

Eetu Alamattila

**HIUKKASLASKENNAN HYÖDYNTÄMINEN VAIHTEIDEN JA  
HYDRAULIIKKAJÄRJESTELMIEN KUNNONVALVONNASSA**

# **HIUKKASLASKENNAN HYÖDYNTÄMINEN VAIHTEIDEN JA HYDRAULIIKAJÄRJESTELMIEN KUNNONVALVONNASSA**

Eetu Alamattila  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotantotalous

---

Tekijä: Eetu Alamattila

Opinnäytetyön nimi: Hiukkaslaskennan hyödyntäminen vaihteiden ja hydraulikkajärjestelmien kunnonvalvonnassa

Työn ohjaaja: Pentti Huhtanen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 94 + 2 liitettä

---

Opinnäytetyön aiheena oli hiukkaslaskentaan perustuvan kunnonvalvontatoiminnan kehittäminen hydraulikkajärjestelmille ja vaihteille, joissa on voiteluöljyn suodatinkiertojärjestelmä. Työn tavoitteina olivat hiukkaslaskennan nykytilan kartoitus, hiukkaslaskennan mahdollistamiseen vaadittavien toimenpiteiden selvitys ja Pamas CMDM -raportointiohjelman käyttöönotto. Työn tilaajalla oli hiukkaslaskentaan vaadittavat laitteet ja CMDM-ohjelma jo ennestään. Hiukkaslaskimia käytettiin ennen opinnäytetyötä, mutta ei vaadittavalla laajuudella osastolla, jonne työ tehtiin.

Kunnonvalvontatöiden jaksottamisessa ja suunnittelemisessa käytettiin valmista kriittisyysluokittelua, joka on tehty aikaisemmin. Hiukkaslaskennan nykytila selvitettiin kunnossapito-ohjelmassa olevien EH-töiden ja laitteiden tutkimisen perusteella. Pamas CMDM -raportointiohjelma asennettiin tietokoneelle ja sen käyttöön ja asennukseen tutustuttiin. CMDM-ohjelmasta pidettiin myös koulutustilaisuus, jonka piti Pamas Oy:n henkilökunta. Opinnäytetyössä tehtiin tutkimus, jonka tarkoituksena oli saada tietoa online- ja offline-laskimilla tehtyjen analyysien tuloksien vastaavuudesta.

Työn tuloksina on selvitys hiukkaslaskennan nykytilasta ja hiukkaslaskennan toteuttamiseen vaadittavista toimenpiteistä. Hiukkaslaskentaa tehdään nykyisin LKT:n hydraulikkajärjestelmille. Toimenpiteet koskevat pääasiassa töiden jakotuksien muuttamista niin, että ne vastaavat kriittisyysluokittelua. LKT:n vaihteille ei tehdä nykyisin hiukkaslaskentaa. Osassa LKT:n vaihteista on nykyisin näytteenottohana. Vaihteisiin tehtävät toimenpiteet koskevat näytteenottohanojen asennuksia ja EH-töiden tekoa.

CMDM-ohjelman käyttöönoton toimenpiteet tehtiin. Käyttöönotto vaatii vielä ohjelman asennuksen käyttäjien tietokoneille ja käyttökoulutusta. Tehdyn tutkimuksen tuloksista tehtiin johtopäätös, että online- ja offline-mittauksien tuloksia ei tallenneta samaan trendiin. Mittaustulosten tallentaminen samaan trendiin voi aiheuttaa sekaannusta ja turhia toimenpiteitä kunnossapidossa.

---

Asiasanat: hiukkaslaskenta, kunnonvalvonta, kunnossapito, kunnonvalvontatoiminta, voiteluöljy, hydraulikkaöljy, trendiseuranta

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Machine and Production Technology, Production Economics

---

Author: Eetu Alamattila

Title of thesis: Use of Particle Counting in Condition Monitoring of Gears and Hydraulic Systems

Supervisor: Pentti Huhtanen

Term and year when the thesis was submitted: spring 2015

Pages: 94 + 2 appendices

---

This thesis was commissioned by the factory services of Raahe steelworks at SSAB Europe in the spring of 2015. The thesis was made in the department of cut-to-length (CTL). In CTL it is difficult to execute vibration analyses because of the character of the processes.

The subject of the thesis was development of the condition monitoring system for gears and hydraulic systems based on particle counting. The objectives of the thesis were to chart the present state of the particle counting, to find out the procedures which make particle counting possible and to adopt the Pamas CMDM software.

The development of the condition monitoring system was based on an existing criticality classification. The present condition of the particle counting and operations were found out by exploring the maintenance system and devices. Pamas CMDM software was installed in the computer and the features of the software were studied.

As a result, a report was made of the present state of the particle counting and of the condition monitoring system. Pamas CMDM software was not adopted during the thesis but the procedures for the adoption were carried out. Before the adoption, the software has to be installed in the computers of the users.

---

Keywords: particle counting, condition monitoring, maintenance, lubricant oil, hydraulic oil

## ALKULAUSE

Opinnäytetyö tehtiin SSAB Euroopen toimeksiannosta Raahan tehtaan LKT:lla keväällä 2015. Opinnäytetyössä kehitettiin hiukkaslaskentaan perustuva kunnonvalvontatoiminta ja käyttöön otettiin Pamas CMDM -raportointiohjelma.

Haluan kiittää työnvalvojaa, SSABn kunnossapitoinsinööri Marko Lehtosaarta mielenkiintoisesta ja vaativasta työstä. Työnohjaajana toimi diplomi-insinööri Pentti Huhtanen, jolle kiitos aktiivisesta ohjauksesta.

Haluan kiittää myös LKT:n voiteluhuoltomiehiä Reijo Hildeniä ja Tapio Pihkasta, mekaanisen kunnossapidon Jukka Heikkistä, kunnossapidon kehityksen Petri Turusta, voiteluhuollon kehitysinsinööri Timo Tilusta ja tutkimuskeskuksen Janne Kiviniittyä työn aikaisesta avusta ja yhteistyöstä. Erityiskiitos työn aikaisesta tuesta kuuluu Pamas Oy:n Esko Niiraselle.

Haluan kiittää myös aviopuolisoani jaksamisesta opinnäytetyön aikana.

Raahessa 26.4.2015

Eetu Alamattila

# SISÄLLYS

|  |    |
|--|----|
| TIIVISTELMÄ                                  | 3  |
| ABSTRACT                                     | 4  |
| ALKULAUSE                                    | 5  |
| SISÄLLYS                                     | 6  |
| 1 JOHDANTO                                   | 9  |
| 2 SSAB                                       | 10 |
| 2.1 Raahen tehdas                            | 10 |
| 2.2 Nauhavalssaamo                           | 13 |
| 2.3 LKT                                      | 14 |
| 3 KUNNOSSAPITO                               | 18 |
| 3.1 Kunnossapidon tavoitteet                 | 18 |
| 3.2 Kunnossapidon jaottelu                   | 19 |
| 3.2.1 Jaottelu SFS-EN 13306:2010:n mukaan    | 19 |
| 3.2.2 Jaottelu PSK 6201:2011:n mukaan        | 20 |
| 3.2.3 Jaottelu PSK 7501:2010:n mukaan        | 21 |
| 3.3 Tuotanto-omaisuuden hoitaminen           | 21 |
| 3.3.1 Ehkäisevä kunnossapito                 | 22 |
| 3.3.2 Huolto                                 | 23 |
| 3.3.3 Korjaava kunnossapito                  | 24 |
| 3.3.4 Parantava kunnossapito                 | 24 |
| 3.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen | 24 |
| 3.4 Kunnossapidon tietojärjestelmä           | 25 |
| 3.4.1 Työmääräinjärjestelmä                  | 25 |
| 3.4.2 Ehkäisevän kunnossapidon järjestelmä   | 25 |
| 4 ÖLJYJEN PUHTAUS JA KUNNONVALVONTA          | 27 |
| 4.1 Puhtausluokat                            | 27 |
| 4.1.1 Puhtausluokitus ISO 4406:1999:n mukaan | 27 |
| 4.1.2 Puhtausluokitus NAS 1638:n mukaan      | 29 |
| 4.1.3 Suositellut puhtausluokat              | 30 |
| 4.2 Öljyjen kunnonvalvonta                   | 33 |
| 4.2.1 Näytteenotto                           | 35 |

|   |    |
|---|----|
| 4.2.2 Näytteenottotiheys ja trendiseuranta                        | 36 |
| 4.3 Hiukkaslaskenta   | 37 |
| 4.4 Online-laskimet   | 37 |
| 4.5 Mekaniikan kunnonvalvonta hiukkaslaskennalla                  | 37 |
| 4.6 Näytteenottoaika  | 39 |
| 5 LAITTEIDEN KRIITTISYYSLUOKITTELU                                | 42 |
| 5.1 Kriittisyysluokittelumenetelmät                               | 42 |
| 5.1.1 PSK 6800:n menetelmä  | 42 |
| 5.1.2 SKF-menetelmä   | 43 |
| 5.1.3 SAMI-menetelmä  | 43 |
| 5.1.4 Fortum-menetelmä  | 43 |
| 5.2 Kriittisyysluokat ja toimenpiteet                             | 44 |
| 6 KÄYTETTÄVÄT LAITTEET  | 45 |
| 6.1 Pamas S40   | 45 |
| 6.1.1 Pamas S40 Standard  | 47 |
| 6.1.2 Voitelu- ja hydraulikkaöljyjen mittaus                      | 47 |
| 6.2 HYDAC FCU   | 48 |
| 6.3 Pamas SBSS  | 48 |
| 6.4 Pamas CMDM  | 50 |
| 7 KÄYTÖSSÄ OLEVAT ÖLJYT   | 52 |
| 7.1 Mobilgear 600 XP -sarja                                       | 52 |
| 7.2 Mobilgear SHC 600 -sarja                                      | 53 |
| 7.3 Mobil DTE 20 -sarja   | 53 |
| 8 KUNNONVALVONTA TOIMINNAN JÄRJESTÄMINEN                          | 54 |
| 8.1 Laitteiden ja järjestelmien kriittisyydet                     | 54 |
| 8.1.1 Vaihteiden kriittisyydet                                    | 54 |
| 8.1.2 Hydraulikkajärjestelmien kriittisyydet                      | 55 |
| 8.2 Vaihteiden näytteenoton nykytila ja hiukkaslaskennan toteutus | 56 |
| 8.2.1 Raina 1   | 57 |
| 8.2.2 Raina 2   | 59 |
| 8.2.3 Arkki 2   | 60 |
| 8.2.4 Arkki 3   | 66 |
| 8.2.5 Peittäus  | 67 |

|   |    |
|---|----|
| 8.2.6 LKT:n vaihteiden yhteenveto   | 68 |
| 8.3 Hydraulikkajärjestelmien näytteenoton nykytila ja hiukkaslaskennan toteutus | 70 |
| 8.3.1 Rainalinjojen yhteiset  | 70 |
| 8.3.2 Arkki 2   | 71 |
| 8.3.3 Arkki 3   | 72 |
| 8.3.4 Peittäus  | 73 |
| 8.3.5 LKT:n hydraulikkajärjestelmien yhteenveto                                 | 73 |
| 9 PAMAS CMDM -OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTTO   | 75 |
| 9.1 CMDM-ohjelman asennus   | 75 |
| 9.2 Tietojen jakaminen ja ohjelman käyttöoikeudet                               | 76 |
| 9.3 Mittauspistehierarkian luonti   | 76 |
| 9.4 Vanhojen mittaustulosten tallentaminen S40-hiukkaslaskimesta                | 77 |
| 9.5 SBSS-hiukkaslaskimen vanhojen tuloksien siirto CMDM-ohjelmaan               | 79 |
| 9.6 Mittaustulosten vertailu  | 80 |
| 9.6.1 Tulosten trendiseuranta   | 80 |
| 9.6.2 SBSS- ja S40-hiukkaslaskimien tulosten vertailu                           | 83 |
| 10 YHTEENVETO   | 89 |
| LÄHTEET   | 91 |
| LIITTEET  |    |
| Liite 1 Lähtötietomuistio   |    |
| Liite 2 CMDM-ohjelman asennus- ja käyttöohje                                    |    |



# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on hiukkaslaskentaan perustuvan kunnonvalvontatoiminnan kehittäminen. Työn tilaaja on SSAB Europe Oy:n Raahen tehtaan tehdaspalvelu. Työ tehdään LKT-osastolle.

LKT-osastolla ei ole nykyisin laajamittaista mekaniikan kunnonvalvontaa käytössä. Värähtelymittauksien toteuttaminen luotettavasti ei ole mahdollista prosessin luonteen vuoksi. Kunnonvalvontayksiköllä on joitain kokemuksia hiukkaslaskennasta, ja ne ovat olleet positiivisia. LKT:llä tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa hydraulikkajärjestelmille, joissa pääpainona on öljyn kunnon ja puhtauden valvonta.

LKT:lla on mahdollisuus käyttää kuumavalssaamon Pamas S40 -hiukkaslaskinta. Raahen tehtaan tutkimuskeskuksella on käytössä Pamas SBSS -hiukkaslaskin, jota voidaan käyttää pullonäytteiden analysointiin. Raahen tehtaalla on myös Pamas CMDM -raportointiohjelma, jota ei nykyisin käytetä.

Työssä selvitetään hiukkaslaskennan nykytila, mahdollisuudet ja tarvittavat toimenpiteet hiukkaslaskennan toteuttamiseksi LKT:lla. Työssä otetaan käyttöön Pamas CMDM -raportointiohjelma LKT:lle ja Raahen tehtaan tutkimuskeskukselle. (Liite 1.)

Öljyjen hiukkaslaskennalla selvitetään, kuinka paljon ja minkä kokoisia hiukasia tutkittavassa öljyssä on. Hiukkaslaskentaa käytetään öljyjen ja mekaanisten laitteiden kunnonvalvonnassa.

Kulumisvaurion alkuvaiheessa suuria hiukkasia esiintyy öljyssä pieninä määrinä. Näiden suurten hiukkasten laskennalla voidaan havaita alkava vika hyvissä ajoin ja toteuttaa koneen mekaanista kunnonvalvontaa luotettavasti. Hydraulikkajärjestelmän toiminnan kannalta öljyn puhtaus on tärkeässä asemassa ja pienetkin hiukkaset haittaavat järjestelmän toimintaa. Hydraulikkaöljyn kunnonvalvonnassa öljyn puhtaustason seuraaminen korostuu.

## **2 SSAB**

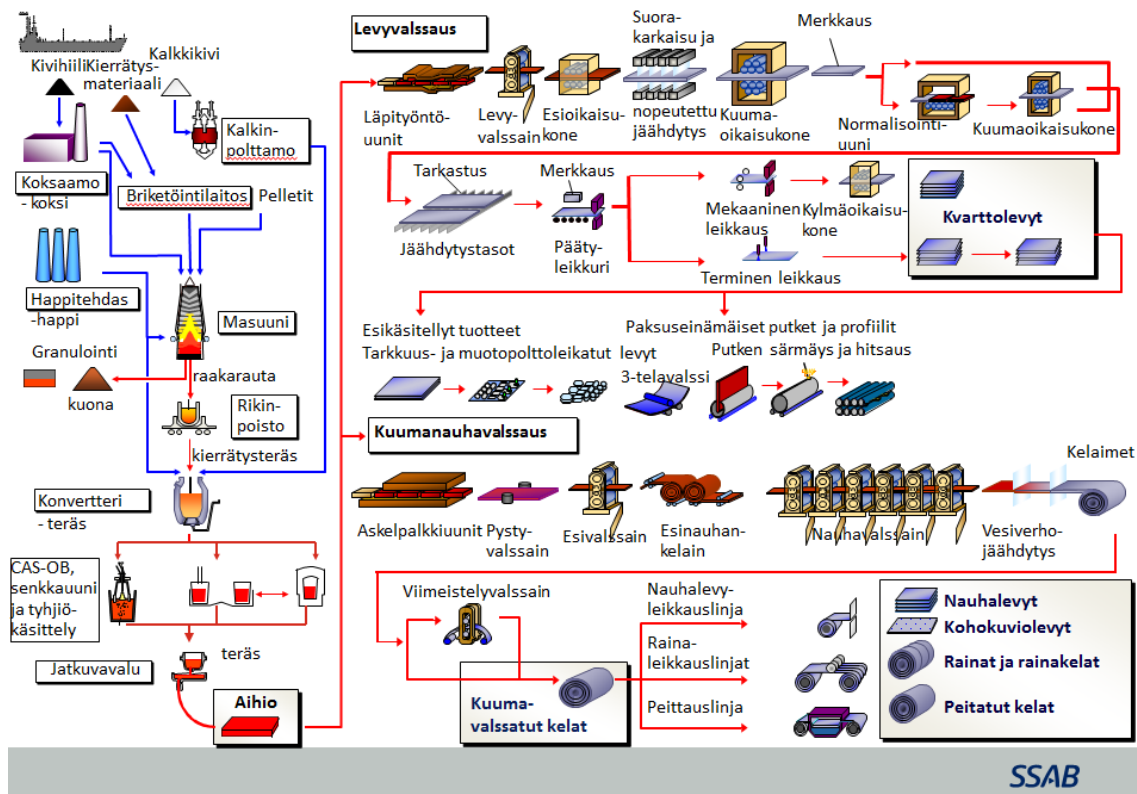
SSAB on pohjoismainen ja yhdysvaltalainen maailmanlaajuisesti toimiva teräs-yhtiö. SSAB tarjoaa asiakkaille pitkälle kehitettyjä lujia teräksiä ja nuorrutuste-räksiä sekä nauha-, levy- ja putkituotteita sekä rakentamisen ratkaisuja. (1.)

SSAB:n vuosittainen teräksenvalmistuskapasiteetti on 8,8 miljoonaa tonnia. Yh-tiöllä on tuotantolaitoksia Ruotsissa, Suomessa ja Yhdysvalloissa. SSAB:llä on myös terästuotteiden prosessointi- ja viimeistelylaitoksia Kiinassa ja muissa maissa. SSAB:n henkilöstöön kuuluu 17 300 henkilöä 50 maassa. (1.)

SSAB:n organisaation kuuluu viisi divisioonaa: SSAB Special Steels, SSAB Eu-rope, SSAB Americas, Tibnor ja Ruukki Construction. SSAB Special Steels on maailmanlaajuinen lisäarvoa tuottavien ja pitkälle kehitettyjen lujien terästen sekä nuorrutusterästen valmistaja ja palveluntarjoaja. SSAB Europe on poh-joismainen valmistaja, joka tarjoaa korkealaatuisia nauha-, kvarttolevy- ja putki-tuotteita. SSAB Americas toimii Yhdysvalloissa ja valmistaa korkealaatuisia kvarttolevytuotteita. Tibnor toimii pohjoismaissa teräsjakelijana. Ruukki Const-ruction toimii Euroopassa ja tarjoaa energiatehokkaita rakentamisen ratkaisuja. (1.)

### **2.1 Raahen tehdas**

Rautaruukki Oyj perustettiin vuonna 1960, ja ensimmäinen masuuni valmistui 1964, silloin alkoi raudantuotanto. Raahen tehtaan kuumavalssaamo valmistui 1971. Vuonna 2004 Rautaruukki otti käyttöön markkinointinimen Ruukki, ja vuonna 2014 Ruukista tuli osa ruotsalaista SSAB:ta (Svenskt Stål AB). Nykyisin Raahen tehdas kuuluu SSAB Europe -divisioonaan. Raahen tehtaan prosessi-kaavio on kuvassa 1. (2, s. 4.)

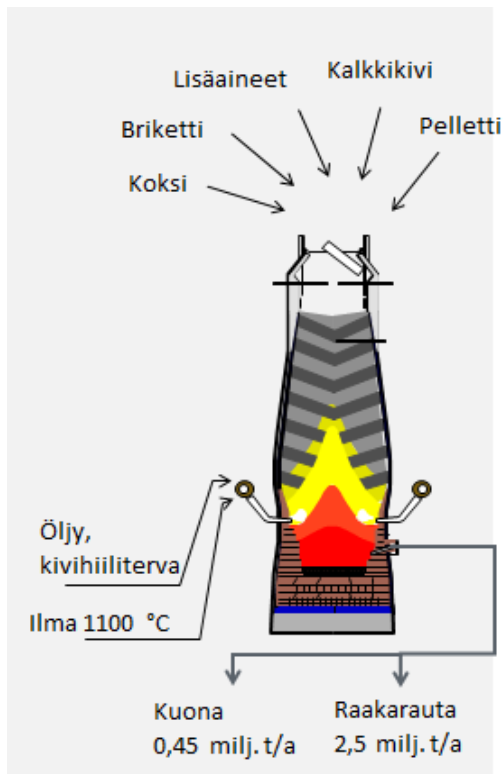


KUVA 1. Raahen tehtaan prosessikaavio (3, s. 2)

## Teräksen valmistus

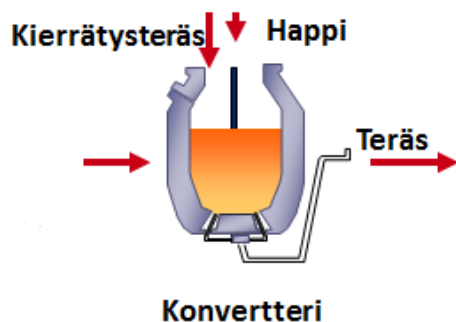
Teräksen raaka-aineet ovat rautamalmi, kalkki, briketti ja koksi. Rautamalmi ja kalkki hankitaan pelletteinä. Briketti on ylijäämämateriaalia, joka puristetaan briketeiksi tehtaan omalla briketöintilaitoksella, ja koksi valmistetaan koksamol- la eri kivihiiillaaduista. (2, s. 6 - 7.)

Rauta valmistetaan masuuneissa, joihin panostetaan rautamalmi, koksi ja apu- aineet kuten kalkki. Rauta pelkistetään rautalmista koksilla. Masuuneissa tarvitaan korkeaa lämpötilaa, jotta rautaoksideista irtoaa happi ja rauta saadaan sulaan muotoon. Masuunien kuumimmissa osissa on lämpöä noin 2 300 °C. Masuunin alaosassa olevista hormeista puhalletaan hapella rikastettua yli 1 000 °C ilmaa. Lisäksi masuuneihin puhalletaan hormien kautta erikoisraskasta polttoöljyä. Raahen tehtaalla erikoisraskasta polttoöljyä korvataan koksaspro- sessissa sivutuotteena syntyneellä tervalla. Kun sula rauta on valunut masuunin pesään, se lasketaan rautarännin kautta tulenkestäviin senkkoihin. Kuvassa 2 on masuunin periaatekuva. (2, s. 9.)



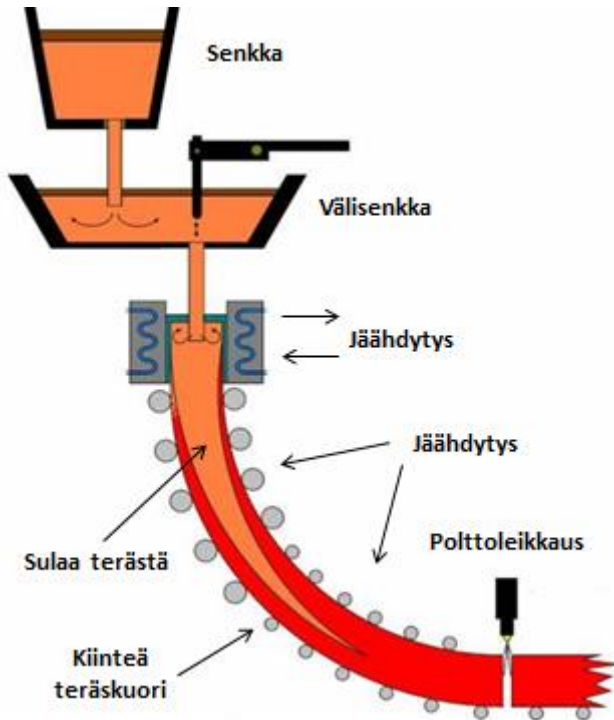
KUVA 2. Masuuni (2, s. 9)

Sulatolla raudasta valmistetaan terästä konverttereilla. Konvertteriin panostetaan rautaa ja kierrätysterästä. Panostuksen jälkeen konvertteriin puhalletaan happea. Hapella raudan hiilipitoisuus lasketaan alhaiseksi. Kun raudan hiilipitoisuus on laskettu, se muuttuu teräkseksi. Valmiin teräksen loppulämpötila on 1 600 - 1 700 °C. Kuvassa 3 on konvertterin periaatteellinen rakenne. (2, s. 11.)



KUVA 3. Konvertteri (3, s. 3)

Sula teräs valetaan sulatolla aihioiksi jatkuvavalukoneella. Valunauha leikataan aihioiksi, jotka mitataan, punnitaan ja merkitään. Kuvassa 4 on jatkuvavalukoneen periaatekuva. Ahiot kuljetetaan sulatolta jatkojalostukseen kuumavalssaamolle. (2, s. 13.)



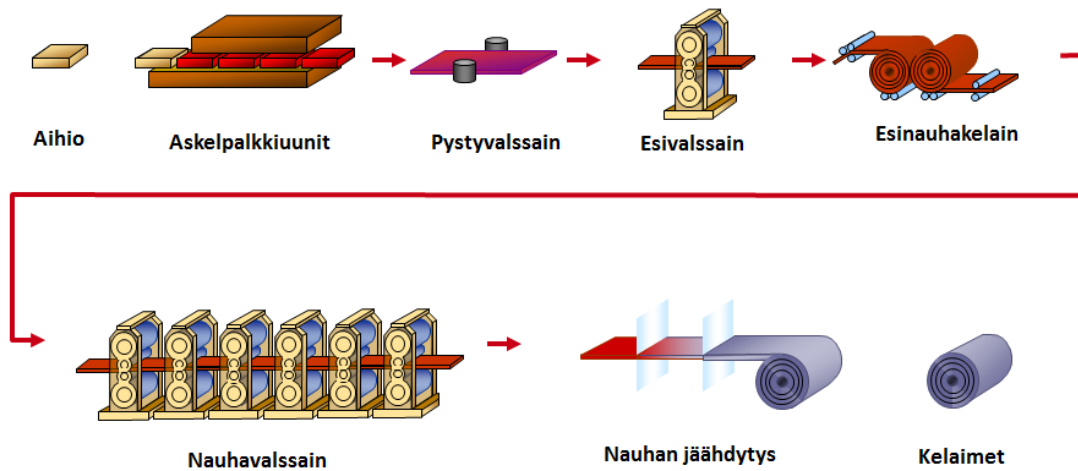
KUVA 4. Jatkuvalukone (2, s. 13)

Kuumavalssaamoon kuuluu kaksi tuotantolinjaa: levy- ja nauhalinja. Nauhalinjaan kuuluvat nauhavalssaamo ja LKT. LKT tarkoittaa leikattuja kelatuotteita. Levylinjaan kuuluvat levyvalssaamo ja EKT eli esikäsitellyt tuotteet. Kuumavalssaamalla ahiot lämmitetään uunissa punahehkuisiksi ja käsitellään lopulliseen pituuteen, leveyteen ja paksuuteen tilausten mukaisesti. (2, s. 15.)

## 2.2 Nauhavalssaamo

Nauhavalssaamalla sulatolta tulleet ahiot valssataan teräskeloiksi. Ahiot valssataan asiakkaiden tilausten mukaisiin mittoihin. Nauhavalssaamalla on kaksi askelpalkkiuunia, joissa sulatolta tulleet ahiot lämmitetään. Lämmityksen jälkeen ahiot esivalssataan 28 - 45 mm paksuiseksi esinauhaksi. Esinauha kelaan esinauhakelaksi nauhan pituuden ja tasaisen lämpötilan pitämisen vuoksi. (4, s. 2 - 11.)

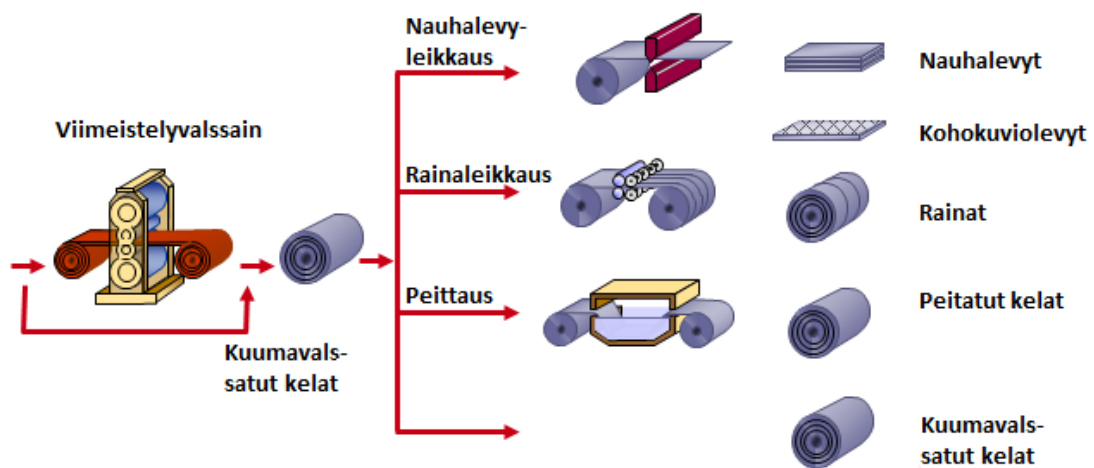
Esinauhakelaimen jälkeen esinauha valssataan nauhavalssaimella. Nauhavalssaimeseen kuuluu kuusi valssituolia, joilla nauha valssataan asiakkaan tilaamaan paksuuteen. Valssatun nauhan paksuus on 1,5 - 20 mm. Valssauksen jälkeen nauha jäähdytetään ja kelataan kelaksi. Kelattu kela siirretään joko loppuvarastoon odottamaan kuljetusta asiakkaalle tai jatkokäsittelyyn. (4, s. 2 - 11.) (Kuva 5.)



KUVA 5. Nauhavalssaamon prosessikaavio (3, s.6)

## 2.3 LKT

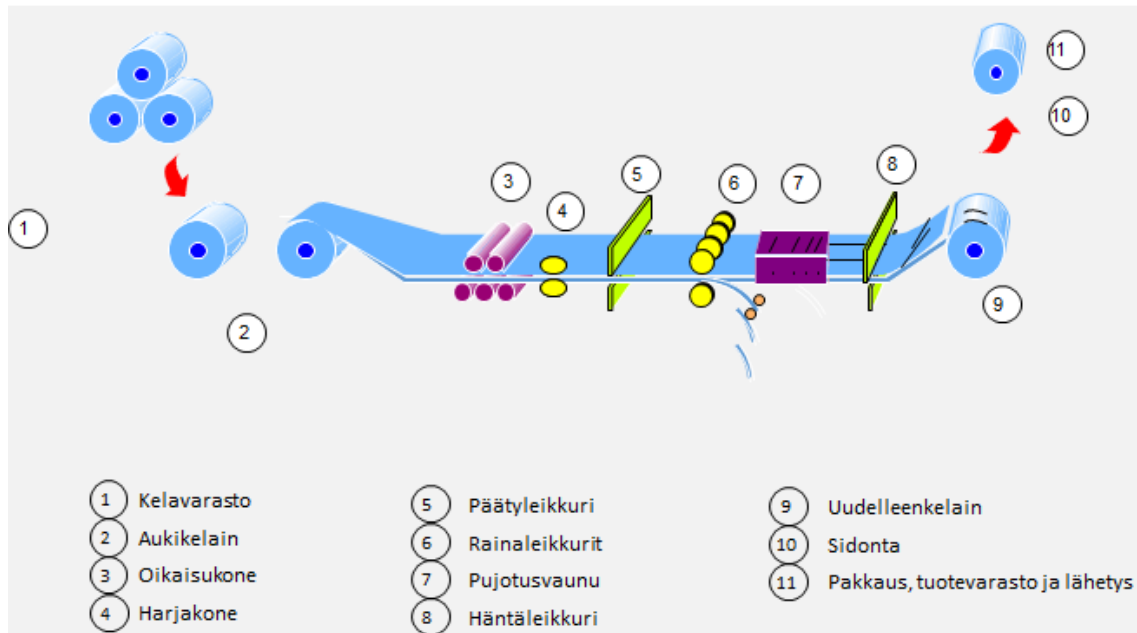
LKT-osastoon liittyy viisi tuotantolinjaa: kaksi nauhalevyleikkauslinjaa, kaksi rai-naleikkauslinjaa ja peittäuslinja. Kuumavalssatut kelat valssataan viimeistely-valssaimella ennen jatkojalostusta LKT:n linjoilla. (5, s. 2 - 20.) (Kuva 6.)



KUVA 6. LKT:n prosessikaavio (3, s. 7)

### Rainaleikkauslinjat

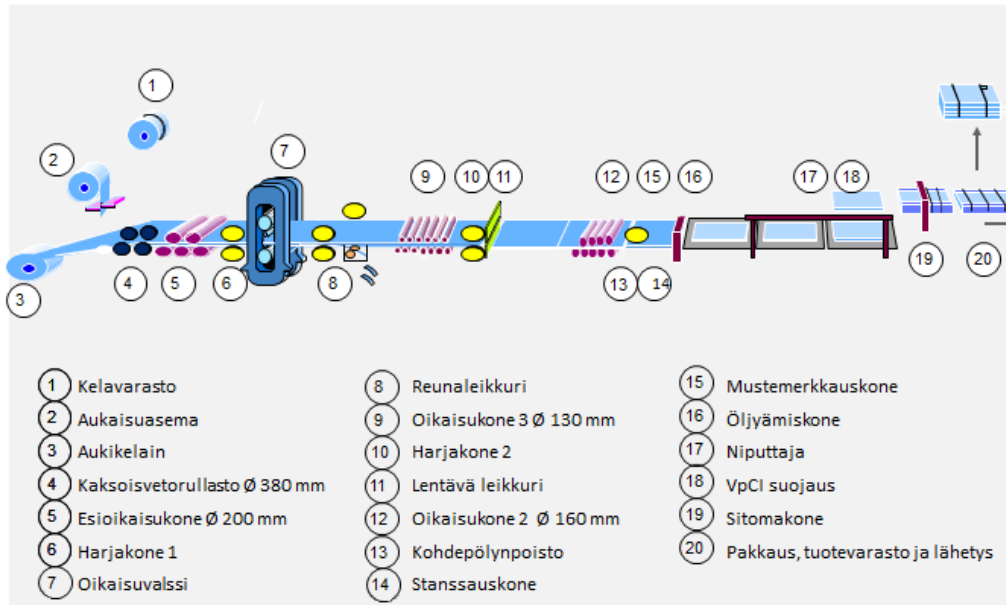
LKT:lla ovat rainaleikkauslinjat: Raina 1 ja Raina 2. Rainalinjoilla kelat leikataan pituussuunnassa kapeammiksi nauhoiksi asiakkaan tilauksen mukaisesti. Nämä kapeat nauhakelat ovat rainakeloja. (5, s. 14 - 16.) (Kuva 7.)



KUVA 7. Rainalinjojen prosessikaavio (5, s. 14)

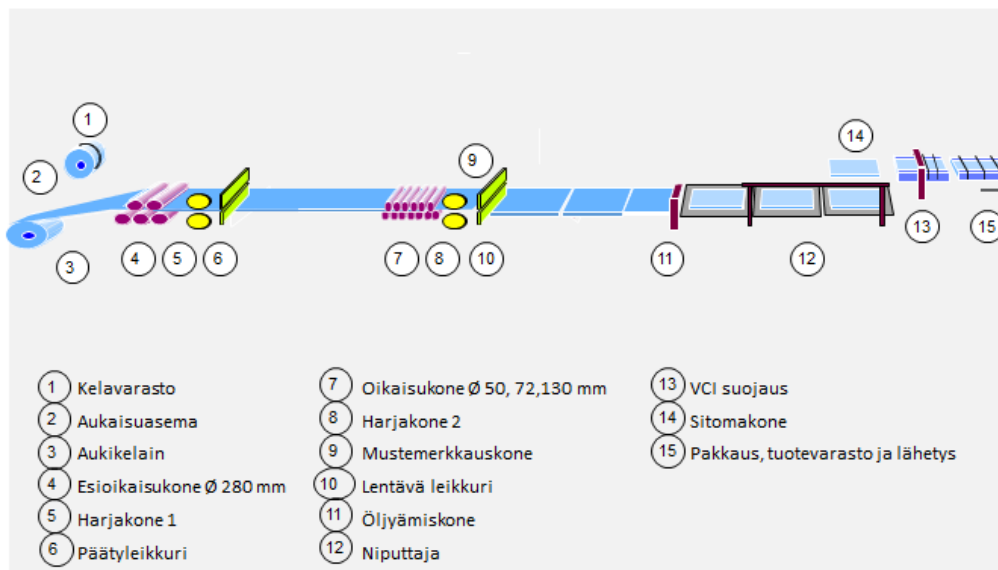
## Nauhalevyleikkauslinjat

Nauhalevyleikkauslinjoilla eli arkkilinjoilla kuumavalssatut kelat leikataan poikittaissuunnassa levyiksi asiakkaan tilauksen mukaan. LKT:lla on Arkki 2 ja Arkki 3 -linjat. Kuvassa 8 on Arkki 2 -linjan prosessikaavio sekä linjan laitteet. (5, s. 7 - 11.)



KUVA 8. Nauhalevyleikkauslinja 2 (5, s. 7)

Kuvassa 9 on Arkki 3 -linjan prosessikaavio ja laitteet.

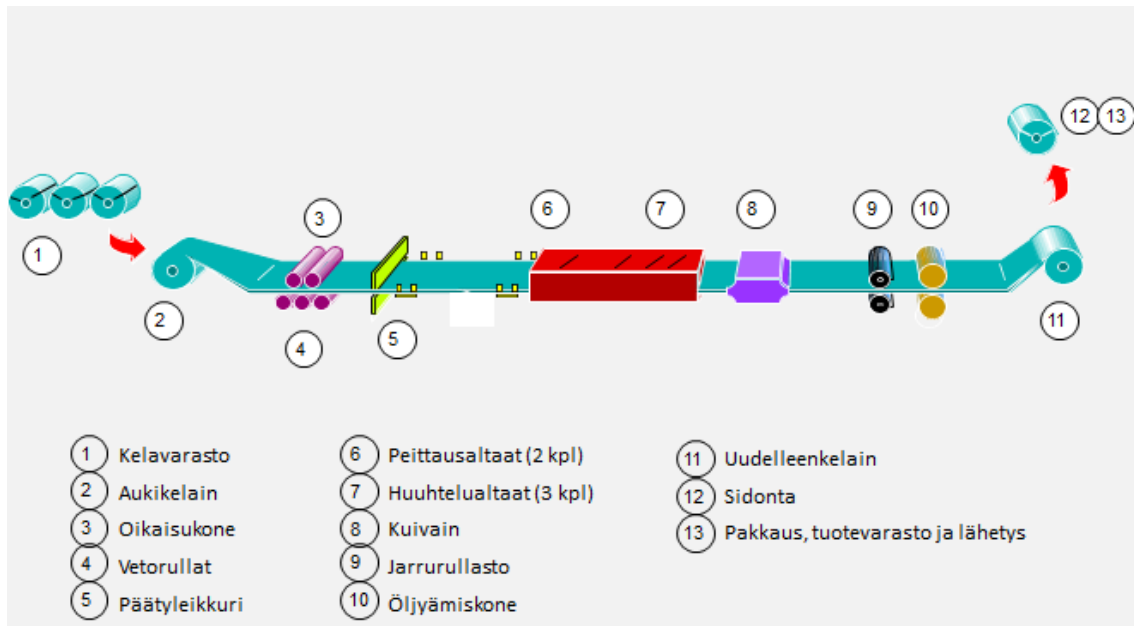


KUVA 9. Nauhalevyleikkauslinja 3 (5, s. 12)



## Peittauslinja

Peittauslinjalla kuumavalssatun nauhan pinnasta poistetaan valssihilse. Valssihilse poistetaan ajamalla nauha suolahappoaltaiden läpi. Peittauksella nauhan pinnasta saadaan puhdas ja hilseetön. Peitatut kelat jatkokäsitellään tai toimitetaan asiakkaalle. Kuvassa 10 on peittauslinjan prosessikaavio ja laitteet. (5, s. 3 - 5.)



KUVA 10. Peittauslinja (5, s. 3)

### **3 KUNNOSSAPITO**

Tuotanto-omaisuuden oikeanlaisella hoitamisella pyritään pitämään koneiden ja laitteiden kunto asiallisena eli sovitun hyvänä. Tämä on tarpeellista, koska laitteet ja koneet kuluvat käytössä. (6, s. 17.)

Yleisesti kunnossapito ymmärretään kunnossapito-osaston tekemisinä. Tämä voi johtaa kunnossapidollisten asioiden vieroksuntaan tuotanto-osastolla ja huonoimmassa tapauksessa kunnossapidollisista töistä kieltäytymiseen. Tällöin yrityksen tuotanto-omaisuuden hoitokulttuuri on heikosti kehittynyt ja kaikki koneiden ja laitteiden kuntoon liittyvät työt ovat kunnossapito-osaston vastuulla. Toimivassa tuotanto-omaisuuden hoitokulttuurissa kaikki koneen tai laitteen kanssa tekemisissä olevat sidosryhmät osallistuvat toimintakunnon hyvinvointiin omalla tavallaan. (6, s. 17)

Kunnossapito on määritelty sekä SFS-standardisoinnissa että PSK-standardisoinnissa. SFS-EN 13306:2010 määrittelee kunnossapidon seuraavasti: ”Kunnossapito, kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.” (6, s. 17.)

PSK 6201:2011 määrittelee kunnossapidon seuraavasti: ”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.” (6, s. 18.)

#### **3.1 Kunnossapidon tavoitteet**

Kunnossapidon perinteinen tarkoitus on käyttövarmuuden toteuttaminen ja parantaminen. Käyttövarmuuden analysointi on tehokas työkalu kunnossapidon kehittämisessä. Tällöin saadaan selville, mitkä yksittäiset tekijät tai toiminnot tarvitsevat parantamista ja kehittämistä. (7.)

Käyttövarmuuden analysoinnissa käyttövarmuuskokonaisuus jaetaan osiin, koska kokonaisuuden parantaminen onnistuu parhaiten sen osia parantamalla. Käyttövarmuuden osatekijöitä ovat toimintavarmuus, kunnossapidettävyys ja kunnossapitovarmuus. (8.)

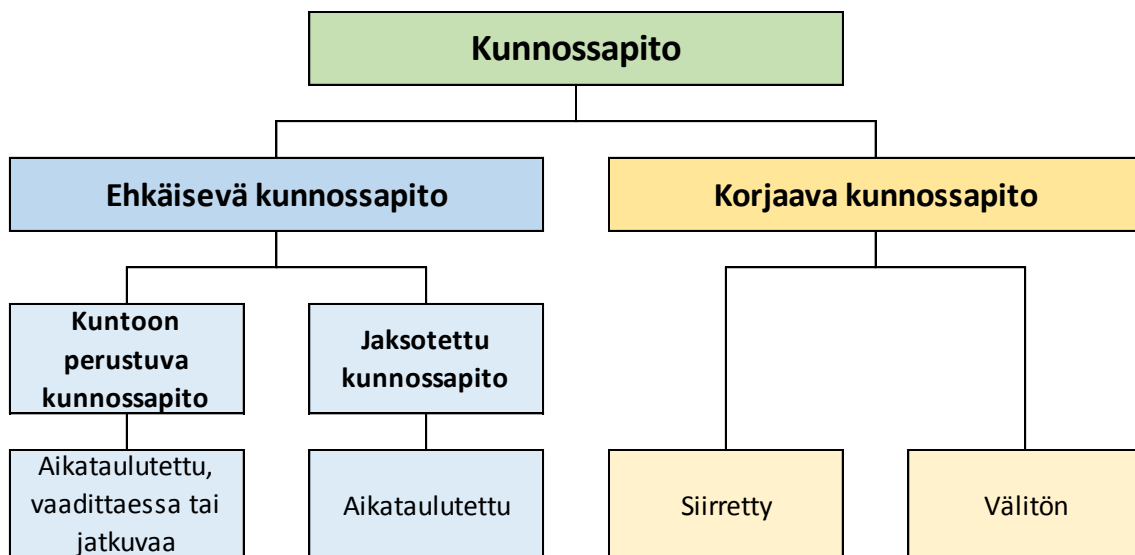
Kunnossapidon keskeinen tavoite on myös hyvä tuotannon kokonaistehokkuus eli KNL. KNL on luku, joka koostuu kolmen osatekijän tulosta: käytettävyys (K), toiminta-aste (N) ja laatukerroin (L). KNL:n käyttäminen kunnonvalvonnan mittaamisessa vaatii harkintaa, koska se ei ota kustannuksia huomioon ja on aina olemassa raja, jonka jälkeen KNL:n parantaminen ei ole enää taloudellisesti kannattavaa. (6, s. 59.)

### **3.2 Kunnossapidon jaottelu**

Kunnossapitotoimintojen jaottelu on välttämätön toimenpide tehokkaan johtamisen saavuttamiseksi. Jaottelun avulla voidaan seurata eri kunnossapitotoimintojen tehokkuutta vertailemalla erilaisten työlajien kustannuksia ja tehtyjen työtuntien määriä. (6, s. 46.)

#### **3.2.1 Jaottelu SFS-EN 13306:2010:n mukaan**

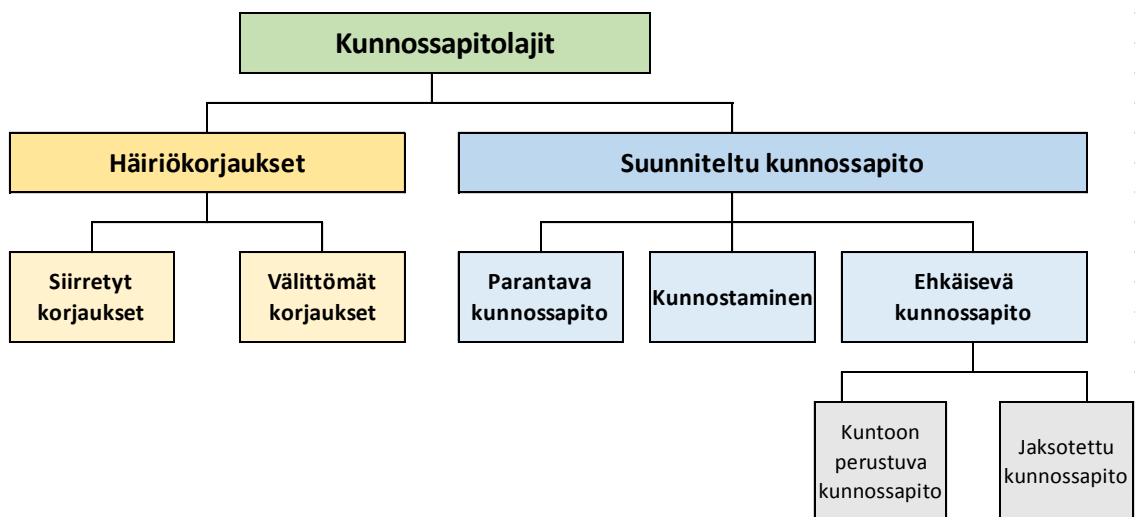
SFS-EN 13306:2010 -standardissa kunnossapitotoiminnot jaetaan vian havaitsemiseen perustuen. Tällöin ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät kaikki toiminnot, jotka tehdään ennen kuin vika estää koneen toiminnan. Kuvassa 11 on SFS-EN 13306:2010 -standardin mukainen jaottelu.



KUVA 11. Kunnossapitolajit SFS-EN 13306:2010:n mukaan (6, s. 46)

### 3.2.2 Jaottelu PSK 6201:2011:n mukaan

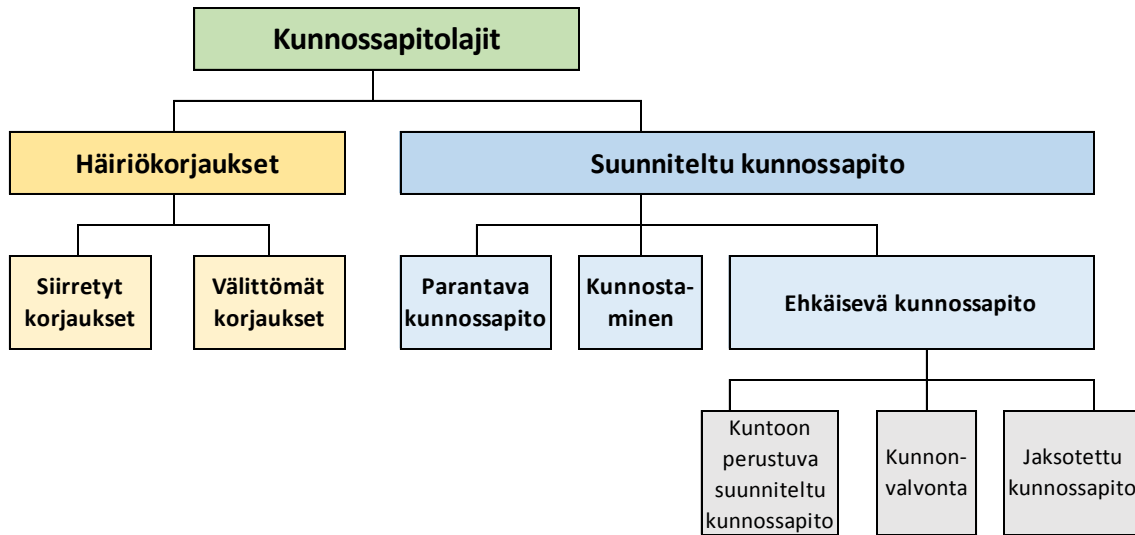
PSK 6201:2011 -standardissa kunnossapitotoiminnot jaetaan sen mukaan ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön. Kuvassa 12 on PSK 6201:2011 -standardin mukainen jaottelu.



KUVA 12. Kunnossapitolajit PSK 6201:2011 -standardin mukaan (6, s. 46 - 47)

### 3.2.3 Jaottelu PSK 7501:2010:n mukaan

PSK 7501:2010 -standardin jaottelu on samanlainen kuin PSK 6201:2011 -standardissa, mutta siinä kunnonvalvonta on omana osiona toisin kuin PSK 6201:2011 -standardissa, jossa kunnonvalvonta sisältyy kuntoon perustuvaan kunnossapitoon. Kuvassa 13 on PSK 7501:2010:n mukainen jaottelu.



KUVA 13. Kunnossapitolajit PSK 7501:2010 -standardin mukaan (6, s. 47)

### 3.3 Tuotanto-omaisuuden hoitaminen

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen ei ole standardien mukaan määritelty termi Suomessa. Termiä pidetään mielekkäänä, koska se korostaa kaikkien tuotanto-prosessiin osallistuvien ihmisten roolia tuotannon koneiden toimintakunnosta huolehtimisessa. (6, s. 30.)

Koneen kunto kuuluu tasavertaisesti niin koneen käyttäjälle kuin kunnossapitäjällekin. Tosin heidän roolinsa ja vastuunsa ovat erilaiset koneen kunnossapidossa. Koneen käyttäjälle kuuluu toimintoja, joilla hän pitää koneen siistinä ja toimivana. Kunnossapitäjälle kuuluu toiminnot, jotka vaativat ammattitaitoa ja osaamista. Tuotanto-omaisuuden hoitaminen voidaan jakaa viiteen päälajiin:

- huolto
- ehkäisevä kunnossapito
- korjaava kunnossapito
- parantava kunnossapito

- vikojen ja vikaantumisen selvittäminen. (6, s. 30 - 49.)

Huollon tehtäviin kuuluu koneiden toimintaympäristön ja edellytyksien ylläpito. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu joukko tekniikoita, joilla pyritään estämään vikaantuminen tai hallitsemaan vikaantumista. Korjaavassa kunnossapidossa kunnostetaan havaitut viat. Parantavassa kunnossapidossa parannetaan laitteiden käytettävyyttä. Vikojen ja vikaantumisen selvittämisessä paikannetaan teki-  
jöitä, jotka ovat epäsuotuisia tuotantoprosessille. (6, s. 49.)

### **3.3.1 Ehkäisevä kunnossapito**

SFS-EN 13306:2010 -standardi määrittelee ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti: "Määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä pienennetään vikaantumisen mahdollisuutta tai kohteen toiminnan heikkenemistä". (6, s. 50.)

PSK 6201:2011 -standardi määrittelee ehkäisevän kunnossapidon taas seuraavasti: "Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurioituminen". (6, s. 50.)

Ehkäisevä kunnossapito koostuu kohteen suorituskyvyn ja sen parametrien seurannasta. Ehkäisevä kunnossapito on suunniteltua ja säännöllistä toimintaa, jota tehdään koneen käynnin tai erilaisten seisokkien aikana. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu säännöllisesti tehtäviä toimenpiteitä:

- tarkastaminen
- kuntoon perustuva kunnossapito, esimerkiksi kunnonvalvonta ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus
- määräystenmukaisuuden toteaminen
- testaaminen ja toimintakunnon toteaminen
- käynninvalvonta
- vikaantumistietojen analysointi. (6, s. 50.)

## **Kunnonvalvonta**

PSK 6201:2011 määrittelee kunnonvalvonnan seuraavasti: ”Kunnonvalvonnalla määritellään kohteen toimintakunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittyminen mahdollisen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohdan määrittämiseksi. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein sekä mittalaittein tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi. Kunnonvalvonta tuottaa lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon ja korjauksen suunnitteluun”. Kunnonvalvonnan menetelmiä ovat

- värähtelymittaukset
- aistinvaraiset havainnot
- voiteluaineanalyysit
- lämpötilan mittaus
- NDT-menetelmät
- ääni- ja ultraäänimittaukset
- venymäliuskamittaukset. (9, s. 101.)

### **Värähtelymittaukset**

Värähtelymittaukset ovat yleisin käytetty kunnonvalvontamenetelmä, kun mitataan teollisuuden pyöriviä laitteita ja koneita. Oikein käytettynä värähtelymittaus on usein kunnonvalvonnan tehokkain mittausmenetelmä, mutta väärässä soveluskohteessa ja käytössä värähtelymittaukset eivät hyödytä. (10.)

Hitaasti pyörivien laitteiden viat ovat vastaavia kuin nopeasti pyörivillä laitteilla, mutta niiden dynaamiset voimat ovat huomattavasti pienempiä. Laitteelle jossa on pienet dynaamiset voimat on haastavampi toteuttaa luotettavaa kunnonvalvontaa värähtelymittauksilla, kuin vastaavalle laitteelle jossa on suuremmat dynaamiset voimat. (11, s. 347.)

### **3.3.2 Huolto**

Huollon tehtävänä on pitää yllä kohteen käyttöominaisuuksia ja palauttaa heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä sekä estää vaurion syntyminen. Huolto on pääsääntöisesti jaksotettua huoltoa, jossa työt tehdään määräväleihin. Huoltoon kuuluvat toimintaedellytysten vaaliminen, puhdistus, voitelu, huoltami-

nen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen ja toimintakyvyn palauttaminen. (6, s. 49 - 50.)

### **3.3.3 Korjaava kunnossapito**

Korjaavan kunnossapidon tehtävänä on palauttaa vikaantuneeksi todettu osa tai komponentti käyttökuntoon. Korjaava kunnossapito voi olla suunnittelematonta eli häiriökorjausta tai suunniteltua eli kunnostamista. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu korjaus, väliaikainen korjaus, toimintakunnon palauttaminen sekä vian määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen. (6, s. 51.)

### **3.3.4 Parantava kunnossapito**

Parantavaa kunnossapitoa on kolmenlaista. Ensimmäisessä tyypissä kohteen rakennetta muutetaan vaihtamalla siihen uudempia osia ja komponentteja. Tällöin kohteen suorituskykyä ei muuteta. Toiseen tyyppiin kuuluu uudelleen suunnittelu ja -korjaus. Tällöin tarkoituksena on parantaa kohteen epäluotettavuutta mutta ei muuttaa sen suorituskykyä. Kolmanteen tyyppiin kuuluvat modernisointit, joissa parannetaan kohteen suorituskykyä. Yleensä tällöin uudistetaan myös valmistusprosessia. (6, s. 51 - 52.)

### **3.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen**

Kunnossapidon standardit eivät käsittele vikojen ja vikaantumisen selvittämistä ja sitä ei toistaiseksi mielletä kuuluvaksi kunnossapitoon. Kuitenkin asiantuntijoiden mukaan vikahistorioiden ja riskianalyysien käyttö muodostuvat yhdeksi tärkeimmistä kunnossapitoa ohjaavista voimista. Vikojen ja vikaantumisen selvittämisessä hankitaan tietoa vikaantumisen perussyystä ja vikaantumisprosessista. Näiden tietojen avulla voidaan suorittaa toimenpiteitä, joilla vältetään vian uusiutuminen. Kaikkien vikojen analysointi ei kuitenkaan ole mielekäästä, koska tämä vaatii erikoisosaamista ja sitoo resursseja. (6, s. 52.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisen tavanomaisia menetelmiä ovat vika-analyysit, simulointi, uudelleen mallintaminen, juurisyyn selvittäminen, materiaalianalyysit, suunnittelun analyysit ja vikaantumispotentiaalin kartoitus. (6, s. 52.)



### **3.4 Kunnossapidon tietojärjestelmä**

Nykyisin tuotantolaitoksissa on käytössä monia tietojärjestelmiä. Osa tietojärjestelmistä ovat itsenäisiä ja toiset ovat integroitu suuriksi kokonaisuuksiksi. Kunnossapito-organisaatio käyttää tietojärjestelmää halutun toiminnallisuuden saavuttamiseksi. Kunnossapidon tietojärjestelmän kaikkiin osioihin sisältyy yleensä raportointi- ja tulostusmahdollisuus, joiden avulla tehdään listauksia ja seuranta. Kunnossapidon tietojärjestelmään sisältyviä osioita ovat

- laitepaikkojen perustiedot
- materiaalihallinta
- vika- ja häiriöilmoitukset
- työmääräimet
- ehkäisevän kunnossapidon järjestelmä
- osto-tilausjärjestelmä
- palvelun myynti ja laskutus
- dokumenttien hallinta
- yhteystietorekisteri
- resurssienhallinta
- työtuntien kirjaus palkanlaskennan pohjaksi
- kalibrointi. (12, s. 160 - 162.)

#### **3.4.1 Työmääräinjärjestelmä**

Työmääräinjärjestelmän avulla hallitaan kunnossapitotöiden tietoja ja tapahtumia. Työmääräinjärjestelmällä rekisteröidään tarve työlle ja tehdään suunnittelu ja varaukset työlle. Sillä välitetään myös tarvittava tieto työn tekijälle ja seurataan työn etenemistä. Työmääräinjärjestelmään tallennetaan tiedot vian tyypistä, vikaantumisen syistä ja korjaustoimenpiteistä. (12, s. 171.)

#### **3.4.2 Ehkäisevän kunnossapidon järjestelmä**

Ehkäisevän kunnossapidon järjestelmällä hallitaan määrävälein tehtäviä töitä, esimerkiksi huolto, tarkastus, mittaus ja puhdistus. Tässä järjestelmässä olevat työt on jaksotettu kalenteri-, käyntitunti- tai tuotantomääräperusteisesti. Kehit-

tyneemmissä järjestelmissä jaksotus voi perustua reaaliaikaiseen kuntotietoon. (12, s. 172.)

Ehkäisevässä kunnossapidossa on käytössä usein monenlaisia kehittyneitä mittauslaitteita, joihin liittyy tietotekniikkaa ja ohjelmia. Nämä ohjelmat voivat toiminnallisuuksiltaan olla päällekkäin kunnossapidon tietojärjestelmän kanssa. Tällöin on päätettävä, kummassa järjestelmässä toiminto käsitellään. Mahdollisuutena on myös järjestelmien integrointi kokonaisuudeksi. Järjestelmät voidaan pitää myös erillään mutta mahdollistaa tiedon kulku liittymän kautta ohjelmien välillä. (12, s. 173.)

## 4 ÖLJYJEN PUHTAUS JA KUNNONVALVONTA

Voitelukalvon paksuus on tyypillisesti 0,3 - 2  $\mu\text{m}$ , joten pienetkin epäpuhtaudet rikkovat voitelukalvon ja haittaavat ratkaisevasti voitelutilannetta. Tällöin laitteen elinikä ja käyttövarmuus alenevat. (13, s. 114.)

Voiteluaineen epäpuhtaudet voivat olla kiinteitä, nestemäisiä tai kaasumaisia. Voiteluaineen ja voitelujärjestelmien tarkkailu ja voiteluaineen analysointi mahdollistavat voiteluhäiriöiden huomaamisen, ennen kuin häiriöt rajoittavat tuotantoa tai jopa voiteluhäiriöiden syntymisen estämisen. (13, s. 115.)

### 4.1 Puhtausluokat

Voiteluaineiden hiukkasmäärien ilmoittamiseen on standardeja. Standardit määrittävät hiukkasten lukumäärät eri hiukkasten kokoalueilla. (13, s. 120 - 127.)

#### 4.1.1 Puhtausluokitus ISO 4406:1999:n mukaan

ISO 4406:1999 on kansainvälinen standardi ja luokitusjärjestelmä, jolla määritellään hiukkasten määrä hydrauliiikkaöljyssä. Standardia käytetään yleisesti myös muidenkin öljyjen puhtauksien määrittämiseen. Tarkoituksena on ilmoittaa hiukkasten lukumäärät laajemmissa kokoluokissa koodien avulla ja näin yksinkertaistaa esitystä. Kun puhtausluokka kasvaa yhdellä luokalla, hiukkasten lukumäärä kaksinkertaistuu. (13, s. 121.)

ISO 4406:1999 -standardin mukaisessa luokittelussa on kolme hiukkaskoko-alueita:  $\geq 4 \mu\text{m}(c)$ ,  $\geq 6 \mu\text{m}(c)$  ja  $\geq 14 \mu\text{m}(c)$  ja 29 puhtausluokkaa välillä 0 - 28. Standardi määrittää hiukkasten kumulatiivisen lukumäärän kullakin kokoalueella ja se ilmoitetaan hiukkasten lukumäärää vastaavalla puhtausluokalla. Puhtausluokat ilmoitetaan pienimmästä suurimpaan erottaen ne kauttaviivoilla. Standardissa käytetään kokoalueen yhteydessä merkintää (c) kuvaamaan, että mittaus on suoritettu automaattisella hiukkaslaskimella ISO 11500 -standardin mukaisesti tai jollakin muulla tunnetulla menetelmällä, joka on kalibroitu ISO 11171 -standardin mukaisesti. (13, s. 120 - 121.)

Taulukossa 1 on esitetty ISO 4406:1999 -standardin mukaiset hiukkasmäärät puhtausluokittain. Jos hiukkaslaskennan koodi on 18/16/12,

- kokoluokan  $\geq 4 \mu\text{m(c)}$  hiukkasia on havaittu enemmän kuin 130 000 ja vähemmän kuin 260 000 kpl sadassa millilitrassa
- kokoluokan  $\geq 6 \mu\text{m(c)}$  hiukkasia on havaittu enemmän kuin 32 000 ja vähemmän kuin 64 000 kpl sadassa millilitrassa
- kokoluokan  $\geq 14 \mu\text{m(c)}$  hiukkasia on havaittu enemmän kuin 2 000 ja vähemmän kuin 4 000 kpl sadassa millilitrassa. (13, s. 123 - 124.)

TAULUKKO 1. ISO 4406:1999:n puhtausluokat (13, s. 124)

| ISO-koodi<br>(ISO-4406:1999) | Hiukkastenlukumäärä/100 ml |                |
|------------------------------|----------------------------|----------------|
|                              | min.                       | max.           |
| 0                            | 0,50                       | 1,00           |
| 1                            | 1,00                       | 2,00           |
| 2                            | 2,00                       | 4,00           |
| 3                            | 4,00                       | 8,00           |
| 4                            | 8,00                       | 16,00          |
| 5                            | 16,00                      | 32,00          |
| 6                            | 32,00                      | 64,00          |
| 7                            | 64,00                      | 130,00         |
| 8                            | 130,00                     | 250,00         |
| 9                            | 250,00                     | 500,00         |
| 10                           | 500,00                     | 1 000,00       |
| 11                           | 1 000,00                   | 2 000,00       |
| 12                           | 2 000,00                   | 4 000,00       |
| 13                           | 4 000,00                   | 8 000,00       |
| 14                           | 8 000,00                   | 16 000,00      |
| 15                           | 16 000,00                  | 32 000,00      |
| 16                           | 32 000,00                  | 64 000,00      |
| 17                           | 64 000,00                  | 130 000,00     |
| 18                           | 130 000,00                 | 260 000,00     |
| 19                           | 260 000,00                 | 500 000,00     |
| 20                           | 500 000,00                 | 1 000 000,00   |
| 21                           | 1 000 000,00               | 2 000 000,00   |
| 22                           | 2 000 000,00               | 4 000 000,00   |
| 23                           | 4 000 000,00               | 8 000 000,00   |
| 24                           | 8 000 000,00               | 16 000 000,00  |
| 25                           | 16 000 000,00              | 32 000 000,00  |
| 26                           | 32 000 000,00              | 64 000 000,00  |
| 27                           | 64 000 000,00              | 130 000 000,00 |
| 28                           | 130 000 000,00             | 250 000 000,00 |

#### 4.1.2 Puhtausluokitus NAS 1638:n mukaan

NAS 1638 -standardissa on käytössä viisi hiukkaskokoaluetta ja 14 puhtauskokoaluetta, välillä 00 - 12. Standardi ilmoittaa hiukkasten lukumäärän kullekin kokoalueelle. Yleensä NAS 1638 -standardin mukaan puhtausluokka ilmoitetaan yhdellä numerolla, tällöin ilmoitetaan huonoin puhtausluokka tutkituilta viideltä kokoalueelta. Taulukossa 2 on listattu NAS 1638:n mukaiset hiukkasten lukumäärät puhtausluokittain jokaisella kokoalueella. (13, s. 121.)

TAULUKKO 2. NAS 1638 -standardin mukaiset puhtausluokat (14, s. 7)

| NAS-koodi<br>(NAS-1638) | Hiukkasten lukumäärä/ 100 ml, max. |          |          |           |          |
|-------------------------|------------------------------------|----------|----------|-----------|----------|
|                         | Kokoalueet                         |          |          |           |          |
|                         | 5-15 µm                            | 15-25 µm | 25-50 µm | 50-100 µm | > 100 µm |
| 00                      | 125                                | 22       | 4        | 1         | 0        |
| 0                       | 250                                | 44       | 8        | 2         | 0        |
| 1                       | 500                                | 89       | 16       | 3         | 1        |
| 2                       | 1 000                              | 178      | 32       | 6         | 1        |
| 3                       | 2 000                              | 356      | 63       | 11        | 2        |
| 4                       | 4 000                              | 712      | 126      | 22        | 4        |
| 5                       | 8 000                              | 1 425    | 253      | 45        | 8        |
| 6                       | 16 000                             | 2 850    | 506      | 90        | 16       |
| 7                       | 32 000                             | 5 700    | 1 012    | 180       | 32       |
| 8                       | 64 000                             | 11 400   | 2 025    | 360       | 64       |
| 9                       | 128 000                            | 22 800   | 4 050    | 720       | 128      |
| 10                      | 256 000                            | 45 600   | 8 100    | 1 440     | 256      |
| 11                      | 512 000                            | 91 000   | 16 200   | 2 880     | 512      |
| 12                      | 1 024 000                          | 182 400  | 32 400   | 5 760     | 1 024    |

NAS 1638 -standardin on korvaamassa SAE-AS4059D-standardi. SAE-AS4059D-standardiin on lisätty yksi puhtausluokka ja kokoalue verrattuna NAS 1638 -standardiin. Uusi kokoluokka on > 4 µm(c) ja uusi puhtausluokka on 000. Myös muiden viiden kokoalueen arvot muuttuivat, mutta nämä vastaavat vanhojen kokoalueiden hiukkaskokoja. SAE-AS4059D-standardissa on luovuttu differentiaalisesta laskennasta ja siirrytty kumulatiiviseen laskentaan kuten ISO 4406 -standardissa. Standardin SAE-AS4059D mukaiset uudet puhtausluokat ovat taulukossa 3. (15, s. 20.)

TAULUKKO 3. SAE-AS4059D:n mukaiset puhtausluokat (15, s. 20)

| SAE-koodi<br>(SAE-AS4059D) | Hiukkasten lukumäärä / 100 ml, max. |           |            |            |            |            |
|----------------------------|-------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
|                            | Vanhat kokoalueet, NAS 1638         |           |            |            |            |            |
|                            | > 1 µm                              | > 5 µm    | > 15 µm    | > 25 µm    | > 50 µm    | > 100 µm   |
|                            | Uudet kokoalueet, SAE-AS4059D       |           |            |            |            |            |
|                            | > 4 µm(c)                           | > 6 µm(c) | > 14 µm(c) | > 21 µm(c) | > 38 µm(c) | > 70 µm(c) |
|                            | Kokoluokka                          |           |            |            |            |            |
|                            | A                                   | B         | C          | D          | E          | F          |
| 000                        | 195                                 | 76        | 14         | 3          | 1          | 0          |
| 00                         | 390                                 | 152       | 27         | 5          | 1          | 0          |
| 0                          | 780                                 | 304       | 54         | 10         | 2          | 0          |
| 1                          | 1 560                               | 609       | 109        | 20         | 4          | 1          |
| 2                          | 3 120                               | 1 220     | 217        | 39         | 7          | 1          |
| 3                          | 6 250                               | 2 430     | 432        | 76         | 13         | 2          |
| 4                          | 12 500                              | 4 860     | 864        | 152        | 26         | 4          |
| 5                          | 25 000                              | 9 730     | 1 730      | 306        | 52         | 8          |
| 6                          | 50 000                              | 19 500    | 3 460      | 612        | 106        | 16         |
| 7                          | 100 000                             | 38 900    | 6 920      | 1 220      | 212        | 32         |
| 8                          | 200 000                             | 77 900    | 13 900     | 2 450      | 424        | 64         |
| 9                          | 400 000                             | 156 000   | 27 700     | 4 900      | 848        | 128        |
| 10                         | 800 000                             | 311 000   | 55 400     | 9 800      | 1 700      | 256        |
| 11                         | 1 600 000                           | 623 000   | 111 000    | 19 600     | 3 390      | 512        |
| 12                         | 3 200 000                           | 1 250 000 | 222 000    | 39 200     | 6 780      | 1 020      |

SAE-AS4059D -standardin mukaisesti puhtausluokka voidaan ilmoittaa kolmella tavalla:

- ilmoitetaan puhtausluokka tietyn hiukkaskoon ja sitä suurempien partikkelien määrän perusteella, esimerkiksi luokka 6 tai 6B
- ilmoitetaan erillisillä puhtausluokka-arvolla useille eri hiukkaskokoalueille, esimerkiksi 6B/5C/4D/3E
- ilmoitetaan suurin puhtausluokka laajemmalta hiukkaskokoalueelta, esimerkiksi 6 A - F. (15, s. 20.)

#### 4.1.3 Suositellut puhtausluokat

Järjestelmien puhtauksille on paljon suosituksia ja määrityksiä eri tahojen määrittäminä. Suosituksia on useissa standardeissa sekä hydraulikka- ja voitelujär-

jestelmille. Lisäksi esimerkiksi laakeri- ja hydraulikkatoimilaitteiden toimittajat määrittelevät sallittuja puhtaustasoja.

#### 4.1.3.1 Hydraulikkajärjestelmien puhtaus

Hydraulikkajärjestelmien puhtauksien suositukset ovat taulukossa 4. Taulukossa on Voiteluaineiden puhtaus -teoksen kirjoittajien näkemys kokoomateoksesta Teollisuusvoitelu. (13, s. 128.)

*TAULUKKO 4. Hydraulikkajärjestelmien puhtaussuositukset (13, s. 128)*

| Järjestelmä                | Puhtausluokka |          |
|----------------------------|---------------|----------|
|                            | ISO 4406      | NAS 1638 |
| Servohydrauliikka          | 16/13/10      | 4        |
| Prorortionaalihydrauliikka | 19/16/13      | 6 - 8    |
| Normaalihydrauliikka       | 21/18/15      | 9        |

RR 2065 Teollisuushydraulikkajärjestelmien suunnittelu- ja hankintaohje on Ruukki Metalsin aikainen tehtaan standardi. Standardissa on määritelty hydraulikkajärjestelmien suodatuksen vaatimuksia puhtausluokkien saavuttamiseksi: ”Järjestelmän suodatus tulee suunnitella siten, että standardien ISO 4406 (1987), ISO 4406 (1999) tai NAS 1638 mukaiset puhtausluokat saavutetaan, ellei järjestelmään liittyvien komponenttien toimittaja aseta vieläkin tiukempia vaatimuksia. Puhtausluokan tavoitetaso määritetään paineliitännästä suo- jasuodattimen jälkeen järjestelmän normaalissa käyttötilanteessa.” Taulukossa 5 on standardin puhtausvaatimukset. (16, s. 15.)

*TAULUKKO 5. Hydraulijärjestelmien puhtausvaatimukset RR 2065:n mukaan (16, s. 15)*

| Järjestelmä                | Puhtausluokka   |                 |          |
|----------------------------|-----------------|-----------------|----------|
|                            | ISO 4406 (1987) | ISO 4406 (1999) | NAS 1638 |
| Servojärjestelmät          | (17)/13/10      | 18/13/10        | 4        |
| Proportionaalijärjestelmät | (18)/15/12      | 20/15/12        | 6        |
| Muut järjestelmät          | (19)/16/13      | 22/16/13        | 7        |

C.C. Jensen on tanskalainen suodatintuottaja. Jensenin tuotevalikoimaan kuuluvat hydraulijärjestelmien suodattimet. Myös Jensen ottaa kantaa öljyjen puhtaussuositukseen Puhtaan öljyn oppaassa. Taulukossa 6 on Jensenin puhtaussuositukset eri hydraulijärjestelmille. (17, s. 10.)

*TAULUKKO 6. Jensenin asettamat puhtaussuositukset (17, s. 10)*

| Järjestelmä                       | Puhtausluokka |
|-----------------------------------|---------------|
|                                   | ISO 4406:1999 |
| Servo- ja korkeapainehydrauliikka | 16/14/11      |
| Vakio hydrauliikka                | 17/15/12      |

Hydac on saksalainen hydraulikomponenttien ja toimilaitteiden valmistaja, ja se ottaa laajemmin kantaa eri komponenttien puhtauksille. Taulukossa 7 on Hydacin vaatimukset toimilaitteiden puhtauksille eri paine-alueilla. (18.)

*TAULUKKO 7. Hydrauliiikan puhtausvaatimukset Hydacin mukaan (18)*

|                            | Toimilaite                   | Puhtausluokka |               |           |
|----------------------------|------------------------------|---------------|---------------|-----------|
|                            |                              | ISO 4406:1999 |               |           |
|                            |                              | < 140 bar     | 140 - 200 bar | > 200 bar |
| <b>Pumput ja moottorit</b> | Hammaspöytä ja siipi         | 20/18/15      | 19/17/14      | 18/16/13  |
|                            | Mäntäpumppu                  | 19/17/14      | 18/16/13      | 17/15/12  |
|                            | Siipipumppu, säätävä         | 18/16/13      | 17/15/12      |           |
|                            | Mäntäpumppu, säätävä         | 18/16/13      | 17/15/12      | 16/14/11  |
| <b>Käytöt</b>              | Sylinterit                   | 20/18/15      | 19/17/14      | 18/16/13  |
|                            | Hydrostaattinen voimansiirto | 16/15/12      | 16/14/11      | 15/13/10  |
|                            | Testipenkit                  | 15/13/10      | 15/13/10      | 15/13/10  |
| <b>Venttiilit</b>          | Vastaventtiili               | 20/18/15      | 20/18/15      | 19/17/14  |
|                            | Suuntaventtiili              | 20/18/15      | 19/17/14      | 18/16/13  |
|                            | Virransäätöventtiili         | 20/18/15      | 19/17/14      | 18/16/13  |
|                            | Istukkaventtiili             | 19/17/14      | 18/16/13      | 17/15/12  |
|                            | Proportionaaliventtiili      | 17/15/12      | 17/15/12      | 16/14/11  |
|                            | Servoventtiili               | 16/14/12      | 16/14/11      | 15/13/10  |



#### 4.1.3.2 Voiteluöljyjen puhtaus

Jensen määrittelee Puhtaan öljyn oppaassa myös vaihteistojen voiteluöljyille puhtausluokka suositukset. Jensenin suositukset vaihteiden voiteluöljyille ovat taulukossa 8. (17, s. 10.)

*TAULUKKO 8. Vaihteiden öljyjen puhtaudet Jensenin mukaan (17, s. 10)*

| Sovelluskohde             | Puhtausluokka |
|---------------------------|---------------|
|                           | ISO 4406:1999 |
| Kriittiset vaihteistot    | 16/14/11      |
| Vakiovaihteistot          | 17/15/12      |
| Ei-kriittiset vaihteistot | 19/17/14      |
| Ei sovellu vaihteistoihin | 22/20/17      |

Hydac on määrittellyt myös voiteluöljyille puhtaustavoitteet. Hydac ilmoittaa puhtaustavoitteet eri laakerityypeille. Hydacin asettamat voiteluöljyjen tavoitepuhtaudet ovat taulukossa 9. (18.)

*TAULUKKO 9. Voiteluöljyjen puhtaustavoitteet Hydacin mukaan (18)*

| Komponentti    | Puhtausluokka |
|----------------|---------------|
|                | ISO 4406:1999 |
| Liukulaakeri   | 18/15/12      |
| Vaihdelaatikko | 17/15/12      |
| Kuulalaakeri   | 15/13/10      |
| Rullalaakeri   | 16/14/11      |

#### 4.2 Öljyjen kunnonvalvonta

Koneiden ja laitteiden kehittymisen myötä niiltä vaaditaan myös enemmän. Laitteiden on toimittava luotettavasti ja ennustettavasti. Samaan aikaan niiltä vaaditaan suurempia tuotantomääriä, parempaa laaduntuottokykyä sekä kokonaistaloudellisuutta. Koska öljyä voidaan pitää koneen osana, siltäkin vaaditaan enemmän. Tällöin öljyn säännöllinen kunnonvalvonta ja huoltotoimenpiteet ovat välttämättömiä. (19, s. 170.)

Huonokuntoinen öljy aiheuttaa esimerkiksi servo- ja proportionaalihydrauliikka-järjestelmissä säätötarkkuuden huonontumista. Muissa voimansiirtoyksiköissä huonokuntoinen öljy aiheuttaa toimintahäiriöitä ja ennenaikaista kulumista. (19, s. 170.)

Huonokuntoisessa öljyssä on tapahtunut sekä fysikaalisia että kemiallisia muutoksia. Laitteistosta irronneiden kulumahiukkasten lisäksi öljyyn pääsee järjestelmästä tai sen ulkopuolelta vettä ja muita epäpuhtauksia. (19, s. 170.)

Öljyjen kunnonvalvonta on analyysien tekemistä online-laitteilla ja laboratorio-tutkimuksilla. Näiden perusteella seurataan muutoksia öljyn kunnossa ja reagoidaan niihin. Öljyanalyysit jaotellaan

- perusominaisuuksien analyysihin
- hiukkasanalyysihin
- kulumametallianalyysihin. (19, s. 170 – 171.)

### **Perusominaisuuksien analyysit**

Perusominaisuuksien analyysit jaotellaan kahteen ryhmään: yleisimpiin analyysihin ja lisäanalyysihin. Yleisimpiin analyysihin kuuluvat visuaalinen tarkastelu sekä viskositeetin, happoluvun eli TANin ja kiintoaineen painoprosentin määrittäminen. Lisäanalyysihin kuuluvat öljynlaadun, vesipitoisuuden, viskositeettiindeksin, lisäaineiden, vieraiden ainesosien, hapettumisen ja vaahtoamisen määrittäminen. Perusominaisuuksien analysointia käytetään kaikissa järjestelmissä öljyn laadusta ja järjestelmän tyypistä riippumatta. (19, s. 172.)

### **Hiukkasanalyysit**

Hiukkasanalyysihin kuuluvat hiukkasten kokojakauman sekä laadun ja muodon analysoiminen. Hiukkasten kokojakauman tutkimisessa määritetään standardin mukainen puhtausluokka tai laajempi listaus hiukkasten kokojakaumasta. Analysointi tehdään joko manuaalisesti mikroskoopin avulla laskien tai käyttämällä hiukkaslaskinta. Hiukkasten laadun ja muodon tutkiminen suoritetaan mikroskoopilla. Hiukkasanalyysijä voidaan käyttää hydrauliikka- ja kiertovoitelujärjestelmissä. (19, s. 174.)

## Kulumametallianalyysit

Kulumametallianalyyseihin kuuluu spektrometriset analyysit ja ferrografia. Spektrometrisessä analyysissä määritetään kulumametallien kokonaispitoisuus öljyssä laboratoriotesteillä. Tällöin on hyödyllistä tietää järjestelmässä ja koneen osissa käytetyt metallit. Tulokset ilmoitetaan tavallisesti miljoonasosina eli ppm:inä (mg/kg). Ferrografian tuloksina saadaan kulumisen kokonaismäärä tai kulumisindeksi ja kulumisen vakavuus. Kulumametallianalyysejä voidaan käyttää kiertovoitelu- ja kylpyvoitelujärjestelmissä. (19, s. 177.)

### 4.2.1 Näytteenotto

Öljyjen kunnonvalvonnan kriittisin kohta on näytteenotto. Väärin otetusta näytteestä on paljon haittaa, koska näytteen analysointi maksaa ja tuloksista tehdyt johtopäätökset voivat johtaa väärin toimenpiteisiin. Näytteenottoa helpottavat hyvä suunnittelu ja valmistautuminen. Näytepullojen ja muiden näytteenottoon tarvittavien laitteiden on oltava puhtaita ja tarkoituksenmukaisia. Kuvassa 14 on pullonäytteenoton vaiheet näytteenottohanasta. Näytteenottoon tarvittavat varusteet ovat

- hiukkasvapaa näytepullo
- rätti
- avonainen astia. (19, s. 178; 17, s. 5 - 6.)



*KUVA 14. Pullonäytteenoton vaiheet (17, s. 5)*

Näytteenotto suoritetaan seuraavalla tavalla:

1. Avonainen astia asetetaan näytteenottohanan alle.

2. Näytteenottohana aukaistaan.
3. Öljyä valutetaan vähintään 0,5 l astiaan näytteenottoputken puhdistamiseksi.
4. Näytteenottopullo avataan.
5. näytteenottopullo asetetaan öljyvirran alle koskematta näytteenottohanaa.
6. Näytteenottopulloon annetaan valua öljyä 3/4-osaa pullon tilavuudesta.
7. Näytteenottopullo suljetaan välittömästi.
8. Näytteenottohana suljetaan.
9. Näytteenottopullo merkitään sovitulla ja riittävällä tavalla. (17, s. 5 - 6.)

#### **4.2.2 Näytteenottotiheys ja trendiseuranta**

Öljyssä tapahtuvien muutoksien eli trendin seurannassa on tiedettävä järjestelmän normaalitaso, jotta voidaan seurata muutoksen ja nopeutta ja suuntaa. Normaalitason perusteella määritetään myös järjestelmälle sopivat varoitus- ja hälytysrajat mittaustuloksille. (20, s. 55.)

Luotettavan trendin aikaansaamiseksi tulosten on oltava vertailukelpoisia. Tämä edellyttää, että näytteidenotot on tehty samoista paikoista ja samalla tavalla. (20, s. 55.)

Näytteidenoton tiheyttä tulisi harkita tarpeisiin perustuen. Liian usein otetut näytteet aiheuttavat turhia kustannuksia ja töitä. Liian harvoin otetut näytteet eivät hyödytä ennakoivaa kunnossapitoa ja lisäävät vaurioriskiä järjestelmässä. (19, s. 178.)

Näytteenottotiheys määritetään järjestelmäkohtaisesti käyttäen apuna laitteiden kriittisyysluokittelua. Mitä kriittisempi ja tärkeämpi laite on, sitä lyhemmillä väleillä sitä tutkitaan. Myös öljynvaihdon ja muiden merkittävien kunnossapitotöiden jälkeen olisi kannattavaa tutkia öljyn kunto ja puhtaus. (20, s. 55.)

### **4.3 Hiukkaslaskenta**

Öljyjen hiukkaslaskennan eli partikkelilaskennan tulos kertoo, kuinka paljon ja minkä kokoisia hiukkasia tutkittavassa öljyssä on. Hiukkaslaskentaa käytetään öljyn ja mekaanisten laitteiden kunnonvalvonnassa. (21, s. 54.)

Online-hiukkaslaskimella tarkoitetaan laskinta, jolla mittaus tehdään suoraan öljyjärjestelmästä. Pienten kiinteästi asennettujen ja kokoajan mittausta tekevien laskimien lisäksi monet kannettavat laskimet ovat online-laskimia, esimerkiksi Pamas S40. Online-laskimien lisäksi myös laboratorio käytössä olevilla pullonäytelaskimilla voidaan tehdä hiukkaslaskentaa, esimerkiksi Pamas SBSS. (22, s. 25.)

### **4.4 Online-laskimet**

Online-laskimet voidaan jakaa kolmeen pääryhmään. Yksinkertaisimmat laitteet kertovat varoitus valolla öljyn epäpuhtauden ylittäessä asetetun hälytysrajan. Tällaiset laitteet ovat öljyn epäpuhtauden indikaattoreita. Toisen ryhmän laitteet ovat öljyn puhtausluokkamonitorit. Nämä laitteet kertovat öljyn puhtauden standardin mukaisilla puhtausluokkakoodilla. (22, s. 25.)

Kolmannen ryhmän laitteisiin kuuluvat hiukkasjakaumaerottelun ja puhtausluokan ilmoittavat hiukkaslaskimet. Hiukkasjakaumaerottelussa hiukkaset laskeetaan esimerkiksi kahdeksalla eri kokoalueella. Tällöin saadaan tietoa myös öljyssä olevista suurista partikkeleista kuten  $> 25 \mu\text{m}(c)$ ,  $> 38 \mu\text{m}(c)$  ja  $> 70 \mu\text{m}(c)$ . Kyseiset hiukkasjakaumaerottelun tekevät hiukkaslaskimet soveltuvat myös mekaanisten laitteiden kunnonvalvontamittauksiin. (22, s. 25.)

### **4.5 Mekaniikan kunnonvalvonta hiukkaslaskennalla**

Hiukkaslaskentaa käytettäessä mekaniikan kunnonvalvonnassa, hiukkasjakaumaerottelun seuraaminen on vähintään yhtä tärkeää kuin standardien mukaisen puhtausluokkien kehityksen seuranta. Esimerkiksi ISO 4406:n mukaisen puhtausluokkien seurannalla ei havaita öljyssä olevia suuria hiukkasia. (15, s. 22.)

Kulumisvaurion alkuvaiheessa suuria hiukkasia ( $> 25 \mu\text{m(c)}$ ) esiintyy öljyssä pieninä määrinä. Näiden suurien hiukkasten laskenta öljyn puhtausluokkien määrittämisen rinnalla on tehokas menetelmä paljastaa mekaaniset vauriot niiden alkuvaiheessa. (22, s. 25; 12, s. 54.)

Jyväskylän ammattikorkeakoulun kunnonvalvonta kurssin luentomateriaaleissa on esimerkkinä käytetty paperikoneen telan laakeria voitelevan öljyjärjestelmän hiukkasmittaustuloksia. Taulukossa 10 on kyseiset mittaustulokset. Taulukosta nähdään, että öljyn ISO 4406:1999:n mukainen puhtausluokka on pysynyt lähes samana tammikuusta maaliskuuhun ja huhtikuussa puhtausluokka noussut mutta se on laskenut taas toukokuussa. (15, s. 23.)

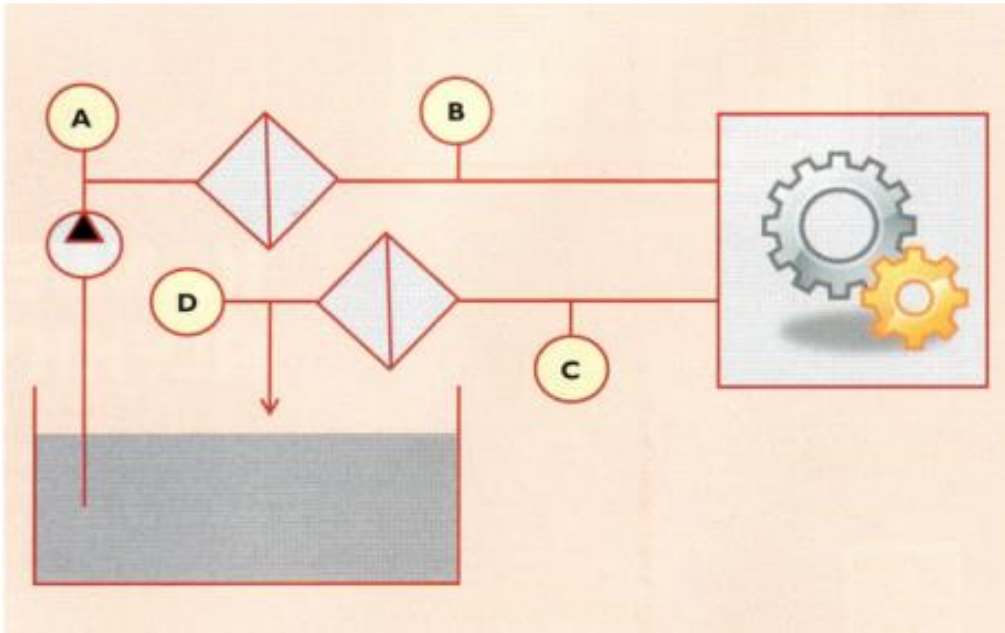
*TAULUKKO 10. Paperikoneen telan laakerin voiteluöljyn mittaukset (15, s.23)*

|                               | Tammi                  | Helmi    | Maalis   | Huhti    | Touko    |
|-------------------------------|------------------------|----------|----------|----------|----------|
| ISO 4406:1999:n puhtausluokka | 16/14/10               | 16/14/11 | 16/14/12 | 18/16/13 | 17/15/12 |
| Hiukkasjakaumaerottelu        |                        |          |          |          |          |
| Hiukkaskoko                   | Hiukkasmäärät / 100 ml |          |          |          |          |
| $\geq 4 \mu\text{m(c)}$       | 58 550                 | 35 200   | 45 470   | 176 270  | 107 010  |
| $\geq 6 \mu\text{m(c)}$       | 15 700                 | 9 230    | 9 040    | 42 980   | 25 050   |
| $\geq 10 \mu\text{m(c)}$      | 2 180                  | 2 760    | 3 330    | 9 700    | 4 840    |
| $\geq 14 \mu\text{m(c)}$      | 740                    | 1 310    | 2 070    | 4 310    | 2 090    |
| $\geq 21 \mu\text{m(c)}$      | 260                    | 360      | 980      | 1 470    | 650      |
| $\geq 25 \mu\text{m(c)}$      | 180                    | 190      | 580      | 910      | 380      |
| $\geq 38 \mu\text{m(c)}$      | 40                     | 40       | 50       | 190      | 120      |
| $\geq 70 \mu\text{m(c)}$      | 0                      | 10       | 10       | 20       | 30       |

Hiukkasjakaumaerottelua tarkastelemalla nähdään, että kokoluokan  $\geq 21 \mu\text{m(c)}$  määrä on noussut helmi- ja maaliskuun välillä huomattavasti. Toinen huomioitava asia on huhti- ja toukokuun välillä oleva kokoluokan  $\geq 70 \mu\text{m(c)}$  hiukkasten lisääntyminen, tällöin ISO 4406:1999:n puhtausluokka on laskenut. Tässä esimerkkitapauksessa kahden viikon jälkeen toukokuun mittauksesta hiukkasten koko oli yli millimetrin luokkaa ja laitteet pysäytettiin laakerin vaihdon takia. (15, s. 24.)

## 4.6 Näytteenottoaika

Öljyn puhtaus vaihtelee järjestelmän eri osissa. Siksi näytteenottoaikkaa valittaessa on tiedettävä ongelma tai laite, jota halutaan seurata, ja missä tällöin mittauspisteen pitää sijaita. Kuvassa 15 on merkitty neljä tavallisinta näytteenottoaikkaa öljyjärjestelmässä kirjaimilla A - D. (20, s. 54.)



*KUVA 15. Näytteenottoaikan valinta (20, s. 54)*

Näytteenottoaikka A sijaitsee pumpun jälkeen ja ennen suodatinta. Tämän mittauspisteen seurannalla saadaan tietoa pumpun kunnosta ja huomataan todennäköisemmin pumpusta mahdollisesti irtoavat kulumishiukkaset. (20, s. 54.)

Näytteenottoaikka B sijaitsee suodattimen jälkeen ennen toimilaitetta. Tällöin saadaan tietoa laitteelle menevän öljyn puhtaudesta ja suodattimen kunnosta. (20, s. 54)

Näytteenottoaikka C sijaitsee toimilaitteen jälkeen ennen paluusuodatinta. Tällöin saadaan tietoa toimilaitteen kunnosta. (20, s. 54.)

Näytteenottoaikka D sijaitsee paluusuodattimen jälkeen ennen säiliötä. Tällöin saadaan tietoa paluusuodattimen kunnosta ja säiliöön palaavan öljyn puhtaudesta. (20, s. 54.)

Näytteenottopaikkaan sijoitetaan joko näytteenottohana tai näytteenottoventtiili. Valintaan vaikuttaa järjestelmän paine, käytössä oleva öljy ja mittauslaite. S40-hiukkaslaskimella matalapainemittaus voidaan tehdä kierteellisestä näytteenottohanasta, jossa on esimerkiksi sisäkierre G ¼” tai näytteenottoventtiilistä, esimerkiksi Stauff Test 20 Typ SMK M 16x2. Stauffin valmistamia näytteenottoventtiileitä on kuvassa 16. Korkeapainemittaus tehdään näytteenottoventtiilistä.

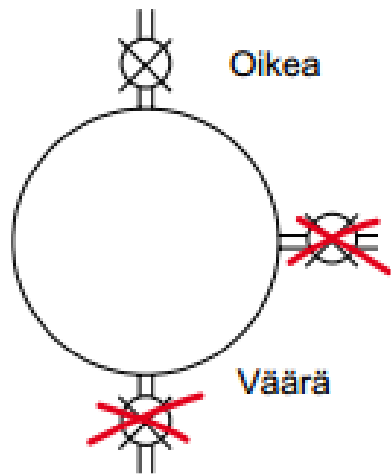


*KUVA 16. Stauff Test 20 Typ SMK M16x2 -näytteenottoventtiilit (23)*

Näytteenottopaikassa tulisi olla myös painemittari. Ennen mittausta täytyy varmistua vallitsevasta paineesta järjestelmän mitattavassa kohdassa.

Paras vaihtoehto näytteenottopisteeksi on ylöspäin osoittava näytteenottoventtiili, missä nesteen virtaus on varmistettu. Tällöin hiukkasten kertyminen venttiiliin on minimoitu. Jos näytteenottohana tai -venttiili on asennettu putken alapuolelle tai putken sivuun, niihin kertyy hiukkasia. Kuvassa 17 on putken ja näytteenottohanan poikkileikkaus. (17, s. 4.)





*KUVA 17. Putken ja näytteenottohanan poikkileikkaus (17, s. 4)*

## 5 LAITTEIDEN KRIITTISYYSLUOKITTELU

Kriittisyys on ominaisuus, joka kuvaa kohteeseen liittyvän riskin suuruutta. Riskejä ovat ihmisten loukkaantuminen, merkittävät aineelliset vahingot ja tuotannon menetykset. Kohde on kriittinen, kun siihen liittyvät riskit eivät ole hyväksyttävällä tasolla. (24, s. 22.)

Yleisimmin kriittisyysluokittelua käytetään kunnossapidon tukena ja sitä suunniteltaessa. Kriittisyysluokittelua voidaan käyttää myös uusien hankintojen yhteydessä, kun on tarvetta määrittää laitteen ominaisuuksia, laatutasoa ja vastaanottokriteereitä. Kriittisyysluokittelun avulla voidaan suunnitella kohteille mielekkäät ja tarvittavat ennakkohuolto-ohjelmat ja määrittää varastossa oltavat varaosat. (24, s. 22.)

### 5.1 Kriittisyysluokittelumenetelmät

Kriittisyysluokittelumenetelmiä on useita. Kriittisyysluokittelumenetelmä on aina suhteessa käyttäjään ja hänen harkintaansa. Jokaisen yrityksen onkin löydettävä sopiva menetelmä tarkoituksiin. (24, s. 24.)

Kriittisyysluokittelussa laiteelle määritetään eri tekijät ja näitä arvioidaan. Lopuksi arvioidaan tekijöiden yhteisvaikutus, mistä saadaan laitteen kriittisyysluokka. Tekijöitä ovat vikaantumisväli, tuotannon menetykset, ympäristö, turvallisuus sekä korjaus- ja laatukustannukset. (24, s. 24.)

Yhtenä vaihtoehtona on pisteyttää eri tekijät ja laskea kaavalla laitteen kriittisyysluku käyttäen tekijöille saatuja arvoja. Toinen vaihtoehto on arvioida tekijöitä ja niiden yhteisvaikutusta matriisien avulla. (24, s. 24 - 25.)

#### 5.1.1 PSK 6800:n menetelmä

PSK 6800 on standardi kriittisyysluokittelusta. Se on yleisin käytetty kriittisyysluokittelumenetelmä Suomen teollisuudessa. PSK 6800 keskittyy taloudellisten vaikutusten tarkasteluun kriittisyysluokittelussa eikä ota kantaa työturvallisuuteen, markkinoiden muutoksiin eikä tuotantoa korvaaviin menetelmiin. (24, s. 25.)

### **5.1.2 SKF-menetelmä**

SKF-menetelmä on Ruotsissa laajasti käytetty kriittisyysluokittelumenetelmä. Menetelmän ero PSK 6800:n menetelmään on jokaisen kunnossapidettävän laitteen luokittelu. SKF-menetelmä on huomattavasti työläämpi toteuttaa kuin PSK 6800:n menetelmä. (24, s. 30.)

### **5.1.3 SAMI-menetelmä**

SAMI-menetelmässä (Strategic Asset Management Inc.) tutkitaan, kuinka kriittinen prosessi on kyseessä ja kuinka kriittisiä sen eri komponentit ovat. Vaikka prosessi on kriittinen, kaikki sen komponentit eivät automaattisesti ole. Esimerkkinä kiertovoitelujärjestelmän päävirtasuodattimet, jotka ovat kaksoissuodattimia. Kaksoissuodattimet voidaan vaihtaa käynnin aikana. (24, s. 31 - 32.)

### **5.1.4 Fortum-menetelmä**

Fortum-menetelmä on Fortum Oyj:n kriittisyysluokittelumenetelmä, jossa tekijöitä verrataan niiden vikaväleihin matriiseja käyttäen. Fortum-menetelmässä arvioidavia tekijöitä ovat

- tuotannon menetys
- vikaantumiskustannukset
- varaosien saatavuus
- tekninen tuki. (24, s. 33.)

Laitteen kriittisyysluokaksi tulee näiden tekijöiden pienin arvo. Esimerkiksi tuotannon menetys saa arvon 2 ja muut tekijät saavat arvon 3 on laitteen kriittisyysluokka 2. Tämän jälkeen huomioidaan turvallisuus ja ympäristö. Jos turvallisuuden ja ympäristön kriittisyysarvo on pienempi kuin muiden tekijöiden mukaan tullut kriittisyysarvo, se on laitteen kriittisyysarvo. Jos esimerkissä turvallisuuden ja ympäristön kriittisyysarvo on

- 3, on laitteen kriittisyysluokka 2
- 2, on laitteen kriittisyysluokka 2
- 1, on laitteen kriittisyysluokka 1. (24, s. 33.)

## 5.2 Kriittisyysluokat ja toimenpiteet

Kun kriittisyysanalyysi on tehty ja laitteiden kriittisyyttä kuvaavat arvot ovat selvillä, täytyy päättää, moneenku kriittisyysluokkaan laitteet jaetaan. Yleensä luokkia on kolme tai neljä. Näitä luokkia kuvataan numeroilla tai kirjaimilla. On myös päätettävä, mitä toimenpiteitä edellytetään kunkin luokan laitteille.

Esimerkkinä ovat neljaluokkaisen kriittisyysluokittelun toimenpiteet:

- Luokan 1 laitteilla on oltava kunnonvalvonta ja täydellinen ennakkohuolto-ohjelma sekä täydellinen varaosakanta. Tällöin ennakoimattomia vikoja ei sallita ja vaaditaan korkeaa turvallisuutta ja ympäristöystävällisyyttä.
- Luokan 2 laitteilla on oltava osittainen kunnonvalvonta ja harkittu ennakkohuolto-ohjelma sekä valikoidut varaosat varastossa. Tällöin tilapäisiä häiriöitä voidaan sallia, mutta korjaukset on suoritettava nopeasti.
- Luokan 3 laitteilla on oltava suppea ennakkohuolto-ohjelma ja suppea varaosakanta.
- Luokan 4 laitteet ajetaan rikkoutumiseen saakka. (24, s. 35 - 36.)

## 6 KÄYTETTÄVÄT LAITTEET

SSAB Europan Raahen tehtaan kuumavalssaamalla on kannettavat hiukkaslaskimet Pamas S40, Hydac 2110 ja Hydac 2210 sekä Pamas CMDM -ohjelmisto. Lisäksi tehtaan tutkimuskeskuksella on käytössä Pamas SBSS -hiukkaslaskin, jota käytetään pullonäytteiden analysointiin. (Liite 1.)

Kannettavia hiukkaslaskimia käytetään LKT:lla nykyisin hydraulikkaöljyjen puhtausluokkien määrittämiseen. Pamas CMDM -raportointiohjelma ei ole nykyisin käytössä.

### 6.1 Pamas S40

Pamas S40 on kannettava öljynäytteiden ja hydraulikkaneiteiden hiukkaskoot ja hiukkasmäärät mittaava hiukkaslaskin. S40-laskimessa on koko tilavuusvirran mittaava sensori, joka mahdollistaa hyvän mittaustarkkuuden korkeapaineisesta järjestelmästä mitattaessa sekä luotettavan laskennan myös isoille hiukkasille. Kuvassa 18 on Pamas S40 -hiukkaslaskin. (25.)



KUVA 18. Pamas S40 (25)

S40 -hiukkaslaskimen käyttökohteita ovat

- hydraulikkajärjestelmän online-mittaus, maksimissaan 420 bar
- online-mittaus paineettomasta järjestelmästä
- offline-mittaus eli pullonäyte mittaus
- voiteluöljyn mittaus
- huuhtelun mittaus
- komponenttien puhtausvalvonnan online-mittaus
- sivuvirtasuodatuksen valvonta
- suodatintestit. (25.)

S40-hiukkaslaskimella tulokseksi saadaan hiukkaskoot ja hiukasmäärät kahdeksalle kokoluokalle eli hiukkasjakaumaerottelu sekä standardien mukaiset puhtausluokat esimerkiksi ISO 4406 ja NAS 1638. (25.)

Pamas S40 -laitesarjassa on useita malleja, jotka on tarkoitettu erilaisten ja eri viskoosisten öljyjen analysointiin. Pamas S40 -mallit ovat

- Pamas S40 Standard
- Pamas S40 Lube oil
- Pamas S40 Fuel
- Pamas S40 Skydrol
- Pamas S40AVTUR. (25.)

Pamas S40 Standard soveltuu matala- ja korkeapainehydrauliikkajärjestelmien öljyjen mittaamiseen, viskositeetin ollessa maksimissaan 350 cSt. Pamas S40 Lube oil soveltuu korkealla viskoosisuudella oleville öljyille, viskositeetin maksimi arvo on 1 000 cSt, esimerkiksi hydraulikka-, vaihteisto-, moottori-, voimansiirto- ja kiertovoiteluöljyt. Pamas S40 Fuel soveltuu matala viskoosisuudella oleville nesteille, kuten dieselöljy ja kerosiini. Pamas S40 Skydrol soveltuu fosfaatti-esteripohjaisille hydraulikkaneesteille, esimerkiksi ilmailun hydraulikkaneesteille. Pamas S40AVTUR soveltuu lentopetroolille. Se mittaa lentopetroolin puhtausanalyysit EI-IP 577- ja DEF-STAN 91-91 -standardien mukaisesti. (25.)

### 6.1.1 Pamas S40 Standard

Kuumavalssamalla käytössä oleva S40-hiukkaslaskin on malliltaan S40 Standard. Kyseisessä laitteessa on sisäinen paineenalennin, joten se sopii myös korkeapaineisten hydraulikkajärjestelmien online-mittauksien suorittamiseen. Järjestelmän maksimipaine S40 Standardilla mitattaessa on 420 bar. Kyseisessä mallissa on myös sisäinen pumppu, joten sillä voidaan tehdä myös pullonäyte mittauksia tai mittauksia suoraan öljysäiliöstä. Matalapainemittauksissa sallittu paine on 0 - 5 bar. (7.)

Pamas S40 Standard soveltuu hydraulikkaöljyjen ja mineraalipohjaisten voiteluöljyjen mittaamiseen. Rajoittava tekijä on sisäisen paineenalennimen pienet kanavat, joiden vuoksi korkeaviskoosiset öljyt eivät kulje laitteen läpi. Koska öljyn viskositeetti on riippuvainen lämpötilasta käyttölämpötilassa 40 - 50 °C, öljy kulkee helpommin laitteen läpi kuin huoneen lämpötilassa. Myös järjestelmän paine helpottaa öljyn läpimenoa, joten online-mittauksia voidaan tehdä paremmin voiteluöljyille kuin pullonäytemittauksia. Tämä edellyttää, ettei öljylinjassa ole ilmaa. (7.)

### 6.1.2 Voitelu- ja hydraulikkaöljyjen mittaus

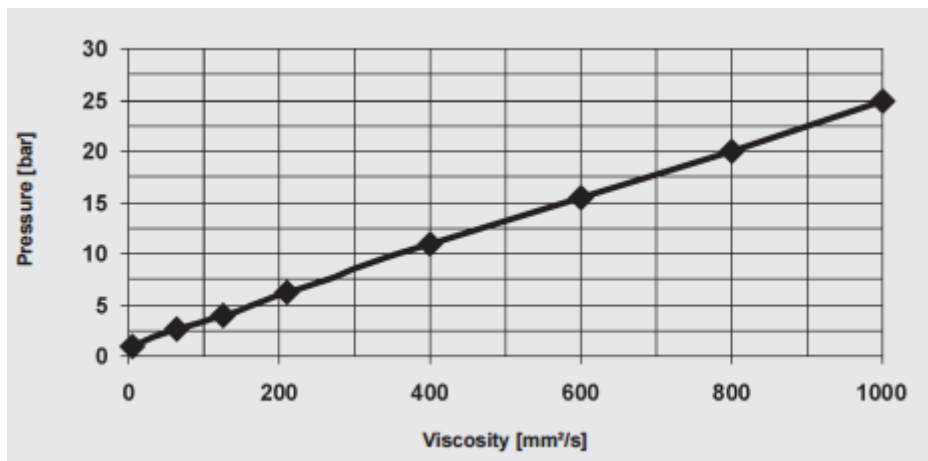
Voitelu- ja hydraulikkaöljyjen mittaamiset eivät sulje toisiaan pois yhtä S40-hiukkaslaskinta käytettäessä. Laite ei vaadi erillistä huuhtelua eri öljylaatujen mittaamisen välissä, koska seuraava näyte huuhtoo edellisen pois näytetieltä. Riittävä huuhtoutuminen seurataan mittaustuloksista: mittauksia tehdään huuhtelun aikana useita, kunnes tulokset stabiloituvat. Tulokset ovat stabiloituneet kun  $\geq 4 \mu\text{m(c)}$  kokoluokan hiukasmäärä on useassa perättäisessä mittauksessa sama noin kahden prosentin tarkkuudella. (7.)

On kuitenkin huomioitava, ettei voiteluöljyä kannata jättää laitteen sisälle, koska voiteluöljyn viskositeetti kasvaa sen jäähtyessä ja tämän jälkeen se on työläs huuhtoa pois seuraavalla mittauskerralla. Jos viimeinen suoritettava mittaus on voiteluöljyn mittaus, on suositeltavaa huuhdella voiteluöljy laitteesta pois puhtaalla matala viskoosisella hydraulikkaöljyllä tai liuottimella kuten petrolieetteri, heptaani tai erikoisbenssiini. (7.)

## 6.2 HYDAC FCU

Kuumavalssaamalla on käytössä Hydac 2000 -sarjan kanettavat hiukkaslaskimet Hydac 2210 ja Hydac 2110. Hydac 2000 -sarjan hiukkaslaskimet kestävät painetta 450 bar:iin saakka. Ne ilmaisevat öljyn kuntoa led-valoilla, tulosteilla ja tietokoneliitännöjen kautta. (26, s. 2.)

Hydac 2210 -hiukkaslaskin ilmoittaa öljyn puhtausluokat ISO 4406:1999 - ja SAE AS4059D -standardien mukaisesti. Hydac 2110 -hiukkaslaskin ilmoittaa puhtausluokat ISO 4406:1987 - ja NAS 1638 -standardien mukaisesti. Kummatkin laskimet ovat neljä kanavaisia, ja ne ovat tarkoitettu mineraaliöljyjen analysointiin. Hydac 2000 -sarjan hiukkaslaskimille on ilmoitettu viskositeetin maksimiarvo paineen muuttujana. Viskositeetin maksimiarvot ovat kuvassa 19 kuvaajana. (26, s. 2.)



*KUVA 19. Hydac 2000 -sarjan hiukkaslaskimien viskositeetti paineen muuttujana (26, s. 2)*

## 6.3 Pamas SBSS

Raahen tehtaan tutkimuslaitoksella on käytössä Pamas SBSS -pullonäytehiukkaslaskin. SBSS-hiukkaslaskimella tehdään mittauksia osastoilla otetuista pullonäytteistä. (Liite 1.)

Pamas SBSS -hiukkaslaskin on tarkoitettu laboratoriokäyttöön. Sillä voidaan analysoida viskooseja öljyjä 1600 cSt:een saakka, kun käytetään korkeapaine-



pumppua tai ulkoista paineilmaa. Kuvassa 20 on Pamas SBSS -hiukkaslaskin.  
(27.)



*KUVA 20. Pamas SBSS (27)*

SBSS-hiukkaslaskimella voidaan tehdä ilmanpoisto öljynäytteestä alipaineella. SBSS-hiukkaslaskin tekee näytteensyötön paineistetulla vakiovirtausannostelijalla. Tulokset hiukkaslaskennasta saadaan yleisten standardien mukaan tai vapaasti valittavina kokoluokkina. Vakiona SBSS-hiukkaslaskimeen voidaan määrittää 16 vapaavalintaista hiukkaskokoaluetta ja lisätilauksena kanavia voi laajentaa 32:een, jolloin tulokseksi saadaan hiukkaskokoerottelu 32 hiukkas-koolla. Standardit, joiden mukaan tulokset voidaan ilmoittaa, ovat

- ISO 4406
- SAE-AS4059D
- NAS 1638
- GOST 17216
- GJB 420. (27.)

Pamas SBSS -sarjaan kuuluu hiukkaslaskimia erilaisilla varusteluilla. SBSS-hiukkaslaskimen mallit ovat

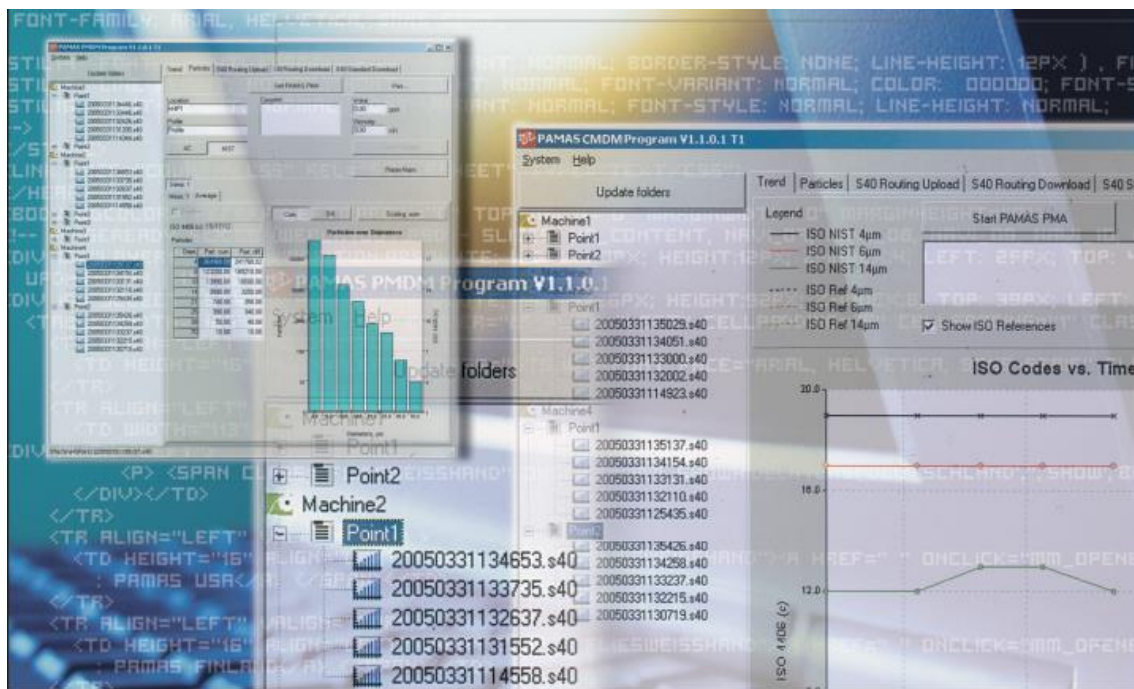
- Pamas SBSS
- Pamas SBSS HP
- Pamas SBSS Small Volume Versio
- Pamas SBSS WG
- Pamas SBSS CL
- Pamas SBSS Skydrol. (27.)

Pamas SBSS on vakiomalli, jossa on paineilmapumppu. Paineilman tuotto on suurimmillaan 5 bar. Pamas SBSS HP -hiukkaslaskimessa on korkeapainepumppu, joka tuottaa suurimmillaan 10 bar:n ylipaineen. HP-mallissa on myös ulkoisen paineilman liitäntä mahdollisuus. Pamas SBSS Small Volume Versio on pienellä näytteenottokammioilla varustettu hiukkaslaskin, jolla analysoidaan korkeaviskoosisia öljyjä pienistä näytteenottoastioista. Pamas SBSS Small Volume -hiukkaslaskimessa käytettävien näytteenottoastioiden tilavuus on 1,5 - 25 ml. Pamas SBSS WG on tarkoitettu vesipohjaisille hydraulineesteille kuten vesi - glykoli -hydraulineestet. Pamas SBSS CL on tarkoitettu korrosioiville ja syövyttävälle nesteille. Pamas SBSS Skydrol on tarkoitettu fosfaatti-esteripohjaisille hydraulineesteille kuten ilmailun hydraulineestet. (27.)

#### **6.4 Pamas CMDM**

Pamas CMDM -ohjelma on tarkoitettu hydrauliiikka- ja voiteluöljyjärjestelmien puhtauden ja kunnossapidon hallintaan. Ohjelmalla voidaan tallentaa ja analysoida Pamas S40- ja Pamas SBSS -hiukkaslaskimien mittaustulokset. Lisäksi CMDM-ohjelmaan voidaan tallentaa esimerkiksi mikroskooppianalyysin kuvatiedostoja sekä PDF-tiedostoja. (28.)

Pamas CMDM -ohjelmassa on trendiseurantatoiminto, joka laajentaa hiukkaslaskimien tulokset pitkämittaisen kunnonvalvonnan välineiksi. Tämän ansiosta se sopii ennaltaehkäisevän kunnonvalvonnan työkaluksi. Kuvassa 21 on CMDM-ohjelman käyttöliittymä ohjelman eri välilehdillä. (28.)



KUVA 21. Pamas CMDM (28)

Pamas CMDM -ohjelmassa on tietokanta, joka järjestee mittauksia useasta lähteestä, S40-hiukkaslaskimesta ja SBSS-hiukkaslaskimesta, kun mittaukset on tehty SPA-ohjelmalla. (28.)

Kun S40-hiukkaslaskin on yhdistetty CMDM-ohjelmaan, hiukkaslaskimeen voidaan luoda reittejä ja käyttää hiukkaslaskinta reittitilassa. Hiukkaslaskimen reittiluettelo voi sisältää 20 mittauspistettä ja mittauspisteiden mittaussäätökset voidaan määrittää tietokoneella. Kun hiukkaslaskin on reittitilassa, mittaussäätöksiä ei voi muuttaa hiukkaslaskimesta, tällä tavalla estetään mittaussäätöistä johtuvia mittausvirheitä. Kun hiukkaslaskin on reittitilassa, hiukkaslaskimesta valitaan mittauspiste, jolle mittaus tehdään ja suoritetaan mittaus. Reittitilassa tehdyt mittaukset voidaan purkaa myöhemmin Reittien purku -toiminnolla, jolloin CMDM-ohjelma siirtää mittauksia määritettyihin mittauspistekansioihin automaattisesti. (28.)

## 7 KÄYTÖSSÄ OLEVAT ÖLJYT

Tutkituissa hydraulijärjestelmissä on käytössä Mobil DTE 24 -hydrauliöljy. Tutkituissa vaihteissa on pääasiassa käytössä Mobilgear 600 XP -sarjan vaihteistoöljyt. LKT:lla on käytössä myös Mobilgear SHC 600 -sarjan vaihteistoöljyjä.

### 7.1 Mobilgear 600 XP -sarja

Mobilgear 600 XP -sarjan öljyt ovat mineraalipohjaisia teollisuuden vaihteistoöljyjä. Sarjan öljyt ovat tarkoitettu käytettäväksi teollisuuden suljetuissa suora- ja vinohampaisissa lieriöhammasvaihteissa sekä kartiohammasvaihteissa, joissa käytetään kierto- tai roiskevoitelua. Öljyt soveltuvat järjestelmiin, joissa öljyn säiliölämpötila on enintään +100 °C. Mobilgear 600 XP -sarjan öljyjä voidaan käyttää myös vaihteettomissa kohteissa, kuten raskaasti kuormitetut ja hidaskäyntiset liuku- ja vierintälaakerit. (29.)

Koska Mobilgear 600 XP -sarjan öljyt ovat mineraalipohjaisia öljyjä, niitä voidaan analysoida Pamas S40 -hiukkaslaskimella, jos öljyn viskositeetti ei ole liian suuri. S40-hiukkaslaskimelle valmistaja on ilmoittanut tutkittavan öljyn maksimi viskositeetiksi 350 cSt. (29.)

#### **Mobilgear 600 XP 220**

Mobilgear 600 XP 220 -öljyn ISO VG -luokka on 220. Öljyn viskositeetti 40 °C:ssa on 220 cSt. Mobilgear 600 XP 220 -öljyn viskositeetti 100 °C:ssa on 19 cSt. Mobilgear 600 XP 220 -öljy soveltuu S40-hiukkaslaskimella tehtäviin mittauksiin. (29.)

#### **Mobilgear 600 XP 320**

Mobilgear 600 XP 320 -öljyn ISO VG -luokka on 320. Öljyn viskositeetti on 40 °C:ssa on 320 cSt. Mobilgear 600 XP 320 -öljyn viskositeetti 100 °C:ssa on 24,1 cSt. Mobilgear 600 XP 320 -öljy soveltuu S40-hiukkaslaskimella tehtäviin mittauksiin. (29.)

### **Mobilgear 600 XP 460**

Mobilgear 600 XP 460 -öljyn ISO VG -luokka on 460. Öljyn viskositeetti 40 °C:ssa on 460 cSt. Mobilgear 600 XP 460 -öljyn viskositeetti 100 °C:ssa on 30,6 cSt. Mobilgear 600 XP. Öljy ei sovellu valmistajien antamien tietojen mukaan tutkittavaksi Pamas S40 -hiukkaslaskimella. (29.)

### **7.2 Mobilgear SHC 600 -sarja**

Mobilgear SHC 600 -sarjan öljyt ovat synteettisiä vaihteisto- ja laakeriöljyjä. Koska Mobilgear SHC öljyt ovat synteettisiä öljyjä, ne eivät sovellu Pamas S40 -hiukkaslaskimella mitattaviksi. Öljyjen käyttökohteita ovat vaihteistot ja laakerit joiden käyttölämpötila on tavanomaista alhaisempi tai korkeampi ja laitteet joissa vaaditaan parempaa hyötysuhdetta kuin tavanomaisissa. Mobilgear SHC 600 -öljyjen käyttö on perusteltua kun järjestelmän korjaaminen, huoltaminen ja öljyn vaihtaminen on vaikeaa tai kallista. (30.)

### **Mobilgear SHC 629**

Mobilgear SHC 629 -öljyn ISO VG -luokka on 150. Öljyn viskositeetti 40 °C:ssa on 150 cSt ja 100 °C:ssa 21,1 cSt. (30.)

### **7.3 Mobil DTE 20 -sarja**

Mobil DTE 20 -sarjan öljyt ovat kulumista estäviä hydraulikkaöljyjä. Sarjan öljyt soveltuvat Pamas S40 hiukkaslaskimella analysoitaviksi ja sarjan öljyjä ei ole saatavilla viskositeetilla, joka estäisi S40-hiukkaslaskimella tehtävät mittaukset. (31.)

### **Mobil DTE 24**

Mobil DTE 24 -öljyn ISO VG -luokka on 32. Öljyn viskositeetti 40 °C:ssa on 31,5 cSt ja 100 °C:ssa 5,29 cSt. (31.)

## 8 KUNNONVALVONTA TOIMINNAN JÄRJESTÄMINEN

### 8.1 Laitteiden ja järjestelmien kriittisyydet

LKT:n kriittisyysanalysoinnissa laitteet on jaettu kolmeen luokkaan kriittisyyden perusteella. Kriittisyysluokat on merkitty numeroilla 1, 2 ja 3. Kriittisyysluokkien toimenpiteet on määritelty seuraavasti:

- Luokka 1: Täydellinen ennakkohuolto ja kunnonvalvonta. Täydellinen varaosakanta. Vaaditaan korkeaa turvallisuutta ja ympäristö ystävällisyyttä. Suoritetaan vika-analyysjä harkitusti. Ei sallita laitteen aiheuttamia seisokkeja.
- Luokka 2: Osittainen ennakkohuolto ja kunnonvalvonta. Varaosakanta rajoitettu. Voidaan sallia laitteen aiheuttamia lyhyitä seisokkeja.
- Luokka 3: Ajetaan rikkoontumiseen saakka. Voidaan sallia erittäin suppea varaosakanta.

LKT:n kriittisyysluokittelu on tehty laitekohtaisesti ja laitteiden komponentteja ei ole analysoitu erikseen. Vaihteiden kriittisyysluokat määräytyvät laitteen kriittisyysluokasta, johon vaihde kuuluu.

#### 8.1.1 Vaihteiden kriittisyydet

Laitteen mekaaninen kunnonvalvonta hiukkaslaskennalla vaatii jaksotuksen, jossa mittaukset tehdään 4 - 12 viikon välein. Lyhyellä jaksotuksella saadaan aikaan luotettava trendi ja alkavat viat havaitaan aikaisessa vaiheessa.

Kriittisyysluokan 1 laitteille hiukkaslaskentamittaukset tehdään 4 - 8 viikon välein ja luokan 2 laitteille 12 viikon välein. Luokan 3 laitteille ei tehdä hiukkaslaskentaa.

Taulukossa 11 on LKT-osaston laitteet, joissa on vaihde, johon kuuluu suodatinkiertojärjestelmä ja näiden laitteiden kriittisyydet.

TAULUKKO 11. LKT:n laitteet, joissa on hiukkaslaskentaan soveltuva vaihde

| Linja    | Laite                           | Kriittisyys |
|----------|---------------------------------|-------------|
| Raina 1  | Aukikelain                      | 1           |
|          | Oikaisukone                     | 1           |
|          | Uudelleenkelain                 | 1           |
| Raina 2  | Aukikelain                      | 1           |
|          | Oikaisukone                     | 1           |
|          | Leikkuri                        | 1           |
|          | Uudelleenkelain                 | 1           |
| Arkki 2  | Aukikelain                      | 1           |
|          | Esioikaisukoneen vetorullasto   | 1           |
|          | Esioikaisukone                  | 1           |
|          | Oikaisuvalssi                   | 1           |
|          | Reunaromuleikkuri               | 3           |
|          | Reunaromuhakkuri                | 3           |
|          | Oikaisukone 3                   | 1           |
|          | Lentävän leikkurin vetorullasto | 2           |
|          | Oikaisukone 2                   | 1           |
| Arkki 3  | Oikaisukone Ø 72 rullasto       | 1           |
| Peittaus | Oikaisukone                     | 1           |
|          | Uudelleenkelain                 | 1           |

LKT:n laitteet, joissa on vaihde ja siinä kiertovoitelujärjestelmä kuuluvat lähes kaikki kriittisyysluokkaan 1. Poikkeuksena ovat Arkki 2 -linjan reunaromuleikkuri, reunaromuhakkuri ja lentävän leikkurin vetorullasto.

Arkki 2:n reunaromuleikkurin ja reunaromuhakkurin kriittisyysluokka on 3, joten niille ei tehdä kunnonvalvontaa. Arkki 2:n lentävän leikkurin vetorullaston kriittisyysluokka on 2, joten sille tehdään osittainen kunnonvalvontatoiminta.

### 8.1.2 Hydraulikkajärjestelmien kriittisyydet

Hydraulikkajärjestelmien hiukkaslaskennan jaksotus perustuu kriittisyysluokitteluun samalla tavalla kuin vaihteistojen kohdalla. Kriittisyysluokan 1 laitteille hiukkaslaskenta tehdään 4 - 8 viikon välein ja luokan 2 laitteille 12 viikon välein. Luokan 3 laitteille ei tehdä hiukkaslaskentaa. Taulukossa 12 on LKT:n hydraulikkajärjestelmien kriittisyysluokat.

TAULUKKO 12. LKT:n hydraulikkajärjestelmien kriittisyydet

| Linja    | hydrauliikka järjestelmä                | Kriittisyys |
|----------|---|-------------|
| Raina 1  | Hydrauliikka                            | 2           |
| Raina 2  | Hydrauliikka                            | 1           |
| Arkki 2  | Paketointilinjan hydrauliikka           | 1           |
|          | Leikkauslinjan hydrauliikka             | 1           |
|          | Oikaisovalssin hydrauliikka             | 2           |
| Arkki 3  | Kelavaunun hydrauliikka                 | 3           |
|          | Leikkauslinjan hydrauliikka             | 1           |
|          | Lentävän leikkurin leikkaushydrauliikka | 1           |
|          | Paketointilinjan hydrauliikka           | 3           |
| Peittäus | Hydrauliikka                            | 2           |

Raina 1 ja 2 -linjoilla on yhteinen hydraulikkasäiliö. Raina 1 -linjan hydraulikkajärjestelmän kriittisyysluokka on 2 ja Raina 2 -linjan hydraulikkajärjestelmän kriittisyysluokka on 1. Raina 1 ja 2 -linjojen yhteisestä säiliöstä tehtävä hiukkaslaskenta jaksotetaan kriittisemmän kriittisyysluokan mukaan eli kriittisyysluokan 1 mukaan.

## 8.2 Vaihteiden näytteenoton nykytila ja hiukkaslaskennan toteutus

Työssä selvitettiin LKT:n vaihteiden hiukkaslaskennan nykytila. LKT:n vaihteista, joissa on suodatinkierto, kartoitettiin nykyiset näytteenottohanat ja niiden sijainnit laitteessa. Vaihteiden hiukkaslaskennan toteutus mahdollisuudet selvitettiin. Vaihteille selvitettiin myös muutokset, joilla mahdollistetaan hiukkaslaskenta, jos se ei nykyisin ole mahdollista. Taulukossa 13 on LKT:n vaihteet, joissa on kiertovoitelu ja niiden nykyiset näytteenottohanat.



TAULUKKO 13. LKT:n vaihteiden näytteenottohanat

| Linja    | Laite                     | Vaihde            | Hana nykyisin |
|----------|---------------------------|-------------------|---------------|
| Raina 1  | Aukikelain                | Vaihde            | -             |
|          | Oikaisukone               | Vaihde            | -             |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            | Kyllä         |
| Raina 2  | Aukikelain                | Vaihde merenpuoli | -             |
|          | Aukikelain                | Vaihde maanpuoli  | -             |
|          | Oikaisukone               | Vaihde            | -             |
|          | Leikkuri                  | Vaihde            | -             |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            | Kyllä         |
| Arkki 2  | Aukikelain                | Vaihde            | Kyllä         |
|          | Esioik. vetorullasto      | Alennusvaihde     | Kyllä         |
|          | Esioik. vetorullasto      | Jakovaihde        | Kyllä         |
|          | Esioikaisukone            | Alennusvaihde     | Kyllä         |
|          | Esioikaisukone            | Jakovaihde        | Kyllä         |
|          | Oikaisuvalssi             | Ylävaihde         | Kyllä         |
|          | Oikaisuvalssi             | Alavaihde         | Kyllä         |
|          | Reunaromuleikkuri         | Merenpuoli        | Kyllä         |
|          | Reunaromuleikkuri         | Maanpuoli         | Kyllä         |
|          | Reunaromuhakkuri          | Vaihde            | Kyllä         |
|          | Oikaisukone 3             | Vaihde            | Kyllä         |
|          | Lent. leikk. vetorullasto | Alennusvaihde     | -             |
|          | Lent. leikk. vetorullasto | Jakovaihde        | -             |
|          | Oikaisukone 2             | Alennusvaihde     | Kyllä         |
|          | Oikaisukone 2             | Jakovaihde        | Kyllä         |
| Arkki 3  | Oikaisuk. Ø 72 rullasto   | Vaihde            | Kyllä         |
| Peittaus | Oikaisukone               | Vaihde            | Kyllä         |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            | Kyllä         |

## 8.2.1 Raina 1

### 8.2.1.1 Aukikelaimen vaihde

Aukikelaimen vaihteessa ei ole nykyisin näytteenottohanaa. Vaihde ei ole aida-tussa tilassa, joka estäisi S40-hiukkaslaskimella tehtävät online-mittaukset.

Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 320 -vaihteistoöljyä.

### Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta

Suodatinkierto on asennettu näyttteenottohana T-liittimellä pumpun ja suodattimen välillä olevaan putkeen. Putki on pystyasennossa, joten näyttteenottohahan asemointi putken poikkileikkaukseen nähden ei ole merkitsevä. Hiukkaslaskenta suoritetaan S40-hiukkaslaskimella online-mittauksena laitteiden käynnin aikana matalapainemittauksena.

#### **8.2.1.2 Oikaisukoneen vaihde**

Oikaisukoneen vaihteessa ei ole nykyisin näyttteenottohanaa. Vaihteessa on näyttteenottoventtiili, jossa on painemittari. Venttiili on suodatinkierrossa, suodattimen jälkeisessä paluuputkessa. Vaihteen luokse pääsee käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Suodatinkierron pumpun ja suodattimen väliseen putkeen asennetaan näyttteenottohana. Hiukkaslaskenta suoritetaan S40-hiukkaslaskimella online-mittauksena laitteiden käynnin aikana.

#### **8.2.1.3 Uudelleenkelaimen vaihde**

Uudelleenkelaimen vaihteessa on nykyisin näyttteenottohana. Näyttteenottohana on vaihteen rungossa. Näyttteenottohanasta otetaan nykyisin pullonäyte öljyanalyysiä varten jaksolla 52 viikkoa. Näyttteenottohahan sijointi ei ole hyvä hiukkaslaskennan kannalta, kun seurataan laitteen mekaanista kuntoa, mutta öljyanalyysijä varten tehtyihin näyttteenottoihin se on sopiva. Vaihteen luokse pääsee laitteiden käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 460 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Suodatinkierron pumpun ja suodattimen väliseen putkeen asennetaan näyttteenottohana, josta voidaan ottaa pullonäyte koneiden käynnin aika. Hiukkaslaskenta toteutetaan SBSS-hiukkaslaskimella tehtaan tutkimuskeskuksella pullonäytteistä.

## **8.2.2 Raina 2**

### **8.2.2.1 Aukikelaimen vaihteet**

Aukikelaimen vaihteissa ei ole nykyisin näytteenottohanoja. Vaihteet sijaitsevat aidatun alueen sisällä, mikä estää online-mittauksien tekemisen S40-hiukkaslaskimella. Vaihteissa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä, joka soveltuu S40 hiukkaslaskimella tehtäviin mittauksiin.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Suodatinkierron pumpun ja suodattimen väliseen putkeen asennetaan näytteenottohana. Hiukkaslaskenta suoritetaan online-mittauksina seisokin aikana suodatinkierron pumppujen käydessä.

### **8.2.2.2 Oikaisukoneen vaihde**

Oikaisukoneen vaihteessa ei ole nykyisin näytteenottohanoja. Vaihde ei sijaitse aidatun alueen sisällä, mikä estäisi S40-hiukkaslaskimella tehtävät online-mittaukset. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Suodatinkierto on asennettu näytteenottohana pumpun ja suodattimen väliseen putkeen. Jotta näytteenottohana voidaan asentaa kyseiseen putkeen, on pumppua siirrettävä suodattimesta pois päin, koska niiden väliin ei nykyisillään sovi T-haara. Näytteenottohanasta tehdään hiukkaslaskentaa S40-hiukkaslaskimella online-mittauksena laitteiden käynnin aikana.

### **8.2.2.3 Leikkurin vaihde**

Leikkurin vaihteessa ei ole nykyisin näytteenottohanoja. Vaihde sijaitsee aitauksessa, mihin käynnin aikana ei ole pääsyä. Vaihde sijaitsee lähellä kaidetta, joten noin metrin pituisella uuden putken vedolla online-mittaus voidaan mahdollistaa. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 320 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Pumpun ja suodattimen välinen putki on lyhyt. Pumppua täytyy siirtää, että putki voidaan haaroittaa. Haaroitettu putki tuodaan noin metrin matka aidan luokse.

Haaroitettuun putkeen asennetaan näytteenottohana. Ennen näytteenottoa hanasta valutetaan öljyä pois ainakin putken tilavuuden verran. Näin S40-hiukkaslaskimella tehtävää huuhteluaikaa voidaan lyhentää huomattavasti. Hiukkaslaskenta suoritetaan S40-laitteella online-mittauksena, laitteiden käynnin aikana.

#### **8.2.2.4 Uudelleenkelaimen vaihde**

Uudelleenkelaimen vaihteessa on nykyisin näytteenottohana. Näytteenottohana sijaitsee vaihteen rungossa. Varmaa tietoa ei ole, mistä öljy johdetaan hanaan, mutta todennäköisesti se tulee vaihteesta, missä öljy säilötään. Vaihde sijaitsee aidatussa tilassa mihin ei pääse käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobil-gear 600 XP 460 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Vaihteelle ei tarvitse tehdä toimenpiteitä hiukkaslaskennan mahdollistamiseksi. Mittausta ei voida suorittaa S40-hiukkaslaskimella käytettävän öljyn vuoksi. Hiukkaslaskenta suoritetaan SBSS-hiukkaslaskimella pullonäytteistä.

### **8.2.3 Arkki 2**

#### **8.2.3.1 Aukikelaimen vaihde**

Aukikelaimen vaihteessa on näytteenottohana suodatinkierrossa pumpun ja suodattimen välissä putkessa ennen suodatinta. Vaihde sijaitsee aitauksessa, jonka portin aukaiseminen pysäyttää laitteiden käynnin. Nykyisin vaihteelle tehdään öljy- ja metallianalyysit jaksolla 52 viikkoa. Vaihteessa käytetään Mobil-gear 600 XP 460 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Hiukkaslaskenta suoritetaan pullonäyteanalyysillä tutkimuskeskuksen SBSS-hiukkaslaskimella ja näytteet otetaan nykyisestä näytteenottohanasta.

### **8.2.3.2 Esioikaisukoneen vetorullaston alennusvaihde**

Esioikaisukoneen vetorullaston alennusvaihteessa on näytteenottohana suodatinkierron suodattimen jälkeisessä vaihteelle palaavassa putkessa. Tästä näytteenottohanasta tehdyt hiukkasanalyysit kertovat enemmän suodattimen kunnosta kuin vaihteen kunnosta. Nykyisin vaihteelle tehdään öljyanalyysi jaksolla 52 viikkoa. Öljyanalyysin näytteidenottoa varten näytteenottohanan sijoitus on hyvä. Vaihde ei ole aitauksen sisällä ja sen luokse pääsee myös käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Vaihteeseen asennetaan näytteenottohana, suodatinkierto pumpun ja suodattimen välillä olevaan putkeen. Hiukkaslaskenta toteutetaan S40-hiukkaslaskimella online-mittauksina laitteiden käynnin aikana.

### **8.2.3.3 Esioikaisukoneen vetorullaston jakovaihde**

Esioikaisukoneen vetorullaston jakovaihteessa on näytteenottohana suodatinkierrossa, suodattimen jälkeisessä, säiliöön palaavassa putkessa. Vaihde ei ole aidatussa tilassa ja sen luokse pääsee käynnin aikana. Vaihteelle tehdään nykyisin öljy- ja metallianalyysit jaksolla 52 viikkoa. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Näytteenottohana asennetaan suodatinkierto pumpun ja suodattimen välillä olevaan putkeen. Hiukkaslaskenta toteutetaan S40-hiukkaslaskimella online-mittauksina laitteiden käynnin aikana.

### **8.2.3.4 Esioikaisukoneen alennusvaihde**

Esioikaisukoneen alennusvaihteen suodatinkierron komponentit ovat ahtaassa tilassa vaihteistojen välissä ja näytteenottohana on tuotu putkella kulkutasanteelle, missä näyte on helpompi ottaa. Putki, jossa näytteenottohana on, on haaroitettu suodatuskierron pumpun ja suodattimen välisestä putkesta. Näytteenottohana on aidatussa tilassa, missä ei ole sallittua olla koneiden käynnin-

aikana. Näytteenottohanasta otetuista näytteistä tehdään nykyisin öljyanalyysi 52 viikon jaksolla. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Nykyisestä näytteenottohanasta saadaan näyte, kun vaihteen suodatinkierto on käynnissä. Hiukkaslaskenta toteutetaan S40-hiukkaslaskimella seisakin aikana, kun suodatinkierron pumppu on käynnissä.

Toinen vaihtoehto on jatkaa nykyistä putkea, jossa näytteenottohana on, portin turvalliselle puolelle. Jos nykyistä putkea jatketaan, hiukkaslaskenta tehdään S40-hiukkaslaskimella online-mittauksina käynnin aikana. Tällöin haittapuolena putken pituus, johon näytteenottohana tulee. Asennettavan putken pituus on noin 2 m.

#### **8.2.3.5 Esioikaisukoneen jakovaihde**

Esioikaisukoneen jakovaihteessa on nykyisin näytteenottohana suodatin kierrossa pumpun ja suodattimen välisessä putkessa. Vaihde sijaitsee aidatussa tilassa, jossa ei ole sallittua olla laitteiden käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä. Vaihteelle tehdään nykyisin öljyanalyysi jaksolla 52 viikkoa.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Nykyisestä näytteenottohanasta voidaan tehdä hiukkaslaskentamittauksia S40-hiukkaslaskimella, online-mittauksina seisakin aikana, kun suodatinkierron pumppu on käynnissä.

Toinen vaihtoehto on jatkaa putkea, jossa näytteenottohana on, portin turvalliselle puolelle. Tällöin hiukkaslaskenta toteutetaan S40-hiukkaslaskimella laitteiden käynnin aikana.

#### **8.2.3.6 Oikaisuvalssin ylävaihde**

Oikaisukoneen ylävalssin vaihteessa on nykyisin näytteenottohana suodatin kierrossa, pumpun ja suodattimen välissä olevassa putkessa. Hanasta otetaan nykyisin näyte öljyanalyysiä varten jaksolla 52 viikkoa. Vaihteen luokse pääsee

koneiden käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Hiukkaslaskenta toteutetaan nykyisestä näytteenottohanasta S40-hiukkaslaskimella online-mittauksina laitteiden käynnin aikana.

#### **8.2.3.7 Oikaisuvalssin alavaihde**

Oikaisukoneen alavalssin vaihteessa on nykyisin näytteenottohana suodatin-kierrossa, pumpun ja suodattimen välissä olevassa putkessa. Hanasta otetaan nykyisin näyte öljyanalyysiä varten jaksolla 52 viikkoa. Vaihteen luokse ei pääse koneiden käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Nykyisestä hanasta voidaan tehdä S40-hiukkaslaskimella online-mittauksia seisokin aikana, kun suodatinkierron pumppu on käynnissä.

#### **8.2.3.8 Reunaromuleikkurin vaihteet**

Reunaromuleikkurissa on vaihteet kummallakin puolella linjaa. Vaihteissa on näytteenottohanat suodatin kierrossa, pumpun ja suodattimen välisissä putkissa. Vaihteille tehdään nykyisin öljy- ja metallianalyysit. Öljyanalyysi tehdään jaksolla 52 viikkoa ja metallianalyysi jaksolla 26 viikkoa. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä. Vaihteiden luokse ei pääse laitteiden käynnin aikana. Nykyisin näytteet otetaan seisokin aikana suodatinkierron pumpun ollessa käynnissä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Hiukkaslaskenta voidaan suorittaa samalla periaatteella kuin nykyisin, seisokin aikana nykyisistä näytteenottohanoista S40-hiukkaslaskimella online-mittauksena.

Toinen vaihtoehto on asentaa nykyisten näytteenottohanojen paikalle putket, joiden avulla näytteenottohanat tuodaan aitojen luokse, mistä mittaukset voi-

daan tehdä laitteiden käynnin aikana. Putken pituus laitteistolta aitauksen luokse olisi tällöin noin 2 m.

Reunaromuleikkurin kriittisyysluokka on 3. Tämän mukaan laitteelle ja sen komponenteille ei tehdä kunnonvalvontaa. Kriittisyysluokan 3 laitteet ajetaan rikkoontumiseen saakka.

### **8.2.3.9 Reunaromuleikkurin romuhakkurin vaihde**

Reunaromuleikkurin romuhakkurin vaihteessa on näytteenottohana suodatin-kierrossa, pumpun ja suodattimen välisessä putkessa. Näytteenottohana on lyhyen putken päässä, joten näytettä otettaessa on huomioitava, että öljyä lasjetaan tavallista enemmän pois ennen näytteen ottamista.

Näytteenottohanasta otetaan näyte nykyisin öljyanalyysiä varten jaksolla 52 viikkoa. Vaihteen luokse pääsee käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Vaihteelle voidaan tehdä hiukkaslaskentaa S40-hiukkaslaskimella online-mittauksina nykyisestä näytteenottohanasta. Reunaromuleikkurin romuhakkurin kriittisyysluokka on 3. Vaihteelle ei tehdä kunnonvalvontaa kriittisyysluokittelun perusteella.

### **8.2.3.10 Oikaisukone 3:n vaihde**

Oikaisukone 3:n vaihteessa on näytteenottohana suodatinkierron suodattimen jälkeisessä paluuputkessa. Vaihteesta otetaan nykyisin näytteitä öljy- ja metallianalyysejä varten. Öljyanalyyseja tehdään jaksolla 52 viikkoa ja metallianalyyseja jaksolla 26 viikkoa. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 460 -vaihteistoöljyä. Nykyinen näytteenottohanan paikka ei ole hiukkaslaskennan kannalta tehokkain, mutta öljy- ja metallianalyysien näytteidenottoa varten se on hyvä.



### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Öljyjärjestelmän rakenteen takia vaihteelle ei ole mielekästä toteuttaa hiukkaslaskentaa, koska järjestelmä ei ole tiivis ja öljyyn pääsee paljon ulkopuolisia epäpuhtauksia. Vaihteen öljyä käytetään oikaisukoneen ja vaihteen välillä olevien akseleiden voiteluun ja jäähdyttämiseen. Järjestelmään ei tehdä muutoksia hiukkaslaskennan mahdollistamiseksi eikä sille tehdä hiukkaslaskentaa.

#### **8.2.3.11 Lentävän leikkurin vetorullaston alennusvaihde**

Lentävän leikkurin vetorullaston alennusvaihteessa ei ole nykyisin näytteenottohanaa. Vaihteen luokse pääsee käynnin aikana. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Suodatinkierron pumpun ja suodattimen väliseen putkeen asennetaan näytteenottohana, josta hiukkaslaskentaa voidaan tehdä käynnin aikana online-mittauksina.

Lentävänleikkurin ja siihen kuuluvien komponenttien kriittisyysluokka on 2. Luokan 2 laitteille tehdään osittaista kunnonvalvontaa.

#### **8.2.3.12 Lentävän leikkurin vetorullaston jakovaihde**

Lentävän leikkurin vetorullaston jakovaihteessa ei ole näytteenottohanaa nykyisin. Vaihteen luokse pääsee käynninaikana, mutta vaihde on alennusvaihteen ja hydrauliiikatukin takana, mikä hankaloittaa aivan vaihteen lähelle pääsyä. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä.

### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Suodatinkierron pumpun ja suodattimen välinen putki haaroitetaan ja haaroitettulla putkella tuodaan näytteenottohana alennusvaihteen viereen käytävälle. Putken pituus haaroituksesta näytteenottohanaan on noin 1,5 m. Hiukkaslaskenta tehdään S40-hiukkaslaskimella online-mittauksina laitteiden käynnin aikana. Ennen mittausta on öljyä laskettava normaalia enemmän hanasta. Öljyä on laskettava ainakin putken tilavuuden verran ennen näytteenottoa.

### **8.2.3.13 Oikaisukone 2:n alennusvaihde**

Oikaisukone 2:n alennusvaihteessa on nykyisin näytteenottohana, suodatinkierron suodattimen jälkeisessä paluuputkessa. Sille tehdään öljy- ja metallianalyysit jaksolla 52 viikkoa. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä. Vaihteen luokse pääsee laitteiden käynninaikana.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Suodatinkierron pumpun ja suodattimen välillä on nykyisin letku. Letku vaihdetaan putkeksi ja putkeen asennetaan näytteenottohana. Hiukkaslaskenta toteutetaan S40-hiukkaslaskimella laitteiden käynnin aikana online-mittauksina.

### **8.2.3.14 Oikaisukone 2:n jakovaihde**

Oikaisukone 2:n jakovaihteessa on näytteenottohana suodatinkierrossa, suodattimen jälkeisessä paluuputkessa. Vaihteelle tehdään nykyisin öljy- ja metallianalyysit jaksolla 52 viikkoa. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä. Vaihteen luokse pääsee laitteiden käynninaikana. Näytteenottohanan paikka ei ole hyvä hiukkaslaskennan kannalta, kun pyritään seuraamaan vaihteen mekaanista kuntoa, mutta öljy- ja metallianalyysien näytteidenottoa varten se on hyvä.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Vaihteelle ei asenneta näytteenottohanaa hiukkaslaskennan toteuttamista varten eikä sille ole mielekästä toteuttaa hiukkaslaskentaa, koska sen rakenne on samantyyppinen kuin oikaisukone 3:n vaihteella. Myös tässä vaihteessa öljyyn pääsee huomattavasti ulkopuolisia epäpuhtauksia.

## **8.2.4 Arkki 3**

### **8.2.4.1 Oikaisukoneen Ø 72 oikaisurullaston vaihde**

Oikaisukoneen Ø 72 oikaisurullaston vaihteessa on suodatinkierto, jossa on näytteenottohana pumpun ja suodattimen välisessä putkessa. Suodatinkierron laitteet ovat aitauksen ulkopuolella, missä vaihde on, eli näytteenottohanan luokse pääsee laitteiden käynnin aikana.

## **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Nykyisestä näytteenottohanasta voidaan tehdä online-mittauksia S40-hiukkaslaskimella, laitteiden käynninaikana kun suodatinkierron pumppu on käynnissä. Opinnäytetyön aikana suodatinkierto ei ollut käytössä.

### **8.2.5 Peittaus**

#### **8.2.5.1 Oikaisukoneen vaihde**

Oikaisukoneen vaihteessa on näytteenottohana suodatinkierrossa pumpun ja suodattimen välisessä putkessa. Nykyisin vaihteelle tehdään öljyanalyysi 52 viikon jaksolla. Vaihteessa käytetään Mobilgear SHC 629 -vaihteistoöljyä. Vaihteelle tehdään nykyisin öljyanalyysi jaksolla 52 viikkoa. Vaihteen luokse pääsee laitteiden käynnin aikana.

## **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Käytettävän öljyn vuoksi vaihteelle ei voida tehdä mittauksia S40 hiukkaslaskimella. Hiukkaslaskenta suoritetaan SBSS-hiukkaslaskimella pullonäytteistä. Pullonäytteenotto tehdään nykyisestä hanasta.

#### **8.2.5.2 Uudelleenkelaimen vaihde**

Uudelleenkelaimen vaihteessa näytteenottohana on suodatinkierrossa, suodattimen jälkeisessä putkessa. Putki on haaroitettu ja näytteenottohana on tuotu lattiatasoon, jossa näytteenotto käy luontevasti. Näytteenottohanan paikka sopii öljy- ja metallianalyysien näytteiden ottamista varten ja kyseiselle vaihteelle tehdään öljy- ja metallianalyysit 52 viikon jaksolla. Hiukkaslaskennan kannalta suodatinkierrossa ennen suodatinta oleva näytteenottopiste antaisi tärkeämpää tietoa kuin nykyisestä näytteenottohanasta tehdyt analyysit. Vaihteessa käytetään Mobilgear 600 XP 220 -vaihteistoöljyä. Vaihteen luokse pääsee laitteiden käynnin aikana.

## **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Pumpun ja suodattimen välillä oleva letku vaihdetaan putkeksi ja putkeen asennetaan näytteenottohana. Hiukkaslaskenta suoritetaan S40 -hiukkaslaskimella, online-mittauksina, laitteiden käynnin aikana.

## 8.2.6 LKT:n vaihteiden yhteenveto

Taulukossa 14 on listattu LKT:n vaihteissa nykyisin olevat näyttteenottohanat ja uudet hanat, jotka pitäisi asentaa mielekkään hiukkaslaskentatoiminnan mahdollistamiseksi. Uusia hanoja tulisi asentaa 13. Osassa vaihteita, joihin uusi näyttteenottohana tulisi asentaa, on nykyisin näyttteenottohana. Tällaisissa vaihteissa näyttteenottohanan nykyinen sijoitus ei ole hyvä, kun seurataan laitteen mekaanista kuntoa hiukkaslaskennalla.

TAULUKKO 14. LKT:n vaihteisiin asennettavat näyttteenottohanat

| Linja    | Laite                     | Vaihde            | Hana nykyisin | Uusi hana |
|----------|---------------------------|-------------------|---------------|-----------|
| Raina 1  | Aukikelain                | Vaihde            | -             | Kyllä     |
|          | Oikaisukone               | Vaihde            | -             | Kyllä     |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            | Kyllä         | Kyllä     |
| Raina 2  | Aukikelain                | Vaihde merenpuoli | -             | Kyllä     |
|          | Aukikelain                | Vaihde maanpuoli  | -             | Kyllä     |
|          | Oikaisukone               | Vaihde            | -             | Kyllä     |
|          | Leikkuri                  | Vaihde            | -             | Kyllä     |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            | Kyllä         | -         |
| Arkki 2  | Aukikelain                | Vaihde            | Kyllä         | -         |
|          | Esioik. vetorullasto      | Alennusvaijde     | Kyllä         | Kyllä     |
|          | Esioik. vetorullasto      | Jakovaihde        | Kyllä         | Kyllä     |
|          | Esioikaisukone            | Alennusvaijde     | Kyllä         | -         |
|          | Esioikaisukone            | Jakovaihde        | Kyllä         | -         |
|          | Oikaisuvalssi             | Ylävaijde         | Kyllä         | -         |
|          | Oikaisuvalssi             | Alavaijde         | Kyllä         | -         |
|          | Reunaromuleikkuri         | Merenpuoli        | Kyllä         | -         |
|          | Reunaromuleikkuri         | Maanpuoli         | Kyllä         | -         |
|          | Reunaromuhakkuri          | Vaihde            | Kyllä         | -         |
|          | Oikaisukone 3             | Vaihde            | Kyllä         | -         |
|          | Lent. leikk. vetorullasto | Alennusvaijde     | -             | Kyllä     |
|          | Lent. leikk. vetorullasto | Jakovaihde        | -             | Kyllä     |
|          | Oikaisukone 2             | Alennusvaijde     | Kyllä         | Kyllä     |
|          | Oikaisukone 2             | Jakovaihde        | Kyllä         | -         |
| Arkki 3  | Oikaisuk. Ø 72 rullasto   | Vaihde            | Kyllä         | -         |
| Peittaus | Oikaisukone               | Vaihde            | Kyllä         | -         |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            | Kyllä         | Kyllä     |

Taulukosta 15 on menetelmät, joilla hiukkaslaskenta tulisi toteuttaa LKT:n vaihteille. Osalle vaihteita ei ehdotettu hiukkaslaskennan suorittamista. Syynä tähän on laitteen kriittisyysluokka tai laitteen rakenne. Hiukkaslaskenta tullaan toteuttamaan pullonäytteistä SBSS-hiukkaslaskimella, kun vaihteessa käytettävä öljy ei sovellu S40-hiukkaslaskimelle. S40-hiukkaslaskimella tehdään mittaukset seisokkien aikana niille vaihteille, joiden luokse ei voi mennä laitteiden käynnin aikana.

TAULUKKO 15. LKT:n vaihteiden hiukkaslaskennan toteutus

| Linja    | Laite                     | Vaihde            | Hiukkaslaskennan toteutus |                 |       |                     |
|----------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------|-------|---------------------|
|          |                           |                   | S40 / On line             | S40 / On line   | SBSS  | Ei hiukkaslaskentaa |
|          |                           |                   | Käynnin aikana            | Seisokin aikana |       |                     |
| Raina 1  | Aukikelain                | Vaihde            | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Oikaisukone               | Vaihde            | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            |                           |                 | Kyllä |                     |
| Raina 2  | Aukikelain                | Vaihde merenpuoli |                           | Kyllä           |       |                     |
|          | Aukikelain                | Vaihde maanpuoli  |                           | Kyllä           |       |                     |
|          | Oikaisukone               | Vaihde            | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Leikkuri                  | Vaihde            | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            |                           |                 | Kyllä |                     |
| Arkki 2  | Aukikelain                | Vaihde            |                           |                 | Kyllä |                     |
|          | Esioik. vetorullasto      | Alennusvaihde     | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Esioik. vetorullasto      | Jakovaihde        | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Esioikaisukone            | Alennusvaihde     |                           | Kyllä           |       |                     |
|          | Esioikaisukone            | Jakovaihde        |                           | Kyllä           |       |                     |
|          | Oikaisuvalssi             | Ylävaihde         | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Oikaisuvalssi             | Alavaihde         |                           | Kyllä           |       |                     |
|          | Reunaromuleikkuri         | Merenpuoli        |                           |                 |       | Kyllä               |
|          | Reunaromuleikkuri         | Maanpuoli         |                           |                 |       | Kyllä               |
|          | Reunaromuhakkuri          | Vaihde            |                           |                 |       | Kyllä               |
|          | Oikaisukone 3             | Vaihde            |                           |                 |       | Kyllä               |
|          | Lent. leikk. vetorullasto | Alennusvaihde     | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Lent. leikk. vetorullasto | Jakovaihde        | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Oikaisukone 2             | Alennusvaihde     | Kyllä                     |                 |       |                     |
|          | Oikaisukone 2             | Jakovaihde        |                           |                 |       | Kyllä               |
| Arkki 3  | Oikaisuk. Ø 72 rullasto   | Vaihde            |                           |                 |       | Kyllä               |
| Peittaus | Oikaisukone               | Vaihde            |                           |                 | Kyllä |                     |
|          | Uudelleenkelain           | Vaihde            | Kyllä                     |                 |       |                     |

Nykyisin hiukkaslaskentaa voidaan suorittaa S40-hiukkaslaskimella online-mittausksina käynnin aikana ainostaan Arkki 2 -linjan oikaisuvalssin ylävaihteelle. S40-hiukkaslaskimella voidaan tehdä mittauksia seisokin aikana pumpun käydessä Arkki 2 -linjan esioikaisukoneen alennus- ja jakovaihteelle sekä Arkki 2:n oikaisuvalssin alavaihteelle.

### 8.3 Hydrauliiikkajärjestelmien näytteenoton nykytila ja hiukkaslaskennan toteutus

LKT:lla tehdään hiukkaslaskentaa nykyisin suunnitellusti ja jaksotetusti hydrauliikkajärjestelmille. Taulukossa 16 on LKT:n EH-työt, joiden perusteella tehdään hiukkaslaskentaa.

TAULUKKO 16. LKT:n hydrauliikkajärjestelmien hiukkaslaskenta EH-työt

| Linja                | EH-työnro. | Järjestelmä            |                | Jakso (vk) |
|----------------------|------------|------------------------|----------------|------------|
| Rainalinjat yhteiset | 187700     | Hydrauliiikka          | Suodatinkierto | 12         |
|                      | 191335     | Hydrauliiikka          | Painelinja     | 26         |
| Akki 2               | 813464     | Leikkauslinjan hydr.   | Suodatinkierto | 12         |
|                      | 191337     | Leikkauslinjan hydr.   | Painelinja     | 24         |
|                      | 814156     | Oikaisuvalssi hydr.    | Suodatinkierto | 12         |
|                      | 814490     | Oikaisuvalssi hydr.    | Painelinja     | 24         |
|                      | 812030     | Lentäväleikkuri        | Power pack     | 12         |
| Arkki 3              | 1857196    | Leikkauslinjan hydr.   | Suodatinkierto | 12         |
|                      | 1857437    | Paketointilinjan hydr. | Painelinja     | 12         |
| Peittaus             | 187901     | Hydrauliiikka          | Suodatinkierto | 12         |

#### 8.3.1 Rainalinjojen yhteiset

Rainalinjojen hydrauliikkajärjestelmän suodatinkierrosta tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa jaksolla 12 viikkoa. Hiukkaslaskenta tehdään suodatinkiertopumpun painemittariyhteestä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

Rainalinjojen hydrauliikkajärjestelmän painelinjoista tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa jaksolla 26 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan pumppujen painemittariyhteistä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

#### Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta

Kriittisyysluokan 1 mukaan ja luotettavan trendin aikaansaamiseksi tulisi hiukkaslaskentaa tehdä jaksolla 8 viikkoa sekä rainalinjojen suodatinkierrolle että painelinjoille.

## **8.3.2 Arkki 2**

### **8.3.2.1 Leikkauslinjan hydraulikkajärjestelmä**

Arkki 2:n leikkauslinjan hydraulikkajärjestelmän suodatinkierrosta tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa jaksolla 12 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan suodatinkierron painemittariyhteestä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

Arkki 2:n leikkauslinjan hydraulikkajärjestelmän painelinjoista tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa jaksolla 24 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan pumppujen painemittariyhteistä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Leikkauslinjan hydrauliiikan kriittisyysluokka on 1. Tällöin hiukkaslaskennan jakson tulisi olla maksimissaan 8 viikkoa suodatinkierrolle ja painelinjoille.

### **8.3.2.2 Oikaisuvalssin hydraulikkajärjestelmä**

Arkki 2:n oikaisuvalssin hydraulikkajärjestelmän suodatinkierrosta tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa jaksolla 12 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan suodatinkierron painemittariyhteestä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

Arkki 2:n oikaisuvalssin painelinjasta tehdään hiukkaslaskentaa nykyisin jaksolla 24 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan pumppujen painemittariyhteistä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

#### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Oikaisuvalssin hydrauliiikan kriittisyysluokka on 2. Hiukkaslaskenta tulisi suorittaa jaksolla 12 viikkoa suodatinkierrolle ja painelinjalle.

### **8.3.2.3 Lentävänleikkurin Powerpack**

Arkki 2:n lentävänleikkurin Powerpackille tehdään hiukkaslaskentaa nykyisin jaksolla 12 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan pumppu 1:n ja 2:n mittayhteis-

tä. Pumppu 1 on painelinjan pumppu ja pumppu 2 on kytkimen jäähdytys- ja voitelulinjan pumppu.

### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Lentävänleikkurin Powerpackiä ei ole arvioitu kriittisyysluokittelussa erikseen. Lentävänleikkurin kriittisyysluokka on 1. Koska Powerpackiä ei ole arvioitu erikseen kriittisyysluokittelussa, sille määräytyy sama kriittisyysluokka kuin lentävällä leikkurilla.

Kriittisyysluokan 1 mukaan hiukkaslaskennan jakson pitäisi olla 8 viikkoa. Hiukkaslaskentaa tulisi suorittaa myös suodatinkierrosta.

### **8.3.3 Arkki 3**

#### **8.3.3.1 Leikkauslinjan hydrauliiikka**

Arkki 3:n leikkauslinjan hydrauliiikkajärjestelmän suodatuskierrosta tehdään hiukkaslaskentaa nykyisin jaksolla 12 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan suodatinkierron painemittariyhteestä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Leikkauslinjan kriittisyysluokka on 1. Hiukkaslaskennan jakson tulisi olla 8 viikkoa. Lisäksi myös leikkauslinjan painelinjasta tulisi tehdä hiukkaslaskentaa.

#### **8.3.3.2 Paketointilinjan hydrauliiikka**

Arkki 3:n paketointilinjan hydrauliiikkajärjestelmän painelinjasta tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa jaksolla 12 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan pumppujen mittayhteistä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

### **Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta**

Paketointilinjan kriittisyysluokka on 3. Kriittisyysluokasta takia tälle ei tulisi tehdä kunnonvalvontaa eikä hiukkaslaskentaa.



### 8.3.4 Peittaus

Peittauksen hydraulikkajärjestelmän suodatinkierrosta tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa jaksolla 12 viikkoa. Hiukkaslaskenta suoritetaan suodatinkierron mittariyhteestä kannettavalla hiukkaslaskimella online-mittauksina.

### Ehdotetut toimenpiteet ja hiukkaslaskenta

Peittauksen hydrauliiikan kriittisyysluokka on 2. Nykyinen 12 viikon jaksolla tehtävä hiukkaslaskenta on sopiva peittauksen hydrauliiikan hiukkaslaskentaan. Suodatinkierron lisäksi peittauksen hydrauliiikan painelinjoista tulisi tehdä hiukkaslaskentaa.

### 8.3.5 LKT:n hydraulikkajärjestelmien yhteenveto

LKT:lla tehdään nykyisin hiukkaslaskentaa järjestelmällisesti. Muutosehdotukset koskevat pääasiassa jaksojen pituuksia ja muutetaan vastaamaan järjestelmien kriittisyysluokkia. Hydraulikkajärjestelmiin ei tarvitse tehdä muutoksia tai lisätä venttiileitä hiukkaslaskennan mahdollistamiseksi. Taulukossa 17 on LKT:n nykyiset ja ehdotetut lisättävät EH-työt, joiden mukaan hiukkaslaskentaa suoritetaan sekä niiden jaksot.

TAULUKKO 17. LKT:n hydraulikkajärjestelmien hiukkaslaskenta

| Linja                | Järjestelmä            |                       | Nykyinen jakso (vk) | Uusi jakso (vk) |
|----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------|
| Rainalinjat yhteiset | Hydrauliikka           | Suodatinkierto        | 12                  | 8               |
|                      | Hydrauliikka           | Painelinja            | 26                  | 8               |
| Akki 2               | Leikkauslinjan hydr.   | Suodatinkierto        | 12                  | 8               |
|                      | Leikkauslinjan hydr.   | Painelinja            | 24                  | 8               |
|                      | Oikaisuvalssi hydr.    | Suodatinkierto        | 12                  | 12              |
|                      | Oikaisuvalssi hydr.    | Painelinja            | 24                  | 12              |
|                      | Lentäväleikkuri        | Power pack suodatinl. | Ei hiuk.lask        | 8               |
|                      | Lentäväleikkuri        | Power pack painel.    | 12                  | 8               |
| Arkki 3              | Leikkauslinjan hydr.   | Suodatinkierto        | 12                  | 8               |
|                      | Leikkauslinjan hydr.   | Painelinja            | Ei hiuk.lask        | 8               |
|                      | Paketointilinjan hydr. | Painelinja            | 12                  | Ei hiuk.lask    |
| Peittaus             | Hydrauliikka           | Suodatinkierto        | 12                  | 12              |
|                      | Hydrauliikka           | Painelinja            | Ei hiuk.lask        | 12              |

Arkki 2:n lentävän leikkurin Powerpackin suodatinlinja, arkki 3:n leikkauslinjan hydrauliiikan painelinja ja peittauksen hydrauliiikan painelinja ovat kohteita, joille lisätään EH-työ hiukkaslaskennasta. Arkki 3:n leikkauslinjan hydrauliiikan EH-työ, jonka mukaan hiukkaslaskenta tehdään poistetaan käytöstä.

## **9 PAMAS CMDM -OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTTO**

Työssä asennettiin Pamas CMDM -ohjelma tietokoneelle siihen tutustumisen ja käyttöönoton takia. Raahen tehtaan W-verkkolevylle tehtiin Pamas Database -kansio, johon tehtiin LKT:lla tarvittavat mittauspistekansiot. W-verkkolevyn Instal-kansioon tehtiin Pamas CMDM -kansio, johon tallennettiin Pamas CMDM -ohjelman asennustiedostot ja ohjelman käyttöohjeet.

Opinnäytetyössä tehtiin Pamas CMDM- ohjelman asennuksesta ja käytöstä ohje, jonka lähteenä käytettiin ohjelman virallista käyttöohjetta (32) ja Pamas S40 -hiukkaslaskimen käyttöohjetta (33). Tehdyssä ohjeessa on kuvien avulla selitetty opinnäytetyön aikana vastaan tulleita vaiheita. Tehty ohje toimii virallisen ohjeen tukena, mutta ei ole yhtä laaja kuin virallinen ohje. Toisaalta käsitellyt asiat on selitetty seikkaperäisemmin tehdyssä ohjeessa kuin virallisessa käyttöohjeessa. Tehty ohje on opinnäytetyön liitteenä (liite 2). Tehty ohje tallennettiin W-verkkolevyn Instal-kansiossa olevaan Pamas CMDM-kansioon.

### **9.1 CMDM-ohjelman asennus**

Tehtaalle on hankittu Pamas CMDM -ohjelma aiemmin ja ennen opinnäytetyön aloittamista siitä on hankittu päivitetty versio. Opinnäytetyössä ohjelman asennukseen, tietojen tallentamiseen sekä jakamiseen ja käyttöoikeuksiin tutustuttiin.

Pamas CMDM -ohjelma on toimitettu Raahen tehtaan kuumavalssaamolle CD-levykkeellä. Ohjelman asennuslevy kopioitiin Pamas CMDM-kansioon. Pamas CMDM -kansio on Raahen tehtaan W-verkkolevylle Instal-kansiossa. Ohjelma voidaan asentaa käyttäjien koneille verkkolevyltä. Asennuksen voi tehdä henkilöt, joilla on siihen tarvittavat oikeudet tai sen voi asentaa Raahen tehtaan lähituki etäyhteydellä. Ohjelman asennuksesta on ohjeet tehdyssä Pamas CMDM asennus ja käyttö -ohjeessa (liite 2).

## **9.2 Tietojen jakaminen ja ohjelman käyttöoikeudet**

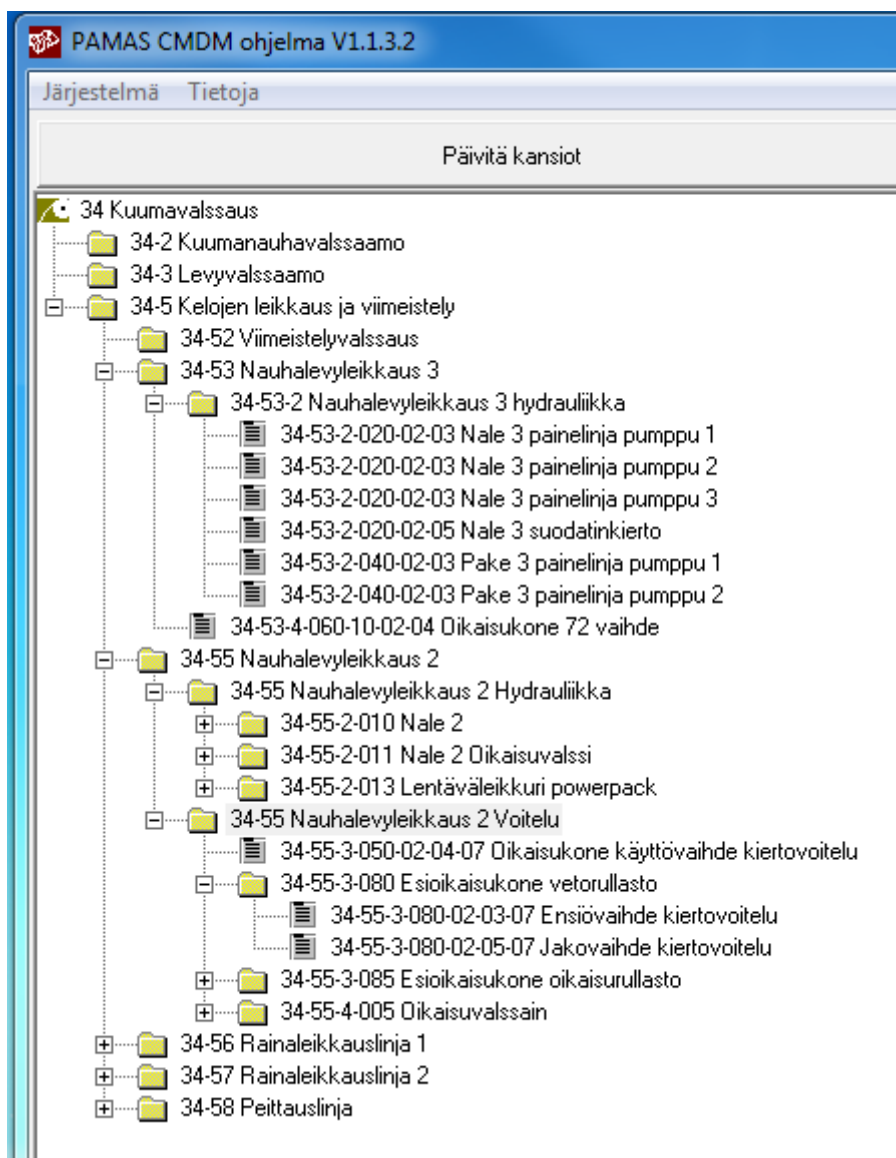
Pamas CMDM -ohjelmassa tietojen jakaminen mahdollistetaan määrittämällä eri tietokoneille asennettuihin CMDM-ohjelmiin tietojenhaku-kansioksi sama verkkolevyllä oleva kansio. Tietojen hakukansio luotiin W-verkkolevyllä. Kansion nimi on Pamas Database.

CMDM-ohjelmassa ei ole mahdollisuutta hallinnoida käyttäjäoikeuksia. Käyttäjäoikeuksia hallitaan tiedonhaku-kansion käyttäjäoikeuksilla. Henkilöille, jotka tarkastelevat CMDM-ohjelmasta mittaustuloksia, riittävät kansion katseluoikeudet. Henkilöt, jotka siirtävät mittaustuloksia verkkolevyllä CMDM- tai SPA-ohjelmasta, tarvitsevat kansion kirjoitusoikeudet.

## **9.3 Mittauspistehierarkian luonti**

Mittauspistehierarkian mallista keskusteltiin sekä kunnossapitäjien ja tutkimuskeskuksen henkilöiden kanssa. Mittauspistekansioiden nimeäminen ja asettelu pyrittiin tekemään mahdollisimman selkeäksi. Kriteerinä oli myös tehdä mittauspistekansioiden rakenne tavalla, jolla voidaan myöhemmin tarvittaessa nimetä muidenkin osastojen mittauspisteet.

Kansiot tehtiin ja nimettiin tehtaalla käytetyn laitepaikkahierarkian mukaisesti. Kansioden nimiin sisällytettiin alkuun laitepaikan numero ja sen jälkeen laitepaikan nimi hierarkian mukaisesti. Laitepaikan numero sisällytettiin kansioden nimiin helpottamaan tutkimuskeskuksen työtä. Tutkimuskeskuksen LIMS-ohjelmasta nähdään laitepaikka, jolle hiukkasanalyysi tehdään. Tutkimuskeskuksella tehdään hiukkasanalyysit LIMS-ohjelman mukaan. Kuvassa 22 on tehty kansiorakenne CMDM-ohjelmassa.



KUVA 22. Kansiorakenne CMDM-ohjelmassa

Työn loppuvaiheessa huomattiin, että mittauspistekansion nimen maksimipituus on 40 merkkiä, jotta mittauspiste voidaan siirtää S40-hiukkaslaskimeen reitillis-taan. Tämän takia tehty kansiorakenne ei ole toimiva ja mittauspistekansioiden nimet joudutaan lyhentämään. Työn aikana mittauspistekansioiden nimiä ei ke-ritty enää muuttamaan.

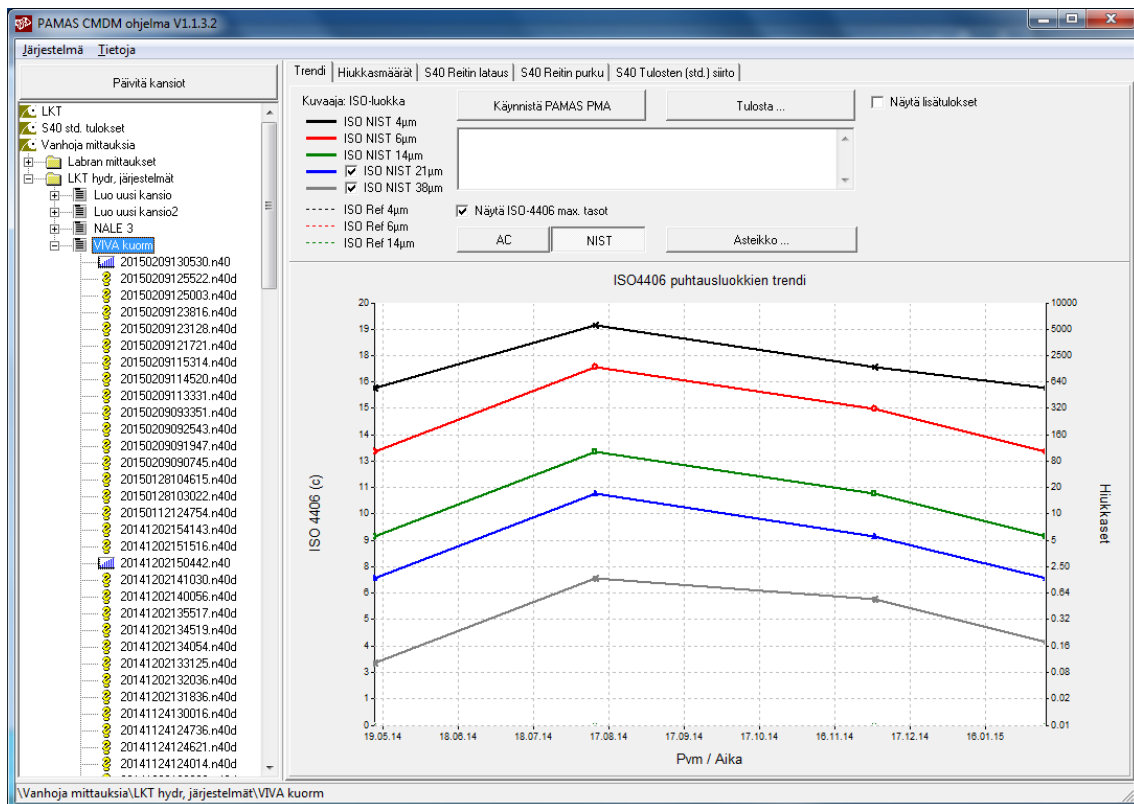
#### 9.4 Vanhojen mittautulosten tallentaminen S40-hiukkaslaskimesta

Pamas S40 -hiukkaslaskimen muistissa oli vuoden 2013 maaliskuusta lähtien tehdyt mittaukset. Mittaukset on tehty pääasiassa hydrauliikka järjestelmistä. Mittauksia oli laitteen muistissa noin 140 sulatolta, nauhavalssamolta ja

LKT:lta. Suurin osa mittauksista on nimetty riittävällä tasolla, jotta ne voidaan kohdentaa järjestelmille. Nimetyt mittaukset voidaan siirtää mittauspistekansioihin, mihin tullaan tallentamaan myöhemmin tehtävät mittaukset tai vaihtoehtoisesti vanhoille tuloksille voidaan tehdä omat mittauspistekansiot.

Opinnäytetyön aikana mittaustulosten tallentamista manuaalisesti S40-hiukkaslaskimesta CMDM-ohjelmaan kokeiltiin näillä vanhoilla tuloksilla ja toiminnosta tehtiin ohje, joka on liitteenä 2. Kyseinen toiminto CMDM-ohjelmassa on Tulosten standardi siirto. Tulosten standardi siirto on ainoa tapa tallentaa vanhat tulokset CMDM-ohjelmaan S40-hiukkaslaskimesta, koska mittauksia ei ole tehty reittitilassa.

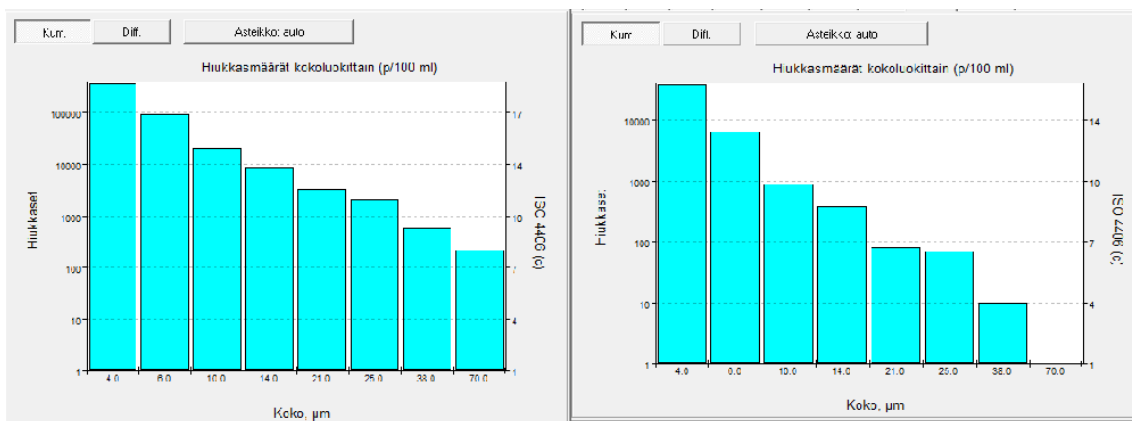
CMDM-ohjelmaan tehtiin Viimeistelyvalssaimen eli ViVa:n kuormitushydrauliikalle mittauspistekansio ja kansioon siirrettiin siihen liittyvät mittaustulokset. Ohjeessa käytetään esimerkkinä ViVa:n kuormitushydrauliikan trendin tekemistä standardisiirrosta kerrottaessa. Kuvassa 23 on kyseinen trendi CMDM-ohjelmassa.



KUVA 23. ViVa:n kuormitushydrauliikan trendi

CMDM-ohjelma piirtää mittauspistekansioon tallennetuista mittaustuloksista trendin käyttäen mittauskertojen keskiarvoja. Oletuksena ohjelma laskee keskiarvon mittauskerran kaikista mittauksista. On tärkeää että käyttäjä poistaa keskiarvon laskennasta mittauskerran huuhtelumittaukset. Huuhtelumittauksien arvot eroavat yleensä todellisista arvoista huomattavasti ja vääristävät keskiarvoa sekä trendiä.

Kuvassa 24 on erään mittauskerran ensimmäinen ja viimeinen mittaus kuvaajina. Kuvaajasta nähdään, että huuhtelu mittauksissa on erityisesti suuria hiukasia enemmän kuin viimeisessä mittauksessa. Keskiarvon laskentaan pitää valita vain viimeiset mittaukset siitä lähtien, kun mittaukset ovat stabiloituneet, mittaustulokset voidaan katsoa stabiloituneeksi esimerkiksi, kun puhtausluokka pysyy samana perättäisissä mittauksissa.



KUVA 24. Mittauskerran ensimmäinen ja viimeinen mittaus

## 9.5 SBSS-hiukkaslaskimen vanhojen tuloksien siirto CMDM-ohjelmaan

Tehtaan tutkimuskeskuksella on tallennettuna kaikki mittaustulokset mitkä on tehty Pamas SBSS -hiukkaslaskimella. Tutkimuskeskukselta saatiin valssamolle tehtyjen mittauksien tulokset 2012 vuoden elokuusta lähtien. Kyseiset mittaustulokset ovat mes-tiedostoja.

Laboratoriossa tehdyt hiukkasanalyysien tulokset ovat tallennettuna tietokoneelle, jolla käytetään Pamas SPA -ohjelmaa ja SBSS-hiukkaslaskinta. Näiden tuloksien järjestely on vaivattomampaa kuin S40-hiukkaslaskimella tehtyjen, koska tiedostot on nimetty EH-työnumeroiden mukaan.

CMDM-ohjelmaan siirrettiin 181042 EH-työnumeron mittaukset. näiden tulosten siirtämistä on käytetty esimerkkinä ohjetta tehdessä (liite 2).

## **9.6 Mittaustulosten vertailu**

Työssä tutustuttiin ja vertailtiin nykyisin LKT:llä käytettyjä raportointi ohjelmia ja Pamas CMDM -ohjelmaa. Nykyisin raportointiin käytetään Arttu-kunnossapitojärjestelmää ja siihen linkitettyä SPC-ohjelmaa.

### **9.6.1 Tulosten trendiseuranta**

Nykyisin laboratoriossa tehdyt mittaukset on raportoitu SPC-ohjelmaan, trendikuvaajana. Kuvassa 25 on 181042 EH-työnumeron trendikuvaaja SPC-ohjelmassa. Kuvassa on rajattu mittaukset kuvan oikealle puolelle, jotka näkyvät myös CMDM-ohjelman trendissä (kuva 26).



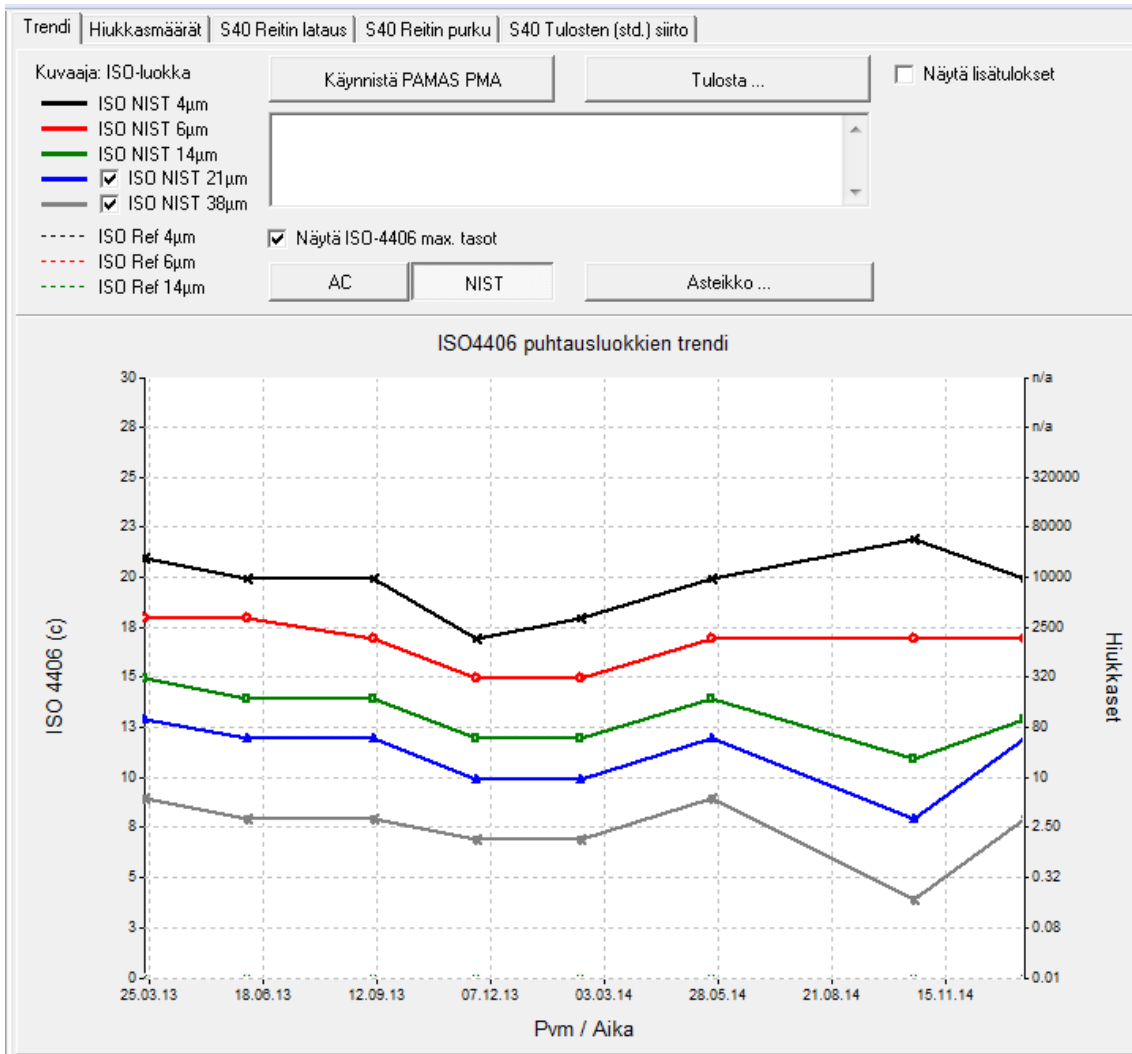
## Ryhmänäkymä, 0106613-LK-HA



KUVA 25. Hiukkaslaskennan trendi SPC-kuvaajana

SPC-ohjelman kuvaajaan tallennetaan ISO 4406:1999 -standardin mukaiset puhtausluokat ( $\geq 4 \mu\text{m}(c)$ ,  $\geq 6 \mu\text{m}(c)$  ja  $\geq 14 \mu\text{m}(c)$ ). Puhtausluokat näkyvät omissa kuvaajissa. On huomioitava, että x-akselilla on aika ja kuvaajien asteikot eivät ole vastaavia.

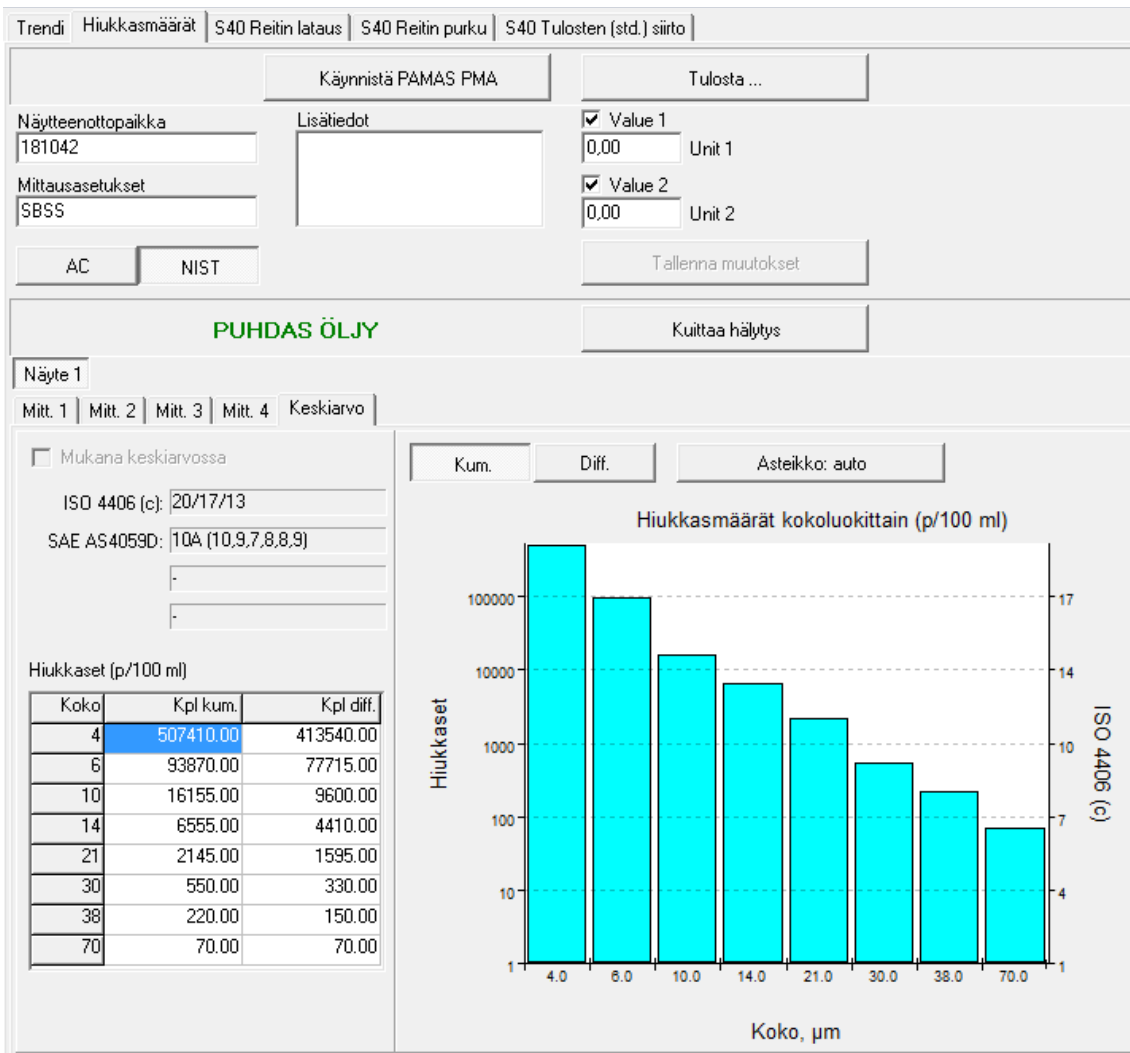
Kuvassa 26 on samojen mittauksien trendi CMDM-ohjelmassa. On huomioitava, että kuvaajassa on mittaukset, jotka ovat SPC-kuvaajassa rajauksen oikealla puolella (kuva 25).



KUVA 26. Hiukkaslaskennan trendi CMDM-ohjelmassa

CMDM-ohjelman trendissä on ISO 4406:1999 -standardin mukaisten puhtausluokkien lisäksi myös kokoluokkien  $\geq 21 \mu\text{m}$  ja  $\geq 38 \mu\text{m}$  tulokset. Eri kokoluokkien trendit näkyvät samassa kuvaajassa.

CMDM-ohjelman hiukkasmäärät-välilehdellä nähdään yhden mittauskerran tulokset (kuva 27). Hiukkasmäärät-välilehdellä on trendissä olevien hiukkaskokojen lisäksi  $\geq 10 \mu\text{m}$ ,  $\geq 30 \mu\text{m}$  ja  $\geq 70 \mu\text{m}$  hiukkaskokojen kappalemäärät. Tulokset ovat listauksena kappalemäärinä ja pylväsdiagrammina. Esitetyt kappalemäärät kertovat, kuinka monta kyseistä hiukkasta on 100 ml:ssa tutkittua nestettä kumulatiivisella ja differentiaalisella laskentatavalla.



KUVA 27. Hiukkasmäärät CMDM-ohjelmassa

Suurimpana etuna CMDM-ohjelman käytössä tuloksien raportoinnissa verrattuna SPC-kuvaajaan on isojen hiukkasten tuloksien näkyminen ( $\geq 21 \mu\text{m}$ ,  $\geq 38 \mu\text{m}$  ja  $\geq 70 \mu\text{m}$ ). Lisäksi yksittäisistä mittauksista saadaan huomattavasti tarkempaa tietoa. CMDM-ohjelman esitys on myös huomattavasti selkeämpi kuin SPC-kuvaajassa. SPC-kuvaajan käytön etuna on kaikkien Arttu kunnossapito-ohjelman käyttäjien mahdollisuus nähdä tulokset verrattuna CMDM:ään, jossa käyttäjän koneelle pitää olla asennettuna kyseinen ohjelma.

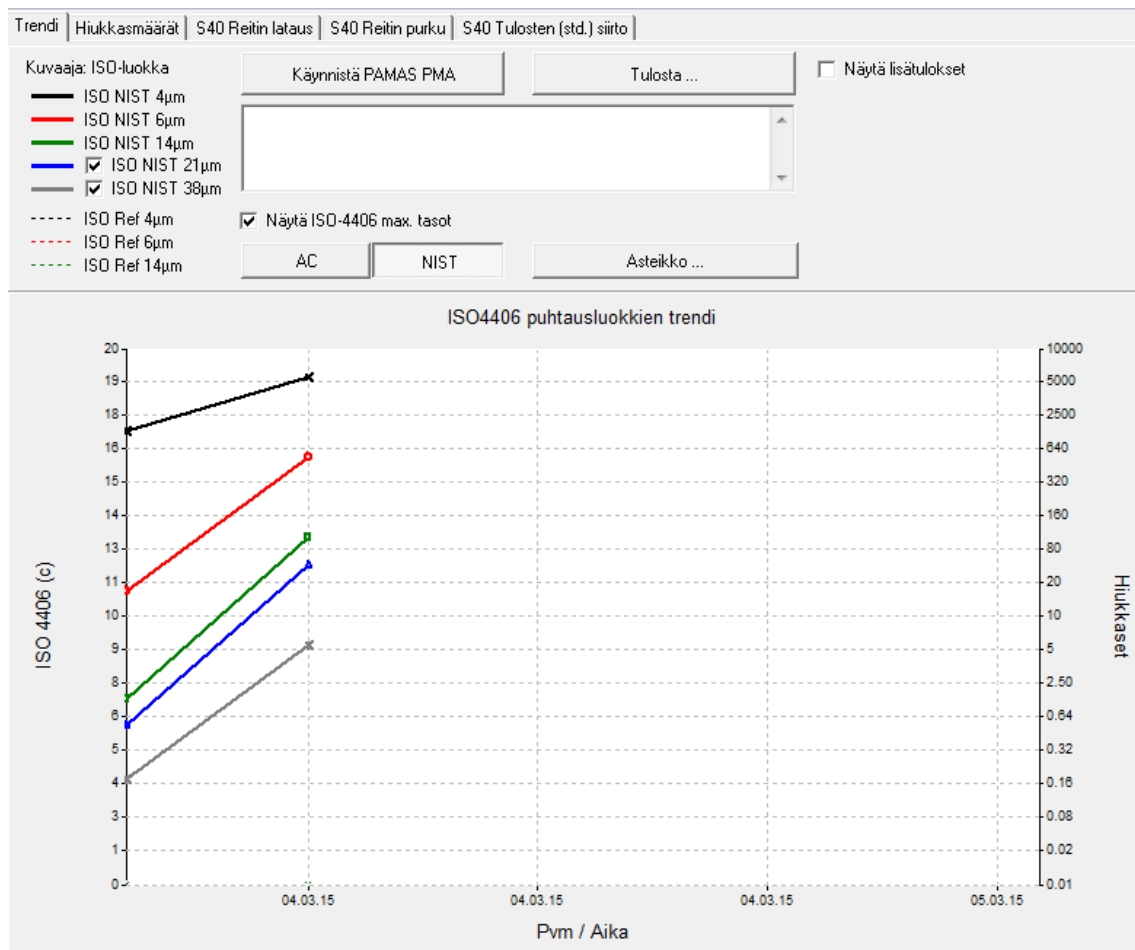
### 9.6.2 SBSS- ja S40-hiukkaslaskimien tulosten vertailu

Työn aikana tehtiin tutkimus, jonka tarkoituksena oli vertailla S40-hiukkaslasminella tehdyn online-mittauksen ja SBSS-hiukkaslaskimella tehdyn pullonäytemittauksen tuloksia.

Tutkimuksessa tehtiin LKT:n rainalinjojen yhteiselle hydraulikkajärjestelmälle ja viimeistelyvalssaimen apuhydrauliikalle hiukkasanalyysit online-mittauksena S40-hiukkaslaskimella ja otettiin pullonäytteet samoista näytteenottopisteistä saman aamun aikana. Pullonäytteet vietiin tutkimuskeskukselle analysoitavaksi SBSS-hiukkaslaskimella.

### 9.6.2.1 Rainalinjojen hydraulikka

Rainalinjojen hydraulikkajärjestelmän mittaustulokset tallennettiin samaan mitauspistekansioon, jolloin ne näkyvät samassa trendissä. Ensimmäinen mittaus trendissä on S40-hiukkaslaskimella tehty mittaus ja toinen mittaus on SBSS-hiukkaslaskimella tehty. Trendin kuvaajasta nähdään että mittaustulokset eivät ole samalla tasolla vaan kuvaaja nousee jokaisella kokoalueella huomattavasti. Kyseinen trendi on kuvassa 28.



KUVA 28. SBSS:n ja S40:n tulokset rainalinjojen hydraulikkasta

S40-hiukkaslaskimella saatiin ISO 4406:1999 -standardin mukaisiksi puhtausluokiksi 17/11/7. SBSS-hiukkaslaskimella vastaavaksi tulokseksi saatiin 19/16/13. Jo puhtausluokkien erosta nähdään että tulokset eroavat paljon toisistaan. Yhden puhtausluokan ero voisi olla hyväksyttävissä, jos kappalemäärät olisivat juuri jonkin puhtausluokan ylärajoilla ja toisen mittauksen tulokset seuraavan luokan alarajoilla. Taulukossa 18 on CMDM-ohjelmasta saadut kappalemääräiset tulokset mittauksille sekä kumulatiivisella ja differentiaalisella laskentatavalla.

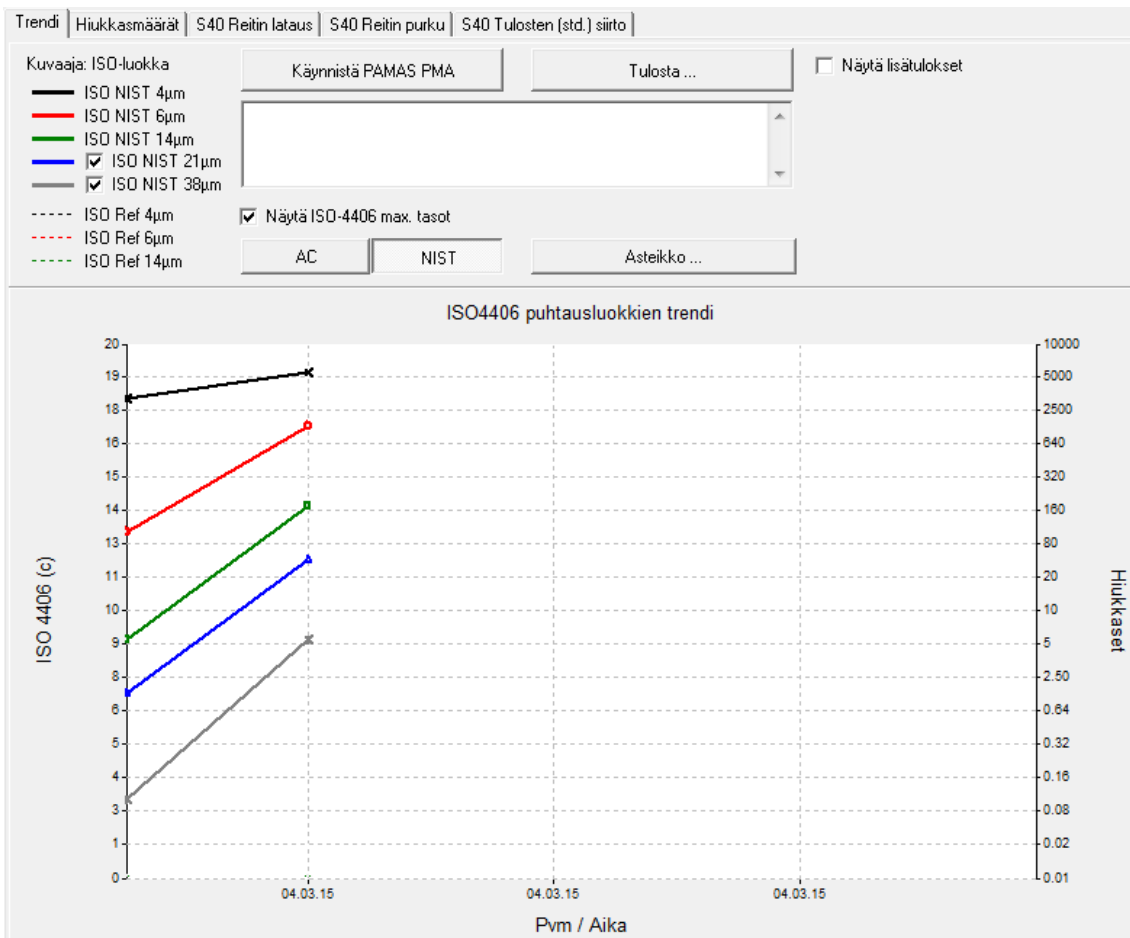
*TAULUKKO 18. SBSS:n ja S40:n tulokset rainalinjojen hydrauliiikasta*

| Hiukkasten koko | S40      | SBSS     | S40       | SBSS      |
|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|
| µm              | kpl kum. | kpl kum. | kpl diff. | kpl diff. |
| 4               | 82 882   | 335 627  | 80 935    | 279 425   |
| 6               | 1 947    | 56 202   | 1 780     | 41 255    |
| 10              | 167      | 14 947   | 95        | 7 617     |
| 14              | 72       | 7 330    | 37        | 4 195     |
| 21              | 35       | 3 135    | 15        | 2 115     |
| 25              | 20       | 1 020    | 10        | 630       |
| 38              | 10       | 390      | 2         | 322       |
| 70              | 7        | 67       | 7         | 67        |

Taulukosta nähdään että mittauksien kappalemäärät vaihtelevat paljon. Pullo-näytteenotto on aina kriittinen vaihe kun tehdään hiukkaslaskentaa SBSS-hiukkaslaskimella ja todennäköisesti virhe voinut tapahtua juuri näytteenotossa.

### 9.6.2.2 ViVan apuhydrauliikka

Viimeistelyvalssaimen apuhydrauliikasta tehtyjen mittauksien tulokset ovat kuvaajana kuvassa 29. Kuvasta nähdään, että pienillä hiukkasilla ( $\geq 4 \mu\text{m}$  (c)) käyrä ei nouse huomattavasti mutta sitä suuremmilla hiukkasilla S40-hiukkaslaskimen tulokset ovat huomattavasti pienempiä kuin SBSS-hiukkaslaskimella mitatut.



KUVA 29. SBSS:n ja S40:n tulokset ViVan apuhydrauliikasta

S40-hiukkaslaskimella saatiin ISO 4406:1999 -standardin mukaisiksi puhtausluokiksi 18/13/9. SBSS-hiukkaslaskimella vastaavaksi tulokseksi saatiin 19/17/14. Graafisesta tarkistelusta selviää että pienimmillä hiukkasilla mittaus-ten ero kasvaa noin puolen puhtausluokan verran. Mutta sitä suuremmilla hiukkasilla ero on suuri, kokoluokkien  $\geq 6 \mu\text{m}(\text{c})$  ja  $\geq 14 \mu\text{m}(\text{c})$  puhtausluokkien arvot kasvavat neljä ja viisi puhtausluokkaa. Taulukossa 18 on CMDM-ohjelmasta saadut kappalemääräiset tulokset mittauksille, sekä kumulatiivisella ja differentiaalisella laskentatavalla.

TAULUKKO 19. SBSS:n ja S40:n tulokset ViVan apuhydrauliikasta

| Hiukkasten koko | S40      | SBSS     | S40       | SBSS      |
|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|
| $\mu\text{m}$   | kpl kum. | kpl kum. | kpl diff. | kpl diff. |
| 4               | 132 380  | 342 250  | 127 626   | 259 930   |
| 6               | 4 753    | 82 320   | 4 053     | 61 230    |
| 10              | 700      | 21 090   | 416       | 11 290    |
| 14              | 283      | 9 800    | 216       | 6 300     |
| 21              | 66       | 3 500    | 33        | 2 527     |
| 25              | 33       | 972      | 27        | 595       |
| 38              | 7        | 377      | 7         | 322       |
| 70              | 0        | 55       | 0         | 55        |

ViVan apuhydryliikan testissä kokoluokan  $\geq 4 \mu\text{m(c)}$  puhtausluokka erosi noin puoli puhtausluokkaa. Kun tarkastellaan hiukkasten kappalemääriä nähdään, että hiukkasia on yli kaksi kertaa enemmän SBSS:llä mitatuissa tuloksissa kuin S40:llä mitatuissa.

Kummankin testatun järjestelmän tulokset ovat samankaltaisia. Tulokset eroavat kriittisesti S40- ja SBSS -hiukkaslaskimella mitattuina. Isommissa hiukkasis- sa erot ovat useita puhtausluokkia, jopa viisi puhtausluokkaa. Pienten hiukkas- ten suurien määrien vuoksi niiden puhtausluokkien erot eivät ole suuria, kappale määrien tarkastelussa nekin eroavat toisistaan paljon.

Pullonäytteenotossa sattunut virhe on todennäköisin syy mikä selittää eroja online- ja pullonäytemittauksien välillä. Mutta se ei ole yksiselitteisesti eron syy, koska tulosten erot ovat hyvin samankaltaiset kummassakin järjestelmässä.

Käytössä olevat laitteet tullaan huoltamaan ja kalibroimaan kevään aikana ja on mahdollista että erot mittaustuloksissa selittyvät kalibrointi-tuloksilla. Testi olisi ollut mielekkäämpää suorittaa laitteiden kalibroinnin jälkeen mutta se ei aikatau- lun kannalta ollut mahdollista opinnäytetyössä.

Testin perusteella voidaan todeta että S40- ja SBSS-hiukkaslaskimella tehdyt mittaukset eivät ole vertailukelpoisia. Eri laitteilla mitattuja tuloksia ei kannata tallentaa samaan mittauspistekansioon, koska ne vääristävät trendiä ja voivat

aiheuttaa sekaannusta. Kunnonvalvonta suunnitellaan tehtäväksi toisella hiukkaslaskimella ja käytettävä laskin mainitaan EH-työohjeessa.

Testin tulos ei huononna hiukkaslaskennan asemaa tai luotettavuutta kunnonvalvonta menetelmänä, koska hiukkaslaskenta on pohjimmiltaan muutoksen seuranta. Kun mittauspisteen mittaukset tehdään aina samalla tavalla, samasta paikasta saadaan aikaan luetettava trendi, jonka perusteella kunnossapitoa voidaan suunnitella.



## 10 YHTEENVETO

Työn luotiin LKT:n vaihteistoille ja hydraulikkajärjestelmille hiukkaslaskentaan perustuva kunnonvalvontatoiminta. Työn tavoitteina olivat hiukkaslaskennan nykytilan kartoitus, selvitys hiukkaslaskennan toteuttamisen vaatimista toimenpiteistä ja Pamas CMDM -ohjelman käyttöönotto.

Työssä selvitettiin hiukkaslaskennan nykytila LKT:n hydraulikkajärjestelmistä ja vaihteista, joissa on voiteluöljyn suodatinkiertojärjestelmä. LKT:lla toteutetaan nykyisin hiukkaslaskentaa hydraulikkajärjestelmille. Hydraulikkajärjestelmien hiukkaslaskennan muutokset koskevat pääasiassa töiden jaksotusta. LKT:lla tulisi lisätä myös joitakin EH-töitä, joiden mukaan hiukkaslaskentaa suoritetaan hydraulikkajärjestelmille. Hiukkaslaskennan toteuttaminen LKT:n hydraulikkajärjestelmille ei vaadi muutoksia järjestelmiin. EH-töiden jaksotus tulisi tehdä kriittisyysluokitteluun perustuen.

LKT:lla ei tehdä nykyisin suunnitellusti ja jaksotetusti vaihteiden hiukkaslaskentaa. LKT:lla on useita vaihteita, joille hiukkaslaskenta mahdollistetaan asentamalla niihin näytteenottohana. LKT:lla on myös vaihteita, joille hiukkaslaskentaa voidaan tehdä ilman muutoksia. Hiukkaslaskentaa tehdään kannettavalla laskimella koneiden käydessä tai seisakin aikana. Joillekin vaihteille hiukkaslaskenta tehdään tehtaalla tutkimuslaitoksella pullonäytteistä. Hiukkaslaskentatapaan vaikuttavat koneen rakenne, turva-aidat ja käytettävä öljy.

Pamas CMDM -ohjelman käyttöönotossa tehtaalla verkkolevyille luotiin ohjelman asennus- ja tiedonkeruukansiot. Ohjelma voidaan asentaa sen käyttäjien tietokoneille asennuskansioista. Verkkolevyllä oleva tiedonkeruukansio mahdollistaa automaattisen tiedonjaon. Ohjelman asennukseen ja käyttöön tutustuttiin sekä sen pohjalta tehtiin ohjelman asennus- ja käyttöohje. Ohjelman tiedonkeruukansioon luotiin kansiorakenne LKT:n laitteille, joille hiukkaslaskentaa tehdään tai voidaan tehdä.

CMDM-ohjelman käyttö mahdollistaa S40-hiukkaslaskimen käytön reittitilassa. S40-hiukkaslaskimen käytöstä ja käyttöönotosta reittitilaan tehtiin myös ohjeet CMDM-ohjelman käyttöohjeeseen.

Työssä tehtiin tutkimus, jossa verrattiin online- ja offline-mittauksien tuloksia samasta mittauspisteestä. Online-mittaus tehtiin kannettavalla Pamas S40 -hiukkaslaskimella ja offline- eli pullonäytemittaus tehtiin tehtaan tutkimuskeskuksen Pamas SBSS -hiukkaslaskimella. Hiukkaslaskimien tulokset erosivat huomattavasti toisistaan. Tutkimuksesta pääteltiin, ettei S40- ja SBSS-hiukkaslaskimella mitattuja tuloksia talleta samaan trendiin. Jos hiukkaslaskimien tulokset tallennetaan samaan trendiin, se voi aiheuttaa sekaannusta ja jopa vääriä tulkintoja ja toimenpiteitä kunnossapidossa, kun kunnossapitoa suunnitellaan hiukkaslaskennan perusteella.

Työn tavoitteet saavutettiin hiukkaslaskennan nykytilan ja vaadittavien toimenpiteiden kartoituksen osalta, mutta CMDM-ohjelmaa ei otettu käyttöön opinnäytetyön aikana. CMDM-ohjelman käyttöönoton toimenpiteet on kuitenkin tehty. Käyttöönotto vaati vielä ohjelman asennuksen käyttäjien koneille ja koulutusta käyttäjille ohjelman sekä reittitilassa olevan S40-hiukkaslaskimen käytöstä.

Työn tavoitteissa onnistuttiin hiukkaslaskennan nykytilan kartoituksen ja vaadittavien toimenpiteiden selvityksen suhteen, mutta CMDM-ohjelmaa ei otettu käyttöön opinnäytetyön aikana. CMDM-ohjelman käyttöönoton toimenpiteet on kuitenkin tehty. Käyttöönotto vaati vielä ohjelman asennuksen käyttäjien koneille ja koulutusta käyttäjille ohjelman sekä reittitilassa olevan S40-hiukkaslaskimen käytöstä.

## LÄHTEET

1. SSAB lyhyesti. SSAB. Saatavissa: <http://www.ssab.com/fi/Sijoittajat-ja-media/Tietoa-SSABsta/SSAB-lyhyesti/>. Hakupäivä 20.1.2015.
2. Tehdasoppaiden materiaali. 2014. SSAB. Saatavissa: <http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Pages/Raahe/Esittelymateriaalia/raahentehtaan-esittelymateriaalia.aspx>. Hakupäivä 31.3.2015.
3. SSAB Raahen prosessikaaviot. 2014. SSAB. Saatavissa: <http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Pages/Raahe/Esittelymateriaalia/raahentehtaan-esittelymateriaalia.aspx>. Hakupäivä 31.3.2015.
4. Nauhavalssaamon esittely. 2014. SSAB. Saatavissa: <http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Pages/Raahe/Esittelymateriaalia/Kuumanauhavalssaaus.aspx>. Hakupäivä 31.3.2015.
5. LKT esittely. 2014. SSAB. Saatavissa: <http://intra.rrsteel.net/sites/msa/BSSA/Pages/Raahe/Esittelymateriaalia/Kuumanauhavalssaaus.aspx>. Hakupäivä 31.3.2015.
6. Järviö, Jorma 2012. Kunnossapito. 5. uudistettu painos. Kunnossapidon julkaisusarja nro. 10. Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapitoyhdistys Ry.
7. Niiranen, Esko 2015. Re: Ruukki Raahe S40. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja Alamattila, Eetu 18.2.2015.
8. Kunnossapito. Tavoitteena käyttövarmuus. Opetushallitus. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet\\_1-2\\_tavoitteena\\_kayttovarmuus.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_1-2_tavoitteena_kayttovarmuus.html). Hakupäivä 20.1 2015
9. Mikkonen, Henry 2009. Kunnossapitolajit. Teoksessa Kuntoon perustuva kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja nro. 13. Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapitoyhdistys Ry.




10. Kunnossapito. Värähtelymittaukset. Opetushallitus. Saatavissa:  
[http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka\\_k2\\_varahtelymittaukset.html](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_k2_varahtelymittaukset.html). Hakupäivä: 20.1.2015.
11. Mikkonen, Henry – Jantunen, Erkki – Miettinen, Juha – Leinonen, Pertti – Kautto, Juha – Lumme, Veli Erkki 2009. Dianostiikka. Teoksessa Kuntoon perustuva kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja nro. 13. Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapitoyhdistys Ry.
12. Parantainen, Timo 2006. Kunnossapidon tietojärjestelmä. Teoksessa Kunnossapito. 3. uudistettu painos. Kunnossapidon julkaisusarja nro. 10. Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapitoyhdistys Ry.
13. Malinen, Raimo – Pulkkinen, Pertti – Rätty, Kari – Suontama, Kauko – Vuolle, Pekka 2006. Voiteluaineiden puhtaus. Teoksessa Teollisuusvoitelu. 4. täydennetty painos. Kunnossapidon julkaisusarja nro. 8. Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapitoyhdistys Ry.
14. Opas kunnonvalvontaan. 2011. Parker Hannifin Corporation. Opas. Osanro. 5. Saatavissa: [http://www.parkerhfde.com/pdf/conmon/dd015/DD0000015\\_FI.pdf](http://www.parkerhfde.com/pdf/conmon/dd015/DD0000015_FI.pdf). Hakupäivä 2.2.2015.
15. Niiranen, Esko 2013. Öljynäytteiden hiukkaslaskenta mekaanisessa kunnonvalvonnassa. Kunnonvalvonta-kurssin materiaali. Jyväskylän ammattikorkeakoulu.
16. RR 2065. Teollisuushydraulijärjestelmien suunnittelu- ja hankintaohje. Ruukki metals standard.
17. Clean Oil Guide, Puhtaan öljyn opas. 2. painos. C.C. Jensen A/S 2003. Saatavissa: [http://www.teknoma.fi/dev/wp-content/uploads/Clean\\_Oil\\_-Guide\\_FIN.pdf](http://www.teknoma.fi/dev/wp-content/uploads/Clean_Oil_-Guide_FIN.pdf). Hakupäivä 7.3.2015.
18. ISO 4406:1999 puhtaussuositukset eri komponenteille. Hydac Oy.
19. Korpi, Arto – Manninen, Ari – Rinkinen, Jari – Suontama, Kauko 2006. Öljyjen kunnonvalvonta. Teoksessa Teollisuusvoitelu. 4. täydennetty painos.

Kunnossapidon julkaisusarja nro. 8. Helsinki: KP-Media Oy, Kunnossapito-yhdistys Ry

20. Niiranen, Esko – Vesala, Mika 2012. Näytteenotto, öljyanalyysin tärkein työvaihe. Promaint nro 6. S. 54 - 56. Saatavissa: [http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/Eskos-article-in-Promaint-6-2012\\_pages-54-to-56-1.pdf](http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/Eskos-article-in-Promaint-6-2012_pages-54-to-56-1.pdf). Hakupäivä 27.1.2015.
21. Niiranen, Esko 2011. Öljynäytteiden hiukkaslaskenta, mekaniikan kunnonvalvontaa mikrometrin tarkkuudella. Promaint nro. 5. S. 54 - 57. Saatavissa: [http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/Article-in-Promaint-5\\_2011.pdf](http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/Article-in-Promaint-5_2011.pdf). Hakupäivä 27.1.2015.
22. Niiranen, Esko 2010. Online-hiukkaslaskenta, automaattinen valvonta suoraan öljyjärjestelmästä. Fluid Finland nro. 1. S. 24 - 27. Saatavissa: <http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/Article-in-Fluid-Finland-1-2010-1.pdf>. Hakupäivä 27.1.2015.
23. Stauff. Test 20 Typ SMK (16x2). Esite. Saatavissa: [http://www.knorr-ing.fi/Fl/Teollisuus/TeTu\\_Hydr\\_Stauff\\_Mitt\\_20SMK.htm](http://www.knorr-ing.fi/Fl/Teollisuus/TeTu_Hydr_Stauff_Mitt_20SMK.htm). Hakupäivä 5.3.2015.
24. Junnonaho, Juha 2013. Kriittisyysluokitus perustana kunnossapitotoiminnalle. Diplomityö. Oulu: Oulun yliopisto, konetekniikan osasto.
25. Pamas S40 kannettava hiukkaslaskin öljynäytteille. 2014. Esite. Osanro. 4. Pamas Oy. Saatavissa: [http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/S40\\_e.pdf](http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/07/S40_e.pdf). Hakupäivä 20.1.2015.
26. FluidControl Unit FCU 2000 Series. Hydac International. Esite. Pamas Oy. Saatavissa: <http://www.hydac.com.au/MessageForceWebsite/Sites/27/Files/E7922-6-11-10.pdf>.
27. Pamas SBSS hiukkaslaskin nestenäytteille. 2014. Esite. Osanro. 11. Pamas Oy. Saatavissa: [http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/11/PAMAS-SBSS\\_FI.pdf](http://pamas.fi/wp-content/uploads/2014/11/PAMAS-SBSS_FI.pdf). Hakupäivä 20.1.2015.

28. Pamas CMDM Condition Monitoring Data Manager Kunnnonvalvontaohjelmisto. 2014. Esite. osanro. 6. Saatavissa: file:///C:/Users/ext33143/Downloads/CMDM\_fi\_screen.pdf. Hakupäivä 20.1.2015.
29. Mobilgear 600 XP -sarja. Exxonmobil 2014 Saatavissa: [http://www.mobil.com/Finland-Finnish/Lubes/PDS/GLXXFIINDMOMobilgear\\_600\\_XP.aspx](http://www.mobil.com/Finland-Finnish/Lubes/PDS/GLXXFIINDMOMobilgear_600_XP.aspx). Hakupäivä 28.3.2015.
30. Mobilgear SHC™ 600 -sarja. Exxonmobil 2014. Saatavissa: [http://www.mobil.com/Finland-Finnish/Lubes/PDS/GLXXFIINDMOMobil\\_SHC\\_600\\_Series.aspx](http://www.mobil.com/Finland-Finnish/Lubes/PDS/GLXXFIINDMOMobil_SHC_600_Series.aspx). Hakupäivä 28.3.2015.
31. Mobil DTE™ 20 -sarja. Exxonmobil 2014. Saatavissa: [http://www.mobil.com/Finland-Finnish/Lubes/PDS/GLXXFIINDMOMobil\\_DTE\\_20\\_Series.aspx](http://www.mobil.com/Finland-Finnish/Lubes/PDS/GLXXFIINDMOMobil_DTE_20_Series.aspx). Hakupäivä 28.3.2015.
32. Pamas CMDM Hiukkasanalyysi- ja trendiseurantaohjelma. Käyttöohje. Pamas GmbH Suomen toimisto.
33. Pamas S40. Kannettava hiukkaslaskin. Käyttöohje. Pamas Oy.

## LÄHTÖTIETOMUISTIO

|   |   |   |
|---|---|---|
| Työn tiedot   | Tekijä <sup>1</sup><br>Eetu Alamattila<br>   | Tilasija <sup>2</sup><br>SSAB Europe Oy |
|   | Tilasijan yhdyshenkilö ja yhteystiedot <sup>3</sup><br>Marko Lehtosaari    |   |
|   | Työn nimi <sup>4</sup><br><b>Hiukkaslaskennan hyödyntäminen hydraulikkajärjestelmien ja vaihteistojen kunnonvalvonnassa (LKT)</b>   |   |
|   | Työn kuvaus <sup>5</sup><br>LKT osastolla ei ole juurikaan mittaavaa kunnonvalvontaa käytössään. Prosessin luonteesta johtuen väärtelymittaukset ovat hankalasti toteutettavissa. Öljyjen hiukkaslaskennasta on hieman kokemuksia kunnonvalvonnassa ja kokemukset ovat olleet pääasiassa positiivisia. Toiminnan systemaattinen tekeminen vaatii mm. näytteenottoaikat, ohjeet ja toimintatavat, jotka työssä on tarkoitus laatia. Laaditaan tehokas hiukkaslaskentaan perustuva kunnonvalvontatoiminta valssaamon LKT osastolle. |   |
|   | Työn tavoitteet <sup>6</sup><br>Kriittisten laitteiden ja järjestelmien läpikäynti. Öljynäytteiden ottamisen nykytilan selvittäminen ja näytteenottamiseen liittyvien haasteiden ratkaiseminen, toiminnan toteutussuunnitelma sekä Pamas ohjelman käyttöönotto ja töiden vieni kunnossapitotietojärjestelmään.  |   |
|   | Tavoiteaikataulu <sup>7</sup><br>Valmis huhtikuussa 2015.   |   |
|   | Päiväys ja allekirjoitus <sup>8</sup><br>25/11/2014 <br>Tekijän allekirjoitus  |   |
| 1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.<br>2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.<br>3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.<br>4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.<br>5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.<br>6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.<br>7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.<br>8. Lähtötietomuistio päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilasijan yhdyshenkilö. |   |   |



**PAMAS CDMM -OHJELMAN ASENNUS- JA KÄYTTÖOHJE**



## SISÄLLYS

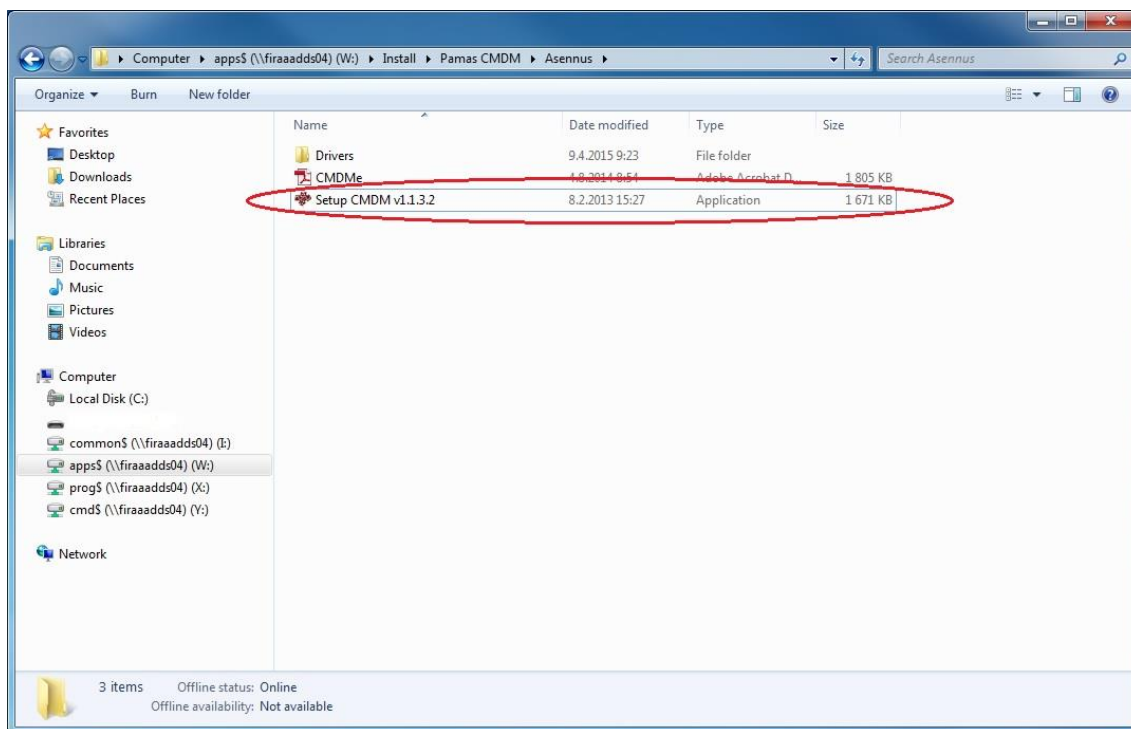
|   |    |
|---|----|
| SISÄLLYS  | 2  |
| 1 CMDM-OHJELMAN ASENNUS   | 3  |
| 1.1 USB-ajurien asennus   | 9  |
| 2 TULOSTEN SIIRTO CMDM-OHJELMAAN                                  | 24 |
| 2.1 Tulosten standardisiirto                                      | 24 |
| 2.1.1 Tulosten poisto standardi siirrossa                         | 28 |
| 2.1.2 Tulosten tallennus standardisiirrossa                       | 28 |
| 2.1.3 Mittaustulosten järjestäminen                               | 30 |
| 2.1.4 Huuhtelumittauksien poisto keskiarvon laskennasta           | 33 |
| 2.2 Vanhojen sbss-hiukkaslaskimella mitattujen tulosten tallennus | 34 |
| 3 REITTITILAN KÄYTTÖ  | 35 |
| 3.1 Mittauspistekansion tiedot ja asetukset                       | 35 |
| 3.2 Mittausasetuksien luonti                                      | 40 |
| 3.3 Mittauspistereitti  | 43 |
| 3.4 Reittilistan lataaminen S40-hiukkaslaskimeen                  | 50 |
| 3.5 S40-hiukkaslaskimella mitatun reitin purku                    | 59 |

## 1 CMDM-OHJELMAN ASENNUS

Pamas CMDM -ohjelman asennustiedosto on W-verkkolevyllä Pamas CMDM -kansion asennuskansiossa. Asennus-kansion polku on: [W:\Install\Pamas CMDM\Asennus](#).

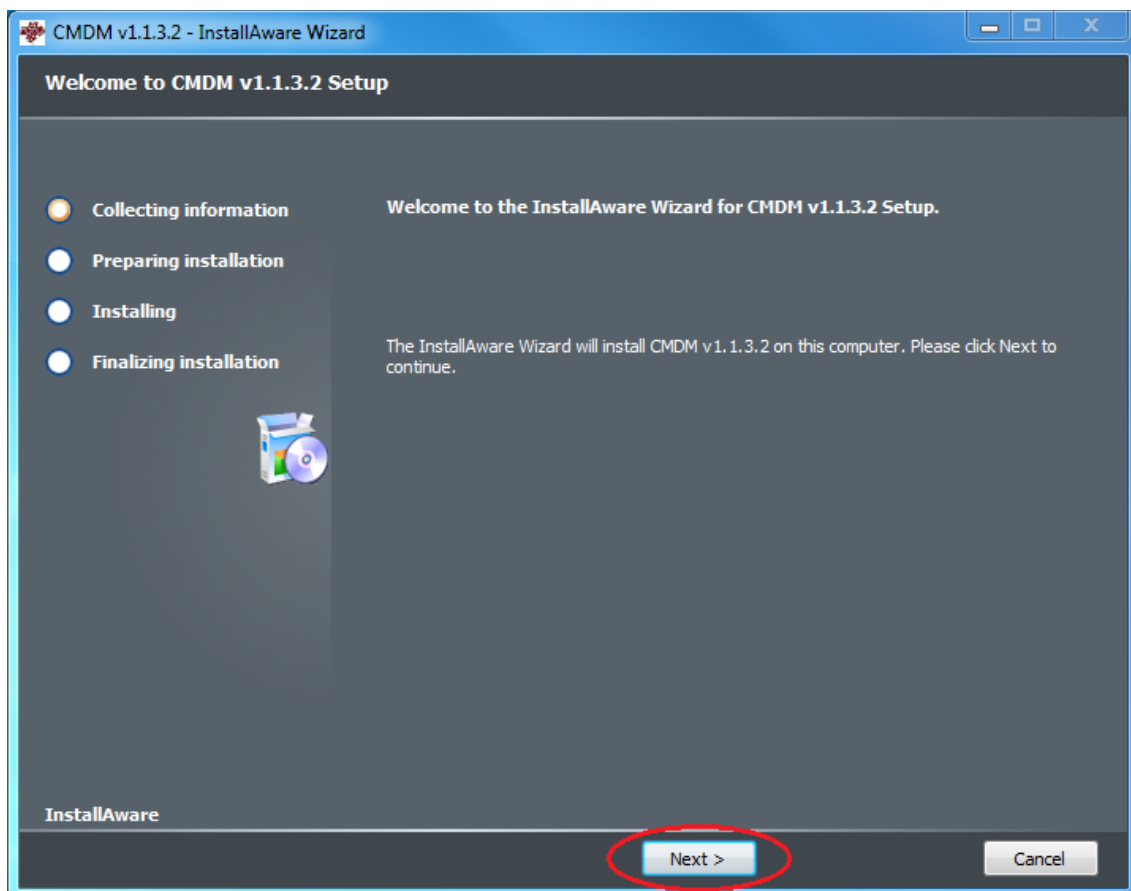
Asennusohjelman nimi on Setup CMDM v1.1.3.2. Asennusohjelma käynnistetään kaksoisklikkaamalla sen nimeä tai klikkaamalla Ctrl-painike alhaalla [tästä](#).

Kuvassa 1 on CMDM-ohjelman asennuskansio avattuna. Asennustiedosto on korostettu kuvassa.



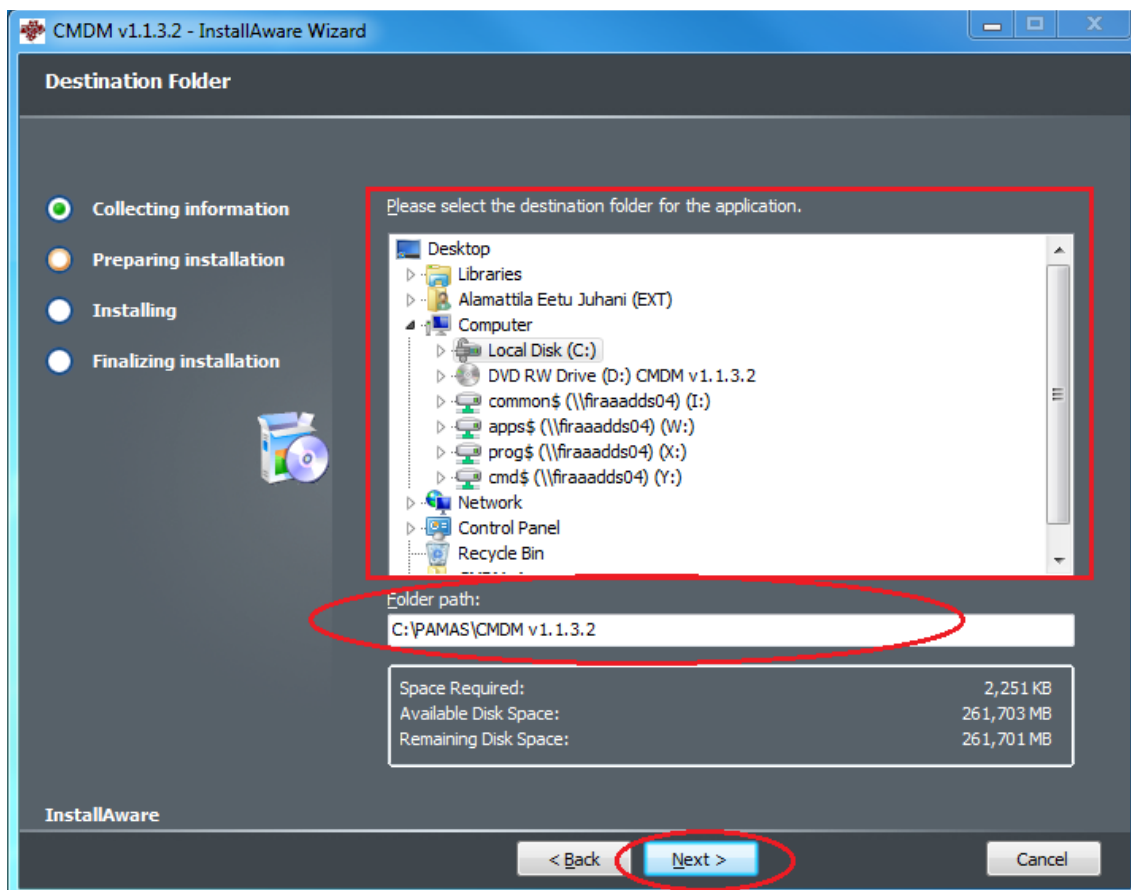
KUVA 1. Pamas CMDM -asennuskansio

Asennusohjelma käynnistyy ja avautuu uuteen ikkunaan. Asennusmäärityksiin päästään klikkaamalla Next-painiketta (kuva 2).



*KUVA 2. CMDM:n asennusohjelma*

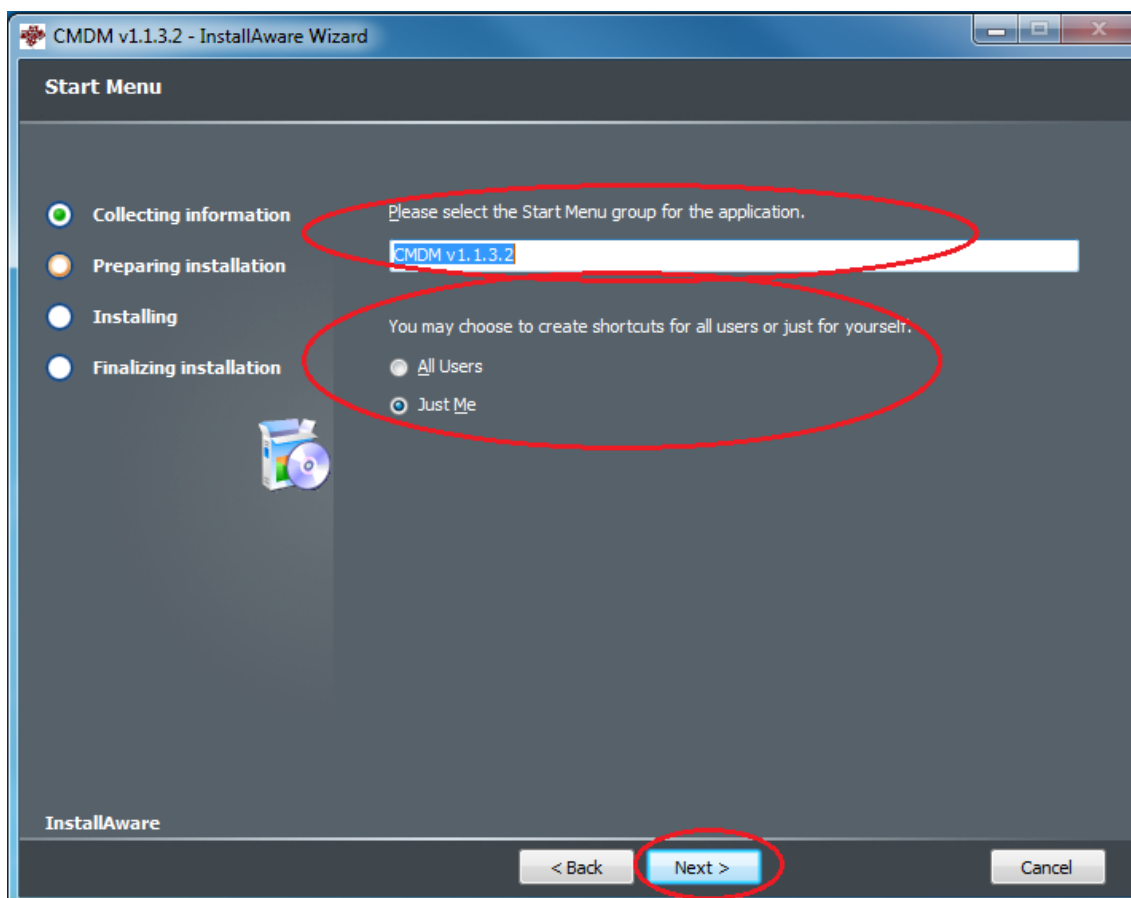
Seuraavaksi asennusohjelmaan määritellään kansio, mihin CDMM-ohjelma asennetaan. Oletuksena tässä on tietokoneen kovalevy. Jos asennuskansioksi halutaan valita toinen kansio, se voidaan valita kansiorakenteesta tai sen kansiopolku voidaan kirjoittaa Folder path -ikkunaan. Kansiorakenteesta kaksoisklikkaamalla kansion nimeä se tulee Folder path -ikkunaan. Kun asennuskansio on valittu, klikataan Next-painiketta (kuva 3).



KUVA 3. Asennuskansion valinta

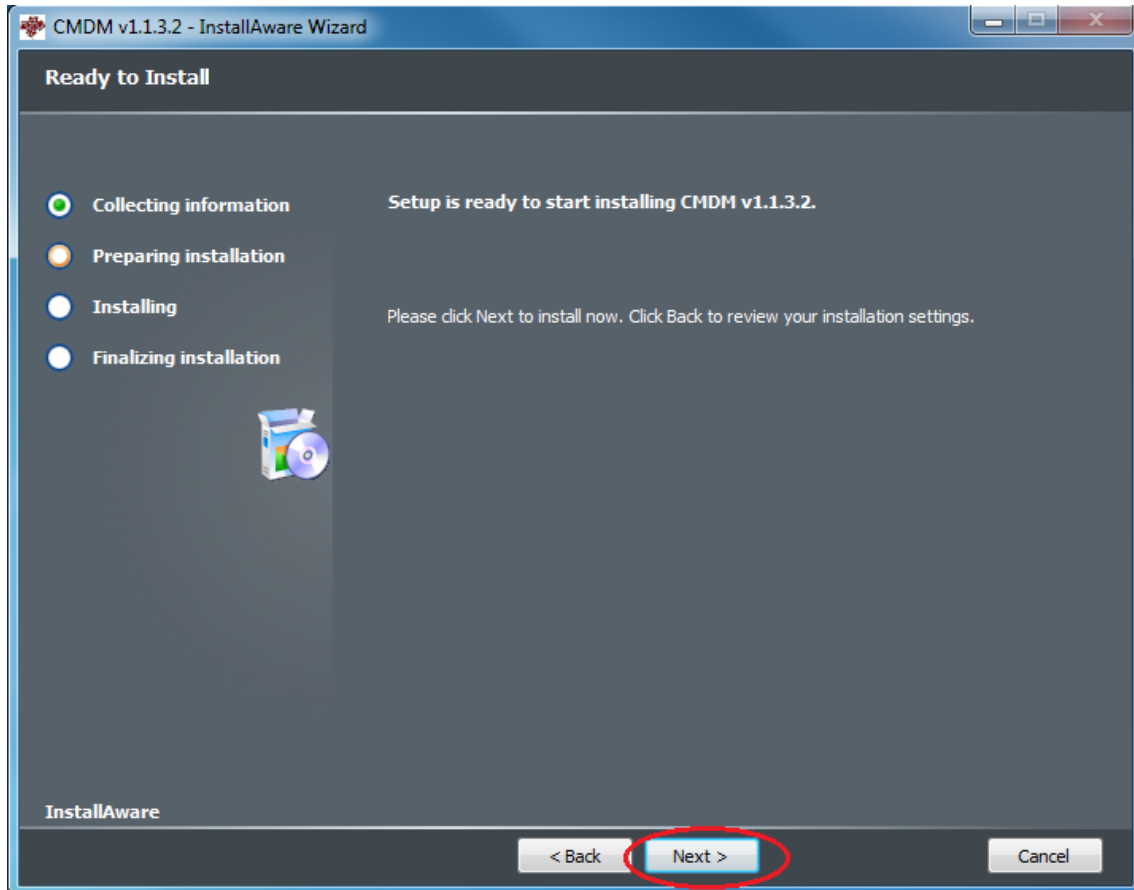
Seuraavaksi asennusohjelmaan kirjoitetaan CMDM-ohjelman asennusnimi. Oletuksena tässä on CMDM v1.1.3.2.

Tässä ikkunassa valitaan myös näkyykö CMDM-ohjelma asennuksen jälkeen kaikille koneen käyttäjille vai ainoastaan sille käyttäjälle, joka on kirjautunut koneelle, kun asennus tehdään. Jos valitaan All Users, CMDM-ohjelma näkyy muillakin tunnuksilla koneelle kirjaututtua ja jos valitaan Just Me, ohjelma näkyy vain käyttäjälle, joka tekee asennuksen. Tämän jälkeen klikataan Next-painiketta (kuva 4).



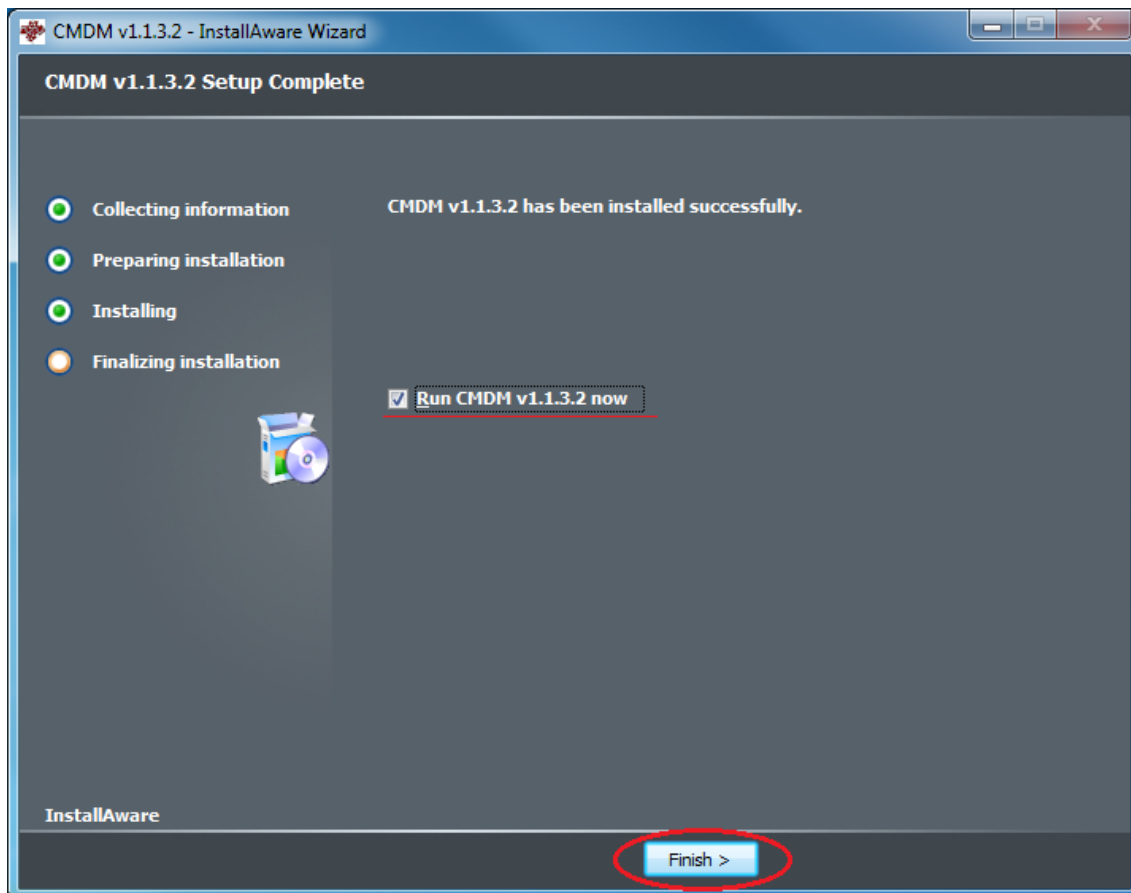
KUVA 4. Asennusnimi ja CMDM:n näkyminen käyttäjille

Tämän jälkeen asennusmääritykset on tehty ja ohjelman asennus alkaa klikkaamalla Next-painiketta. Jos halutaan muuttaa tai tarkastella aiemmin tehtyjä määrityksiä, Back-painikkeella päästään aikaisempiin ikkunoihin (kuva 5).



KUVA 5. Asennuksen käynnistys

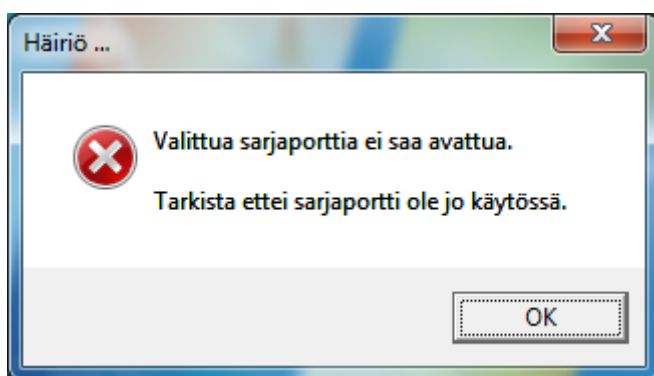
Onnistuneen asennuksen jälkeen asennus lopetetaan Finish-painikkeella. Jos kohdassa Run CMDM v1.1.3.2 on raksi, Pamas CMDM -ohjelma käynnistyy automaattisesti, kun asennus lopetetaan (kuva 6).



KUVA 6. Asennuksen lopetus

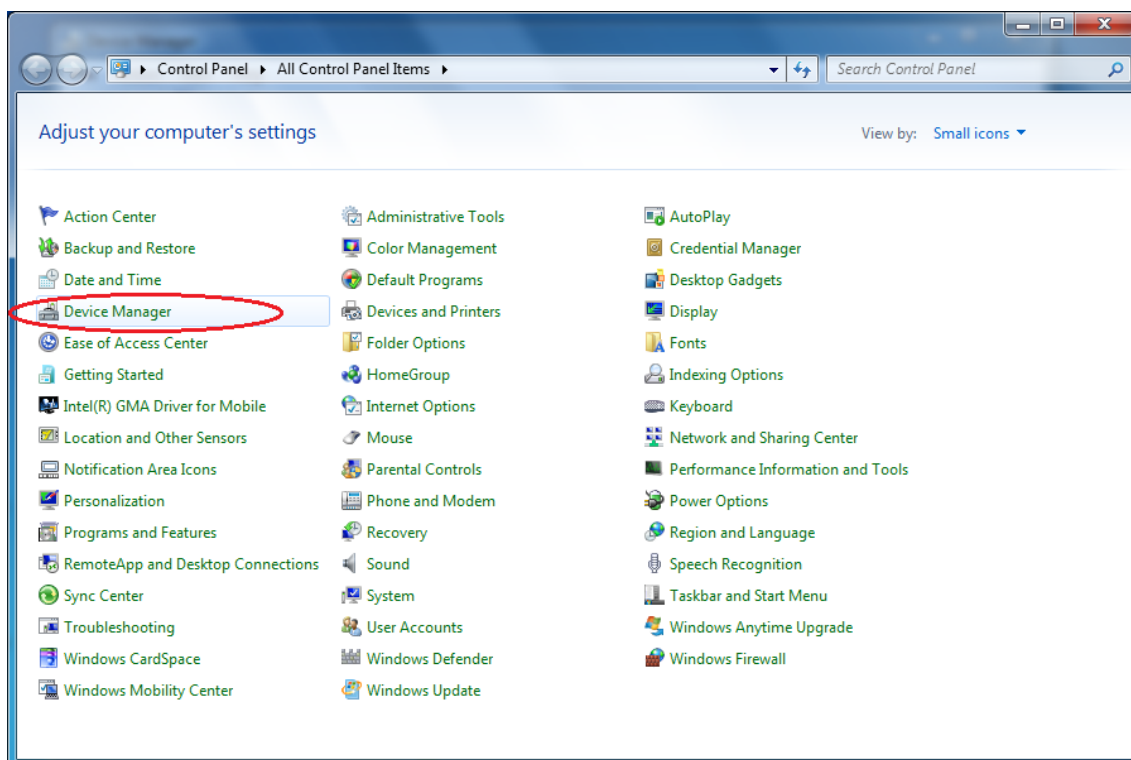
## 1.1 USB-ajurien asennus

CMDM-ohjelman asennuksen jälkeen, liitetään S40-hiukkaslaskin tietokoneeseen USB-kaapelilla. Jos CMDM-ohjelman käynnistyksessä tulee virheilmoitus (kuva 7) hiukkaslaskin ei ole yhdistetty tietokoneeseen tai hiukkaslaskimen USB-ajureita ei ole asennettu.



KUVA 7. Sarjaportin virheilmoitus

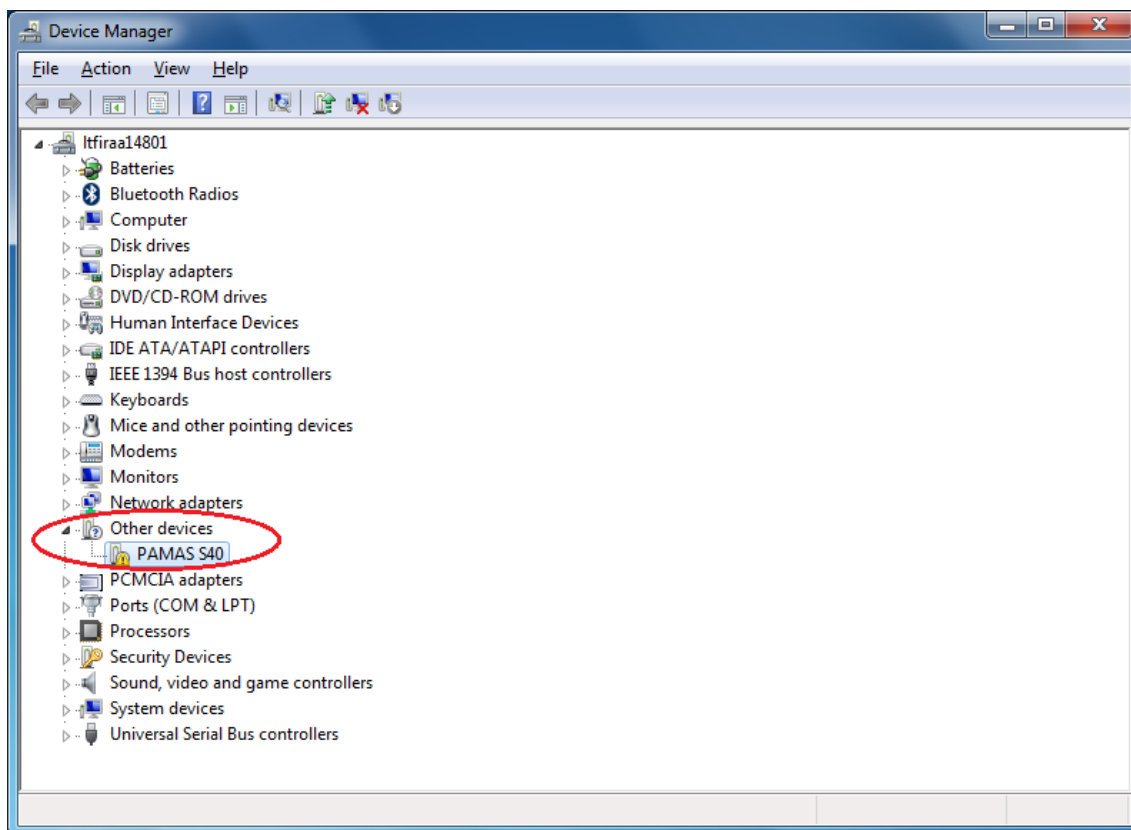
USB-ajurien tilanne voidaan tarkistaa Laitteiden hallinnasta (Device Manager), johon pääsee Windowsin ohjauspaneelin (Control Panel) kautta (kuva 8).



KUVA 8. Ohjauspaneeli

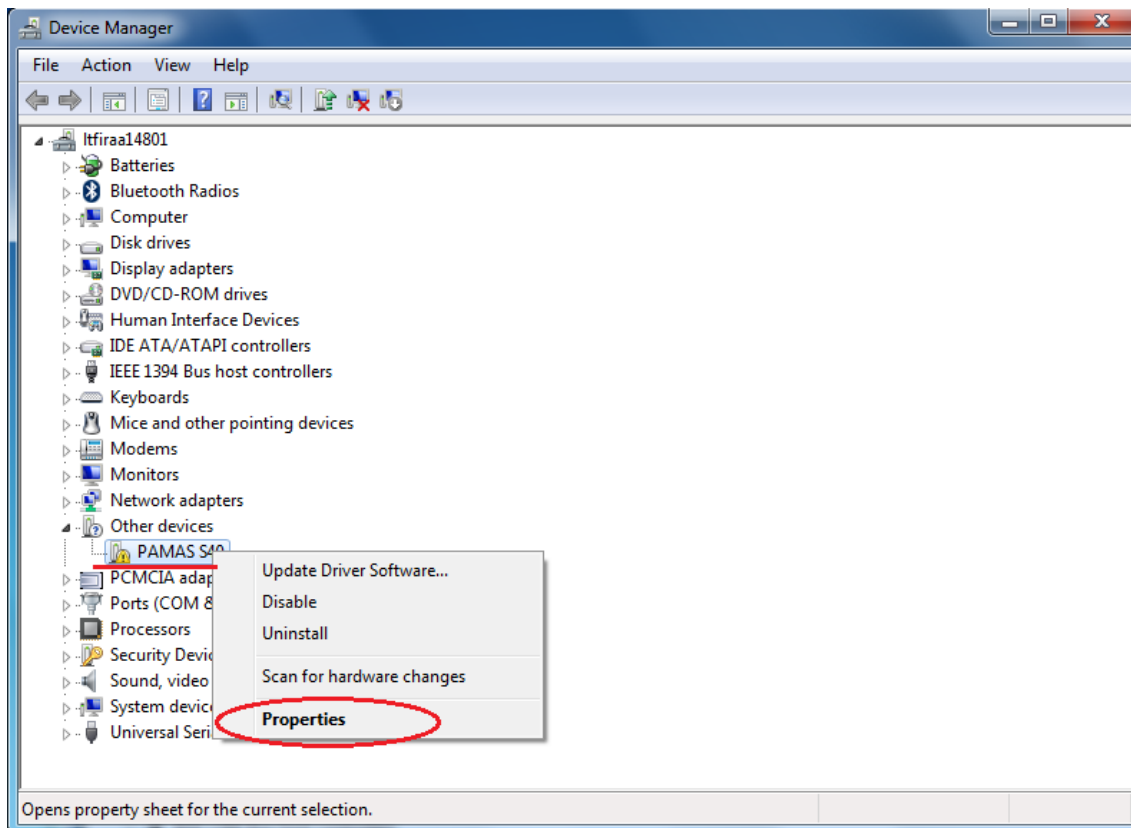


Pamas S40 näkyy Ports (COM & LPT) -kohdassa, kun sen USB-ajurit on asennettu oikein. Jos S40 hiukkaslaskin näkyy esimerkiksi kohdassa Other devices, sen USB-ajurit ei ole asennettu oikein (kuva 9).



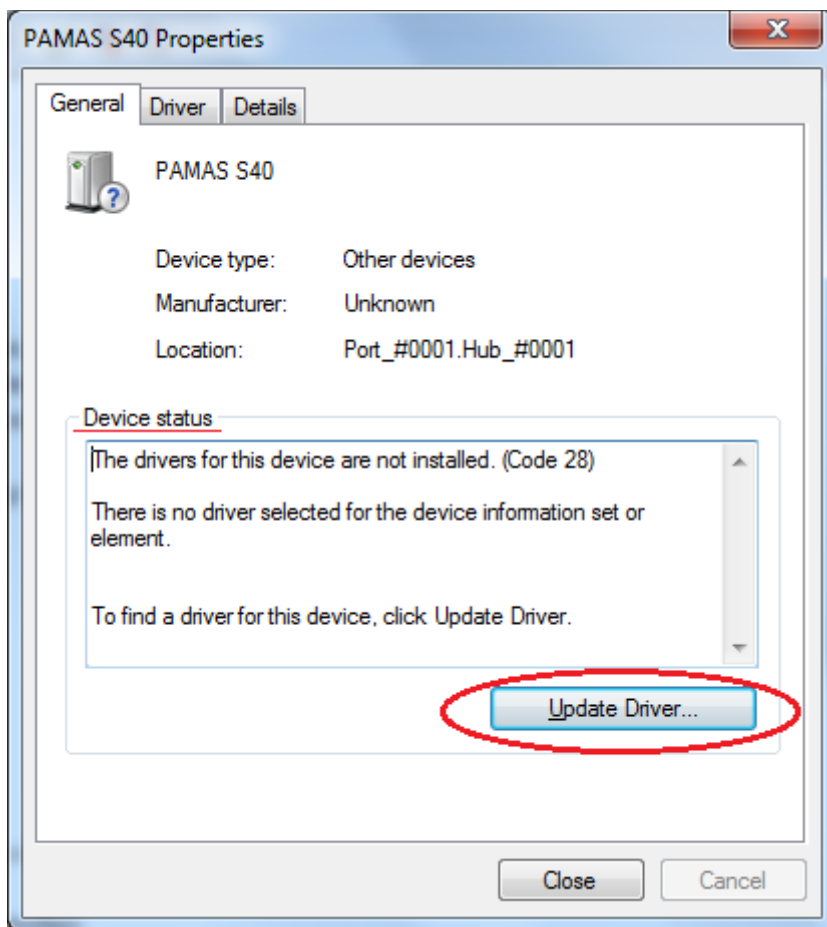
*KUVA 9. Laitteiden hallinta*

S40-hiukkaslaskimen ominaisuudet-valikko (properties) avataan klikkaamalla PAMAS S40 -tekstin päällä hiiren oikeaa painiketta ja klikkaamalla valikosta Properties (kuva 10).



KUVA 10. Pamas S40:n ominaisuudet-valikko

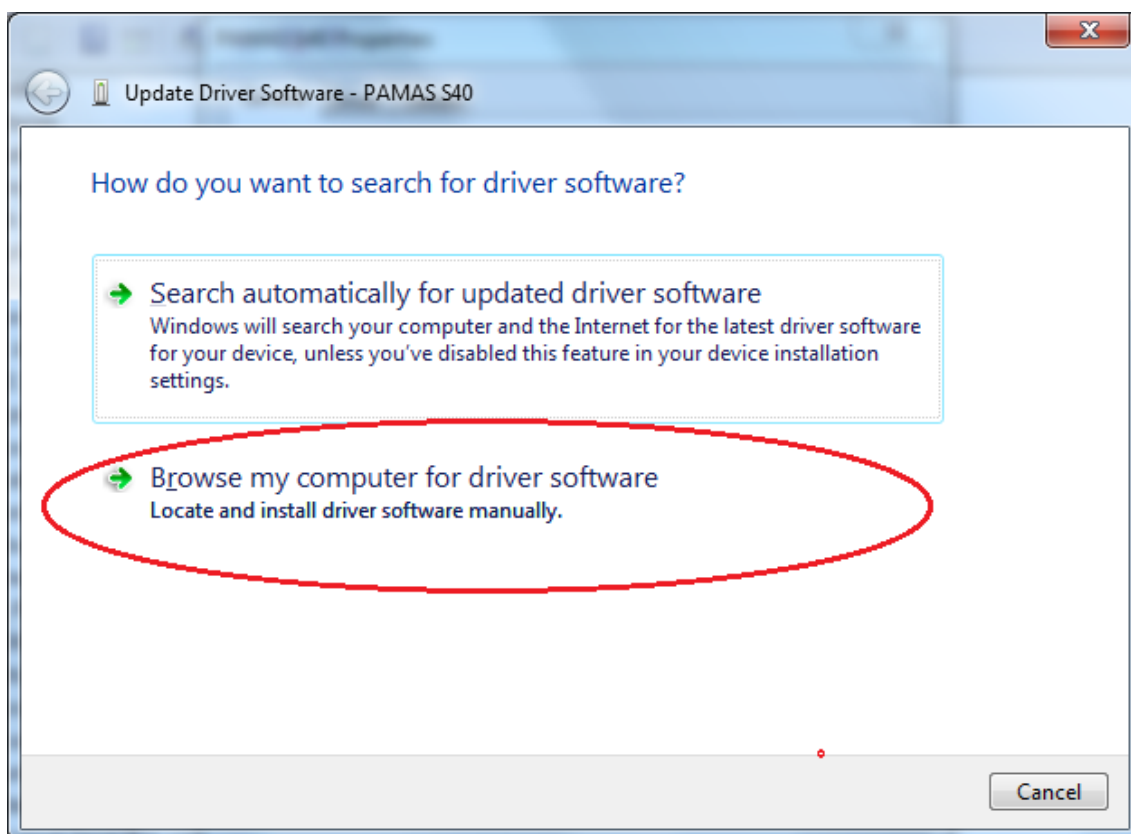
Auennesta valikosta nähdään laitteen status. Klikkaamalla Update Driver -painiketta aloitetaan ajurien asennus (kuva 11).



KUVA 11. USB-ajurien päivitys

Seuraavaksi aukeaa ikkuna, jossa valitaan miten ajurien asennustiedostoja haetaan. Vaihtoehtoina tässä ovat automaattinen haku ja manuaalinen määrittäminen. Automaattisessa haussa tiedostoja haetaan automaattisesti internetistä ja tietokoneelta. Manuaalisessa määrittäyksessä valitaan kansio, josta asennustiedostoja haetaan.

Valitaan manuaalinen haku eli klikataan Browse my computer for driver software (kuva 12).

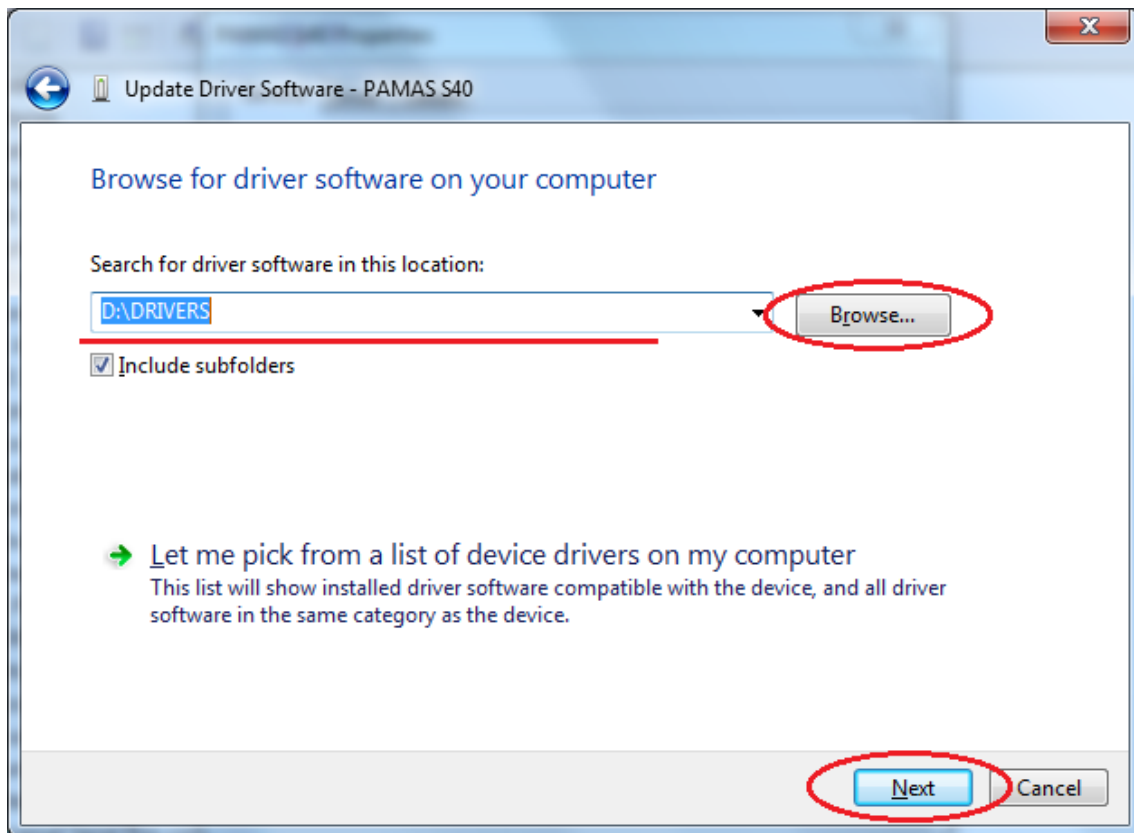


KUVA 12. USB-ajurien haku tapa

Avautuneessa ikkunassa valitaan kansio, josta ajurien asennustiedostoja haetaan. Browse-painikkeella voidaan selata kansiorakennetta. S40-hiukkaslaskimen ajurit ovat asennuskansion drivers-kansiossa.

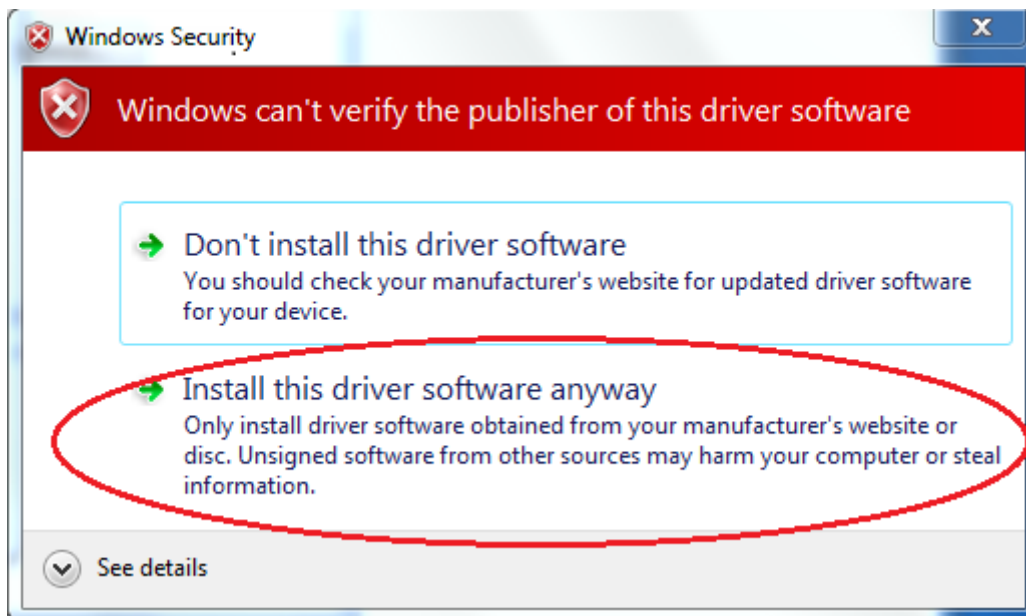
Drivers-kansio voidaan hakea browse-painikkeella kansiorakenteesta tai sen polku voidaan kirjoittaa tai kopioida tekstikenttään. Drivers-kansion polku on: W:\Install\Pamas CMDM\Asennus\Drivers

Kun kansio on valittu, klikataan Next-painiketta (kuva 13).



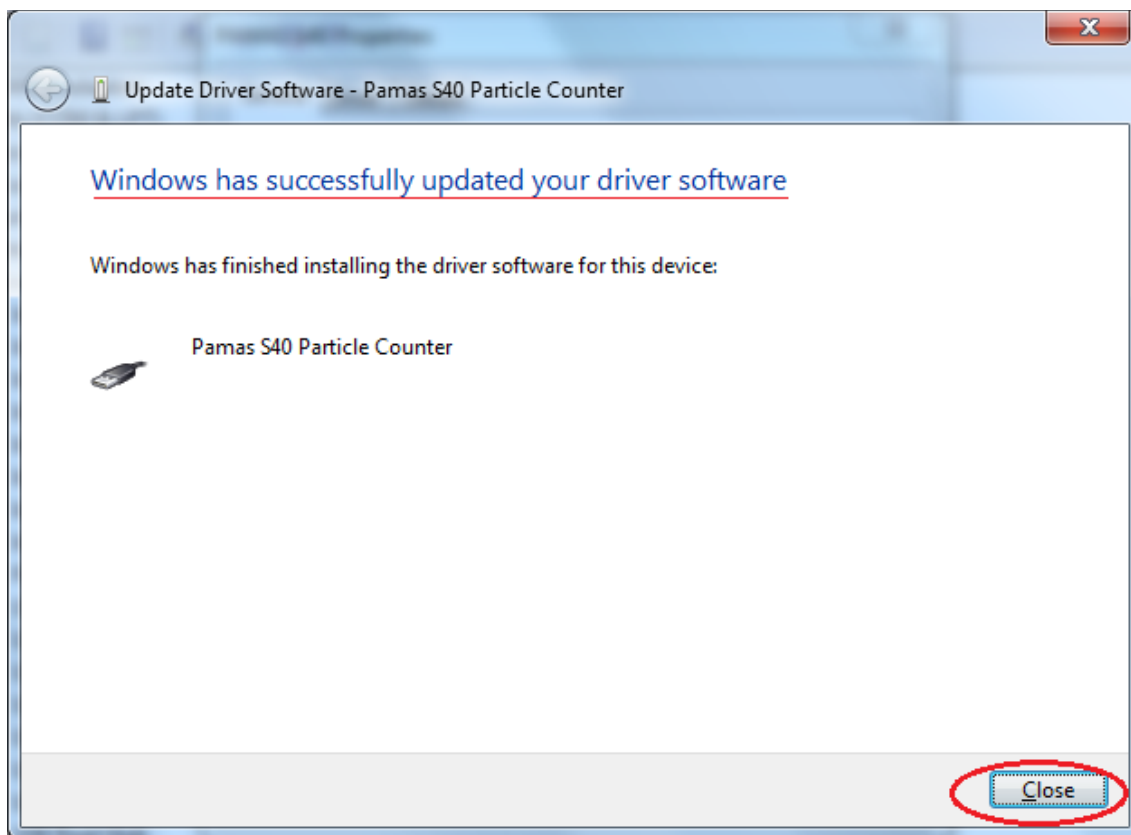
KUVA 13. USB-ajurien kansion valinta

Tämän jälkeen tietokone hakee kansiota asennustiedostoja ja asentaa löytyneet ajurit. Asennuksen aikana tulee näkyviin ikkuna, jossa kysytään halutaanko ajurit asentaa koneella. Tällöin klikataan Install this driver software anyway (kuva 14).



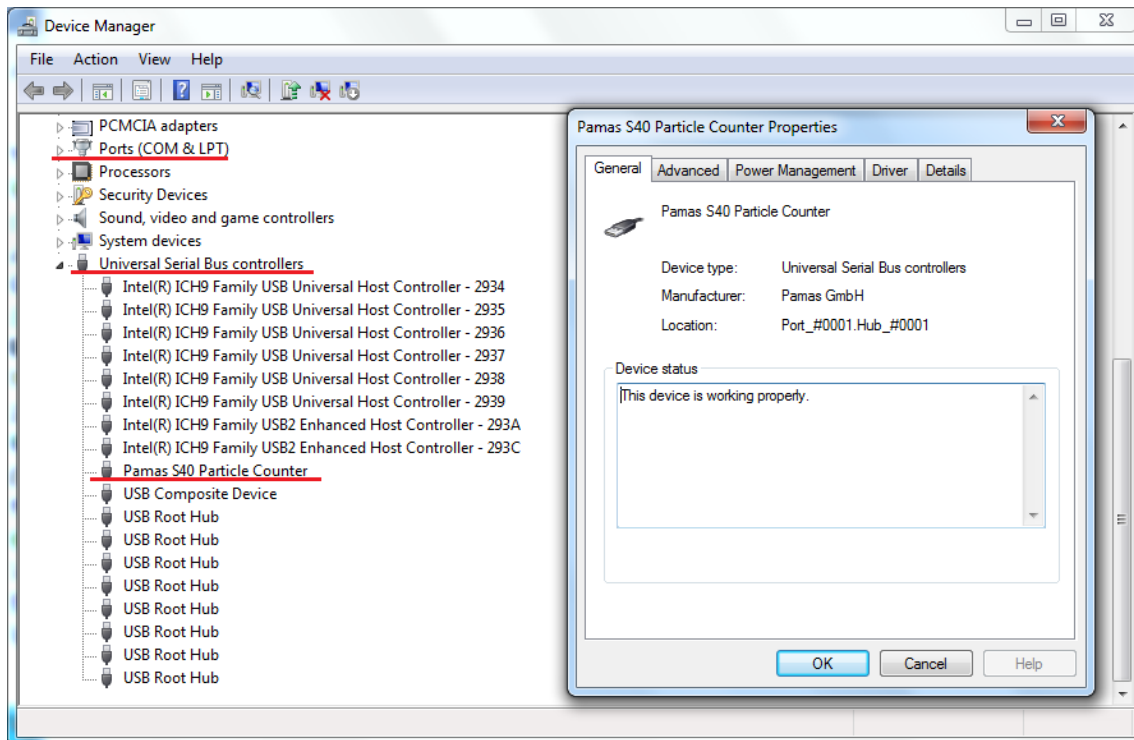
KUVA 14. Windows Security -ikkuna

Asennuksen jälkeen tulee näkyviin ikkuna, jossa ilmoitetaan onnistuiko ajurien asennus. Tällöin klikataan Close-painiketta (kuva 15).



*KUVA 15. Ajurien asennuksen lopetus*

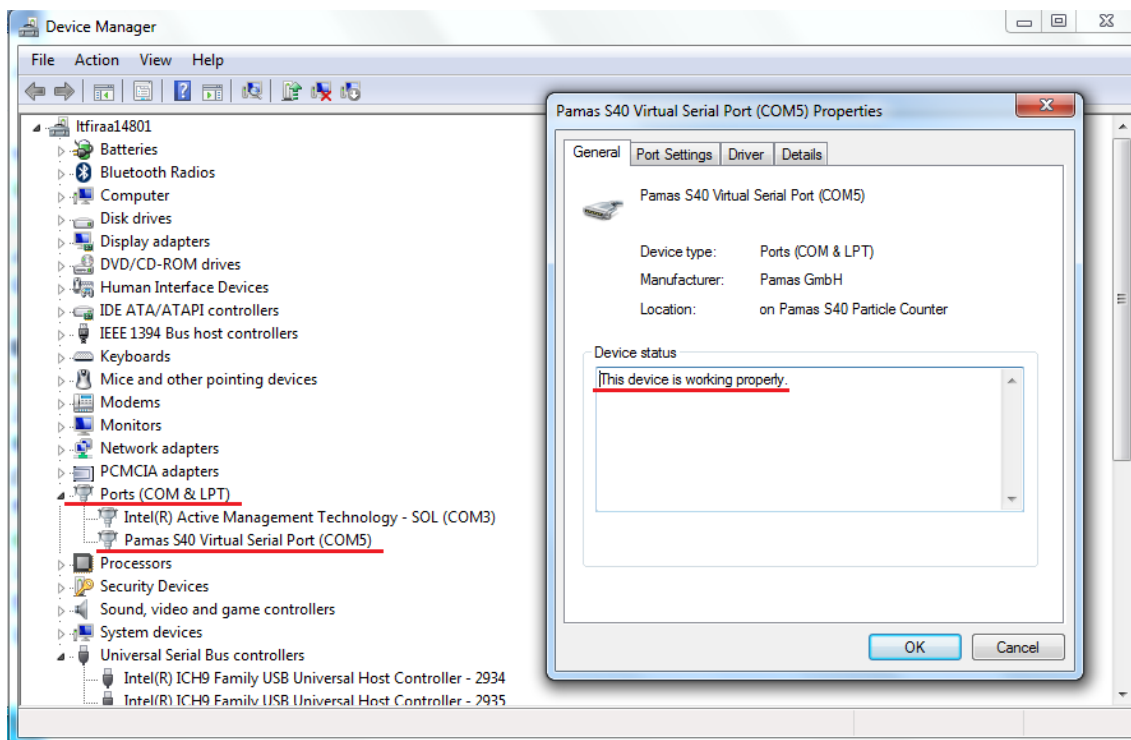
Jos Pamas S40 ei ilmestynyt Ports (COM & LPT) -kohtaan vaan esimerkiksi Universal Serial Bus controllers -kohtaan, täytyy ajurit asentaa uudelleen samalla tavalla kuin aiemmin, kunnes S40 ilmestyy Ports (COM & LPT) -kohtaan (kuva 16).



KUVA 16. USB-ajurien tarkistus Laitteiden hallinnasta



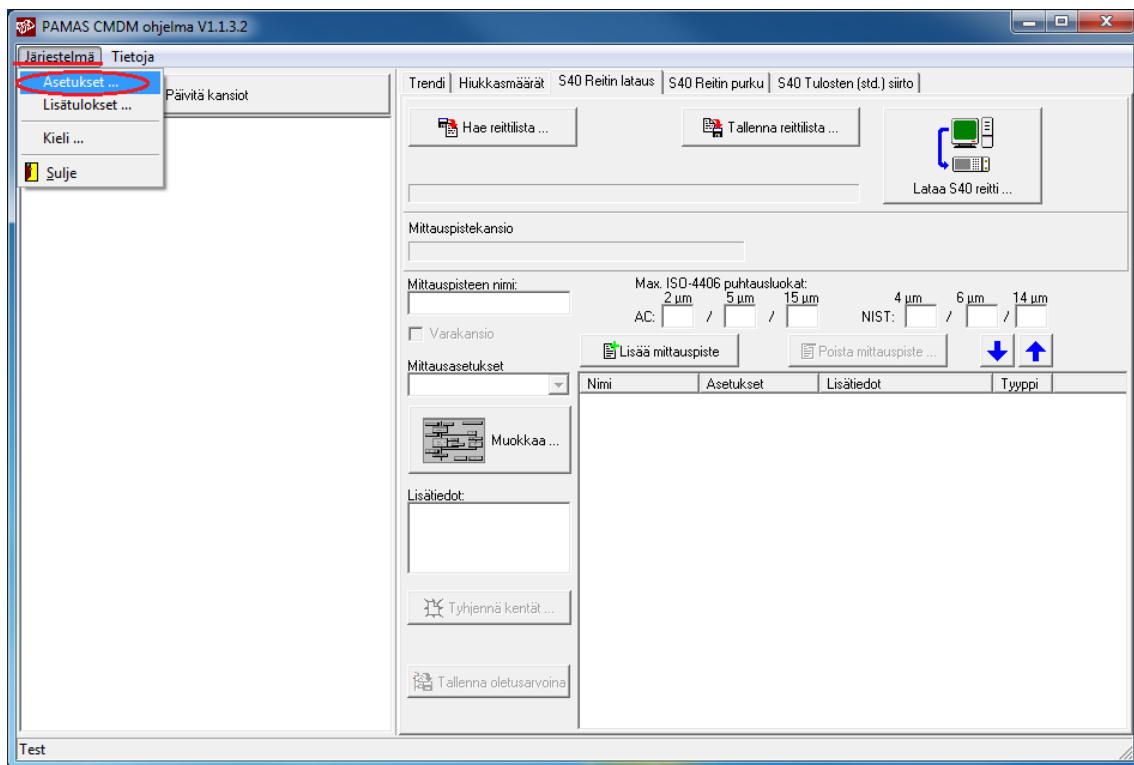
Kun S40-hiukkaslaskin ilmestyy Ports (COM & LPT) -kohtaan, oikeat ajurit on asennettu (kuva 17).



*KUVA 17. Onnistunut USB-ajurien asennus Laitteiden hallinnassa*

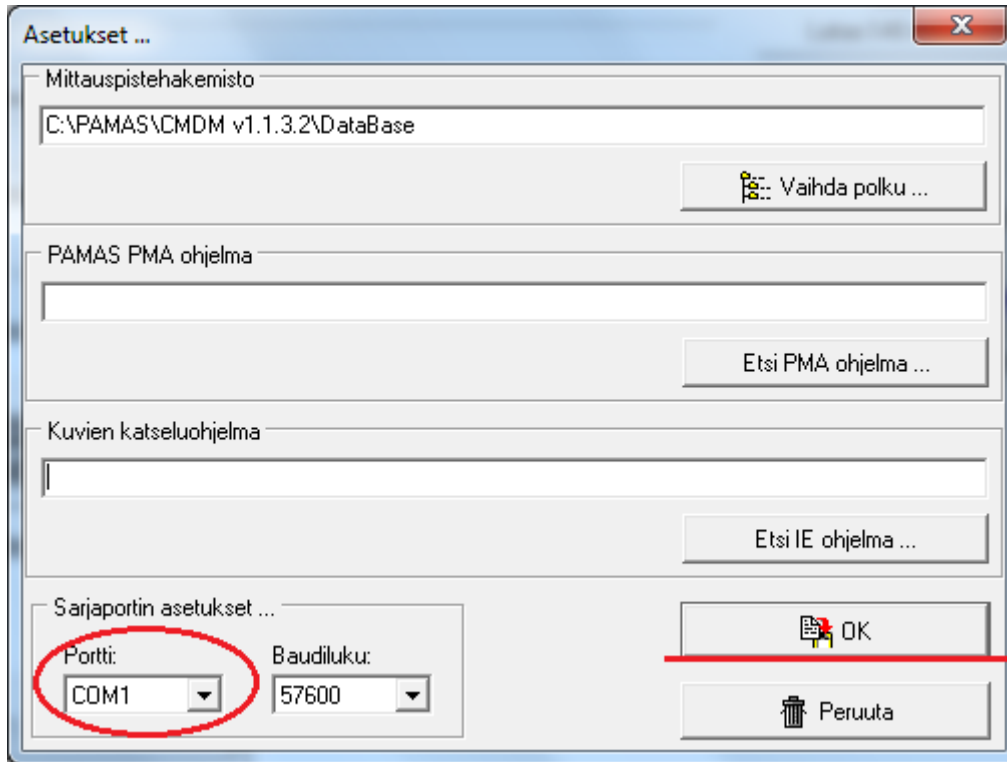
Kun ajurit on asennettu, tarkistetaan että tietokoneen laitehallinnassa, S40-hiukkaslaskimelle varattu COM-portin numero vastaa CMDM-ohjelman asetuksissa olevaa COM-portin numeroa. Tässä on huomioitava että CMDM-ohjelmaan voidaan määrittää COM-portin numeroksi numerot 1 - 4.

Avataan CMDM-ohjelma, ja siitä Asetukset-ikkuna (kuva 18).



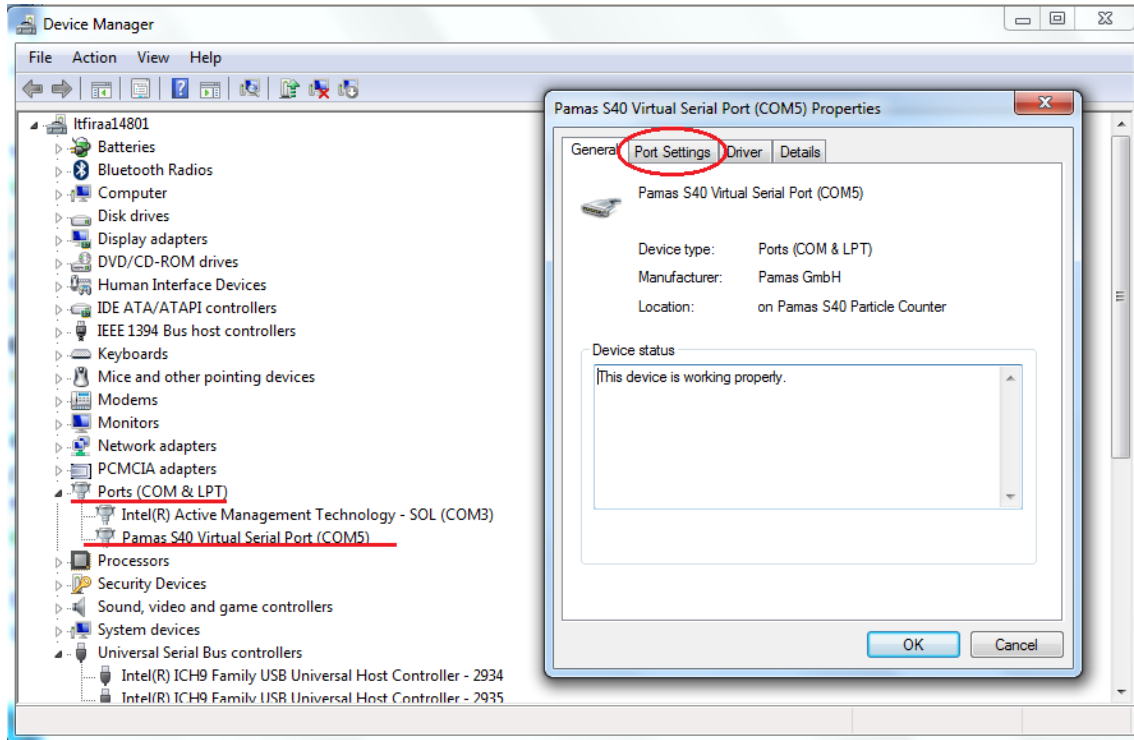
KUVA 18. CMDM-ohjelman asetukset-valikon avaaminen

Avautuneesta Asetukset-ikkunasta tarkastetaan käytössä oleva COM-portti. Alasvetovalikosta voidaan vaihtaa COM-portin numero, välillä 1 - 4. Valinnan jälkeen kuitataan OK-painikkeella (kuva 19).



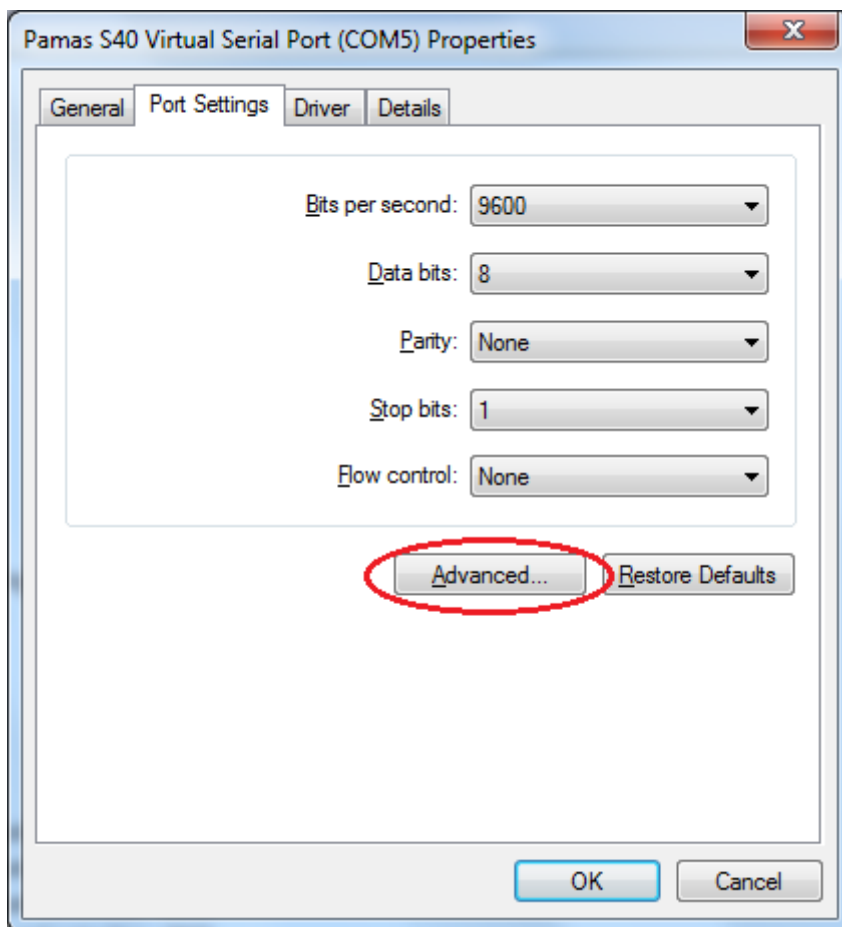
KUVA 19. CMDM-ohjelman asetukset

Tämän jälkeen avataan laitteiden hallinnasta Ports (COM & LPT) -kohdan alla olevan Pamas S40 Virtual Serial Port -COM -valikko klikkaamalla nimeä hiiren oikealla painikkeella ja klikkaamalla Properties. Avautuneesta ikkunasta avataan Port Settings -välilehti (kuva 20).



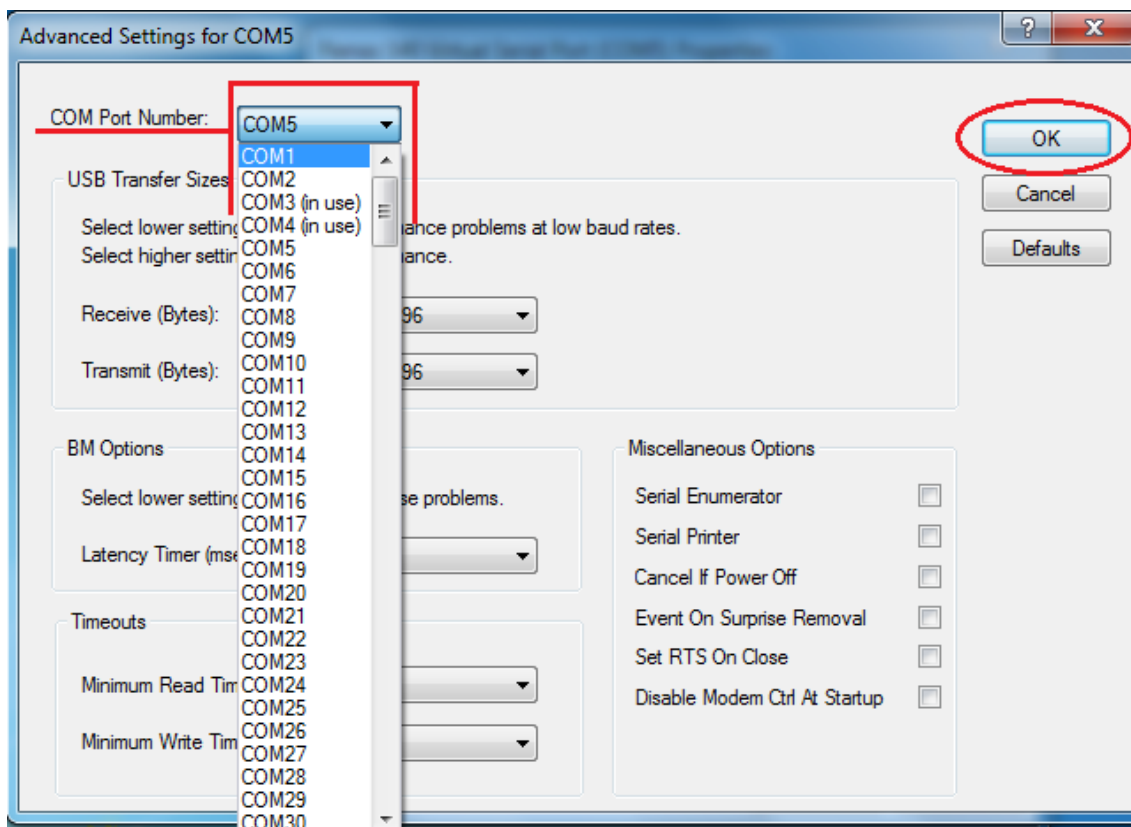
KUVA 20. Pamas S40 Virtual Serial Port -COM -valikko

Port settings -välilehdeltä painetaan Advanced-painiketta (kuva 21).



*KUVA 21. Port settings -välilehti*

Avautuneessa ikkunassa voidaan vaihtaa COM-portin numero alaspeto-valikosta. Valitaan COM-portin numeroksi CMDM-ohjelmassa oleva numero. Jos CMDM-ohjelmaan valittu numero on varattu, valitaan vapaa numero väliltä 1 - 4 ja vaihdetaan CMDM-ohjelmaan vastaava numero. Valinta kuitataan OK-painikkeella (kuva 22).



*KUVA 22. COM-portin numeron vaihto Windowssin laitteiden hallinnassa*

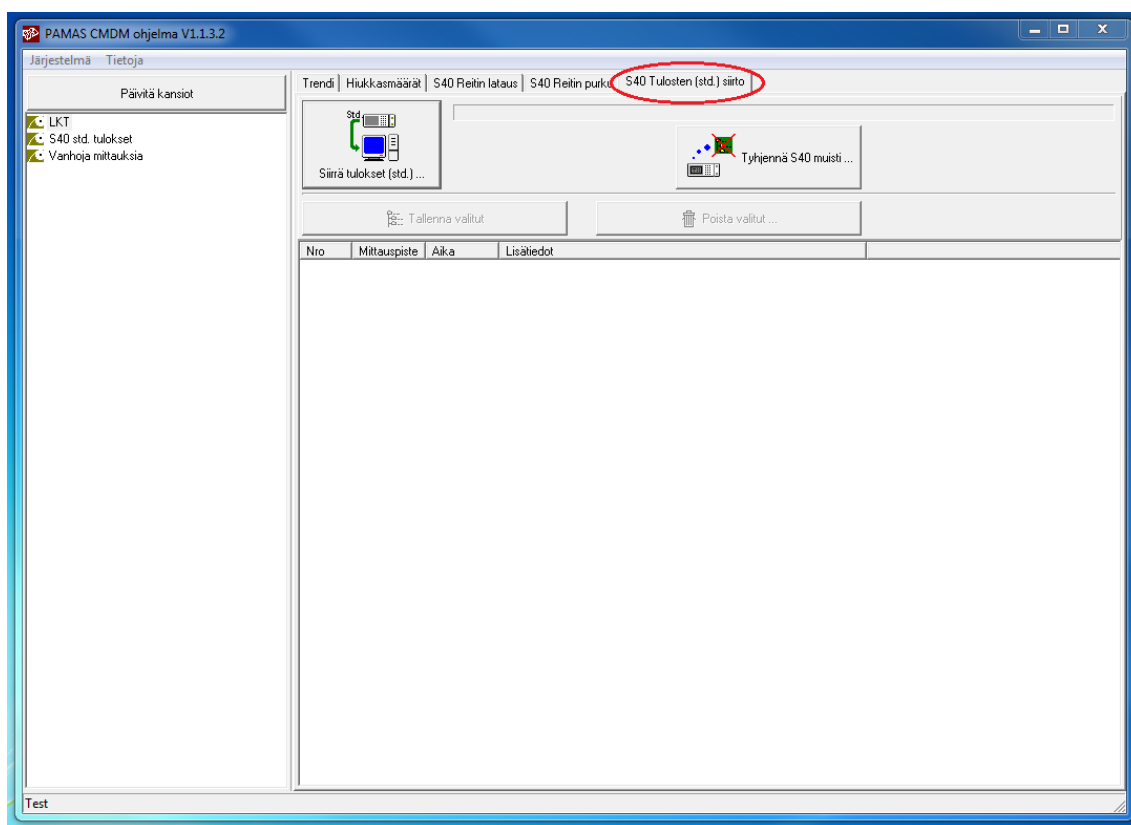
Kun USB-ajurit on asennettu ja COM-portin numero on asetettu samaksi CMDM-ohjelman ja laitteiden hallintaan S40 hiukkaslaskimelle, tiedonkulku toimii hiukkaslaskimen ja tietokoneen välillä USB-kaapelilla.

## 2 TULOSEN SIIRTO CMDM-OHJELMAAN

### 2.1 Tulosten standardisiirto

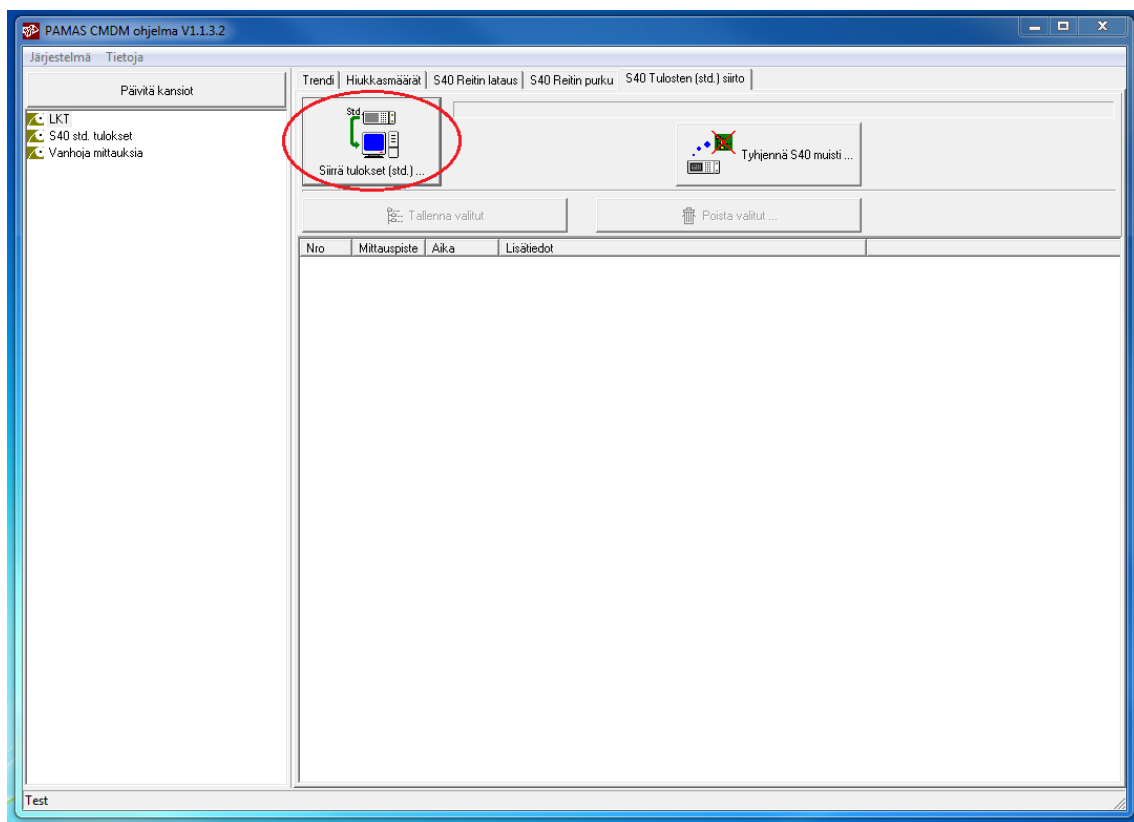
CMDM-ohjelman S40 Tulosten (std.) siirto -välilehdellä voidaan kopioida S40-hiukkaslaskimen muistiin tallennettuja mittaustuloksia. Ennen kuin tuloksia aletaan siirtää, täytyy varmistua että S40-hiukkaslaskin on normaali-tilassa eli ei reittitilassa.

Ensimmäisenä CMDM-ohjelmasta avataan S40 Tulosten (std.) siirto -välilehti. Jonka jälkeen S40-hiukkaslaskin kytketään tietokoneeseen. Kyseinen S40-hiukkaslaskin kytketään USB-kaapelilla. Tämän jälkeen hiukkaslaskimeen kytketään virta päälle (kuva 23).



KUVA 23. S40 standardisiirto

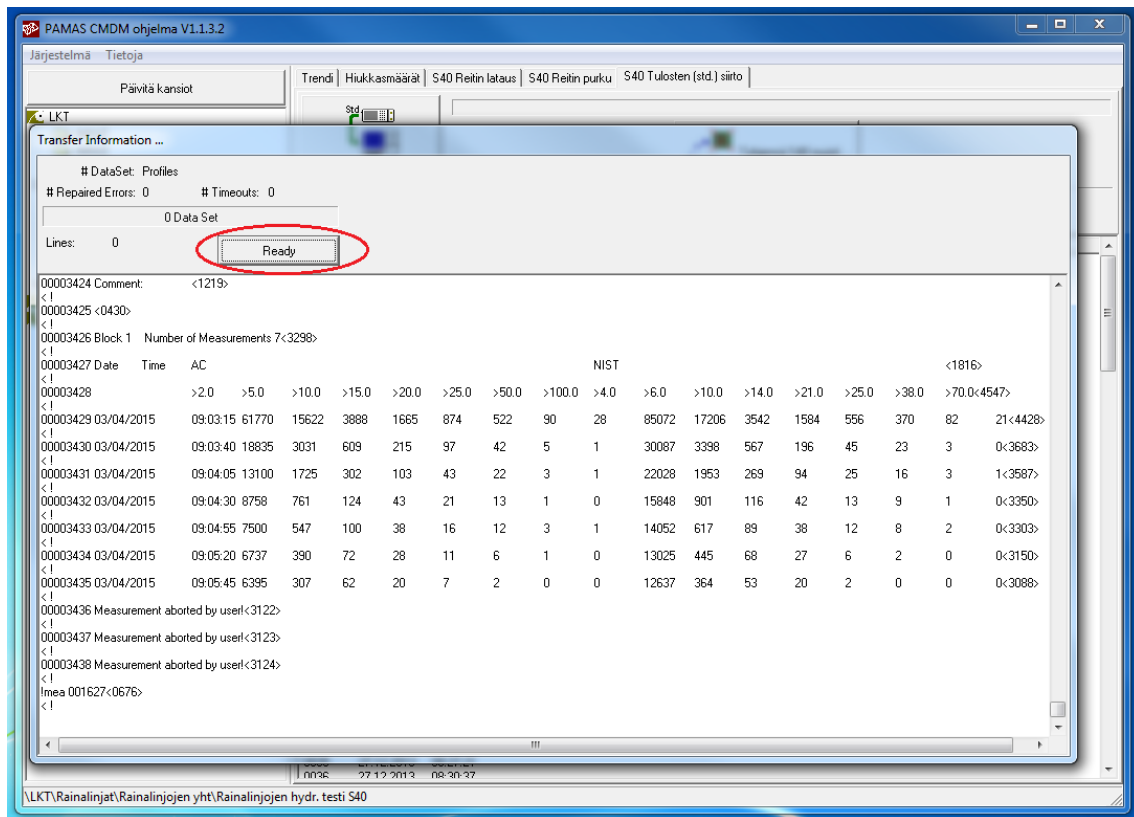
Seuraavaksi mittaustulokset siirretään CMDM-ohjelmaan. Tulosten siirto eli kopiointi aloitetaan klikkaamalla Siirrä tulokset (std)... -painiketta (kuva 24).



*KUVA 24. Mittaustulosten siirto CMDM-ohjelmaan*

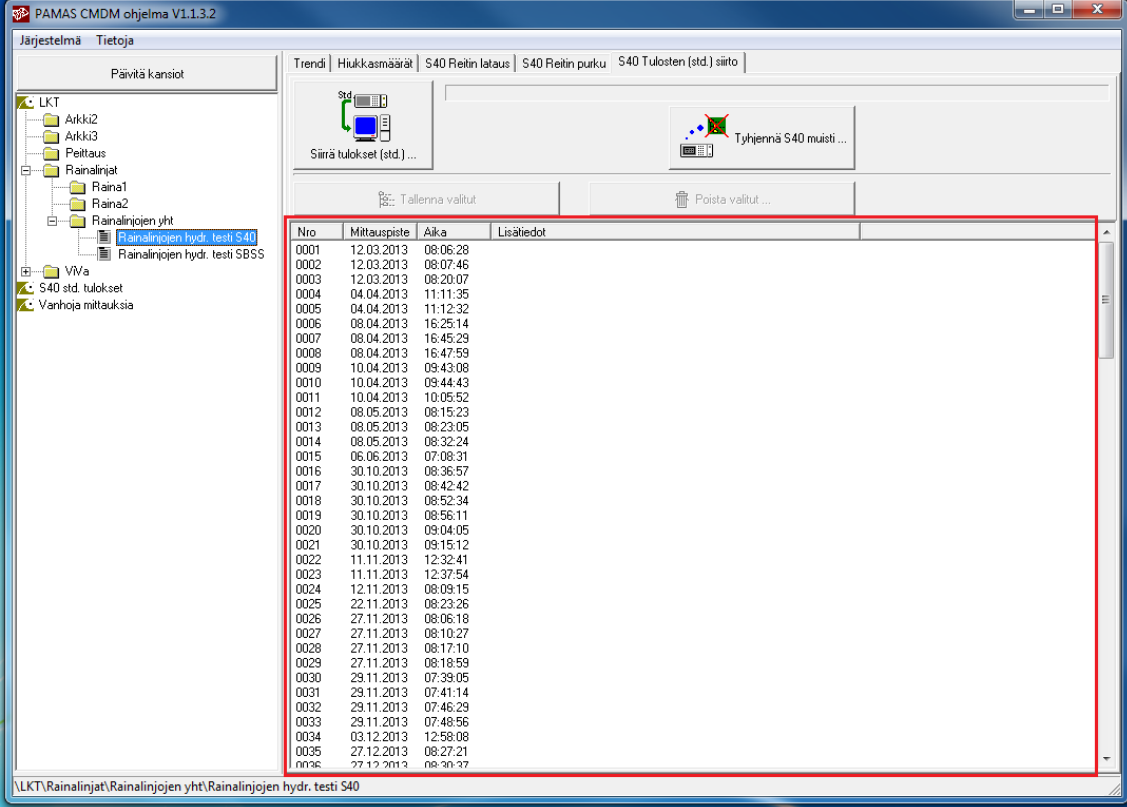


Tulosten siirtyminen näkyy CMDM-ohjelman ikkunassa, kun tulokset eivät juokse enää, siirto on suoritettu. Tällöin klikataan Valmis-painiketta. (kuva 25).



KUVA 25. Tulosten siirtyminen

Tietokoneelle siirretyt mittaustulokset näkyvät CMDM-ohjelman oikeanpuoleisessa ikkunassa. Tulossrivillä on rivinumero, mittauspäivä, mittausaika ja lisätiedot. Yksi rivi vastaa yhtä testiajtoa, johon voi sisältyä useampia perättäisiä mittauksia samasta näytteestä (kuva 26).



The screenshot shows the PAMAS CMDM software interface. The window title is "PAMAS CMDM ohjelma V1.1.3.2". The interface is divided into several sections:

- Left Panel (Järjestelmä Tietoja):** A tree view showing the project structure. The selected folder is "Rainalinjojen hydr. testi S40".
- Top Panel (Trendi):** Contains buttons for "Siirrä tulokset (std.) ..." and "Tyhjennä S40 muisti ...".
- Main Panel (Tulokset):** A table displaying measurement results. The table has four columns: "Nro", "Mittauspiste", "Aika", and "Lisätiedot".

| Nro  | Mittauspiste | Aika     | Lisätiedot |
|------|--------------|----------|------------|
| 0001 | 12.03.2013   | 08:06:28 |            |
| 0002 | 12.03.2013   | 08:07:46 |            |
| 0003 | 12.03.2013   | 08:20:07 |            |
| 0004 | 04.04.2013   | 11:11:35 |            |
| 0005 | 04.04.2013   | 11:12:32 |            |
| 0006 | 08.04.2013   | 16:25:14 |            |
| 0007 | 08.04.2013   | 16:45:29 |            |
| 0008 | 08.04.2013   | 16:47:59 |            |
| 0009 | 10.04.2013   | 09:43:08 |            |
| 0010 | 10.04.2013   | 09:44:43 |            |
| 0011 | 10.04.2013   | 10:05:52 |            |
| 0012 | 08.05.2013   | 08:15:23 |            |
| 0013 | 08.05.2013   | 08:23:05 |            |
| 0014 | 08.05.2013   | 08:32:24 |            |
| 0015 | 06.06.2013   | 07:08:31 |            |
| 0016 | 30.10.2013   | 08:36:57 |            |
| 0017 | 30.10.2013   | 08:42:42 |            |
| 0018 | 30.10.2013   | 08:52:34 |            |
| 0019 | 30.10.2013   | 08:56:11 |            |
| 0020 | 30.10.2013   | 09:04:05 |            |
| 0021 | 30.10.2013   | 09:15:12 |            |
| 0022 | 11.11.2013   | 12:32:41 |            |
| 0023 | 11.11.2013   | 12:37:54 |            |
| 0024 | 12.11.2013   | 08:09:15 |            |
| 0025 | 22.11.2013   | 08:23:26 |            |
| 0026 | 27.11.2013   | 08:06:18 |            |
| 0027 | 27.11.2013   | 08:10:27 |            |
| 0028 | 27.11.2013   | 08:17:10 |            |
| 0029 | 27.11.2013   | 08:18:59 |            |
| 0030 | 29.11.2013   | 07:39:05 |            |
| 0031 | 29.11.2013   | 07:41:14 |            |
| 0032 | 29.11.2013   | 07:46:29 |            |
| 0033 | 29.11.2013   | 07:48:56 |            |
| 0034 | 03.12.2013   | 12:58:08 |            |
| 0035 | 27.12.2013   | 08:27:21 |            |
| 0036 | 27.12.2013   | 08:30:37 |            |

KUVA 26. Siirretyt mittaustulokset

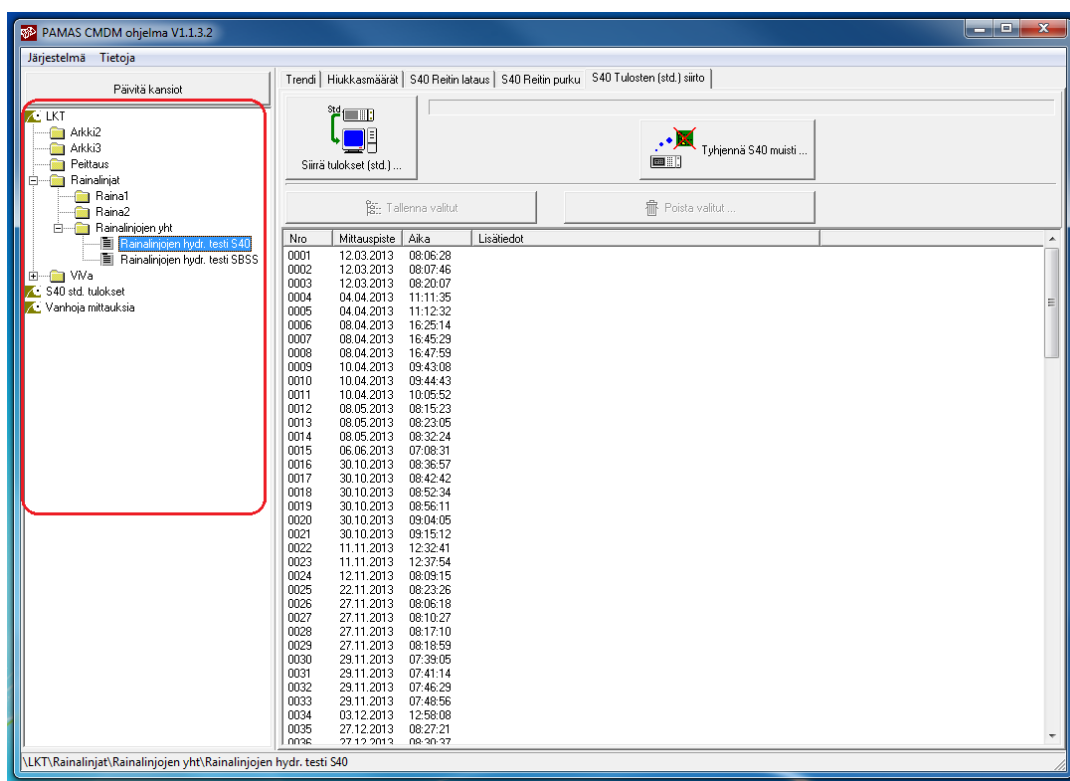
### 2.1.1 Tulosten poisto standardi siirrossa

Tarpeettomat tulosrivit voidaan poistaa siirron jälkeen. Tulosten poistaminen tapahtuu valitsemalla tulosrivi klikkaamalla sitä ja sen jälkeen klikkaamalla Pois-  
ta valitut... -painiketta. Tämän jälkeen ohjelma vaatii vahvistuksen poistolle,  
tällöin klikataan OK-painiketta.

Kun halutaan poistaa useampia tulosrivejä yhdellä kertaa, voidaan rivejä valita  
pitämällä Ctrl-painiketta tietokoneen näppäimistöltä pohjassa. Tai jos poistetaan  
useita perättäisiä rivejä, voidaan rivit valita seuraavalla tavalla. Klikataan en-  
simmäistä poistettavaa riviä ja sen jälkeen klikataan viimeistä poistettavaa riviä  
painaen samanaikaisesti tietokoneen näppäimistöltä Shift-näppäintä.

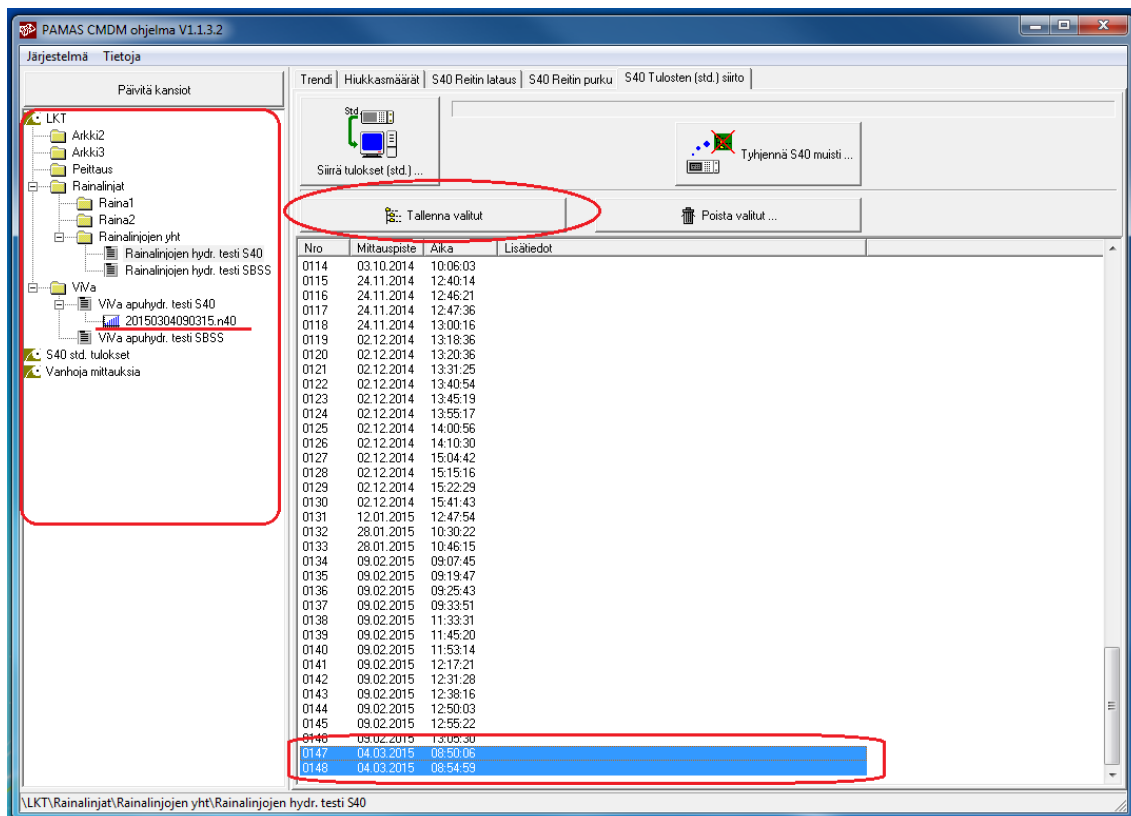
### 2.1.2 Tulosten tallennus standardisiirrossa

Ensimmäisenä valitaan mittauspistekansio mihin mittaistulokset tallennetaan  
klikkaamalla kansion nimeä. Pääkansiot ja välikansiot voidaan avata kaksois-  
klikkaamalla kansioiden nimejä. Valittu mittauspistekansio näkyy tummemmalla  
pohjalla kuin muut kansiot (kuva 27).



KUVA 27. Mittauspistekansion valinta

Tämän jälkeen valitaan tallennettava tulosrivi klikkaamalla sitä tai useampia aiemmin mainitulla tavalla. Tämän jälkeen klikataan Tallenna valitut -painiketta. Tällöin ohjelma tallentaa valitut tulokset valittuun mittauspistekansioon. Tallennetut tulosrivit katoavat oikean puoleisesta sarakkeesta ja ne näkyvät nyt mittauspistekansiossa (kuva 28).



KUVA 28. Mittaustuloksen tallentaminen

Ohjelma nimeää mittauspistekansioihin tallennetut mittaustiedostot mittauspäivän ja ajan mukaan esim. 20130312080628.s40. Esimerkin tiedostonimi välimerkeillä olisi 2013/03/12/08:06:28.s40 ja tiedoston nimestä nähdään seuraavat asiat järjestyksessä:

- mittaus vuosi 2013
- mittaus kuukausi 03
- mittaus päivä 12
- mittaus kellonaika 08:06:28
- laite jolla mitattu s40.

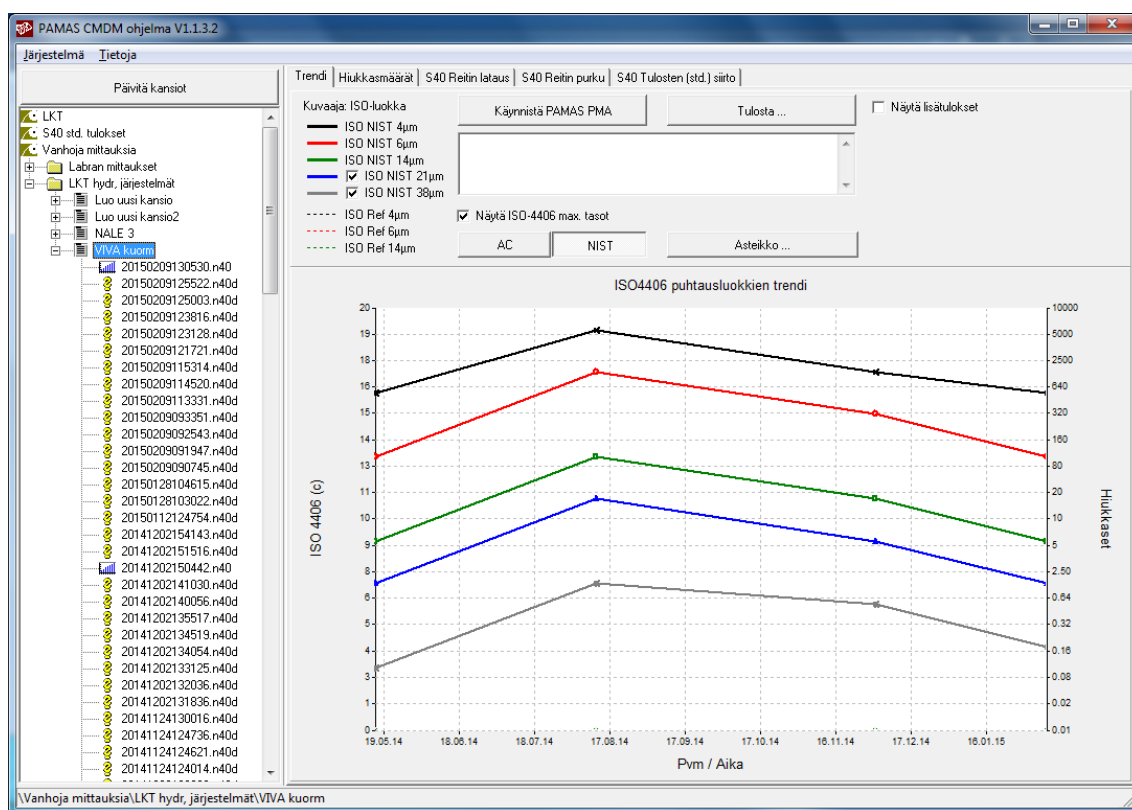
### 2.1.3 Mittaustulosten järjestäminen

Kun mittaustiedostoja tallennetaan Tulosten standardi siirrolla, mittaustuloksia ei voida aukaista tai tarkastella ennen niiden tallentamista mittauspistekansioon. Tämän takia tiedostojen kohdentaminen oikeisiin mittauspistekansioihin on työlästä, jos siirrettyjä tiedostoja on paljon ja pitkällä aikavälillä useista järjestelmistä.

Alla on kaksi tapaa, joilla mittaustulostiedostot voidaan kohdentaa oikeaan mittauspistekansioihin.

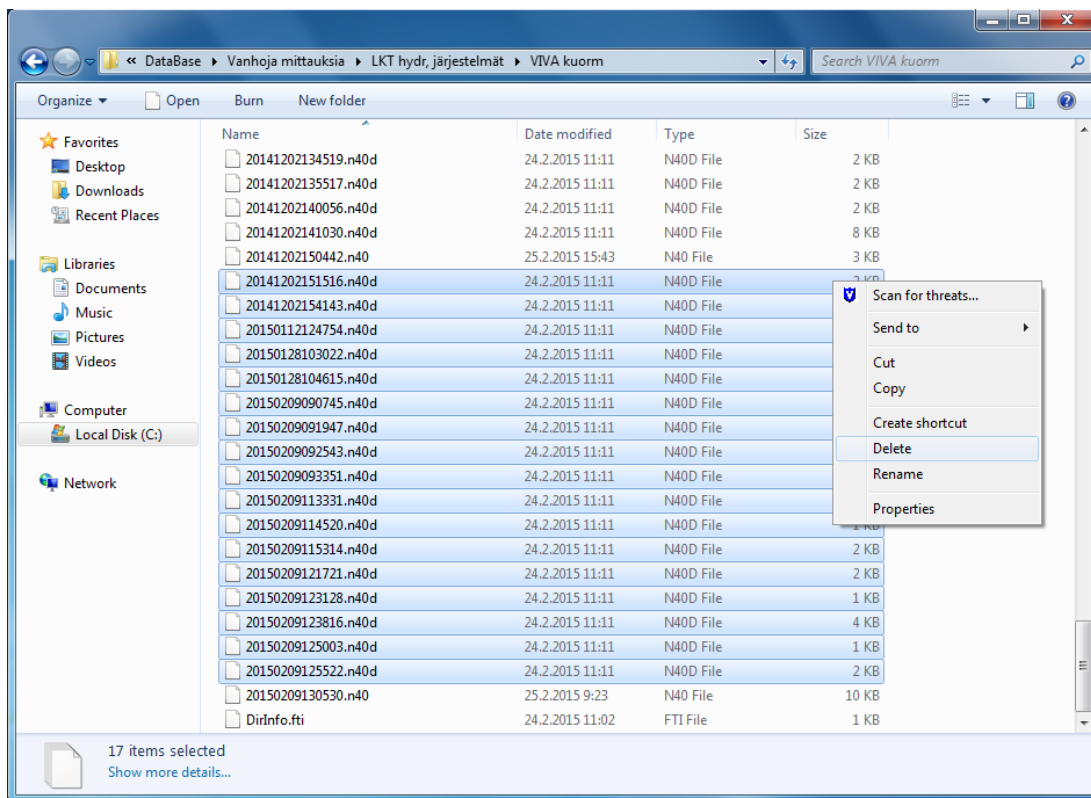
#### TAPA 1

Kun kaikki mittaustiedostot on siirretty CMDM-ohjelmaan, aiemmin mainitulla tavalla, ne kaikki tallennetaan yhteen mittauspistekansioon. Tämän jälkeen mittaustulokset aukaistaan yksitellen ja kansioista poistetaan mittaustiedostot, jotka eivät sinne kuulu. Kun mittaustulos poistetaan CMDM-ohjelmasta sen tiedostonimi jää näkyviin. Poistetun tiedostonimen perään tulee d-kirjain (kuva 29).



KUVA 29. Mittaustulosten järjestely

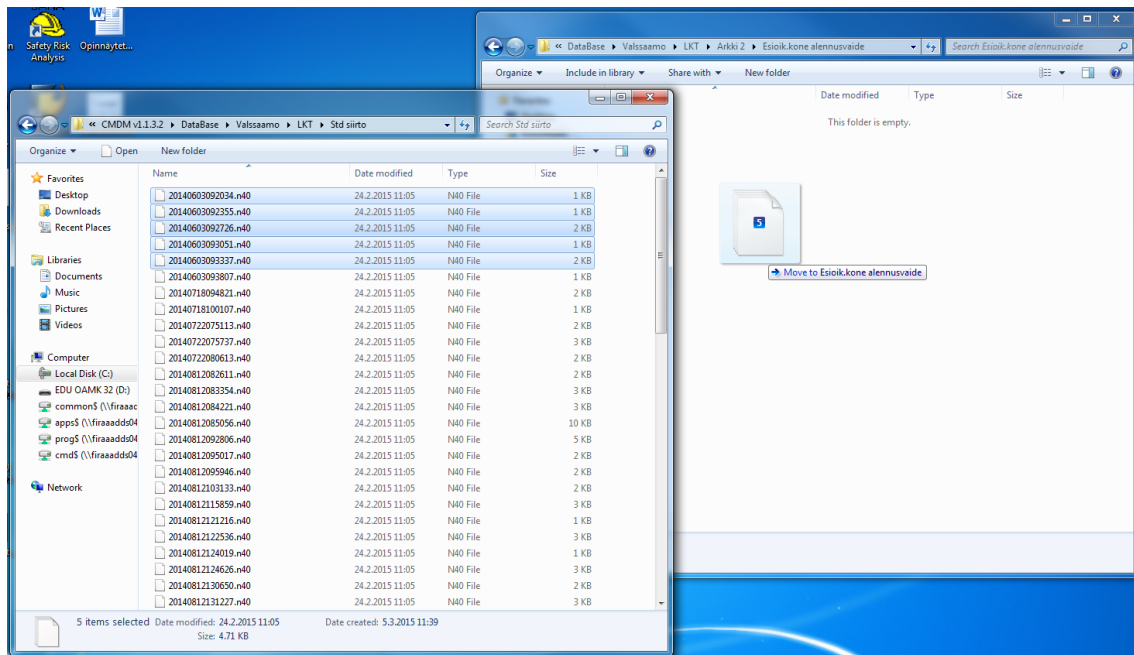
Jos poistetut tiedostot halutaan poistaa kokonaan, ne täytyy poistaa Windowsin resurssien hallinnan kautta. Tämä toimenpide ei vaadi suurta vaivaa koska poistetut tiedostot erottaa tiedostonimen perään tulleesta d-kirjaimesta (kuva 30).



KUVA 30. Mittaustiedostojen poisto Windowsin resurssien hallinnan kautta

## TAPA 2

Jos kaikki siirretyt mittaustulokset halutaan siirtää oikeisiin mittauspistekansioihin, on suositeltavaa että mittaustiedostot siirretään ensin esim. Std.siiirto nimiseen kansioon. Kansioon siirron jälkeen tuloksia voi tarkastella CMDM-ohjelman hiukkasmäärät-välilehdellä ja Windowsin resurssien hallinnan kautta tiedostojen nimiä voidaan muuttaa ja tiedostoja voidaan kopioida ja tallentaa toisiin kansioihin normaalisti (kuva 31).



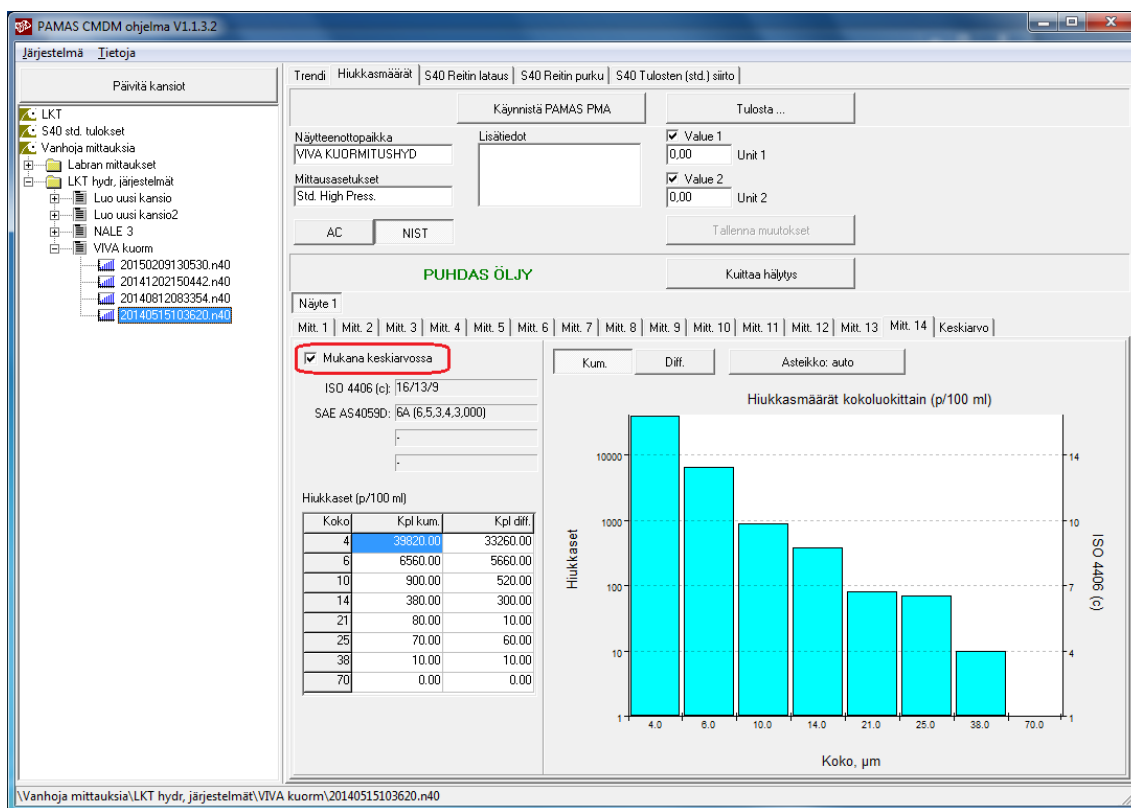
KUVA 31. Mittaustulostiedostojen siirto resurssien hallinnassa

Kun tiedostoja on siirretty tai nimetty uudelleen resurssien hallinnan kautta saadaan muutokset näkyviin CMDM-ohjelmaan painamalla kansiorakenteen päällä olevaa Päivitä kansiot -painiketta.

## 2.1.4 Huuhtelumittauksien poisto keskiarvon laskennasta

Kun mittaustulostiedostot on tallennettu mittauspistekansioon, on huomioitava että ohjelma piirtää mittauspistekansion tuloksista trendin käyttäen mittauskertojen keksiarvoja. Oletuksena ohjelma laskee keskiarvon mittauskerran kaikista mittauksista. Mittauskerran mittaukset ovat huuhtelumittauksia siihen saakka kunnes tulokset stabiloituvat noin kahden prosentin tarkkuudella. Nämä huuhtelumittaukset vääristävät mittauskerran keksiarvoa.

Hiuukkasmäärät-välilehdellä, jossa voidaan tarkastella mittaustuloksia, on välilehdet jokaiselle mittauskerran mittaukselle. Mittauksien välilehdellä on kohta Mukana keskiarvossa, jossa määritelleen käyttääkö ohjelma mittauskerran keskiarvon laskennassa kyseistä mittausta. Kuvassa 32 on korostettuna kyseinen kohta, kuvan tilanteessa mittaus huomioidaan keskiarvon laskennassa.



KUVA 32. Mittaus mukana mittauskerran keskiarvon laskennassa



## **2.2 Vanhojen sbss-hiukkaslaskimella mitattujen tulosten tallennus**

SBSS-hiukkaslaskimella tehtyjen mittausten tulokset ovat mes-tiedostoja. Mes-tiedostot saadaan manuaalisesti CMDM-ohjelmaan tallentamalla ne Windowsin resurssien hallinnan kautta Pamaksen tiedonhaku-kansioon. Tallennetut mes-tiedostot näkyvät CMDM-ohjelmassa ja niiden tiedostonimen edessä näkyy tallennuksen jälkeen punainen rasti. Nämä tiedostot on muutettava, jotta niiden tuloksia voidaan tarkastella. Tiedostot muutetaan klikkaamalla ensin tiedoston nimeä ja klikkaamalla sitä uudelleen hiiren kakkospainikkeella, tämän jälkeen aukeavasta valikosta valitaan muuta tai muuta kaikki mes-tiedostot.

## 3 REITTITILAN KÄYTTÖ

### 3.1 Mittauspistekansion tiedot ja asetukset

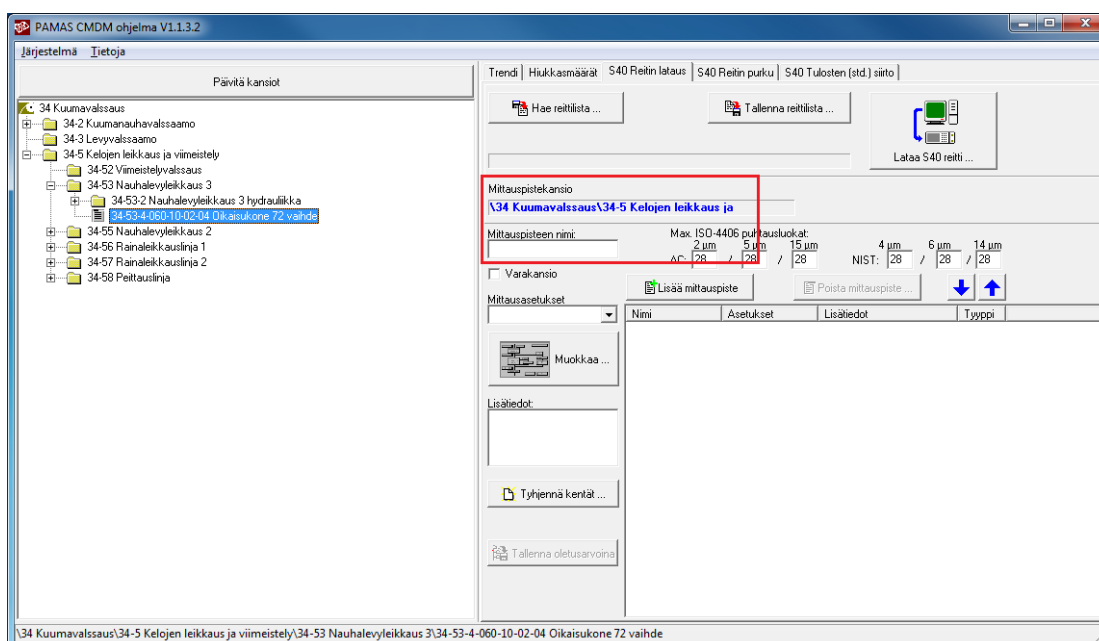
CMDM-ohjelmaan voidaan tallentaa mittauspistekansiolle:

- mittauspisteen nimi
- yksilöllinen tunnus
- Pamas S40 -hiukkaslaskimen mittauspisteasetukset
- ISO-4406:n puhtausluokkien maksimiepäpuhtaudet.

Kyseiset tiedot tallennetaan S40 Reittien lataus -välilehdellä. Kun S40 Reittien lataus -välilehdellä tallennetaan tietoja mittauspistekansiolle se pitää ensin akti-voida. Aktivointi tapahtuu kaksoisklikkaamalla mittauspistekansion nimeä niin, että se teksti maalaantuu.

#### Mittauspistekansion tunniste

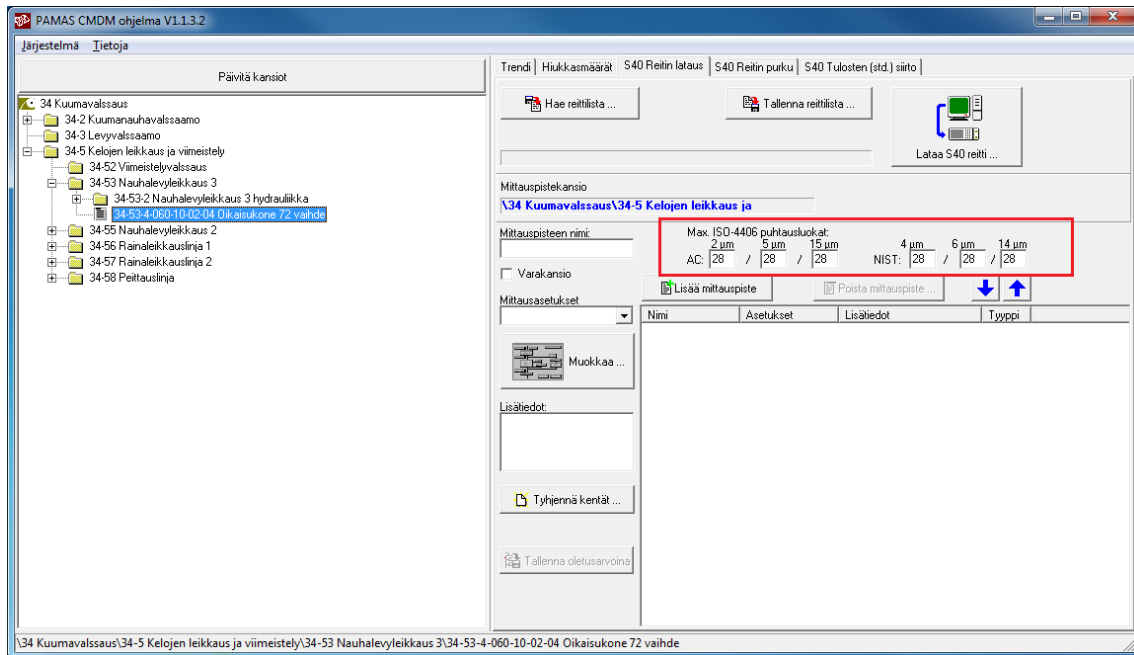
Kun mittauspistekansio on aktivoitu ja S40 Reittien lataus -välilehti on avoinna, mittauspisteen hakemistopolku näkyy ikkunassa Mittauspistekansio-tekstin alla. Mittauspisteen nimi -tekstin alla on ikkuna, johon kirjoitetaan mittauspisteelle sopiva nimi. Mittauspistekansion nimi näkyy S40 hiukkaslaskimessa reititystilla (kuva 33).



KUVA 33. Mittauspistekansion nimi/ tunniste

## Mittauspistekansion ISO 4406 puhtausluokka rajat

Max. ISO-4406 puhtausluokat -tekstin alle voidaan kirjoittaa mittauspisteen maksimipuhdistusaste. AC tarkoittaa ISO 4406:1987 -standardin mukaisia puh-  
tausluokkia ja NIST tarkoittaa ISO 4406:1999 -standardin mukaisia puhtaus-  
luokkia (kuva 34).

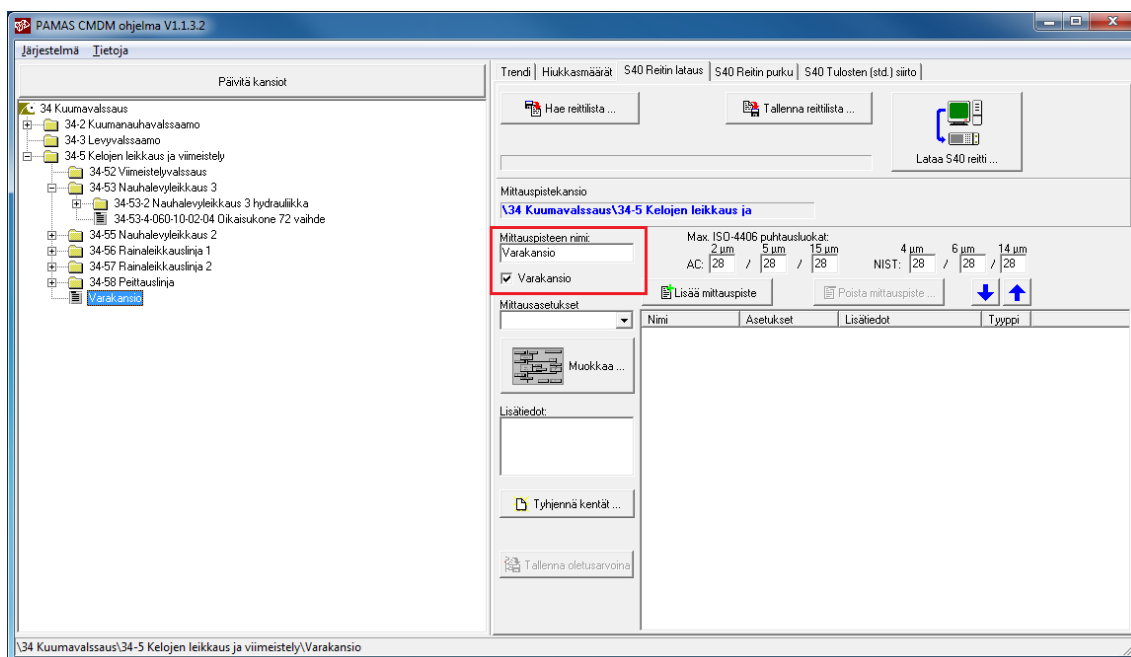


KUVA 34. ISO 4406:n maskimipuhdistusluokat

## Varakansio

Reittitilassa S40-hiukkaslaskinta ei voida käyttää kuin tallennetun reittitilistan mukaisiin mittauksiin. Tämän takia on hyvä että kansiorakenteessa on varamittauspistekansio, johon voidaan tehdä satunnaisia mittauksia, kun S40-hiukkaslaskin on reititystilassa

Mittauspistekansion voidaan nimetä esimerkiksi Varakansio ja lisäksi varakansio-kohtaan laitetaan ruksi (kuva 35). Kun mittauspistekansio on merkitty varakansioksi, se näkyy S40-hiukkaslaskimessa varakansiona.



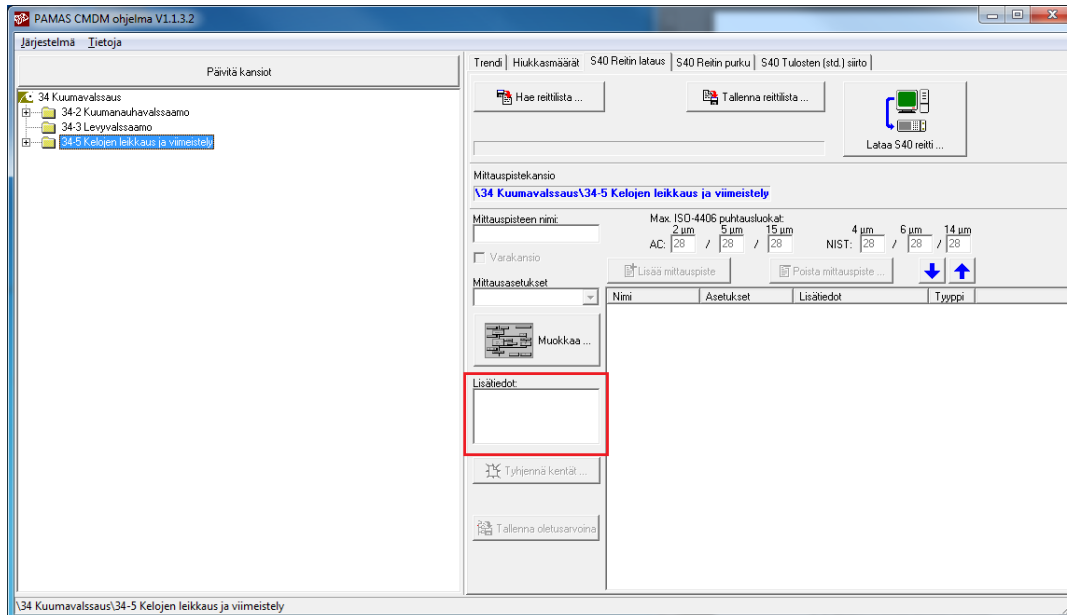
KUVA 35. Mittauspiste varakansiona

## Mittausasetuksien valinta

Mittauspisteelle valitaan mittausasetukset alasetusvalikosta, tehdyistä mittausasetuksista. Alasetusvalikko on Mittausasetukset -tekstin alla ja se tulee näkyviin nuolta klikkaamalla. Alasetusvalikossa näkyy tehdyt mittausasetukset ja niistä valitaan yksi klikkaamalla mittausasetuksen nimeä.

## Lisätiedot

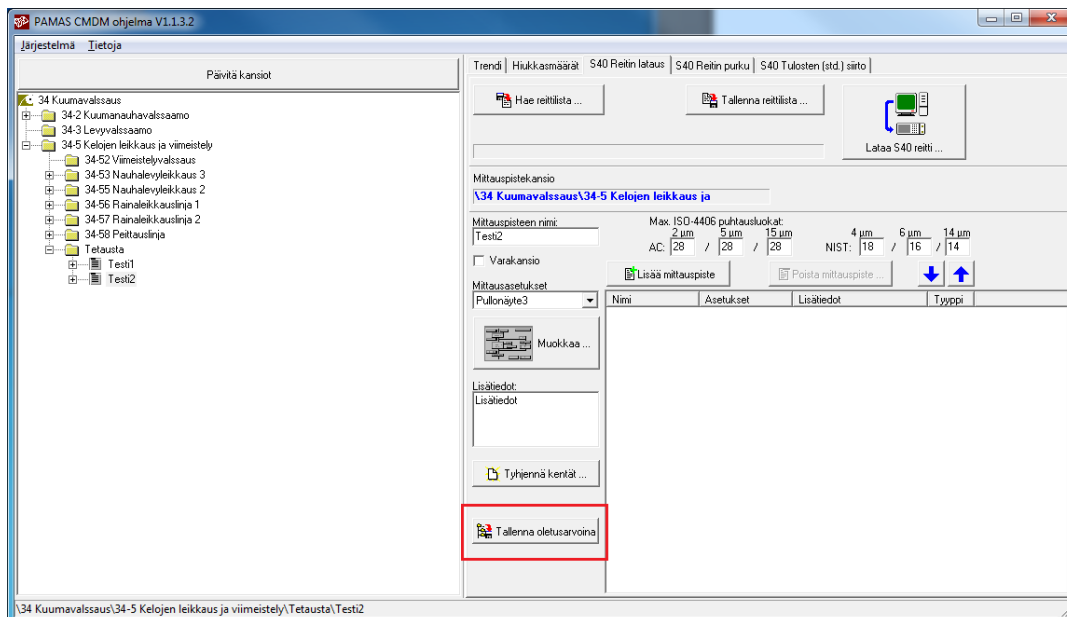
Lisätiedot kenttään kirjoitettu teksti näkyy S40-hiukkaslaskimessa reittitilassa (kuva 36).



KUVA 36. Mittauspisteen lisätiedot

## Mittauspistekansion tietojen tallennus

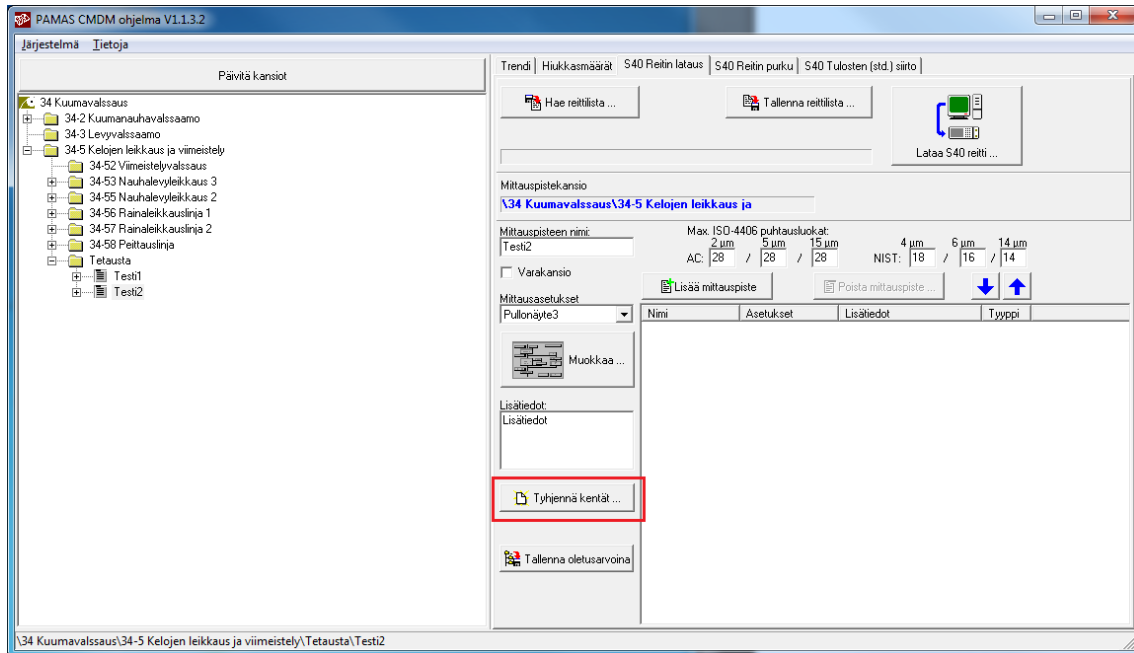
Kun mittauspistekansion tietoja on muutettu tai lisätty, tiedot tallennetaan klikkaamalla Tallenna oletusarvoina -painiketta (kuva 37).



KUVA 37. Mittauspisteen tietojen tallennus

## Kenttien tyhjennys

Tyhjennä kentät... -painikkeella voidaan pyyhkiä kerralla kaikki mittauspisteelle asetetut tiedot ja arvot (kuva 38).



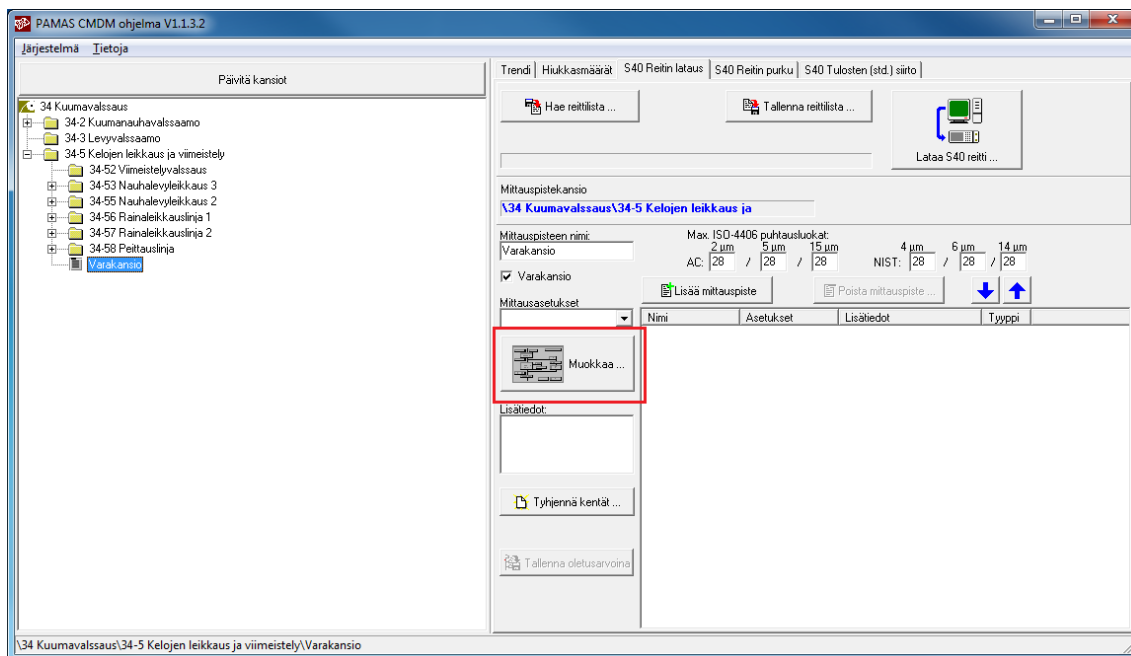
KUVA 38. Mittauspisteen tietojen poisto

## 3.2 Mittausasetuksien luonti

Mittausasetuksiin määritellään:

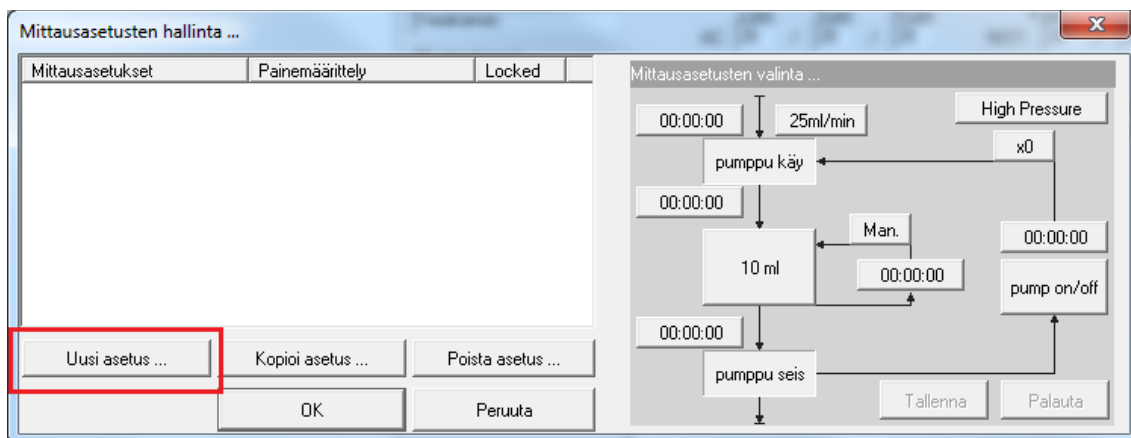
- painevalinta, korkea/ matala
- esihuuhtelu-aika
- mittaustilavuus
- mittausten määrät
- viiveajat.

Uusien mittauspisteasetuksien luonti aloitetaan klikkaamalla Muokkaa...-painiketta, S40 Reittien lataus -välilehdellä (kuva 39).



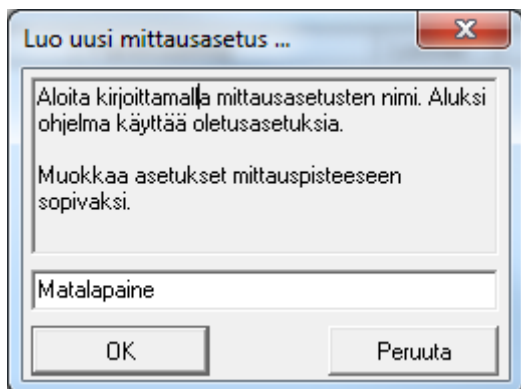
KUVA 39. Mittausasetuksien muokkaus

Avautuneesta Mittausasetusten hallinta -ikkunasta painetaan Uusi asetus... -painiketta (kuva 40).



*KUVA 40. Uusi mittausasetus*

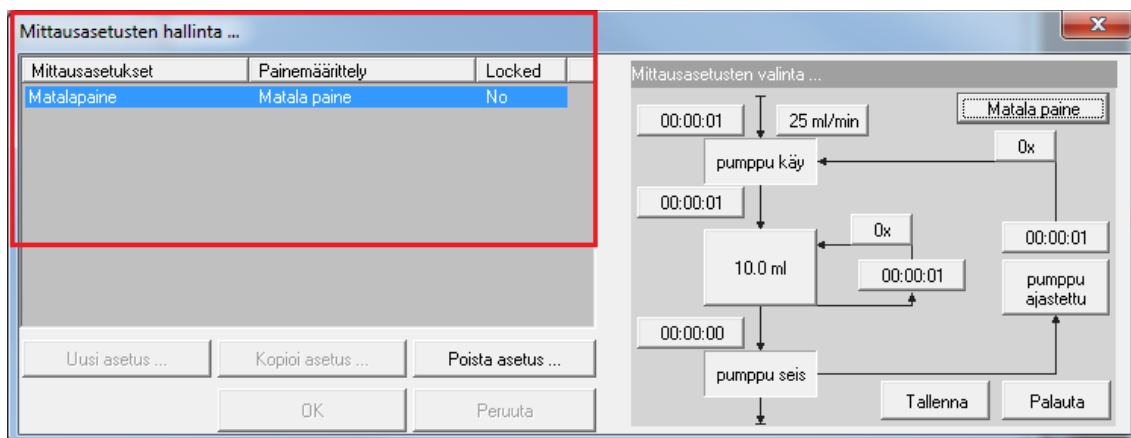
Avautuneeseen ikkunaan kirjoitetaan mittausasetuksen nimi. Kun mittausasetuksen nimi on kirjoitettu, klikataan OK-painiketta (kuva 41).



*KUVA 41. Mittausasetuksen nimi*

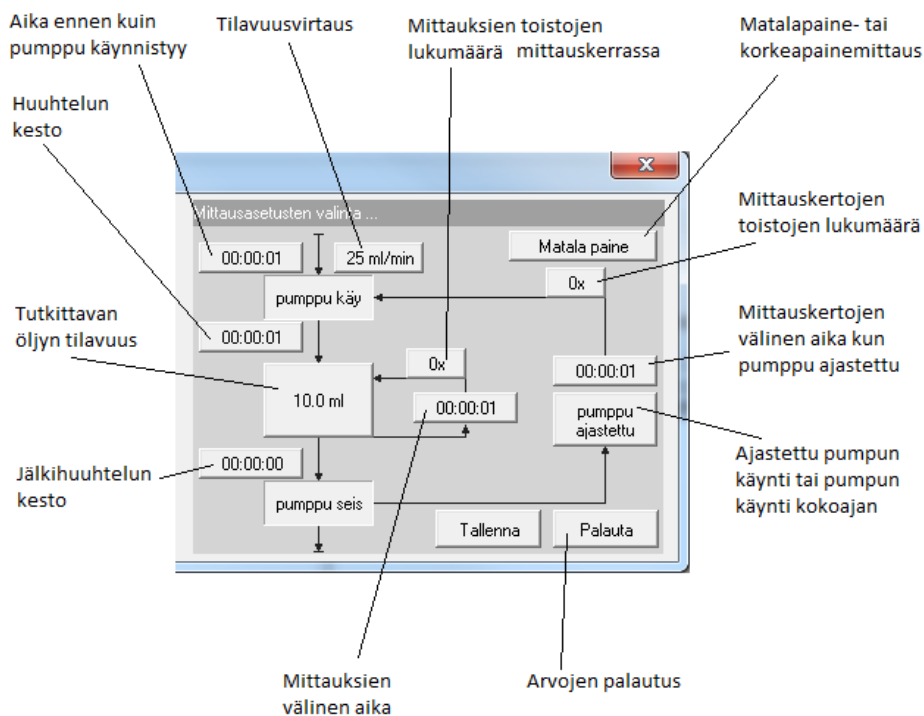


Kun OK-painiketta painetaan Luo uusi mittausasetus... -ikkuna sulkeutuu, ja mittausasetus ilmestyy Mittausasetusten hallinta... -ikkunaan (kuva 42).



KUVA 42. Uusi mittausasetus mittausasetusten hallinnassa

Mittausasetusten hallinta... -ikkunan oikealla puolella näkyy hiukkaslaskimen toimintakaavio. Tästä kaaviosta painikkeita klikkaamalla voidaan muuttaa mittausasetuksen arvoja. Kuvassa 43 on selitetty toimintakaavion painikkeiden merkitykset.

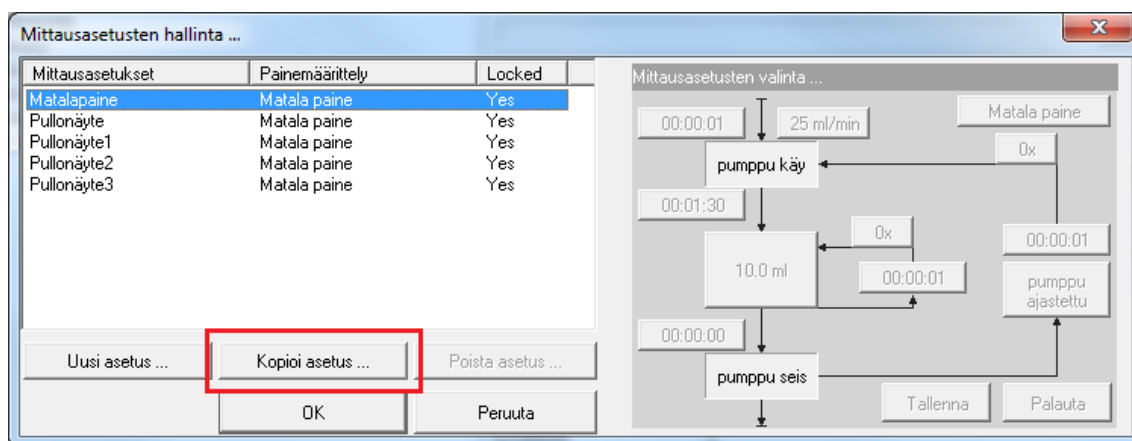


KUVA 43. Mittausasetukset kaaviokuvassa

Asetuksien muuttamisen jälkeen muutokset hyväksytään Tallenna-painikkeella ja Palauta-painikkeella arvot palautetaan lähtöarvoiksi. Kun mittausasetukset on asetettu ja tallennettu, toimenpiteet vahvistetaan klikkaamalla OK-painiketta Mittausasetusten hallinta... -ikkunasta.

### Mittausasetuksien kopiointi

Aktiivisen mittausasetuksen arvot voidaan kopioida uuteen mittausasetukseen Kopioi asetus... -painikkeella (kuva 44).



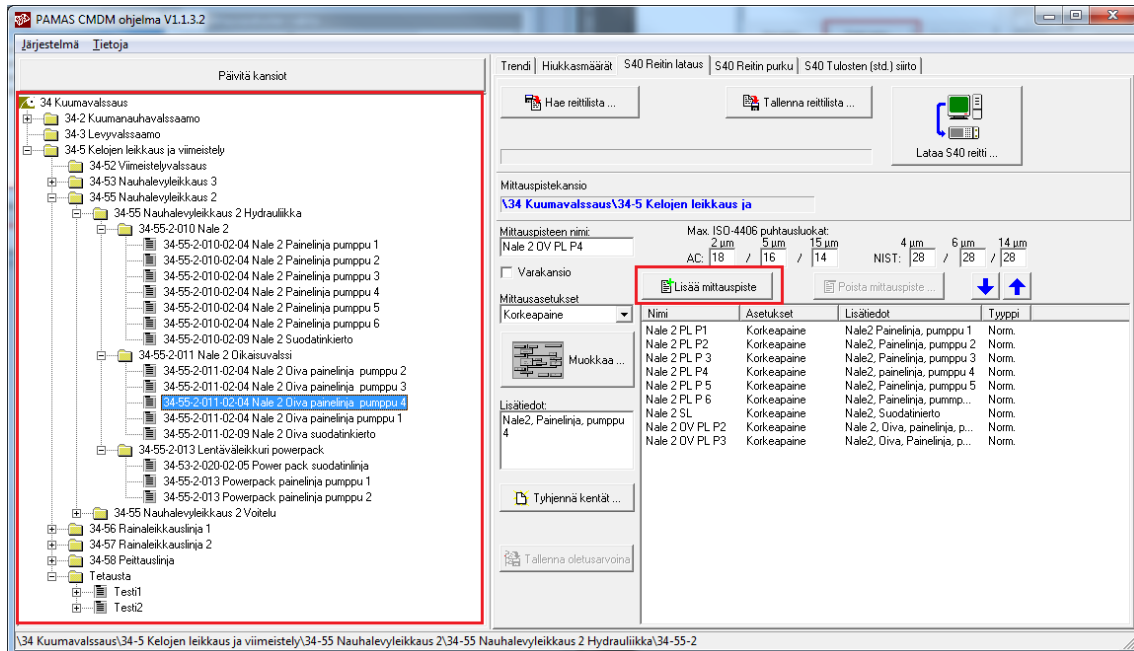
KUVA 44. Mittausasetusten kopiointi

### 3.3 Mittauspistereitti

CMDM-ohjelmaan voidaan tehdä ja tallentaa mittauspistereittejä. Mittauspistereitti on luettelo mitattavista kohteista. Mittauspistereitissä voi olla maksimissaan 20 mittauspistettä ja se voidaan siirtää S40-hiukkaslaskimeen, jolloin laskinta käytetään reittitilassa. S40-hiukkaslaskimelle siirretty reitti-informaatio sisältää tiedot jotka mittauspisteille on tallennettu. Mittauspistereitti luodaan S40 Reittien lataus -välilehdellä.

## Mittauspisteen lisääminen reittilistaan

Mittauspiste lisätään klikkaamalla mittauspisteen nimi aktiiviseksi kansiorakenteesta ja sen jälkeen klikkaamalla Lisää mittauspiste -painiketta (kuva 45).

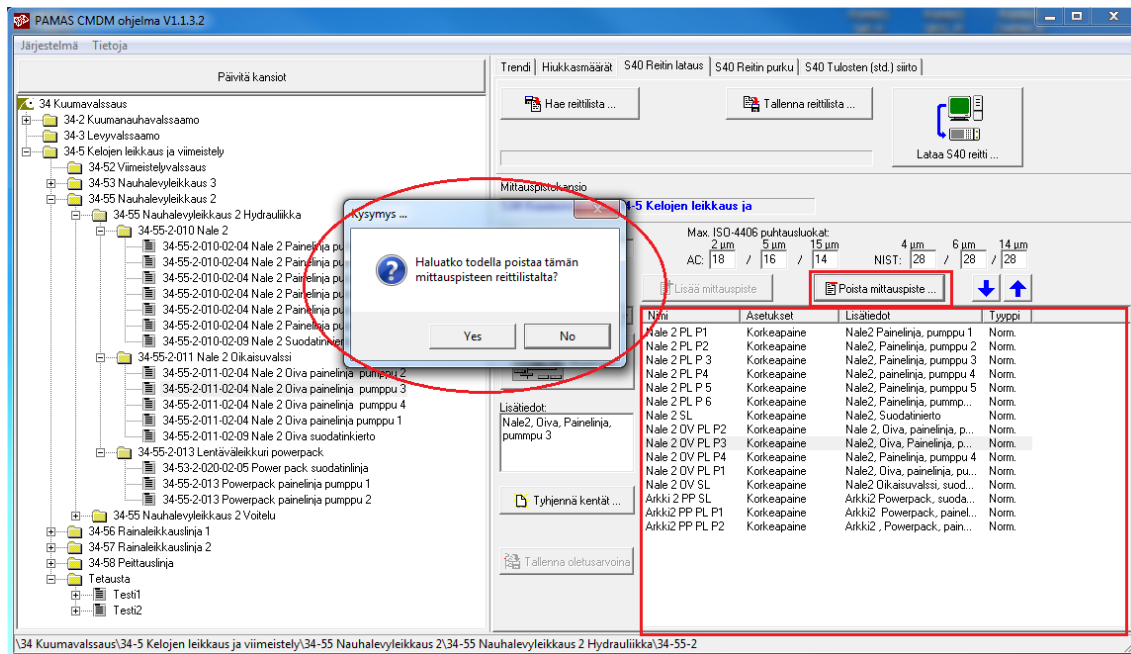


KUVA 45. Mittauspisteen lisääminen reittilistaan

Lisätty mittauspiste ilmestyy oikeanpuoleiseen ikkunaan. Ikkunassa näkyy mittauspisteen nimi, mittausasetus, lisätiedot ja tyyppi. Kaikki halutut mittauspisteet lisätään luetteloon tässä vaiheessa, maksimissaan 20 mittauspistettä.

## Mittauspisteen poistaminen listalta

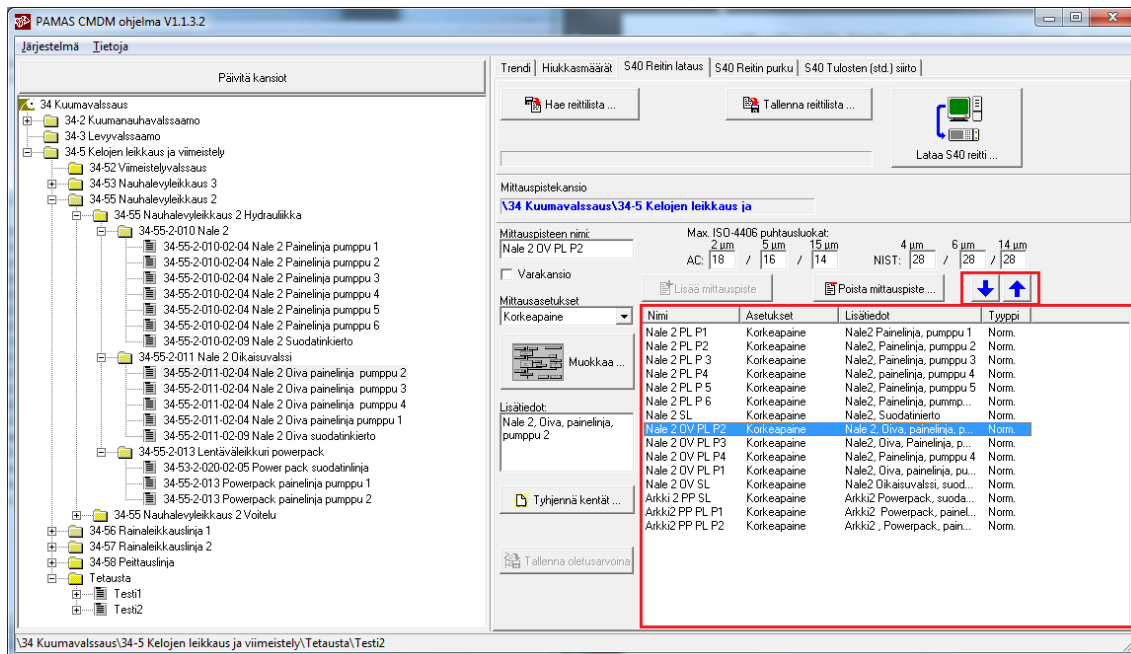
Tarpeettomat mittauspisteet voidaan poistaa listalta klikkaamalla sen nimi aktiiviseksi ja klikkaamalla Poista Mittauspiste... -painiketta. Tämän jälkeen vahvistetaan poisto klikkaamalla Yes-painiketta ilmestyneeseen ikkunaan (kuva 46).



KUVA 46. Mittauspisteen poisto reittilistalta

## Listauksen järjestyksen muuttaminen

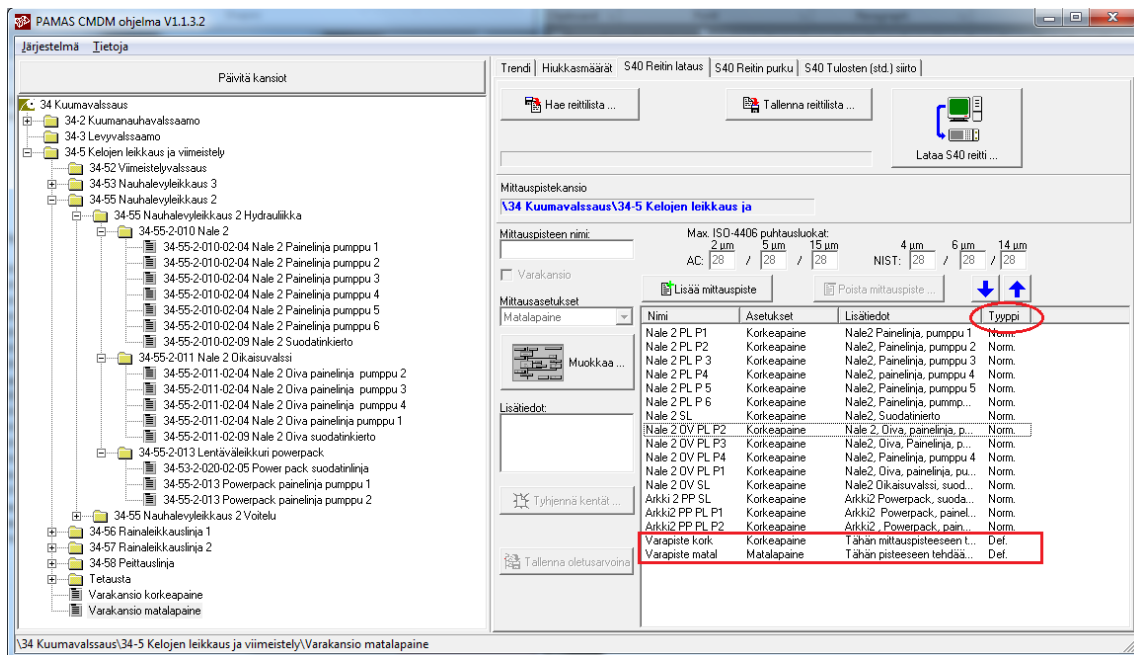
Listauksen järjestystä voidaan muuttaa klikkaamalla mittauspisteen nimestä rivi aktiiviseksi ja klikkaamalla sen jälkeen nuolinäppäimistä haluttuun suuntaan. Rivi liikkuu kerralla yhden rivin ylös tai alaspäin (kuva 47).



KUVA 47. Reitin mittauspisteiden järjestely

## Varakansiot

Kun mittausreittiin lisätty mittauspiste on määritelty varakansioiksi, sen tyyppi listauksessa on Def (kuva 48). Mittauspistereittiin on syytä laittaa sekä korkea- ja matalapaineen varakansiot. Tulosten siirron jälkeen varakansioihin menevät mittaukset täytyy siirtää oikeisiin mittauspistekansioihin Windowsin resurssienhallinnasta.

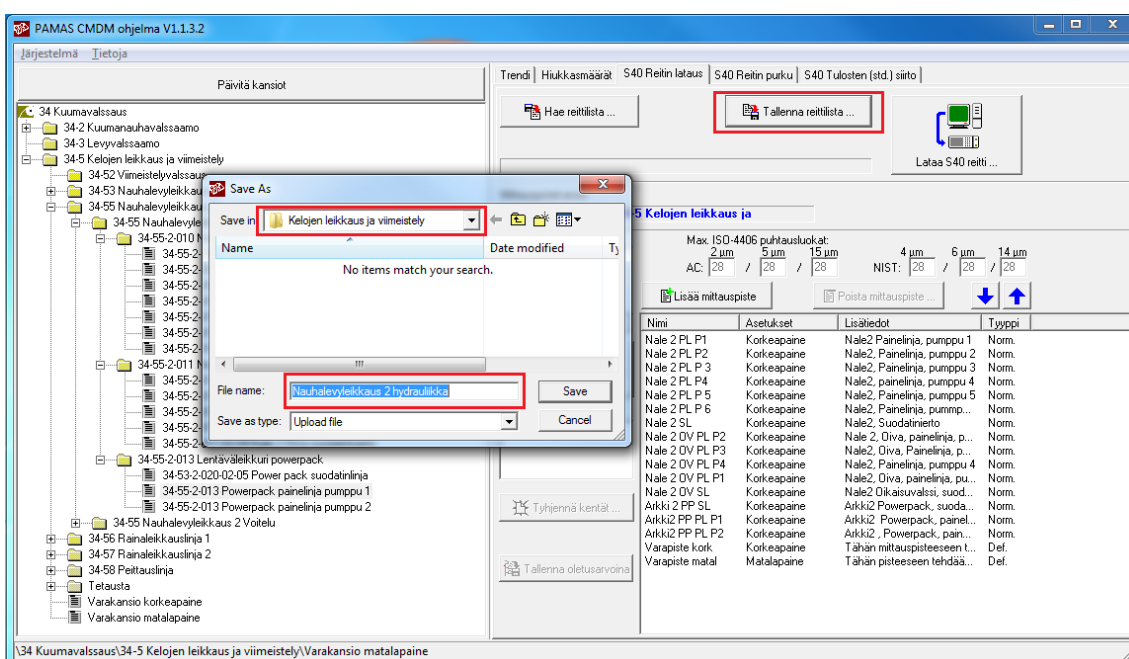


KUVA 48. Varakansio reittilistassa

## Reittilistan tallennus

Tehty reittilista voidaan tallentaa myöhempää käyttöä varten, tällöin reittilistoja ei tarvitse tehdä uudestaan. Tehty reittilista tallennetaan klikkaamalla Tallenna reittilista... -painiketta. Avautuneessa ikkunassa valitaan kansiorakenteesta tallennus paikka ja kirjoitetaan reittilistan nimi (kuva 49). Reittilistan tallennus vahvistetaan klikkaamalla Save-painiketta. W-verkkolevyllä on kansio, johon mittauspistereitin voidaan tallentaa. Kansion polku on:

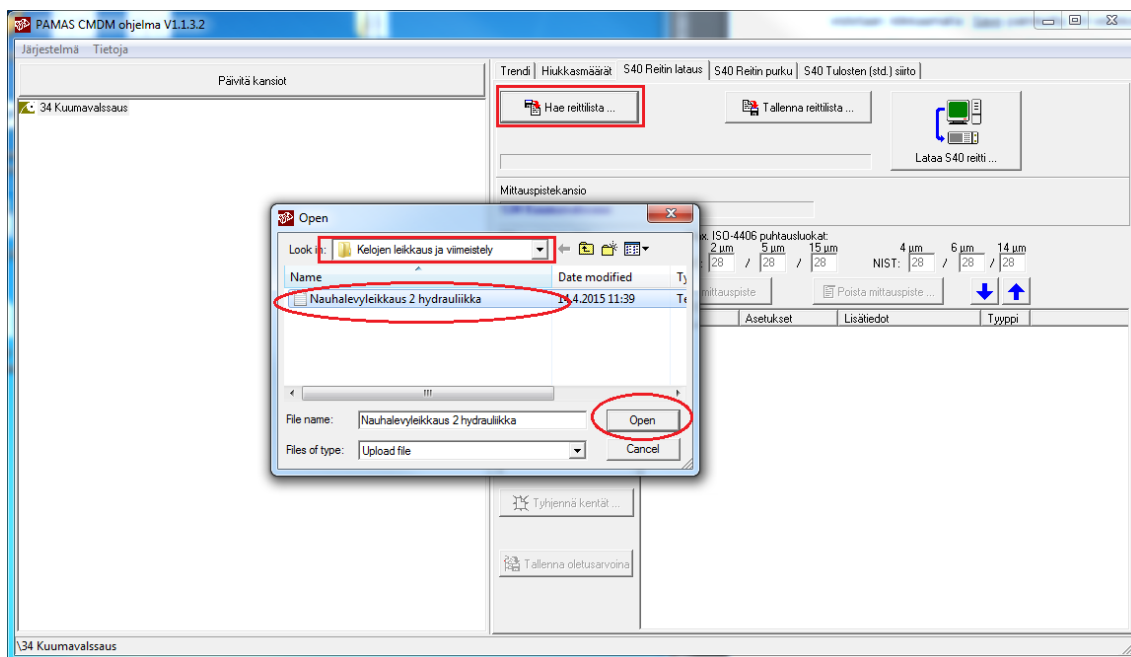
W:\Install\Pamas CMDM\Reittilistat. Reittilistan voi tallentaa myös tietokoneen kovalevyille.



KUVA 49. Reittilistan tallennus

## Reittilistan haku

Tallennettu reittilista voidaan hakea CMDM-ohjelmaan klikkaamalla Hae reittilista... -painiketta. Avautuneessa ikkunassa haetaan oikea kansio kansiorakenteesta ja klikataan reitin nimeä. Kun oikean reitin nimi lukee File name -kohdassa, klikataan Open-painiketta (50).



KUVA 50. Reittilistan haku

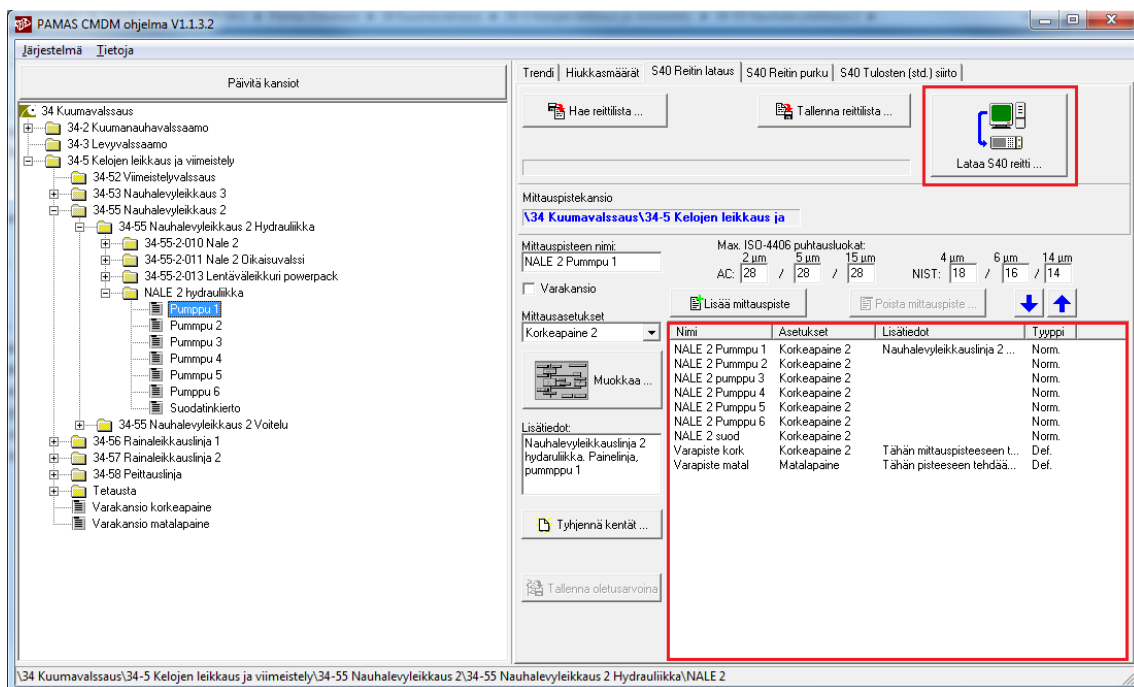
Kun reittilista on haettu CMDM-ohjelmaan, sitä voidaan muokata samalla tavalla kuin reittilistan luonti-vaiheessa, eli lisäämällä mittaupisteitä, muuttamalla järjestystä ja poistamalla rivejä listalta. Reittilistoja voidaan hakea useita ja yhdistää niistä yksi reittilista. Reittilistassa voi olla maksimissaan 20 mittauspistettä.



### 3.4 Reittilistan lataaminen S40-hiukkaslaskimeen

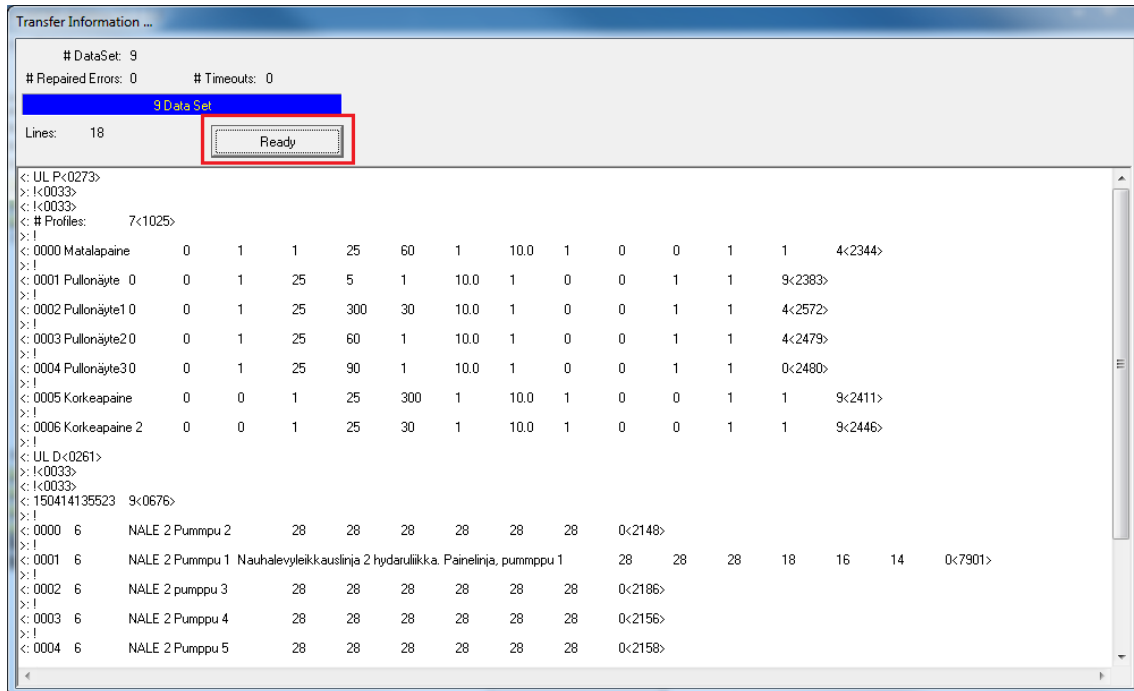
Mittauspistereitin lataamisen aikana S40-hiukkaslaskin täytyy olla yhdistettynä tietokoneeseen. Ennen kuin reitti voidaan ladata S40-hiukkaslaskimeen, laskimen muistista täytyy poistaa vanhat mittaukset. Ennen poistamista mittaukset tallennetaan joko S40 Reitin purku tai S40 Tulosten (std.) siirto -välilehdellä, riippuen millä tavalla mittaukset on tehty.

Reittilista siirretään S40-hiukkaslaskimeen S40 Reitin lataus -välilehdellä. Siirrettävään reittilistaan haetaan mittauspisteet yksitellen tai tallennettu reittilista haetaan S40 Reittien lataus -välilehden ikkunaan. Siirto alkaa klikkaamalla Lataa S40 reitti... -painikkeella (kuva 51).



KUVA 51. Reittilistan lataus S40-hiukkaslaskimeen

Tietojen siirron eteneminen näkyy avautuneessa ikkunassa ja tiedot on siirretty kun tiedot eivät enää juokse. Tietojen siirto kuitataan Ready-painikkeella (kuva 52).

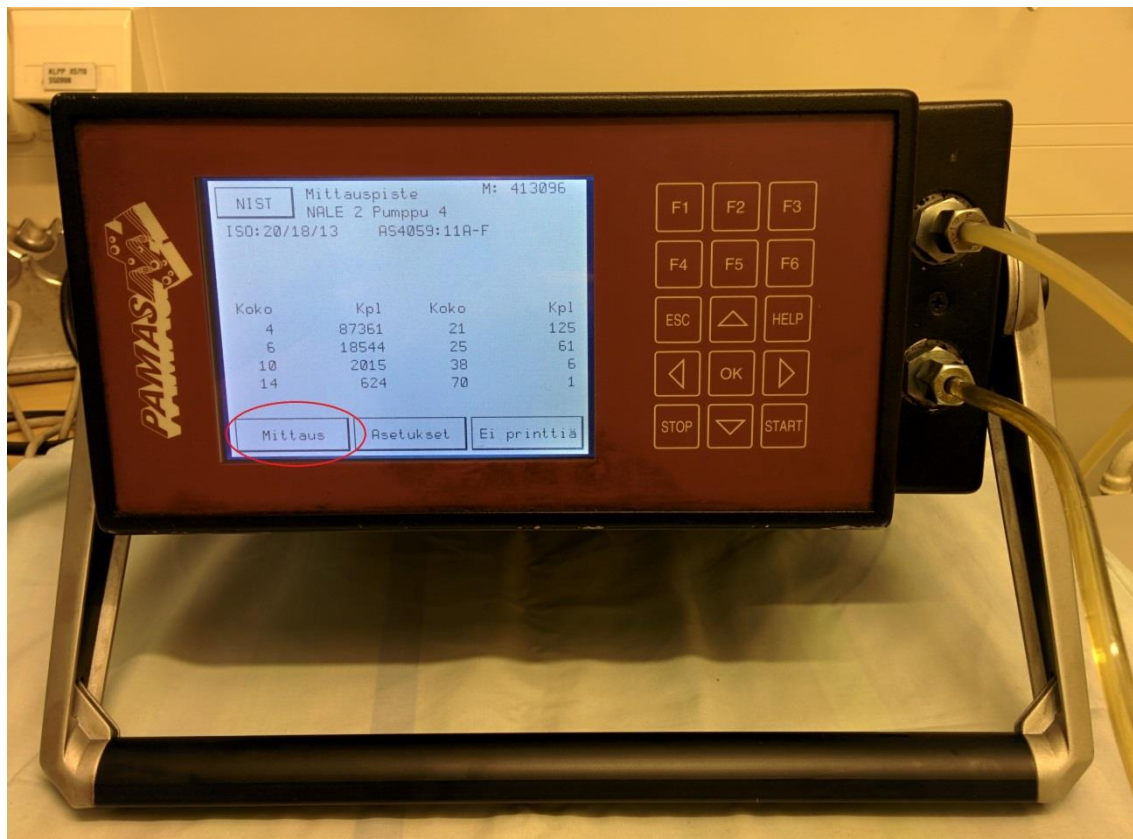


KUVA 52. Tietojen siirtyminen

Reittilistan latauksen jälkeen S40-hiukkaslaskin on reitti-tilassa, kunnes siitä siirretään mittaustulokset ja tyhjennetään sen muisti. Kun s40-hiukkaslaskin on reitti-tilassa, sillä ei voi tehdä reitin ulkopuolisia mittauksia.

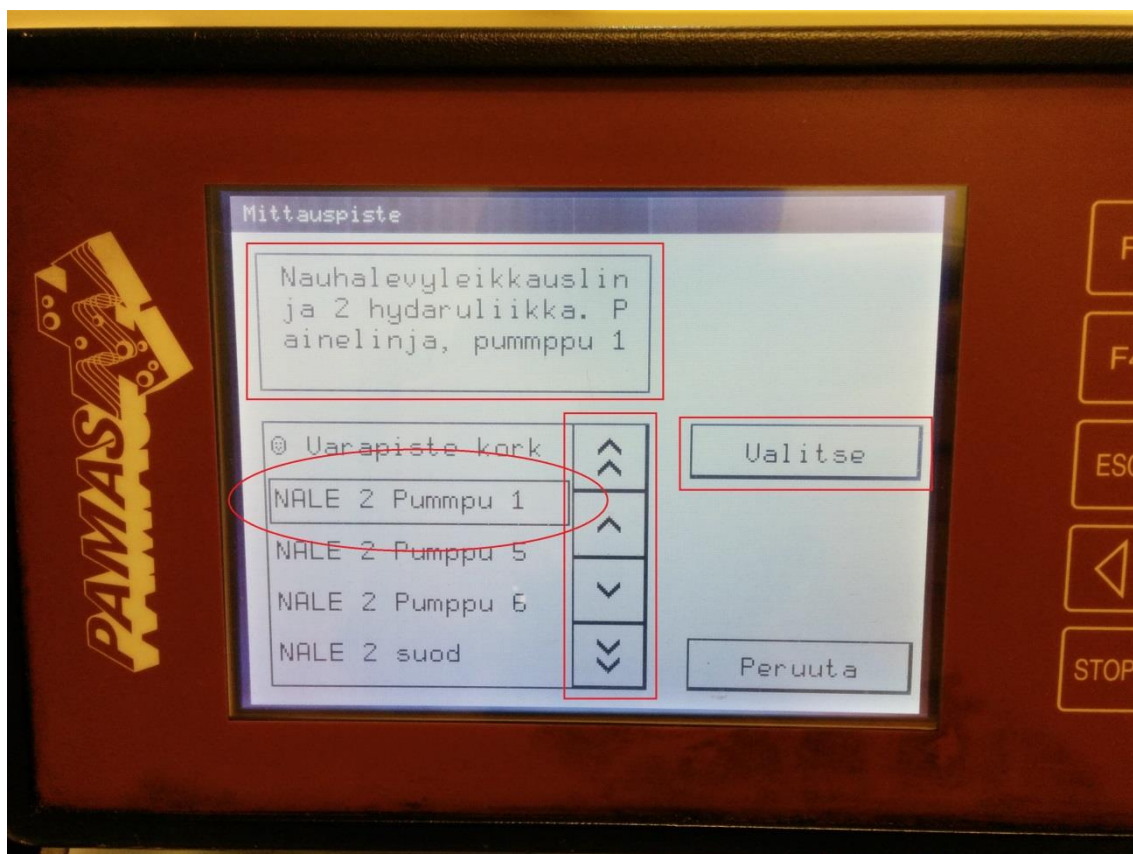
### Mittaus S40-hiukkaslaskimella reitti-tilassa

Mittauspisteluetelo avautuu painamalla Mittaus-painiketta S40-hiukkaslaskimen kosketusnäytöltä (kuva 53).



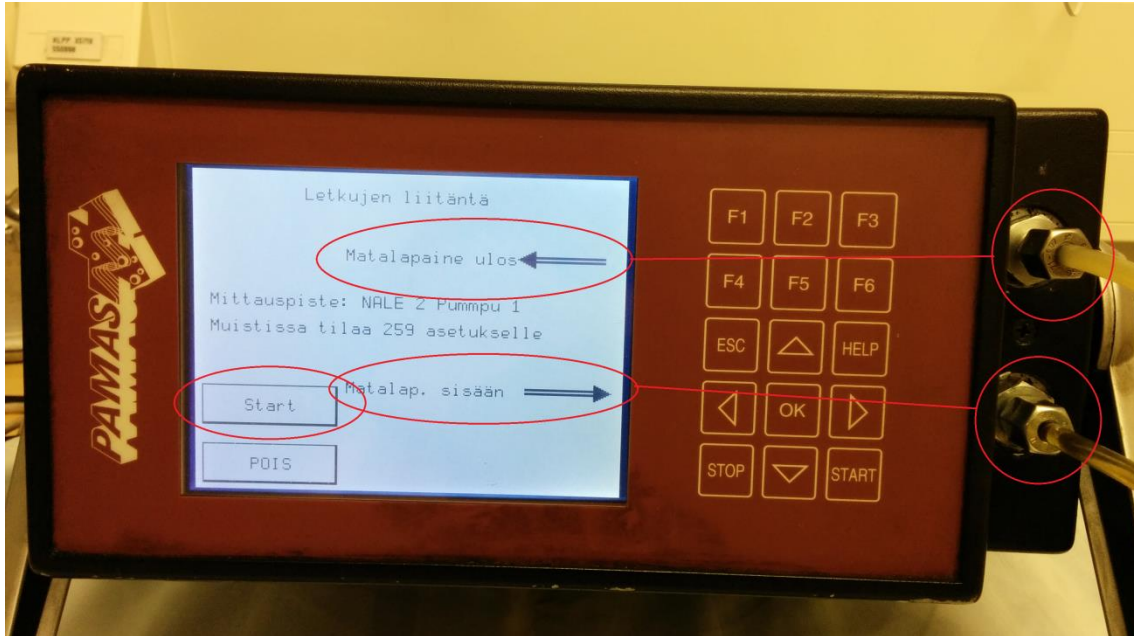
KUVA 53. S40-hiukkaslaskin reitti-tilassa

Mittauspistelistaa voidaan selata nuoli-näppäimillä. Varakansioiksi merkittyjen mittauspisteiden nimen edessä on hymiö, merkinä varakansiosta. Mittauspiste jolle mittaus tehdään, valitaan koskettamalla ensin sen nimeä, jolloin sen ympärille tulee kehys ja painamalla sitten Valitse-painiketta. Kun mittauspisteen nimeä on painettu, näytön vasemmassa yläkulmassa näkyy mittauspisteelle kirjoitetut lisätiedot (kuva 54).



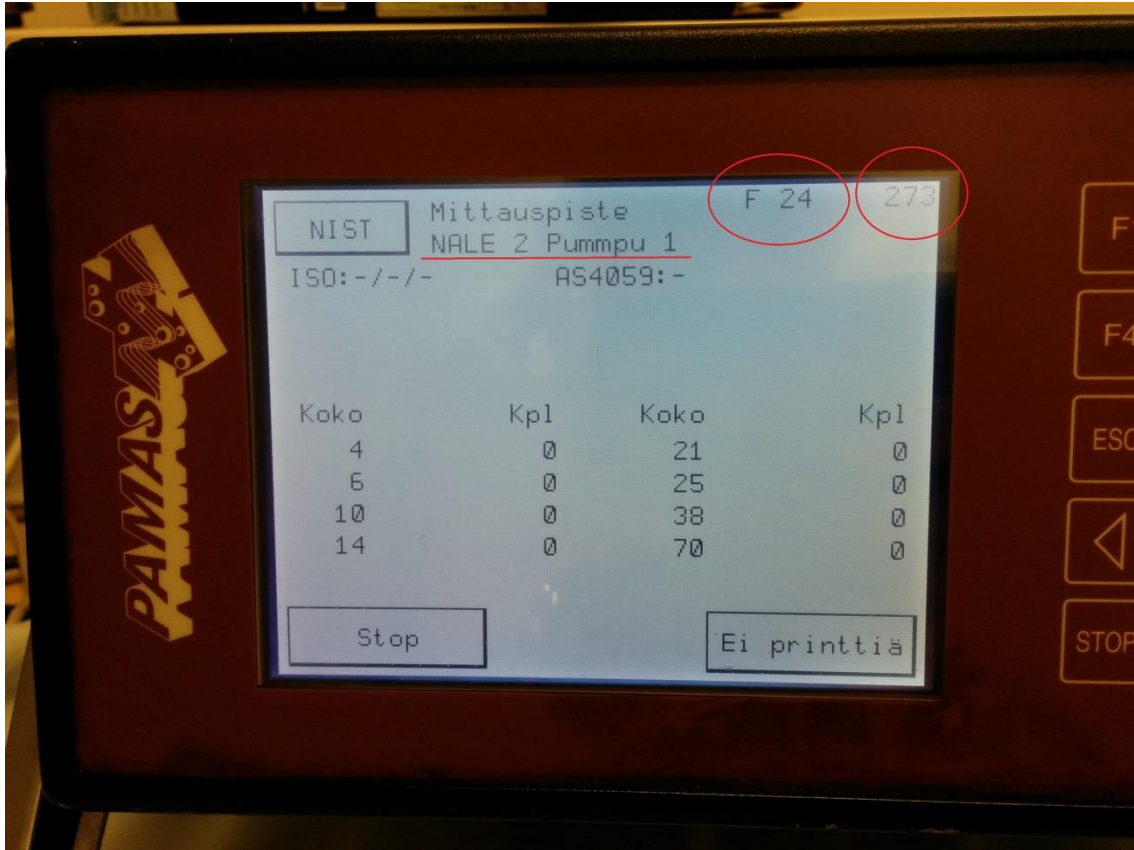
KUVA 54. Reittiluettelo S40-hiukkaslaskimessa

Kun mittauspiste on valittu, avautuu ikkuna, jossa on letkujen liittämisohje. Näytöltä nähdään kummasta liittimestä virtaus menee sisään ja kummasta ulos. Mittaus käynnistetään Letkujen liittäntä -ikkunasta painamalla Start-painiketta (kuva 55).



KUVA 55. Letkujen liittäminen

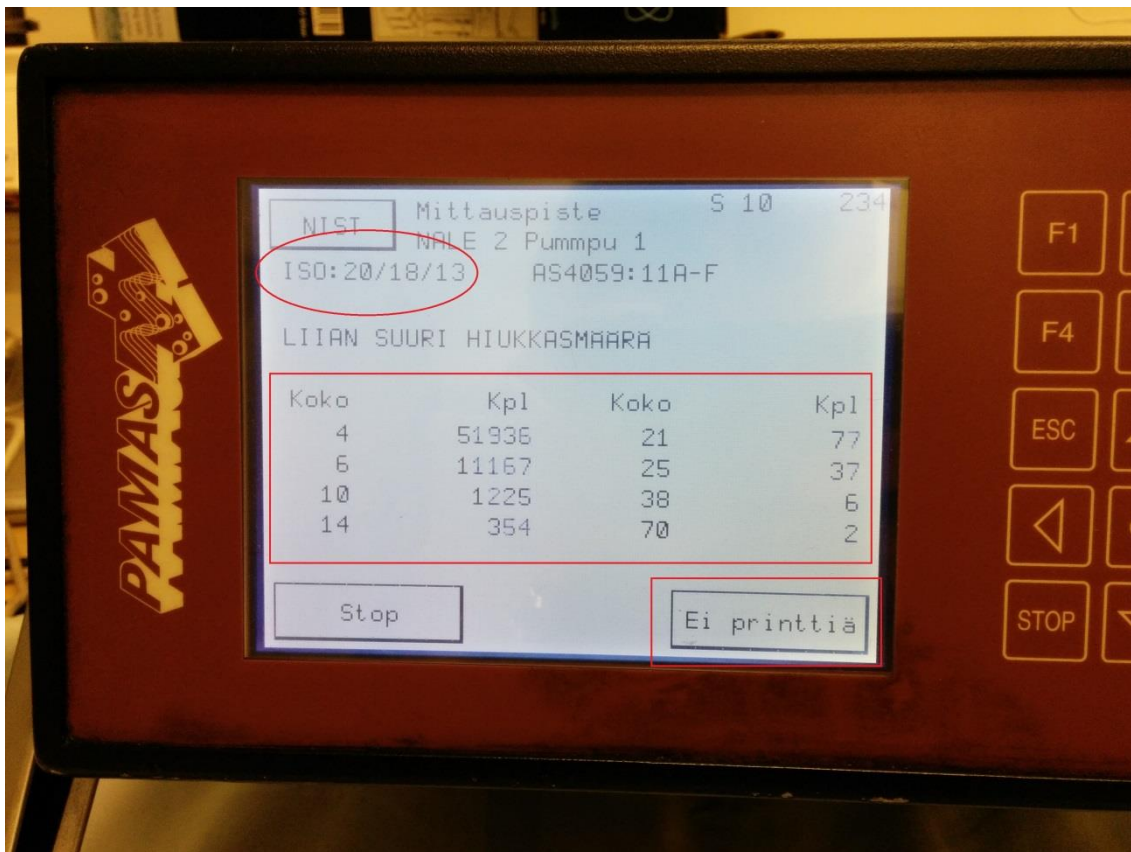
Näytön oikeassa yläkulmassa näkyy koko mittauskerran jäljellä oleva aika ja sen vieressä huuhtelun tai mittauksen jäljellä oleva aika. Jos ajan edessä on F-kirjain, huuhtelu on käynnissä ja jos ajan edessä on S-kirjain, mittaus on käynnissä. Mittauspisteen nimi on keskellä ylhäällä (kuva 56).



KUVA 56. Mittauksen eteneminen

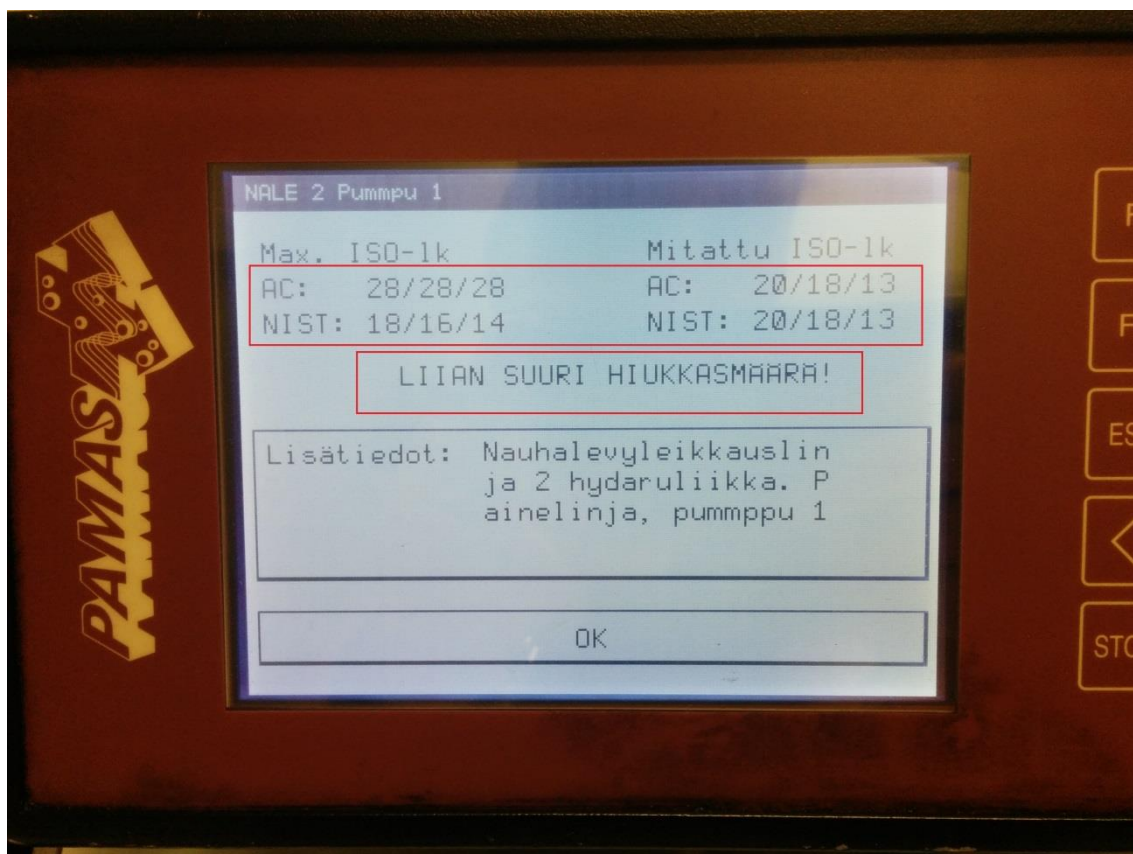


Kun laskin tekee mittausta, näytön yläkulmassa näkyy viitteellinen puhtausluokka. Hiukkasten kappalemäärät näkyvät kahdeksalla kokoalueella. Näytön oikeasta alakulmasta voidaan valita tulostaako laskin paperille mittaustulokset (kuva 57).



KUVA 57. S40-hiukkaslaskin mittauksen aikana

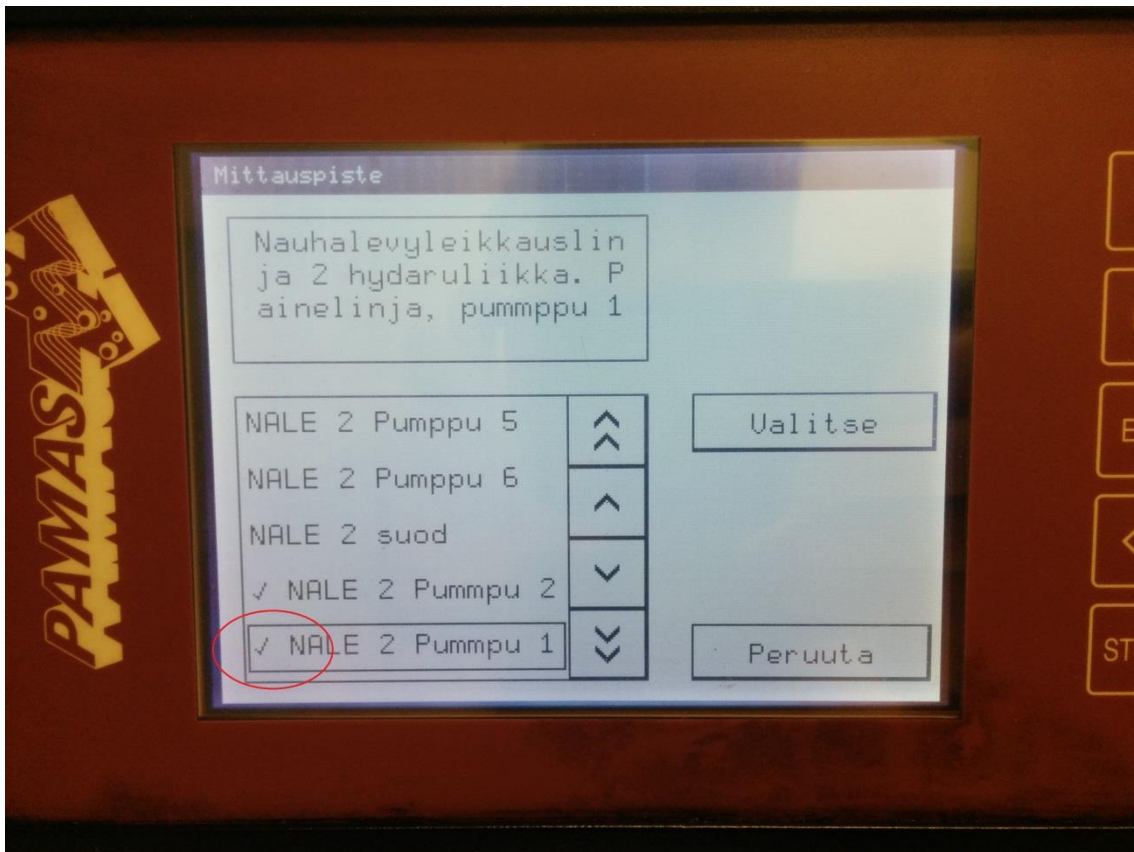
Kun mittaus on tehty, puhtausluokkien keskiarvo ja mittauspisteelle asetettu maksimipuhtausluokka näkyy näytöllä. Laskin ilmoittaa myös, jos puhtausluokkien keskiarvo ylittää mittauspisteelle asetetut maksimi puhtausluokat, tekstillä LIIAN SUURI HIUKKASMAÄRÄ! Mittaus kuitataan painamalla OK-painiketta. Lisätiedot-tekstikenttään voidaan kirjoittaa tarvittaessa tekstiä tässä ikkunassa. Kirjoitetut lisätiedot siirtyvät tuloksien mukana CMDM-ohjelmaan (kuva 58).



KUVA 58. Mittauksen tiedot S40-hiukkaslaskimessa



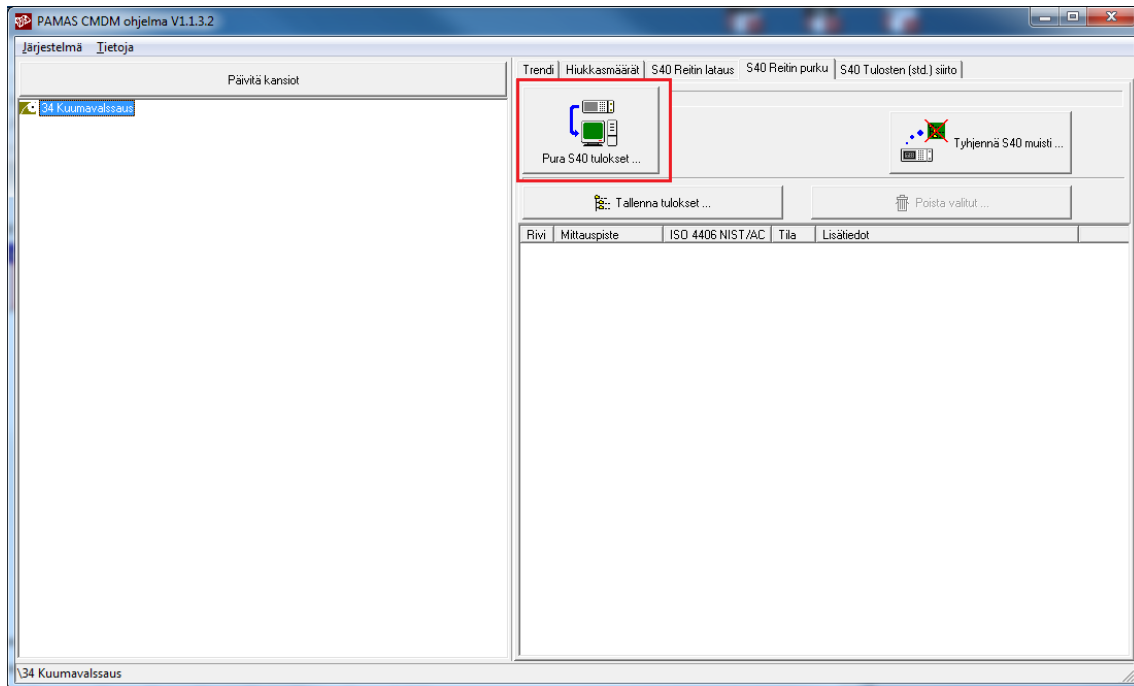
Mitatun mittauspisteen nimen eteen ilmestyy v-kirjain ja se siirtyy luettelon alimmaiseksi. Mittauspisteelle voidaan tehdä uusi mittaus, mutta hiukkalaskin korvaa aiemman mittauksen uudemmalla, eli mittauspisteelle voidaan tallentaa reitti-tilassa vain yhden mittauskerran tulokset. Varakansioiksi merkityt mittauspisteet säilyvät kokoajan listan ylimpänä (kuva 59).



KUVA 59. Tehty mittaus reittiluettelossa

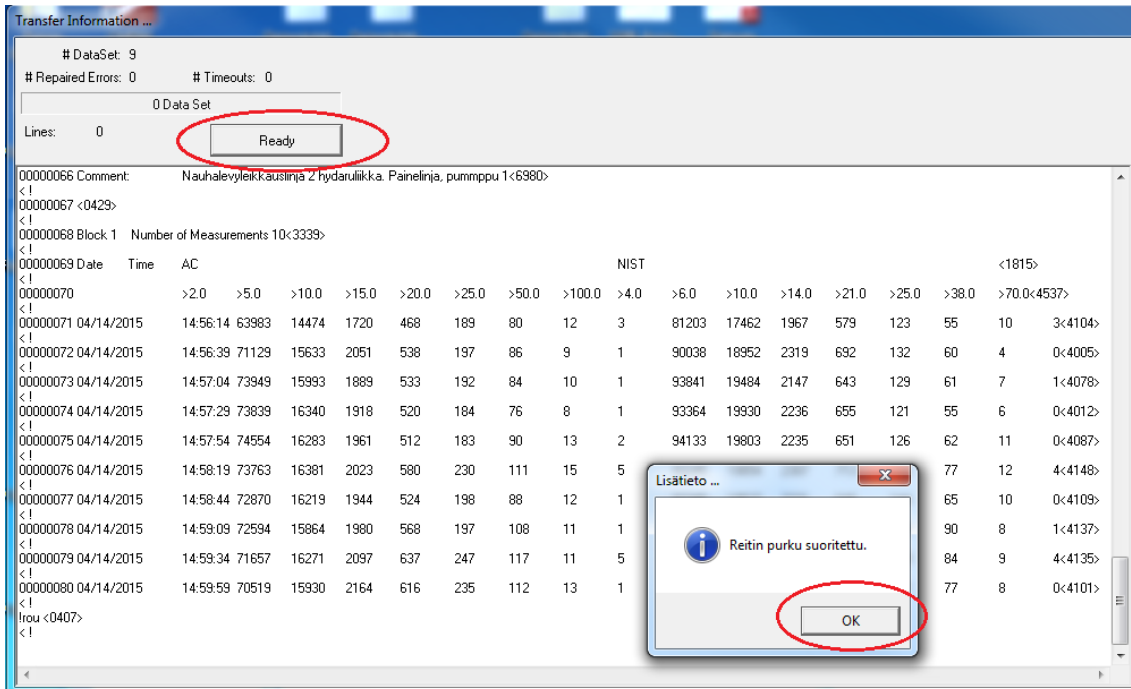
### 3.5 S40-hiukkaslaskimella mitatun reitin purku

CMDM-ohjelmalla tallennetaan, S40-hiukkaslaskimella mitatun, reitin tulokset S40 Reitin purku -välilehdellä. S40-hiukkaslaskin täytyy olla yhdistettynä tietokoneeseen tietojen siirron aikana. Tietojen siirto aloitetaan klikkaamalla Pura S40 tulokset... -painiketta (kuva 60).



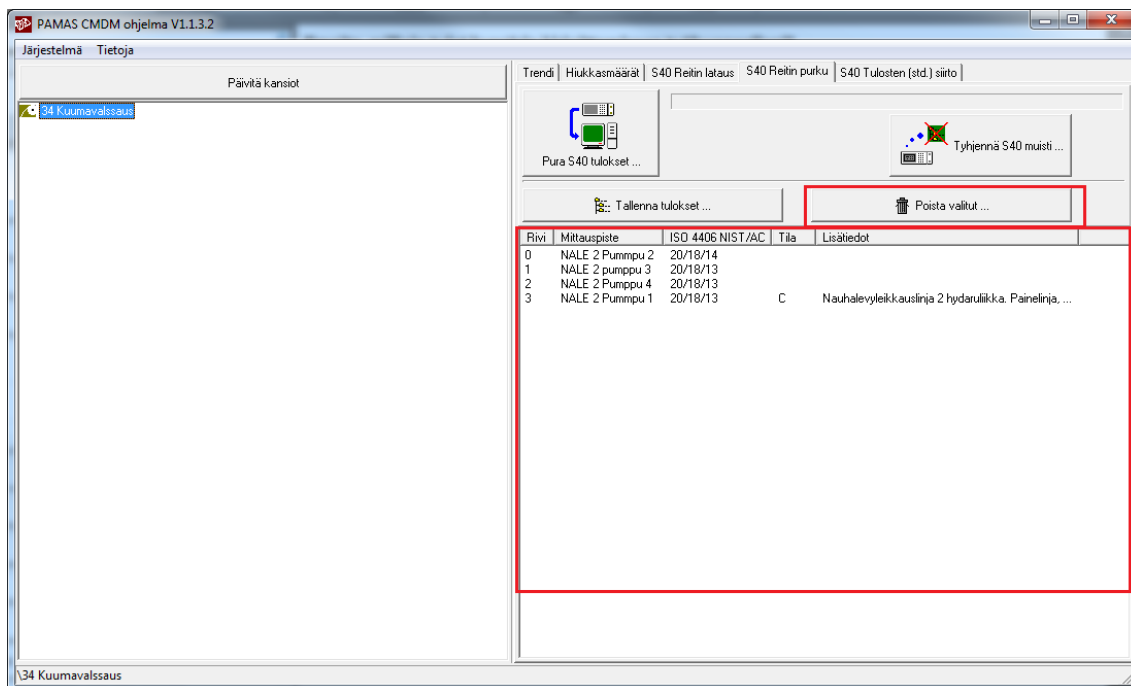
KUVA 60. Reitin purku CMDM-ohjelmassa

Ohjelmaan avautuu uusi ikkuna, jossa näkyy tietojen siirtyminen. Kun tiedot eivät juokse enää tulokset ovat siirtyneet. Tietojen siirto kuitataan OK- ja Ready-painikkeilla (kuva 61).



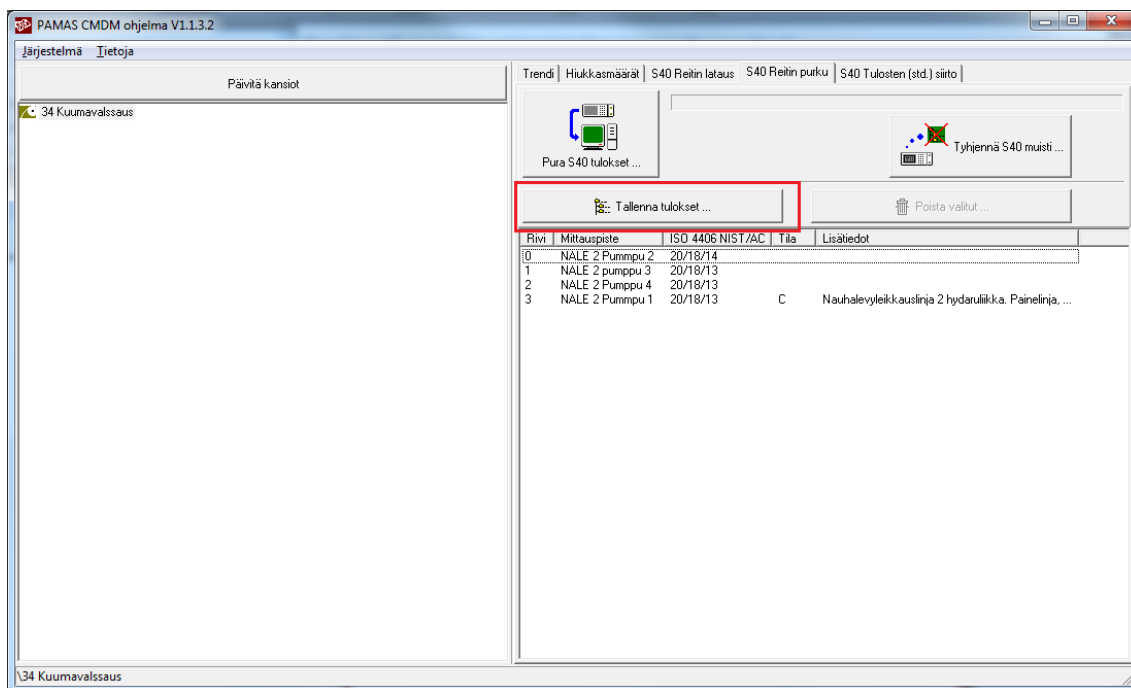
KUVA 61. Tulosten siirtyminen

Siirtyneet tulokset näkyvät CMDM-ohjelmassa S40 Reitin purku -välilehdellä. Esikatselussa näkyy mittauspisteen nimi, puhtausluokka (ISO 4406), tila ja lisätiedot. Tila-kohdassa oleva c-kirjain kertoo, että mitattu puhtausluokka ylittää mittauspisteelle asetetun maksimi puhtausluokan arvon. Jos esikatselussa on tarpeettomia rivejä, ne voidaan poistaa ennen tuloksien tallennusta. Rivi poistetaan klikkaamalla se aktiiviseksi ja klikkaamalla Poista valitut... -painiketta. Poisto hyväksytään klikkaamalla OK-painiketta (kuva 62).



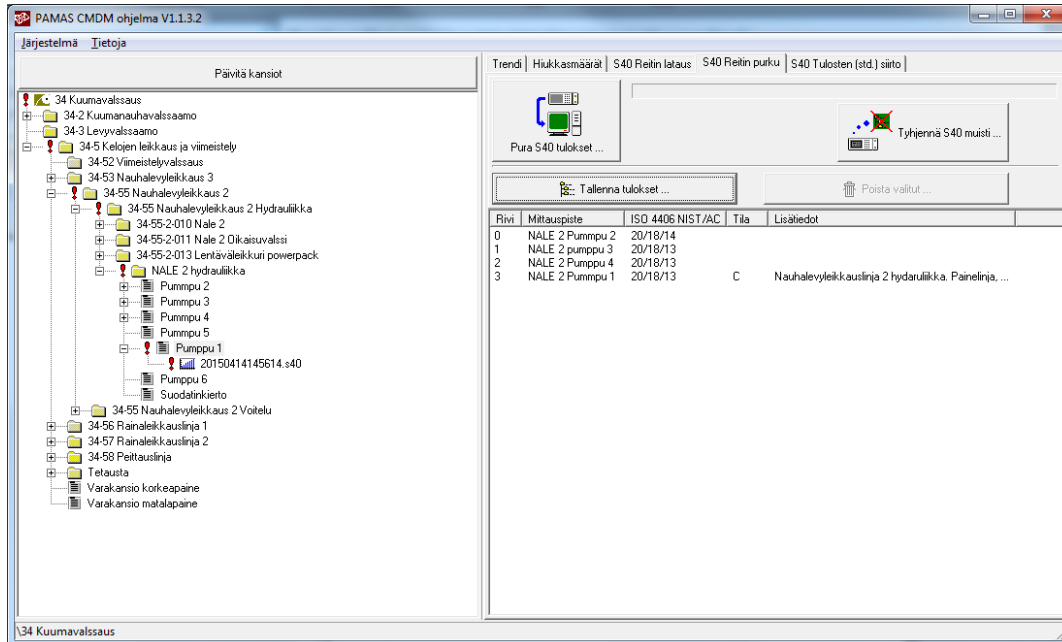
KUVA 62. Tulosten esikatselu

Tulokset tallennetaan mittauspistekansioihin klikkaamalla Tallenna tulokset... -painiketta. Ohjelma tallentaa mittaustulokset automaattisesti oikeisiin mittauspistekansioihin (kuva 63).



KUVA 63. Tulosten tallennus

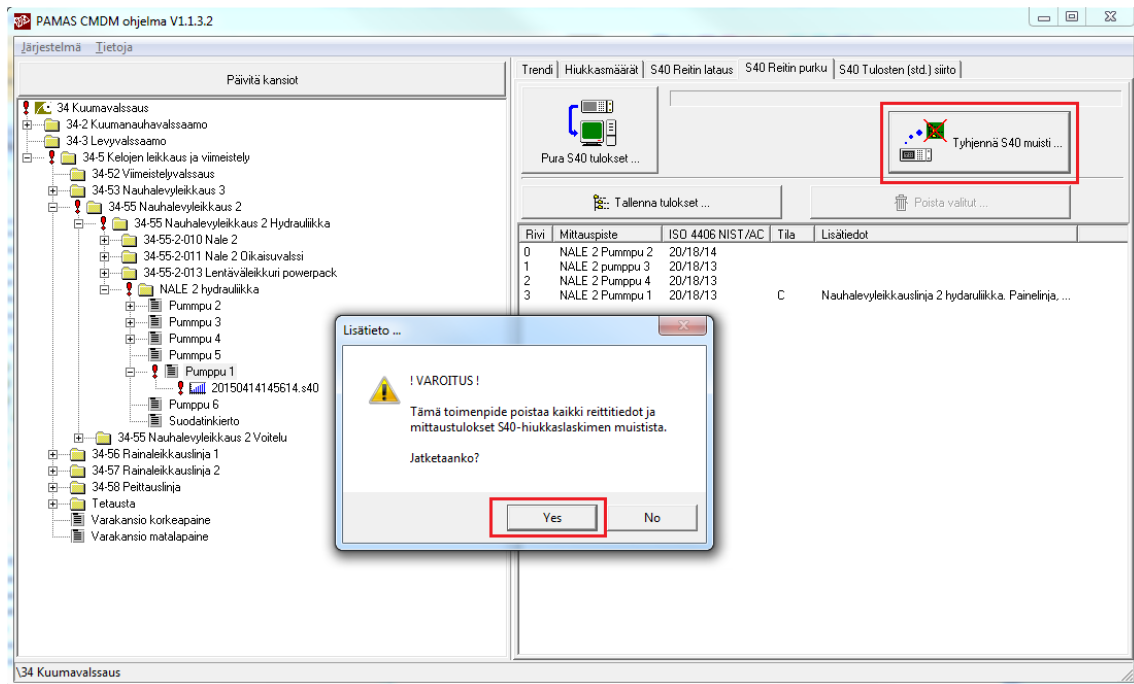
Jos mittaustuloksen mitattu puhtausluokka on korkeampi kuin mittauspisteelle asetettu maksimipuhtausluokka, tulee !-merkki kyseisen mittaustuloksen pääkansion, välikansioiden, mittauspistekansion ja mittaustulostiedoston eteen (kuva 64).



KUVA 64. Hälytys ylittyneestä maksimi puhtaustasosta

## S40-hiukkaslaskimen muistin poisto reitti-tilassa

Ennen kuin S40-hiukkaslaskimen muisti poistetaan, täytyy varmistua että mitatut tulokset on tallennettu CMDM-ohjelmaan. Kun S40-hiukkaslaskin on reitti-tilassa, sen muisti tyhjenetään S40 Reitin purku -välilehdellä. Tällöin S40-hiukkaslaskin täytyy olla yhdistettynä tietokoneeseen. Muisti poistetaan klikkaamalla Tyhjennä S40 muisti... -painiketta. Poisto hyväksytään klikkaamalla ilmestyneessä ikkunassa Yes-painiketta (kuva 65).



KUVA 65. S40-hiukkaslaskimen muistin poisto

Kun reitti-tilassa olevan S40-hiukkaslaskimen muisti tyhjenetään, se siirtyy normaali-tilaan.