

## NOKKA-AKSELIEN MITTAAMINEN

### 1. Tarkastuksen käyttö

Kyseisen ohjeen tarkoituksena on ohjeistaa moottorin nokka-akseli(e)n mittaaminen ja ominaisuuksien laskeminen.

Ns. A-(perusympyrä) ja B-mitat (perusympyrä+nokan nosto) on kannen yläpuolisilla nokilla varustetuista moottoreista usein mahdollista mitata paikoillaan, kun taas sylinteriryhmässä olevan nokan kyseisten mittojen tarkastus vaatii moottorin purkamisen. Kuitenkin, näissäkin moottoreissa muitten nokka-akselin ominaisuuksien mittaaminen (siis ei A- ja B-mitan tarkastaminen) onnistuu venttiilikoneistosta mittamalla.

Tarkastus tehdään teknisessä tarkastuksessa.

### 2. Määritelmät

Nokka-akseli on akseli, joka venttiilikoneiston avulla ohjaa venttiilien liikettä.

### 3. Välineet

- Työntömitta
- Mikrometri(t) 25-50mm, 50-75mm
- T-mitta (mittakellolla)
- Mittakello pitkällä mittakärjellä
- Laskin
- Muistiinpanovälineet

### 4. Olosuhteet

Kyseinen mittaus on suoritettava puhtaassa, n. 23 °C lämpöisessä tilassa. Koska mittaus vaatii myös osittaisen moottorin purkamisen, on paikka oltava soveltuva osien käsittelyjärjestyksen mukaiseen ryhmittelyyn. Kyseinen moottori on oltava n. saman lämpöinen kuin vallitsevat olosuhteet.

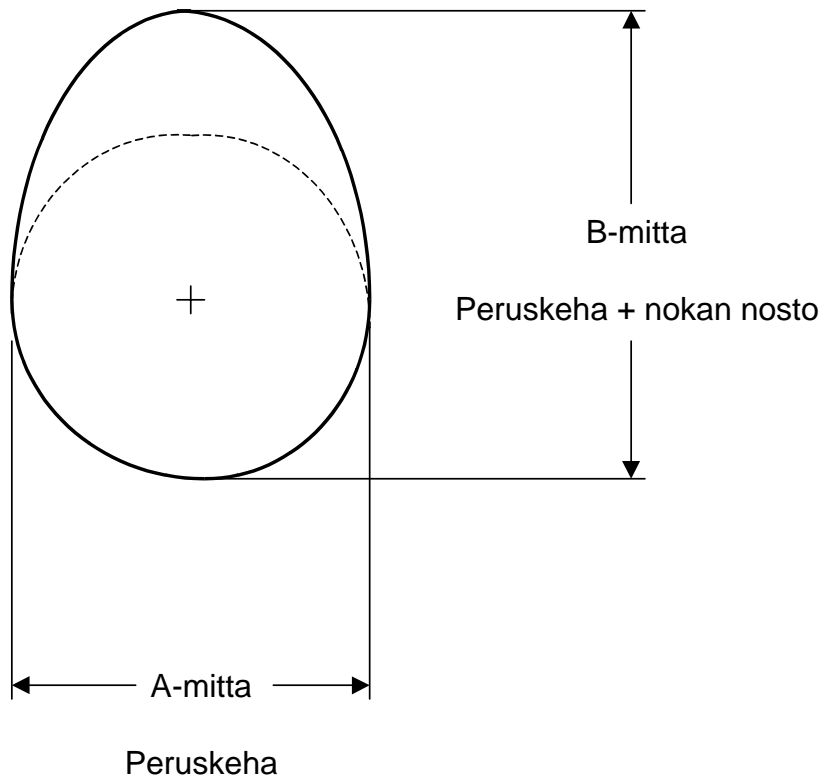
### 5. Ympäristö- ja työsuojeluvaatimukset

Mikäli moottori puretaan, jäähdytysnestettä varten on varattava puhtas, liuottimet kestävä astia. Tarvittaessa on varattava katsastushenkilöille suojakäsineet, ja puhdistusvaihetta varten suojalasit.

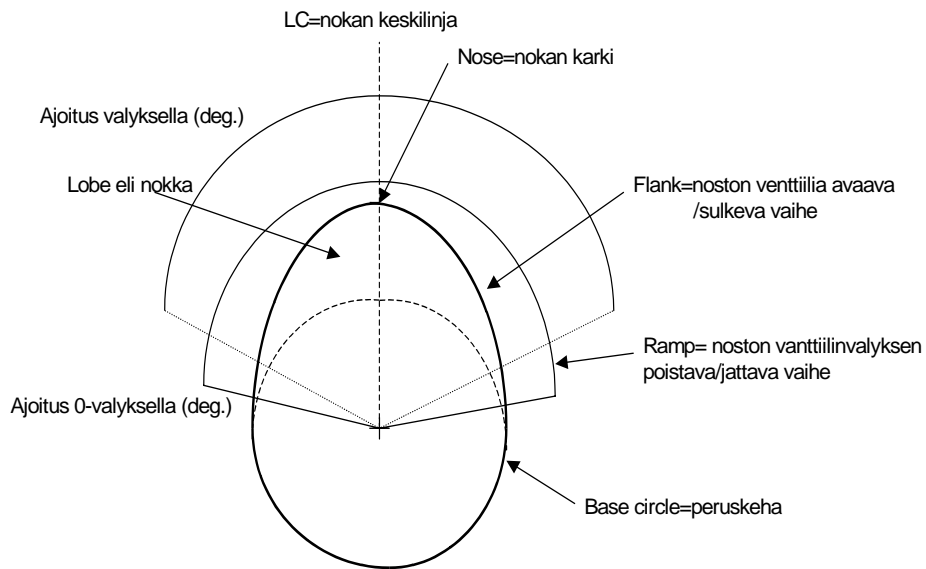
### 6. Tarkastuksen suoritus

**Terminologia:**

Kuva 1: Nokan A- ja B-mitat.

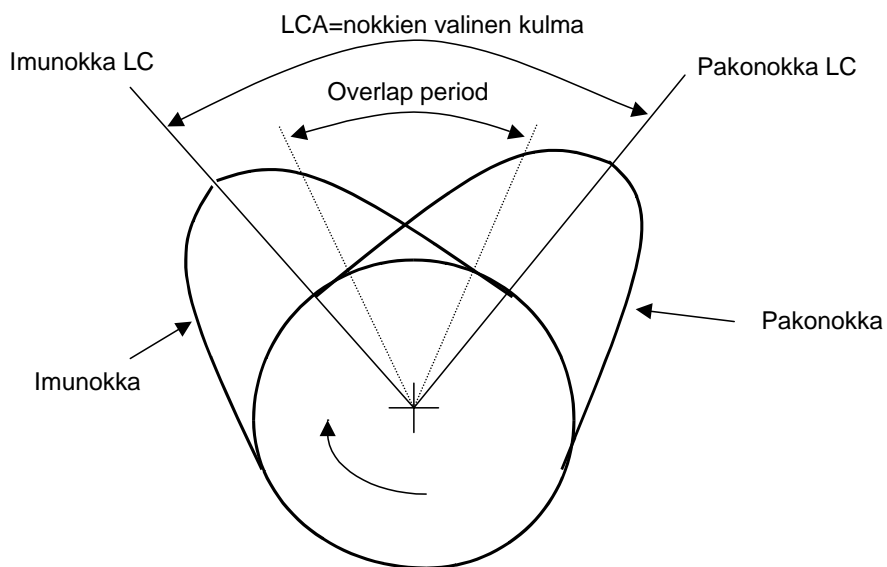


Kuva 2: Nokan ajoituskulmat ja nimet (1)

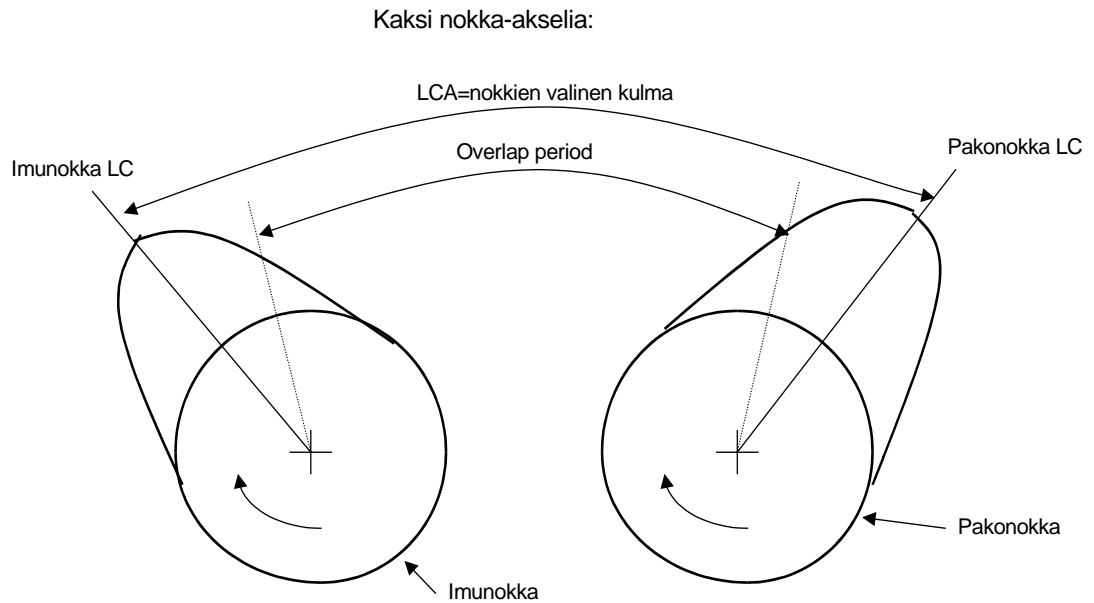


Kuva 3: Nokan ajoituskulmat ja nimet (2)

Yksi nokka-akseli:



Kuva 4: Nokan ajoituskulmat ja nimet (3)



LC (lobe centerline) eli nokan keskiliinja. LC lasketaan keskiarvona nokan 0.50" nostosta kaavalla, jossa

Imunokka:

$a = \text{asteluku kampiakselilla } 050'' \text{ auki nostolla EYKK}$

$b = \text{asteluku kampiakselilla } 050'' \text{ kiinni nostolla JAKK}$

$$\text{LC imu} = \left( \frac{a + b + 180}{2} \right) - a$$

Pakonokka:

$x = \text{Asteluku kampiakselilla } 050'' \text{ auki nostolla EAKK}$

$y = \text{Asteluku kampiakselilla } 050'' \text{ kiinni nostolla JYKK}$

$$\text{LC pako} = \left( \frac{x + y + 180}{2} \right) - y$$

LCA (lobe centerline angle) eli nokkien keskiliinjien välinen kulma. Lasketaan kaavalla

$$\frac{\text{LC imu} + \text{LC pako}}{2}$$

Osamäärä on nokkien välinen kulma nokka-akselilla.

### Nokkien mittaaminen:

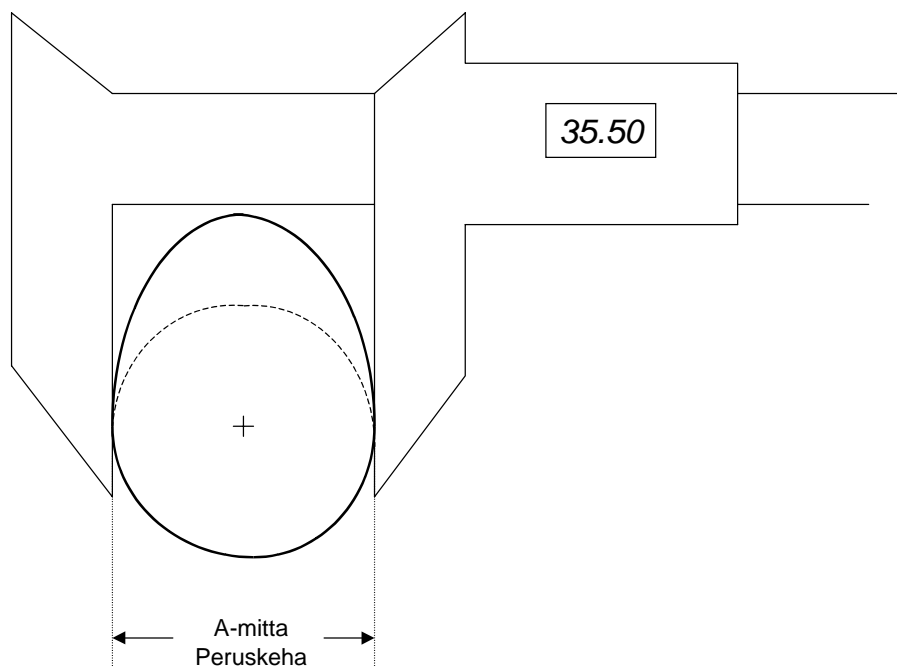
#### A- ja B-mitat:

*Mikali nokka-akselin kokonaisajoitus 0-välyksellä on yli 360deg, kyseinen mittaus on tehtävä CamDoctor- tai vastaavalla ohjelmalla.*

Kannen yläpuolisella nokalla varustetut moottorit:

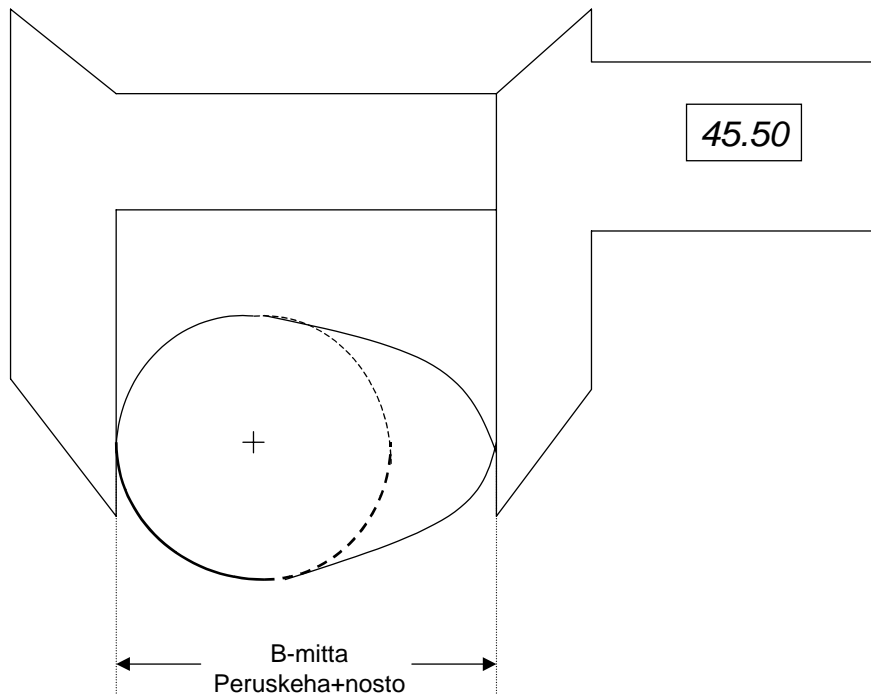
Poista kaikki osat, jotka vaaditaan nokka-akseliin käsiksi pääsemiseen. Kun nokka-akseli on "paljaana" paikoillaan, pyöritä moottoria kampiakselista siten, että nokka-akselin ykkössylinterin nokka (nokat) osoittavat suoraan vapaaseen tilaan, yleensä ylöspäin. Valitse sopiva työntömitta ja varmistu, että työntömitan leuat ylettyvät nokan keskilinjan yli. Mittaa peruskehän halkaisija työntömitalla ja kirjaa tulos 0.1mm tarkkuudella.

Kuva 5: A-mitan mittaaminen



Seuraavaksi pyöritä moottoria siten, että pääset työntömitalla mittaamaan nokan kärjen mitan. Haarukoi näyttämää, ja kirjaa suurin arvo 0.1mm tarkkuudella.

Kuva 6: B-mitan mittaaminen



Mikäli nokka-akseli on lohkossa, on se irroitettava kyseistä mittausta varten (ellei ympärillä tilaa ole riittävästi). Mittaustapa on sama kuin yllämainittu. Yleisesti ottaen, mikäli nokka-akseli on irrallaan, on varmempaa mitata kyseiset arvot mikrometrillä.

Vertaa kyseisiä lukuja luokitustodistuksen antamiin lukuihin. Huomioi kuitenkin mittausepävarmuus (luku 8).

#### **Muut nokka-akselin mittaukset:**

Nokka-akselin nosto on yksinkertaisesti mittojen B- ja A erotus.

$$B_{\text{mitta}} - A_{\text{mitta}} = \text{Nosto nokka-akselilla}$$

Huomaa, että mm. keinuviipu muuttaa noston suuruuden venttiilillä. Noston venttiililtä voi mitata myös mittakellolla. Tällöin asetetaan kellon “sisäänjousto” nostajakupille (kupilta painava) tai venttiiliretainerille (venttiilijousilautaselle) siten, että näyttämä on nollassa (nosto 0). Moottoria pyöritetään pyörimissuuntaan, ja maksiminoston lukema kirjataan ylös. Huomaa vaatimus kellon mittausskaalalle, jotta se riittää koko nostolle.

Kun tehdään muita nokka-akselin ja asetuksen mittauksia, on tärkeää, että moottorin yläkuolokohta on tiedossa. Jos moottori on kiinni autossa, on tämä tehtävä esim tulpanreijästä mäntään pitkällä mittakellon kärjellä. Yläkuolokohta haarukoidaan, ja astelevy asetetaan kampiakselille keskeisesti siten, että 0-asteluku (=yläkuolokohta) on helposti nähtävillä. Astelevy on helppo teipata esim kaksipuolisella tarralla tai jos kyseessä on normaali kiilahihnapyörä, poistetaan hihna ja teipataan astelevy hih-

nauran laipan yli. Huomaa, että astelevyssa on oltava riittävän suuri reikä, jotta moottoria voidaan pyörittää kampiakselin pultista. Astelevyssa olisi hyvä olla keskitysmerkit tai kehät, jotta se saadaan kohdalleen. Jonkun pultin tms alle asetetaan esim. rautalangasta tehty viisari, joka kohdistetaan astelevyn nollakohtaan. Varo koskemasta kumpaankaan asetuksen jälkeen. HUOM! Pyöritä moottoria aina pyörimissuuntaan!

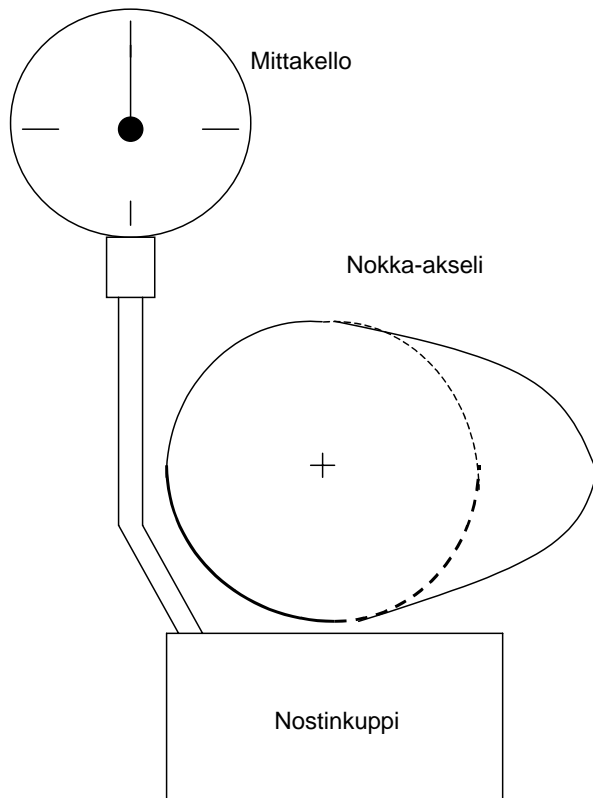
Mikäli moottori on irrallaan, voidaan käyttää vauhtipyörää astelevyna. Laske vauhtipyörän hammasluvusta asteluku/hammasvali ja aseta viisari. Vauhtipyörä on varmin mittauksien kannalta, sillä se on tukevasti ja keskeisesti kampiakselissa.

Muista tukkia tulpanreika esim. paperilla, jottei moottoriin joutuisi vahingossa vieraita esineitä.

Venttiiliretainerilta/nostajalta voidaan mitata myös nokka-akseli kokonaisuudessaan (poislukien A- ja B-mitat). Kun mitataan nokkaa nostinkupin nokka-akselin puolelta, ei ole väliä onko moottorissa hydrauliset nostinkupit vai "kovat".

Aseta mittakello nostinkupille siten, että kellon kärki ei osu mihinkään muuhun kiinni moottoria pyöritettäessä.

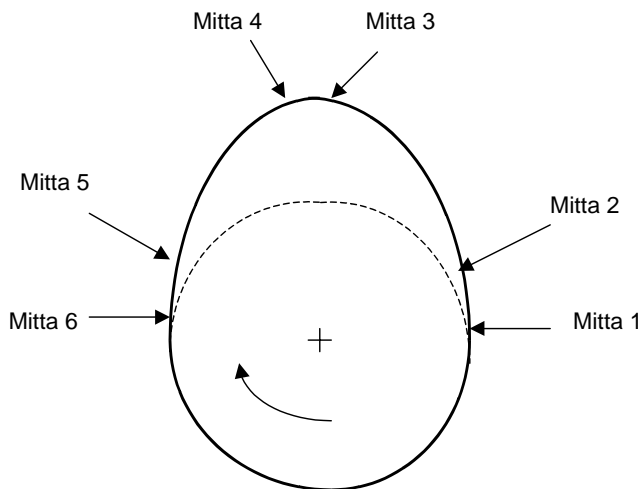
Kuva 7: Mittakellon asennus nostinkupille



Imunokka:

Pyöritä moottoria pyörimissuuntaan siten, että havaitset 0.02 mm liikkeen mittakellossa. Kirjaa asteluku 1 (asteluku kampiakselilla EYKK). Jatka pyörittämistä, kunnes mittakello näyttää 1.25 mm- lukemaa (asteluku EYKK). Kirjaa asteluku 2. Jatka pyörittämistä eteenpäin, kunnes olet lähes nokan yläkuolokohdassa. Kirjaa asteluku 3 (JYKK). Jatka pyörittämistä yli nokan nosen (yläkuolokohta) ja pyöritä kunnes kello näyttää saman lukeman kuin asteluku 3. Kirjaa asteluku 4 (JYKK). Jatka taasen pyörittämistä, kunnes olet samassa kellon näyttämässä kuin asteluku 2. Kirjaa asteluku 5 arvona JAKK. Pyöritä edelleen, kunnes olet samassa kellon näyttämässä kuin asteluku 1 (eli 0.02mm ennen nolaa). Kirjaa asteluku 6 JAKK.

Kuva 8: Asteluvut



Nyt on mitattu kaikki nokan laskemista varten tarvittavat asteluvut.

Imu @ (=ajoitus) venttiiliväläyksellä (tai hydraulisella 0-väläyksellä) lasketaan seuraavasti:

$$(\text{Mitta 1}) + (\text{mitta 6}) + 180 = \text{Imu @ (yleensä luokkaa 270 – 320 deg)}$$

Imu @ 050” ilmaisee nokan pinta-alan. Etenkin nokissa, joissa nosto ja kokonaisajoitus on määrätty, tämä lukema ilmaisee mahdollisen “pulleamman” profiilin. Mitapisteitä lisaamalla ero tulee vielä selvemmin esille:

$$(\text{Mitta 2}) + (\text{mitta 5}) + 180 = \text{Imu @ 050” nostolla (yleensä luokkaa 230 – 300 deg)}$$

Maksiminoston asteluku saadaan keskiarvona

$$\frac{(\text{Mitta 3} + \text{mitta 4})}{2} \quad (\text{yleensa luokkaa 95 – 110 deg})$$

Symmetrisissä profiileissa tämä on sama kuin Imunokan LC, epäsymmetrisissa ero voi olla muutamia asteita.

Imunokan LC siis saadaan varmimmin kaavasta

$$\frac{(\text{Mitta 2}) + (\text{mitta 5}) + 180}{2} - (\text{mitta 2}) = \text{LC imu}$$

Mikäli siis kyseessä on symmetrinen profiili, on tämä asteluku sama kuin maksiminoston asteluku (mittausepävarmuus LC:ssa luokkaa +/- 2 astetta).

Pakopuolen mittaus tehdään saman periaatteen mukaan. Silloin mitat 1 ja 2 ovat EAKK ja mitat 5 ja 6 JYKK, mitat 3 ja 4 ovat EYKK. Laskentaperiaate on sama. LCA siis oli naiden kahden (imu ja pako) LC:den summa jaettuna kahdella. Tämä asteluku muuttuu aina, jos toista nokista muutetaan (asetusta).

Mikäli säännöissä on rajattu käytettäväksi joitain tiettyjä nokkia, on varmintä mitata  
-mitta A  
-mitta B  
-imu- ja pako LC  
-kokonais @ (venttiilivalyksella, jos niin ilmoitettu)  
-050" @ (kertoo mahdollisen "hämäyksen" profiilissa)

## 7. Raportointi

Kirjaa saatu mittaustulos yhden (työntömitta) tai kahden (mikrometri) desimaalin tarkkuudella tarkastuspöytäkirjaan.

Mittauspöytäkirjaan merkitään käytetyt mittalaitteet, käytetty ohje revisioineen ja mittajaan/mittaajien nimet sekä päiväys.

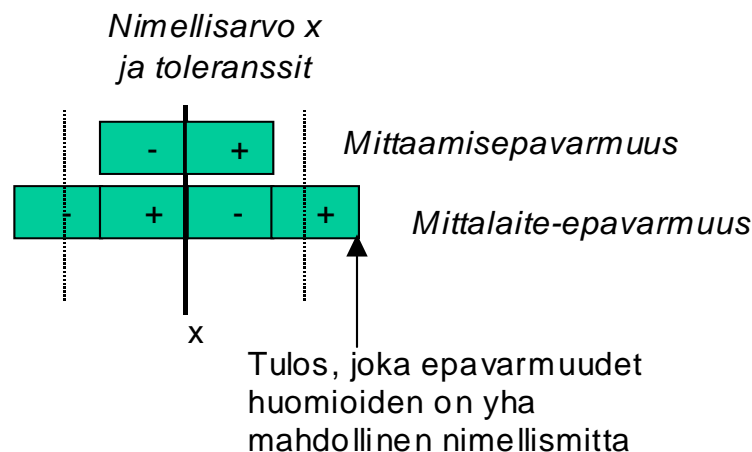
## 8. Mittausepävarmuus

Absoluuttista mittaa ei ole olemassakaan. Mitattaessa mittaustulokseen vaikuttaa useita eri seikkoja. Suurimmat näistä ovat mittaamisepävarmuus ja mittalaite-epävarmuus. Mittalaite-epävarmuus on mittalaitteen mittatarkkuudesta johtuva mittauksen luotettavuus (toleranssi), mittaamisepävarmuus on mittaajasta johtuva epävarmuus (toleranssi). Todellinen mittaustarkkuus on näiden summa. Seuraavana muutamia mittalaite-epävarmuus esimerkkejä (+/-):

- tynötömitta (Mauser) 0.05mm
- mikrometri 0.02mm
- heittokello 0.01mm
- mittanauha 0.2% mittaussmatkasta

*Huom! Mittalaite-epävarmuutta ei pidä sekoittaa mittalaitteen lukutarkkuuteen!*

Kuva 9: Mittausepävarmuus



Mittausta toistettaessa mittaamishajonta huomioidaan ja näin saavutetaan nimellisarvon tarkennus (keskiarvo). Kyseinen ei kuitenkaan poista teoreettisen mittausepävarmuuden olemassaoloa.

Mikäli mahdollista, tulisi mittalaitteeksi valita laite, jonka mittalaitetarkkuus on dekadia tarkempi kuin annettu mitta.

Mittalaitteiden tulee olla ehjiä, puhtaita ja niissä ei saa näkyä ulkoisia vammoja. Mikäli mahdollista käytetään kalibroituja laitteita tai mittauspaikalla voi olla kalibroitu vertailukappale, johon käytettävää mittalaitetta voidaan verrata. Kalibroinnilla tarkoitetaan mittalaitteen jäljitettävyyttä kansainväliseen mittanormaaliin, mittalaitteen tarkastus taas on mittalaitteen vertaamista edellämäinittuun laitteeseen tai mittapa-  
laan.