

Petr Deviatkine

SUURJÄNNITESÄHKÖLAITTEIDEN KUNNOSSAPITO-OHJELMAN SIIRTÄMINEN LEAN-TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄÄN

Insinööriyö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Kone- ja tuotantotekniikka
Kevät 2014

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikka
Tekijä(t) Petr Deviatkine	
Työn nimi Suurjännitesähkölaitteiden kunnossapito-ohjelman siirtäminen Lean-toiminnanohjausjärjestelmään	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot Koneen suunnittelu Virtuaalituotanto Johtaminen	Toimeksiantaja Transtech Oy
Aika Kevät 2014	Sivumäärä ja liitteet 42 + 27
<p>Tämä opinnäytetyö on tehty Transtech Oy:lle. Työn aiheena oli suurjännitesähkölaitteiden kunnossapito-ohjelman siirtäminen Lean-toiminnanohjausjärjestelmään. Opinnäytetyö rajattiin Transtechin omaan sähkölaitteistoon, joka koostuu 110 kV:n sekä 20 kV:n suurjännitelaitteista, kuten muuntajista, erottimista, katkaisijoista ja suojarleistä. Työssä käytettiin Lean Systems 6.1-toiminnanohjausjärjestelmää sekä Sovelia-tiedonhallintaohjelmaa.</p> <p>Opinnäytetyön ensimmäisenä tavoitteena oli, että kunnossapitohenkilökunta pystyisi seuraamaan sekä tekemään määräaikaista huoltotöitä Leanissa olevan kunnossapito-ohjelman avulla. Toisena tavoitteena oli, että kaikki laitteisiin liittyvät dokumentit olisivat Leanissa huollettavien laitteiden yhteydessä.</p> <p>Työ eteni käytännössä hyvin, kaikkiin ongelmakohtiin saatiin ratkaisu testaamisen ja aiemman kokemuksen avulla. Ensimmäiseen tavoitteeseen ei päästy kokonaan. Nykyisin ainoastaan työnjohtaja seuraa Leanista tulevia huoltoja, ei koko kunnossapitohenkilökunta. Kaikki tarpeelliset dokumentit saatiin lisättyä mainittujen laitteiden yhteyteen Sovelian avulla.</p> <p>Työn tuloksena saatiin toimiva kunnossapito-ohjelma, joka on tällä hetkellä käytössä Transtechillä. Lisäksi työn ohessa tehtiin kunnossapito-ohjelman teko-ohjeet, jotka ovat liitteenä tässä opinnäytetyössä.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Sähkökunnossapito, Lean.
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Mechanical and Production Engineering
Author(s) Petr Deviatkine	
Title Transferring High Voltage Machinery Maintenance Program into Lean Production Management System	
Optional Professional Studies Mechanical Planning Virtual Production Production Leadership	Commissioned by Transtech Oy
Date Spring 2014	Total Number of Pages and Appendices 42 + 27
<p>This thesis was commissioned by Transtech Ltd. The subject of the thesis was transmitting the high voltage machinery maintenance program into the Lean production management system. The thesis was limited to Transtech Ltd's electricity hardware consisting of 110 kilovolts and 20 kilovolts high voltage machinery, such as transformers, disconnectors, circuit breakers, safeguard relays. Lean Systems 6.1 and Sovelia data management program were used in the thesis.</p> <p>The main goal of the thesis was to aid maintenance personnel to follow and complete temporary maintenance tasks by using the Lean maintenance program. The second goal was to ensure that all the documents of the machinery requiring maintenance are found in the Lean software.</p> <p>The work progressed well in practice and all the problems were solved through testing and previous experience. The main goal was not achieved completely. At present only the foreman supervises the upcoming Lean maintenance tasks, not the whole maintenance staff. By means of the Sovelia software all the necessary documents were added to the corresponding equipment.</p> <p>The outcome of the thesis was a functional maintenance program, which is currently in use at Transtech Ltd. In addition to a functional maintenance program, instructions for creating the program were made. The instructions are attached in the thesis.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	electric maintenance, Lean.
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 KUNNOSSAPITO	3
2.1 Mitä on kunnossapito	3
2.2 Yrityksen toiminta ja kunnossapito	4
2.3 Kunnossapidon lajit	4
2.3.1 Ehkäisevä kunnossapito	5
2.3.2 Korjaava kunnossapito	6
2.4 Vikaantuminen	6
2.5 Ennakoiva ja korjaava kunnossapitostrategia	8
3 SÄHKÖKUNNOSSAPITO	9
3.1 Henkilöiden määrittely	9
3.2 Sähköpätevyudet	11
3.3 Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito	12
3.4 Sähkölaitteistonluokitus	13
3.5 Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta yksittäiselle laitteelle	15
4 SÄHKÖLAITTEISTO JA SEN KUNNOSSAPITO TRANSTECH OY:N OTANMÄEN TEHTAALLA	18
4.1 110 kV ja 20 kV katkaisijat	20
4.1.1 Vähäöljykatkaisija	21
4.1.2 Kaasukatkaisija SF6	23
4.1.3 Tyhjiökatkaisija	23
4.2 110 kV/20 kV erottimet	24
4.3 110/20 kV muuntajat	26
4.4 Suojareleistys	27
5 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TEKEMINEN LEANIIN	29
5.1 Lean	29
5.2 Huolto-ohjelman luominen Lean-järjestelmään	30

5.3 Laitehierarkia	35
6 TYÖN SUORITTAMINEN	36
7 POHDINTA	38
8 YHTEENVETO	40
LÄHTEET	41
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Transtech Oy

Transtech Oy on Suomen ainut kiskokaluston valmistaja jo vuodesta 1985. Transtech on myös konepajatuotteiden sopimusvalmistaja sekä Kainuun parhaimpia työllistäjiä. Transtech keskittyy pääosin hitsattuihin rakenteisiin, pintakäsittelyyn sekä varusteluun. Transtechin miehistövahvuus 2013 vuoden lopussa oli yli 500 henkilöä ja kasvoi koko ajan. Transtechin tämänhetkiset suurimmat asiakkaat ovat Normet Oy, VR ja VRT (Venäjän rautatie) sekä tulevaisuudessa Helsingin kaupunki, minne Transtech alkaa valmistamaan lisää uusia Artic-matalalattiaraitiovaunuja.

Transtechin tehtaan alue koostuu kahdesta päärakennuksesta. Päätehtaalla tapahtuu junavaunujen, konepajatuotteiden sekä kaivostuotteiden valmistus. Toista rakennusta sanotaan ”konepajaksi”, missä tehdään kaivoskoneiden kokoonpanoa aliurakkana Normet Oy:lle. Muita tässä opinnäytetyössä mainittuja rakennuksia/alueita ovat kytkinasema, missä sijaitsee tehtaalle sähköä syöttävä laitteisto, sekä vanhan kaivoksen murskaamo, joka toimii tällä hetkellä varastona.

Tausta

Viranomaistarkastukset, joita Tukesin hyväksymät yritykset suorittavat, voivat vaatia näyttämään sähkölaitteiden huoltoon liittyviä asiakirjoja. Tämä tarkoittaa, että laitteisiin liittyvät huolto sekä muu dokumentaatio täytyy olla heti saatavilla tarkastajan vaatiessa. Tähän asti kaikki dokumentaatio on ollut käytönjohtajan vastuulla. Tehtaan johdolta on tullut idea siirtää nykyinen kunnossapitomenetelmä Lean-toiminnanohjausjärjestelmään.

Transtechillä on käytössä Lean-tuotannonohjausjärjestelmä, jonka kautta hoidetaan melkein kaikki tehtaan toiminnot työntekijöiden tuntien seuraamisesta laskutukseen sekä varaston ohjaukseen. Leanista löytyy myös kunnossapitosovellus, joten päätettiin että nykyinen sähköä syöttävien sähkölaitteiden kunnossapito-ohjelma siirretään Leaniin. Samalla siirretään kaikki huoltoon liittyvä dokumentaatio Leaniin luotavien laitteiden yhteyteen sekä suunnitellaan Leanin huolto-ohjelma siten, että tavallinen asentaja voi tarvittaessa seurata ja käyttää huolto-ohjelmaa. Transtechille Leaniin on aikaisemmin tehty kunnossapito-osioon opinnäytetyö, joka

käsitteli mittalaitteiden kunnossapitoa. Tätä aikaisempaa tietämystä on sovellettu tähän työhön Transtechin IT-insinöörin Osmo Syvävirran kanssa. Hän antoi alustavan koulutuksen Lean-kunnossapito-osioon, sekä hänen ohjeiden ja koulutuksen avulla luotiin ensimmäiset laitteet Leaniin.

Koska laitteistoon liittyvät dokumentit, kuten huoltojen aikataulut, huoltoasiakirjat, laitekortit, huolto-ohjeet ym., olivat hajaantuneet, jouduttiin aluksi etsimään sekä ottamaan selvää laitteisiin liittyviä asioita. Huoltoaikataulut olivat pääosin käytönjohtajan muistissa, ja osa löytyi laitteisiin liittyvistä huoltoraporteista. Laitteiden laitekortit sekä huoltoraportit oli tallennettu yrityksen sisäiselle verkkoasemalle. Koska sähkölaitteisto on pääosin 80-luvulta, kaikki huoltoon liittyvä ohjeistus löytyi pääosin kansioituna yrityksen arkistosta.

Opinnäytetyön tavoitteet sekä rajaus

Tavoitteeksi asetettiin, että Leaniin luodut sähkölaitteiden huoltotyöt olisivat automaattisesti näkyvissä määräajan välein sekä laitteiden vanhat huoltodokumentit olisivat helposti saatavissa. Toiseksi tavoitteeksi asetettiin, että kunnossapitohenkilökunta pystyisi seuraamaan tulevia töitä sekä tekemään töiden mukana tulevien ohjeiden mukaan huoltokierroksia, huoltotöitä, sekä seuraamaan, päivittämään ja kommentoimaan laitteiden huoltoon liittyviä asioita. Kolmantena tavoitteena oli luoda selkeät Lean-huoltoon liittyvät ohjeet kunnossapitohenkilökunnalle. Tämä opinnäytetyö on tehty Transtechin suurjännitesähkölaitteiden kunnossapitoon. Näihin laitteisiin kuuluvat: 110 kV päämuuntajat, 20 kV jakelumuuntajat, 110 kV sekä 20 kV erottimet ja katkaisijat sekä suojareleet.

2 KUNNOSSAPITO

2.1 Mitä on kunnossapito

Kunnossapito on laaja aihealue, josta löytyy valtavasti kirjallisuutta, käsitteitä, standardeja ja ohjeita. Kunnossapitoa voidaan soveltaa melkein mihin osa-alueeseen tahansa, mutta yleisesti kunnossapidon ensisijainen tehtävä on pitää koneet ja laitteet kunnossa. Kunnossapito toimii tärkeässä osassa tuotantotekijänä. Hyvän kunnossapidon avulla voidaan vaikuttaa tuotanto- ja toimintakustannuksiin. Kunnossapitoa on aina jossain määrin käytetty monissa asioissa tietoisesti ja tietämättä. [1, s. 25.]

Euroopan standardissa SFS-EN 13306 kunnossapito määritellään näin:

”Kunnossapito koostuu kaikista kohteen eliniän aikaisista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.” [2, s. 13.]

Tärkeimmät kunnossapidon tehtävät ovat:

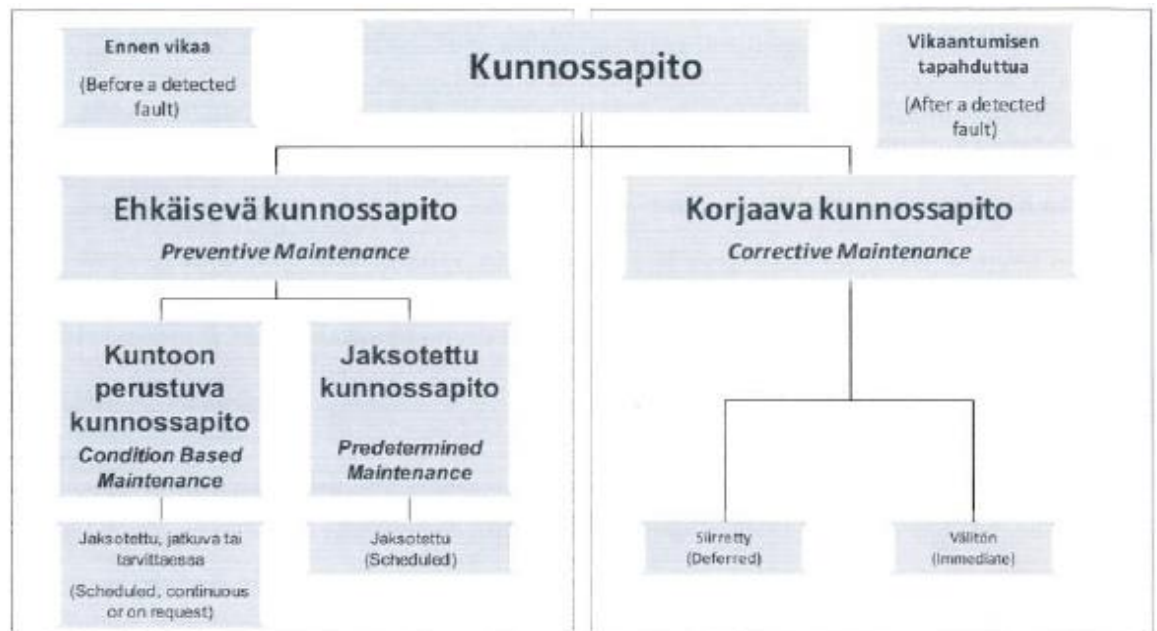
- Koneiden ja laitteiden kunnossapittäminen.
- Käyttöturvallisuuden ylläpitäminen.
- Laadun ylläpitäminen.
- Elinajan pidentäminen.
- Rikkoutuneiden koneiden ja laitteiden palauttaminen alkuperäiseen kuntoon.
- Kokonaiskustannuksien pienentäminen. [2, s. 13.]

2.2 Yrityksen toiminta ja kunnossapito

Kunnossapito kuuluu yrityksen suurimpiin kustannuskohteisiin. Kunnossapito on silti aika näkymätön ja vaikuttaa epäsuorasti kokonaiskustannuksiin. Hyvin toimivassa ja ohjatussa kunnossapitojärjestelmässä kustannukset voidaan saada kontrolliin. Yrityksen tehokkaan kunnossapidon ja tuotannonohjauksen ansiosta saavutetaan korkea käytettävyys, joka pienentää kunnossapitokustannuksia. Alhaiset kunnossapitokustannukset vaikuttavat valmistuskustannuksiin yhdessä korkean käyttöasteen kanssa. Kun on häiriötön tuotanto ja toimintavarmuus, varmuusvarastot ja väliarastot voidaan pitää pieninä. Näistä kaikista tekijöistä seuraa korkea pääoman kiertonopeus, korkeat tuotot ja kilpailukykyisyys. [2, s. 22.]

2.3 Kunnossapidon lajit

Kunnossapitolajit voidaan jakaa kahteen pääryhmään: ennen vikaa tehtävään ennakoivaan kunnossapitoon sekä vioittumisen jälkeen tapahtuvaan korjaavaan kunnossapitoon. Ne muodostavat yhdessä kokonaisuuden, joka voidaan jakaa taas pienempiin ryhmiin. Kuvassa 1 esitetään pää rakenne kunnossapitojärjestelmästä. [2, s. 47.]



Kuva 1. Kunnossapidon pää rakenne [2.]

2.3.1 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevä kunnossapito on säännöllisiin väliajoin tehtäviä kunnossapitotoimia, jotka pienentävät mahdollisuutta laitteen rikkoutumiselle sekä edesauttavat heikentyneitä toimintakykyä palautumaan normaalille tasolle. Ehkäisevää kunnossapittoa käytetään, kun laitteen virheetön toiminta on välttämätön tuotannolle tai tuotantolaitokselle, taikka laitteeseen tuleva vika voi aiheuttaa suuret rahalliset tappiot. [2, s. 52.]

Jaksotettu kunnossapito

Jaksotettu kunnossapito on ehkäisevää kunnossapittoa, jota tehdään käyttötuntien täytyttyä, tietyin määräajoin, kalenteriväleihin tai valmistusmäärien jälkeen. Esimerkiksi öljyn vaihtaminen on jaksotettua kunnossapittoa. Jaksotettu kunnossapito on yleensä valmistajan antamien ohjeiden mukaan tehtävää kunnossapittoa, jossa toimitaan valmistajan tai laitteen mukana tulevien ohjeiden mukaan. [2, s. 52.]

Kuntoon perustuva kunnossapito

Kuntoon perustuva kunnossapito kuuluu ehkäisevään kunnossapittoon, jossa seurataan koneen kuntoa erilaisilla menetelmillä, esimerkiksi laaduntuottotyökaluilla. Kunnossapittoa tehdään, kun laitteessa tai laitteen toiminnassa havaitaan poikkeama. Se voi olla esimerkiksi yleisen laaduntuoton heikkeneminen ja viallisten kappaleiden tuottaminen. [2, s. 52.]

Ennakoiva kunnossapito

Ennakoivassa kunnossapidossa seurataan kohteen suorituskykyä huonontavia tekijöitä erilaisilla menetelmillä ja puututaan niihin tarpeeksi ajoissa ennen kuin laite on vikaantunut. Esimerkiksi aikaisempi kokemus laitteen vikaantumisista voi edesauttaa tekemään hyvän ennakoivan kunnossapito-ohjelman. Valmistaja voi myös lisätä käyttöohjeisiin kunnossapito-osuuden ja monesti ne sisältävät ennakoivaa kunnossapittoa, jota käyttäjän tulisi noudattaa. [2, s. 52.]

2.3.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa laitetta korjataan vian sattuessa. Yleensä nämä laitteet eivät ole kovin tärkeitä tai ovat helposti vaihdettavissa vian sattuessa. Korjauksen tekemisessä ei välttämättä ole kiirettä. Pää tarkoituksena korjaavassa kunnossapidossa on palauttaa laitteen toimintakunto ennalleen. [2, s. 52.]

Välitön kunnossapito

Välittömässä kunnossapidossa samoin kuin korjaavassa kunnossapidossa vian sattuessa laite korjataan, mutta poiketen korjaavasta vika korjataan välittömästi tai mahdollisimman nopeasti. Näiden laitteiden vikaantuminen voi pysäyttää tuotannon tai koko yrityksen tehden tappioita. Vaikka laitteelle olisi tehty hyvät kunnossapito-ohjelmat, laite voi silti yllättäen rikkoutua. [2, s. 52.]

Siirretty kunnossapito

Siirretty kunnossapito on korjaavaa kunnossapitoa, joka suoritetaan vian ilmenemisen jälkeen. Viive voi johtua monesta tekijästä. Yleensä tilalla on varalaite, tai laitteen vikaantuminen ei haittaa tuotantoa. Korjattava laite voi olla pitkäänkin viallinen ja korjaus suoritetaan, kun on aikaa. [2, s. 52.]

2.4 Vikaantuminen

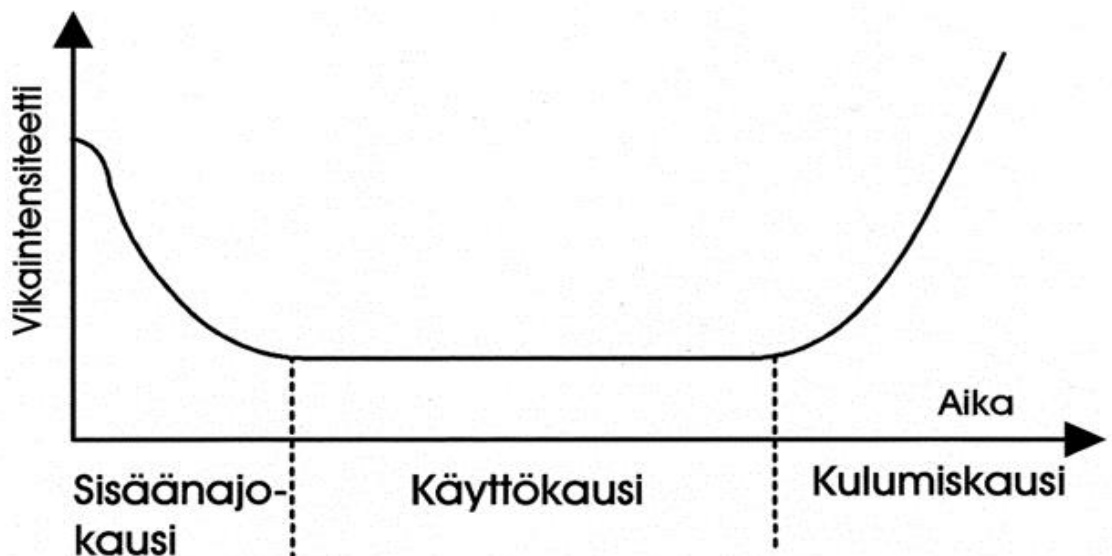
Kaikki laitteet on suunniteltu toimimaan alun perin moitteettomasti. Jos laitteessa ei ole suunnitteluvirhettä, tekovaiheessa sattunutta asennusvikaa, käytössä tapahtuvaa huolimattomuutta tai muuta vastaavaa, sekä laitetta käytetään valmistajan ohjeiden mukaan, oikein ja oikeissa olosuhteissa, laitteen elinikä tulee vastaamaan valmistajan lupaamaa elinikää tai jopa pitempää. [2, s. 53.]

Vioittumisen syytä on monenlaisia, mutta koskaan vika ei synny itseksensä. Vioittuminen voi olla pitkän tapahtumaketjun viimeinen lenkki, joka voi lähteä pelkästä virheellisestä käytöstä,

esimerkiksi asennusvaiheessa tulleesta kolhusta tai valmistuksessa tapahtuneesta virheestä. Jos vian syyn löytää tarpeeksi aikaisin, voidaan säästyä isoltakin vahingolta. [2, s. 53.]

Tämän päivän kunnossapidossa tärkeintä on vikojen syntymisen ymmärtäminen ja vikojen ennalta ehkäiseminen. Kun ymmärtää vioittumisprosessin, voidaan myös ennustaa laitteen vioittuminen ja sitä kautta estää se. Kunnossapidon tärkein tavoite on nykyisin vähentää kunnossapitotöiden määrää. Tehokas vikakorjaus on toisella sijalla. [2, s. 53.]

Laitteen vikaantumista voidaan kuvata yksinkertaisella aika/vikaintensiteetikäyrällä, jota sanotaan kylpyammekäyräksi. Kuvassa 2 näkyy laitteen elinikä ja vikaantumistodennäköisyys kylpyammekäyränä.

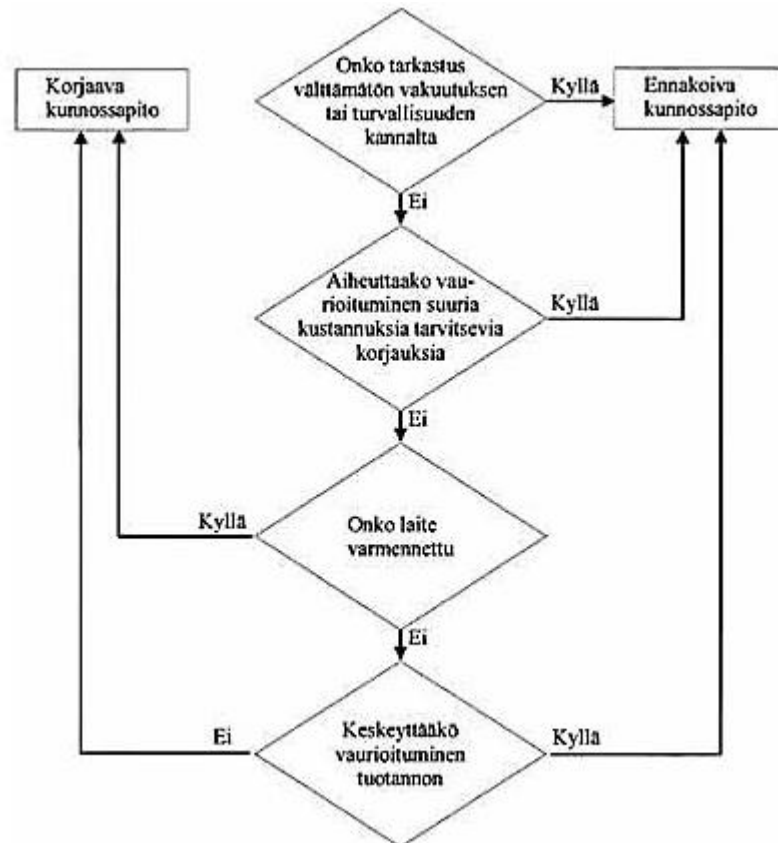


Kuva 2. Laitteen elinkaari [4.]

Alussa on sisäänajokausi, jonka aikana esiintyviä vikoja kutsutaan lapsentaudeiksi. Tällä kaudella vikaantumisintensiteetti voi olla yhtä korkealla kuin laitteen käyttöön lopussa. Kun kone on sisään ajettu, testaus on tehty ja koneen käyttöön ja kunnossapitoon on perehdytty, niin varsinainen käyttökausi voi alkaa. Jos koneelle ei tehdä huoltoa, alkaa vikaantumisintensiteetti kasvamaan. Tätä sanotaan kulumiskaudeksi, jossa vikaintensiteetti kasvaa niin pitkään kunnes kone huolletaan tai se menee epäkuntoon. [3.]

2.5 Ennakoiva ja korjaava kunnossapitostrategia

Kaikista edellä mainituista kunnossapitolajeista tärkeimmät ja käytetyimmät ovat korjaava ja ennakoiva (ennustava) kunnossapito. Kuvassa 3 on esitetty karkeasti valintakriteeri korjaavalle ja ennakoivalle kunnossapidolle. [4, s. 26.]



Kuva 3. Kunnossapitoperiaatteen valitseminen [4.]

Keskimäärin 5 % korjaavasta kunnossapidosta on pakollista ja väistämätöntä, johtuen ennalta arvaamattomista syistä johtuvista vioittumisista, kuten asennusvirheistä ja valmistusvirheistä. Laitteiden väärinkäyttö ja vahingoista johtuvat ongelmat voivat johtaa äkilliseen laitteen rikkoutumiseen. Tässä ennakoivalla kunnossapidolla ei ole mitään merkitystä. Kunnossapito-suunnitelmaa tehtäessä pitää olla tämä asia tiedossa. Tuotannollisesti tärkeimpien koneiden kohdalla tulisi varautua myös äkillisiin ja arvaamattomiin pysähdyksiin. [4, s. 26.]

3 SÄHKÖKUNNOSSAPITO

Kiinteistöjen sähkötarkastukset ovat osa hyvää sähkökunnossapitoa. Säännöllisten tarkastuksien avulla ehkäistään sähkötapaturmat sekä tulipalot. Tarkastuksissa varmistetaan, että rakennettu sähkölaitteisto on vaatimusten mukainen sekä turvallinen. Luokkien 2 ja 3 sähkölaitteistolle on laadittava kunnossapito-ohjelma sähköturvallisuuden ylläpitämäksi. [5.]

Sähkötöitä sekä sähkökunnossapitotöitä voivat tehdä riippuen työn vaativuudesta joko sähköturvallisuuteen opastetut maallikot, opastetut henkilöt, kuten sähköalaa opiskelevat henkilöt, tai sähköalan ammattihenkilöt. Ennen töiden aloittamista työn vaativuus on aina arvioitava. Arvioinnista vastaa joko sähkötöiden johtaja tai hänen valtuuttamansa henkilö, esimerkiksi työnjohtaja tai projektinjohtaja. [6, s. 8.]

3.1 Henkilöiden määrittely

Maallikko

Maallikoksi sanotaan henkilöä, jolla ei ole sähköalan koulutusta tai työkokemusta eikä häntä ole opastettu sähkötöihin. Tämä henkilö ei saa tehdä sähkötöitä ollenkaan. [6, s. 8.]

Opastettu henkilö

Opastettu henkilö on maallikko tai sähköalaa opiskeleva henkilö, joka on opastettu tai perehdytetty työ- ja sähkötyöturvallisuuden asioihin. Tämä henkilö, noudattaen riittävää huolellisuutta, voi tehdä seuraavia sähköalan töitä. [6, s. 8.]

- Maallikko voi tehdä: enintään 250 V nimellisjännitteisen asennusrasoiden peitekan-
sien irrotusta ja kiinnitystä. 1–vaiheisten (suojausluokat 0 ja 1) pistotulppien, liitosjoh-
tojen, jatkojohtojen ja sisustusvalaisimien asennus-, korjaus- ja huoltotöitä sekä näihin
rinnastettavia töitä.
- Nimellisjännitteeltään enintään 50 V AC tai 120 V DC (ELV = extra low voltage =
pienoisjännite) laitteistoihin kohdistuvaa sähkötöitä.

- Käyttötöitä sähkölaitteistossa, jonka jännitteiset osat on suojattu tahattomalta kosketamiselta (osittainen tai täydellinen kosketussuojaus).
- Omaan käyttöön rakennettujen sähkölaitteiden korjaamista, jos tämä liittyy sähköalan harrastetoimintaan. [6, s. 9.]

Ammattitaitoinen henkilö

Ammattitaitoisella henkilöllä on sähköalan koulutus sekä riittävää työkokemusta ja ammattitaitoa tarpeeksi laaja-alaisesti, että hän kykenee arvioimaan työhön liittyvät turvallisuusriskit, sekä suorittamaan työn itsenäisesti. Tämä henkilö kykenee tarpeen mukaan valvomaan maalikoiden sekä opastettujen henkilöiden tekemää työtä. [6, s. 8.]

Käytön johtaja

Sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käytönjohtaja aina nimellisjännitteeltään yli 1000 V suurjännitelaitteistoihin sekä pienjännitelaitteistolle (400–690 V), jonka teho ylittää 1600 kVA. Käytönjohtajalla tulee olla yksi seuraavista pätevyystodistuksista: suurjännitteelle sähköpätevyys 1 tai pienjännitteelle sähköpätevyys 2 tai vastaavat vanhat pätevyudet. Käytönjohtajan tulee olla sähkölaitteiston haltijan palveluksessa tai sellaisen kunnossapitoyrityksen palveluksessa, jolla on kunnossapitosopimus laitteiden haltijan kanssa. [6, s. 15.]

Käytönjohtajan on huolehdittava siitä, että laitteen käytössä ja huolloissa noudatetaan sähköturvallisuuslakia, sekä töitä tekevät henkilöt ovat tarpeeksi ammattitaitoisia ja opastettuja tehtäviinsä. [7.]

Sähkötöiden johtaja

Sähkötöiden johtaja vastaa yrityksen sähköturvallisuudesta. Sähkötöiden johtajalla tulee olla pätevyystodistus (SP1, SP2, SP3 tai vanhat A, B, C, D). Sähkötöiden johtajan työhön kuuluu työn ohjaaminen, työntekijöiden riittävän ammattitaidon varmistaminen, opastaminen, työmenetelmien tunteminen ja ulkoisista puutteista huolehtiminen. Hänen tulee tuntea töiden suo-

rittamisen liittyvät turvallisuusriskit. Lisäksi hänellä pitää olla käytännön kosketus kaikista valvomistaan töistä. Sähkötöiden johtajan täytyy pitää itsensä aina ajan tasalla kouluttautumalla esimerkiksi vuotuisilla sähköalan koulutuspäivillä. Sähkötöiden johtajan on myös hankittava itselleen sekä alaisilleen uusimpia sähköalan julkaisuja. [6, s. 13.]

3.2 Sähköpätevydet

Kauppa- ja teollisuusministeriö on määrännyt, että yrityksen tai itsenäiseksi sähkötöiden johtajaksi tai käytönjohtajaksi pyrkiessään henkilön tulee vähintään suorittaa soveltuva ammattitai korkeakoulututkinto, tulee olla määrätyn verran laaja-alaista työkokemusta alalta, suorittaa hyväksytysti sähköpätevyyskoe sekä hyväksytysti suorittaa sähköturvallisuustutkinto. Sähköpätevyksiä on neljä eri luokkaa. Jokaisen pätevyysluokan vaatimukset määrätään erikseen KTM-päätöksessä. [7.]

Sähköpätevyys 3

Sähköpätevyys 3 on alin sähköpätevyysluokka, joka antaa luvan toimia sähkötöiden johtajana sähkölaitteiden korjaustöissä, jotka ovat enintään 1000 V vaihto- tai enintään 1500 V tasajännitelaitteille. Sähköpätevyys 3:n saanti vaatii hyväksytysti suoritettua sähköpätevyys 3 kokeen, hyväksytysti suoritettua sähköturvallisuustutkinnon sekä riittävästi ammattitaitoa sähkö- ja käyttötöihin. [7.]

Sähköpätevyys 2

Sähköpätevyys 2 on kolmanneksi korkein sähköpätevyysluokka. Se oikeuttaa toimimaan itsenäisesti sähkötöiden johtajana sekä käytönjohtajana enintään 1000 V vaihtojännite- tai 1500 V tasajännitetöissä. Sähköpätevyys 2 vaatii hyväksytysti suoritettua sähköpätevyys 2 kokeen, soveltuvan sähköalan insinööri- tai teknikon tutkinnon sekä hyväksytysti suoritettua sähköturvallisuuskoulutuksen, jonka jälkeen vähintään kahden vuoden työkokemuksen sähköalan töissä, tai ammatillisen perustutkinnon, jonka jälkeen vähintään kolmen vuoden työkokemuksen sähköalan töissä. [7.]

Rajoitettu sähköpätevyys 1

Rajoitettu sähköpätevyys 1 on toiseksi korkein sähköpätevyysluokka. Se oikeuttaa toimimaan 1000 V vaihtojännite- ja 1500 V tasajännitesähkötöiden työnjohtajana sekä enintään 20 kV nimellisjännitteisten laitteistojen käytönjohtajana. Pätevyys voi saada henkilö joka on suorittanut hyväksytysti rajoitetun sähköpätevyys 1-kokeen. Hänellä on suoritettu sähköyliasentajan erikoisammattitutkinto. Lisäksi hänellä on oltava kuuden vuoden ajalta sähkötöiden johtamiseen työkokemusta, josta vähintään kaksi vuotta on yli 1000 V vaihtojännitteisiin tai yli 1500 V tasajännitteisiin perehdyttäviä. [7.]

Sähköpätevyys 1

Sähköpätevyys 1 oikeuttaa toimimaan sähkötöiden johtajana sekä käytönjohtajana kaikissa sähkötöissä, paitsi hissien rakennus-, peruseräparannus-, korjaus- ja huoltotöiden johtajana. Sähköpätevyys 1:sen vaaditaan hyväksytysti suoritettu sähköpätevyys 1-koe, hyväksytysti suoritettu sähköturvallisuustutkinto, soveltuva sähköalan korkeakoulututkinto sekä kahden vuoden laaja-alainen sähkötöiden johtamiseen perehdyttävä koulutus. [7.]

3.3 Sähkölaitteiston huolto- ja kunnossapito

Sähkölaitteiston haltijan on varmistuttava, että käytössä olevassa laitteistossa ei ole vikoja ja että tarpeellinen suojaus sähköiskuilta sekä tulipalolta on tehty. Sähkölaitteiston haltija vastaa sähkölaitteistosta sekä on velvollinen valvomaan laitteiston kuntoa tarpeeksi usein tehdyillä silmämääräisillä tarkastuksilla ja mittauksilla. Niitä sähkölaitteiston osia varten, jotka vaativat määräaikaista huoltoa, on käyttäjän tehtävä huolto- ja kunnossapito-ohjelma. [8, s. 1-2.]

Sähkölaitteiston haltijan on nimettävä käytönjohtaja aina nimellisjännitteeltään yli 1000 V suurjännitelaitteistoihin sekä pienjännitelaitteistolle, jonka teho ylittää 1600 kVA. [6, s. 14.]

Sähköturvallisuuslain (410/96) 5 § edellyttää, että sähkölaitteiston käytössä ei aiheudu omaisuuden, hengen tai terveyden vaaraa. Laitte ei saa myöskään aiheuttaa kohtuutonta häiriöitä eikä helposti häiriintyä. [8, s. 1-2.]

Sähköturvallisuuslain 21 § valtuuttaa kauppa- ja teollisuusministeriön määräämään tietyntyylisille sähkölaitteille määräaikaishuollot. Lisäksi hoito- ja kunnossapito-ohjelmat on laadittava sellaisille laitteille. Kunnossapito-ohjelma tulee laatia kohdekohtaisesti, ja se tulee olla helposti tulkittavissa. [8, s. 1-2.]

Tavoitteina on:

- Laitteen rikkoutumisen mahdollisuuden vähentäminen.
- Työiden jatkuvuuden varmentaminen ja työnseisauksien vähentäminen.
- Laitteen elinajan pidennys.
- Sähkökulutuksen seuranta.
- Työ- ja sähköturvallisuuden parantaminen. [8, s. 1-2.]

3.4 Sähkölaitteistonluokitus

Kauppa- ja teollisuusministeriön (410/96) sähköturvallisuuslain nojalla tehdyn päätöksen mukaan sähkölaitteisto voidaan jakaa kolmeen luokkaan. Kauppa- ja teollisuusministeriön päätöksessä myös määrätään, että luokan 2 ja 3 sähkölaitteistolle on luotava ennalta pitävä huolto-ohjelma. Muille laitteille se korvataan käyttö- ja huolto-ohjeilla. [9.]

Sähkölaitteille, jotka ovat luokan 1 sähkölaitteita, on tehtävä määräaikaistarkastus viidentoista vuoden välein. Sähkölaitteille, jotka ovat luokan 2 sähkölaitteita, määräaikaistarkastus on tehtävä kymmenen vuoden välein. Luokan 3 sähkölaitteille määräaikaishuollot on tehtävä viiden vuoden välein. [9.]

Määräaikaistarkastuksessa varmistetaan sähkölaitteiston kunto ja turvallisuus. Tarkastuksen jälkeen haltijalle luovutetaan tarkastuspöytäkirja. Tarkastuksessa varmistetaan, että:

- Sähkölaitteiston käyttäminen ja laitteistolle tehdyt huollot ja kunnossapito ohjelman mukaiset toimet sekä tarpeelliset dokumentit huolloista ovat helposti saatavilla.

- Käyttöön, hoitoon, kunnossapitoon tarvittavat materiaalit, ohjeet ja piirustukset ovat saatavissa.
- Sähkölaitteiston laajennus- sekä muutostöistä on olemassa asianmukaiset tarkastuspöytäkirjat.

Sähkölaitteistojen määräaikaistarkastuksia suorittavat siihen valtuutetut tarkastuslaitokset, esimerkiksi Elspecta Oy, Inspecta Tarkistus Oy, Polartest Oy. [5, s. 7.]

Luokan 1 sähkölaitteisto

Luokkaan 1 kuuluu semmoinen laitteisto, joka sijaitsee asuinrakennuksessa, jossa on enemmän kuin kaksi asuinhuonetta. Sekä muut kuin asuinrakennuksessa olevat sähkölaitteistot, joiden ylivirtasuojan nimellisvirta ylittää 35 A ja laitteisto ei kuulu luokkiin 1 ja 2. Lisäksi jos sähkölaitteisto sijaitsee räjähdysvaarallisessa tilassa tai tilassa, jossa kemikaalien käsittely valmistus ja varastointi vaatii ilmoitusta . [9.]

Luokan 2 sähkölaitteisto

Luokkaan 2 kuuluu semmoinen laitteisto, joka sijaitsee sairaalassa, terveysasemalla tai yksityisellä lääkäriasemalla, missä ei tehdä laaja-alaisia puudutustoimenpiteitä, jotka liittyvät kirurgisiin toimenpiteisiin. Luokkaan kuuluu myös laitteisto, jonka nimellisjännite tai laitteiston osat ylittävät 1000 V. Lisäksi jos laitteiston haltijan kiinteistölle rakennettujen liittymien ryhmien teho ylittää 1600 kVA. [9.]

Luokan 3 sähkölaitteisto

Luokkaan 3 kuuluu semmoinen laitteisto, joka sijaitsee sairaalassa, terveysasemalla tai yksityisellä lääkäriasemalla, missä tehdään laaja-alaisia puudutustoimenpiteitä, jotka liittyvät kirurgisiin toimenpiteisiin. Tai laitteisto, joka on räjähdysvaarallisessa tilassa ja vaatii lupaa räjähdysvaarallisten valmistamiseen, kemikaalien käyttöön, valmistukseen ja varastointiin. Lisäksi luokkaan kuuluu myös verkonhaltijan jakelu-, siirto- ja muu samantyyppinen sähköverkko. [9.]

3.5 Hoito- ja kunnossapito-ohjelman laadinta yksittäiselle laitteelle

Sähkölaitteen tai laitteiston kunnossapito-ohjelman laatimisessa voi aloittaa ensimerkiksi laajuuden määrittämisestä. Laajuus määräytyy käyttökohteen ja sen vaativuuden mukaan. Kohteet katsotaan tapauskohtaisesti, ja huolto-ohjelmat määritellään sen mukaan. [10, s. 2.]

Huolto-ohjelmaan tulee sisältää suoja ja turvalaitteet. On suositeltavaa lisätä kaikki laitteet, joiden ennakoiva kunnossapito parantaa turvallisuus, taloudellisuus- ja toiminnollisuusetuja on suositeltavaa. Laitteiston hoitajan tulee päivittää dokumentit, jos huollon yhteydessä tapahtuu muutoksia. Huolto-ohjelmaa laadittaessa on aina syytä kääntyä sähköalan ammattilaisen puolelle, jolla on riittävä asiantuntemus. Tämä henkilö voi olla esimerkiksi sähkösuunnittelija tai sähköurakoitsija. [10, s. 2.]

Huoltojaksojen määrittäminen perustuu rakennuksen käyttöön liittyviin seikkoihin, koska sähköjärjestelmiin kohdistuu usein erilaisia rasituksia. Käyttökohteesta riippuen nämä voivat olla tärinä, pöly tai lämpö. Tapauskohtainen vaativuustason valinta on suositeltavaa. Esimerkiksi laitteet voidaan luokitella kolmeen vaativuustasoon: vaativa, tavanomainen, kevyt. [10, s. 2.]

Erittäin vaativa (EV) sähköjärjestelmien osille, jotka:

- Ovat kovassa kulutuksessa.
- Ovat vaativassa ympäristössä.
- Vikatapauksissa aiheuttavat välitöntä vaaraa.
- Vikatapauksissa vaikeuttavat merkittävästi käyttöä.
- Vikatapauksissa tuottavat suuria taloudellisia tappioita. [10, s. 3.]

Tavanomainen taso (T) sähköjärjestelmien osille:

- Jotka eivät vioitu helposti normaalissa käytössä.
- Vioittuminen ei aiheuta välitöntä vaaraa.
- Vikatapauksissa eivät vaikuta merkittävästi käyttöön. [10, s. 3.]

Kevyt taso (K) sähköjärjestelmille:

- Laitteiden käyttö on erittäin vähäistä, kulutusta ei juurikaan ole, nämä laitteet eivät ole uhka vikatilanteessa.
- Eivät vikatilanteessa vaikuta muiden laitteen käyttöön. [10, s. 3.]

Huoltoja voi olla erilaisia riippuen laitteen koosta ja käyttötarkoituksesta. Huollon tyyppiä voi olla esimerkiksi silmämääräinen tarkastus, määräaikainen tarkastus, määräaikainen huolto, ulkopuolisen tarkastajan tekemä silmämääräinen katselmus, lakisääteinen huolto/tarkastus. Silmämääräisiä tarkastuksia voi suorittaa laitteen haltija, käytönjohtaja tai haltijan henkilöstö jos se on perehdytetty laitteeseen, työympäristöön ja laitteen kunnossapitoon. Merkittäviä huoltotoita ja tarkastuksia saa tehdä vain sähköalan ammattilainen. Lakisääteisiä tarkastuksia saavat tehdä vain siihen erikoistuneet ja valtuutetut henkilöt. [10, s. 3.]

Tehtävään opastetut ja perehtyneet henkilöt voivat tehdä mm. seuraavia toimenpiteitä:

- Sähkölaitteen kunnan tarkastelu, ulkoisen kunnan tarkastelu, lisäksi nämä henkilöt ovat velvollisia ilmoittaminen epäkohdista sähköalan ammattilaiselle.
- Käytössä olevan sähkölaitteiston tai laitteen siistiminen, puhdistaminen ja muuten siisteyden ylläpito.
- Sähkölaitteen tarkkailu ja epäkohtien ilmoittaminen sähköalan ammattilaiselle. Sähkölaitteen toiminnan tarkastelu sekä valvominen että laitetta käytetään oikein.
- Toiminnan kokeilut (paloilmoitus, varavoima, varavalaistus yms.) Esimerkiksi huoltoon liittyvät suojalaitteiden toimintakokeilut.
- Laitteen mekaanisten osien kunnan tarkkailu sekä suojakaappien, verkkojen ja esteiden kunnan tarkastelu.
- Muut ei-sähköalan työt. [10, s. 3.]

Sähköalan ammattilaiselle kuuluvat työt:

- Sähköisten osien vikahuolto sekä muut mittaus-, korjaus-, toiminnankokeilutyöt, joissa työskennellään vialla olevien sähkölaitteiden kanssa.
- Suurjännitetyöt, sähkötyöt, joissa laitteiston nimellisjännite ylittää 1000 V vaihtojännitteen sekä 1500V tasajännitelaitteiden kanssa.
- Silmämääräinen kunnan tarkastelu ja korjaus. [10, s. 3.]

Erityistä asiantuntemusta ja valtuutusta vaativat työt:

- Valmistajan määrittelemä erikoisasiantuntemusta vaativa työ tai huolto, kuten antennimastojen huoltotyöt.
- Hissihuollot ja tarkastustyöt
- Palojärjestelmien tarkistus- ja huoltotyöt.
- Tietojärjestelmien työt ja huollot [10, s. 3.]

4 SÄHKÖLAITTEISTO JA SEN KUNNOSSAPITO TRANSTECH OY:N OTAN- MÄEN TEHTAALLA

Tähän osioon on lueteltu tähän opinnäytetyöhön sisältyvä sähkölaitteisto, jolle on tehty kunnossapito-ohjelma. Laitteisto on rajattu suurjännitesähkönjakelupuolen. Suurjännitepuoli on jaettu kahteen ryhmään: 20 kV sekä 110 kV sähkönjakelulaitteisiin, kuten katkaisijoihin, erottimiin, muuntajiin sekä suojaraisiin.

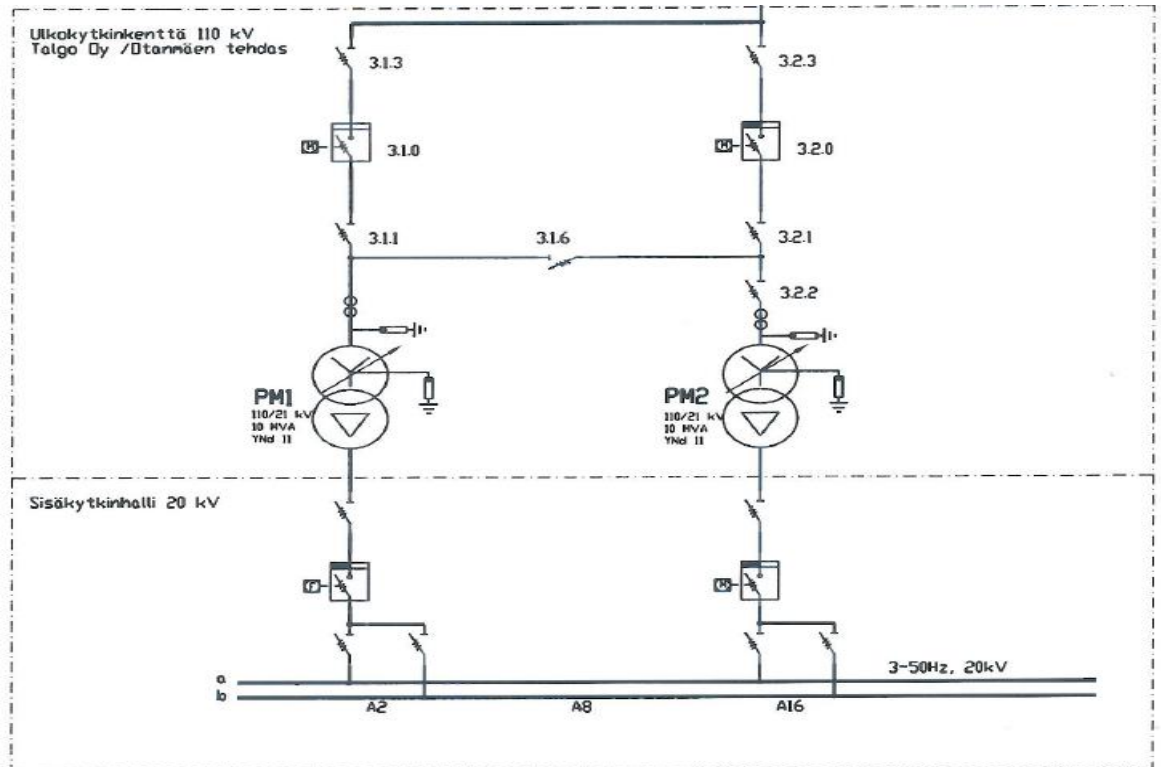
Suomen sähköverkko koostuu neljästä pääosasta, näihin kuuluu ns. kantaverkko, jonka käytetyt jännitteet Suomessa ovat 400, 245, 123 kV. Suurimman osan kantaverkosta omistaa Suomen valtio. Keski-jänniteverkko muodostuu kahdesta osasta, maaseudun verkosta ja kaupunkien maakaapeliverkoista, ja käytetyt jännitteet tässä ovat 52, 24, 12 kV. Pienoisjänniteverkko on yleinen verkko, jota käyttävät normaalit, joka päivän laitteet ja esineet, joiden jännitteenä toimii 230 V (380 V vaiheiden välinen jännite). [11, s. 30–31.]

Transtechin työhön kuuluva sähkönjakelulaitteisto on pääosassa luokkaan 2 kuuluvaa. Tämä on sähkölaitteistoa, joka ylittää 1000 V rajan sekä kiinteistön liittymäteho on yli 1600 kVA. Transtechin sähkönsyöttö tulee kantaverkosta omalle kytkinasemalle, joka sijaitsee tehtaan alueella. Syöttöjännitteenä toimii 110 kV. Kytkinasema koostuu kahdesta osasta. Ulkona on 110 kV kojeisto, kuten erottimet, katkaisijat, jännitemuuntajat ja päämuuntajat. Sisällä on 20 kV kojeisto, kuten erottimet, katkaisijat, suojarieleet ja omakäyttömuuntaja. Kytkinasemalta lähtee neljä eri kaapelia, joista kaksi menee tehtaalle nimellä syöttö 1 ja syöttö 2. Kolmas lähtö menee konepajalle ja neljäs vanhan kaivoksen murskaamolle. Tehtaalla, konepajalla sekä murskaamolla on omat muuntajat, joita sanotaan jakelumuuntajiksi. Ne muuntavat 20 kV jännitteen 400 V käyttöjännitteeksi. Kuvassa 4 näkyy Transtechin kytkinasema sekä kantaverkosta tulevat syöttökaapelit, jotka menevät katkaisulaitteiden läpi päämuuntajalle, joka on kuvaan nähden vasemmalla. [12.]



Kuva 4. Kytkinasema

Kuvassa 5 on Transtechin kytkinaseman 110 kV ja 20 kV pääkomponenttien kytkentäkaavio. 110 kV kantaverkko sijaitsee kuvan nähden ylhäällä. Kuvassa näkyvät kojeet: 110 kV erottimet (3.1.3, 3.2.3, 3.1.1, 3.2.1, 3.2.2, 3.1.6) sekä sisällä olevat 20 kV erottimet, jotka syöttävät jännitettä kiskostoon A ja B, mistä jännite jaetaan eri lähtöihin. 20 kV erottimia ei ole merkitty erikseen omalla numerolla kuvan. Lisäksi kuvassa on 110 kV katkaisijat (3.1.0 ja 3.2.0) sekä 20 kV katkaisijat, jotka ei ole merkitty omalla numerolla kuvan.



Kuva 5. Transtechin kytkinasema

Normaalikäytössä kytkentä on seuraavanlainen. Kantaverkosta tuleva 110 kV jännite kulkee ensin erottimen 3.1.3 läpi, sen jälkeen menee katkaisijalle 3.1.0, siitä erottimelle 3.1.1, erotin 3.1.6 on normaalikäytössä auki. Päämuuntaja PM1 saa 110 kV jännitteen. Päämuuntajan toisipuolelta muunnettu 20 kV jännite menee kytkinaseman kiskostoon, jossa se jaetaan kobjien kesken. PM2 muuntaja on varalla. [12.]

4.1 110 kV ja 20 kV katkaisijat

Isoilla jännitteillä toimivien katkaisijoiden tehtävänä on pystyä kytkemään sekä katkaisemaan kuormitettu virtapiiri. Erityisen rakenteen vuoksi katkaisija pystyy kytkemään sekä katkaisemaan suuria virtoja, kuten oikosulkuvirtoja, vahingoittamatta katkaisijaa. Katkaisija toimii suojalaitteena ylivirran tai maasulun tultua, suojatoiminto tapahtuu automaattisesti suojareleen avulla, joka valvoo vikatapauksia. Katkaisijoiden päällekytkentä voi tapahtua joko manuaalisesti tai automaattisesti jälleenkytkentäreleiden käynnistämänä. [11, s. 245–246.]

Katkaisijatyyppejä on monenlaisia. Ne ovat kehittyneet vuosien varrella ilma- ja öljykatkaisijoista kaas- ja tyhjiökatkaisijoihin, jotka kovasti yleistyivät 1970–80 luvun aikana, ja nämä

kaikki katkaisijat ovat käytetyimmät katkaisijatyypit keskijänniteverkossa. SF6-kaasukatkaisija on syrjäyttänyt lähes kaikki muut katkaisijat yli 110 kV suurjänniteverkossa. [11, s. 250.]

Transtechillä käytetään pääasiassa vähäöljykatkaisijoita, joista yksi on 110 kV katkaisija ja loput 20 kV katkaisijoita, joista osa on kytkinasemalla ja osa päätehtaalla. Lisäksi yksi SF6 110 kV kaasukatkaisija sekä yksi 20 kV tyhjiökatkaisija, joka on uusin katkaisija talossa. [12.]

Katkaisijoille tekee katkaisijahuollon ulkopuolinen yritys kuten ABB. Katkaisijahuoltoon kuuluu mm. katkaisijoiden toiminnan tarkastus, säätömittojen tarkastus, puhdistus ja voitelu. Katkaisijahuolto tehdään joka kolmas vuosi. Laitteen haltijalle ABB toimittaa katkaisijahuoltoreportit. [12.]

4.1.1 Vähäöljykatkaisija

Tavallisen öljykatkaisijan toimintaperiaate perustuu mineraaliöljyn valokaaren sammutukseen. Öljysäiliö on suunniteltu kestämaan suuria paineita. Valokaaren aiheuttama öljyn höyrystyminen synnyttää painetta ja öljyn virtausta, joka sammuttaa valokaaren. Vähäöljykatkaisijoissa nimensä mukaan on käytetty vähemmän öljyä ja verraten tavalliseen öljykatkaisijaan jäljelle on jäänyt pelkästään valokaaren sammutuskammio. Vähäöljykatkaisijassa paine saattaa nousta jopa 10 MPa. Suurin osa Transtechin katkaisijoista on vähäöljykatkaisijoita. Kuvassa 6 näkyy 110 kV vähäöljykatkaisija. Kuvassa 7 näkyy 20 kV vähäöljykatkaisija [11, s. 252–255.] [12.]



Kuva 6. 110 kV vähäöljykatkaisija



Kuva 7. 20 kV vähäöljykatkaisija

4.1.2 Kaasukatkaisija SF6

SF6-kaasukatkaisijan etuina toimivat suuri valokaaren sietokyky, katkaisukyky, toimintavarmuus sekä vähäinen huollon tarve. Katkaisija on taloudellisin vaihtoehto 123–765 kV alueella. Haittoina ovat myrkyllisen kaasun muodostuminen valokaaren yhteydessä sekä kosteuden kanssa korroosiota aiheuttavat yhdisteet [11, s. 259–260.] Transtechillä on yksi 110 kV SF6-kaasukatkaisija, joka näkyy kuvassa 8.



Kuva 8. 110 kV SF6-kaasukatkaisija

4.1.3 Tyhjiökatkaisija

Tyhjiökatkaisijan toiminta perustuu nimensä mukaan tyhjiöön. Kun suuria virtoja katkaistaan tyhjiökatkaisijassa, valokaari palaa kosketinpinnoilla höyrystyneeseen metallipilveen, kun

muuta ionisoitua kaasua ei ole. Katkaisija on huoltovapaa, ja ainoa toimenpide on ohjaimen voitelu, joka on hyvä tehdä kohteesta ja valmistajan ohjeista riippuen, mutta yleisesti noin kymmenen vuoden välein. Tyhjiökatkaisijat ovat yleisesti käytetyt keskijännitteelle, jossa katkaisuja tehdään tiheämmin. [11, s. 260–262.]

4.2 110 kV/20 kV erottimet

Erottimen tärkein tehtävä on erottaa käyttökohde sähköverkosta tarpeeksi suurella silmällä näkyvällä ilmavälillä. Ilmavälillä saadaan aikaan turvallinen työskentely-ympäristö esimerkiksi kunnossapidon yhteydessä. Erottimen avausvälin on oltava erittäin luotettava sekä ulkoisesti että mekaanisesti. Erottimelta ei vaadita kuormitettujen piirien avaamiskykyä, eikä niitä ole suunniteltu sitä varten. Erottimella voidaan kuitenkin katkaista kuormittamaton mutta jännitteinen lyhyt kiskosto, johto, sekä katkaista tyhjäkäyntivirralla oleva muuntaja. [11, s. 263.]

Transtechillä on kuusi 110 kV erotinta sekä yli kolmekymmentä 20 kV erotinta. Suurin osa erottimista sijaitsee kytkinasemalla. Loput ovat murskaamolla, sekä konepajan puistomuuntamossa. [12.]

Kytkinasemalla oleville erottimille tehdään päämuuntajahuollon yhteydessä tarpeelliset huollot kuten rasvaus tai tarpeen vaatiessa osien vaihto. Muut huollot suoritetaan sopivissa väleissä muiden laitteiden huoltojen yhteydessä. Tämä huoltotoimenpide kuitenkin riippuu täysin tilanteesta. Koska Transtechillä erottimia käytetään todella harvoin, sen takia erottimia ei ole myöskään tarpeellista huoltaa niin usein kuin valmistajan ohjeissa neuvotaan. Erottimille ei ole tehty yksilöllistä huolto-ohjelmaa. Kuvassa 9 ja kuvassa 10 on esitetty 110 kV sekä 20 kV auki asennossa olevat erottimet, jotka ovat Transtechin kytkinasemalla. [12.]



Kuva 9. 110 kV erottimet



Kuva 10. 20 kV erottimet

4.3 110/20 kV muuntajat

Transtechillä on kaksi isoa 110/20 kV päämuuntajaa, PM1 ja PM2. Muuntajien tehtävä on muuntaa valtakunnan verkosta tuleva 110 kV jännite pienemmäksi 20 kV jännitteeksi. Muuntajissa on käämikytkin, joka on huollettava säännöllisesti. Käämikytkimen tehtävä on säätää jännitettä asetusarvoon mitatun arvon avulla. Käämikytkin voi toimia automaattisesti tai manuaalisesti riippuen tilanteesta. Kuvassa 11 on Transtechin päämuuntaja 1, joka on tällä hetkellä käytössä. [12.]



Kuva 11. Päämuuntaja 1

Päämuuntajille tehdään viiden vuoden välein käämikytkinhuolto, jonka suorittaa ulkopuolinen yritys, esimerkiksi ABB. Päämuuntaja 1:n käämikytkinhuollon yhteydessä päämuuntaja 2 toimii jännitesyöttönä tehtaalle; sähkötkä eivät katkea tehtaalla missään vaiheessa. Huollon yhteydessä kytkinkentälle sekä sisälle muuntamoon tehdään muut huollot tarpeen mukaan, kuten erottimien ja katkaisijoiden huollot. Muuntajille tehdään myös vuosittaisia silmämääräisiä tarkastuksia, joissa laitteen kuntoa tarkastellaan silmämääräisesti, jos jotain puutteita tai huomioita havaitaan, korjaustoimenpide on välitön. [12.]

Kuvassa 12 on Transtechin jakelumuuntaja T09. Kuvaan nähden vasemmalla on kolme 20 kV syöttävää kaapelia, toisella puolella on kolme 400 V lähtöä sekä nolla.



Kuva 12. 20 kV jakelumuuntaja

Jakelumuuntajille tehdään vuosittainen silmämääräinen tarkastus, sekä kymmen vuoden välein muuntaja öljy analyysi.

4.4 Suojareleistys

Suojareleet toimivat suurjännite- ja keskijänniteverkon suojalaitteina. Releen tehtävä on ohjata vikatilanteessa katkaisija auki. Suojareleen voi kytkeä katkaisijaan joko suoraan tai epäsuorasti. Suoraan kytkettäessä releen mittapäät kytketään esimerkiksi katkaisijanapoihin. Navoista rele saa tarvittavan ohjaustiedon vikatilanteen sattuessa. Epäsuorasti kytkettynä rele saa tiedon erilisilta mittamuuntajilta, jotka muuttavat suuren virran pieneen mitattavaan muotoon. Suhde

voi esimerkiksi olla 100/5 A. Releeseen voidaan myös säätää toiminta-aikoja halutessaan pienemmiksi tai suuremmiksi. Tärkeimmät suojarieleet ovat ylivirtareleet, ali- ja ylijännitereleet, taajuusreleet sekä tehoreleet. Transtechillä releitä on yli 50 kpl. Kuvassa 13 on 20 kV suojarieleen etupaneeli. [11.]



Kuva 13. Suojarele

Suojareille tehdään kolmen vuoden välein relekoestus jossa releen toiminta tarkastetaan erillisessä koestuslaitteessa Sen suorittaa ulkopuolinen yritys, kuten ABB. [12.]

5 KUNNOSSAPITO-OHJELMAN TEKEMINEN LEANIIN

5.1 Lean

Lean System on Tieto Oy-yrityksen tekemä (CRM/ERP) yritysten toiminnanohjausjärjestelmä, joka perustuu Lean ajatteluun. Pää tavoitteena on nykyaikaiseen tuotannon yhdistäminen Lean-ajatteluun sekä ketteryysajatteluun. Lean-ohjauksen tavoitteita ovat turhan poistaminen, toistuvuuden hyväksikäyttö sekä keskittyminen olennaiseen. Ketterällä tuotannolla pyritään joustavaan ohjaukseen markkinoiden muuttuessa. Kun nämä tavat yhdistetään, saavutetaan toimintatapa, jossa rutiinit reagoivat luontevasti markkinoiden muutoksiin. [13.]

Kuvassa 14 nähdään Lean Systems-sovelluksen päätoiminnot, joita hyödynnetään projektien läpi vetämisessä. Kuvan periaate on toteutettu yritykseltä asiakkaalle-ajatusmallia käyttämällä. Lean Systems kattaa kuvassa näkyviä osa-alueita. [13.]



Kuva 14. Lean Systems-sovellukset [14.]

Transtechillä Leania käytetään kattavasti koko alueelta alkaen työntekijöiden tuntien kirjaamisesta varastoon ohjaamiseen, tuotantotilauksien hoitamiseen, työkortteihin, laskutukseen, kunnossapitoon, yms.. Transtechillä on tällä hetkellä käytössä Lean Systems-tuotannonohjausjärjestelmän versio 6.1.

Kunnossapito-osio on pääosin käytössä kunnossapidon kalibroinnilla. Kalibrointi käyttää kunnossapitosovellusta mittavälineiden määräaikaishuolloissa. Kunnossapitosovellusta käytetään myös tehtaan sisäisien vikailmoitusten lähettämiseen. Asentaja voi lähettää vikailmoituksen suoraan kunnossapidon henkilökunnalle. Kunnossapitohenkilökunta pystyy seuraamaan reaaliaikaisesti kaikkia tulevia vikailmoituksia. Vikailmoituksen lähettäjä voi vapaasti kommentoida vikaa, yleensä kertomalla vian kohde, mikä on vikana sekä kohteen sijainti näiden tietojen avulla asentaja pystyy useimmiten tekemään oikeaan kohteeseen tarpeelliset huollot.

5.2 Huolto-ohjelman luominen Lean-järjestelmään

Tässä osiossa perehdytään yleisesti Leaniin luotavaan huolto-ohjelmaan, joka vastaa Transtechin käyttötarpeita. Lisäksi perehdytään huoltotöiden seuraamiseen ja valmiiksi kuittamiseen ja laitehierarkiaan. Tarkemmat työohjeet ovat liitetiedostona opinnäytetyön yhteydessä, katso liite 1.

Huolto-ohjelma luodaan Lean-portaaliin kunnossapito-osioon. Kunnossapito-osio on monista pienistä sovelluksista koostuva kokonaisuus. Yhden laitekohtaisen huollon luomisessa on viisi vaihetta, joissa käytetään kunnossapito-osion neljää sovellusta. Ensimmäinen vaihe alkaa luomalla halutusta laitteesta nimike. Toinen vaihe on huoltonimikkeen, sekä huoltonimikkeen vaihemallin luominen. Kolmas vaihe on sarjanumeron luominen nimikkeen yhteyteen. Neljännessä vaiheessa laitteelle luodaan nimikkeen ja sarjanumeron avulla laitekortti. Viimeinen vaihe on itse laitekohtaisen huollon luominen. Lisäksi huollon yhteyteen voidaan liittää tarpeelliset dokumentit.

Nimikkeen perustaminen

Nimikkeen perustaminen on ensimmäinen vaihe laitteen huollon luomisen yhteydessä. Ennen kuin halutulle laitteelle voidaan tehdä laitekortti ja huolto-ohjelma, täytyy ensin luoda nimike.

Nimike voi olla esimerkiksi varaosa, kone, laite tai materiaali. Opinnäytetyön laitteista nimikkeeksi luotiin suoraan huollettavat laitteet.

Nimikkeen luomisen yhteydessä ensimmäinen tehtävä on miettiä nimiketunnus laitteelle, jonka avulla laite on tunnistettavissa helposti. Hyvän nimiketunnuksen avulla voidaan hakea helposti haluttu laite Leanista. Nimiketunnus voi olla mikä tahansa muutamasta kirjaimesta tai numerosta koostuva kokonaisuus, mutta yleensä lyhenne laitteen oikeasta nimestä, esimerkiksi päämuuntajille annettiin nimiketunnukseksi PM1 ja PM2. Nimiketunnusta ei voida muuttaa jälkikäteen ja se on pysyvä. Kuvassa 15 on esimerkkinä nimikekortti päämuuntajasta.

The screenshot shows a software window titled 'Lomake' with a menu bar (Lomake, Työkalut, Näytä, Ikkuna, Ohje) and a toolbar (Uusi, Tallenna, Poista, Pyyhi, Hinnat). The main area is divided into several sections:

- Nimike:**
 - Nim. tunnus: PM1
 - Lyhyt nimi: PÄÄMUUNTAJA1
 - Tyyppi: Koneet ja laitteet
 - Tila: Aktiivinen
 - Tuoteryhmä: 6000
 - Nimi 1: Päämuuntaja 1
 - Nimi 2: (empty)
 - Vastuuhenkilö: JSEPPÄNEI
 - Vastuualue: OM
 - Kust.pka: (empty)
 - Luokittelukoodi: 189
 - Tekn.ryhmä: Koneet, valmis tuote
 - Laitteikortti: (empty)
 - Myynti:
 - Osto:
 - Tuotanto:
 - Varasto:
 - Alihankinta:
 - Työ:
- Ohjaustiedot:**
 - Ohjaustapa: Varausohjattu
 - Käsittelytapa: Varastoon, ei tark.
 - Täyd.menet.: (empty)
 - RR-koodi: (empty)
 - Jäljitys: (empty)
 - Jälj. tunnussarja: (empty)
 - Ohjaustiedot: ABC-luokka
 - Käsittelytiedot: Tasonro: 1
 - Suunn.ryhmä: (empty)
 - Lisävaruste: (empty)
 - Voim.olo: (empty)
- Rakenne:**
 - Rak.malli: (empty)
 - Vaihemalli: PM1H
 - Oletustiedot: Tjan tunnus: (empty)
 - Laatuluokka: QB
 - Hukka-%: (empty)
 - Versio: (empty)
 - Versio: 00
- Varasto:**
 - Oletusvarasto: OM9
 - Min varasto: (empty)
 - Tilauuserä: (empty)
 - Tilauispiste: (empty)
 - Valm.alue: (empty)
 - Varastopaikka: KUPKO
 - Max varasto: (empty)
 - Min tilauuserä: (empty)
 - Jaon alaraja: (empty)
 - Valm.pka: (empty)
- Yksiköt:**
 - Kyys: kpl
 - Hank.yksikkö: kpl
 - Myks: kpl
 - Tilavuus: (empty)
 - Paino: 27000
 - Hank.paino: (empty)
 - Nettopaino: (empty)
 - Bruttopaino: (empty)
 - Kerros: 1
 - Kerros: 1

Kuva 15. Nimikekortti

Huoltonimikkeen luominen

Huolto-ohjelmaa ei voi luoda ennen kuin huoltonimike ja sen vaihemalli on olemassa. Huoltonimikkeen luominen aloitetaan samalla tavalla kuin luotaisiin nimike. Huoltonimikkeitä on luotava niin paljon kuin on huoltoja. Tämä tarkoittaa, että jos yhdellä laitteella on kaksi määraikaista huoltoa, jotka esimerkiksi ovat yhden ja kolmen vuoden välein, on luotava kaksi huoltonimikettä kyseiselle laitteelle. Huoltonimikkeen tunnistaa lisätystä H-kirjaimesta varsinaisen nimiketunnuksen perässä. Kun tavallinen nimiketunnus olisi PM1, niin huoltonimike

on PM1H, toinen huoltonimike nimetään PM1H2 jne. Huoltonimikkeen kanssa on luotava myös työn vaihemallit. Vaihemallin tarkoitus on ohjata työresurssit oikeaan paikkaan työnteon yhteydessä, kun työ kirjataan aloitetuksi ja tehdyksi.

Nimikkeen ja huoltonimikkeen kopiointi

Koska nimikkeen ja huoltonimikkeen luominen tyhjältä on tosi työlästä ja aikaa vievää, ensimmäisten nimikkeen ja huoltonimikkeen luomisen jälkeen voi ottaa käyttöön kopiointityökalun. Tämä työkalu nopeuttaa työn tekemistä huomattavasti, ja ainoastaan nimike tunnus, lyhyt nimi, nimi 1, sekä vaihemalli kopioinnin yhteydessä muutetaan. Muut muutokset on tehtävä nimikekorttiin tarvittaessa.

Sarjanumeron luominen

Sarjanumeroksi kelpaa mikä tahansa yhdistelmä kirjaimia ja numeroita. Ainoa rajoite on, että samaa sarjanumeroa ei ole aikaisemmin käytetty. Laitteiden luomisen yhteydessä voi joutua laitteen kohdalle keksimään oman sarjanumeron.

Laittekortin luominen

Sen jälkeen kun on nimike ja sarjanumero luotuna, voidaan luoda itse laitekortti. Laittekorttiin lisätään aikaisemmin luotu nimike sekä sarjanumero. Lisäksi määritellään laitteen nykyinen tila, onko laite käytössä, ei käytössä, varalaite tai varastossa. Kun laitekorttiin on saatu syötettyä tarpeelliset tiedot, Lean luo laitteelle yksilöllisen tunnuksen. Kuvassa 16 on esimerkkitäytetty laitekortti.

Laite - Lean System

Lomake Näytä Ikkuna Ohje

Uusi Tallenna Poista Pyyhi

Laite

Laitetunnus L128210 Nimi Päämuuntaja

Nim.tunnus PM1 Ulk.nimi

Sarjanumero 549245

Laitteen tyyppi Kunnossapito Nim.nimi 2 Päämuuntaja 1

Laitteen tila Käytössä Nim.tyyppi Koneet ja laitteet Luokittelukoodi 189

Vastuualue OM Koneet, valmis tuote

Takuu- ja laatu-tiedot

Takuu-aika 1 Vuosia Voim.olo 12.01.13 - 12.01.14 Seurantasetti

Tilaaja-asiakas

Asiakkaan tunnus Asiakkaan nimi Myyntitilaus Rivi Tilauspäivä Toimitus Toimituspäivä

Valmistustiedot

Työn tunnus Rak.tunnus Rak.malli Projekti Aktiiviteetti Valmistuspvm Asennuspvm Versio Valm. vastuu Tark. vastuu

Käyttäjä-asiakas

Asiakas Yht.henkilö Asiakkaan osoite Maa Puhelin

Toimenpide-tiedot

Huoltoväli pv Viim. toimenpidepv

Huomioita

Tehtaan päämuuntaja

Kuva 16. Laitekortti

Huollon luominen

Huolto voidaan luoda Leaniin, kun nimike, huoltonimike, sarjanumero sekä laitekortti on luotuna. Kaikki edellä mainitut tulee liittää huollon yhteyteen. Lisäksi on oltava tiedossa sekä valmiiksi mietittynä huollon nimi. Tässä tapauksessa esimerkkinä toimii opinnäytetyön päämuuntaja 1, jolle tehdään kolmenlaista huoltoa. Huoltojen nimeksi tuli ”silmämääräinen tarkastus”, joka tehdään joka vuosi, ”määräaikainen käänkytkinhuolto”, joka tehdään viiden vuoden välein, sekä ”määräaikainen tarkastus”, joka tehdään kymmenen vuoden välein.

Huoltoja tehdessä huomattiin, että jokaisen huollon yhteyteen on luotava oma huoltonimike. Tämä tarkoittaa, että jokaista huoltoa kohden on luotava oma huoltonimike erilaisella nimiketunnuksella. Esimerkiksi päämuuntaja 1:lle tehdään kolmea erilaista huoltoa, joten luotiin huoltonimekkeet, jotka ovat PM1H, PM1H2 ja PM1H3.

Huoltotöiden tarkastelu

Kaikkia luotuja huoltotöitä voidaan seurata ”Työt”-sovelluksesta. Koska ”Työt”-sovellus on tarkoitettu myös muiden osastojen käyttöön, kunnossapidon työt on haettava erikseen näkyviin ikkunaan. Lean näyttää kerrallaan kaikki kahden vuoden sisällä tulevat työt aikajärjestyksessä, jossa päällimmäisenä ovat työt, jotka tulisi joko suorittaa heti tai lähiaikoina. Kuvassa 17 näkyy Työt-sovellus.

Työn tunnus	M	V	i	d	h	Tehtäväryhmä	Nim.tunnus	Nimi	Nim.nimi (pitkä)	Suun.alku	Päättyy	Tot.alku	Tot.loppu	Tila
135000625	+	+	t			KUPI	PALH2	Vuosihuolto	Paloilmaisimet	10.12.13	11.12.13	10.12.13		Suunniteltu
135000627	+	+	t			KUPI	PALH	Kuukausittais toiminnan testaus	Paloilmaisimet	27.12.13	27.12.13			Suunniteltu
135000641	+	+	t			KUPI	SPRH	Kuukausittain koekäyttö/toiminn	Sprinkleri	27.12.13	27.12.13			Suunniteltu
135000538	+	+				KUPI	HIRO 011H	Keskipalkki hitsausautomaatti	Jucat 1343-9220	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000622	+	+				KUPI	JAAH 001H	Määräaikaistarkastus 1kk	Jäähdytynyksikkö TAE Evo 020	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000623	+	+				KUPI	INKU 001H	Määräaikaishuolto 1kk	Induktiokuumennin MFG-10	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000624	+	+				KUPI	HYKO 001H	Määräaikaishuolto 1kk	Hydraulkoneikko ENERPAC ZE6420S	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000614	+	+				KUPI	PYLA074H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat 1500 pyörytyslaite veto	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000615	+	+				KUPI	PYLA075H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat 1500 pyörytyslaite	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000616	+	+				KUPI	PYLA076H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat keskipalkkijigi	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000617	+	+				KUPI	PYLA 077H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat 1500 pyörytyslaite vapaa	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu

Kuva 17. Työt sovellus

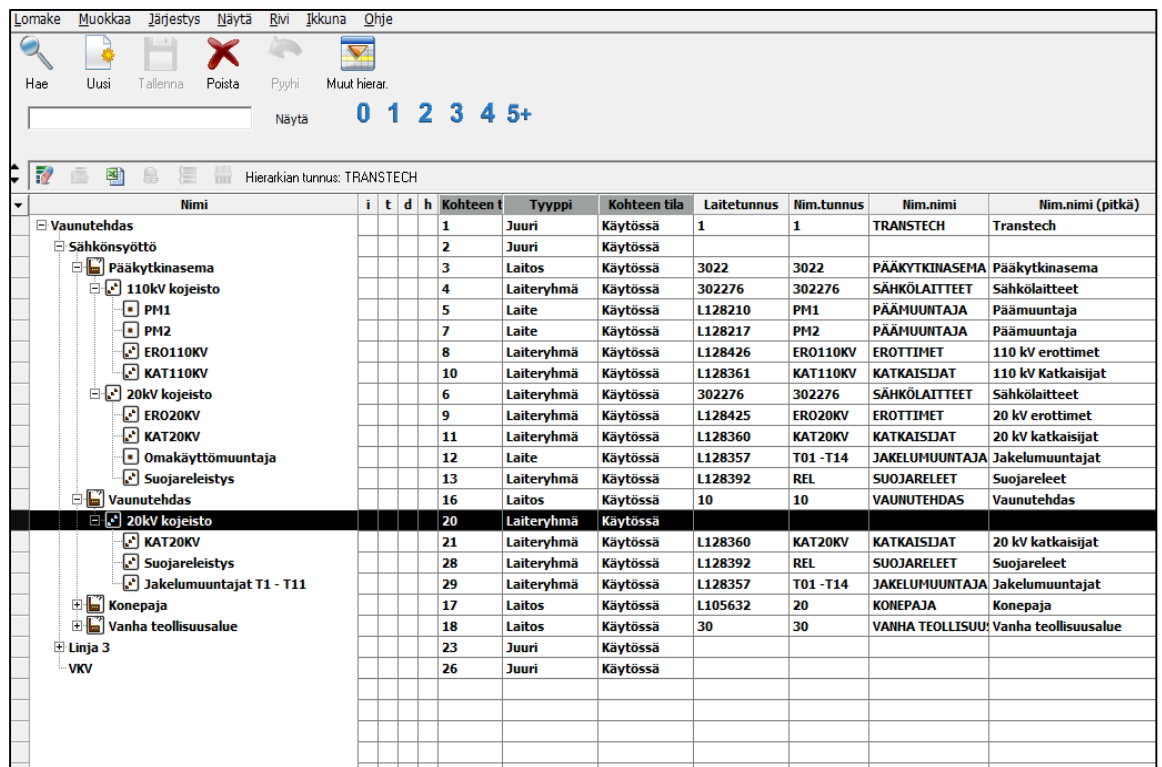
Kuvassa 17 näkyvät kaikki kahden vuoden sisällä toteutuvat kunnossapidon työt aikajärjestyksessä. Työt järjestyvät niin, että päällimmäisenä ruudussa on työ, jonka aloitus on lähimpänä nykyistä päivämäärää. Kunnossapito henkilöstö pystyy seuraamaan/päivittäin tulevat kunnossapitotyöt sekä kirjaamaan tehdyt työt järjestelmään. Jos jokin työ jää tekemättä tai töitä on enemmän kuin työntekijäkapasiteetti pystyy suorittamaan päivän aikana, niin Lean päivittää yön aikana tekemättömät työt seuraavalle päivälle.

Valmistumisen jälkeen työt pitää kuitata valmiiksi Lean-järjestelmään. Tämä tehdään, koska töissä on määrätty ennakkoon huoltoväli. Jos valmiit työt jäävät ”roikkumaan” kuittaamatta pitkäksi aikaa järjestelmään, myös seuraava huoltopäivämäärä siirtyy, eikä kunnossapitosuunnitelma toteudu.

5.3 Laitehierarkia

Kunnossapidettäville laitteille luotiin myös laitehierarkia, jonka tarkoitus oli kartoittaa laitteiden nykyiset sijaintipaikat. Sijainteja voi myös helposti muuttaa raahaamalla laitetta eri paikkaan hiiren avulla Leanissa. Tarkoituksena on pystyä seuraamaan laitteiden sijaintipaikka, etenkin niin isossa yrityksessä kuin Transtech, missä tehtaan layout muuttuu jatkuvasti tuotannon tehostamiseksi.

Leanin kunnossapito-osiossa on hierarkiasovellus, jota ei kuitenkaan ole käytetty aikaisemmin. Hierarkian tekeminen aloitettiin ensin päähierarkian luomisesta. Ylimpänä hierarkiassa on vaunutehdas, joka kattaa kaikki rakennukset alueella. Vaunutehtaan alle tuli sähkönsyöttö, joka kattaa tehtaan tärkeimmät sähkönsyöttölaitteet sekä tämän opinnäytetyön laitteet. Sähkönsyötön alle jaoteltiin kaikki rakennukset, joissa nämä laitteet sijaitsevat, kuten pääkytkinasema, vaunutehdas, konepaja sekä vanha teollisuusalue. Kuvassa 18 on sähkönsyöttöhierarkia Transtechille.



Lomake Muokkaa Järjestys Näytä Rivi Ikkuna Ohje											
Hae Uusi Tallenna Poista Pyyhi Muut hierar.											
Näytä 0 1 2 3 4 5+											
Hierarkian tunnus: TRANSTECH											
Nimi	i	t	d	h	Kohteen t	Tyyppi	Kohteen tila	Laitetunnus	Nim.tunnus	Nim.nimi	Nim.nimi (pitkä)
Vaunutehdas					1	Juuri	Käytössä	1	1	TRANSTECH	Transtech
Sähkönsyöttö					2	Juuri	Käytössä				
Pääkytkinasema					3	Laitos	Käytössä	3022	3022	PÄÄKYTKINASEMA	Pääkytkinasema
110kV kojeisto					4	Laiteryhmä	Käytössä	302276	302276	SÄHKÖLAITTEET	Sähkölaitteet
PM1					5	Laitte	Käytössä	L128210	PM1	PÄÄMUUNTAJA	Päämuuntaja
PM2					7	Laitte	Käytössä	L128217	PM2	PÄÄMUUNTAJA	Päämuuntaja
ERO110KV					8	Laiteryhmä	Käytössä	L128426	ERO110KV	EROTTIMET	110 kV erottimet
KAT110KV					10	Laiteryhmä	Käytössä	L128361	KAT110KV	KATKAISIJAT	110 kV katkaisijat
20kV kojeisto					6	Laiteryhmä	Käytössä	302276	302276	SÄHKÖLAITTEET	Sähkölaitteet
ERO20KV					9	Laiteryhmä	Käytössä	L128425	ERO20KV	EROTTIMET	20 kV erottimet
KAT20KV					11	Laiteryhmä	Käytössä	L128360	KAT20KV	KATKAISIJAT	20 kV katkaisijat
Omakäyttömuuntaja					12	Laitte	Käytössä	L128357	T01 -T14	JAKELUMUUNTAJA	Jakelumuntajat
Suojareistys					13	Laiteryhmä	Käytössä	L128392	REL	SUOJARELEET	Suojareleet
Vaunutehdas					16	Laitos	Käytössä	10	10	VAUNUTEHDAS	Vaunutehdas
20kV kojeisto					20	Laiteryhmä	Käytössä				
KAT20KV					21	Laiteryhmä	Käytössä	L128360	KAT20KV	KATKAISIJAT	20 kV katkaisijat
Suojareistys					28	Laiteryhmä	Käytössä	L128392	REL	SUOJARELEET	Suojareleet
Jakelumuntajat T1 - T11					29	Laiteryhmä	Käytössä	L128357	T01 -T14	JAKELUMUUNTAJA	Jakelumuntajat
Konepaja					17	Laitos	Käytössä	L105632	20	KONEPAJA	Konepaja
Vanha teollisuusalue					18	Laitos	Käytössä	30	30	VANHA TEOLLISUU	Vanha teollisuusalue
Linja 3					23	Juuri	Käytössä				
VKV					26	Juuri	Käytössä				

Kuva 18. Sähkönsyötön hierarkian rakenne

6 TYÖN SUORITTAMINEN

Ennen kuin töiden kirjaaminen aloitettiin Leaniin, kaikki huollettavat laitteet kartoitettiin. Tarpeelliset huoltodokumentit, laitekortit, huoltopäivämäärät sekä kaikki olemassa olevat viranomaistarkastuspöytäkirjat etsittiin. Joitakin materiaaleja oli jo olemassa valmiiksi, kuten erilliset laitekortit, sekä vanhat viranomaistarkastukset olivat tallennettuna yrityksen tietokantaan. Lisäksi laitteiden kunnossapidon aikataulutus oli olemassa, ja nyt tärkein tehtävä oli siirtää ne Leaniin sekä luoda siellä huollettavia laitteita vastaavat laitekortit, huolto-ohjelmat sekä liittää tarpeelliset dokumentit sinne. Valmiit dokumentit olivat mm. pää sekä jakelumuuntajien laitekortit sekä viranomaistarkastukset, katkaisijoiden laitekortit, viranomaistarkastuksien raportit, katkaisijahuoltokortit, suojareiden viranomaistarkastukset.

Apuna kunnossapito-ohjelman luomiseen käytettiin Osmo Syvävirran tekemiä ohjeita sekä koulutusta ohjelmaan. Yhdessä hänen kanssa tehtiin ensimmäisiä kunnossapito-ohjelmia Leaniin sekä niiden testiajot. Ensimmäinen huollettava laite, joka luotiin, oli päämuuntaja 1. Muuntajan nimiketunnukseksi tuli PM1. Koska päämuuntajalle tehdään kolmenlaista huoltoa, yritettiin luoda myös kolme huolto-ohjelmaa. Huolto-ohjelmia tehdessä Lean ei kuitenkaan antanut tehdä kuin yhden huolto-ohjelman kyseiselle laitteelle. Ongelmaan ratkaisuksi keksittiin luoda useampi huoltonimike samalle laitteelle. Päämuuntaja 1:n huoltonimikkeet olivat siitä lähtien PM1H, PM1H2 sekä PM1H3. Jatkossa nimikkeitä luotiin yksi yhtä huoltoa kohti.

Koska alustavasti oli tarkoitus tehdä jokaista laitetta kohti oma nimike, huoltonimikkeet, laitekortti sekä huollot, huomattiin, että työlista alkaa täyttymään samantyyppisistä huolloista. Tarkastellessaan työlistaa asentaja näkisi kymmeniä samanlaisia huoltoja, joista kaikki täytyisi kirjata erikseen tehdyksi, mikä kävisi työlääksi. Ratkaisuksi yhdistettiin samankaltaiset nimikkeet joille tehdään samanlaisia huoltoja. Esimerkiksi jakelumuuntajat yhdistettiin yhteiseksi nimikkeeksi. Nimiketunnukseksi tuli T01-T14, johon sisältyy kaikki neljätoista tehtaan 20 kV muuntajaa.

Kun laitteiden huollot oli tehty, alkoi dokumenttien lisäys laitekorttien yhteyteen. Apuna käytettiin Transtechillä käytettyä Sovelia-tiedonhallintaohjelmaa, minne dokumentit tallennettiin omalla nimellään. Soveliaan tallennettujen dokumenttien ”URL-linkki” kopioitiin Leaniin. Siirtäessä dokumentteja Leaniin huomattiin, että dokumentteja voi tallentaa nimikkeen, huoltonimikkeen, laitekortin sekä huollon yhteyteen erikseen. Jos asentajan täytyisi löytää huolto-

ohjeet laitteen yhteyteen, hänen tulisi tietää, mihin näistä sovelluksista ohjeet ovat tallennettuna, sekä osattava etsiä sovelluksesta tarvittava laite. Ratkaisu oli dokumenttien liittäminen huollon yhteyteen. Tämä mahdollistaa sen, että dokumentti tulisi näkyviin myös työn tarkastelu sovelluksen yhteydessä.

Tulevien töiden tarkastelussa ilmeni ongelmia päivämäärien suhteen. Joidenkin töiden päivämäärät eivät täsmänneet huolto-osiossa syötettyyn arvoon. Päivämäärien muuttamista koettiin suoraan työsovellukseen. Tämä kuitenkin ei onnistunut Lean huomautti, että ”yks.” kohtaan täytyisi tehdä muutos. Asia korjattiin lisäämällä vaihemallit nimikkeille.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli, että kunnossapitohenkilökunta pystyisi seuraamaan kunnossapitotöitä Leanissa reaaliaikaisesti. Koska tämän opinnäytetyön sähkölaitteiden huoltoaikavälit ovat suuret, lopputuloksena oli että asentajat eivät tule seuraamaan töitä, ainakin opinnäytetyön laitteiden osalta. Kunnossapitohenkilöstön puolesta tuli toivomus, että mikäli jatkossa töitä seuraisivat myös he, työt tulisivat myös näkyviin heillä käytössä olevaan vikailmoituslistasovellukseen. Kuvassa 19 on Transtechin kunnossapidonhenkilökunnalla käytetty vikailmoituslista. Vikailmoituslistaan pystyy tehtaan henkilöstö ilmoittamaan huomaamansa epäkohdat. Kunnossapitohenkilökunta seuraa päivittäin vikailmoituslistaa.

Tunnus	i	t	d	h	Kust.pka	Tyyppi	Kuvaus	Toimenpiteet	Toistumisen
LP1410103					1430	Vikailmoitus	Tulostin ei toimi RTA01 linjalla 3G14-15 välissä olevassa koneessa. Tulostaa paperiä		
LP1410113						Vikailmoitus	Sähköposti ei toimi varusteluapaikalla.		
LP1410116						Vikailmoitus	Riskikartoituksessa esille tulleet työt- Kone ja laakerin nippahyllyt ropottava latt		
LP1410118						Vikailmoitus	APEX-testauslaitteen PC:n s-posti on mennyt edellisen remontin jälkeen myräksi.Myr		
LP1410119						Vikailmoitus	Ei anna lähettää mitään hyväksyntöjä,lukukuittauksia ja kokouskutsuja kyseisellä		
LP1410138						Vikailmoitus	Ongelmia sähköpostitoiminnoissa- asetukset karanneet- tili luotava joka kerran u		
LP1410149						Vikailmoitus	Lean ei toimi minun koneessa.		
LP1410161						Vikailmoitus	G21 pylvään/ 1.seinätyömaan työpäätteen tulostin ei tulosta mitään. "toner"-mer		
LP1410162						Vikailmoitus	K20 pylvään työpäätteen tulostin ei tulosta mitään. Toner-valo palaa, kasetti käyt		
LP1410191						Vikailmoitus	G21 pylvään luona työpäätteellä ei pääse LEANiin, etäyhteyttä ei voi muodostaa		
LP1410208						Vikailmoitus	Tietokoneen TUL201 verkkoyhteys ei toimi. Paikka 2K13.		
LP1410212						Vikailmoitus	IC-toimiston yksi loisteputkivalaisimista lopetti lopullisesti toimintansa. Valaisimes		
LP1410215						Vikailmoitus	RTA pyöräkerran nostokoukkujen lukitukset liian lyhyet. Ei sua lukitukse kiinni. Piä		

Kuva 19. Vikailmoituslista

Tällä hetkellä kunnossapidon työnjohtaja tarkastelee ajoittain tulevia töitä sekä kirjaa aloitetut ja valmiit työt järjestelmään. Lisäksi tulevaisuudessa on tarkoituksena tehdä lisää huollettavia laitteita Leanin kunnossapito-osioon, kuten tuotantolinjalla käytettäviä nostureita, pyörityslaitteita, muita sähkölaitteita joiden kunnossapito kuuluu Transtechin kunnossapidolle.

Tässä opinnäytetyössä käytetty Lean järjestelmän versio 6.1 on vaihtumassa lähiaikoina 6.4 versioon, missä on yli 200 uutta ominaisuutta edelliseen versioon verrattuna. Ei vielä ole tiedossa, miten tämä tulee vaikuttamaan opinnäytetyössä tehtyyn ohjelmaan. Lisäksi päivityksen myötä on tulossa toivottu dokumenttien lisäämis ominaisuus. Transtechillä on käytäntönä ollut lisätä dokumentit laitekorttien yhteyteen. Siinä tapauksessa dokumentit eivät tule näkyviin

”Työt”-sovelluksessa nykyisessä Lean versiossa, mitä opinnäytetyön tavoitteissa on toivottu. Uudessa Lean-versiossa laitekortin yhteyteen laitettut dokumentit tulevat myös näkyviin ”Työt”-sovelluksessa. Tämä ominaisuus on räätälöity Tieto Oy:ltä nimenomaan tämän opinnäytetyön kautta tulleeeseen toiveeseen.

Lean on monimutkainen ohjelmisto, joka vaatii aikaa sekä perehdyttämiskoulutusta päästäkseen sen toimintoihin sisälle. Vaikea osuus työstä on opetella tekemään ohjelmaa sekä ymmärtää miksi jokin valinta tehdään nimenomaan sillä tavalla kuin se tehdään. Ja koska aikaresurssi on vähän, moniin ohjelman ominaisuuksiin ei tullut perehdyttyä. Vielä vaikeampi on tehdä tarkat ja selkeät ohjeet, jotka kattavat hyvin tehdyn kokonaisuuden, sekä ohjeiden avulla olisi helppo tehdä vastaavanlainen kunnossapito-ohjelma.

8 YHTEENVETO

Tämä opinnäytetyö on tehty Transtech Oy:lle. Työn tarkoitus oli siirtää suurjännitesähkölaitteiden kunnossapito-ohjelma Transtechillä käytettävään Lean toiminnanohjausjärjestelmään. Lisäksi tuli siirtää Leaniin näiden sähkölaitteiden laitekortit, huolto raportit, huolto-ohjeet, viiranomaistarkastuspöytäkirjat ja huolto-ohjeet niin, että niiden tulisi olla helposti saatavissa sekä tarpeen tullen muokattavissa. Työn yhtenä tavoitteena oli, että kunnossapitohenkilökunta pystyisi tekemään määräaikaishuoltoja Leanissa tehdyn ohjelman mukaan. Työstä on myös tehty ohjeistus joka on liitteenä (liite 1) opinnäytetyön yhteydessä. Opinnäytetyön laitteet oli rajattu 20 kV sekä 110 kV sähköä syöttävään laitteistoon. Työssä on käytetty Lean 6.1-toiminnanohjausjärjestelmää sekä Sovelia-tiedonhallintajärjestelmää.

Työssä tutustuttiin kunnossapidon sekä sähkökunnossapidon yleisiin käsitteisiin. Käytiin läpi opinnäytetyöhön kuuluva sähkölaitteisto ja sen kunnossapito. Perehdyttiin yleisesti Lean-ohjelmaan sekä Leaniin tehtävään kunnossapito-ohjelman tekemisen periaatteeseen. Työn suorittamisen osiossa käsiteltiin, miten työn tekeminen sujui käytännössä, mitä ongelmia tuli työn edetessä sekä mihin ratkaisuihin päästiin.

Pohdinnassa mietittiin, miten ohjelmalle käy jatkossa, koska Lean on lähiaikoina päivittymässä 6.1-versiosta 6.4:ään. Lisäksi asentajilta oli tullut kehittämisen toiveita Leanin suhteen. Asentajat toivoivat kunnossapito-ohjelman tulevan näkyviin myös vikailmoituslistaan, joka on heillä käytössä.

Opinnäytetyön kaikkiin tavoitteisiin ei päästy. Tällä hetkellä tavallinen asentaja ei tule seuraamaan tehtyä kunnossapito-ohjelmaa johtuen siitä, että kunnossapitotaajuus on opinnäytetyön laitteissa vuosia. Lisäksi osa kunnossapitotöistä tehdään ulkopuolisella yrityksellä, kuten ABB:llä.

Transtechillä tehdään jatkossa lisää huollettavia laitteita samalla periaatteella. Nämä laitteet ovat tuotantolinjoilla käytettyjä laitteita. Laitteiden luomiseen tullaan käyttämään opinnäytetyössä mukana olevaa ohjeistusta (liite 1).

LÄHTEET

- 1 Mikkonen H. Kuntoon perustuva kunnossapito: käsikirja. Helsinki: KP-Media; 2009.
- 2 Järviö J. Kunnossapito. 4. uud. p. ed. Helsinki: KP-Media; 2007.
- 3 Opetushallitus, Kunnossapidon Perusteet, <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet.html>
- 4 Aalto H. Kunnossapitotekniikan perusteet. Rajamäki: Kunnossapitotekniikka; 1994.
- 5 Tarkastustoiminta opas, Tukes, http://www.tukes.fi/Tiedostot/tarkastuslaitokset/Tarkastustoiminta_opas.pdf
- 6 Mäkinen PA. SFS 6002 käytännössä. Espoo: Sähköinfo; 2007.
- 7 TUKES, Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähköalan töistä, <http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/19960516>
- 8 Sähköinfo sähköinen tietotalo. ST-kortisto ST96.01, <http://www.sahkoinfo.fi/ProductGroup.aspx?id=37>
- 9 Kauppa- ja teollisuusministeriön päätös sähkölaitteistojen käyttöönotosta ja käytöstä, <http://plus.edilex.fi/tukes/fi/lainsaadanto/19960517?search=tukes>
- 10 Sähköinfo sähköinen tietotalo. ST-kortisto ST96.02, <http://www.sahkoinfo.fi/ProductGroup.aspx?id=37>
- 11 Elovaara J. Sähkölaitostekniikan perusteet. Espoo: Otatieto; 2007.
- 12 Haastattelut, Niilo Saastamoinen Transtech käytönjohtaja 10 – 21.12.2013
- 13 Lean Systems yleisesite, Tieto Oy, http://leansystemcommunity.portal.tieto.com/system/files_for_archive_folders/4/original/Lean_System_yleisesite.pdf?1350978398

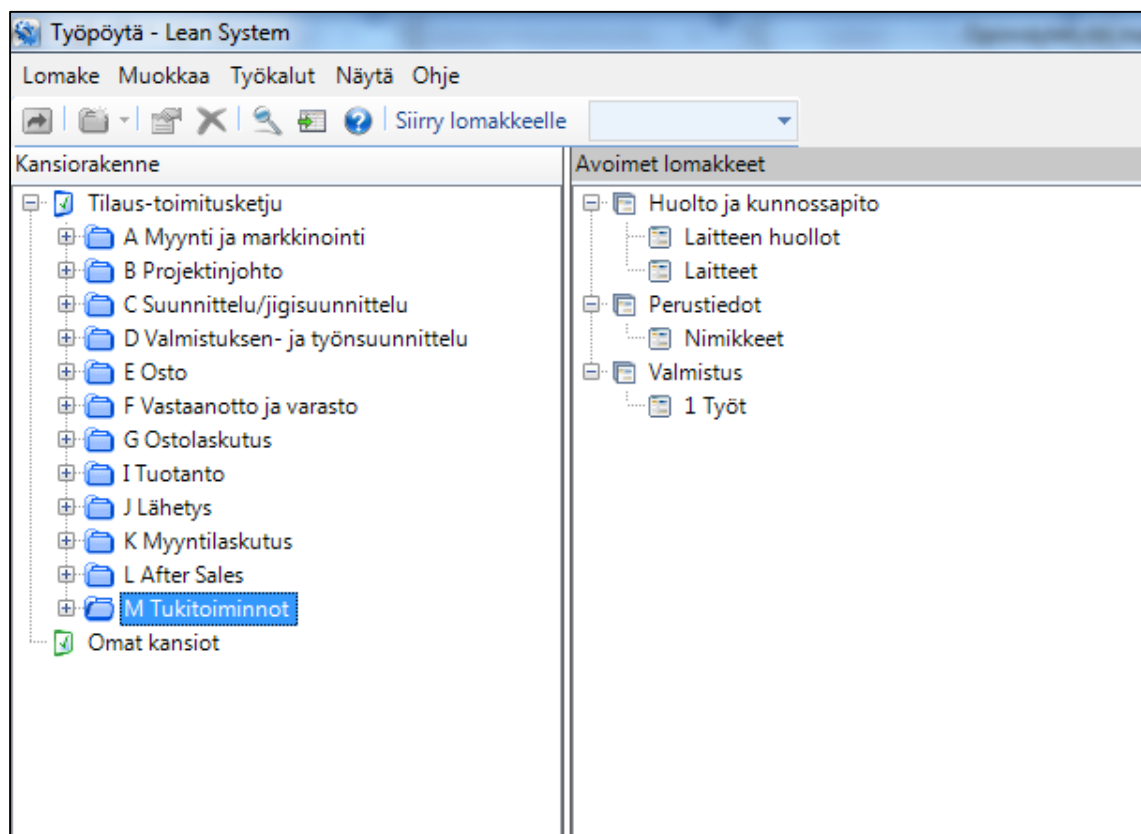
- 14 Lean Systems Käyttöohje versio 6.1, Tieto Oy, http://leansystemcommunity.portal.tieto.com/system/files_for_archive_folders/161/original/Lean_System_versio_61.pdf?1351236287

LIITTEET

TYÖOHJEET LEAN-KUNNOSSAPITO-OHJELMAAN

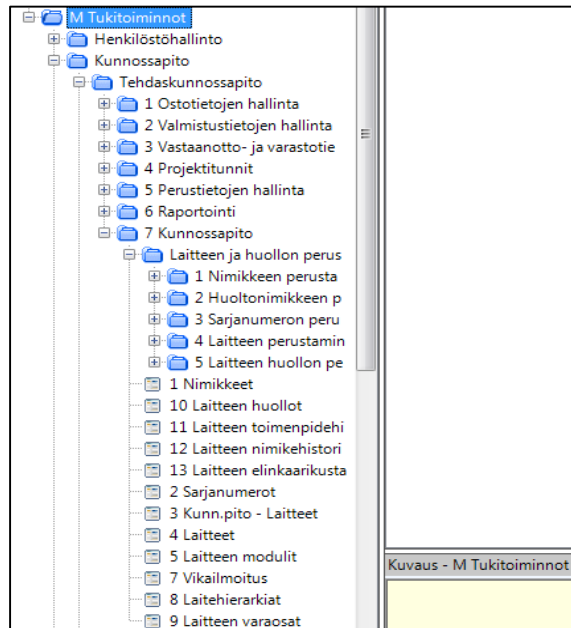
Ohjeissa tutustutaan kunnossapitotöiden luomiseen Leanissa. Lisäksi tutustutaan ohjeisiin kunnossapitotöiden tarkasteluun sekä töiden kirjaamiseen. Ohjeet on tarkoitettu Transtechin kunnossapitohenkilökunnan käyttöön. Ohjeissa on käytetty Lean 6.1-järjestelmää. Kaikki ohjeiden valinnat on tehty tukemaan suurjännitesähkölaitteistoa, jota käytetään Transtechillä.

Kuvassa 1 on Lean-työpöytä.



Kuva 1. Lean-työpöytä

Kunnossapidon sovellukset löytyvät painamalla ensin *M Tukitoiminnot* kansiota. Sen jälkeen *Kunnossapito*, *Tehdaskunnossapito*, *Kunnossapito* ja lopuksi aukaistaan vielä *Laitteen ja huollon perustaminen* kansio. Nyt työpöydän tulisi näyttää kuten kuvassa 2.

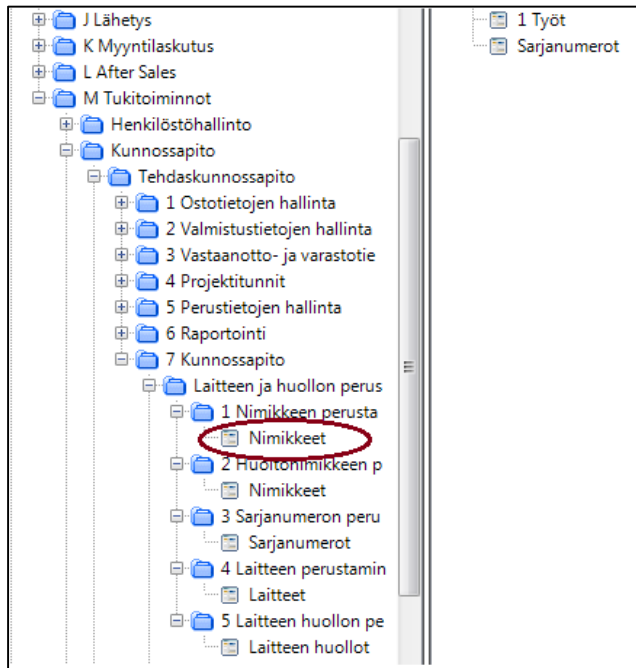


Kuva 2. Kunnossapito

Nimikkeen perustaminen

Uuden huollettavan laitteen perustaminen alkaa nimiketunnuksen perustamisesta.

Uusi nimike perustetaan aukaisemalla sovellus *Nimikkeen perustaminen* kansioista (kuva 3) sekä aukaisemalla sen sisällä oleva sovellus *Nimikkeet*. Aukeaa ”nimike”-sovellus, joka on kuten kuvassa 4.



Kuva 3. Nimikkeen perustaminen

Nimikkeet - Lean System

Lomake Muokkaa Työkalut Järjestys Näytä Rivi Ikkuna Ohje

Hae Uusi Tallenna Poista Pyyhi Tiedot Hinnat

Tyyppi Myynti Osto Tuotanto Varasto Alihankinta Työ

Luok.kdi: 189, 049910 Var.pka: KUPKO

Nim.tunnus	i	t	d	h	Lyhyt nimi	Nimi	Piir
AK					AKUSTO	Akusto pääkytkinasema	
AKH					AKUSTO	Akusto pääkytkinasema	
ERO110KV					EROTTIMET	110 kV erottimet	
ERO20KV					EROTTIMET	20 kV erottimet	

Kuva 4. Nimike kansio

Uuden nimikkeen luominen alkaa painamalla ”Uusi” ikkunan vasemmasta yläkulmasta. Au-
keaa nimikkeen luomiseen tarkoitettu ”nimikekortti”, kuva 5.

Lomake Työkalut Näytä Ikkuna Ohje

Uusi Tallenna Poista Pyyhi Hinnat

Nimike

Nim.tunnus PM1 Nimi 1 Päämuuntaja 1 Myynti Varasto
 Lyhyt nimi PÄÄMUUNTAJA 1 Nimi 2 Osto Alihankinta
 Tyyppi Koneet ja laitteet ... Vastuuhenkilö JSEPPÄNEN ... Kust.pka ... Tuotanto Työ
 Tila Aktiivinen ... Vastuualue OM ... Luokittelukoodi 189 ...
 Tuoteryhmä 6000 ... Koneet, valmis tuote Tekn.ryhmä Laitekortti ...

Ohjaustiedot

Ohjaustapa Varausohjattu ... Ohjaustiedot ABC-luokka ... Rakenne
 Käsitteilytapa Varastoon, ei tark ... Käsitteilytiedot Tasonro 1 Rak.malli ... Versio ...
 Täyd.menet. ... Suunn.ryhmä ... Vaihemalli PM1H ... Versio 00
 RR-koodi ... Lisävaruste ... Oletustiedot
 Jäljitys ... Voim.olo ... Tjan tunnus ...
 Jälj. tunnussarja ... Hukka-% ...

Varasto | Muut tiedot | Suunnittelutiedot | Lisätiedot | Nimikkeen luokittelu

Varasto

Oletusvarasto OM9 ... Varastopaikka KUPKO
 Min varasto ... Max varasto ...
 Tilauserä ... Min tilauserä ...
 Tilauspiste ... Jaon alaraja ...
 Valm.alue ... Valm.pka ...

Yksiköt

Kyks kpl ... Paino 27000
 Hank.yksikkö kpl ... Kerroin 1 Hank.paino ...
 Myks kpl ... Kerroin 1 Nettopaino ...
 Tilavuus ... Bruttopaino ...

Kuva 5. Esitötetty nimikekortti

Nimikekortin täyttäminen aloitetaan seuraavasti:

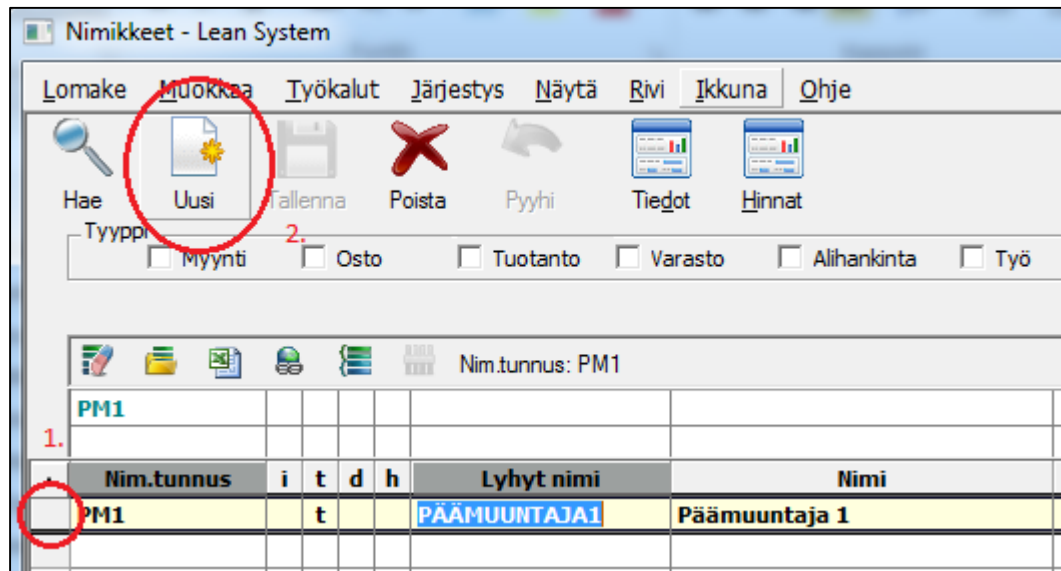
- ”Nim.tunnus” kirjataan nimiketunnus.
- ”Lyhyt nimi” isoin kirjaimin syötetään laitteen nimi.
- ”Nimi1” syötetään halutessa laitteen nimi.
- ”Tyyppi” painetaan ”...” ”tyyppi” kentän oikealla puolella, valitaan valikosta tyyppi ”Koneet ja laitteet”.
- ”Tila” valikon oikeasta laidasta painetaan ”...”. Koneen tilaksi valitaan ”aktiivinen”, jos kone on käytössä.

- ”Tuoteryhmä” valitaan painamalla ”...” valikon oikeasta laidasta. Syötetään tunnuskohtaan numero ”6000” (Koneet ja laitteet, valmis tuote). Muita luokittelukoodeja on mm. ”6100” (Koneet ja laitteet, osakokoonpano), ”6200” (Koneet ja laitteet, osa). jne.
- ”Vastuuhenkilö” valikosta haetaan kyseinen henkilö.
- ”Vastuualue” valitaan ”OM”
- ”Luokittelukoodi” painetaan ”...” ja syötetään valikkoon koodi ”189”, joka vastaa sähkönjakelua.
- ”Tekn.ryhmä” valitaan ”laitekortti”.
- ”Ohjaustapa” valitaan ”varasto-ohjattu”.
- ”Käsittelytapa” valitaan ”varastoon ei tark.”.
- ”Oletusvarasto” valitaan ”OM9”, joka on kunnossapidon varastopaikka.
- ”Varastopaikka” valitaan ”KUPKO”.
- ”Laatuluokka” valitaan ”QB” joka vastaa normaalilaatua.
- ”Paino” voidaan laittaa tarvittaessa.
- Paina lopuksi tallenna.

Huoltonimikkeen luominen

Huoltonimike on pakollinen nimiketyyppi huolettavien laitteiden yhteyteen. Huoltonimikkeen erottaa lisätystä ”H” kirjaimesta varsinaisen nimikkeen perässä. Huoltonimikkeitä on luotava yhtä paljon kuin huoltoja. Jos huoltonimikkeitä on useampia, nimikkeet numeroidaan seuraavasti XXH, XXH1, XXH2 jne.

Huoltonimikkeen luominen tapahtuu tavallisen nimikkeen yhteyteen. Katso kuva 6.



Kuva 6. Huoltonimikkeen luominen

- 1. Hae haluttu nimike. Paina nimikkeen vasemmasta reunasta niin, että rivi muuttuu mustaksi.
- 2. Paina ”uusi” ikkunan vasemmasta yläkulmasta.

Huoltonimike eroaa vähän tavallisesta nimikkeestä. Seuraavaksi tutustutaan huoltonimikekortin täyttämiseen. Kuvassa 7 on huoltonimike kortti.

Kuva 7. Huoltonimikekortti

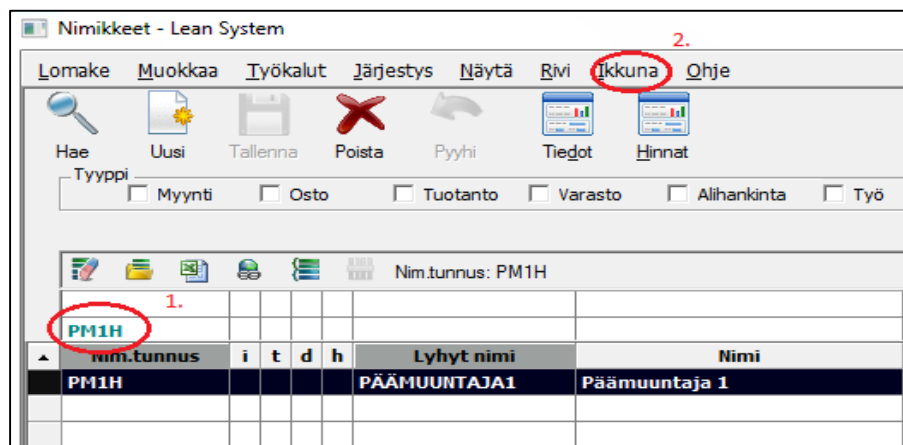
Huoltonimikkeen luominen eroaa tavallisesta nimikkeestä vain vähän. Huoltonimikekortin muutokset tavallisen nimikekortin verrattuna ovat seuraavat:

- ”Nim.tunnuksen” kohtaan laitetaan ensin tavallisen nimikkeen tunnus ja sen perään laitetaan H (XXH) niin kuin huolto.
- ”Tyypiksi” valitaan ”Huoltonimike”.
- ”Tuoteryhmä” valitaan ”0499”
- ”Luokittelukoodiksi” valitaan ”049910”, joka vastaa huoltonimikettä.
- Koska huoltonimike ei ole fyysinen nimike, ”ohjaustavaksi” tulee ”visuaalinen” ja käsittelytavaksi ”paljousnimike”.
- Paina tallenna.

Vaihemallin perustaminen

Huoltonimikkeen yhteyteen täytyy myös luoda vaihemallit.

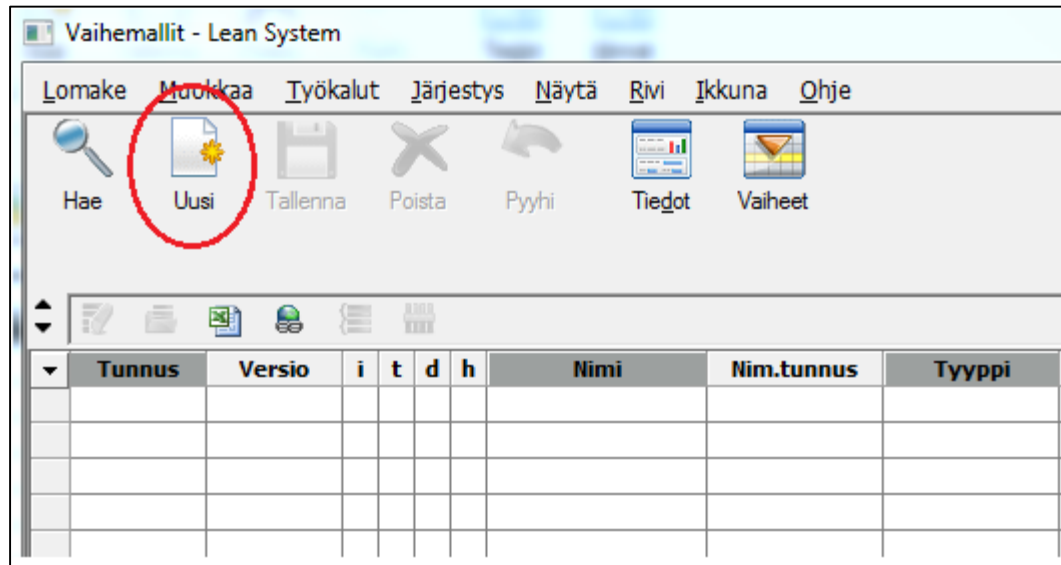
Vaihemallin perustaminen tapahtuu *nimikkeet* sovelluksessa. Ensin haetaan huoltonimiketunnuksen avulla huoltonimike. Kuvassa 8 on esitetty *vaihemallisovelluksen* aukaiseminen.



Kuva 8. Vaihemallin perustaminen

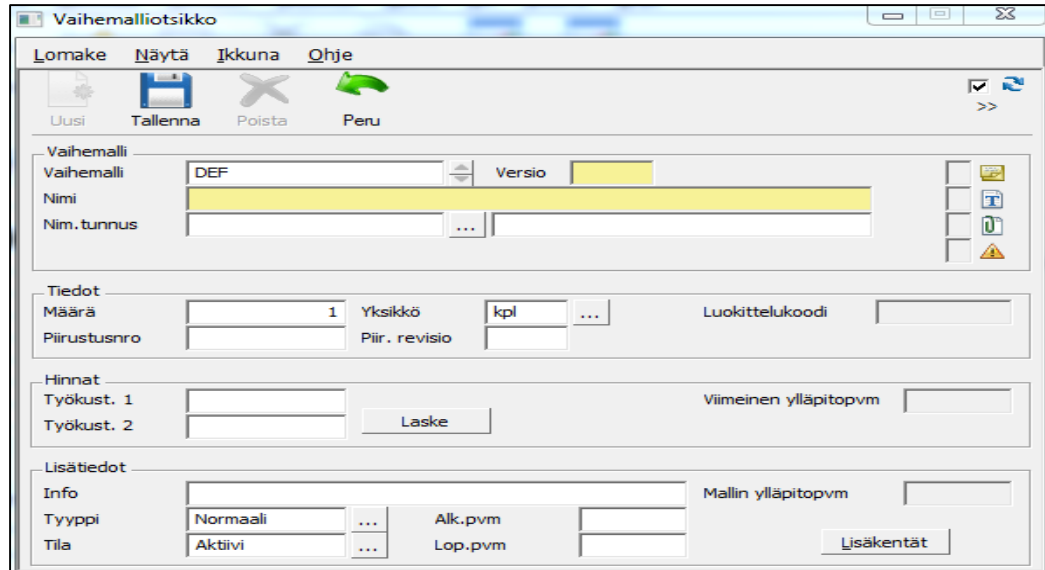
Vaihemalli voidaan aukaista seuraavasti:

- 1. Hae haluttu huoltonimeke, paina rivin vasemmalta puolelta niin että rivi muuttuu mustaksi.
- 2. Valitse ”ikkuna” valikosta ”Vaihemallit” aukeaa *vaihemalli* sovellus, katso kuva 9.



Kuva 9. Vaihemallit

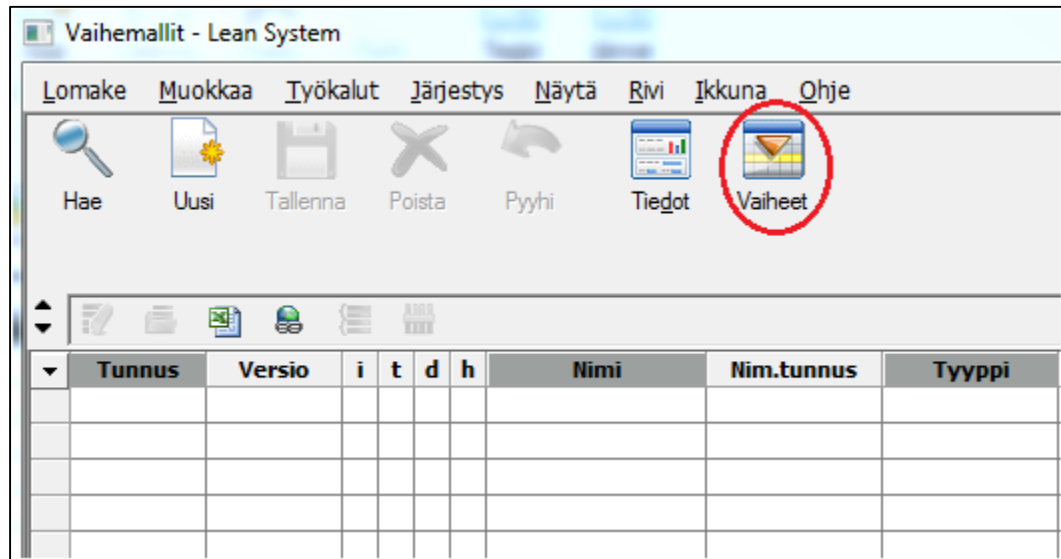
Vaihemallin luominen alkaa painamalla ”uusi” sovelluksen vasemmasta yläkulmasta. Aukeaa vaihemallin nimen luomiseen tarkoitettu sovellus. Katso kuva 10.



Kuva 10. Vaihemallioitsikko

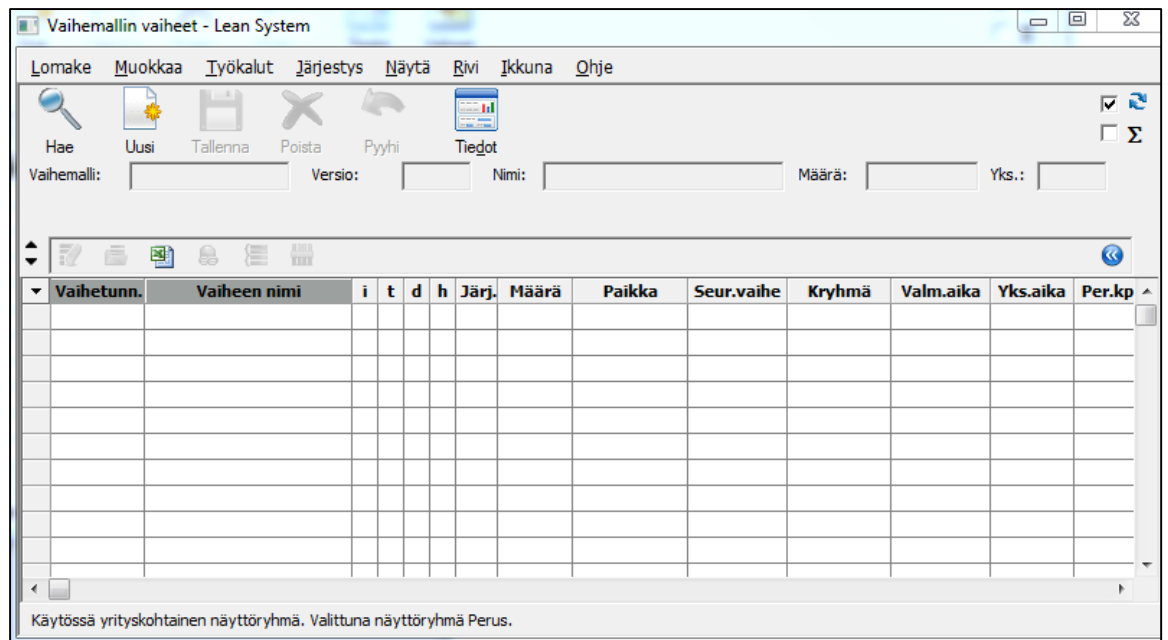
Vaihemallioitsikko sovellukseen kirjataan ”nimiketunnus” mille luodaan vaihemallit sekä painetaan ”tallenna”.

Seuraavaksi luodaan vaihenimikkeelle vaiheet painamalla ”Vaiheet” valikon oikeasta yläkulmasta. Katso kuva 11.



Kuva 11. Vaiheen luominen vaihemallille

Kuvassa 12 on *vaihemalli vaiheet* sovellus.



Kuva 12. Vaihemallin vaiheet

Painamalla ”uusi” ikkunan oikeasta yläkulmasta aukeaa vaihemallikortti. Katso kuva 13.

Kuva 13. Vaihemallikortti

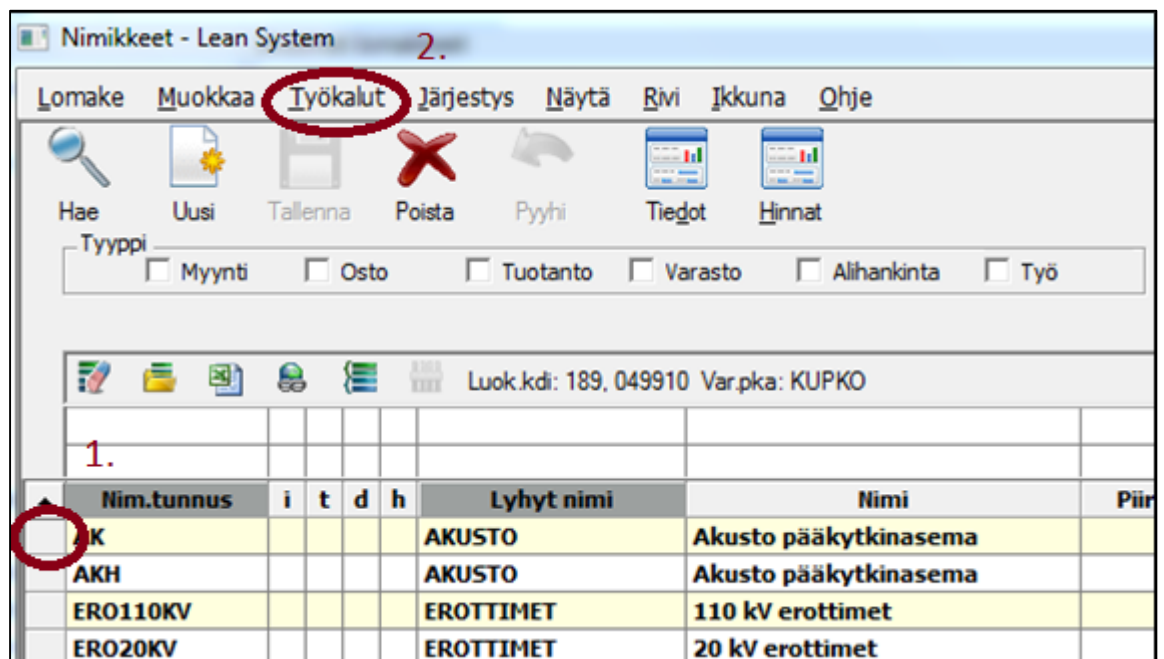
Kortin täyttäminen aloitetaan seuraavalla tavalla:

- ”Tunnus” painetaan ”...” sekä haetaan tarvittava vaihemallin tunnus. Kunnossapidossa käytetään pääosin viittä tunnusta ”1100” (Huolto, mekaaninen) ”1110” (Huolto, sähkö) ”1120” (Korjaus, mekaaninen) ”1130” (Korjaus, sähkö) ”1140” (purku- ja uudisasennustyöt).
- ”Kes.yks.” valitaan ”päivä”.
- ”PBA” ruksi pois.
- ”Ajoitussuunta” on ”eteen”.
- Tallenna kortti.

Nimikkeiden ja huoltonimikkeiden kopiointi

Kun ensimmäinen nimike sekä huoltonimike on tehty, ja jos seuraavat nimikkeet eivät eroa edellisiltä nimikkeistä paljon, voidaan käyttää nimikkeen kopiointia nopeuttaakseen työtä.

Kopioiminen tapahtuu *nimike* sovelluksessa, katso kuva 14.



Kuva 14. Nimikekortti ohje

- 1. Ensin valitaan sopiva nimike, mistä voidaan kopioida tiedot. Painamalla nimikkeen vasemmasta laidasta niin, että rivi muuttuu mustaksi. (Tärkeää on, että kopioidaan huoltonimikkeelle huoltonimike ja tavalliselle nimikkeelle tavallinen nimike).
- 2. Aukaistaan valikko *työkalut*. Valikosta valitaan *kopioi nimike*. Aukeaa "kopioi nimike" ikkuna, katso kuva 15.

Kopioitava nimike PM1 PÄÄMUUNTAJA1

Nimikkeen kopiointi

Nimike Uuden nimikkeen tunnus

Infotekstit Uuden nimikkeen lyhyt nimi PÄÄMUUNTAJA1

Tekstit Uuden nimikkeen nimi1 Päämuuntaja 1

Dokumentit Uuden nimikkeen nimi2

Rak.mallin kopiointi

Rak.malli Uuden rakennemallin tunnus

Infotekstit Uuden rakennemallin versio

Tekstit

Dokumentit

Vaihemallin kopiointi

Vaihemalli Uuden vaihemallin tunnus

Infotekstit Uuden vaihemallin versio

Tekstit

Dokumentit

Kuva 15. Nimikkeen kopiointi

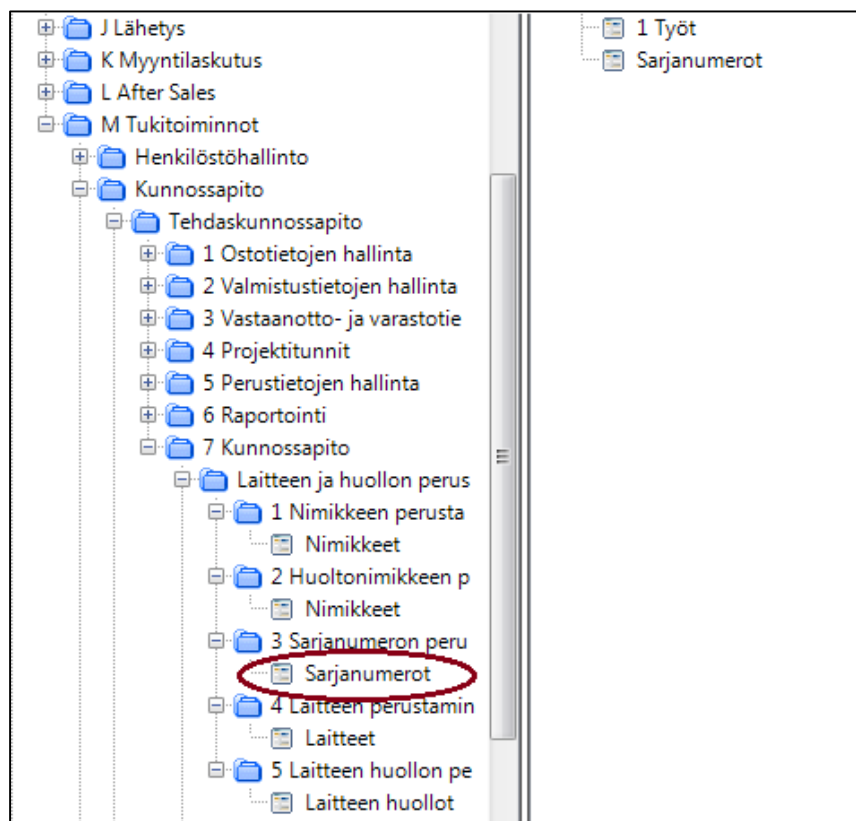
Kopioi nimike kortin täyttäminen tapahtuu seuraavasti:

- 1. ”Uuden nimikkeen tunnus” esimerkiksi PM2, ”Lyhyt nimi” sekä ”nimi 1” kenttään halutun laitteen nimi. ”Lyhyt nimi” kenttään kirjoitetaan nimi isolla, kuten kuvassa.
- 2. Hiirellä painetaan ”Rak.malli” kohdasta. Tämä kopioi rakennemallin uuteen nimikkeeseen.
- 3. Uuden rakennemallin versio kohtaan laitetaan ”00”.
- 4. Hiirellä painetaan ”Vaihemalli” kohdasta. Tämä kopioi vaihemallin uuteen nimikkeeseen.
- 5. Uuden vaihemallin versio kohtaan laitetaan ”00”

- Painetaan lopuksi ok painiketta. Nyt uusi nimike on tehty, voit tarkastella nimikettä *nimike* sovelluksessa. Tuplaklikkaamalla haluttua nimikettä voi halutessaan aukaista kyseisen nimikkeen kortin sekä tehdä yksilöllisiä muutoksia siihen.

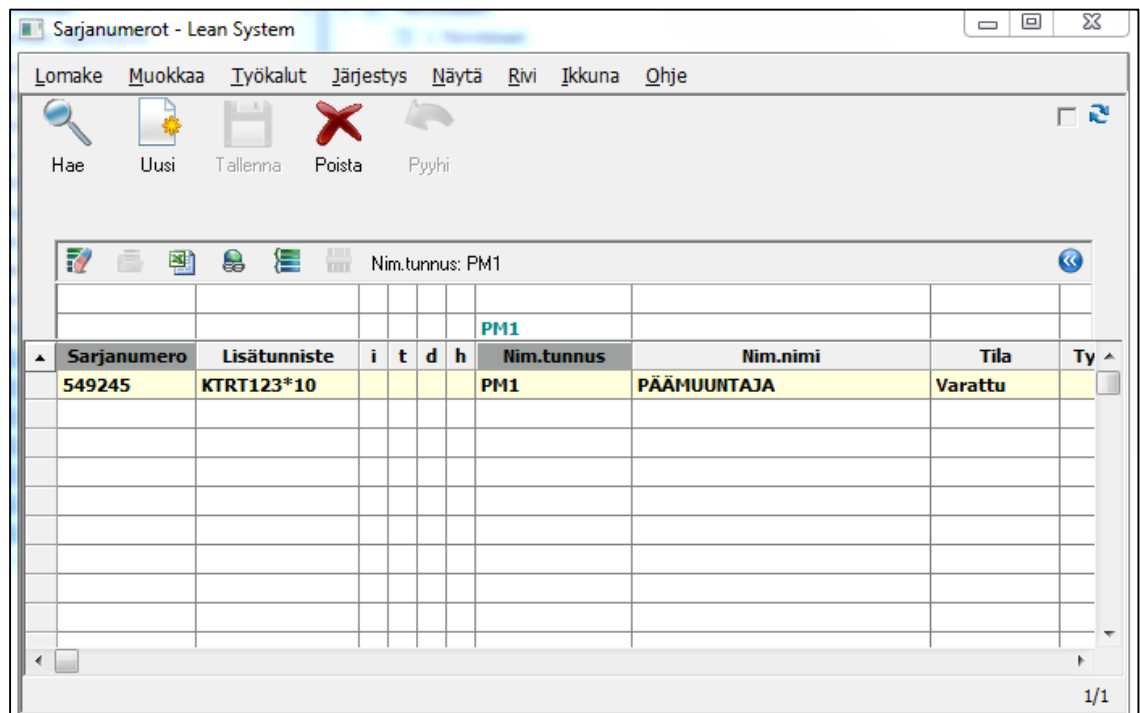
Sarjanumeron luominen

Sarjanumero annetaan laitteelle valitsemalla *sarjanumerot* sovellus sarjanumeron perustamisen kansioista. Katso kuva 16.



Kuva 16. Sarjanumeron perustamisen kansio

Aukaistaan kansion sisällä oleva sovellus *sarjanumerot*, katso kuva 17.



Kuva 17. Sarjanumero sovellus

Painamalla ”uusi” valikon vasemmasta laidasta aloitetaan syöttämään tietoja kenttiin.

- ”Sarjanumero” kirjataan laitteen sarjanumero.
- ”Lisätunniste” kirjataan mahdollinen tunniste laitteelle.
- ”Nim.tunnus” haetaan nimiketunnuksen avulla nimike jolle sarjanumero tulee.
- ”Tila” valitaan ”varattu” tämä tarkoittaa.
- Paina tallenna.

Laitekortin luominen

Kun nimike ja sarjanumero on luotu, voidaan luoda laite. Laitekortin tehtävä on antaa laitteelle yksilöllinen tunnus Leaniin.

Painamalla ”uusi” sovelluksen vasemmasta ylälaidasta aukeaa laitekortti sovellus. Katso kuva 20.

Kuva 20. Laitekortti

Täytetään kortti seuraavasti:

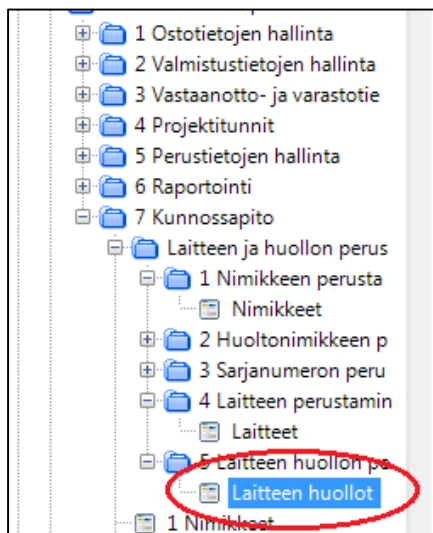
- ”Nim.tunnus” painamalla ”...” oikeasta laidasta aukeaa hakukenttä. Haetaan haluttu nimiketunnus ja painetaan ok.
- ”Sarjanumero” jos sarjanumero on olemassa halutulle nimikkeelle, se tulee automaattisesti näkyviin kenttään. Jos jostain syystä sarjanumero ei tule näkyviin, on se haettava itse tietokannasta painamalla ”...” sekä etsimällä se nimiketunnuksen avulla.

- ”Laitteentyppi” valitaan ”kunnossapito”
- ”Laitteen tila” painetaan ”...” ja valitaan ”käytössä”.
- Paina tallenna.

Huollon luominen.

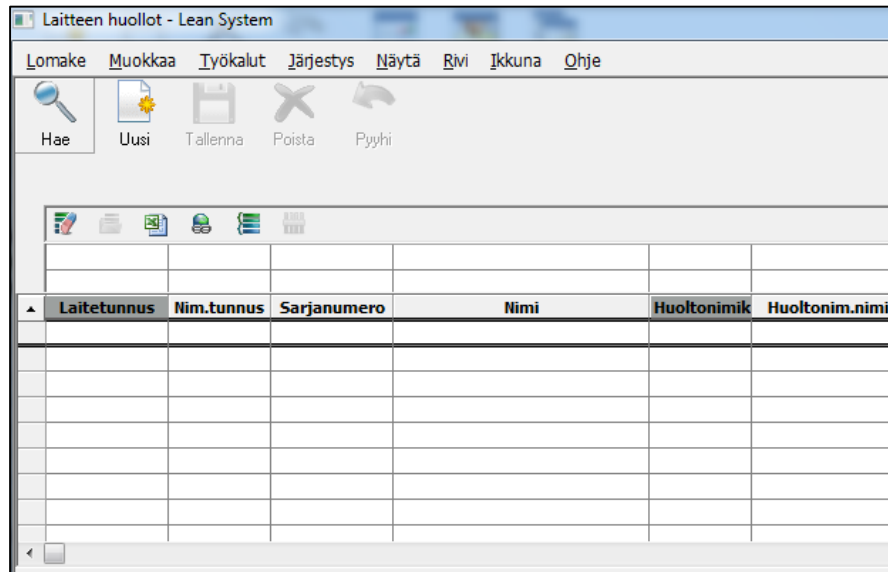
Nyt voidaan aloittaa huolto-ohjelman teko.

Huoltojen luominen alkaa *laitteen huollot* sovelluksessa. Katso kuva 21.



Kuva 21. Laitteen huollot Lean työpöydällä

Aukaistaan *laitteen huollot* sovellus. Katso kuva 22.



Kuva 22. Laitteen huollot

Aloitetaan huolto-ohjelman teko painamalla ”Uusi” valikon vasemmasta ylä laidasta. Täytetään huoltokorttiin liittyvät kohdat seuraavanlaisesti:

- ”Laitetunnus” klikkaamalla ”...” haetaan nimiketunnuksen avulla haluttu laite.
- ”Nimi” huollon nimi.
- ”Huoltonimike” haetaan laitteeseen tarkoitettu huoltonimike painamalla ”...”, huoltonimike.
- ”Huoltoväli” syötetään aikayksikkö.
- ”Huoltovälin aikayksikkö” joko vuosi, kuukausi tai tunti.
- ”Kesto (h)” arvioitu työn kestämisaika.
- ”Tyyppi” määräaikaishuolto, ensihuolto, kalibrointi, muu.
- ”Tila” onko huolto ”aktiivinen” vai ”ei käytössä”.
- ”Vast.alue” valitaan ”OM” (Otanmäki works).
- ”Projekti” valitaan ”KUP”.

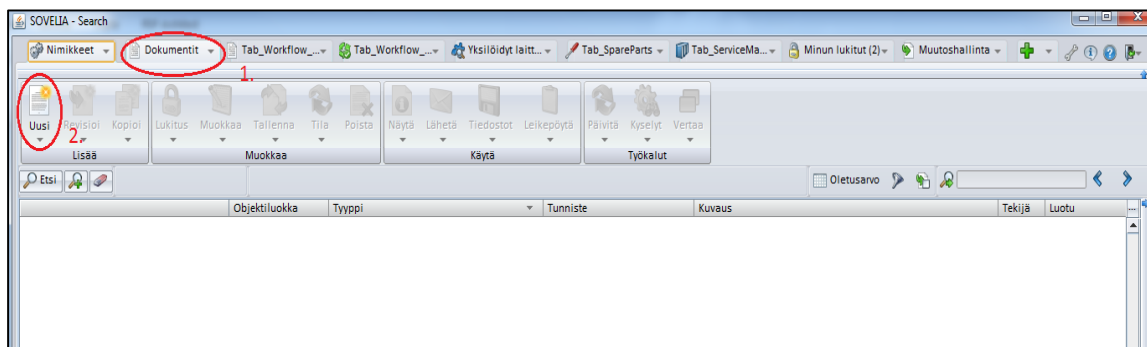
- ”Aktiviteetti” valitaan kunnossapidon ”529150” (sähkö/muuntaja/kytkinasema ja jakelu).
- ”Tehtäväryhmä” valitaan ”KUPI”.
- ”Ens.huolto” tähän kohtaan laitetaan viimeisin kunnossapidon päivämäärä.
- Paina tallenna.

Nyt huolto-ohjelma on tehty, huolto-ohjelma tulee näkyviin *työt* osioon.

Dokumenttien lisääminen

Dokumenttien kuten piirustusten, tarkastuspöytäkirjojen, laitekorttien yms. lisäämisen periaate on seuraava. Tarpeelliset dokumentit on ensin ladattava Soveliaan, mistä ne siirretään URL-linkin avulla Leaniin.

Aukaistaan Sovelia, työpöydän tulisi näyttää, kuten kuvassa 23.

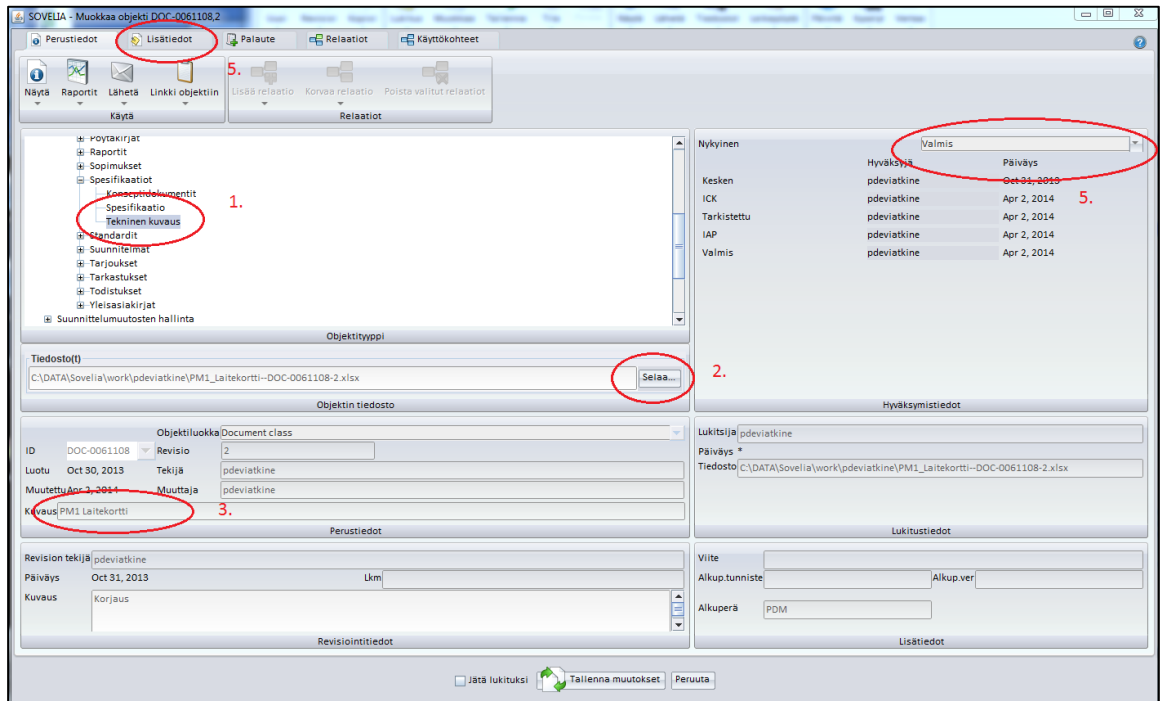


Kuva 23. Sovelian työpöytä

Dokumentit lisätään seuraavalla tavalla:

1. Painetaan yläpalkista *dokumentit* välilehti
2. Painetaan ”uusi”

Aukeaa dokumenttien lisäämisen tarkoitettu sovellus. Katso kuva 24.



Kuva 24. Dokumentit

Dokumenttien lisääminen aloitetaan seuraavasti:

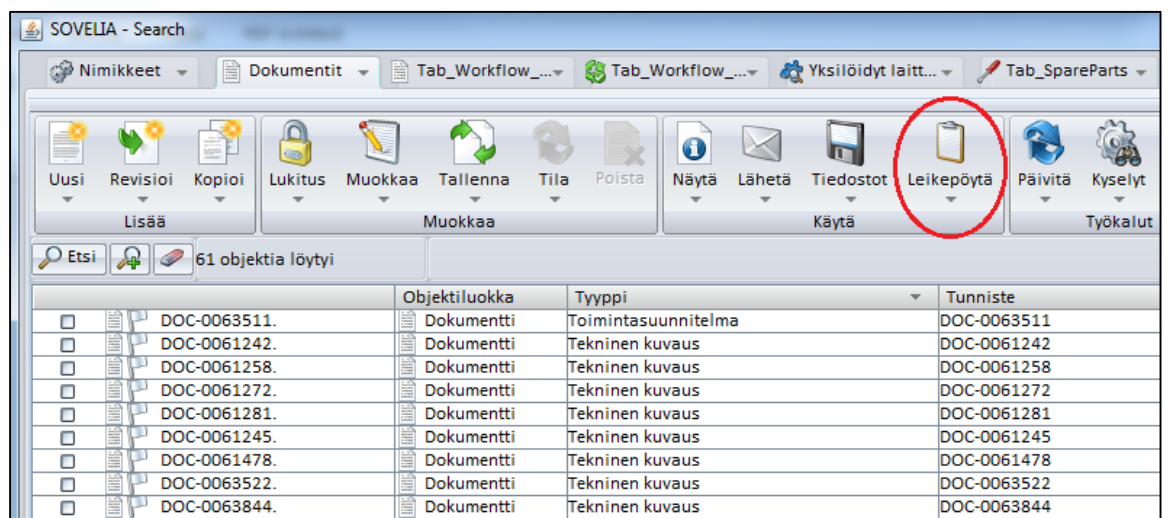
1. Valitaan vetovalikosta dokumentin tyyppi. Esimerkiksi ”tekninen kuvaus”.
2. Painetaan ”Selaa” ja valitaan haluttu dokumentti.
3. ”Kuvaukseen” kirjoitetaan dokumenttia koskeva kuvaus.
4. ”Lisätiedot” täytetään seuraavat kohdat:
 - a. ”Projektin nimi” painamalla ”...” valitaan ”YLEISET”
 - b. ”Lean tunnus” lisätään Leanissa käytettävä nimiketunnus.
 - c. ”Sarjanumero” lisätään tarvittaessa.
 - d. ”Tarkastaja” lisätään dokumentin tarkastaja.

e. ”Approver” lisätään dokumentin hyväksyjä.

5. Edellisten vaiheiden jälkeen valintaruutuun valitaan dokumentin tila ”valmis”.

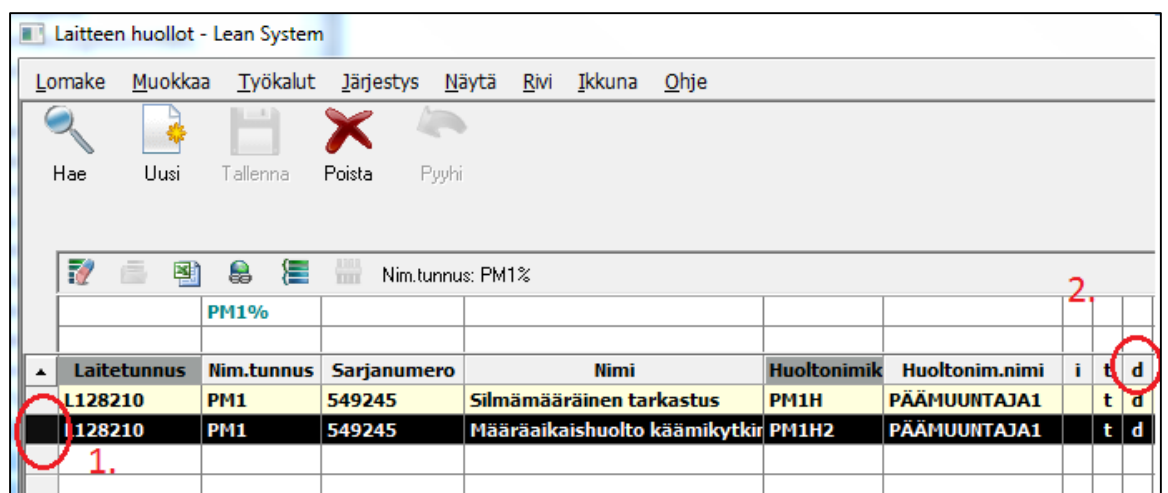
Lopuksi tallennetaan.

Dokumenttien lisääminen Leaniin alkaa valitsemalla haluama dokumentti sekä kopioimalla sen URL linkki. Katso kuva 25.



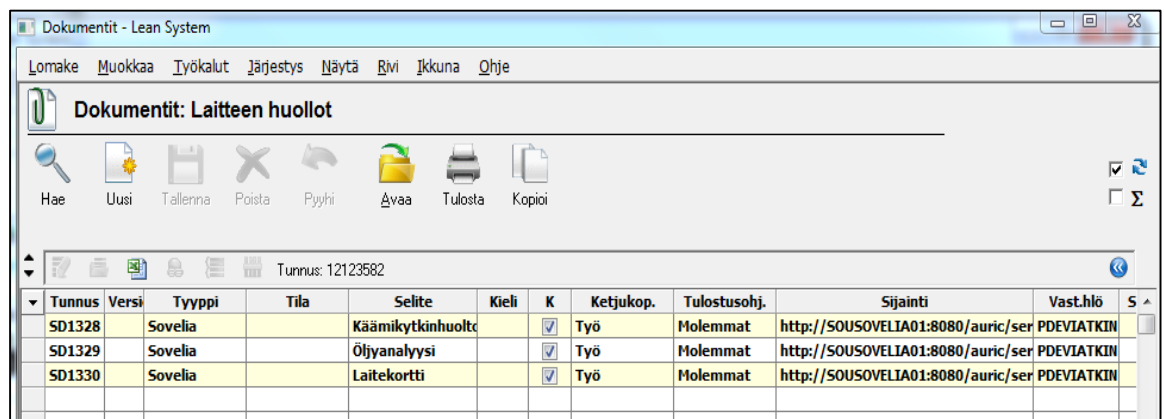
Kuva 25. Leikepöytä

Paina ”leikepöytä” vetovalikkoa, ja valitse ”Kopioi URL-linkki viimeisimpään revisioon”. Tämä jälkeen aukaistaan Leanissa joko *kunnossapito* tai *laite* sovellus. Katso kuva 26.



Kuva 26. Lean huollot

1. Painetaan halutun huollon/laitteen vasemmasta reunasta niin, että rivi muuttuu mustaksi.
2. Tupla klikataan ”d” kirjainta. Aukeaa *dokumentti* sovellus. Katso kuva 27.



Kuva 27. Dokumenttien lisäys

Dokumentti lisätään huollon tai laitekortin yhteyteen painamalla ”Uusi” sekä täytetään seuraavat kohdat:

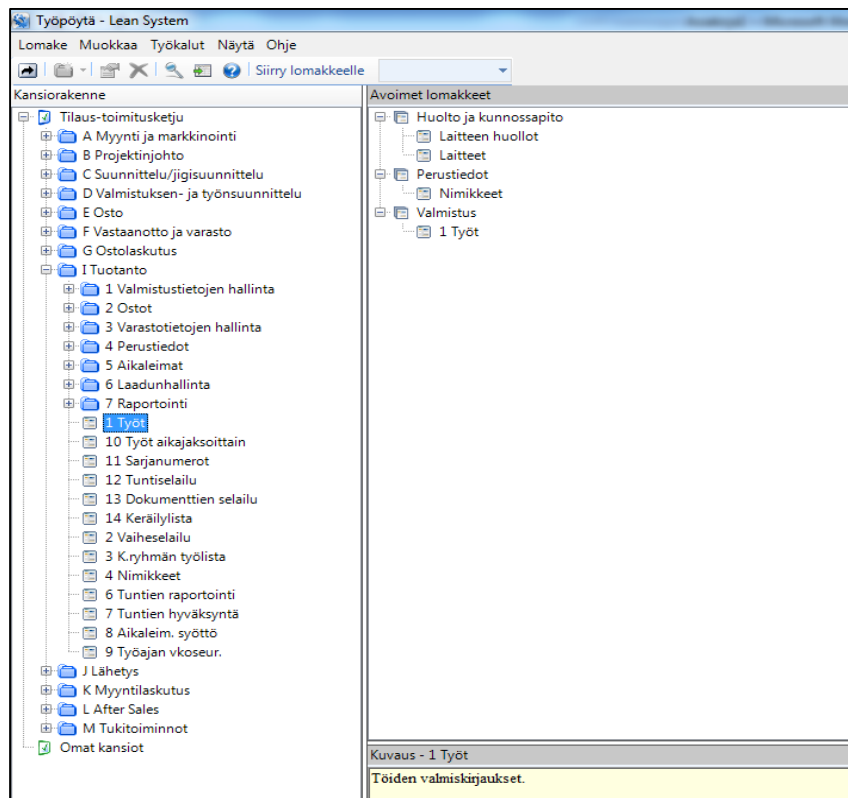
- ”Tyyppi” valitaan ”Sovelia”.
- ”Selite” haluttu tunnistettava nimi.
- ”Ketjukop.” painamalla ”...” valitaan ”Työ”.
- ”Tulostusohj.” valitaan ”Molemmat”.
- ”Sijainti” tänne liitetään URL-osoite Soveliasta, esimerkiksi painamalla Crlt V.
- Paina tallenna.

Nyt dokumentti on onnistuneesti lisätty Leanin.

Töiden tarkastelu

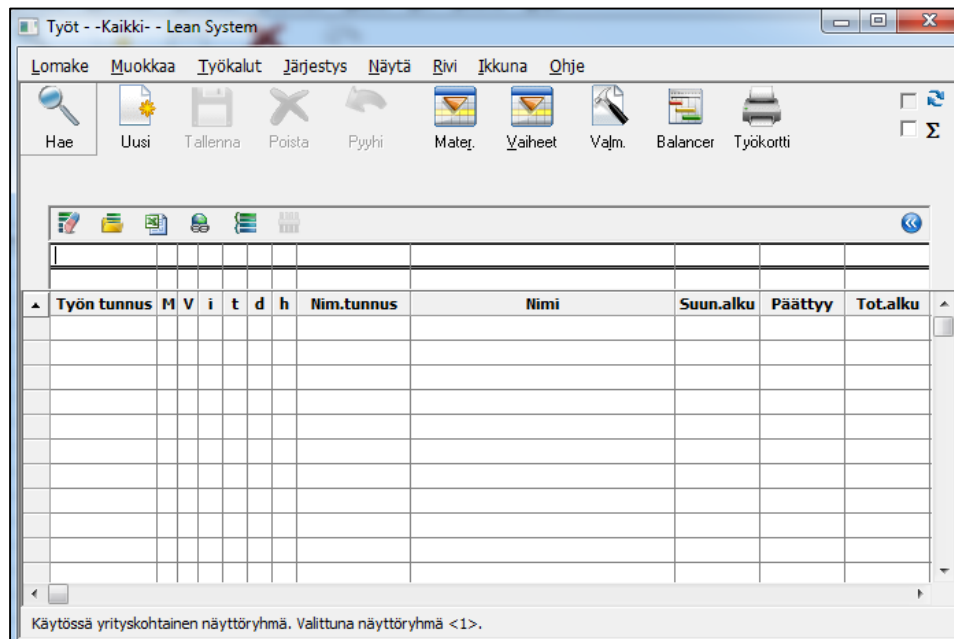
Tässä osiossa on ohjeet, missä tutustutaan kunnossapitotöiden tarkasteluun sekä valmiiden töiden kuittaamiseen.

Töitä voidaan seurata *työt* sovelluksesta. Kuvassa 28 on näytetty missä välilehdessä *työt* sovellus löytyy Lean työpöydältä.



Kuva 28. Lean työpöytä

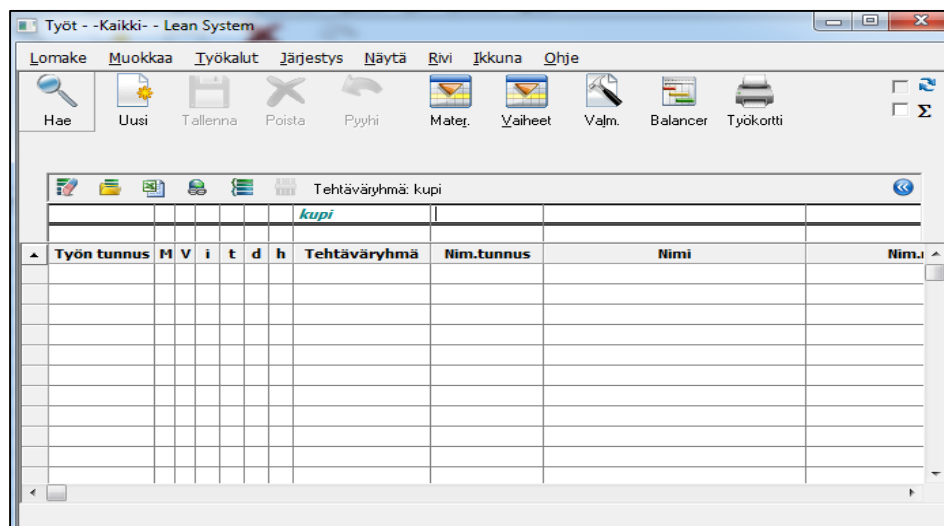
Aukaise *työt* sovellus. Aukeaa ikkuna joka näyttää kuten kuvassa 29.



The screenshot shows a window titled 'Työt - -Kaikki - Lean System'. The menu bar includes 'Lomake', 'Muokkaa', 'Työkalut', 'Järjestys', 'Näytä', 'Rivi', 'Ikkuna', and 'Ohje'. The toolbar contains icons for 'Hae', 'Uusi', 'Tallenna', 'Poista', 'Pyyhi', 'Mater.', 'Vaiheet', 'Valm.', 'Balancer', and 'Työkortti'. Below the toolbar is a search bar with a blue arrow icon. The main area is a table with the following columns: 'Työn tunnus', 'M', 'V', 'i', 't', 'd', 'h', 'Nim.tunnus', 'Nimi', 'Suun.alku', 'Päättyy', and 'Tot.alku'. The table is currently empty. At the bottom of the window, it says 'Käytössä yrityskohtainen näyttöryhmä. Valittuna näyttöryhmä <1>.'

Kuva 29. Työt lomake

Kunnossapidolle tarkoitetut työt saadaan näkyviin seuraavalla tavalla. Paina *Näytä* valikkoa ja valitse vetovalikosta *kunnossapidon työt* valikon ylälaidasta sekä *kunnossapito* valikon alalaidasta. Kun nämä on tehty, työt ikkuna pitäisi näyttää kuten kuvassa 30.



The screenshot shows the same 'Työt' application window. The search bar now contains the text 'Tehtäväryhmä: kupi'. The table header is updated to include 'Tehtäväryhmä' and 'Nim.' columns. The first row of the table contains the text 'kupi' in the 'Tehtäväryhmä' column. The rest of the table is empty.

Kuva 30. Työt lomake

Kirjoita *tehtäväryhmän* kohdalle ”kupi” näkymän pitäisi olla kuten kuvassa 30. Paina enter kaikki kunnossapitoon merkatut työt tulevat näkyviin kuten kuvassa 31.

Työn tunnus	M	V	i	t	d	h	Tehtäväryhmä	Nim.tunnus	Nimi	Nim.nimi (pitkä)	Suun.alku	Päättyy	Tot.alku	Tot.loppu	Tila
135000625	+	+		t			KUPI	PALH2	Vuosihuolto	Paloilmaisimet	10.12.13	11.12.13	10.12.13		Suunniteltu
135000627	+	+		t			KUPI	PALH	Kuukausittais toiminnan testaus	Paloilmaisimet	27.12.13	27.12.13			Suunniteltu
135000641	+	+		t			KUPI	SPRH	Kuukausittain koekäyttö/toiminn	Sprinkleri	27.12.13	27.12.13			Suunniteltu
135000538	+	+					KUPI	HIRO 011H	Keskipalkki hitsausautomaatti	Jucat 1343-9220	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000622	+	+					KUPI	JÄÄH 001H	Määräaikaistarkastus 1kk	Jäähdytynyksikkö TAE Evo 020	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000623	+	+					KUPI	IMKU 001H	Määräaikaishuolto 1kk	Induktiokuumennin MFG-10	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000624	+	+					KUPI	HYKO 001H	Määräaikaishuolto 1kk	Hydraulikoneikko ENERPAC ZE6420S	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000614	+	+					KUPI	PYLA074H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat 1500 pyörityslaite veto	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000615	+	+					KUPI	PYLA075H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat 1500 pyörityslaite	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000616	+	+					KUPI	PYLA076H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat keskipalkkijigi	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu
135000617	+	+					KUPI	PYLA 077H	Määräaikaishuolto 1kk	Jucat 1500 pyörityslaite vapaa	06.01.14	06.01.14			Suunniteltu

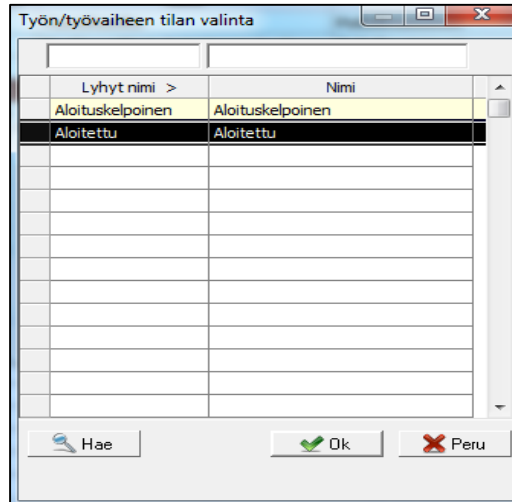
Kuva 31. Työt sovellus

Ennen työn kirjaamista tehdyksi, työ pitää kirjata ”aloitetuksi” työksi. Tämä olisi tärkeää tehdä ennen työn suorittamista, mutta voidaan myös toteuttaa työn suorittamisen jälkeen.

Työt voidaan kirjata ”aloitetuksi” seuraavalla tavalla. Valitaan haluttu työ painamalla työn vasemmasta laidasta niin, että rivi muuttuu mustaksi. Tämän jälkeen *työkalut* vetovalikosta valitaan *päivitä valittujen tilat*. Aukeaa kuva 32 mukainen valikko.

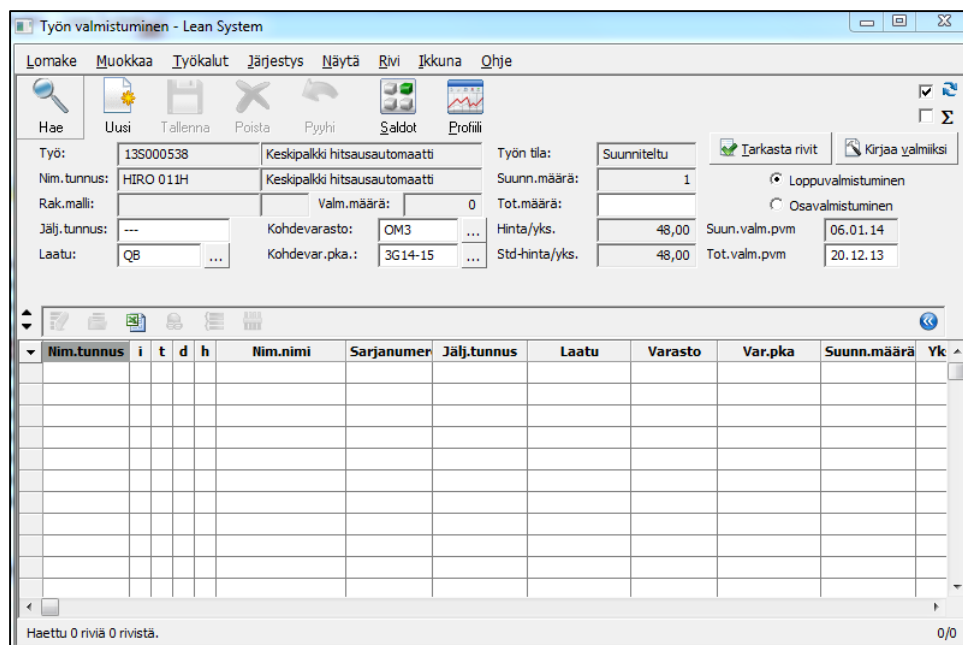
Kuva 32. Työn tilan vaihto

Painamalla ”...” kohdasta aukeaa valintavalikko, joka näkyy kuvassa 33. Valitse työn tilaksi *aloitettu* ja paina *ok*.



Kuva 33. Työn/työvaiheiden tilan valinta

Nyt voidaan työ kuitata valmiiksi. Valitse *Valm.*, joka näkyy kuvassa 31. Aukeaa ”työn valmistumisen” kortti. Katso kuva 34.



Kuva 34. Työn valmistuminen lomake

Kuittaa työ laittamalla *Tot.määrä* kohtaan ”1” ja paina painiketta *Kirjaa valmiiksi*. Työt on nyt kuitattu pois työlistalta.