Opetushallitukselle esitys 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 ylityöpääsemätöntä

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 päteväinti

Henkilösertifikaatti

- **Osoitetaan pätevyyskokein ja testein**
- Yleensä tämä edellyttää ammattialan osaamista
 - perustutkinnon kautta
 - käytännön kautta
- Päteväintiin 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.mittauskeskus.fi 15.10.2010

Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

➤ 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.mittauskeskus.fi 15.10.2010

Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

- 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.mittauskeskus.fi 15.10.2010

Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

➤ 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.mittauskeskus.fi 15.10.2010

Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

➤ Mittaajan ammattitutkinto

➤ Tutkinnon keskeiset ammattitaitovaatimukset

- Mittaamisen perusteet (perustiedot ja käsitteet, terminologia, eri mittauslaitetyypit tai mittauslaiteryhmittä, 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.mittauskeskus.fi 15.10.2010

Mittaajan ja kalibroijan päteväinti

➤ 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)
 - jäljitettävyyden 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.mittauskeskus.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-ainoiden, puolivalmisteloiden, 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 kalibrointitehtäviin 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)
- ▶ Suurteollisuuden ammattitieteiden
- ▶ Vastuun ammattitieteiden
- ▶ Ympäristösuojelun ammattitieteiden
- ▶ Erikoisammattitieteiden
- ▶ Kunnossapidon erikoisammattitieteiden
- ▶ Laskentamietarin erikoisammattitieteiden
- ▶ Nuohojen erikoisammattitieteiden
- ▶ Sitoutuneiden erikoisammattitieteiden
- ▶ (yhänteen kääri- ja välineiden valmistuksen kanssa)
- ▶ Tekniikan erikoisammattitieteiden
- ▶ Tuotekehittämisen erikoisammattitieteiden
- ▶ Turvallisuusväestön erikoisammattitieteiden
- ▶ Ympäristöalan erikoisammattitieteiden



www.mittauskeskus.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
 - ▶ Sitten sisältövaatimukset 2010 aikana
 - Mukana konepajatekniikka ja prosessitekniikka



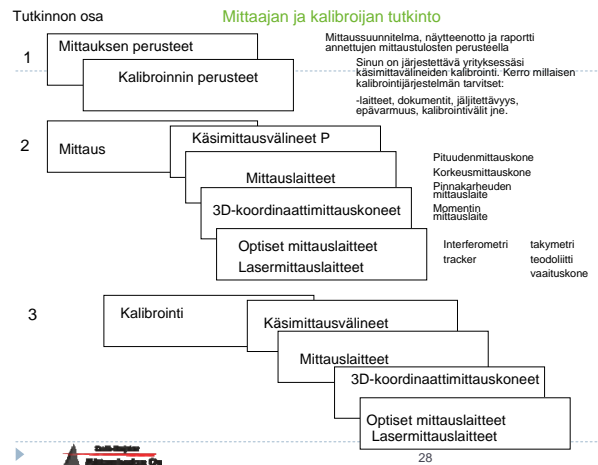
www.mittauskeskus.fi 15.10.2010

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

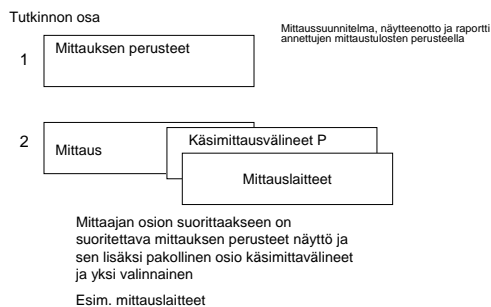


27



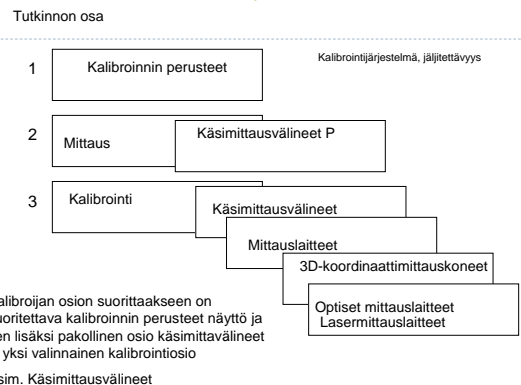
28

Esimerkki mittaajan suuntautumisvaihtoehdosta



29

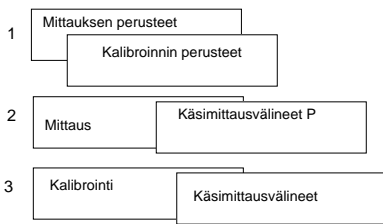
Esimerkki kalibroijan suuntautumisvaihtoehdosta



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. Osallistujamäärä on rajattu 70 henkilöön.

Lisätietoja tilaisuudesta:
Sari Saxholm, puh. 010 6054 432,
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

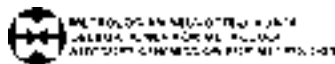
Metrologian neuvottelukunnan Standardisointi-työryhmä järjestää tammikuussa Metrologia standardisoinnissa -seminaarin.

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 standardisoinnissa toimiville vaikuttajille.

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

Tilaisuuden ohjelma ja ilmoittautuminen löytyvät MIKESin nettisivuilta, www.mikes.fi, kohdasta Koulutus.

Lisätietoja tilaisuudesta voi kysyä Sari Saxholmilta, puh. 010 6054 432, 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

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

		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 omaa 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:lta 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

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 vastaiskuksi 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 toleranssimääritelmiä 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. Aaltosen 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, käyttääkää 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).

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 ISON 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 päätettäisi. 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.

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. 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 WITTKKE (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).



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

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

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

Media Contacts:

CEN and CENELEC

Elisabeth Brodthagen

Unit Manager - Communication

Tel.: +32 2 519 68 90

E-mail: 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

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