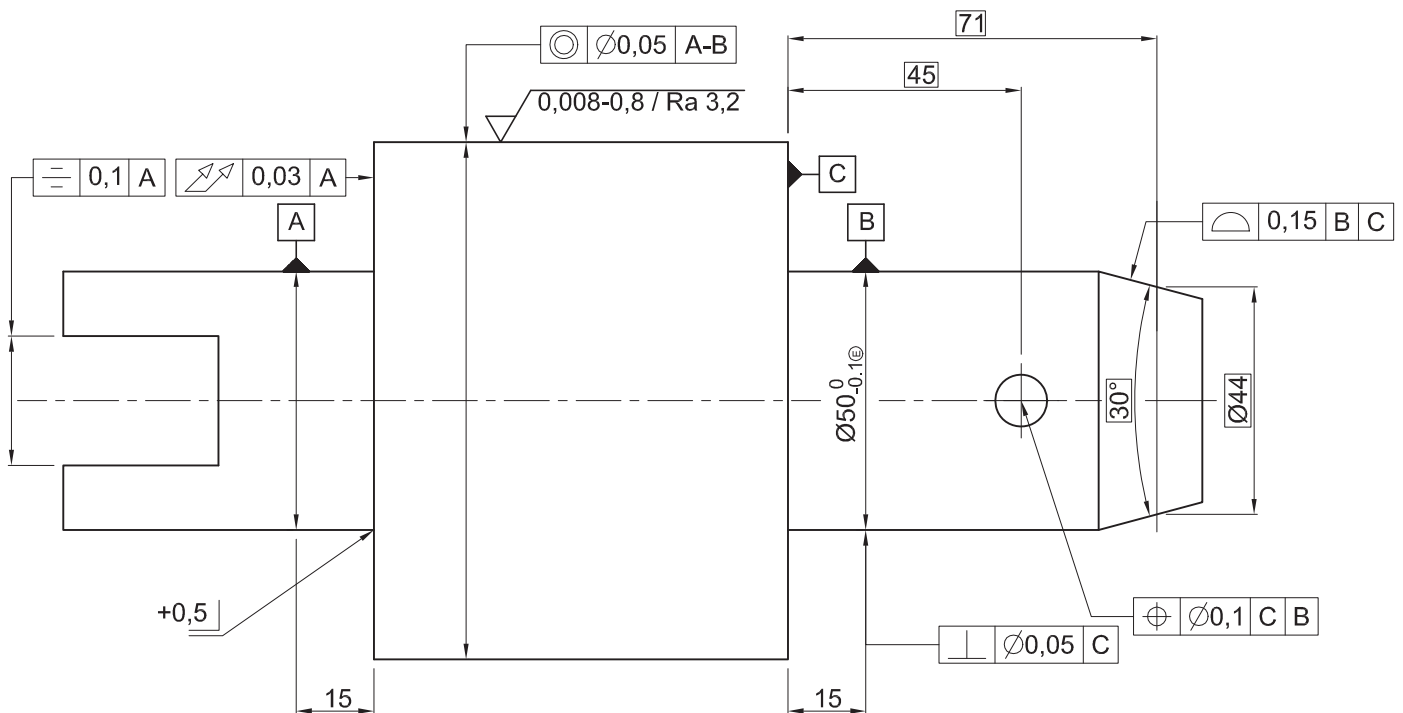


J2/2010



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 Standardisoimisliitto (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 mittaasepävarmuuden. 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 mittaustuksista 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. suoruuksuus, 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 huomasin, 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 toteutuvat 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:

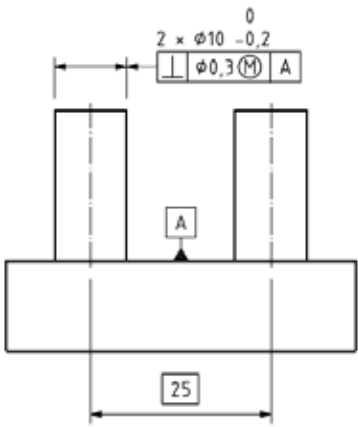
5	Montako ISO-GPS-standardia olet lukenut tai monenko sisällön tunnet?				
	0	1 - 5	5 - 15	15 -	en tiedä

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 nähnytkään	
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
Tarvisimme 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 käsittelee 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




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 merkintöjen avulla

Hieman yllättäen standardeihin turvataan silloin kun on hätä: riitatilanteessa 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

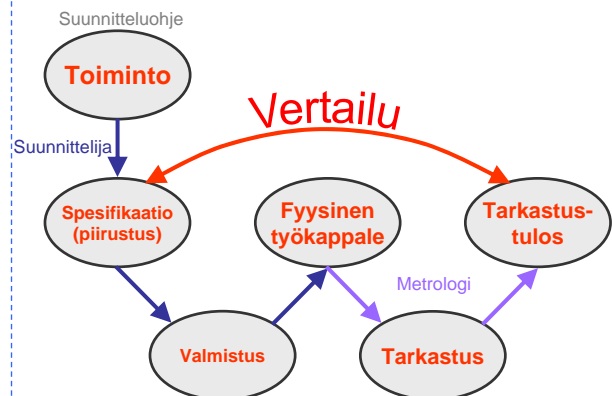
GPS = Geometric Product Specification
= Geometrinen tuotemäärittely

- 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)



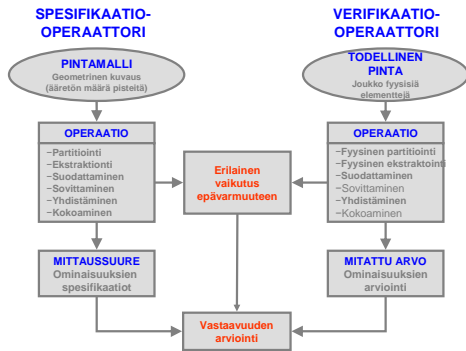
Geometrinen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

5



Geometrinen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

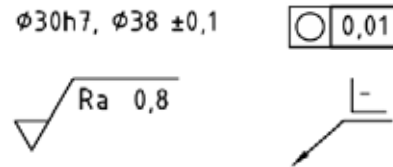
6



Geometrisen toleranssin teemapäivä - Mitä on GPS?

Esimerkkejä operaattoreista

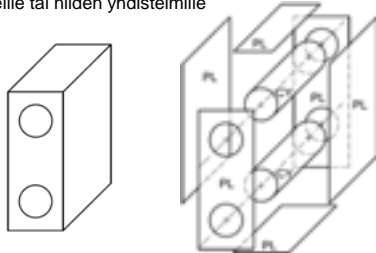
Samoin kuin matematiikassa olemme tottuneet käyttämään operaattoreita, esim +, - tai x, GPS-järjestelmässä käytetään operaattoreita määrittämään vaatimuksia elementeille



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

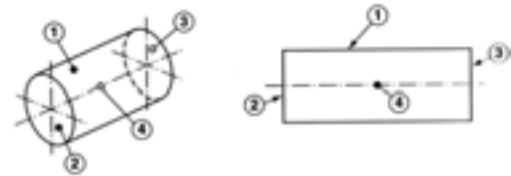


Kuvan kappale muodostuu tasopinta- (PL) ja lieriöelementeistä (CY)

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 mittausten menetelmiä. 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 määritetty. 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 osaluokeseen ("GPS-standardiketjun lenkit") seuraavasti

Spesifikaatio-operaattorit (suunnitteluvaihe)

1	2	3
Tuotodokumentointi	Toleranssien määrittely	Todellisten elementtien ominaisuuksien tai parametrien määrittely
Piirustusmerkinnät Koodimerkinnät (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 geometrinen ominaisuus	Piirustusmerkinnät Koodimerkinnät	Toleranssien määrittely Teoreettinen määrittely ja 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 geometrinen ominaisuus	- Piirustusmerkinnät - Koodimerkinnät	- 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, Geometrinen 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, Geometrinen tuotemäärittely (GPS). Suodattaminen. (Monisainen standardisarja)
 ISO/FDIS 14405, Geometrinen 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 geometrinen 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

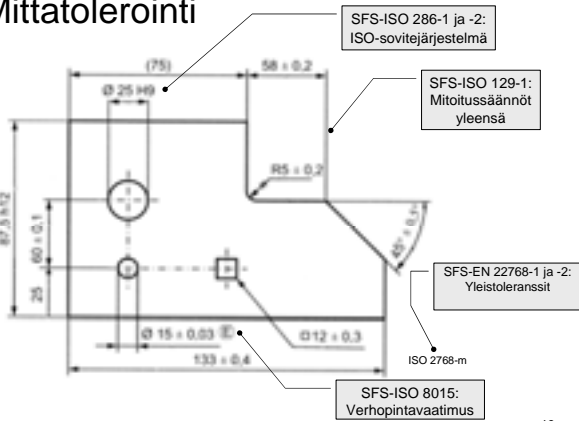
ISO 1938, ISO-sovittejärjestelmä, osa 2: tasomaisten työkappaleiden tarkastaminen, 1971
 ISO/TR 16015, Geometrinen tuotemäärittely (GPS). Lämpötilan vaikutukset pituusmittauksen systemaattiseen virheeseen ja vaikutus mittausepävarmuuteen, 2003
 ISO 463, Geometrinen tuotemäärittely (GPS). Mittauslaitteet. 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, Geometrinen tuotemäärittely (GPS). Pituudenmittauslaitteet. Mittapalat, 1998
 ISO/PAS 12868, Geometrinen tuotemäärittely (GPS). Koordinaattimittauskoneet (CMM), Suorituskyvyn testaus, 2009
 ISO/TS 23165, Geometrinen tuotemäärittely (GPS). Suositukset koordinaattimittauskoneen (CMM) testausepävarmuuden arvioinnin, 2006
 ISO/TS 16610-1, Geometrinen tuotemäärittely (GPS). Suodattaminen. (Monisainen standardisarja)



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

18

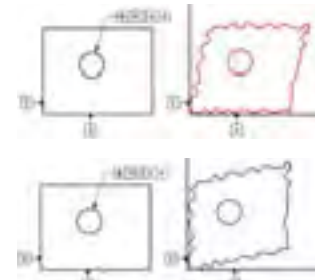
Mittatolerointi



Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?

Peruselementit, SFS 4443 (ISO 5459)

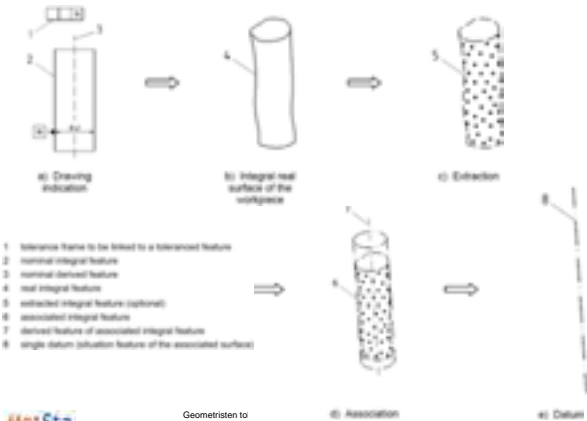
- Merkintäsäännöt
- Peruselementtien määrittäminen
- Tulkintasäännöt



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)

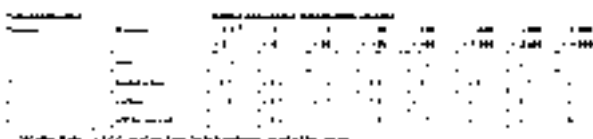
Toleranssi	Ominaisuus	Tunnus	Toleranssi	Ominaisuus	Tunnus
Muoto	Suoruus	—	Sijainti	Paikka	+
	Tasomuus	□		Samankeskisyys (keskipistelle)	⊙
	Ympyrämuus	○		Sama-akselisuus (akselille)	⊙
	Liöntäisyys	R		Symmetrisyys	⊕
	Tasoviivan muoto	—		Tasoviivan muoto	⊕
	Pinnan muoto	∧		Pinnan muoto	∧
		∩		Pinnan muoto	∩
Suunta	Yhdensuuntaisuus	//	Heitto	Heitto	/
	Kohtisuoruus	⊥		Kokonaisheito	⊥
	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

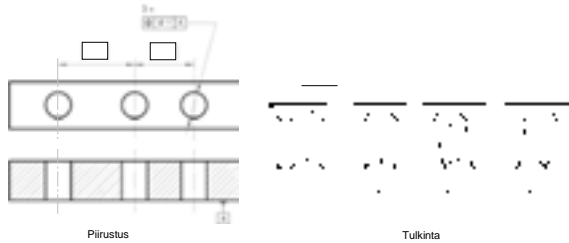


Geometristen toleranssien teemapäivä - Mitä on GPS?



Paikkatoleranssit (ISO 5458)

- Esittää paikkamitoittamisen käyttämällä teoreettisesti oikeita mittoja ja paikkatoleranssimerkintää



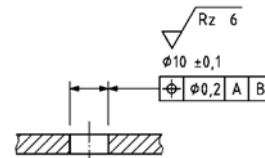
MetSta

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 kaikille 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 piirustukset 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. toleroinnin 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 menoraajan 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.

Menoraajan 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 Tutkimuskeskus laitos

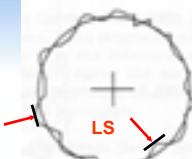
8/11

YMPYRÄMÄISYYS, HALKAISIJA JA SIJAINTI

4 erilaista analysointitapaa vuodesta 1990



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



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 Tutkimuskeskus laitos

9/11

YMPYRÄMÄISYYS, HALKAISIJA JA SIJAINTI



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



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 Tutkimuskeskus 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 Tutkimuskeskus 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 Tutkimuskeskus 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 kurssuja 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.

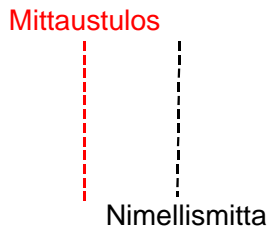
- Kalibroinnin avulla määrätään mittauslaitteen näyttämien arvojen virheet.
- Kalibrointitodistus antaa laitteen lukeman kalibrointiolosuhteissa ja kalibrointihetkellä.
- Kalibrointiin liittyy epävarmuuden arviointi
- Kalibrointitodistuksissa mittaustulos ilmoitetaan usein muodossa:
 $tulos \pm epävarmuus$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

Mittausten luotettavuuden perusedellytys on jäljitettävyyttä ja kalibrointi:

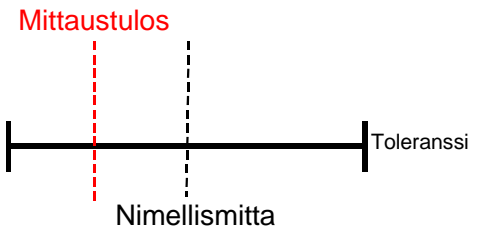


Toteutetaan kalibrointien ketjuna

ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



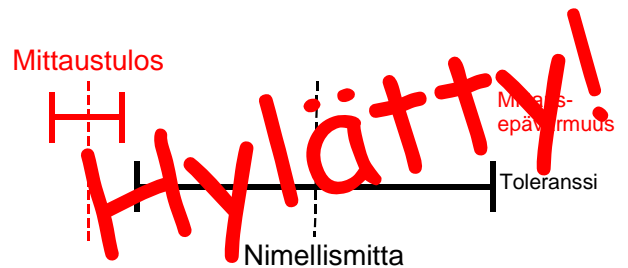
ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



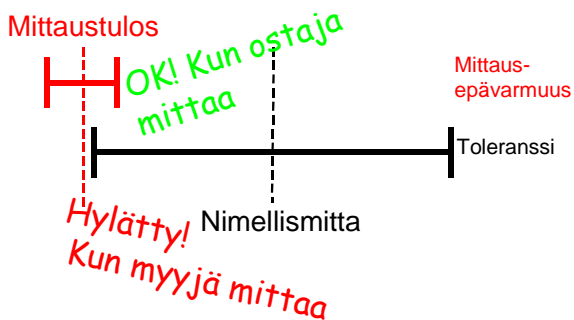
ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



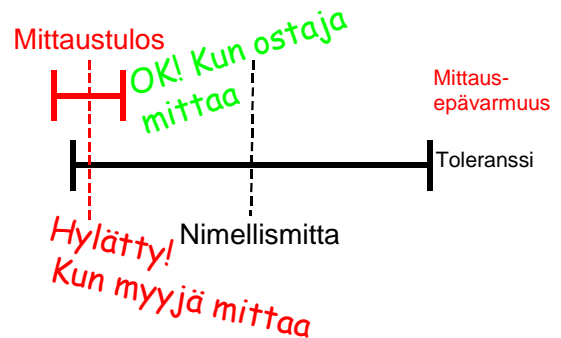
ISO 14253-1 Epävarmuus toimii mitaajaa vastaan



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, mittausskykyä ja loppujen lopuksi epävarmuuslaskelmaa

ISO/TS 17450 Spesifiointi ja verifiointi-operaattorit

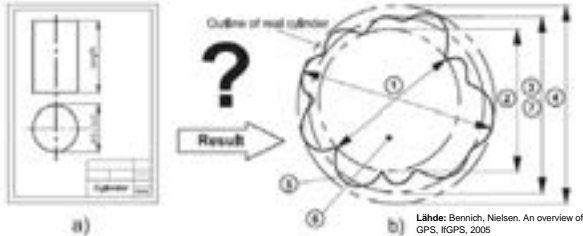
- ISO/TS 17450-2:2002 menee pitkälle
 - kuvataan sinänsä tärkeitä ja hyödyllisiä kysymyksiä
 - Kappaleella on jokin funktio
 - Suunnittelija miettii ja tekee piirustusmerkinnän
 - Tarkastaja katsoo merkintää, miettii ja mittaa
- ISO/TS 17450-2:2002 määrittelee mm.
 - Korrelaatioepävarmuuden
 - Spesifikaatioepävarmuuden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

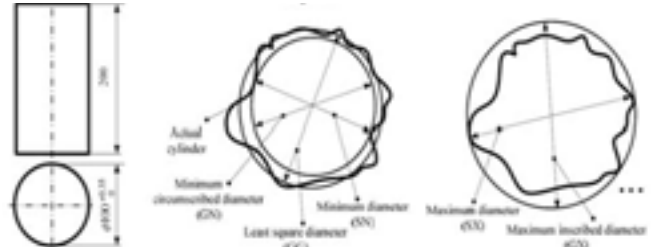
- GPS standardien tavoite on pienentää spesifikaatioepävarmuutta
- Montako halkaisijaa ympyrästä voidaan mitata ?



Lähde: Børnich, 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

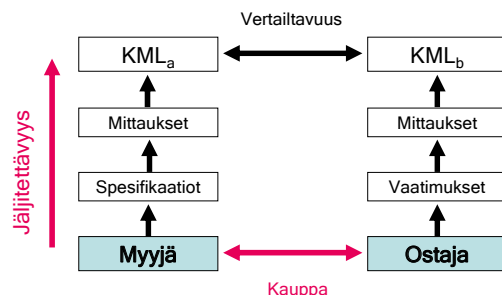
- ISO 14253 periaatteet epävarmuuslaskelmille yhteneviä sen kanssa mitä MIKESin kurseilla opetettu
- ISO 17450 sisältää sinänsä hyviä ajatuksia mutta sekoittaa monella uudella epävarmuuskäsitteellä
- Tarkoitus ja tavoitteet ovat hyviä mutta vaatii sulattelua

Kiitos mielenkiinnosta



• LISÄMATERIAALIA

Kansainvälinen kauppa vaatii jäljitettävyyttä



KML = Kansallinen mittanormaalilaboratorio

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	Standard Deviation (SD)	Relative SD (%)	Coverage Coefficient	Distribution	Contribution to Uncertainty (U _i)	U _i (%)
u_{g_1} Microscope zero resolution	0	Block		1.2 µm	0.2	0	U	0.2	0.27
u_{g_2} Microscope – Reference 1	0	Block		1.8 µm	0.4	0	U	0.4	0.52
u_{g_3} Microscope – Reference 2	0	Block		1.8 µm	0.4	0	U	0.4	0.52
u_{g_4} Microscope – parallelism	0	Block		2.0 µm	0.4	0	U	0.4	0.52
u_{g_5} Microscope	0	U	15			0			1.22
u_{g_6} Reference point	0	U	15			0			0.40
u_{T_1} Temperature difference	0	U		0.9 °C	0.05	0	U	0.7	0.88
u_{T_2} Temperature difference	0	U		0.9 °C	0.05	0	U	0.7	0.88
u_{T_3} Temperature	0	U		0.9 °C	0.05	0	U	0.7	0.88
u_{W_1} Workpiece first zero	0	Block		1.0 µm	0.2	0	U	0.2	0.26
Combined standard uncertainty, u_c									3.57
Expanded uncertainty, U_{95}									6.74



Toisistaan riippumaton mittojen ja muotojen tarkastaminen

SFS-ISO 8015:1987 ja sen uusiminen

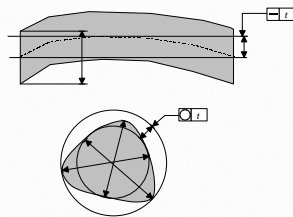
Heikki Lehto

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.

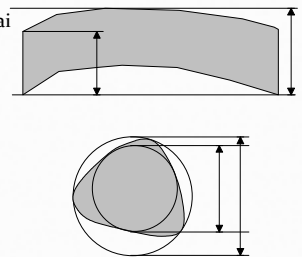
SFS-ISO 8015:1987

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



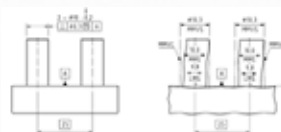
SFS-ISO 8015:1987

- 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



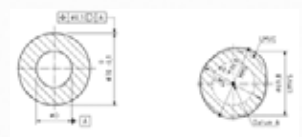
SFS-EN ISO 2692:2007 \textcircled{M}

- 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 samankeskiyyspoikkeama 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 kunnan seuranta ja ennakoiva kunnossapito tuovat säästöjä; tarkkuus säilyy
- oudot toleranssit – varmuuskerroin hinnoitteluun?

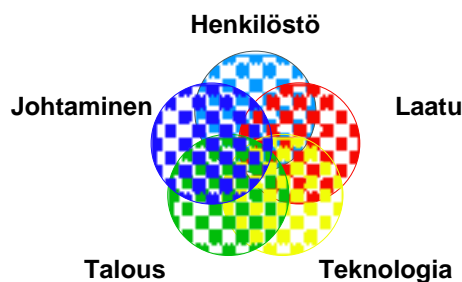


Moderni mittaustekniikka tarjoaa kustannussäästöjä

- 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**

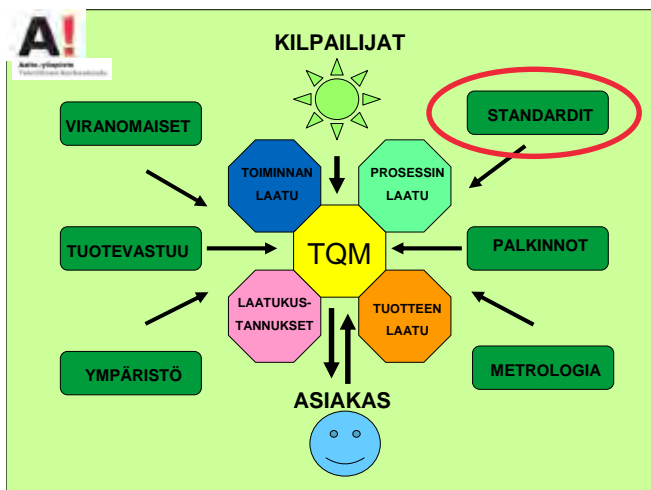


Järjestelmät eivät tee asioita – ihmiset tekevät

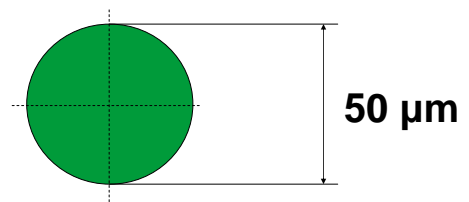


kerro mitä teet
tee mitä sanot
varmista tekosi
paranna toimintaasi

**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 nimellismituusalueilla (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 nimellismituusalueilla (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

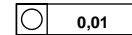


Tarkkuus maksaa – lisää vaiheita...

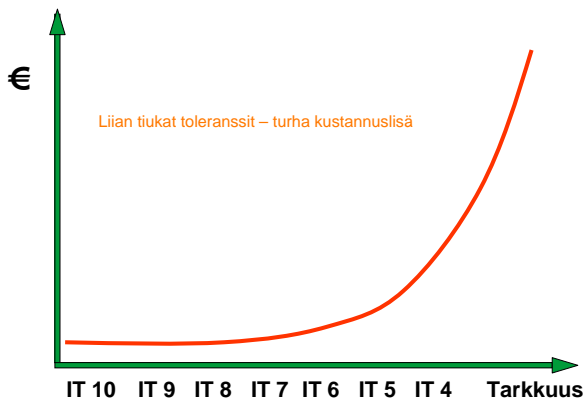
Reikä Ø 25

- poraus kierukaporalla
- kustannus: 1 €

Reikä Ø 25 H8



- poraus kierukaporalla
- 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

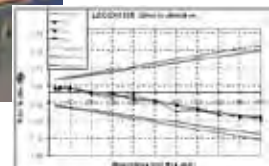
905 x 1005 x 605 mm, $MPE_E = (0.48+0.1L/100) \mu m$
Peruskone skannaavalla MPP-100 anturoinnilla ja MCosmos3-
ohjelmistopakettilla lisävarusteineen asennettuna ja kalibroituina
Suuruusluokka listahinnolla: **320 000€**



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



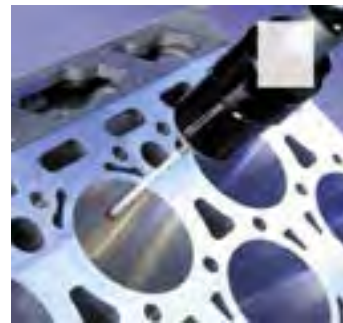
A³³

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

Mittausepävarmuus

Mittausepävarmuuden määritelmä:

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

Rajojen väli vastaa mittausjärjestelmän **suorituskykyä**.

A 33

Mittausepävarmuus

Mittausjärjestelmän on pystyttävä jakamaan toleranssialue vähintään kymmeneen osaan

Mittausprosessin kokonaisvaihtelu saa olla korkeintaan 10 % prosessin toleranssialueesta

A 33

A 33

Mittausepävarmuus

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

A 33

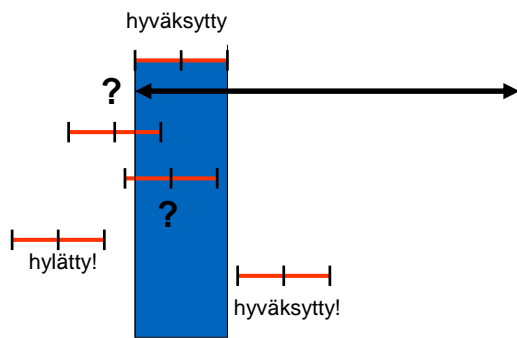
Mittausepävarmuus

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

➔ tilastolliset menetelmät !

A 33

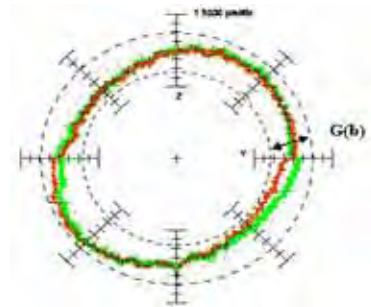
Mittausepävarmuus



Kuinka onnistuu reikien ympyräisyys



Tällä koneella lienee turha edes yrittää!



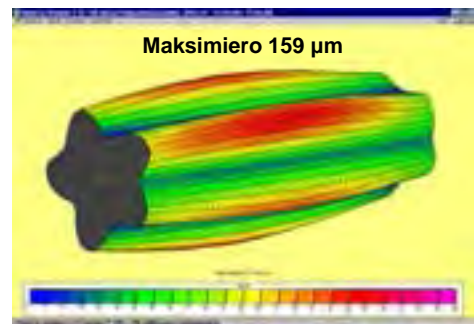
Kartonkikoneen ValZone kalanteri

(Metso Paper, M-real, Simele)



Ilman työstönohjausta sorvattu kalenterin tela

(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)

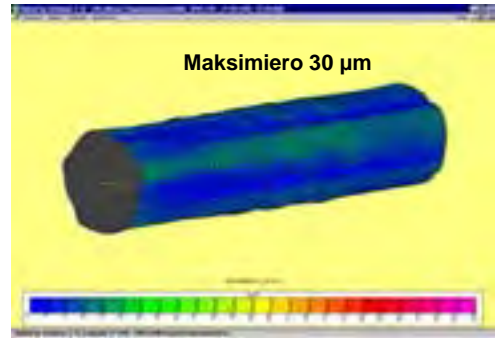


Telan mittaus- ja sorvausjärjestelmä
(Aalto-yliopisto, Petri Kuosmanen)



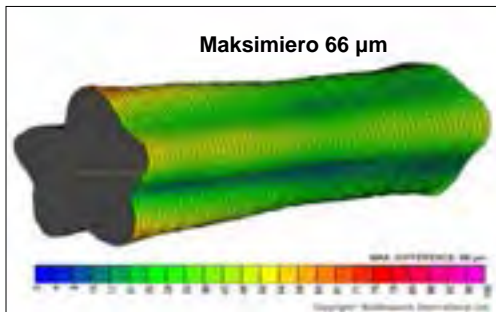
A³³ Aalto-yliopisto

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



A³³ Aalto-yliopisto

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



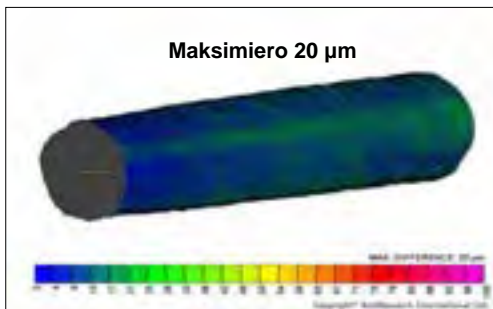
A³³ Aalto-yliopisto

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



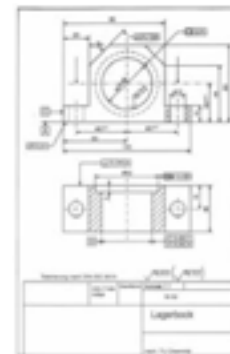
A³³ Aalto-yliopisto

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



A³³ Aalto-yliopisto

Laakeripukki



A³³ Aalto-yliopisto

Mittatoleranssit
Geometriset toleranssit
Pinnankarheus

Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnokset	Selitys	?
	Tasaisuus	
	Työväkkyys	
	Liikettäisyys	
	Tasaisuus muuta	
	Pinnan muoto	
Suunnat	Yhensuuntisuus	?
	Kulmaisuus	
	Kulmaisuus	
Ejyys	Pakka	?
	Suhteellisuus ja suhteellisuus	
	Symmetrisuus	
	Symmetrisuus	
Mittatoleranssit	Arvo	?
	Käytännöllisyys	



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnokset	Selitys	---
	Tasaisuus	□
	Työväkkyys	○
	Liikettäisyys	H
	Tasaisuus muuta	^
	Pinnan muoto	⊖
Suunnat	Yhensuuntisuus	//
	Kulmaisuus	⊥
	Kulmaisuus	∠
Ejyys	Pakka	+
	Suhteellisuus ja suhteellisuus	⊗
	Symmetrisuus	⊕
	Symmetrisuus	⊖
Mittatoleranssit	Arvo	/
	Käytännöllisyys	U



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnokset	Selitys	?
	Tasaisuus	
	Työväkkyys	
	Liikettäisyys	
	Tasaisuus muuta	
	Pinnan muoto	
Suunnat	Yhensuuntisuus	?
	Kulmaisuus	
	Kulmaisuus	
Ejyys	Pakka	?
	Suhteellisuus ja suhteellisuus	
	Symmetrisuus	
	Symmetrisuus	
Mittatoleranssit	Arvo	?
	Käytännöllisyys	



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnokset	Selitys	---
	Tasaisuus	□
	Työväkkyys	○
	Liikettäisyys	H
	Tasaisuus muuta	^
	Pinnan muoto	⊖
Suunnat	Yhensuuntisuus	//
	Kulmaisuus	⊥
	Kulmaisuus	∠
Ejyys	Pakka	+
	Suhteellisuus ja suhteellisuus	⊗
	Symmetrisuus	⊕
	Symmetrisuus	⊖
Mittatoleranssit	Arvo	/
	Käytännöllisyys	U



Toleranssimerkinnät

	Toleranssimerkintä	Tunnus
Muunnokset	?	---
		□
		○
		H
		^
		⊖
Suunnat	?	//
		⊥
		∠
Ejyys	?	+
		⊗
		⊕
		⊖
Mittatoleranssit	?	/
		U



Toleranssimerkinnät

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



ISO 1101:2004 Geometrical Product Specifications (GPS) - Part 1: Form, orientation, location and run-out tolerances

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) -koodin kirjasto.



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- JA SUUNNAN TOLERANSSIT, SUUNNAN, SUUNNAN, SUUNNAN JA HEITON TOLERANSSIT

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

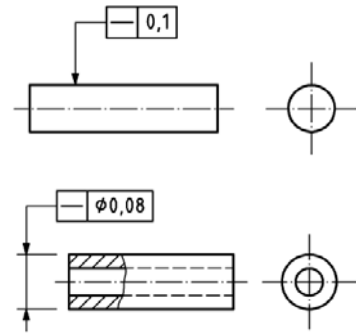
Korvaa standardin SFS 2102:1992 Replaces the standard SFS 2102:1992

Heikkousmerkinnät in case of interpretation disputes the English text applies

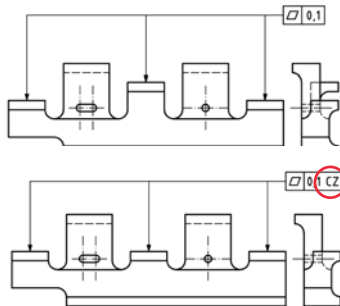
GEOMETRINEN TUOTEMÄÄRITTELY (GPS), GEOMETRISET TOLERANSSIT, MUODON, SUUNNAN, SUUNNAN JA HEITON TOLERANSSIT
Geometrical Product Specifications (GPS), Geometrical tolerancing, Tolerances of form, orientation, location and run-out



Suoruus kuin suoruus – vai onko näin?



Tasomaisuus kolmelle pinnalle mutta mikä on CZ ?



Kyllä Google kertoo: CZ ?

CZ 75

Tyyppi Esitabava pistooli

Valmistaja Česká Zbrojovka a.s. Uherský Brod

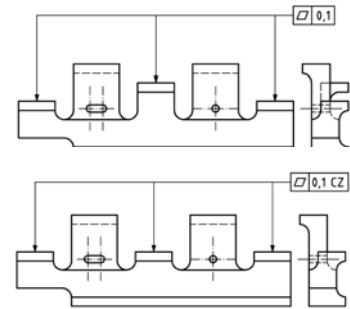
Valmistusmaa Tšekkoslovakia

Valmistusvuodet 1975-

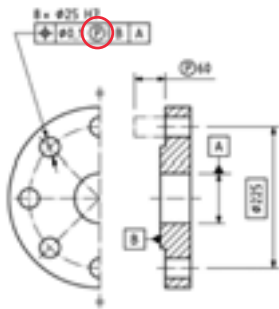


CZ =
Common Zone =
yhteinen toleranssialue

No totta kai Common Zone !



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



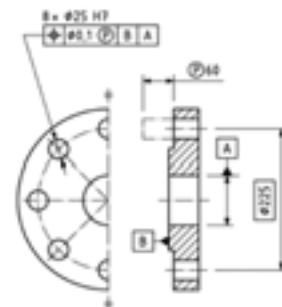
Auttaisiko Google ja Wikipedia ?

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

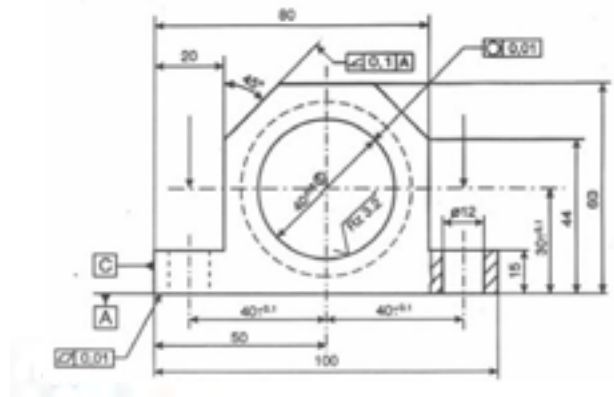
No ilman muuta: siirretty toleranssialue!



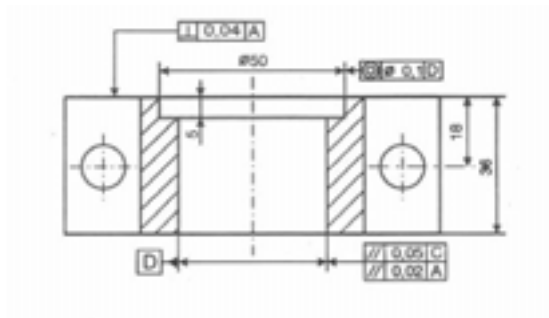
SFS-EN ISO 1101
on vanha tuttu juttu!

Vaatii kertausta ja päivitysten opettelua!

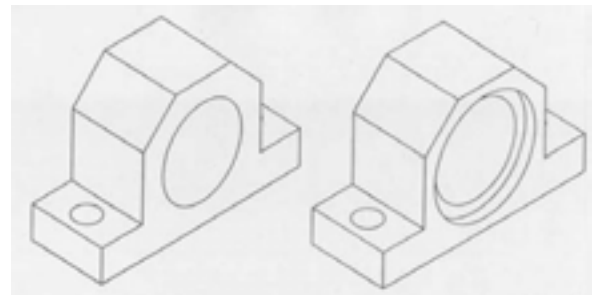
Laakeripukki
(© TU Chemnitz)



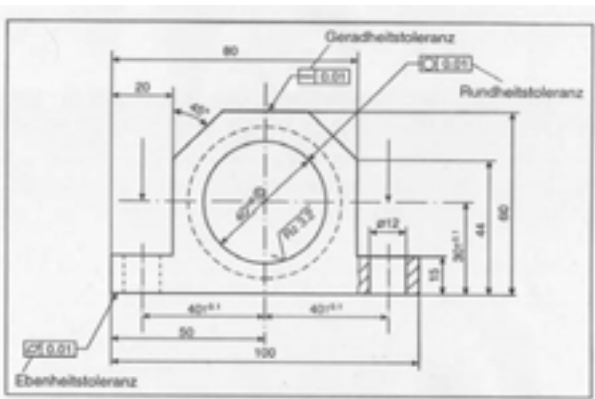
Laakeripukki



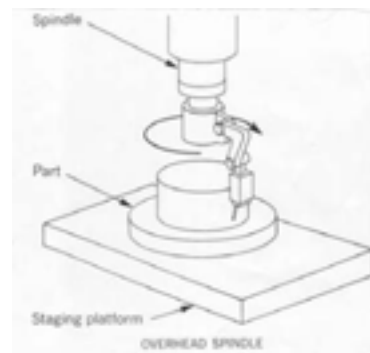
Laakeripukki



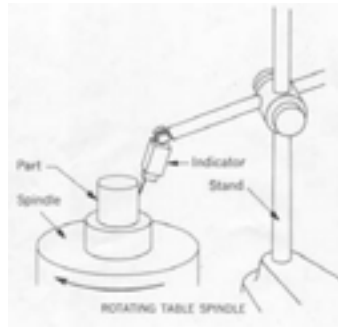
Laakeripukki



Laakeripukki



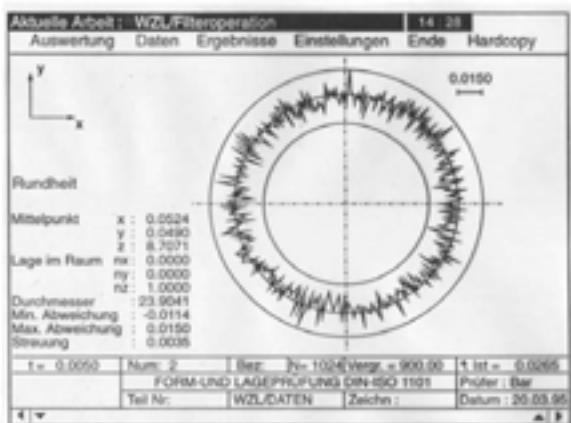
Laakeripukki



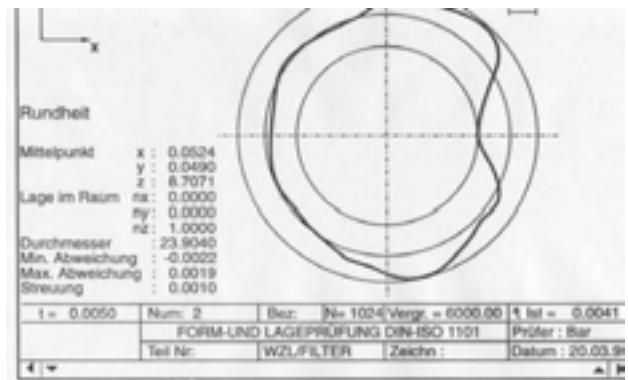
GEOMETRISET TOLERANSSIT KUTEN YMPYRÄMÄISYYS TODENNETAAN VARMIMMIN YMPYRÄMÄISYYDEN MITTAUSKONEELLA.



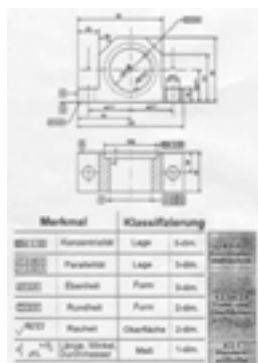
Laakeripukki



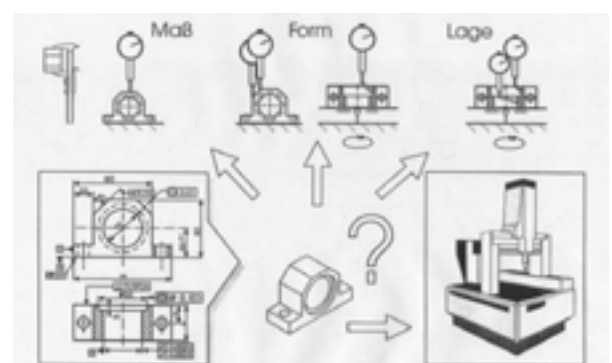
Laakeripukki



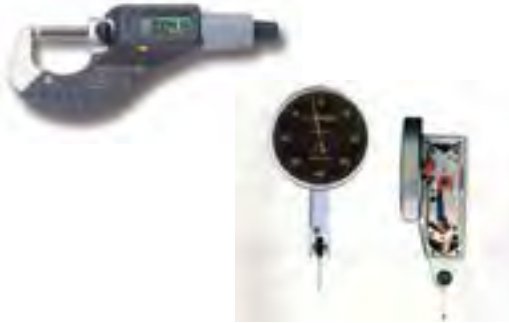
Laakeripukki



Laakeripukki



MIKROMETRI JA HEITTOKELLO



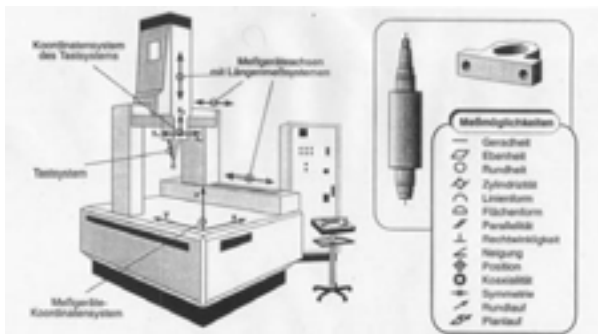
A33 Metris-Vertriebs GmbH

REIKÄ- JA AKSELITULKEILLA RATIONALISOIDAAN SARJATUOTANNON TOLERANSSIEN MITTAUKSIA.



A33 Metris-Vertriebs GmbH

Laakeripukki



A33 Metris-Vertriebs GmbH

KOORDINAATTIMITTAUSKONEELLA GEOMETRISET TOLERANSSI VOIDAAN TODENTAA NOPEASTI, LUOTETTAVASTI JA KUSTANNUSTEHOKKAASTI



A33 Metris-Vertriebs GmbH

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-Vertriebs GmbH

SIIRRYTÄÄN RAUTAKAUDELTA AVARUUSAIKAAN



Käsityö ja käsimittalaitteet



Eilisen tuotteet - menneisyyden mittausvälineet ja -



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, murheellisena säilyttäisi toivonsa, ja kohdatessaan onnea ja epäonnea ja ymmärtäessään niiden rajallisuuden säilyttäisi mielensä kirkkaana.

Xunzi