

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja metallitekniikan koulutusohjelma

Modernit tuotantojärjestelmät

Tutkintotyö

Petri Koskinen

LAADUN VALVONTA MITTAKONEELLA

Työn ohjaaja

Lehtori Mika Korpela

Työn teettäjä

Tampereen ammattiopisto,
Hepolamminkatu 10 / tekniikka

Tampere 2009

Tammikuu 2009

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikka

Modernit tuotantojärjestelmät

Koskinen Petri

Tutkintotyö

Työn ohjaaja

Työn teettäjä

Laadun valvonta mittakoneella

32 sivua + liitteet 3 sivua

Lehtori Mika Korpela

Tampereen ammattiopisto / tekniikka

valvojana lehtori Markku Nieminen

TIIVISTELMÄ

Nykyaikaisessa toisen asteen ammatillisessa koulutuksessa on tärkeää, että tarjonta on monipuolista. Tavoitteena on antaa opiskelijoille mahdollisimman monipuolinen koulutus tekniikassa, jotta opiskelijat pystyisivät vastaamaan työpaikan haasteisiin ja työelämään siirtyminen kävisi helposti.

Tekniikka kehittyy todella nopeasti, joten käytännön mittakonetyön ammattitaito on tärkeää osaamista teknologia-alan yrityksissä. Korkean laaduntarkkailun kannalta kone- ja metallitekniikan opiskelijoiden olisi tärkeää osata mittakoneen käytön perusteet.

Tämän tutkintotyön tarkoituksena oli luoda Tampereen ammattiopiston opiskelijoille englanninkielisistä materiaaleista yksinkertainen opetusmateriaali ja ohjekirja mittakoneen käytöstä.

Ongelmana on ollut tähän asti se, että käytettävissä oleva materiaali on ollut englanninkielistä. Tämä on vaikeuttanut opetusta, joten mittakoneen käyttöä on opetettu vähän tai pintapuolisesti.

Koskinen, Petri
Engineering Thesis
Thesis Supervisor
Commissioning Company

Master Mika Korpela
Tampere College
Supervisor: Master Markku Nieminen

January 2009

ABSTRACT

In modern initial vocational education and training diversity is the key issue. The objective of the education is to provide the students with such versatile skills that the students could meet the challenges set by the worklife and it would easier for them to adapt to its expectations.

Modern technology develops fast and therefore the skills in using measuring devices in practice is important in the industry, especially for quality control.

The objective of this thesis work was to create a simplified teaching manual on the basis of the English material.

The problem so far has been the fact that the material available has been in English. This has made the teaching, and learning, more difficult and hence the use of the device has been limited.

ALKUSANAT

Lehtori Markku Nieminen Tampereen ammattiopistosta ehdotti minulle tutkintotyöni aiheeksi ”Laadun valvonta mittakoneella. Opetuksen kehittäminen on tärkeää, jotta pystymme vastaamaan yritys-elämän tarpeisiin yhä paremmin. Haluan kiittää Markkua mielenkiintoisesta ja haastavasta tutkintotyön aiheesta sekä asiantuntevista neuvoista ja materiaaleista.

Kiitän myös työnantajaani Tampereen ammattiopistoa sekä kollegojani tuesta ja kannustuksesta. Opiskelukaverini ansaitsevat erityiskiitoksen mukavasta seurasta niin koulussa kuin vapaa-aikanakin.

Suuret kiitokset myös avopuolisolleni Virvälle. Hän on jaksanut tukea ja kannustaa minua raskaina ja työntäyteisinä opiskeluvuosina.

Tampereella 4.3.2009

Petri Koskinen

SISÄLLYSLUETTELO

| | |
|---|-----------|
| 1 JOHDANTO | 6 |
| 2 TYÖN TAVOITTEET | 6 |
| 3 MITTAKONE | 6 |
| 3.1 Koneen koordinaatisto | 8 |
| 3.2 Kappaleen koordinaatisto | 8 |
| 3.3 Z-johteen hiiri | 9 |
| 5 MITTAAMINEN | 13 |
| 5.1 Pisteen mittaaminen | 13 |
| 5.2 Suoran mittaaminen | 14 |
| 5.3 Ympyrän mittaaminen | 15 |
| 5.4 Kaaren mittaaminen | 16 |
| 5.5 Uran mittaaminen | 17 |
| 5.6 Tason mittaaminen | 18 |
| 5.7 Lieriön mittaaminen | 19 |
| 5.8 Kartion mittaaminen | 20 |
| 5.9 Pallon mittaaminen | 21 |
| 6 ASETUKSET | 22 |
| 7 MITTAUSTILA | 25 |
| 8 MITTAUSTULOSNÄYTTÖ | 27 |
| 9 KONEEN SAMMUTTAMINEN | 30 |
| 10 PÄÄTELMÄ | 31 |

1 JOHDANTO

Tämän tutkintotyön tarkoituksena on luoda suomenkielinen ohje- ja harjoituskirja Etalon Derby 4-5-4 -mittakoneen käyttöön. Tällä hetkellä käytössä on englanninkielinen ohjekirja, joka on käytännössä osoittautunut hankalaksi ammattikoulun opetuskäytössä. Ongelmaksi on osoittautunut tekstin kääntäminen opetuksen yhteydessä, mikä vaikeuttaa ja hidastaa opetusta. Opetukseen varattu aika menee tekstin kääntämiseen ja opetus ei ole tehokasta. Työn merkitys on huomattava sekä opiskelijoille että opettajille, mikä on työn teettäneen Tampereen ammattiopiston tavoitekin. Englannin kielinen Software Manual, ETALON (1997) -ohjekirja on tämän tutkintotyön pohjana.

2 TYÖN TAVOITTEET

Nykyaikaisessa konepajatekniikassa laadunvalvonnalla on entistä tärkeämpi tehtävä. Ennen työkappaleet mitattiin käsin, mutta nykyisin käytetään NC-koneita, jotka tuottavat kappaleita tehokkaasti.

Monenlaiset mittakoneet ovat yleistyneet monissa yrityksissä juuri niiden tehokkuuden ja tarkkuuden ansiosta.

Tutkintotyön tarkoituksena on luoda käyttäjäystävällinen ja selkeä ohjekirja, jonka avulla opiskelijat voivat itse tarkistaa valmistamansa kappaleet mittakoneella.

3 MITTAKONE

Koneessa on ilmalaakerointi, joka tarvitsee toimiakseen riittävästi tietyn paineista puhdasta ilmaa, jota se saa laakerien noin 1,8 µm ilmaraoista.

Kun mittakone toimii virheettömästi, sen liikkeet ovat lähes kitkattomia. Tällöin sen mittauserpävarmuudeksi saadaan tehtaan ilmoittama $\pm 6 \mu\text{m}$, joka on VDI/VDE 2617- ja ISO 10360-2 -normien mukainen.

Tärkeää

- Älä koske johdepintoihin, koska ne likaantuvat. Etenkin paljaat Y- ja Z -johde ovat vaarallisen avoimia ja ilman suojaa. Älä myöskään koske kalibroitikuulaan tai mittauskärkeen.

- Pidä pöytä puhtaana se vaikuttaa olennaisesti mittaus tuloksiin.

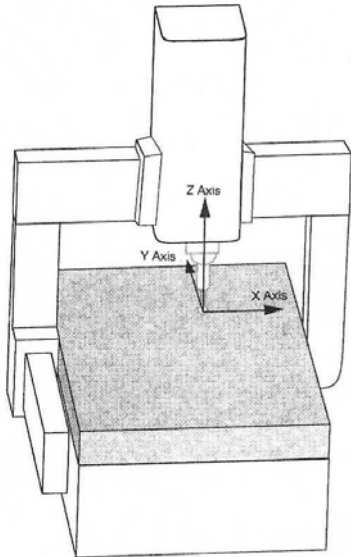
- Harjoittele koneen dynamiikkaa ennen pisteiden ottamista. Nojaa kyynärpäillä pöytään niin saat tukevan otteen ja asennon.

- Vältä johteiden (etenkin vasemmalla on suojaamaton Y-johde), kivitason, mittauspään ja kappaleen kolhimista pöytään sekä koneen liikkuvaan portaalin nojaamista.

- Lukitse akseleiden liikkeet, kun et mittaa. Mittauspää saattaa liikkua itseksensä ja törmätä esim. mitattavaan kappaleeseen. Liikkeiden hienosäätörumpu toimii vain silloin, kun akselit ovat lukittuina.

3.1 Koneen koordinaatisto

Mitta koneen koordinaatisto kuvaa mittakoneen liikkeitä.(kuva 1)



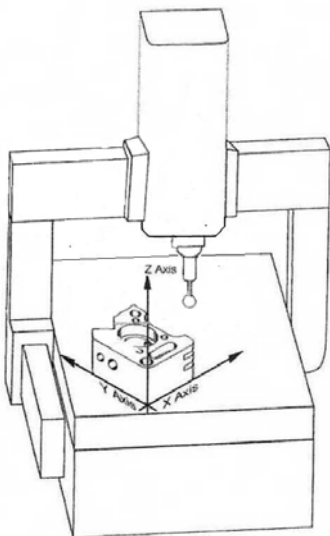
Kuva1

3.2 Kappaleen koordinaatisto

Kappaleen asettaminen työtasolle on vapaa.

Mittakoneella määritetään kappaleen asema koneen nollapisteisiin nähden (kappaleen nollapiste) ja sen suunta.

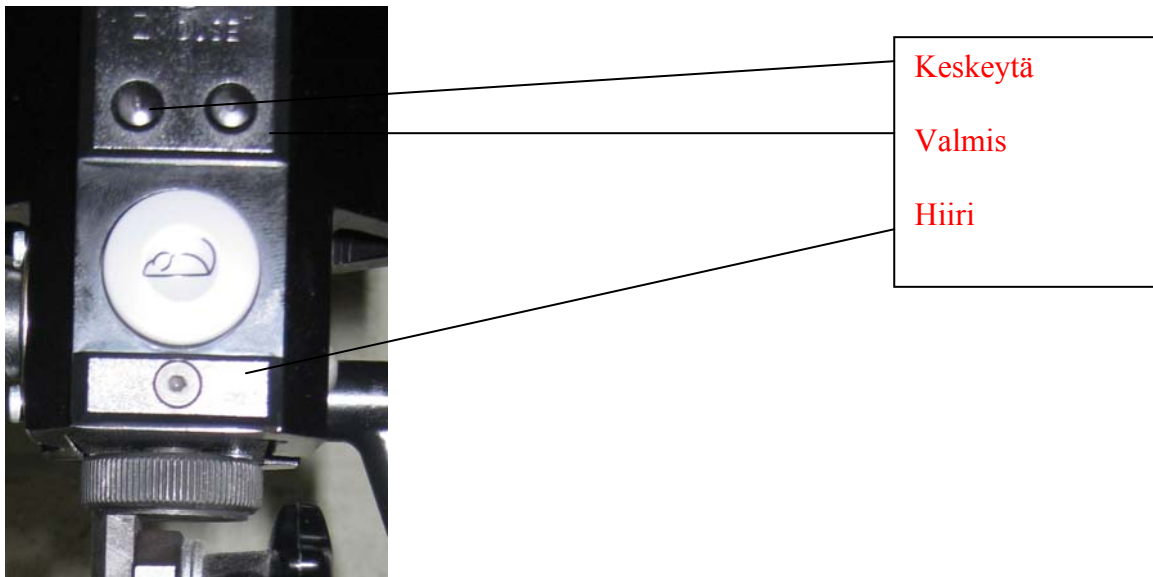
(Kuva 2).



Kuva2

3.3 Z-johteen hiiri

Voit ohjata ohjainta ohjelmaa Z-johteesta olevista näppäimistä. Hiiri-näppäimellä voit liikkua valikoissa. Hiiri-näppäimen yläpuolelle on kaksi pientä nappulaa, oikeanpuolinen vastaa käyttöpaneelin valmis-näppäintä ja vasemmanpuolisella voit keskeyttää valitun toiminnon. (Kuva 3)




Kuva3

4 KONEEN KÄYNTISTYS

1. Kytke virta vipukytimestä, joka on sijoitettu ohjauspaneelin vasempaan etukulmaan. (kuva 4.)




Kuva 4

2. Valitse haluamasi kieli. Paina  (kuva 5)



Kuva 5


3. Liikuta XYZ-akselit referenssipisteiden yli. Avaa akseleiden lukitukset(kuva 6). Kun vipukytkimet ovat ylä-asennossa, avaa akseleiden lukitukset ja siirrä akselit vasempaan etukulmaan ylös (kuva 7). Lukitse akselit ja paina , jonka jälkeen mittapään valintavalikko tulee näytölle.



Kuva 6




Kuva 7

4. Valitse mittapään tyypiksi TTP (Touch Trigger Probe):
TTP:tä käytetään tässä koneessa MIP (Manual Indexable Probe)-
nivistukan kanssa. Valmistajan mukaan sen paikoitustarkkuus on 1,5 μm .
5. Irrota mittapää ja aseta se Z-johteen päässä olevan syvennyksen
kalibrointikuulan päälle (Kuva 8). Lukitse akselit. Paina .



Kuva 8

6. Avaa lukitukset ja laita mittapää takaisin paikoilleen. Paina 
7. Mittaa kalibrointikuula, jonka halkaisija on tunnettu (19,050 mm) ja joka on syötetty ohjelmistoon. Tässä vaiheessa ohjelma tietää, että olemme mittaamassa palloa, joten 4 pistettä riittää. Avaa lukitukset ja ota vähintään neljä kosketusta pallosta. Normaalisti pallon mittaukseen tarvitaan vähintään 10 pistettä.
8. Kuvaruutuun ilmestyy mittakuulan halkaisija ja virhelukema. Virhelukema pitää olla alle 0,001 mm ja mittakärjen halkaisijan alle 0,005 mm. Jos lukemat ovat liian suuria, toista mittaus uudelleen (Kuva 9).




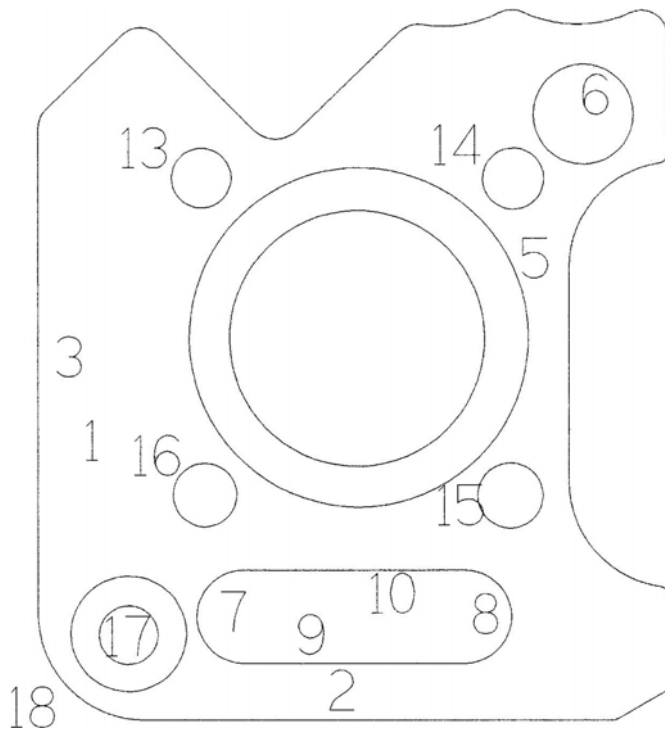
Kuva 9

Asetukset ovat nyt valmiina. Näyttöruudussa on nyt päävalikko-näkymä.

5 MITTAAMINEN

5.1 Pisteiden mittaaminen

1. Vapauta koneen akselit.
2. Lähesty kappaleen pintaa pinnannormaalien suuntaisesti.
3. Kun mittakärki koskettaa kappaleen pintaa, kuuluu merkkiäni. Peräänny kappaleesta.
4. Lukitse akselit.
5. Paina 




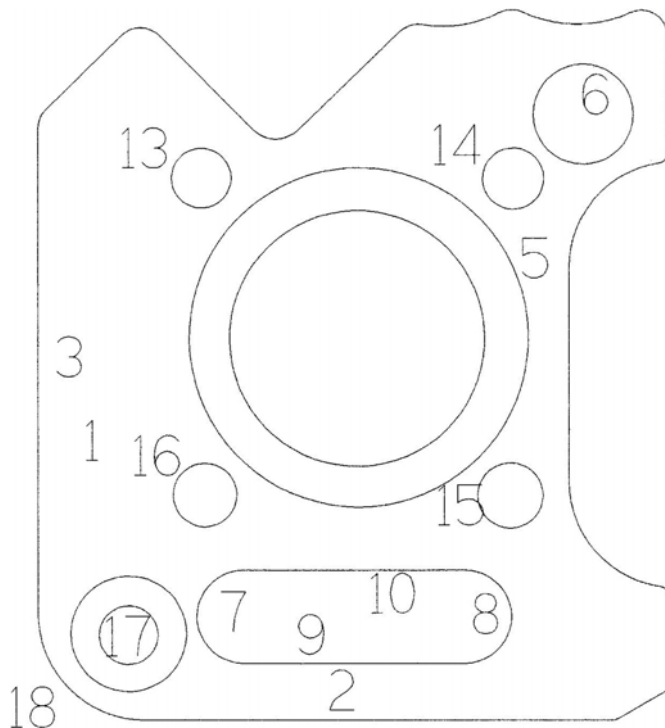
Kuva 9

Harjoitus 1. (kuva 9)

Mittaa piste 1 kappaleen pinnasta. Yllä olevien ohjeiden mukaisesti.

5.2 Suoran mittaaminen

1. Vapauta akselit. Lukitse Z-akseli mittaamisen ajaksi.
2. Lähesty pintaa pinnannormaalinsuuntaisesti.
3. Kun mittapää koskettaa pintaa, niin kuulet merkkiäänän. Ota vähintään 2 kosketusta kappaleen pinnasta, enintään 20. Jaa pisteet tasaisesti.
4. Paina .
5. Lukitse akselit.




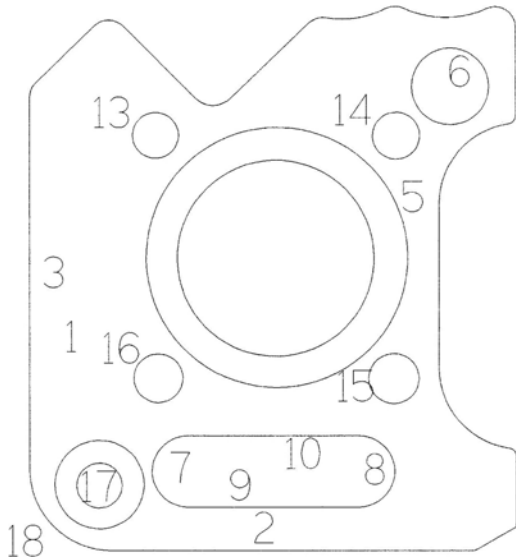
Kuva 10

Harjoitus 2 (kuva 10)

Mittaa suora numero 2. Yllä olevien ohjeiden mukaisesti.

5.3 Ympyrän mittaaminen

1. Vapauta akselit. Lukitse kuitenkin Z-akseli mittaamisen ajaksi.
2. Lähesty ympyrää kaaren pinnannormaalini suuntaisesti.
3. Ota vähintään kolme pistettä kappaleen pinnasta, jaa pisteet tasaisesti.
4. Paina 
5. Lukitse akselit.



Kuva 11

Harjoitus 3

Mittaa kappaleen keskimäinen ympyrä (Kuva 11) yllä olevien ohjeiden mukaisesti.

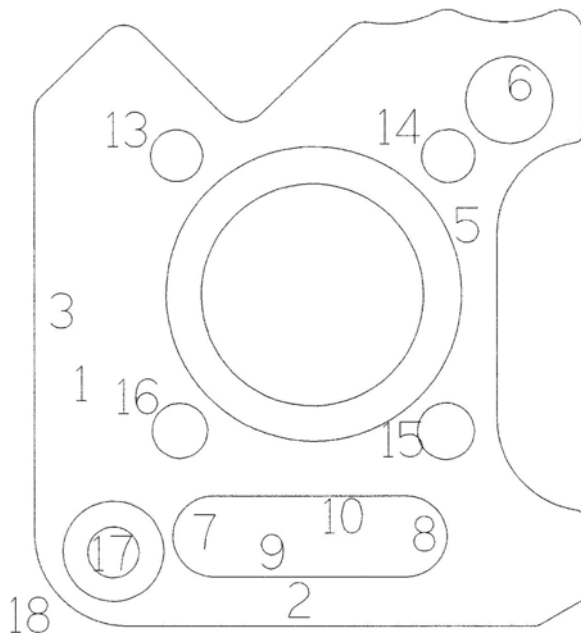
Joskus ohjelma saattaa tulkita ympyrän tasoksi. Tämän voivat aiheuttaa monet eri tekijät, kuten otettujen pisteiden määrä. Mitkä tahansa kolme pistettä ohjelma voi tulkita ne tasoksi tai kaareksi. Poistaaksesi tämän ongelman ota useimpia pisteitä kaaren kehältä: mitä enemmän pisteitä sitä todennäköisemmin ohjelma ymmärtää ympyrän muodon.

5.4 Kaaren mittaaminen

1. Ota kaaresta useita pisteitä. Liikuttele mittapäätä rauhallisesti ja järjestelmällisesti, lähesty mitattavaa pistettä kaarennormaalien suuntaisesti. Jaa pisteet tasaisesti.

2. Paina .

3. Lukitse akselit.



Kuva 12


Harjoitus 4

Mittaa kaari 18 kappaleesta yllä olevien ohjeiden mukaisesti.


5.5 Uran mittaaminen

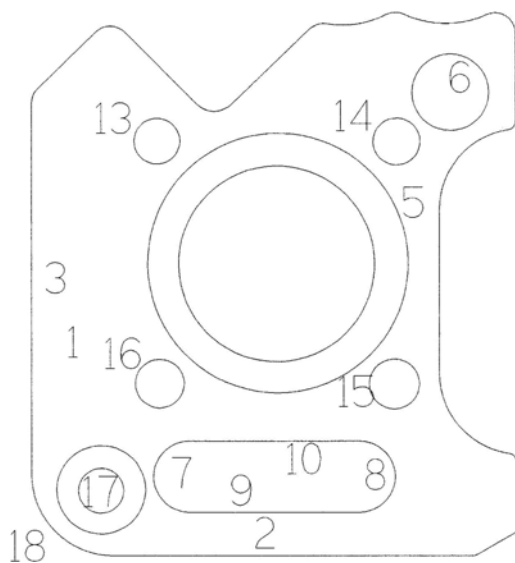
Uran pituuden mittaaminen:

1. Mittaa kaaret 7 ja 8 kappaleesta. Ota useita pisteitä ja jaa pisteet tasaisesti.
2. Lukitse akselit.

3. Paina  painiketta ja siirry oikeaan tulonäyttöön.

Uran leveyden mittaaminen:

1. Mittaa suorat 10 ja 9 kappaleesta.
2. Lukitse akselit.
3. Paina  painiketta.




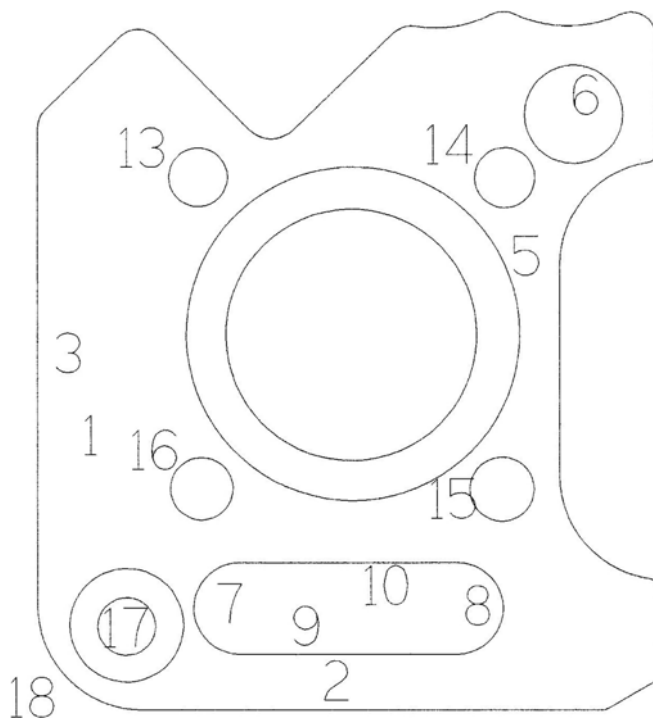
Kuva 13

Harjoitus 5

Mittaa kappaleesta uran leveys ja pituus (Kuva 12) edellä esitettyjen ohjeiden mukaisesti.

5.6 Tason mittaaminen

1. Vapauta kaikki akselit.
2. Lähesty pintaa pinnannormaaliksi suuntaisesti.
3. Ota pinnasta vähintään kolme pistettä, pisteet eivät saa olla ympyrän muodossa.
4. Paina 
5. Lukitse akselit.




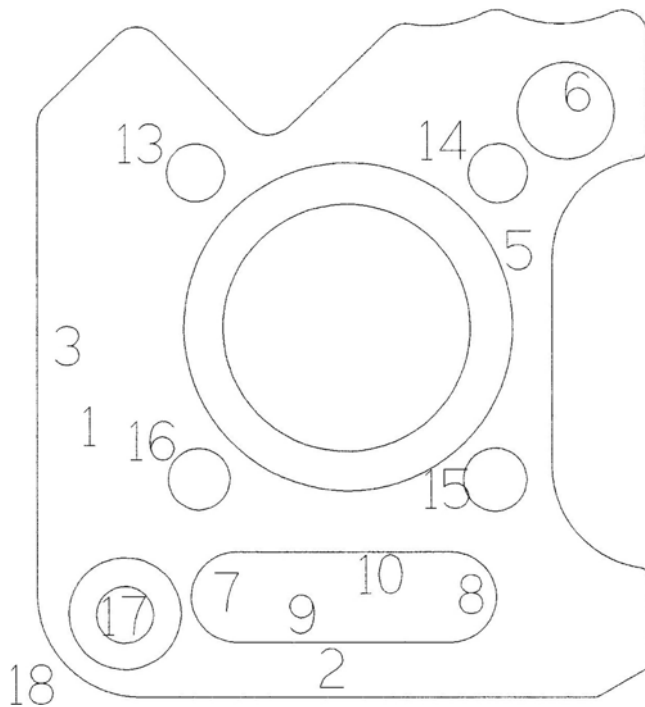
Kuva 14

Harjoitus 6

Mittaa taso (kappaleen yläpinta, kuva 14) edellä esitettyjen ohjeiden mukaisesti. Ota pisteitä joka puolelta kappaleen pintaa, esim. pisteet 1, 2 ja 4.

5.7 Lieriön mittaaminen

1. Vapauta kaikki akselit.
2. Lähesty lieriön pintaa pinnan normaalin suuntaisesti.
3. Ota vähintään 10 pistettä eri syvyyksistä kaaren kehältä.
4. Paina 
5. Lukitse akselit.




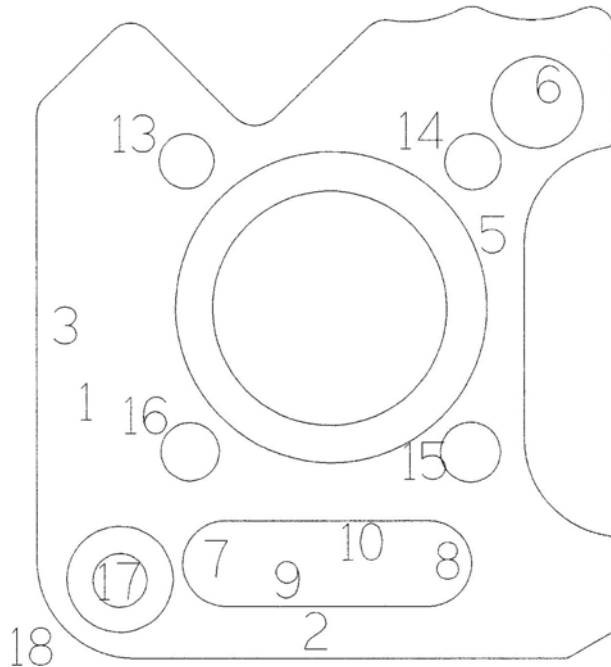
Kuva 15

Harjoitus 7

Mittaa lieriö (kuva 15) kappaleesta edellä esitettyjen ohjeiden mukaisesti.

5.8 Kartion mittaaminen

1. Vapauta kaikki akselit.
2. Lähesty kartion pintaa pinnannormaalini suuntaisesti.
3. Ota vähintään 10 pistettä eri syvyyksistä.
4. Paina 
5. Lukitse akselit.




Kuva 16

Harjoitus 8

Mittaa kappaleesta kartio (kuva16) edellä esitettyjen ohjeiden mukaisesti.

Laite tulkitsee kaikki kartiot, joiden kulma on alle 2 astetta lieriöiksi, mutta tasoiksi taas ne kartiot, joiden kulma on suurempi kuin 178 astetta. Voit muuttaa lieriön tai tason takaisin kartioksi.

5.9 Pallon mittaaminen

1. Vapauta kaikki akselit.
2. Lähesty pallon pintaa normaalin suuntaisesti.
3. Ota vähintään 10 pistettä tasaisesti joka puolelta.
4. Paina 
5. Lukitse akselit.



Kuva 17

Harjoitus 9


Koska harjoituskappaleessa ei ole pallomuotoa, niin käytetään harjoituksessa koneen omaa kalibrintikuulaa (Kuva 17).

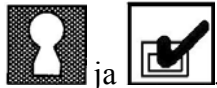
6 ASETUKSET


Asetuksissa määritellään kappaleen nollapiste ja suunta mittakoneen omaan koordinaatistoon nähden. Tällöin on tärkeää valita asetukset oikeassa järjestyksessä, joka useimmiten on seuraava:

- ensin A, sitten B ja lopuksi C
- myös järjestys A, C, B on mahdollinen.

Muut järjestykset antavat virheellisen tuloksen.

1. Aloita poistamalla edellä mitatut mitat paina 




2. Mittaa taso 1 kappaleesta. Paina  Nollataso on nyt määritelty.


3. Mittaa suora 2 harjoituskappaleen edestä. Paina



Kappaleen suunta on nyt määritelty.

4. Mittaa suora 3 harjoituskappaleen vasemmasta

sivusta. Paina  määrittääksesi suorien 2 ja 3

leikkauspiste. Paina . Kappaleen nollapiste on nyt määritelty ja kappaleen koordinaatisto on määritelty suoran 2 suuntaiseksi.


5. Kun asetukset on tehty, voit siirtää mittapään vasempaan reunaan tällöin mittakoneen X-lukeman pitäisi näyttää nollaa. Kun siirrät mittapään vasempaan alareunaan niin Y-lukeman pitäisi myös näyttää nollaa. Kappaleen pinnassa Z-lukema on nolla. Jos kappale on asetettu kulmaan ja siirrät mittapäätä etureunaa pitkin, niin Y-akselin lukema pysyy paikallaan ja X-akselin lukema muuttuu.



Toinen esimerkki asetuksista


1. Poista asetukset edellisen kappaleen kohdan 1 mukaisesti.


2. Mittaa taso 1 kappaleesta. Paina -painiketta.

3. Määritä kappaleen suunta kahdella ympyrällä.

Mittaa ympyrät 16 ja 15. Paina -painiketta ja siirry suora keskiöiden läpi kuvaruutuun paina

. Paina -painiketta.

4. Mittaa keskimäinen ympyrä 4. Paina -painiketta ja siirry takaisin yhden mitan ruutuun.

Paina -painiketta. Nyt kappaleen nollapiste on määritelty ympyrän 4 keskelle.




Normaalitilanteessa ei ole tarvetta tallentaa nollapisteasetusta. Viimeksi määritelty nollapiste-asetus pysyy aktiivisena, kunnes teet uuden asetuksen. Yleensä ainut syy asetuksen tallentamiselle ja uudelleen kutsumiselle on asetuksen muuntaminen toiseen mittaustilaan, kuten mittakellotilaan.

Asetuksien muuntaminen

Joissakin piirustuksissa joudutaan antamaan ylimääräisiä mittoja, koska joitakin mittoja ei pystytä mittaamaan suoraan, esimerkiksi keskilinjaa. Muuntaaksesi asetuksen käytä Muunna viimeisin mitta -toimintoa, jossa viimeisin mitta on symmetrisyyspiste.

Toisissa piirustuksissa on annettu mittoja siirtoina tietystä pisteestä, kuten kappaleen reunasta 10 mm. Voit siirtää nollapisteen siihen pisteeseen käyttämällä Muunna offset -toimintoa, nollapisteensiirto.




1. Tehdäksesi symmetrisyyspisteen juuri mitattujen


kahden ympyrän välille. Paina , , 

ja -painikkeita ja valitse mitat kolme ja neljä.

Paina painiketta.

2. Muuntaaksesi asetuksen tähän symmetriapisteeseen,

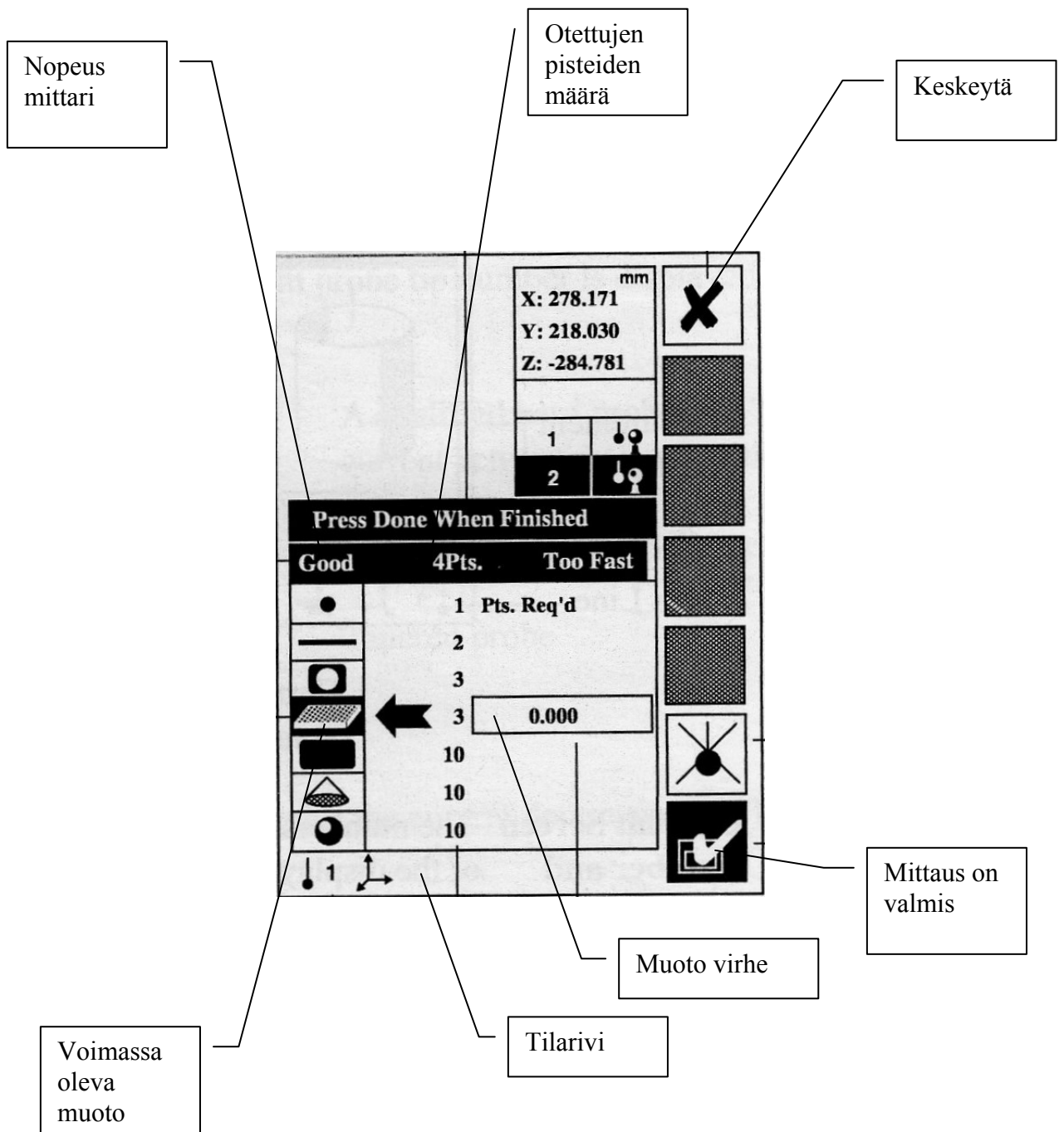
paina ,  ja . Jätä X-, Y- ja Z-akselit

edelliseen mittaukseen. Paina  painiketta.

Nollapiste on nyt kahden ympyrän keskellä.

7 MITTAUSTILA

TTP- mittakärjen esikatselunäyttö



- **Otettujen pisteiden määrä**

Näyttää otetut pisteet.

- **Keskeytä nykyinen mittaus**

Kaikki mitatut pisteet tuhoutuvat

- **Kyseinen mittaus on valmis**

Ohjelma määrittää automaattisesti juuri mitatun mitan ja siirtyy mittaustulos-ruutuun.

- **Muotovirhe**

Näyttää muotovirheen mittoja mitattaessa. Muotovirhettä ilmaisee graafinen palkki ja numero arvo 0 - 50. Jos muotovirheen lukema on suurempi kuin 50, niin palkin alue on kokonaan musta.

- **Tilarivi**

Näyttää ikoneilla ohjelman tilan.

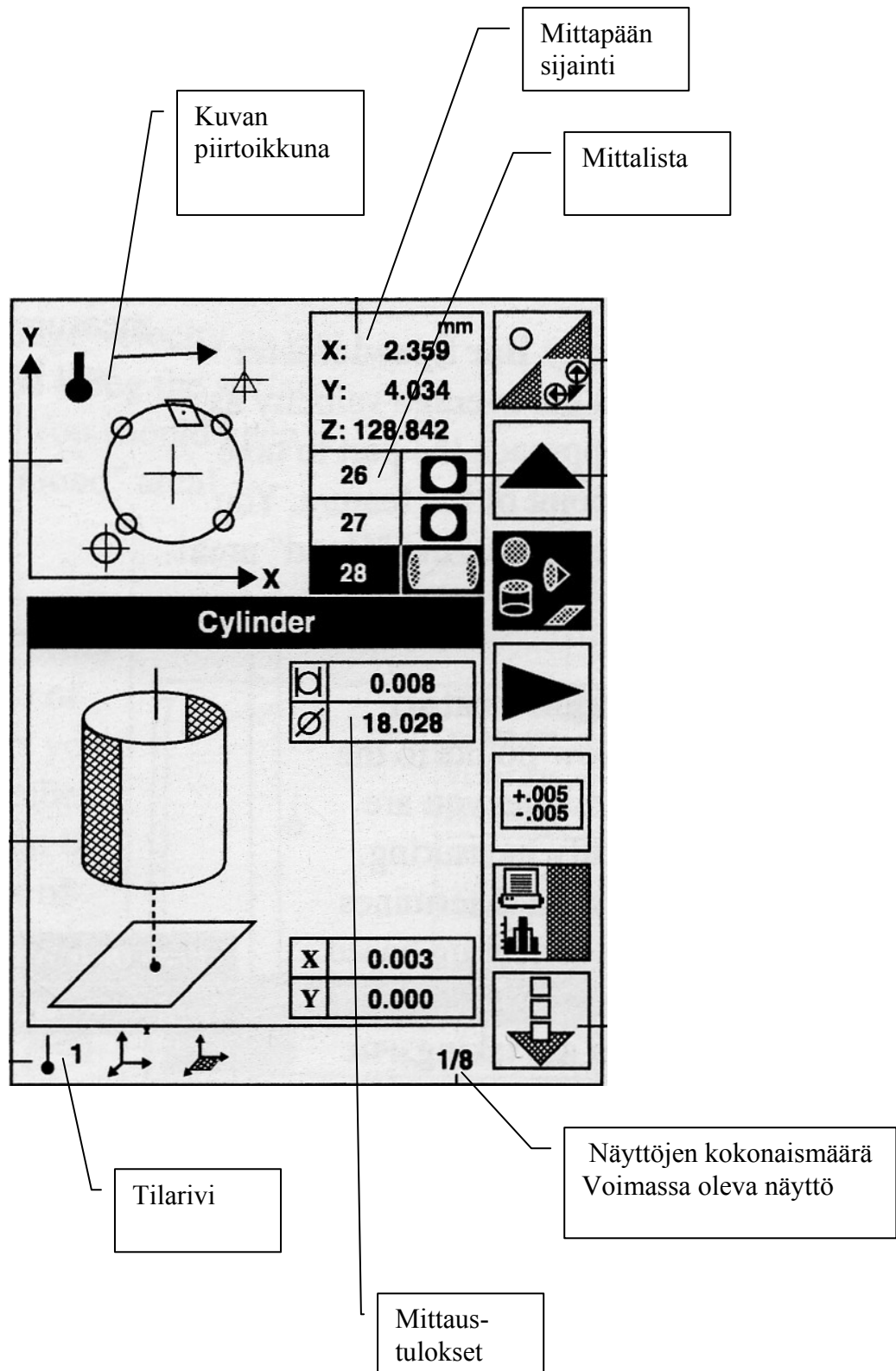
- **Voimassa oleva muoto**

Nuoli osoittaa sen hetkisen muodon, jota olet juuri mittaamassa. Ohjelma päättää muotoon perustuen, jota olet juuri sillä hetkellä tekemässä. Muista, että annetun muodon määrittämiseksi sinun on otettava tähän muotoon vaadittavien pisteiden vähimmäismäärän.

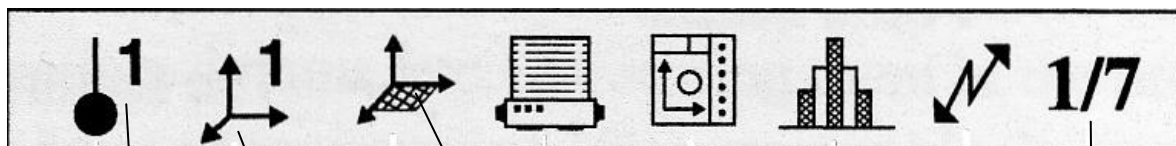
- **Nopeusmittari**

Näyttää mittapään liikenopeuden, jonka pitäisi pysyä hyvällä alueella. Liian suuri mittapään nopeus aiheuttaa mittavirheitä.

8 MITTAUSTULOSNÄYTTÖ



- **Voimassa oleva näyttö**
Ruudulla olevan näytön järjestysnumero
- **Näyttöjen kokonaismäärä**
Mahdollisten näyttöjen kokonaismäärä. Käytä oikealle näytävää nuolinäppäintä katsellaksesi muita näyttöjä.
- **Mittapään sijainti**
Mittapään keskipisteen x-, y-, z-koordinaatit. Tämä sijainti näkyy graafisesti liikkuvana kuvanpiirtoikkunassa.
- **Mittalista**
Lista näyttää nykyisen ja aiemmin mitatut mitat. Vain sata viimeisintä mittaa tallentuu uudelleen katselua varten.
- **Kuvapiirtoikkuna**
Ikkuna näyttää mitatuista mitoista kuvan. Ohjelma sovittaa automaattisesti piirroksen ikkuna alueelle.
- **Mittaustulokset**
Mitattujen mittojen lasketut arvot, kuten halkaisija, muotovirhe tai tarkka paikka.
- **Tilarivi**
Tämä alue näyttää ohjelman nykyisen tilanteen, esimerkiksi tietoja käytettävästä mittapäästä ja nollapisteestä (Kuva18).



Kuva 18

Mittapää

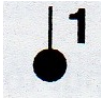
Aktiiviset
asetukset

Lähtöjen tilat

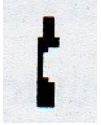
Projektion taso

Näytön
laskija

- **Mittapää** ilmaisee aktiivisena olevan mittapään.



TTP- mittapää, 1 aktiivisena.

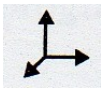


Reunamittapää, nolla halkaisija.

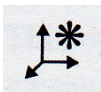


Kartiomittapää.

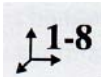
- **Asetustila** ilmaisee voimassa olevat asetukset.



Ei asetuksia aktiivisena. Ohjelma käyttää koneen koordinaatistoa.



Asetuksia muunneltu, muttei ei tallennettu.

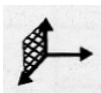


Asetuksia voi luoda yhdeksän erilaista. Niitä voi tallentaa ja kutsua uudelleen käyttöön.

- **Projektiotaso**



Projektiotaso XY, päältä.

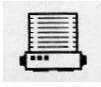


Projektiotaso YZ, sivusta.



Projektiotaso ZX, alta.

- **Lähtöjen tila** ilmaisee lähtöjen tilan. Mitatut tiedot voidaan siirtää muistiin tai tulostaa paperille.



Mittatulosten tulostus printterillä.



Tulostus kuvaruudulle.




Tulostus koneen omiin tiedostoihin.



Tulostus sarjaporttiin.

9 KONEEN SAMMUTTAMINEN

- Siirrä mittauspää turvalliseen paikkaan. Esimerkiksi X- ja Y-akselit keskelle pöytää, Z-akseli yläasentoon johdesuojan sisään.
- Lukitse akselit.
- Palaa perustilaan näppäimellä .
- Katkaise virta ohjausyksiköstä.
- Sulje paineilmahana.

10 PÄÄTELMÄ

Tutkintotyöni onnistui mielestäni hyvin, sain tehtyä hyvän ja helposti ymmärrettävän opetusmateriaalin opetus- ja opiskelijakäyttöön.

Tämän opetusmateriaalin avulla uskon, että mittakone saadaan tehokkaaseen käyttöön ja laadun valvonta mittakoneella onnistuu paremmin ja tarkemmin kuin aiemmin.

Kappaleita käsin mitattaessa epävarmuustekijöitä ovat mm. mittaaja, mittavälineet ja lukematarkeus. Mittakoneella mittaamisessa epävarmuustekijät ovat huomattavasti vähäisemmät.

Nykyisellä mittakoneella 2D-mittaaminen onnistuu hyvin ja sillä pystyy tulostamaan esim. mittapöytäkirjan, jonka yritysten laatu järjestelmät vaativat. Mutta tulevaisuudessa pitäisi kuitenkin panostaa enemmän 3D-mittaukseen. 3D-mittakoneen voisi esimerkiksi liittää moniakselisen koneistusympäristöön, jolla tehdään monimuotoisia ja tarkkoja tuotteita. Niiden mittaamiseen nykyisen 2D-mittakoneen ominaisuudet eivät riitä.

Mittakone vaatii ympäristökseen tasalämpöisen huoneen, ja sen huolto sekä tarkastus on järjestettävä säännöllisesti, jotta mittatarkeus säilyy hyvänä ja luotettavana.

Laadun valvonta mittakoneella saadaan näin oppilaitoksessamme ajan tasalle. Kun perusteet ovat vahvat, voidaan lähteä visioimaan tulevaisuuteen - robottien maailmaan.

12 LIITTEET

Ohjelman ikonit

| | | | | | |
|---|-----------------------------|---|-------------------------------|---|----------------------|
|  | Keskeytä |  | Printtaa |  | Skaalaa ylös |
|  | Valmis |  | Liiku ylös |  | Skaalaa alas |
|  | Muuta vaihtoehto |  | Liiku alas |  | Huollon apuohjelmat |
|  | Seuraava tulospnäyttö |  | Seuraava ruutu/liiku oikealle |  | Määritä uudelleen |
|  | Toleranssit |  | Liiku vasemmalle |  | Määritä lisämittapää |
|  | Alempi valikko |  | Mittapäät |  | Valitse |
|  | Ylempi valikko |  | Uudelleen kutsu asetus |  | Vaihda etumerkkiä |
|  | Syötä arvot |  | Järjestelmäasetukset |  | Syötä aika |
|  | Vaihda muotoa |  | Miinus 1 |  | Syötä päiväys |
|  | Aseta taso |  | Plus 1 |  | Sarjaportti |
|  | Aseta akseli |  | Absoluuttinen nollapiste |  | Liiku ylös 10 |
|  | Aseta nollapiste |  | Syötä ohjelmistokortti |  | Liiku alas 10 |
|  | Poista aktiivinen kohta |  | Error |  | Syötä tekstiä |
|  | Ingrementaalinen nollapiste |  | ISO toleranssit |  | Nollaa akselit |
|  | Toolsvalikko |  | Vaihda akselia |  | X- akseli |
|  | Suhteet - näppäin |  | Nollaa X- akseli |  | Y- akseli |
|  | Suhteet valikko |  | Nollaa Y- akseli |  | Z- akseli |

| | | | | | |
|---|---------------------------------|---|--------------------------|---|----------------------------|
|  | Poista viimeisin piste |  | Nollaa Z- akseli |  | Kelauksen pysäytys |
|  | Tallenna mitta |  | Toiston aputoimet |  | Tallenna mittapään kärki |
|  | Aseta nollapiste |  | Poista kohta |  | Tallenna ohjelma |
|  | Uudelleen kutsu mittapään kärki |  | Poistu toistontilasta |  | Uudelleen kutsu ohjelma |
|  | XYZ laskuri |  | Histogrammi |  | Tallenna asetus |
|  | Mittakello – 30 |  | Datan keräys päällä |  | Digitoi ääriiviiva |
|  | Korkeusmittalaite |  | Datan keräys pois |  | Uudelleen aloita toisto |
|  | Digitoi-valikko |  | Poista tiedosto |  | Tee kartio |
|  | Mittaustila |  | Yhteenveto |  | Sisäpuolinen kartio |
|  | Asetusvalikko |  | Ajokaavio |  | Ulkopuolinen kartio |
|  | Siirrä asetusta |  | Kopioi keskiarvo |  | Sisäpuolinen pallo |
|  | Käännä asetusta |  | Printin ylätunniste |  | Ulkopuolinen pallo |
|  | Rakentaminen |  | Valitse referenssimuoto |  | Tee lieriö |
|  | Rakenna suora |  | Kappaleenpiirustus |  | Ulkopuolinen lieriö |
|  | Rakenna ympyrä |  | Printtaa päällitaso |  | Sisäpuolinen lieriö/ympyrä |
|  | Rakenna taso |  | Printtaa etutaso |  | Ulkopuolinen ympyräkaari |
|  | Symmetrisyys-suora |  | Printtaa sivutaso |  | Tee taso |
|  | Symmetrisyys-piste |  | Valitse mittapätyyppi |  | Tee suora |
|  | Symmetrisyys-taso |  | Tallenna aloitusmittapää |  | X- akseli |
|  | Projektiopiste |  | Poista ohjelma |  | Y- akseli |



Rakenna asetuksesta



Formatoi muisti



Z- akseli



Tyhjennä mittaustila



Listaa ohjelmat