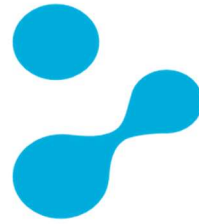




samk



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences



KATARIINA MANKINEN

Kunnossapidon laiterekisterin päivittäminen toiminnanohjausjärjestelmään

KONETEKNIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2021

Tekijä(t) Sukunimi, Etunimi Mankinen, Katariina	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä Elokuu 2021
	Sivumäärä 90	Julkaisun kieli suomi
Julkaisun nimi Kunnossapidon laiterekisterin päivittäminen toiminnanohjausjärjestelmään		
Tutkinto-ohjelma Konetekniikka		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä päivitettiin Sampo Rosenlewin käytössä olevaan toiminnanohjausjärjestelmään kunnossapidon laiterekisteri. Toiminnanohjausjärjestelmä on hyödyllinen yhtiölle sekä sen työntekijöille, järjestelmän päivitys on perusteltua yhtiön tuottavuudenkin kannalta. Toiminnanohjausjärjestelmään päivitettiin ohutlevy –osaston nykyinen laitekanta. Laitteille lisättiin konekohtaisia tietoja ja huoltosuunnitelma.</p> <p>Lisäksi ohutlevy –osaston koneille suoritettiin kriittisyysanalyysi PSK 6800 standardia käyttäen. Kriittisyysanalyysin pohjalta kerättiin tietoa kunnonvalvonnan ja sen menetelmien suuntaamiseksi ja kehittämiseksi. Työssä syvennytään kriittisyysanalyysin sisältöön ja suorittamiseen sekä eri kunnonvalvonnan menetelmiin.</p> <p>Tavoitteena oli parantaa toiminnanohjausjärjestelmän käytettävyyttä lisäämällä järjestelmään käyttäjien toivomia päivityksiä, sekä suunnata ja kehittää kunnonvalvontaa ohutlevy –osaston koneiden osalta.</p> <p>Toiminnanohjausjärjestelmää päivitettiin yhtiön henkilökunnan kanssa käytyjen keskustelujen pohjalta heidän toiveiden mukaisesti. Toiminnanohjausjärjestelmän käytettävyyks tuli paremmaksi. Toiminnanohjausjärjestelmän käytön tukemiseksi tehtiin myös kvaaliliset ohjeet. Tehdyt päivitykset osoittivat, että yksinkertaiset ja tarkkaan harkitut muokkaukset tukevat ohjelman käytettävyyttä ja tekevät siitä mieluisan käyttää. Tehdyillä kriittisyysanalyysillä varmistuttiin kunnonvalvonnan menetelmien ja suuntaamisen olevan riittävää.</p>		
<p>Asiasanat ERP, toiminnanohjausjärjestelmä, kriittisyysanalyysi</p>		

Author(s) Mankinen, Katariina	Type of Publication Bachelor's thesis	Date August 2021
	Number of pages 90	Language of publication: Finnish
Title of publication Update of the device register for the maintenance in an enterprise resource planning		
Degree program Mechanical Engineering		
<p data-bbox="312 656 424 678">Abstract</p> <p data-bbox="312 723 1453 936">In the thesis, device register for the maintenance was updated to the enterprise resource planning system (ERP) used by Sampo Rosenlew. The ERP system is useful for the company and its employees, and updating the system, is also justified in terms of the company's productivity. The current equipment base of the sheet metal department was, updated to the ERP system. Machine-specific information and a maintenance plan were, added to the equipment.</p> <p data-bbox="312 981 1453 1160">In addition, the machines in the sheet metal department were, subjected to criticality analysis using the PSK 6800 standard. Based on the criticality analysis, information was collected to guide and develop condition monitoring and its methods. The work delves into the content and performance of criticality analysis as well as various condition monitoring methods.</p> <p data-bbox="312 1205 1453 1305">The aim was to improve the usability oh the ERP system by adding updates requested by users to the system, and to direct and develop condition monitoring for the machines in the sheet metal department.</p> <p data-bbox="312 1350 1453 1563">The ERP system was, updated based on the discussions with the company's staff in accordance with their wishes. The usability of the ERP system became better. Pictorial instructions, were also made to support the use of the ERP system. The updates made showed that simple and carefully considered modifications support the usability of the program and make it enjoyable to use. The criticality analysis performed that the methods and orientation of condition monitoring were adequate.</p>		
<p data-bbox="312 1709 456 1731"><u>Key words</u></p> <p data-bbox="312 1742 1007 1765">ERP, enterprise resource planning, criticality analysis</p>		

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	10
1.1 Työn toimeksiantaja.....	11
1.2 Kohde.....	11
1.3 Yhtiön huolto- ja kunnossapito.....	12
1.4 Huoltosuunnitelma.....	14
2 TEORIA.....	17
2.1 Kunnossapito.....	18
2.1.1 Kunnossapidon lajit.....	20
2.1.2 Kunnonvalvonta ja kunnonvalvonnan menetelmät.....	24
2.2 Kriittisyysanalyysi.....	31
2.2.1 Tuotannon menetyksen painoarvon määrittäminen	33
2.2.2 Ympäristö ja henkilön turvallisuus.....	36
2.2.3 Turvallisuusriski henkilölle.....	37
2.2.4 Ympäristöriski.....	38
2.2.5 Tuotantovaikutukset.....	40
2.2.6 Laatumuutokset.....	40
2.2.7 Korjaus- tai seurauskustannukset.....	41
2.3 Toiminnanohjausjärjestelmä.....	41
2.3.1 Toiminnanohjausjärjestelmä huollon ja kunnossapidon näkökulmasta	42
2.4 IFS.....	44
3 TOTEUTUSVAIHE.....	46
3.1 Kriittisyysanalyysin suorittaminen.....	46
3.2 Tulosten hyödyntäminen kunnonvalvonnan suuntaamisessa ja kehittämisessä.....	49
3.3 Kunnonvalvonnan menetelmien hyödyntäminen.....	49
3.4 Laitteet vuosihuoltoineen IFS-ohjelmaan.....	50
4 LOPUKSI.....	54
4.1 Opinnäytetyön lopputulos.....	55

LÄHTEET

LIITTEET

Liite 1 PSK 6800 Kriittisyyden laskentataulukko

Liite 2 IFS laitenavigaattorin käyttö, peruslaitteen lisääminen ja EH (ennakkohuollon)- lisääminen sekä EH (ennakkohuollon) –yhteenvedon tarkastelu.

Kuvat

Kuva 1 ”Kunnossapidon jako” s. 17

Kuva 2 Kunnossapitolajit standardin PSK 7501 mukaisesti s. 21

Kuva 3 Kunnonvalvonnan optimointi PSK 5709 mukaisesti s. 25

Kuva 4 ”Kunnonvalvontatoiminnan jako elementteihin” s. 26

Kuva 5 Tuotannon vaikutuskertoimet PSK 6800 s. 33

Kuva 6 Laitetason kriittisyyden tekijät PSK 6800 s. 36

Kuva 7 Esimerkki laitepaikkahierarkiasta soveltuvien osien s. 43

Kuva 8 IFS ERP-systeemiin kuuluvia moduuleja s. 45

Kuva 9 Kriittisyysanalyysin tulokset s. 48

Kuva 10 Uuden laitteen tietojen lisääminen IFS- ohjelmistossa s. 51

Kuva 11 IFS-ohjelmiston ”Peruslaite” –valikon osa s. 52

Taulukot

Taulukko 1 Turvallisuusriski henkilölle s. 37

Taulukko 2 Turvallisuusriski ympäristölle s. 39

Kuviot

Kuvio 1 Suunniteltu kunnossapito PSK 6201 mukaisesti s. 22

Kuvio 2 Häiriökorjaus PSK 6201 mukaisesti s. 23

SYMBOLI- JA LYHENNELUETTELO

CRM= Customer Relationship Management, asiakkuudenhallinta -ohjelmisto. Yksi IFS ERP-ohjelmistoon liitettävistä ominaisuuksista.

Datamigraatio= Tietokonejärjestelmäuudistuksessa suoritettava toimenpide, jossa vanhan järjestelmän tiedot tuodaan uuteen järjestelmään.

ERP= enterprise resource planning, toiminnanohjausjärjestelmä ks. toiminnanohjausjärjestelmä

Huolto= Ennakoivia toimia, vikojen etsimistä ja niiden korjaamista.

IFS= ERP ohjelmiston valmistaja

Implementointi= käyttöönotto, (käytännön) toteutusta

Integraatit= Erilaisilla tekniikoilla toteutettujen alustojen, ohjelmien tai järjestelmien liittämistä toisiinsa, niin että ne toimivat yhteen.

ISO 9001= Kansainvälinen laadunhallinnan standardi.

IVY-maa= Itsenäisten valtioiden yhteisö, johon kuuluvat: Armenia, Azerbaizan, Kazakstan, Kirgisia, Moldova, Tadzikistan, Uzbekistan, Valko-Venäjä ja Venäjä.

Jigi= Kappaleen kiinnitysalusta tuotankoneella työstää varten

Järjestelmä= Viitataan toiminnanohjausjärjestelmään, jollei muu käyttötarkoitus sanalle ole ilmeistä.

Hierarkiapuu= Toiminnanohjausjärjestelmän runko, hakemiston runko, jossa laitepaikat tai laitekortit kootaan ryhmiin.

Huoltosuunnitelma= Suunnitelma huoltojen suorittamiseksi, mitä tehdään ja milloin sekä kenen toimesta.

Kompressori= Laite, joka lisää kaasun tai höyryn painetta sen tilavuuden pienentämisellä.

Konekanta= Käytävissä olevat koneet.

Kunnossapito= Tuotannon koneiden, laitteiden ja tuotantokiinteistöjen toimintakunnon ylläpitoon liittyvä yleinen termi.

Kriittisyysanalyysi= Tuotannon koneet määritellään kriittisyyden mukaiseen järjestykseen, tehdyn analyysin pohjalta. PSK 6800 käsittelee kriittisyysanalyysia.

Laatujärjestelmä= Käsite, joka kuvaa yhtiöiden ja organisaatioiden laatutoiminnan kokonaisuutta.

Laser-leikkuri= Leikkuri, joka leikkaa tai kaivertaa materiaalia voimakkaalla laser säteellä.

Leikkuupuimuri= Kone, jota käytetään viljan keruuseen, erottamalla jyvät oljista ja ruumenista.

Metsäkone= Tai metsätyökoneita ovat kaatokone ja ajokone, joita käytetään puun korjuussa. Kaatokoneita käytetään puunkorjuussa kaatamaan, karsimaan ja katkomaan puu. Ajokoneella kerätään käsitellyt puut ja ne viedään tien viereen eteenpäin toimitettaviksi.

OTF, Operate To Failure= Tarkoittaa samaa, kun RTF, Run To Failure. Katso luettelon kohta RTF.

Pistehitsauskone= Kone, jolla vastushitsausmenetelmää käyttäen ohutlevyt liitetään toisiinsa.

Ponnahdusikkuna= Aukeava (valikko)ikkuna ohjelmistossa.

PSK= Prosessiteollisuuden Standardoimiskeskus, kansallisen tason standardi, kehyksenä käytetään eurooppalaisia ja kansainvälisiä standardeja

RTF, Run To Failure= Kone ei ole ehkäisevän kunnossapidon piirissä. Jos kone rikkoutuu, se korjataan tai korvataan. Menetelmää käytetään hankinta hinnaltaan edullisten koneiden kanssa, ja jos vikaantuminen ei aiheuta muulle tuotannolle tehottomuutta.

Vikaantuminen= Laitteelta vaadittu toiminta päättyy tai toimintamahdollisuus on estynyt.

Toiminnanohjausjärjestelmä= Yrityksen tietojärjestelmä, jossa on eri toimintoja integroituna, esimerkiksi tuotanto, jakelu, laskutus ja kirjanpito.

Tuotanto= Hyödykkeiden tuottamista kulutukseen tai kuluttajille.

Tyypikilpi= Laitekohtainen tunnistelaatta, jossa on vähintään valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400 määrittämät merkinnät. Merkintöjen on oltava laitteessa näkyvästi, selvästi ja pysyvästi.

Projektinhallinta= Resurssien organisointia ja hallintaa niin että projekti saatetaan loppuun aiotun mukaisesti.

Prosessikehitys= Yhteisesti toisiinsa liittyvät liiketoiminnan ja siihen välittömästi liittyvien tukifunktioiden parantamista laadullisesti sekä ajallisesti.

Pääkäyttäjäpalvelut= Palvelu josta esim CAD (Computer Aid Design)-ohjelmien käyttäjät löytävät ohjeet ja perehdytyksen. Palvelulla vältetään jatkuvat tukikysymykset.

Sampo Rosenlew Oy= Keskisuuri teollisuusyritys, joka valmistaa leikkuupuimureita ja metsäkoneita. Työn tilaaja ja työssä mainittu yhtiö.

Särmäyspuristin= Ohutlevyn taivuttamiseen tarkoitettu laite.

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoitus on päivittää Sampo Rosenlew Oy:n käyttämän toiminnanohjausjärjestelmän laiterekisteri kattamaan yhtiön nykyisen laitekannan, yhtiön tarpeiden mukaisesti. Nykyaikaiset yritykset käyttävät toiminnanohjausjärjestelmää parantaakseen yrityksen kannattavuutta ja tuottavuutta. Toiminnanohjausjärjestelmän sisältöä tulee päivittää säännöllisesti yrityksen kehityksen ja tarpeiden mukaisesti, jotta yrityksellä olisi kaikki mahdollisuudet kasvaa ja kehittyä. Toiminnanohjausjärjestelmän toimivuus sekä käytettävyys parantavat myös henkilöstön työssä viihtymistä sekä jaksamista.

Laiterekisterikannan selvittäminen toteutetaan yhtiön henkilökunnan avustuksella. Henkilökuntaa haastatellaan ja heidän kanssaan käydään keskusteluja, joilla selvitetään tarvittavat päivitykset toiminnanohjausjärjestelmään sekä eri laitteiden huoltotarpeet. Tarkoituksena on helpottaa laitekohtaisten tietojen ja huoltojen löytymistä sekä seuranta ja tuoda ne kaikki samaan paikkaan helposti saatavaksi ja seurattavaksi. Kappaleet, joissa yhtiön käytäntöjä käsitellään, on kirjoitettu yhtiön metsäkone- ja pui-murituotantolinjojen esimiesten antamien vastauksien pohjalta.

Tarkoituksena on lisätä laitteille vuosihuoltosuunnitelma, laitteen sarjanumero, vuosimalli, sijainti ja huoltopyynnöt sekä -raportit. Tarkoituksena on toteuttaa yhtiön edustajien kanssa kriittisyysanalyysi ja hyödyntää saatuja tuloksia laitteiden huoltojen seurantaan ja toteuttamiseen kunnonvalvonnan menetelmiä käyttäen. Käsiteltäviä koneita ovat esimerkiksi laser-leikkurit, särmäyspuristimet ja paineilmalaitteet (kompressorit).

Yhtiön tiloissa on lukuisia erilaisia koneita, kaikkien koneiden tuonti laiterekisteriin ei ole tarkoituksenmukaista, johtuen laitteiden suuresta lukumäärästä. Hankinta hinnaltaan edullisimpien laitteiden tuonti toiminnanohjausjärjestelmään ei tuo taloudellista hyötyä ja saattaa viedä huomiota kalliimmilta laitteilta sekä tehdä ohjelman käytöstä

epäselvää RTF- mallin mukaisesti. RTF, Run to Failure- mallia käsitellään luvussa 2.1.1 Kunnossapidon lajit.

1.1 Työn toimeksiantaja

Sampo-Rosenlew Oy on toiminut Porissa samalla paikalla yli 150 vuotta. Perheyritys Oy W. Rosenlew Ab perustettiin 1853. Sampo Rosenlew Oy aloitti toimintansa 1991. Yhtiön tuotteita ovat korkealaatuiset leikkuupuimurit ja metsäkoneet. Leikkuupuimureiden valmistus on aloitettu vuonna 1957. Metsäkoneiden tuotanto on aloitettu 1990-luvun lopulla.

Yhtiö panostaa tuotekehitykseen ja tarjoaa kehittyvien maiden tarpeisiin sopivia konsepteja. Sampo Rosenlew Oy:n keskeisimmät markkina-alueet ovat Pohjoismaat, Eurooppa, Pohjois-Afrikka ja IVY-maat. Vientiin menevien tuotteiden osuus on 90% tuotannosta.

Porin tehtaalla valmiiksi koottujen puimurien lisäksi puimureita kootaan muissakin maissa. Suomessa valmistettu ja koottu puintikoneisto täydennetään valmiiksi puimuriksi kokoonpano tehtaissa, joita sijaitsee Pohjois-Afrikassa, Uzbekistanissa ja Azerbaidžanissa. Sampo Rosenlew Oy:n palveluksessa on Porissa noin 250 työntekijää. Työntekijöitä on tuotanto, -tuotekehitys- ja palvelutehtävissä. (Sampo- Rosenlew, 2021.)

1.2 Kohde

Opinnäytetyön kohteena on päivittää IFS -toiminnanohjausjärjestelmään nykyinen ohutlevyosaston konekanta yhtiön tarpeiden mukaisesti. Toiminnanohjausjärjestelmään tehdään konekohtaisia päivityksiä koneiden tietoihin. Tehtäviä päivityksiä ovat koneiden vuosihuollot sekä koneiden tunnistetiedot ja käyttöhistorian lisääminen.

Yrityksessä suoritettiin kriittisyysanalyysi ohutlevy-osaston koneille, jolla saatiin tärkeää tietoa kohteista ja niiden kunnonvalvonnasta. Eniten valvottavaksi kohteeksi valikoitui ohutlevy-osaston laser-leikkurit ja särmäyskoneet. Vikaantuessaan koneet aiheuttavat tuotannolle viivästystä ja katkoksia. Tuotantoa ei voi aloittaa ilman ohutlevy-osaston koneita, se on suurin yksittäinen syy koneiden valikoitumiseksi kriittisyysanalyysiin ja IFS –ohjelmaan tehtävien päivityksien kohteeksi. Koneet ovat hankintahinnaltaan kalliita, niiden huoltoihin ja kunnonvalvontaan kiinnitetään huomiota myös taloudellisista syistä. Myös kompressorien huoltoihin kiinnitetään huomiota ja niille tehdään päivityksiä IFS -ohjelmistoon. Ilman kompressorien moitteetonta toimintaa eivät tehtaassa muut koneet voi toimia kunnollisesti.

Tehtaassa muiden osastojen koneet rajattiin pois selkeyden ja toteutettavuuden vuoksi sekä tulevien tehtaassa linjastojen muutoksien vuoksi. Oli selkeintä suorittaa tarvittavat päivitykset ensin yhden osaston kohdalla kunnolla ja seurata päivityksien toimivuutta ja optimoida ne vastaamaan osaston tarvetta. Päivityksien osoittaututtua toimiviksi ovat päivitykset helposti tuotavissa muillekin osastoille, varsinkin kun linjastot ovat saaneet tarvittavat päivitykset, joilla tuotantoa jatketaan. Monien osastojen yhtäaikaisten päivittäminen on laaja operaatio, jossa on huomioitava osastokohtaiset piirteet ja tarpeet. Päivityksien toimivuutta on helpompi seurata, kun ne tehdään osasto kerrallaan ja optimoidaan osastoittain toimiviksi.

Päivityksien ulkopuolelle jäivät esimerkiksi hitsaussolujen isot jiggit, pistehitsauskoneet (erityisesti jäähdytyslaite ja kiertopumppu), maalaamon radat, uunit, altaat ja pumput, jätevedenkäsittelylaitos, polttoainevaraston pumput ja koekäyttötilan laitteet.

1.3 Yhtiön huolto- ja kunnossapito

Nykyinen huolto- ja kunnossapito suoritetaan yhtiössä ulkopuolisen urakoitsijan tai oman kunnossapitohenkilöstön toimesta kohteesta riippuen. Suunnitelmallista kunnossapitoa yhtiössä on haastateltujen esimiesten mukaan liian vähän. Suunnitellun

kunnossapidon piiriin kuuluu ohutlevyosaston koneet, kaikki nosturit ja lakisääteiset huollot. Yhtiön kunnossapito-osastolla työskentelee kolme henkilöä päivävuorossa, tehtaan normaalin työajan mukaisesti. Kunnossapitohenkilöiden vastuualueet määräytyvät henkilöiden pätevyyksien mukaan, jotka ovat: sähkö, putki ja mekaaninen. Ulkopuolisten urakoitsijoiden sopimukset kattavat tiettyjen laitteiden vuosihuollot sekä konsultoinnin. Yhtiön työntekijöistä laser -leikkurien käyttäjät tekevät käyttämilleen koneille määräaikaista siivous- ja rasvaustyöt sekä ritilöiden vaihdot. Särmäyskoneen käyttäjät eivät tee huoltoja käyttämilleen koneille. Kunnossapidon halutaan mahdollistavan koneiden tehokkaan käytön ja toiminnan tehokkuuden sekä toimintakyvyn ylläpidon.

Tavoitteena on lisätä ennalta suunniteltua kunnossapitoa taloteknisiin laitteisiin, tuotannon työkaluihin ja –jäteihin. Kunnossapito on yleisesti yksi yhtiöiden suurimmista menoeristä pääoma- ja raaka-ainekustannusten jälkeen. Samalla se on yksi suurimmista kontrolloimattomista maksueristä yrityksissä. (Kunnossapito. 2006. s.20.)

Toimenpiteet tavoitteen saavuttamiseksi, tuotannon seuraavan isomman layout projektin (linjaprojektin) jälkeen tehdas saavuttaa pidempi aikaisen muotonsa, jonka jälkeen huollon suunnitelmallisuudelle käynnistetään oma projekti yhtiössä. Kunnossapidon ja huollon organisointia voi suorittaa keskitettynä, hajautettuna, omana tulosityksikkönä, alihankintana, käynnissäpitona tai näiden erilaisilla yhdistelmillä. Yrityksissä on omat toimintamallit, joihin vaikuttavat: yrityksen koko, tuotantotapa, valittu kunnossapitostrategia, yhtiön sijainti, alihankinnan saatavuus ja henkilöstöpolitiikka. (Aalto, 1994 s. 62.) Kunnossapito niveltyy kokoa ajan enemmän yhtiön muihin toimintoihin, se ei enää vain reagoi vaan myös vaikuttaa yhtiön koko toiminnan kannattavuuteen. (Kunnossapito. 2006. s. 9.)

Mittaaminen ja seuranta yhtiössä ei ole suunnitelmallista, prosessista saadun palautteen pohjalta korjataan tarvittaessa toimintatapoja. Kunnossapidon näkökulmasta tuotannon tehokkuutta voi mitata toteutuneen tuotannon määrällä. Toteutuneeseen tuotantoon vaikuttaa tekninen suorituskyky, käyttövarmuus ja käytön tehokkuus. (Kunnossapito. 2006. s. 31.)

Yhtiössä kunnossapidettävyys on huomioitu koneiden sijoittelussa, jolla taataan hyvä luoksepäästävyys. Kunnossapidettävyys sisältää PSK 6201 mukaisesti: kunnossapidettävyyden todentamisen, luokse päästävyuden, vaihdettavuuden, testattavuuden, itsediagnostiikan, huollettavuuden sekä vian paikannettavuuden. (Kunnossapito. 2006. s. 33.)

Ympäristö on huomioitu monin eri tavoin yhtiön huolto- ja kunnossapito-ohjelmassa. Ympäristön kuormitusta seurataan tarkasti esimerkiksi raportoimalla ELY-viranomaiselle (elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus) prosessin tuottamat raskasmetallit ja muut päästöt. Yhtiö on investoinut paljon ympäristötavoitteisiin pääsemiseksi, esimerkiksi hankkimalla sinkin erotuslaitteen esikäsittelystä tuleville huuhteluvesille. Vaarallisten jätteiden osalta suoritetaan tarkkaa kierrätystä, seuranta ja raportointia viranomaisille. Seuraavalla tilikaudella tullaan tehtaan jätejärjestely päivittämään kokonaisuudessaan, jotta kierrättämättömän sekajätteen määrä saadaan alemmalle tasolle.

1.4 Huoltosuunnitelma

Menestyvän ja kilpailukykyisen yhtiön toiminnan edellytyksenä on toimiva ja ajantasainen huoltosuunnitelma käytettävillä koneilla. Ajantasainen huoltosuunnitelma tarjoaa helposti löydettävässä ja ymmärrettävässä muodossa konekohtaiset määräaikaishuollot, tarkastukset ja mittaukset. Sekä milloin huolto on viimeksi tehty ja milloin huolto tehdään seuraavan kerran. Nykyaikaisessa yhtiössä huoltosuunnitelma on sisällytetty osaksi toiminnanohjausjärjestelmään.

Huoltosuunnitelman teossa pohjana voidaan käyttää esimerkiksi kriittisyysanalyysia. Kriittisyysanalyysia käsitellään tarkemmin opinnäytetyön luvussa 2.2. Kriittisyysanalyysilla voidaan erottaa koneista tuotannon kannalta kriittiset koneet, joiden huoltoihin ja toimintakuntoon tulee kiinnittää huomiota, esimerkiksi suuntaamalla niille sopivaa kunnonvalvontaa.

Riippuen koneesta, sen käyttöasteesta ja koneen tärkeydestä voidaan huollot määritellä tehtäväksi tietyn syklein, esimerkiksi tietyn määräajoin toistuvaksi tai käyttötuntien

mukaisesti. Vaatimuksia huolloille tuovat esimerkiksi koneen valmistaja, lainsäädäntö ja lopputuotteelta halutut laatu-ominaisuudet. Kunnossapidon laadulla on tuotteelle yhtä suuri merkitys kuin työn ja raaka-aineen laadulla. (Kunnossapito. 2006. s.9.) Koneelle tehtävät huollot löytyvät koneen valmistajan tekemästä käyttöohjeesta. Mikäli kone on vanha ja käyttöohjeet kadonneet, voidaan ohjeita huollolle kysyä valmistajalta, mikäli valmistaja on edelleen toiminnassa tai koneen käyttäjiltä.

Huoltosuunnitelmaa tehdessä on huomioitava suunnitelman selkeys ja käytettävyys. Esimerkiksi niin että ainoastaan välttämättömille laitteille tehtävät välttämättömät huollot merkitään huoltosuunnitelmaan. Huoltosuunnitelma tulisi pitää mahdollisimman yksinkertaisena ja tarjota juuri sopivasti tietoa, liian suuri määrä laitteita ja tietoa tuo epäselvyyttä ja sekaannuksia. Huoltosuunnitelman käytettävyttä lisää sopiva tiedonmäärä ja suoritettavien huoltojen todenmukaisuus. Huollolla pyritään pitämään yllä riittävää konekannan luotettavuutta ja lopputuotteen laatua sopivalla taloudellisella panostuksella.

Yhtiön tämänhetkinen kokonaisvaltainen huoltosuunnitelma on perusvaiheessa. Yhtiön kunnossapito-osasto päättää korjauksista, tarvittavien korjauksien tilaus tulee tuotannosta koneiden käyttäjiltä puhelimitse tai sähköpostilla kunnossapidon johdolle, joka priorisoi työt. Nopeasti hoidettavat korjaustyöt voidaan tilata suoraan asentajilta. Isommat korjaukset pyritään sijoittamaan seisakkiaikoihin. Tällä hetkellä korjauksille ei ole merkintätapaa, tulevaisuudessa ne pyritään merkitsemään konekortteihin tuotannonohjausjärjestelmään. Korjauksien kiirellisyys päätetään aina sen mukaan, kuinka suuri merkitys laitteen toimimattomuudella on tehtaan prosessille. Kunnossapidon johto ylläpitää työlistää, jota asentajat purkavat johdon määrittelemällä kriittisyysjärjestyksellä. Varaosien tilaus hoidetaan aina tarvekohtaisesti toimihenkilön tai mekaanikon tekemällä tilauksella tai varaosa voidaan hakea suoraan liikkeestä. Varaosan saapuessa vaihdetaan osa mahdollisimman nopeasti, jotta kone saataisiin takaisin tuotantoon. Lasereiden vikojen ratkaisuun voidaan käyttää valmistajan omaa puhelinneuvontaa, joka palvelee suomen kielellä. Kriittisimmät laitteet on määritetty ja niille on tehtaalla olemassa aina vaihtolaitteet. Vaihtolaitteet ja varaosat varastoidaan pääsääntöisesti kunnossapidossa. Seuranta tai dokumentointia varaosille ei ole tällä hetkellä.

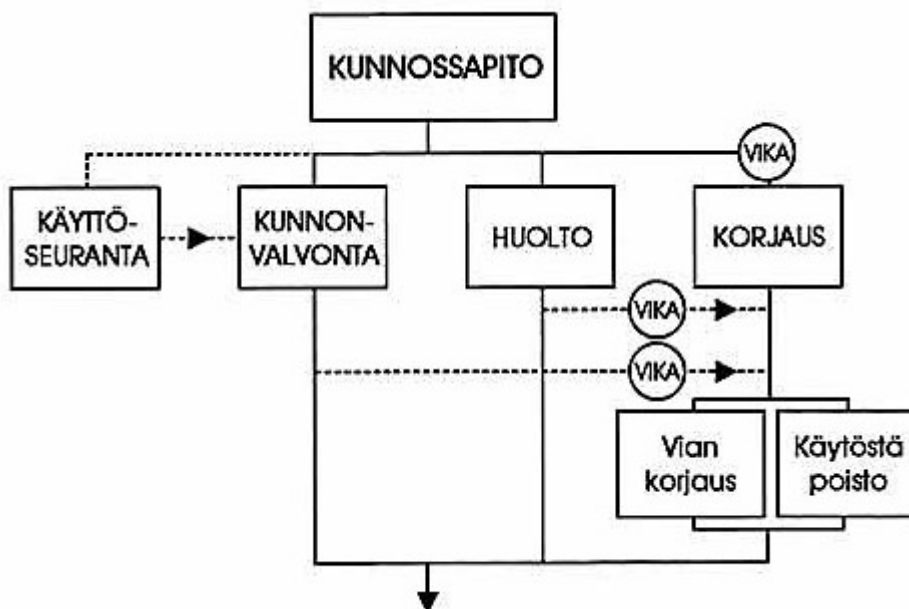
Suunnitelmana on dokumentoida konekohtaiset varaosasaldot toiminnanohjausjärjestelmään IFS:n käyttöönotossa, josta varaosien kulutusta voisi seurata. Varaosahankinnat ja varastojen optimointi on tarkoitus tehdä kokoonpanolinjaprojektin yhteydessä.

Tavoitteena on saavuttaa toimiva kunnossapidon vuosikalenteri, joka onnistuessaan poistaa tai vähentää konerikoista johtuvat tuotannon seisaukset. Tavoite saavutetaan ylläpitämällä ja tarkasti seuraamalla koko ajan käynnissä olevaa kunnossapito-projektia.

2 TEORIA

Perinteisesti kunnossapidolla tarkoitetaan käyttövarmuuden toteuttamista. Työturvallisuuden perusedellytys on hyvin toteutettu kunnossapito. Teollisuus on perinteisesti ollut ala, jossa kunnossapito on taloudellisuuden kannalta ehdotonta. Käyttövarmuus mahdollistaa toiminnan luotettavan toteutumisen. Yrityksen keskeisiä toimintoja ovat tuotesuunnittelu ja tuotanto, kunnossapidolla mahdollistetaan edellä mainitut toiminnot. (Opetushallitus Kunnossapito, 2021.)

Kunnossapidon rooli kehittyi kahteen suuntaan. Kunnossapito voi olla erikoistumista tai integroitumista. Erikoistumisessa kunnossapidolla on oma organisaatio ja budjetti, toimintaa tarkkailevat kriteerit tai oma yritys. Integroituksessa koko henkilökunta suorittaa kunnossapitoa osana työtehtäviä. Hyvä kommunikointi käyttäjän ja kunnossapito organisaation välillä on välttämätöntä hyvän lopputuloksen mahdollistamiseksi. Kunnossapitoa voidaan toteuttaa Kuvan 1 mukaisesti. (Opetushallitus Kunnossapito, 2021.)



Kuva1 ”Kunnossapidon jako” (Opetushallitus Kunnossapito 2021.)

Kuvassa 1 kunnossapitoon sisältyy käyttöseuranta, kunnonvalvonta, huolto ja vikakorjaus. Käyttöseuranta tukee kunnonvalvontaa, laitteen käyttäjät suorittavat laitteelle käyttöseurantaa. Kunnonvalvontaa suoritetaan koko ajan tai ennalta määritellyin ajanjaksoin. Kunnonvalvonnassa saatujen tuloksien mukaisesti tehdään huollot ja vikakorjaukset. Huollot ja korjaukset pyritään tekemään ennakoiden kunnonvalvonnan tulosten pohjalta ja ennakkoon laaditun huolto-ohjelman mukaisesti, niin ettei vika estä laitteen normaalia käyttöä. Huolloissa tai käyttöseurannassa saatujen tietojen pohjalta suoritetaan vikakorjauksia. Korjauksista saatujen tietojen perusteella vika korjataan tai laite poistetaan käytöstä.

2.1 Kunnossapito

Kunnossapitoa voidaan tarkastella monelta eri taholta, kuten seuraava lainaus standardista selvittää. Standardi PSK 6201 (2011) määrittää 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.”

Kunnossapidon tavoitteita ovat tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) ja käyttövarmuus. Kokonaistehokkuus koostuu kolmesta osatekijästä K (käytettävyys), N (toiminta-aste) ja L (laatukerroin). Käyttövarmuus koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta. Kunnossapito sisältää lisäksi turvallisuuden, ympäristöasiat ja kustannustehokkuuden. (PSK 6201:2011, 2011.)

Kunnossapidon tavoite on huolehtia koneista ja laitteista niin että tuotanto on mahdollisimman edullista tulojen, turvallisuuden, ympäristön ja laadun kannalta. (Aalto, 1994, s.13) Ideaalissa kunnossapidossa huollot tehdään hallitusti ja huoltoihin valmis-

taudutaan etukäteen, esimerkiksi tarvittavin huoltohenkilöin ja varaosin. Kunnossapidolla voidaan pidentää koneiden käyttöikää, joka vähentää kierrätyksen tarvetta ja säästää ympäristöä. (Aalto, 1994, s.19.)

Kunnossapidon tukipilari on koneiden käyttäjien suorittama käyttöseuranta. Käyttöseuranta sisältää työpaikan siisteyden ja järjestyksen ylläpidon, pienet säätö- ja kunnostustoimet, kunnonseuranta ja havainnoista ilmoittaminen ja kirjaaminen sekä yhteistyö ja kommunikointi kunnossapitohenkilöstön kanssa. (Aalto, 1994, s.30)

Edellä mainitut Aallon ajatukset vahvistaa standardi PSK 6201, joka määrittelee käyttöhenkilöstön tehtäviin yllä luetellut tehtävät. Voidaan kuitenkin pohtia tuoko edellä esitetty ajattelumalli liikaa tehtäviä ja vastuuta käyttöhenkilöstölle kunnossapitäjien sijasta. (Kunnossapito, 2006, s.24.)

Kunnossapitotöitä suunniteltaessa on otettava huomioon monia asioita, joista muodostuu vaikeasti hallittava kokonaisuus. Korjaava kunnossapito tulisi suorittaa mahdollisimman pienin tuotannonmenetyksin. Kunnonvalvonta ja jaksotetut huollot tulisi suorittaa tuotantoa häiritsemättä, ennalta määriteltäjä ajoitusta noudattaen. Työt tulisi synkronoida varaosien saatavuuden ja muiden ulkoisten tekijöiden mukaan. Kaikkien reunaehtojen toteuttaminen samanaikaisesti on harvinaista, sen vuoksi kunnossapitoa pyritään suunnittelemaan pitkän tähtäimen suunnittelulla ja lyhyen tähtäimen suunnittelulla. (Aalto, 1994 s. 57.)

Kunnossapidossa tulisi huomioida, että koneenosilla on erilaisia ominaisuuksia, esimerkiksi laakerit ovat yksilöitä, vaikka ne valmistettaisiin samalla linjalla. Kohteiden yksilölliset erot tulisi huomioida mahdollisimman hyvin vaihtovälejä miettiessä, niin ettei vaihtoväli ole liian pitkä tai lyhyt vaan sopiva. Kunnossapito kattaa uudet takuunaikaiset osat kuten esimerkiksi laakerit ja vanhat osat, joiden takuu-aika on umpeutunut.

Kunnossapidon laatujärjestelmä ISO 9001 standardissa on laatuvaatimuksia kunnossapidolle jatkuvan tuotannon varmistamiseksi. ISO standardit velvoittavat yrityksiä sisällyttämään kunnossapidon yrityksen laatujärjestelmädokumentointiin. Laatujärjestelmä on kunnossapidon osalta vaativa koska, kunnossapidolle on ominaista tilantei-

den äkillisyys ja ennalta-arvaamattomuus. Näiden vuoksi olisi hyvä täydentää laatu-järjestelmää selkeillä toimintaohjeilla kunnossapidon osalta. Toimintaohjeiden tulisi sisältää mitä kunnossapidon osalta kirjataan välittömästi ja mitä viiveellä ja miten varmistetaan, että viiveellä tehdyt kirjaukset tulee kirjattua järjestelmään.

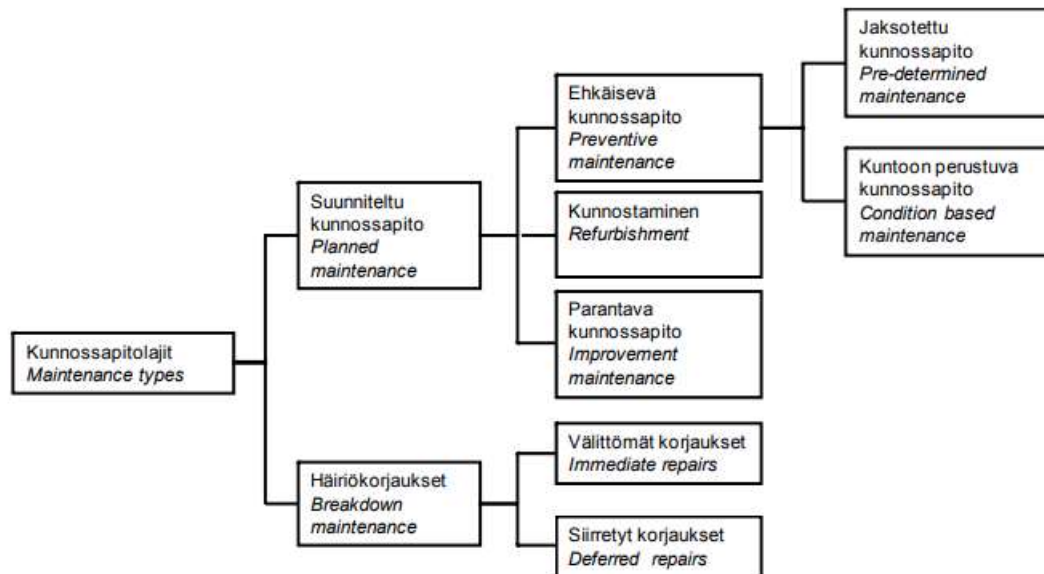
Laatujärjestelmässä on määriteltävä vähintään seuraavat kunnossapitotoiminnot:

- Organisaatio, valtuudet ja vastuut organisaation sisällä.
- Toimintojen dokumentaatio ja ohjeet. Kirjausmenettelyt suoritetuille toimille ja poikkeamille
- Toteutuksille asetettavien vaatimuksien kirjaaminen.
- Kunnossapito palveluiden ostoperiaatteet.
- Kunnossapidon rooli tuotteiden käsittelyssä ja varastointiolosuhteissa.
- Ylläpidettävien tietokantojen määrittely. Esimerkiksi laitetoimittajien kunnossapito-ohjeet, varaosatieidot, päivitettävät piirustukset.
- Kunnossapidon tietotallennuksien säilytys.
- Kunnossapidon koulutus- ja pätevyysvaatimukset ja menettely niiden hoitamiseksi.

(Aalto, 1994, s. 40-41.)

2.1.1 Kunnossapidon lajit

Kunnossapito voidaan jakaa Kuvan 2 mukaisesti suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin ja niiden alalajeihin. Suunnitellussa kunnossapidossa työt tehdään ohjelman mukaisesti ja häiriökorjauksissa häiriö korjataan tilanteen vaatimaa tapaa käyttäen. (PSK 7501:2010, 2010.)



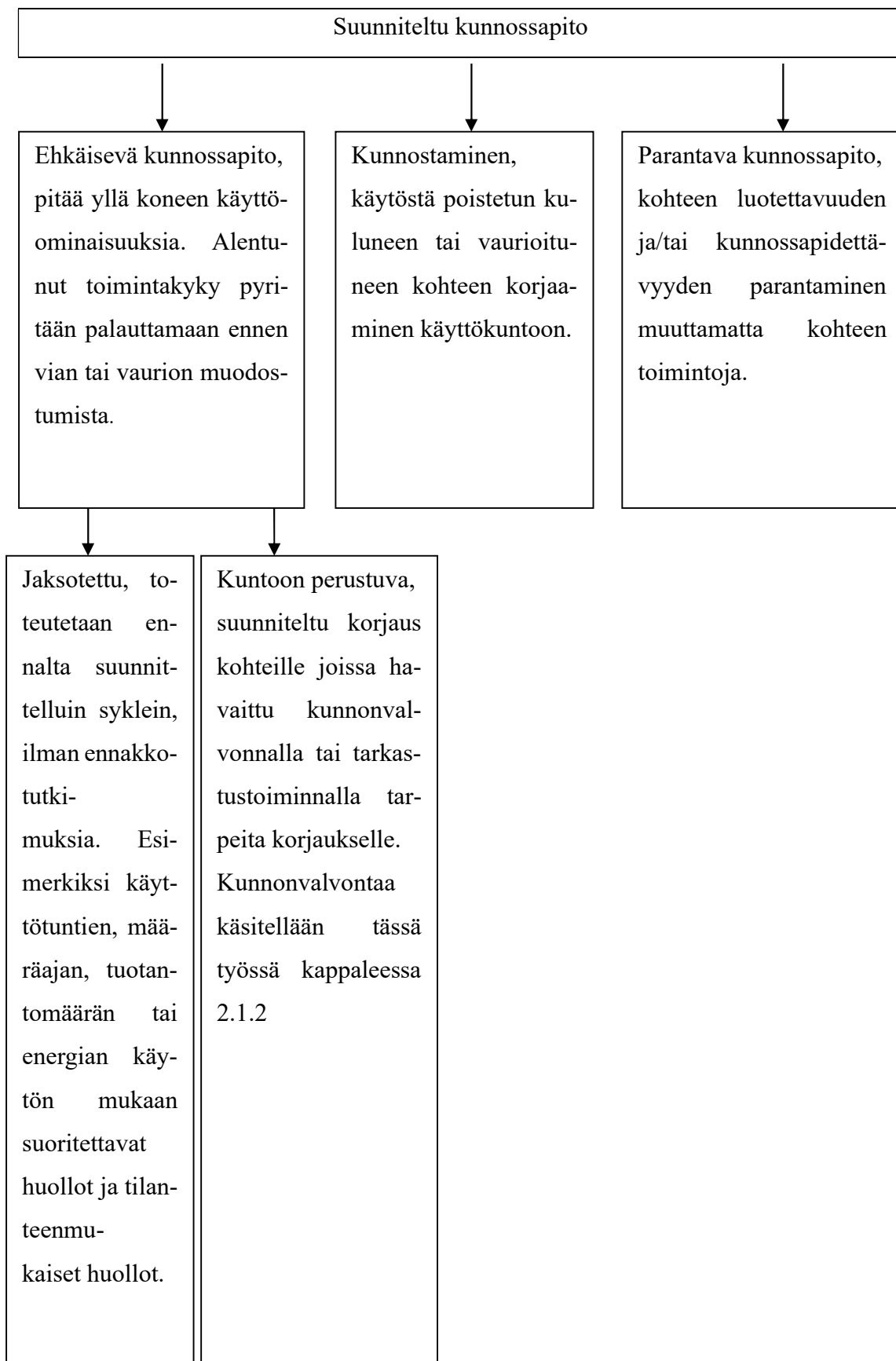
Kuva 1 Kunnossapitolajit standardista PSK 7501

Figure 1 Maintenance types and strategies, standard PSK 7501

Kuva 2 Kunnossapitolajit standardin PSK 7501 mukaisesti. (PSK 6201:2011, 2011.)

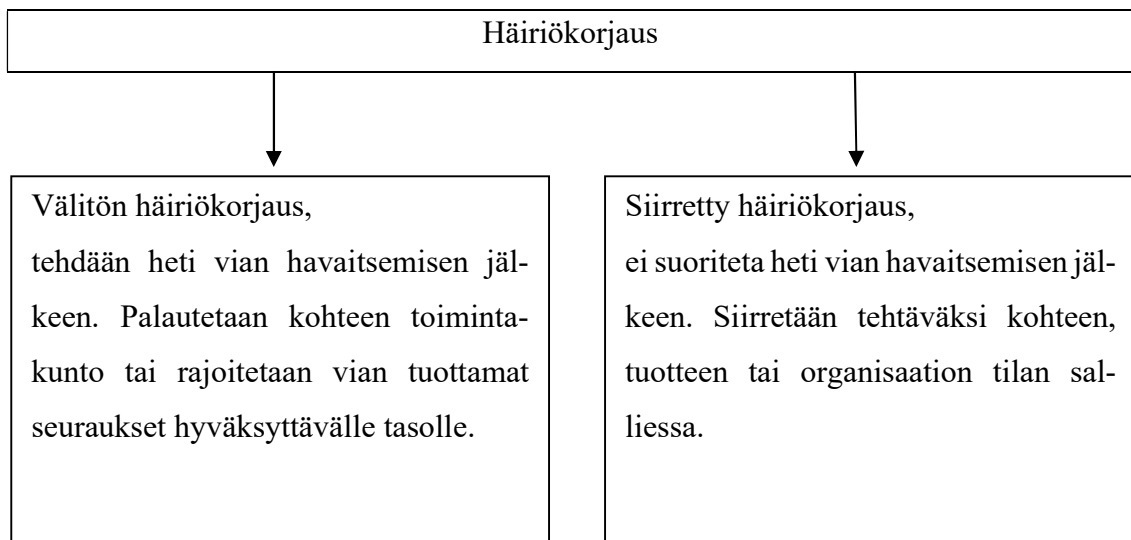
Suunniteltu kunnossapito pitää sisällään ehkäisevän kunnossapidon, kunnostamisen ja parantavan kunnossapidon. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy jaksotettu kunnossapito ja kuntoon perustuva kunnossapito.

Kuviossa 1 selvitetään suunnitellun kunnossapidon lajit ja mitä ne tarkoittavat.



Kuvio 1 Suunniteltu kunnossapito PSK 6201 mukaisesti (PSK 6201:2011, 2011.)

Häiriökorjaus palauttaa vikaantuneen kohteen toimintakuntoon sekä saattaa käyttöturvallisuuden alkuperäiseen tilaan. Häiriökorjaus sisältää välittömän häiriökorjauksen ja siirretyn häiriökorjauksen. Kuviossa 2 selvitetään häiriökorjauksen lajit ja mitä ne tarkoittavat.



Kuvio 2 Häiriökorjaus PSK 6201 mukaisesti (PSK 6201:2011, 2011.)

Korjaava kunnossapito pitää sisällään häiriökorjauksen, kunnostamisen ja kuntoon perustuvan suunnitellun korjauksen. Korjaavan kunnossapidon lajit on selitetty Kuviossa 1 ja Kuviossa 2.

Kuntokartoitus antaa kokonaiskuvan kohteesta. Kuntokartoituksen tarkoituksena on selvittää merkittävimmät korjaustarpeet sekä tarkempien tutkimuksien tarve. PSK 6202 on kuntokartoituksen standardi, joka esimerkiksi selventää kuntokartoituksen terminologiaa ja periaatteet kuntokartoituksen hankintaan, toteutukseen ja kuinka kuntokartoitusta voidaan hyödyntää kunnossapidon suunnittelussa ja korjausohjelmassa. Standardi ohjeistaa kuntokartoituksen tasoa valittaessa ja määriteltäessä työn laajuutta.

Kunnossapidon merkitystä yrityksen liiketoiminnassa pääoman avulla mitataan tunnusluvulla. Tunnusluvut ja niiden laskentaperiaatteet selvennetään standardissa PSK 7501. Mitattavia tunnuslukuja ovat esimerkiksi kunnossapidon taloudellinen merkitys,

kunnossapidon kustannusrakenne, henkilöstö, varaosat, kunnossapidon ympäristövaikutukset ja kunnossapitolajit. Tunnuslukujen laskennassa käytetyt tiedot on mitattu, saatu tai laskettu toisesta järjestelmästä. (Kunttu ym., 2010, s.19.)

Standardit jättävät huomiotta käsitteen RTF, Run To Failure, joka tunnetaan myös nimellä OTF, Operate To Failure. RTF-käsitteellä ei ole suomenkielistä vastinetta. RTF tarkoittaa, että kone ei ole ehkäisevän kunnossapidon piirissä, koneelle tehdään ainoastaan normaalit huoltotoimenpiteet. Koneen rikkoutuessa se korjataan tai korvataan. RTF on yleisesti käytössä, jos koneen arvo on vähäinen ja vikaantuminen ei häiritse muuta tuotantoa. (Kunnossapito, 2006, s.42.)

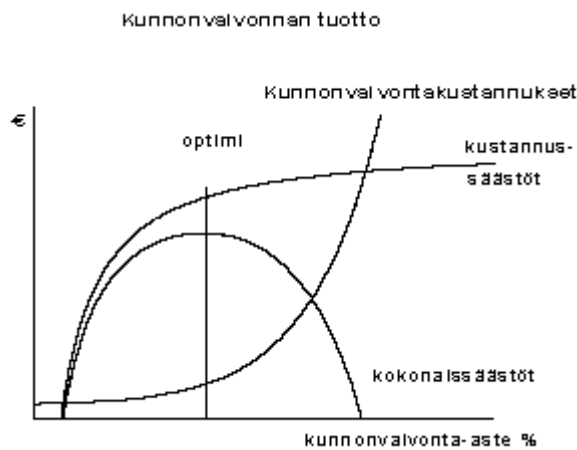
2.1.2 Kunnonvalvonta ja kunnonvalvonnan menetelmät

Kunnonvalvonta on kunnossapidon osa-alue, joka tuottaa kunnossapidolle oleellista tietoa. Kunnonvalvonta on jatkuvaa tai tietyin ajoin tehtävää laitteen tilan seuraamista mittauksin. Kohteelle valitaan parhaiten sopiva tunnussuure. Valituille tunnussuureille määritetään mittauksien suoritustasuudet ja hälytysrajat. Mittaustuloksille luodaan tulkinta- ja taltiointijärjestelmä. Kunnonvalvonta tuottaa tietoa investointien, käytön ja kunnossapidon hyväksi. Kunnonvalvonnalla voidaan vaikuttaa positiivisesti tuottavuuteen, kunnossapidon suunnitelmallisuuteen ja koneiden elinikään. (Aalto, 1994, s. 30-32) (Nohynek & Lumme, 2007, s.11.)

Kunnonvalvontaa on suoritettu erilaisin mittausmenetelmin teollisuudessa 1960-luvulta lähtien. Mittausmenetelmät ovat parantuneet ja tarkentuneet, jolloin voidaan tarkemmin valvoa koneiden kuntoa. (Opetushallitus. Kunnossapito, 2021.)

Kunnonvalvonta voi lyhentää seisokkeja ja lisätä tuotantoaika. Suorittaessa kunnonvalvontaa vioista ei kerkeä tulemaan vaurioita ja aikaa reagoida jo tiedossa oleviin vikoihin on enemmän. Kunnonvalvonnalla yritetään suorittaa kunnossapitotyöt oikea-aikaisesti, koneen kunnan sitä edellyttäessä. Kokemuskohtaisesti koneiden mittausvälejä voidaan muuttaa lyhyemmiksi tai pidemmiksi. (Nohynek & Lumme, 2007, s. 11-16, 29.)

Kunnonvalvonnalla vältetään koneiden avaamista turhaan ja pienennetään varaosavaraa. Kunnonvalvontaa suoritetaan, koska tuotantolinjat rakennetaan ilman varakoneita ja koska tuotantomäärät ovat kohonneet. Koneiden pyörimisnopeus on kasvanut ja koneiden rakenteet keventyneet, jolloin kunnonvalvonnan tarve korostuu. Viat kehittyvät nopeammin ja koneet ovat keventyneiden rakenteiden takia alttiimpia vikaantumiselle. Kunnonvalvontaa voidaan pyrkiä optimoimaan niin että kunnonvalvontakustannukset ja kustannussäästö ovat optimaaliset, Kuvan 3 mukaisesti. (Opintohallitus. Kunnossapito, 2021.)



Kuva 3 Kunnonvalvonnan optimointi PSK 5709 mukaisesti. (Kunnossapito, 2021)

Kunnonvalvontaa on aikaisemmin suoritettu aistihavainnoin, esimerkiksi kuuntelemalla, kokeilemalla ja tunnustelemalla ja seuraamalla lopputuotteen laatua. Aistihavainnointia ei tule väheksyä, vaikka niiden rinnalle on tullut erilaisia mittausmenetelmiä. Aistihavainnoiden mukaan ei kuitenkaan pystytä keräämään tunnuslukuja ja valvomaan koneen kuntoa. Käyttöhenkilökunnan vähentyminen on vähentänyt säännöllistä kunnonvalvontaa koneista aistihavainnoin. Konevalvonta voidaan jakaa elementteihin Kuvan 4 mukaisesti. (Opintohallitus. Kunnossapito, 2021.)



Kuva 4 ”Kunnonvalvontatoiminnan jako elementteihin” (Opintohallitus. Kunnossapito, 2021.)

Kuvan 4 mukaisesti konetietojen perusteella saadaan laadittua mittauksen tarve ja laajuus. Pistetiedoilla saadaan määritettyä mittauspisteen sijainti, mittausuunta ja tapa. Mittausmääritykset määrittävät käytettävän mittalaitteen asetukset. Työsuunnittelussa mittapisteiden välit suunnitellaan mahdollisimman järjelliseksi reitiksi. Mittauspisteiden mittausaikavälit sekä työnvalvonta suunnitellaan.

Kunnonvalvonta antaa paljon mittaustuloksia. Osa tuloksista voidaan käyttää suoraan ”trendausta” (eli kehittymistä) varten. Suurin osa tuloksista vaatii jatkokäsittelyä ja analysointia. Aistinvaraisilla havainnoilla voidaan tukea ja vahvistaa mittaustuloksien antamaan tietoa, on kuitenkin oleellista, että kunnonvalvonnasta on käytettävissä historiatietoa. Historiatiedolla diagnosointi on onnistuneempaa. Kunnonvalvonnan mitaussuureita voidaan käyttää joissain kohteissa myös käytönvalvonnassa. Käytönvalvonta varmistaa prosessin toimivuuden niin, että lopputuote on valmistettu tavoitteiden mukaisesti. (Nohynek & Lumme, 2007, s. 14.)

Kunnonvalvontaa voidaan suorittaa seuraavin menetelmin:

- Fysikaaliset perussuureet, lämpötila, paine ja dimensiot
- Sähköiset perussuureet, jännite, virta, teho ja resistanssi
- NDT mittaukset, ainetta rikkomaton mittaus
- Värähtely ja äänimittaukset
- Öljyanalyysit

Lämpötilamittausta hyödynnetään usein täydentävänä mittauksena muiden mittausmenetelmiä käytettäessä, koska lämmönkehitys vikakohteen kasvaessa vaurioksi on huomattavaa. Yksinään käytettynä lämmönmittaus ei ole tarpeeksi herkkä havaitsemaan muutoksia tarpeeksi aikaisessa vaiheessa. Esimerkiksi laakereiden kunnonvalvonnassa on aikaisemmin käytetty paljon lämpötilamittausta, mutta vaurioita ei pystytty havaitsemaan tarpeeksi aikaisessa vaiheessa.

Lämpötilamittauksessa on huomioitava ja tunnettava eri häiriölähteet. Häiriölähteitä ovat esimerkiksi lämpöheijastumat pinnoista, emissiokertoimet eri materiaaleille ja väreille sekä kohteen mittaus kauempaa, jolloin mittausalue laajenee. Laajoilta alueilta voidaan myös mitata toisiaan lähellä olevien pisteiden lämpötilat yhdellä mittauksella infrapunasäteilyä mittaavalla lämpökameralla. mukaisesti (Nohynek & Lumme, 2007, s. 20-21.)

Paineenmittausta suoritetaan voitelu-, hydraulikka-, ja pneumatiikkajärjestelmissä. Paineenmittaus on paine-eron mittaamista. Vertailuarvosta riippuu mitä nimityksiä paineelle käytetään ja minkälaisia mittalaitteita. Mittaustulokseen vaikuttavaa useat tekijät. Kalibrointitodistuksen epävarmuus ei ole sama asia, kuin mittarilla tehdyn mittauksen epävarmuus. Mittarin antamaan tulokseen vaikuttaa käytönaikainen epävarmuus ja mittaustuloksen epävarmuus, joihin vaikuttaa moni tekijä. Kaikkia tulokseen vaikuttavia tekijöitä ei tunneta mutta ne pyritään arvioimaan mahdollisimman hyvin. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tuloksen yhteydessä, muutoin tulos on merkityksetön. (Mittatekniikka keskus, 2011.)

Dimensiomittauksella seurataan esimerkiksi välyksiä, muotoja ja sijaintia. Mittaus toteutetaan halutusta tarkkuudesta ja mitattavasta kohteesta riippuen mikrometrilla, työntömitalla, korkeusmittauslaitteella, mittapalalla, mittakellolla, lineaarianturilla, lasersmikrometrilla, mikroskoopilla, videomittauskoneella, pinnanmuodon- ja karheuden mittauslaitteella, ympyrämäisyyden mittauslaitteella tai koordinaattimittauskoneella. Mittavälineestä riippuen on mittauksissa huomioitava mittavirheet. Mittavirheitä voidaan poistaa valitsemalla oikea mittaustapa ja käyttämällä samaa mittaustapaa eri mittauskerroilla. Usealla eri mittauslaitteilla voidaan saada epätarkkoja mittatuloksia seuraavilla mittavirheillä. Lämpölaajeneminen aiheuttaa mittavirheitä, lämpölaaje-

nemistä aiheuttaa esimerkiksi paljain käsin mittalaitteesta kiinni pitäminen. Mittavirheitä aiheuttaa liian iso mittausvoima ja liian iso tai pieni mitta suhteessa mitattavaan kohteeseen. Lika mittalaitteessa tai mittauspinnassa aiheuttaa epätarkkuutta. Mitta-asteikon lukeminen tulisi tehdä kohtisuorasti eikä vinosti, mitta-asteikon vinossa lukeminen aiheuttaa parallaksivirheen. Sähköisiä mittalaitteita käyttäessä on huomioitava mahdolliset ulkoiset häiriötekijät sähköisen mittalaitteen käytölle. Mittalaitteen toleransseissa otetaan huomioon astejaon tarkkuus, referenssireunan suoruus, rungon pääasteikon tasomaisuus ja leukojen kohtisuoruus. Niin kauan, kun mittalaite täyttää mittalaitteelle asetetut toleranssit ei toleranssissa huomioituja virhetekijöitä oteta huomioon mittauksessa. (Mittauksen pikaopas, 2021.)

Virta-analyysillä havaitaan epätahtimoottoreiden vikoja. Mittaus toteutetaan spektri-analyysinä sähkömoottoriin tulevasta vaiheesta. Sähköjohdon ympäri laitetaan virtapihti, jolla saadaan mittaussignaali analysaattorille. Virta-analyysi havaitsee sähkömoottorien sähköisiä ja mekaanisia vikoja. (Nohynek & Lumme, 2007, s. 21-22.)

Jännitteen mittauksella varmistetaan jännitteen oikeellisuus. AC- jännitteiden arvot voivat vaihdella $\pm 10\%$ annetusta nimellisarvosta, usein se ei aiheuta ongelmia virtapiirissä. DC-jännitteiden pienetkin arvonvaihtelut voivat olla merkki ongelmasta. Jännitemittaus voidaan tehdä yleismittarilla. Mittausta tehdessä tulee mittausjohtojen olla kytkettyinä mittarin oikeisiin tuloliittimiin, johtojen ollessa väärissä tuloliittimissä seurauksena on oikosulku. (Fluke, 2021.) Tehon mittauksella voidaan määrittää esimerkiksi yksittäisen komponentin virtapiirin tehohäviö.

Resistanssin mittauksella seurataan virtapiirin tai komponentin kuntoa. Virtapiirejä ohjaavien komponenttien, kytkimien ja releiden, vastus on laitteen eliniän alussa matala ja kasvaa laitteen vanhetessa esimerkiksi kulumisen ja lian vuoksi. Moottorien ja solenoidien vastus pienentyy ajan saatossa eristyksen heikkenemisen ja kosteuden takia. Vastusten pienet muutokset voivat olla vaarattomia, mutta ne voivat kertoa kaavamaisuudesta, johon tulisi kiinnittää huomiota. Mittaus suoritetaan yleismittarilla vastusmittausalueella. Vieraat aineet kuten, lika, öljy ja fluksi eli juoksutusapuaine juottaessa, voivat vaikuttaa mittaustulokseen. Mittausjohtojen metallipäihin tarttumi-

nen tai rinnakkaispiirireitit voivat myös vaikuttaa mittaustulokseen. Kunnonvalvonnassa voidaan käyttää käsitettä ”Mitä suurempi vastus, sitä pienempi virta ja päinvastoin.” (Fluke, 2021.)

Ainetta rikkomattomat NDT mittaukset, paljastavat ainetta rikkomatta rakenteiden halkeamia, väsymismurtumia, korroosiota, ohentumia ja vuotoja. Perinteisiin NDT –menetelmiin kuuluvat silmämääräinen tarkastus, magneettijauh tarkastus, ultraäänitarkastus ja röntgen. Erikoisempiin NDT –menetelmiin kuuluvat korkeataajuusultraääni, monitaajuuspyörrevirtaus, säröjen syvyysmittaus, kovuusmittaus, jäljennemenetelmä, akustinen emissio ja Barkausen kohinamittaus.

NDT tutkimuksin voidaan löytää epäjatkuvuuden dimensioita. Tuloksilla voidaan arvioida vikakoon kriittisyys sekä vian etenemisnopeus. Arviointiin tarvitaan vian dimensio, jännitysrasitus ja materiaalin murtumissitkeys. (Kunnossapito, 2006, s. 192-213.)

Värähtelymittaus on yleisemmin käytetty kunnonvalvonnan menetelmä, koska se on usein paras ennakoivan kunnossapidon mittaamenetelmä. Värähtelymittaus jaetaan karkeasti kahteen luokkaan.

Luokkaan 1 kuuluu yksinkertaiset menetelmät koneen yleistärinän valvontaan ja vierintälaakerien kunnonvalvontaan. Mittalaitteita tarvitaan yleensä 2 kappaletta tai vaihtoehtoisesti yhdessä mittalaitteessa on kaksi toisistaan poikkeavaa mittaussuuretta. Matalampi taajuisella mittauksella selviää koneen kokonaistärinä, tyypillisesti esiin tulevat akselien pyörimiseen liittyvät viat kuten epätasapaino, linjausvirhe sekä löysät liitokset. Korkeampi taajuisella mittauksella selviää vierintälaakerin kunto. Korkeataajuinen värähtely kasvaa, kun vierintälaakerin voitelukalvo poistuu tai laakerissa on vikaa. Luokan 1 yksinkertainen menetelmä sopii käytettäväksi koneelle, jossa ei ole useita erillisiä akseleita eri nopeuksilla pyörimässä.

Luokkaan 2 kuuluu monimutkaiset menetelmät koneen yksityiskohtaiseen valvontaan ja laakerien kunnonvalvontaan. Luokkaan 2 kuuluvia valvottavia kohteita voivat olla koneet, joissa on akseleita eri nopeuksilla ja esimerkiksi keskenään erilaisia voimansiirtolaitteita. Tällaisten koneiden kanssa luokan 1 menetelmät ovat liian epätarkkoja.

Korkean tärinän kokonaistasoarvo voi aiheutua epätasapainosta toisella akselilla, linjauksvirheestä, viallisesta laakerista, alustakiinnityksen löysyydestä, rakenteen resonanssista tai kavitoivasta pumpusta. Myös normaalit tapahtumat koneessa voivat näkyä menetelmää käytettäessä, esimerkiksi kun vaihteistossa voima välittyy akselilta toiselle tai kompressorin painevaihtelu puristetun ilman poistuessa.

Riippumatta käytetyn mittalaitteen tasosta oleellista on mittaustuloksen oikea käsittely ja dokumentointi. Ilman niitä ei voida havaita vaurioiden kehittymistä tai ajankohtaa. Yksittäisten koneenosien tärinä voidaan tunnistaa ja näin ollen seurata koneen osien kuntoa kohtuullisen luotettavasti. (Nohynek & Lumme, 2007, s. 18-19.)

Äänimittauksella mitataan laitteiden yleiskuntoa. Äänimittauksia suoritetaan mikrofonilla tai sähköisellä stetoskoopilla. (ABB, 2000) Äänimittauksella voidaan seurata esimerkiksi laakerien kuntoa, vioittuneen laakerin kuulee ihmiskorvalla, kun vioittuminen on edennyt. Äänimittauksella vioittuminen huomataan ihmiskorvaa aiemmin.

Kulumishiukkasanalyysi eli ferrografia tarkkailee hiukkasten kokoa ja muotoa. Koneen kuluessa ja siirryttäessä tasaisen kulumisen vaiheesta voimakkaan kulumisen vaiheeseen havaitaan voiteluöljyssä olevien kulumishiukkasten koon kasvavan ja hiukkasten määrän lisääntyvän. Normaalisissa kulumistilanteissa hiukkaset ovat halkaisijaltaan noin 10 µm, voimakkaassa kulumisessa hiukkasten koko kasvaa 10-100 kertaiseksi normaaliin verrattuna, samalla hiukkasten muoto muuttuu.

Mikroskoopilla hiukkasia tarkastelemalla saadaan tietoa komponentista ja sen kulumismekanismista. Kulumismekanismi voi aiheutua esimerkiksi hankautumisesta tai lastuamisesta. Kulumishiukkasanalyysi voidaan ottaa erillisellä voiteluöljynäytteellä tai kiinteällä valvontajärjestelmällä. (Nohynek & Lumme, 2007, s. 22-23.)

Hyötysuhdemittauksilla selvitetään laitteiden ja prosessin toimintakykyä. Yksinkertaisimmillaan voidaan mitata sähkömoottorin ampeerimäärä ja selvittää näin sen taloudellisuus. Mittauksin voidaan seurata myös esimerkiksi turbiineja, lämmönsiirtimiä, venttiileitä, pumppuja ja prosessikokonaisuuksia. Mittauksia tehdään virtausmäärille, lämpötiloille ja painemäärille prosessin eri vaiheissa. Mittauksilla voidaan verrata to-

dellista ja laskennallista hyötysuhdetta. Radioaktiivisilla merkkiaineilla voidaan mitata viipymisaikajakaumaa, sekoittumistehokkuutta, virtausteknisiä vikoja ja prosessin stabiiliutta. (Nohynek & Lumme, 2007, s. 23.)

Mittaustarve on määritettävä konekohtaisesti ja sopivin aikavälein toistuvaksi. Epäsopivia mittausmenetelmiä ja liian usein toistuvia mittauksia pyritään välttämään. Useampi eri mittausmenetelmä saman koneen kanssa on tarpeetonta. (Kunnossapito, 2021.) Käytetyn mittalaitteen ominaisuuksiin ja käyttöohjeisiin tulee perehtyä huolellisesti ennen mittauksen suorittamista.

Kunnonvalvontamittausten tuloksia tulkitaan seuraavasti:

- Onko mittaustulos sallittujen rajojen sisällä
- Mittaustuloksen trendi verrattuna aiempiin mittauksiin

(Aalto, 1994 s. 33.)

Kunnonvalvonnan säännölliset mittaukset kattavat usein ainoastaan valitut koneet, niille sopivilla mittausmenetelmillä. Valinta on tehty esimerkiksi kriittisyysanalyysillä. Usean koneen jatkuva analysointi ei ole taloudellisesti kannattavaa. Tarvittavia mittauksia suoritetaan tarpeen vaatiessa. Säännöllisiä mittauksia tehdään kiintein automaattisin järjestelmin, puolikiintein järjestelmin ja kannettavin mittalaittein. (Nohynek & Lumme, 2007, s. 28.)

2.2 Kriittisyysanalyysi

Standardi PSK 6800 käsittelee laitteiden kriittisyysluokittelua teollisuudessa. PSK 6800 arvioi kriittisyyttä taloudellisten, henkilöturvallisuuden ja ympäristövaikutusten näkökulmasta.

Standardin menetelmää voidaan käyttää kunnossapitosuunnitelman alkutietojen luomiseen. Menetelmää voidaan käyttää myös hankintavaiheessa, määriteltäessä kriittisen laitteen tulevia ominaisuuksia, laatutasoa sekä vastaanottokriteerejä.

Pääsääntöisesti kriittisyyden luokittelu tehdään standardissa taloudellisten vaikutusten perusteella. Kriittisyys arvioidaan seuraavasti:

1. Määritetään tarkastelun laajuus
2. Määritetään standardin kohdan 5 mukaisesti tuotannon menetyksen painoarvo W_p .
3. Arvioidaan sopivatko muut taulukon 1 painoarvot sovellettavalle teollisuuden alalle. Standardin painoarvoja voi muuttaa, jos se on tarpeen.
4. Listataan tarkastettavat laitteet standardin PSK 6800 liitteenä 1 olevaan taulukkolaskentaohjelmaan.
5. Valitaan tarkasteltaville laitteille taulukosta 1 käytettävät kertoimet.
6. Ohjelma laskee laitteiden kriittisyysindeksiin (K) ja sen osaindeksit (K_s , K_e , K_p , K_q ja K_r). käyttäen annettuja parametreja.
7. Kriittisyysluokittelu tehdään lajittelemalla laitteet kriittisyysindeksiin K mukaiseen järjestykseen. Laitteiden kriittisyyttä voidaan tarkastella esimerkiksi laatukustannusten kannalta. Tällöin lajitteluperusteena käytetään kriittisyyden osaindeksia K_q .

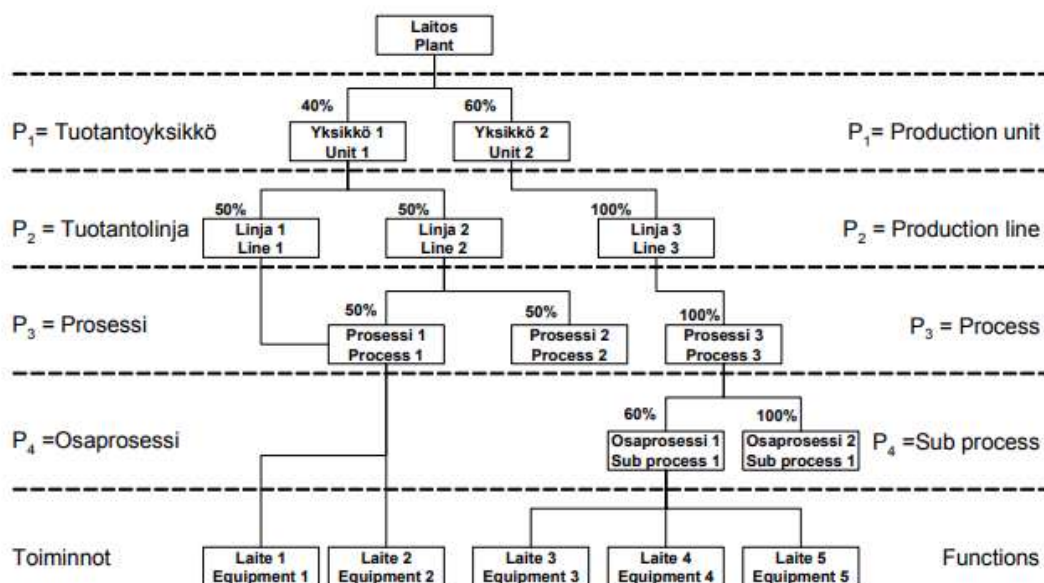
Riskin kohdistuessa turvallisuuteen tai ympäristöön on riskin suuruuden kartoittamiseksi käytettävä hyväksyttyjä riskianalyysimenettelyjä, ja niiden antamien tulosten avulla pienennettävä riski viranomaisten vaatimalle tasolle.

Standardissa PSK 6800 ei oteta huomioon työturvallisuutta, koska työturvallisuutta varten on omat ohjeet ja säädökset. Standardissa ei myöskään huomioida tuotannon korvaavia toimenpiteitä ja markkinoiden muutoksia. Esimerkiksi markkinoiden muuttumista voi olla kysynnän ja hinnan vaihtelu. Tuotannon korvaavat toimenpiteet tai markkinoiden muutokset voidaan ottaa osaksi muuttuvina tekijöinä tuotannon painoarvokerrointa w_p määriteltäessä. (PSK 6800:2800, 2008.)

PSK 6800 käytössä on käytettävä perusteltuja näkemyksiä kertoimien valinnassa. Perusteettomia väitteitä ja arvauksia tulee välttää, jotta saadaan mahdollisimman todennukainen lopputulos ja hyödynnettyä standardia kokonaisvaltaisesti.

2.2.1 Tuotannon menetyksen painoarvon määrittäminen

Menetelmää käytetään tuotantoprosessien kriittisyyden tarkasteluun, kun voidaan olettaa että, käyttöhyödykeprosessit (höyry, paineilma ja sähkö) toimivat. Menetelmää voidaan käyttää käyttöhyödykeprosessien tarkastelussa, tällöin puhutaan käyttöhyödykkeiden tuotantoprosessista. Kuvassa 5 on laitoksen prosessihierarkian vaikutus painoarvokertoimiin P_1 - P_4 . Painoarvokertoimet kertovat laitoksen prosessitoimintojen keskinäistä riippuvuutta toisistaan. Hierarkia on yleinen malli, joka on muokattavissa teollisuusaloittain. Hierarkiat on esitetty standardissa PSK 7102. Painoarvokertoimet ositetaan prosessihierarkian mukaan niin, että koko laitoksen kannalta kriittinen laite saa painoarvon 100%. (PSK 6800:2008, 2008.)



Kuva 1 Tuotannon vaikutuskertoimet

Figure 1 Production weighting factors

Kuva 5 Tuotannon vaikutuskertoimet PSK 6800 (PSK 6800:2008, 2008.)

Kuvan 5 kertoimet saadaan seuraavasti:

-Laitoksen painoarvokerroin on aina 100%.

-Tuotantoyksikön painoarvokerroin P_1 , on sen suhteellinen osuus koko laitoksen tuotoksesta. Painoarvokertoimen määrittelyssä tuotos on tuotannon määrä, arvo tai saatava tuotto. Tuotantoyksikköjen painoarvokertoimien summa on 100%. Esimerkiksi yhden tuotantoyksikön laitoksessa painoarvokerroin on 100% Kahden identtisen laitteen tuotantoyksikössä painoarvokerroin on 50% ja 50%.

-Tuotantolinjan painoarvokerroin P_2 , on sen suhteellinen osuus koko tuotantoyksikön tuotoksesta. Painoarvokertoimien määrittelyssä tuotos on tuotannon määrä, arvoa tai saatava tuotto. Tuotantolinjojen painoarvokertoimien summa on 100%.

-Prosessin painoarvokerroin P_3 , riippuu sen lähtövirran välttämättömyydestä palvelimilleen kohteille. Jos prosessin toimimattomuus pysäyttää tuotantolinjan on sen painoarvokerroin 100%. Prosessit voivat olla kytkettyinä rinnan tai sarjaan. Sarjaan kytkettyjen prosessien painoarvokertoimet ovat keskenään samat. Prosessitasolla tuotosta käsitellään tuotannon määränä.

-Osaprosessin painoarvokerroin P_4 , riippuu sen lähtövirran välttämättömyydestä palvelimilleen kohteille. Jos osaprosessi toimimattomuus pysäyttää prosessin tai tuotantolinjan on sen painoarvokerroin 100%. Prosessit voivat olla kytkettyinä rinnan tai sarjaan. Sarjaan kytkettyjen prosessien painoarvokertoimet ovat keskenään samat. Osaprosessitasolla tuotosta käsitellään tuotannon määränä.

Tuotannon menetyksen painoarvokertoimen laskukaava on:

$$W_p = P_4 \times P_3 \times P_2 \times P_1$$

Jossa painoarvokertoimet ovat:

P_1 = tuotantoyksikkö P_2 =Tuotantolinja P_3 =Prosessi P_4 =Osaprosessi, loput kertoimista ja niiden määräytymisestä löytyy Kuvasta 6 s. 41 ja sen alla olevasta kappaleesta jossa ne on selitetty yksityiskohtaisesti.

Laitetason kriittisyyteen vaikuttavat turvallisuus- ja ympäristötekijät sekä tuotantovai-
kutukset sekä korjaus- ja seurantakustannukset. (PSK 6800:2800, 2008.)

Laitteen kriittisyysindeksi, K lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$K = p \times (W_s \times M_s + W_e \times M_e + W_p \times M_p + W_q \times M_q + W_r \times M_r)$$

Kaava muodostuu seuraavista lyhenteistä:

p= Vikaantumisväli

W= Painoarvo

M=Kerroin

s= Turvallisuusriski

e= Ympäristöriski

p= Tuotannonmenetykset

q= Laatumenetykset

r= Korjaus- tai seurauskustannus

Laitetason kriittisyyden tekijät esitetään Kuvassa 6. (PSK 6800:2800, 2008.)

Kohde	Painoarvo [W]	Vikaantumisväli [p]	Kerroin [M]	Valintakriteeri
Turvallisuus- ja ympäristövaikutukset	Turvallisuusriskit $W_s = 30$	1 = Pitkä vikaantumisväli esimerkiksi yli 5 vuotta 2 = Pitkähkö vikaantumisväli esimerkiksi 2 – 5 vuotta 4 = Lyhyehkö vikaantumisväli esimerkiksi 0,5 – 2 vuotta 8 = Lyhyt vikaantumisväli esimerkiksi 0 – 0,5 vuotta	$M_s = 0$	Ei turvallisuusriskiä
			$M_s = 2$	Vähäinen turvallisuusriski
			$M_s = 4$	Kohtalainen turvallisuusriski
			$M_s = 8$	Merkittävä turvallisuusriski
			$M_s = 16$	Vakava turvallisuusriski
	Ympäristöriskit $W_e = 20$		$M_e = 0$	Ei ympäristöriskä
			$M_e = 2$	Vähäinen ympäristöriski
			$M_e = 4$	Kohtalainen ympäristöriski
			$M_e = 8$	Merkittävä ympäristöriski
			$M_e = 16$	Vakava ympäristöriski
Tuotantovaikutukset	Tuotannon menetytys $W_p = 0 \dots 100$	$M_p = 0$	Laitteen toimimattomuudella ei merkitystä osaprosessille tai osastolle	
		$M_p = 1$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston hetkeksi (esimerkiksi ≤ 3 h)	
		$M_p = 2$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston lyhyeksi ajaksi (esimerkiksi ≤ 10 h)	
		$M_p = 3$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston merkittäväksi ajaksi (esimerkiksi 10 - 24 h)	
		$M_p = 4$	Laitteen toimimattomuus pysäyttää osaprosessin tai osaston pitkäksi ajaksi (esimerkiksi >24 h)	
	Laatukustannus $W_q = 30$	$M_q = 0$	Laitteen toimimattomuus ei aiheuta lopputuotteen laatukustannuksia.	
		$M_q = 1$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 1 h)	
		$M_q = 2$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 3 h)	
		$M_q = 3$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 3-8 h)	
		$M_q = 4$	Laitteen toimimattomuus aiheuttaa lopputuotteen laatukustannuksia, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >8 h)	
Korjaus- tai seurauskustannukset	Korjaus- tai seurauskustannus $W_r = 20$	$M_r = 0$	Korjauskustannuksilla tai seurauskustannuksilla ei ole merkitystä suhteessa muihin menetyksiin.	
		$M_r = 1$	Vähäiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat hetkellistä tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 2 h)	
		$M_r = 2$	Kesinkertaiset korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat lyhytaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi ≤ 10 h)	
		$M_r = 3$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat merkittävää tuotannonmenetystä (esimerkiksi 10-24 h)	
		$M_r = 4$	Korkeat korjauskustannukset tai seurauskustannukset, jotka vastaavat pitkäaikaista tuotannonmenetystä (esimerkiksi >24 h)	

Kuva 6 Laitetason kriittisyyden tekijät PSK 6800 (PSK 6800:2008, 2008.)

Kertoimien muodostumista henkilöille ja ympäristölle kuvataan kappaleissa, 2.2.3 Turvallisuusriski henkilöille ja 2.2.4 Ympäristöriski.

2.2.2 Ympäristö ja henkilön turvallisuus

Laitostason painoarvokertoimien vaikutus arvioidaan aina erikseen ympäristön ja turvallisuuden kriittisyyden kannalta. Ympäristön ja turvallisuuden kriittisyys voi olla verrannollinen ainoastaan tarkasteltavan teollisuusalan sisällä. (PSK 6800:2800, 2008.)

2.2.3 Turvallisuusriski henkilölle

Turvallisuusriski on henkilön terveyteen kohdistuva vaaran mahdollisuus. Turvallisuusriskin kerroin on eksponentiaalisesti suureneva.

Riskin suuruus voidaan arvioida esimerkiksi Taulukossa 1 esitetyllä tavalla:

<u>Kerroin</u>	<u>Turvallisuusriskin suuruus</u>	<u>Laitteen vikaantumisen aiheuttama haitta</u>
0	ei turvallisuusriskiä	ei aiheuta loukkaantumista tai terveysvaaraa
2	vähäinen turvallisuusriski	voi aiheuttaa lievän loukkaantumisen tai sairastumisen
4	kohtalainen turvallisuusriski	voi aiheuttaa vakavan sairastumisen tai loukkaantumisen, jäävä haitta on pysyvä
8	merkittävä turvallisuusriski	voi aiheuttaa yhden tai useamman henkilön kuoleman
16	vakava turvallisuusriski	voi aiheuttaa yhden tai useamman henkilön kuoleman ja vakavan vaaratilanteen ympäristössä

Taulukko 1 Turvallisuusriski henkilölle (PSK 6800:2800, 2008.)

Laitteen kriittisyysindeksi K_s turvallisuuden kannalta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$K_s = p \times (W_s \times M_s)$$

Kaava muodostuu seuraavista lyhenteistä:

p = Vikaantumisväli

W = Painoarvo

M =Kerroin

s = Turvallisuusriski

Laitetason kriittisyyden tekijät löytyvät kuvasta 6. (PSK 6800:2800, 2008.)

2.2.4 Ympäristöriski

Ympäristöriski on laitosalueelle tai sen ulkopuolelle kohdistuvaa mahdollista ympäristön saastumista. Turvallisuusriskin kerroin on eksponentiaalisesti suureneva.

Riskin suuruus voidaan arvioida esimerkiksi Taulukossa 2 esitetyllä tavalla:

<u>Kerroin</u>	<u>Ympäristöriskin suuruus</u>	<u>Laitteen vikaantumisen aiheuttama haitta</u>
0	ei ympäristöriskiä	ei aiheuta ympäristön saastumisen vaaraa
2	vähäinen ympäristöriski	voi aiheuttaa ympäristön likaantumista laitosalueella
4	kohtalainen ympäristöriski	voi aiheuttaa paikallista laitosalueen saastumista
8	merkittävä ympäristöriski	voi aiheuttaa laitosalueen ja lähiympäristön saastumista
16	vakava ympäristöriski	voi aiheuttaa saastumista laitosalueella ja laajalla alueella ympäristössä Saastumisen korjaaminen vaatii suuria taloudellisia panostuksia ja palautuminen voi viedä vuosia

Taulukko 2 Turvallisuusriski ympäristölle (PSK 6800:2800, 2008.)

Laitteen kriittisyysindeksin K_e ympäristön kannalta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$K_e = p \times (W_e \times M_e)$$

Kaava muodostuu seuraavista lyhenteistä:

p = Vikaantumisväli

W = Painoarvo

M =Kerroin

e = Ympäristöriski

Laitetason kriittisyyden tekijät löytyvät kuvasta 6. (PSK 6800:2800, 2008.)

2.2.5 Tuotantovaikutukset

Tuotannonmenetyksellä tarkoitetaan menetettyä tuotantoaikaa, jonka suunnittelema-
ton seisokki on aiheuttanut. Kerroin kasvaa suhteessa menetettyyn tuotantoaikaan.

Laitteen kriittisyysindeksi K_p tuotannon kannalta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$K_p = p \times (W_p \times M_p)$$

Kaava muodostuu seuraavista lyhenteistä:

p = Vikaantumisväli

W = Painoarvo

M =Kerroin

p = Tuotannonmenetys

Laitetason kriittisyyden tekijät löytyvät kuvasta 6. (PSK 6800:2800, 2008.)

2.2.6 Laatukustannukset

Laatukustannuksella tarkoitetaan kustannuksia, jotka aiheutuvat ylimääräisistä toi-
menpiteistä, joiden avulla saadaan laatu alun perin aiotulle tasolle tai tuote joudutaan
myymään laatuvirheen takia edullisemmin. Kerroin kasvaa suhteessa menetettyyn lai-
toksen tuotantoaikaan.

Laitteen kriittisyysindeksi K_q tuotteen laadun kannalta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$K_q = p \times (W_q \times M_q)$$

Kaava muodostuu seuraavista lyhenteistä:

p = Vikaantumisväli

W = Painoarvo

M=Kerroin

q = Laatumukustannus

Laitetason kriittisyyden tekijät löytyvät Kuvasta 6. (PSK 6800:2800, 2008.)

2.2.7 Korjaus- tai seurauskustannukset

Korjauskustannuksia muodostuu laitteen vikaantumisen yhteydessä ja seurauskustannuksia silloin, kun vikaantuminen johtaa laitteen vaurioitumiseen tai jonkin toisen laitteen vikaantumiseen. Kerroin kasvaa suhteessa menetettyyn laitoksen tuotantoaikaan.

Laitteen kriittisyysindeksi K_r korjauskustannusten kannalta lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$K_r = p \times (W_r \times M_r)$$

Kaava muodostuu seuraavista lyhenteistä:

p = Vikaantumisväli

W = Painoarvo

M =Kerroin

r = Korjaus- tai seurauskustannus

Laitetason kriittisyyden tekijät löytyvät kuvasta 6. (PSK 6800:2800, 2008.)

2.3 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä eli ERP-järjestelmä (Enterprise Resource Planning) on tietojärjestelmä, johon on integroitu yrityksen eri toimintoja. Integroituja toimintoja voivat olla esimerkiksi suunnittelu, tuotanto, jakelu, varastonhallinta, laadunhallinta,

laskutus ja kirjanpito. ERP-järjestelmään voidaan valita osat yrityksen tarpeiden mukaisesti. Järjestelmään voi myös ostaa eri toimintoja omina moduuleinaan. ERP-järjestelmään voi kytkeä muitakin järjestelmiä, esimerkiksi verkkokauppa tai CRM-asiakkuudenhallinta järjestelmän. CRM tulee sanoista ”customer relationship management”.

ERP-ohjelmistolla voidaan suunnitella yrityksen toimintaa ja resursseja. Tällöin yrityksen tehokkuutta toiminnallisesti ja taloudellisesti voidaan lisätä. Eri toimintojen väliset tiedot voidaan tallentaa samaan paikkaan, jolloin tieto on reaaliaikaista ja palvelee useita osastoja yrityksessä samaan aikaan. Järjestelmä antaa tietoa missä on ylimääräisiä resursseja ja missä resursseja tarvitaan lisää. Päätöksenteko tulee nopeammaksi, kun tieto on reaaliaikaista ja nopeasti kaikkien saatavilla.

2.3.1 Toiminnanohjausjärjestelmä huollon ja kunnossapidon näkökulmasta

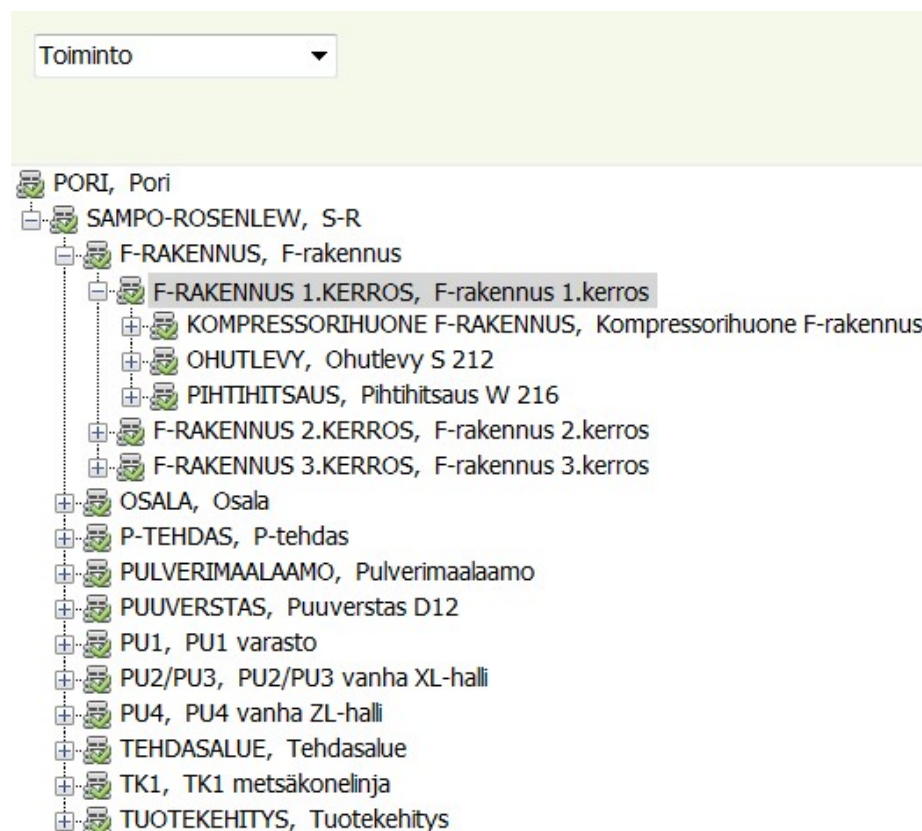
Toiminnanohjausjärjestelmässä on seuraavat tiedot:

- laitepaikkojen ja laiteyksiköiden perustiedot
- materiaalihallinta (varaosat, raaka-aineet)
- vika-/häiriöilmoitusjärjestelmä
- työmääräinjärjestelmä
- ehkäisevän kunnossapidon järjestelmä
- ostotilausjärjestelmä
- palvelun myynti ja laskutus
- dokumenttien hallinta
- yhteystietorekisteri (toimittajat, valmistajat, asiakkaat)
- resurssihallinta
- työtuntien kirjaus palkanhallinnan pohjaksi
- projekti/seisokkihallinta
- kalibrointi

Kaikki moduulit voidaan tulostaa ja lisäksi voidaan hankkia erillisiä raporttityökaluja, joilla saadaan halutunlaiset raportit sisällöltä ja ulkonäöltä. (Kunnossapito, 2006, s. 162.)

Laite- ja laitepaikkarekisterillä muodostetaan tietojärjestelmän runko. Rekisterillä seurataan seuraavia asioita: laitepaikkarekisteri ja siihen liittyvät hierarkiat (esimerkiksi mekaaninen, sähkö ja automaatio), laitteiden ja laitepaikkojen tekniset tiedot, varaosa-luettelot, laite- ja laitepaikkahistoriat, laitepaikkojen kustannusten kohdennustiedot, käyttöomaisuuskirjanpito. (Kunnossapito, 2006, s.162.)

Laitepaikkahierarkia rakentaa laitepaikoista loogisen ”puun” josta laitepaikkakortti on helppo löytää, vaikka ei tietäisi koodia. Hierarkiaa käytetään myös kustannusten seurannassa. Hierarkia kertoo mitkä laitepaikat ovat osa samaa kokonaisuutta ja kuuluvat sitä kautta samaan kokonaisuuspaikkaan. Laitepaikkahierarkia voi olla Kuvan 7 mukainen.

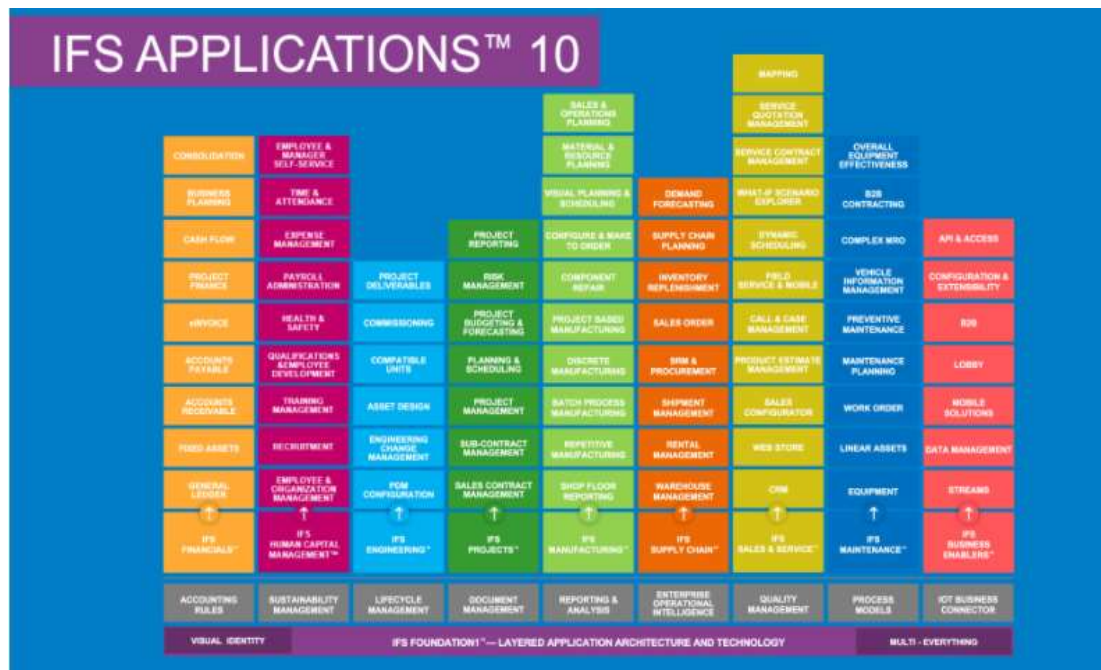


Kuva 7 Esimerkki laitepaikkahierarkiasta soveltuvin osin. (Sampo-Rosenlew IFS, 2021)

Häiriöilmoitusjärjestelmään tarkoitus kirjata tuotannon häiriöt. Usein häiriöilmoitukset luodaan manuaalisesti, on myös mahdollista luoda ne automaattisesti liittymällä prosessiohjausjärjestelmään. Automaattinen luonti on kallista ja sitä käytetään yleensä vain kriittisissä laitteissa. Häiriöilmoituksia kirjaavat usein tuotantohenkilöt, kaikki häiriöt eivät vaadi kunnossapitohenkilöstöltä toimenpiteitä. Korjausta vaativat häiriöt siirtyvät työmääräyksen muodossa kunnossapitohenkilöstölle. Työmääräimen siirtymisestä työjonoon, voidaan ohjelmistosta riippuen ilmoittaa vastuuhenkilölle sähköpostilla, tekstiviestillä tai ohjelmiston työjonon tarkastamisella. Muodostettu työmääräin käsitellään työmääräin järjestelmässä, jossa häiriöilmoituksen tekijä voi seurata reaaliajassa ilmoituksen tilaa. Häiriöilmoitusjärjestelmällä voidaan analysoida häiriöitä, niihin johtaneita syitä ja tuotantomenetyksiä. Analysointia voidaan tehdä vakioraporttein tai raporttityökalun avulla tietokannasta luotuja raporttein. (Kunnossapito, 2006, s.170-171.)

2.4 IFS

IFS on globaalisti toimiva yritysohjelmistotoimittaja. IFS tarjoaa ratkaisuja, jotka auttavat yrityksiä saamaan paremman tuoton sijoitetulle pääomalle. IFS Applications tarjoaa ERP ratkaisuja erityisesti valmistavalle teollisuudelle. Vuoden 2020 Gartnerin kansainvälisen asiakasvertaisarvion mukaan IFS Applications on johtava ERP-tuote. Yhtiössä työskentelee noin 4000 työntekijää. Asiakkaita yhtiöllä on maailman laajuisesti yli 10000. IFS ERP palveluita ovat implementointi, projektinhallinta, prosessikehitys, pääkäyttäjäpalvelut, integraatiot ja datamigraatiot. IFS järjestelmät on myös mahdollista siirtää pilvipalveluympäristöön. Pilvipalveluympäristöön on mahdollista saada järjestelmän perusprosessit: talous, myynti, osto, varasto, projekti, valmistus ja huolto. Koko IFS ERP- järjestelmää on mahdollista käyttää myös mobiililaitteella. (IFS, 2021.) Kuva 8 esittää IFS –ohjelmiston eri moduuleja.



Kuva 8 IFS ERP-systeemiin kuuluvia moduuleja. (IFS, 2021.)

3 TOTEUTUSVAIHE

3.1 Kriittisyysanalyysin suorittaminen

Kriittisyysanalyysi suoritettiin puimuri- ja metsäkonetuotantolinjan esimiesten toimesta. Ennen kriittisyysanalyysin tekoa suoritettiin osastot ylittävä selvitys konekannan laajuudesta, edellä mainittujen esimiesten toimesta. Konekannan selvityksessä otettiin valokuvat koneista ja niiden tyyppikilvistä. Konekannasta tehtiin lista taulukkolaskentaohjelmaan, jossa oli koneiden sijainti, nimike, valmistaja, malli, sarjanumero ja vuosimalli sekä erityiset huomautukset (esimerkiksi koneissa olevat lisäosat). Konekannan osoitettua laajaksi suoritettiin ensimmäinen pudotusvaihe, jossa esimiehet päättivät kriittisyysanalyysiin tuotavat koneet. Kriittisyysanalyysiin tuotiin valmistusprosessin alkupuolen koneita, ohutlevy-osaston koneet, koska ilman niitä hyödykkeiden valmistusprosessi ei alkaisi. Alkuvalmistuksen koneita ovat esimerkiksi särmäyspuristimet ja laserleikkurit, kaikkiaan kriittisyysanalyysiin otettiin 17 kpl eri konetta alkuvalmistuksesta ja 10 kpl kompressoreja, yhteensä koneita oli 27.

Koneet listattiin PSK 6800 standardin valmiiseen taulukkolaskentaohjelman pohjaan. Käytetty PSK 6800 -pohja on löydettävissä opinnäytetyön lopussa, Liitteessä 1. Listauksen jälkeen pidettiin kokous, jossa koneet käytiin yksitellen läpi ja niille annettiin Kuva 6 Laitetason kriittisyyden tekijät PSK 6800, mukaan kertoimet. Kertoimina käytettiin standardin kertoimia, tarvittaessa kertoimia voi muuttaa. Kriittisyyden raja-arvoksi määritettiin 2000, tätä suuremmat luvut näkyvät huomiovärillä taulukon kriittisyysindeksi -sarakkeessa. Tuotannon menetyksen painoarvokerroin, wp -arvoksi määritettiin 100.

Painoarvokertoimia annettaessa korostui henkilökunnan tietämys ja kyky arvioida koneiden ominaisuuksia sekä analysoida koneiden historiaa ja käyttää tietoja kriittisyys-

analyysissa. Painoarvokertoimien annossa korostui myös henkilökunnan tuntemus konekannasta, tätä tarvittiin, jotta koneille saataisiin mahdollisimman oikeat arvot, varsinkin jos konetta ei voi korvata tai jos sen voi korvata toisella olemassa olevalla koneella. Painoarvokertoimia määriteltäessä pyrittiin olemaan realistisia ja käyttämään kokemuksen tuomaa tietoa sekä koneiden käyttöhistoriaa. Kertoimet kasvavat nopeasti suuriksi, jos kriittisyysanalyysia tehdään liian kriittisesti, mitä tahansa voi tapahtua -periaatteen mukaisesti.

Kriittisyysanalyysissa pyrittiin tekemään selkeä ero kriittisten ja ei kriittisten koneiden välille. Laitteiden välillä oli yhteyksiä, esimerkiksi puhaltimet lasereilla muodostavat laitekokonaisuuden, jossa ilman toimivaa puhallinta laseria ei voi käyttää. Osaksi laitteiden väliset yhteydet pyrittiin ottamaan huomioon arviota tehdessä. Osalla laitteilla oli paljonkin korvaavia laitteita, jolloin mahdolliset laitteiden toimintahäiriöt eivät vaikuta tuotantoon. Osalla laitteilla oli lisäosia kuten nousevia aisoja, joilla ne erottuivat muista vastaavanlaisista koneista.

Kriittisyysanalyysin tulos oli odotettavissa, kriittisyyden rajan (2000) ylitti viisi eri laitetta. Viiden kriittisimmän laitteen kärkeä piti laite, joka oli ainut laatuaan ja näin ollen vaikeasti korvattavissa. Loput neljä laitetta olivat leikkureita, joilla oli keskenään eroavaisuuksia, jotka tekevät yksittäisestä laitteesta vaikeasti korvattavan nykyisellä laitekannalla. Kuvassa 9 on kriittisyysanalyysin tulokset esitettyinä PSK 6800 standardin pohjassa.

Kriittisyyden raja-arvo	2000
Tuotannon menetyksen painoarvokerroin Wp	100

Vikaantumisväli (1_8)	Turvallisuus (0_16)	Ympäristö 0_16	Tuotannon menetys (0_4)	Lopputuotteen laatukustannus (0_4)	Korjauskustannus (0_4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit				
							Ks	Ke	Kp	Kq	Kr
Painoarvo t W -->	30	20	100	30	20	K					
8	2	2	2	4	2	3680	480	320	1600	960	320
8	2	2	2	4	2	3680	480	320	1600	960	320
8	2	2	4	4	3	5440	480	320	3200	960	480
2	4	2	0	0	0	320	240	80	0	0	0
2	2	4	2	4	0	920	120	160	400	240	0
2	2	4	2	4	0	920	120	160	400	240	0
2	4	2	3	3	0	1100	240	80	600	180	0
4	2	2	1	1	1	1000	240	160	400	120	80
4	2	2	1	1	1	1000	240	160	400	120	80
4	2	2	1	1	1	1000	240	160	400	120	80
4	2	2	2	2	1	1520	240	160	800	240	80
4	2	4	2	2	1	1680	240	320	800	240	80
4	2	4	3	3	1	2200	240	320	1200	360	80
2	8	0	3	3	0	1260	480	0	600	180	0
2	8	0	2	2	0	1000	480	0	400	120	0
2	4	4	0	0	0	400	240	160	0	0	0
4	2	4	1	1	1	1160	240	320	400	120	80
4	2	4	2	2	1	1680	240	320	800	240	80
1	2	2	0	0	2	140	60	40	0	0	40
2	2	2	0	0	2	280	120	80	0	0	80
2	0	2	2	3	3	780	0	80	400	180	120
2	2	2	0	0	2	280	120	80	0	0	80
4	2	2	0	0	2	560	240	160	0	0	160
1	2	2	0	0	2	140	60	40	0	0	40
1	0	2	2	3	3	390	0	40	200	90	60
8	16	4	4	4	2	8960	3840	640	3200	960	320
2	4	4	0	0	0	400	240	160	0	0	0

Kuva 9 Kriittisyysanalyysin tulokset. Kuvasta on tarkoituksella rajattu pois kaksi ensimmäistä saraketta, toimintopaikan tunniste ja toimintopaikan nimitys.

Kuvan sarakkeiden kertoimet määritettiin PSK 6800 ja käyttötietojen mukaisesti. Vikaantumisväli määritettiin koneen tiedetyn vikaantumishistorian mukaisesti. Turvallisuus määritettiin turvallisuus huomioiden ja tapahtuneiden tapaturmien historian mukaisesti Taulukon 1 mukaisesti. Ympäristö määritettiin koneen sisältämän öljy- ja/tai kylmäainemäärän mukaisesti ja miten ne luontoon päästessään vaikuttaisivat ympäristöön Taulukon 2 mukaisesti. Tuotannonmenetys määritettiin arvioimalla mahdollinen tuotannonmenetys ja tapahtumahistorian mukaisesti. Lopputuotteen laatukustannus määritettiin arvioimalla mahdollinen laatukustannus sekä tapahtuneiden laatukustannusten historian mukaisesti. Korjauskustannus arvioitiin tapahtuneiden korjauskustannusten historian mukaisesti. Kriittisyysindeksi on edellä lueteltujen osa-alueiden yhteen laskettu summa. Kriittisyyttä voidaan tarkastella myös eri osaindeksien valossa,

esimerkiksi korjauskustannusten (k_q) –sarakkeen arvojen mukaisesti. Osa-alueille kertoimia määrittäessä otettiin huomioon laitehierarkiat Kuvan 5 mukaisesti. Tehdyssä kriittisyysanalyysissä kaikki osaindeksit seurasivat kriittisyysindeksin mukaista järjestystä.

3.2 Tulosten hyödyntäminen kunnonvalvonnan suuntaamisessa ja kehittämisessä

Kriittisyysanalyysissä saatuja tuloksia hyödynnettiin viidelle eniten pisteitä saaneelle laitteelle jo ennen analyysin tekoa, koska laitteiden kriittisyys oli henkilökunnan tiedossa etukäteen. Kriittisyysanalyysin suoritus ei paljastanut uusia laitteita, joille kunnonvalvontaa kannattaisi suunnata ja kehittää.

Kriittisyysanalyysi tarjosi kuitenkin lisätodistusta laitteiden kriittisyydestä ja saattaa nopeuttaa konekannan uudistusta tai tuotteiden ulkoistamista kriittisimpien kohteiden osalta. Tuotannon kannalta kriittisimmät koneet ovat erityishuomiossa kunnonvalvonnan osalta ja ne ovat ensimmäisinä huoltovuorossa verrattuna tehtaan muihin koneisiin.

3.3 Kunnonvalvonnan menetelmien hyödyntäminen

Opinnäytetyön luvussa 2.1.2 tarkemmin esiteltyjä kunnonvalvonnan menetelmiä hyödynnetään yhtiön kunnonvalvonnassa muutamia. Esimerkiksi yhtiön sähkölaitteille tehdään lämpökuvauksia kerran vuodessa. Laser–leikkureissa on omat kunnonvalvontajärjestelmät, jotka tarkastetaan huoltojen yhteydessä kerran vuodessa. Laser-leikkurit seuraavat omaa toimintaansa myös automaattisesti ja antavat käyttäjälle hälytyksen, kun tietyt parametrit ylittyvät tai alittuvat ja vaativat toimenpiteitä. Valmistajalta on saatavalla etäluku mahdollisuus lasereille, se ei ole yhtiön lasereissa käytössä. Tuotannon tehoa seurataan käsin tehtävällä raportilla viikoittain ja käyntisuhteita mitataan piirtureilla. Raporttien dokumentointi on osaston infotaululla.

Vesimittarit luetaan kerran viikossa ja tiedot lähetetään veden toimittajalle kaksi kertaa kuukaudessa. Paineilmajärjestelmässä on useita mittareita, niitä ei seurata säännöllisesti. Työntekijät ilmoittavat paineenlaskusta kunnossapidon esimiehille tai mekaanikolle suullisesti, jos jokin kone ei toimi paineenlaskun seurauksena. Esimerkiksi paineen laskiessa verkostossa alle 6 barin laserit pysähtyvät. Paineilmaverkon kuntoa seurataan vuosittain tarkastamalla painesäiliöiden ja varoventtiilien kunto, tarkastuksien tuloksista tehdään raportti. Käytössä olevien kaasujen kulutusta seurataan. Esikäsitteilykemikaalien pitoisuuksia valvotaan päivittäin, ja säädetään tarvittaessa oikeisiin arvoihin. Työpisteellä on dokumentit päivittäisistä kirjauksista ja mahdollisista seoksien säätämistä esikäsitteilykemikaaleille. Asetettujen raja-arvojen ylityttyä tai kulutuksen ollessa totuttua suurempaa etsitään tapahtumalle mahdollinen aiheuttaja. Raja-arvot on määritelty kokemuspohjaisesti tai kemikaalitoimittajan toimesta. Pistehitsausjärjestelmässä olevan jäähdytysveden kuntoa seurataan. Seurannan perusteella vesi uusitaan ja järjestelmä puhdistetaan vuosittain. Jätteenkäsittelylaitoksella tehdään myös seuranta.

Kunnonvalvontaa dokumentoidaan valvottavien kohteiden osalta. Sähkölaitteiden lämpökuvauksista tehdään raportti. Lasereista ja muista valvottavista koneista tulee huoltoraportti huollon suorittaneelta toimijalta, joka tallennetaan toiminnanohjausjärjestelmään konekortille. Kaasujen kulutus ja kemikaalien pitoisuudet dokumentoidaan.

3.4 Laitteet vuosihuoltoineen IFS-ohjelmaan

Laitteet vietiin IFS- ohjelmaan ja niille lisättiin huolto-ohjelman mukainen vuosihuolto, työmääräimet (huoltoraportit), käyttötunnit sekä laitteen sijainti, merkki, malli ja laitteen lisävarusteet.

Huomioitavina seikkoina IFS:n käytössä tuli esiin koneiden nimeäminen ja kohdetasojen hierarkia. Laitenimikkeitä sai olla vain yksi täysin samanlainen koko hierarkiapuussa, saman mallisten laitteiden tai usean saman laitteen kanssa nimeämisen

kanssa piti olla tarkkana. Esimerkiksi laser 1 sai esiintyä vain kerran tai jos on kaksi täysin samanlaista konetta, tuli nekin erotella toisistaan jo laite- rivillä, kuvaus- rivin käyttäminen parempaan identifiointiin ei ole ohjelmistossa riittävää.

Nimeämisessä käytettiin seuraavanlaista logiikkaa.

Jos tiettyä laitetta oli yksi (1) kappale oli laite- rivillä valmistaja ja malli, kuvaus- oli laitenimike. Esimerkiksi Bystronic BySprint, Laser.

Jos yhdessä kohteessa on useampi kuin yksi (1) samanlainen laite oli laite- rivillä laitenimike ja laitteelle annettu järjestysnumero, kuvaus- rivillä oli valmistaja ja malli. Esimerkiksi Laser 1, Bystronic BySprint

Jos laitteita on enemmän kuin yksi (1) kappale enemmän kuin yhdessä (1) kohteessa, laite- rivillä on kohteen numero, laitenimike ja laitteelle annettu järjestysnumero, kuvaus- rivillä on valmistaja ja malli. Esimerkiksi 1201 Laser 1, Bystronic BySprint.

Kuvassa 10 on ponnahdusikkuna, jossa annetaan uudelle laitteelle tarvittavat tiedot hierarkiapuuhun.

Kuva 10 Uuden laitteen tietojen lisääminen IFS- ohjelmistossa. IFS-ohjelmiston laitenavigaattorin uusi peruslaite luodaan kuvan ikkunassa, syöttämällä nuolilla merkityille laite- ja kuvaus- riveille laitteen tiedot ja valitsemalla sopiva kohdetaso.

Ylempänä esitetty nimeämistapa osoittautui selkeimmäksi ohjelman ominaisuuksien valossa. Jos kaikissa laitteissa olisi nimeämiseen käytetty alinta esimerkkiä, jossa on

kohteen numero, olisi valikosta tullut vaikeaselkoinen ja raskas luettava. Nimeämistavalla pyrittiin valikon selkeyteen ja helppolukuisuuteen ja lisätietoja laite- tietoihin ja kuvauksiin lisättiin vasta tarpeen vaatiessa. Tulevaisuuden laitehankintojen päivityskin on helpompaa, kun kaikkia koneita ei ole sidottu kohdetasojen numerointiin.

Kohdehierarkiassa oli huomioitava, että hierarkia oli laskeva tehtaasta koneelle. Hierarkian ylimpänä oli tehdas ja alimpana kone, lisättäessä uusia koneita ja niiden sijainteja, kertoo ohjelmisto, jos hierarkiaa ei noudateta. Tehtaan ja koneen välillä hierarkia jakautuu rakennuksiin, kerroksiin ja osastoihin.

Kirjatessa tietoja yksittäiselle koneelle oli oltava tarkka, että kirjaus tapahtuu halutulle koneelle, eikä esimerkiksi kerrokselle tai väärälle koneelle. Tietojen muuttaminen, lisääminen ja poistaminen on helppoa. Mitä enemmän koneella on merkintöjä, sitä vaikeammaksi tietojen muokkaaminen tulee. Tästä syystä on erittäin tärkeä suorittaa ensimmäisiksi tehtävät koneiden nimeämistyöt huolellisesti, jotta välttyttäisiin tilanteelta, jossa koko kone pitäisi poistaa ja luoda uudelleen ja lisätä sille kaikki tarvittavat tiedot.

Laitteille lisättiin työmääräimiä liitteisiin peruslaitteen ”Dokum.” osioon. Käyttötunnit lisättiin peruslaitteen ”Huom” osioon. Kuvassa 11 on nähtävissä laitteelle tallennetut tiedot. Osioita on tarkoitus päivittää jatkossa henkilökunnan toimesta.

Peruslaitteella on

- Vaateet
- Varaosat
- Takuu
- Dokum.
- Kytkenät
- Mittauspisteet
- Osapuolet
- Huom

Kuva 11 IFS-ohjelmiston ”Peruslaite” –valikon osa. Valikko osoittaa sinisellä merkillä laitteelle ohjelmistoon tallennetut tiedot.

Laitteiden huoltojen päivämääriä pystyi muokkaamaan monesta eri paikasta, sekavuuden välttämiseksi Liitteen 2 ohjeisiin on kuvattu suositeltu valikko, jossa muokkaukset on hyvä tehdä. Ohjelman käytön tullessa tutummaksi voi ohjeita soveltaa ja muokata valitun toimintatavan mukaisesti. Aluksi on hyvä toteuttaa yhtä käyttötapaa selkeyden vuoksi. Tuotannonohjausjärjestelmää käyttävien työntekijöiden päätettäväksi jää poistetaanko vanhat huoltoraportit ja käyttötunnit samalla kun uudet vastaavat tiedot lisätään, vai pidetäänkö toiminnanohjausjärjestelmässä enemmänkin koneen historiaa koskevia tietoja.

Kootusti esitettynä mitä toiminnanohjausjärjestelmään vietiin ja mitä sinne voisi lisäksi vielä tallentaa. Mitä toiminnanohjausjärjestelmään vietiin: tyyppitiedot, tekniset ominaisuudet, sijaintitiedot, liittyminen muihin kokonaisuuksiin tai laitteisiin, toimittajien yhteystiedot, laitteille tehtyjen kunnossapito- ja modifiointitoimenpiteiden kirjaukset. Mitä toiminnanohjausjärjestelmään voidaan lisäksi viedä: varaosatiedot, laitteiden piirustukset ja muut dokumentit, kunnonvalvonnan seurantatiedot.

Toiminnanohjausjärjestelmän laitekohtainen kunnonvalvonta ja huoltojärjestelmä voisi pitää sisällään: jaksotetut huollot toimenpidekuvauksineen, kunnonvalvonta toimenpidekuvauksineen, automaattinen valvontasysteemi esim. tulostaa käyttäjälle toimenpidelistan, suoritettujen töiden kuittaus ja raportointijärjestelmä sekä laitteiden huolto- ja kunnonvalvonnan kehittämisjärjestelmä. Tunnuslukujen keräämistä varten tarvitaan toiminnanohjausjärjestelmästä työnumero, kustannuspaikka, kustannuslaji, toimenpidelaji, työlaji. (Aalto, 1994 s. 58)

4. LOPUKSI

Konkreettisena hyötynä opinnäytetyö selkeyttää ja parantaa IFS –ohjelmiston käytettävyyttä ja auttaa seuraamaan konekohtaisia huoltoja sekä koneita koskevia merkintöjä. Konekohtaisten tietojen kuten käyttötuntien ja huolto raporttien seuraaminen ja päivittäminen on helpompaa, kun ne on tuotu yhteen, samaan paikkaan. Koneiden historiatietojen ja tulevien huoltojen seuranta on ajantasaista selkeää.

Kriittisyysanalyysi ei tarjonnut kunnonvalvontaan uusia suuntauksia ja menetelmiä, se toimi ennemminkin varmistajana, että kunnonvalvontaa suunnataan jo valmiiksi oikeille kohteille sopivalla laajuudella. Kriittisyysanalyysi sai kuitenkin pohtimaan kriittisimpien koneiden uusimista tai muita vaihtoehtoisia tapoja saada kriittisimpien koneiden työt suoritetuksi.

IFS – ohjelmiston käytettävyyttä lisää tuotujen huoltojen yksinkertaisuus, ohjelmaan ei tuotu käyttäjien suorittamia jatkuvia huoltotoimenpiteitä kuten rasvauksia ja käytönaikaisia tarkastuksia. Käyttäjien suorittamat huoltotoimenpiteet ovat usein toistuvia ja tekijöilleen automaattisia, joten niiden merkitseminen IFS –ohjelmistoon katsottiin olevan tarpeetonta ja epäkäytännöllistä.

Tehdessä päivityksiä jo käytössä olevaan ohjelmistoon on käyttäjille ystävällisintä välttää suuria muutoksia ja noudattaa jo olemassa olevaa logiikkaa sekä käytäntöjä. Tietysti, mikäli käyttäjät toivovat suurempia muutoksia ovat ne perusteltuja tehtäväksi. Päivityksissä pyrittiin olemaan käyttäjäystävällisiä ja tekemään vain sellaisia päivityksiä, jotka tukevat ohjelman käyttämistä ja tekevät ohjelmiston käytön miellyttäväksi. Esimerkiksi vuosihuolto on ohjelmistossa yksi suuri kokonaisuus, jonka sisällä olevia toimenpiteitä ei lähdetty kirjoittamaan ohjelmassa auki. Tärkein toivomus IFS –ohjelmiston käyttäjiltä oli, että ohjelma antaisi hälytyksen lähestyvistä vuosihuolloista, eikä kuvailisi niinkään vuosihuollon sisältöä, joka on määritelty tilaaja ja tekijä -osapuolien välisessä sopimuksessa.

Kunnossapidosta löytyy lukuisia eri lähteitä. Tuntui loogisimmalta ja selkeimmältä käyttää päälähteinä PSK-standardeja, jotka määrittävät vaatimuksia, ominaisuuksia ja

järjestelmien toimintaa. (SFS. 2021.) Ja täydentää ja selventää PSK standardeja alan kirjallisuudella sekä internetin hakutuloksilla.

4.1 Opinnäytetyön lopputulos

Opinnäytetyö onnistui päivittämään IFS-toiminnanohjausjärjestelmän tavoitteiden mukaisesti niin, että ohjelman tietokanta laajentui sekä päivittyi. Lisäksi ohjelmiston käytettävyyttä parani. Konekanta päivitettiin ja koneille asetettiin halutut toiminnot työn tilaajan toimeksiannon mukaisesti. Alkutilanne IFS-ohjelmistossa oli selkeä, tehtaan eri osat oli nimetty loogisesti ja selkeästi ja niiden muodostaman hierarkiapuun alle oli helppo päivittää konekanta. Päivitetyle konekannalle oli helposti lisättävissä tilaajan haluamat ja antamat tiedot konekohtaisesti konekorttiin.

Opinnäytetyön tavoitteen saavuttamiseksi käytettiin suunniteltuja menetelmiä, joita olivat toimeksiantajan henkilökunnan kanssa käydyt keskustelut. Käydyt keskustelut olivat välttämättömiä, jotta asetetut tavoitteet opinnäytetyön osalta saatiin täytettyä ja päivitettyä ohjelmistoa haluttuun suuntaan. IFS –ohjelmiston käytön helpottamiseksi tehtiin opinnäytetyön lopussa olevan liitteen 2 mukainen kuvasarja, jotta henkilöstön olisi helppoa jatkaa ohjelmiston käyttöä sekä tarjota heille tieto mitä on tehty ja miten.

Toiminnanohjausjärjestelmään päivitettäviin tietoihin ja huoltoihin vaikuttaa paljolti se kuka toiminnohjausjärjestelmää päivittää tehtyjen huoltojen osalta ja yhtiön kulttuuri. Toiminnanohjausjärjestelmään voi merkitä huoltoja tehdyksi huollon suorittanut tai kootusti esimies, riippuen yhtiön tai osaston toimintamalleista. Jos huoltoja merkitsee tehdyksi ainoastaan työnjohtajat voi olla käytännöllistä merkitä vain heille kuuluvat huoltotyöt järjestelmään, kuten vuosihuoltojen järjestäminen, kuten opinnäytetyössä esitetään. Jos huoltoja merkitsevät tehdyksi myös koneenkäyttäjät, voivat he sovitusti merkitä tekemiään huoltoja toiminnanohjausjärjestelmään.

Opinnäytetyössä tehtyjä toimia voi jatkaa yhtiön muille osastoille heidän toivomassa laajuudessa ja suunniteltujen linjaston muutoksien aikataulun mukaisesti. Luultavasti nyt tehdyt päivitykset ovat muokkautuneet käytännöiksi, joita voidaan siirtää muillekin osastoille niille tehtyjen muutostöiden jälkeen.

Suoritetun kriittisyysanalyysin pohjalta kriittisimmille koneille suoritettiin jo valmiiksi tarkoituksenmukaista kunnonvalvontaa. Tehty kriittisyysanalyysi vahvisti jo tiedossa olevia asioita ja voi nopeuttaa uusia laitehankintoja tai avata muita keinoja hoitaa kriittiseksi tiedetyn koneen työ. Kriittisyysanalyysia tehdessä on pyrittävä olematta tuomaan analyysiin tekijän tai tekijöiden mielialaa ja luonnetta. Saatujen tuloksien tulisi olla sellaisia, että kriittisyysanalyysi olisi toistettavissa samankaltaisin tuloksin, jos tarkasteltavat koneet pysyvät samoina. Koneiden historiatiedot ja niiden oikea käyttö ovat avainasemassa kriittisyysanalyysia tehdessä. Tehty kriittisyysanalyysi onnistui ja vaikka lopputulos oli ennalta yleisesti tiedetyn kaltainen, on sen tulos toistettavissa.

Opinnäytetyö osoittaa, että huoltoa ja kunnossapitoa voi seurata ja dokumentoida yksinkertaisilla tarkoin valituilla kokonaisuuksilla, laadun korvatessa määrän. Näin toiminnanohjausjärjestelmän käyttökokemus on positiivinen ja kokonaisuus hallinnassa sekä toimenpiteet seurattavalla tasolla. Työssä jaksaminen ja viihtyminen on parempaa, kun työntekijällä on käytettävänä toiminnanohjausjärjestelmä, jonka rakenteita ja sisältöä on pohdittu huolellisesti. Ja jonka sisältöön työntekijä on päässyt itse vaikuttamaan, niin että ohjelmiston käytettävyys ja sisältö tukisi työntekoa mahdollisimman paljon.

Toiminnanohjausjärjestelmän olemassaolo ei tarkoita suoraan sitä, että sitä hyödynnettäisiin kokonaisvaltaisesti kunnossapidossa ja sen dokumennoissa. Eikä toiminnanohjausjärjestelmän puuttuminen tarkoita, että kunnossapitoa ei olisi tai sitä dokumentoitaisi.

Teoriaosuudessa kerättiin laajasti tietoa eri lähteistä ja syvennyttiin kattavasti kunnonvalvonnan eri menetelmiin ja kriittisyysanalyysiin. Kokonaisuudessa pyrittiin yhdistämään eri luotettavien lähteiden tiedot yhteen paikkaan kattavaksi ja selkeäksi kokonaisuudeksi. Tarkoituksena oli luoda kattava ja selkeä kokonaisuus, joka tarjoaa hyvät perustiedot, joita voi halutessaan syventää esimerkiksi perehtymällä lisää käytettyihin lähteisiin.

Kunnossapito ja siihen liittyvät eri kunnossapidonlajit ja –menetelmät sekä kunnanvalvonta ovat laajoja kokonaisuuksia, joista löytyy paljon erilaisia käytäntöjä ja malleja opittavaksi sekä toteutettavaksi. Ei ole yhtä oikeaa tapaa toimia, vaan jokainen toimija valitsee itselleen parhaat ja toimivimmat menetelmät toimia. Kunnossapidon monimuotoisuuden ja erilaisten toimintamallien ympärillä, oli selkeintä käsitellä kunnossapitoa PSK –standardien mukaisesti ja täydentää niitä asianmukaisista ja luotettavista lähteistä.

Kunnossapidon vakiintuneita käytäntöjä ja periaatteita kuvaa sekin, että luotettavia lähteitä voivat olla vanhemmatkin julkaisut, kuten esimerkiksi Aallon kirja vuodelta 1994 osoittaa. Vanhoja kirjoja käytettäessä tulee kuitenkin olla tietoinen uusimmista tapahtumista varsinkin standardien osalta. Kunnossapito ja erityisesti kunnanvalvonta kehittyvät ja niiden käyttämät välineet. Usein ne ovat uutena kalliita ja käyttäjäryhmä on rajattua, ajan kuluessa ne saavuttavat usein enemmän käyttäjäkuntaa niiden tullessa käyttäjilleen edullisemmaksi.

Tarpeetonta toistoa opinnäytetyössä on pyritty välttämään, käsiteltävän aiheen ja sen monimuotoisuuden ja -kerroksisuuden vuoksi on tietyt asiat syytä mainita uudestaan asiayhteyden sen edellyttäessä.

LÄHTEET

PSK 6201:2011. (2011). Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. PSK.
<https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

PSK 6202:2003 (2003). Prosessiteollisuuden kuntokartoitus. PSK.
<https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

PSK 6800:2008 (2008). Laitteiden kriittisyysluettelo teollisuudessa. PSK.
<https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

PSK 7501:2010 (2010). Prosessiteollisuuden kunnossapidon tunnusluvut. PSK.
<https://psk-standardisointi.fi/standardit/>

Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta 12.6.2008/400 Haettu 3.6.2021
osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400>

Fluke. (2021). Kuinka mitata vastus yleismittarilla. Haettu 31.5.2021 osoitteesta
<https://www.fluke.com/fi-fi/lue-lisaa/blogi/digitaaliset-yleismittarit/kuinka-mitata-vastus>

Fluke. (2021). Kuinka mitata DC jännite digitaalisella yleismittarilla. Haettu
31.5.2021 osoitteesta <https://www.fluke.com/fi-fi/lue-lisaa/blogi/digitaaliset-yleismittarit/kuinka-mitata-dc-jannite-digitaalisella-yleismittarilla>

IFS. (2021). IFS yhtiönä. Haettu 30.3.2021 osoitteesta <https://www.ifs.com/corp/>

Mittatekniikan keskus, Mikes. (2021). Paineenmittaus. Haettu 31.5.2021 osoitteesta
<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J1.pdf>

Opetushallitus. (2021). Kunnossapidon merkityksen korostuminen. Haettu
23.3.2021 osoitteesta http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_13_kunnossapidon_merkityksen_korostuminen.html

Opetushallitus. (2021). Kunnossapidon käsitteet ja määritelmät. Haettu 23.3.2021
osoitteesta http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-1_kunnossapidon_kasitteet_ja_maaritelmät.html

Opetushallitus. (2021). Kunnossapidon toiminnot ennen vian ilmenemistä. Haettu 23.3.2021 osoitteesta http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/perusteet_2-3_kunnossapidon_toiminnot_ennen_vian_ilmenemista.html

Opetushallitus. (2021). Johdanto kunnonvalvontaan. Haettu 22.3.2021 osoitteesta http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/mekaniikka_k1_johdanto_kunnonvalvontaan.html

Sampo Rosenlew. (2021). Sampo Rosenlew yhtiönä. Haettu 22.3.2021 osoitteesta <https://www.sampo-rosenlew.fi/>

SFS. (2021). Mikä on standardi. Haettu 31.5.2021 osoitteesta <https://sfs.fi/standardeista/mika-on-standardi/>

Teräskonttori. (2021). Mittauksen pikaopas. Haettu 3.6.2021 osoitteesta <https://teras-konttori.fi/wp-content/uploads/2020/04/Mittauksen-pikaopas-FI.pdf>

Aalto H. (1994). Kunnossapitotekniikan perusteet. Kustannus Oy

ABB. (2000). TTT-käsikirja 2000-7 Kunnonvalvonta ja huolto. ABB Oy.

Kunnossapito. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10. (2006). KP-Media Oy.

Kunttu S., Komonen K., Ahonen T. & Niemelä M. (2010). Kunnossapidon vuosikirja 2010. KP-Media Oy.

Nohynek P. & Lumme V.E. (2007). Kunnon valvonnan värähtelymittaukset. (uudistettu laitos). Kunnossapitoyhdistys.

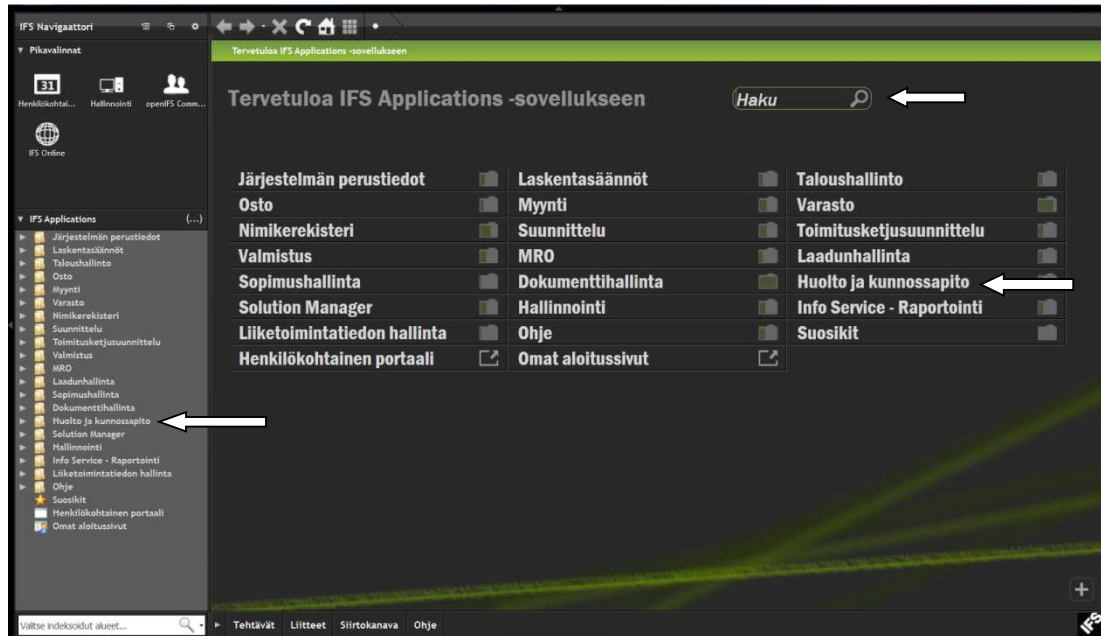
Scandinavian Center for Maintenance Management Finland ry. (1996). Käynnissäpidon johtaminen ja talous. KP-Tieto Oy

LIITE 1

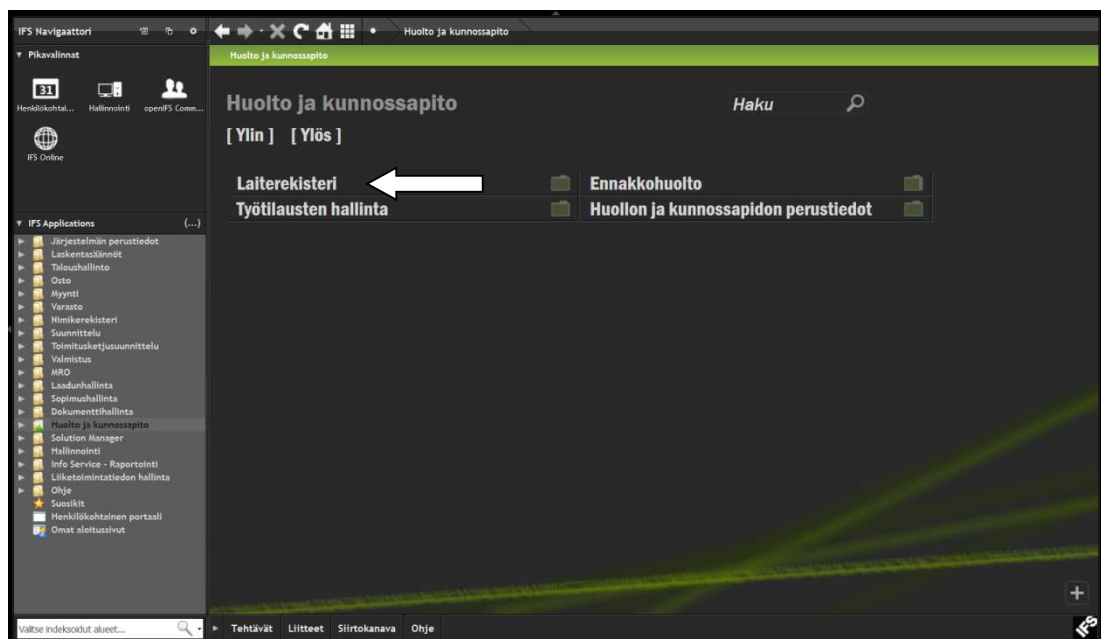
D42															
A B C D E F G H I J K L M N															
1	Laitos														
2	Kriittisyysluokittelun kohde														
3	Tekijät														
4	Versio														
5	Päiväys														
6															
									Kriittisyyden raja-arvo	400					
									Tuotannon menetyksen painoavokerroin Wp	100					
7	Toimintopaikan tunnistus	Toimintopaikan nimitys	Vikaantumisväli (1...8)	Turvallisuus (0...16)	Ympäristö 0...16	Tuotannon menetykset (0...4)	Lopputuotteen laatuksentunnus (0...4)	Korjauskustannus (0...4)	Kriittisyysindeksi	Kriittisyyden osaindeksit					
			Painoarvot W →	30	20	100	30	20		K	Ks	Ke	Kp	Kq	Kr
8									0	0	0	0	0	0	0
9									0	0	0	0	0	0	0
10									0	0	0	0	0	0	0
11									0	0	0	0	0	0	0
12									0	0	0	0	0	0	0
13									0	0	0	0	0	0	0
14									0	0	0	0	0	0	0
15									0	0	0	0	0	0	0
16									0	0	0	0	0	0	0
17									0	0	0	0	0	0	0
18									0	0	0	0	0	0	0
19									0	0	0	0	0	0	0
20									0	0	0	0	0	0	0
21									0	0	0	0	0	0	0
22									0	0	0	0	0	0	0
23									0	0	0	0	0	0	0
24									0	0	0	0	0	0	0
25									0	0	0	0	0	0	0
26									0	0	0	0	0	0	0
27									0	0	0	0	0	0	0
28									0	0	0	0	0	0	0
29									0	0	0	0	0	0	0
30									0	0	0	0	0	0	0
31									0	0	0	0	0	0	0
32									0	0	0	0	0	0	0
33									0	0	0	0	0	0	0
34									0	0	0	0	0	0	0
35									0	0	0	0	0	0	0

Liite 1 PSK 6800 kriittisyysanalyysin pohja

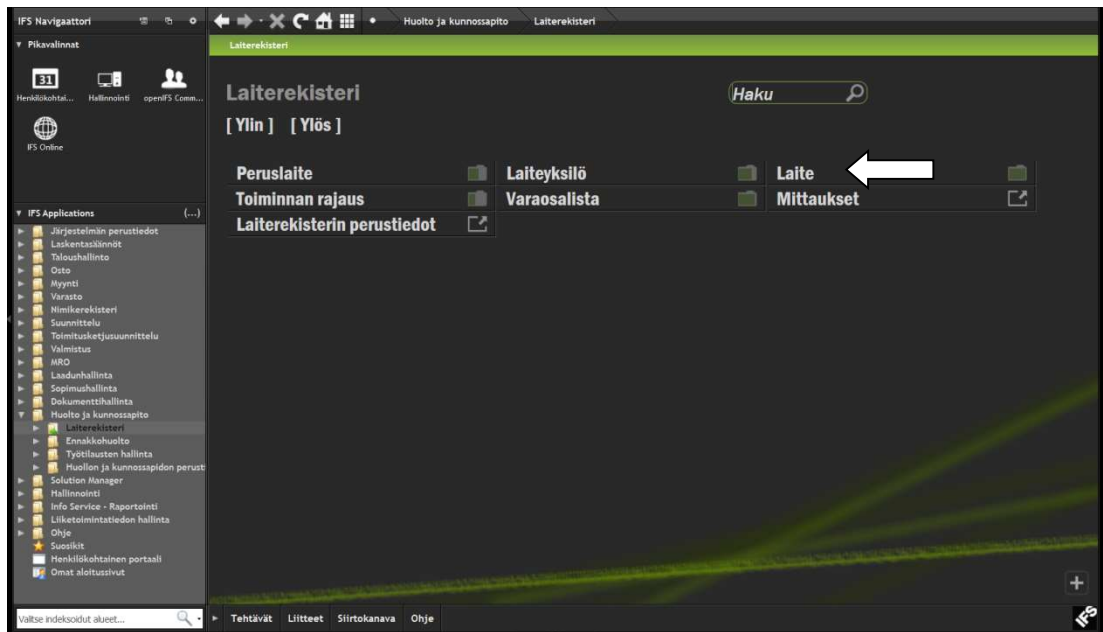
IFS laitenavigaattorin käyttö, peruslaitteen lisääminen ja EH (ennakkohuollon)- lisääminen, sekä EH (ennakkohuollon) –yhteenvedon tarkastelu.



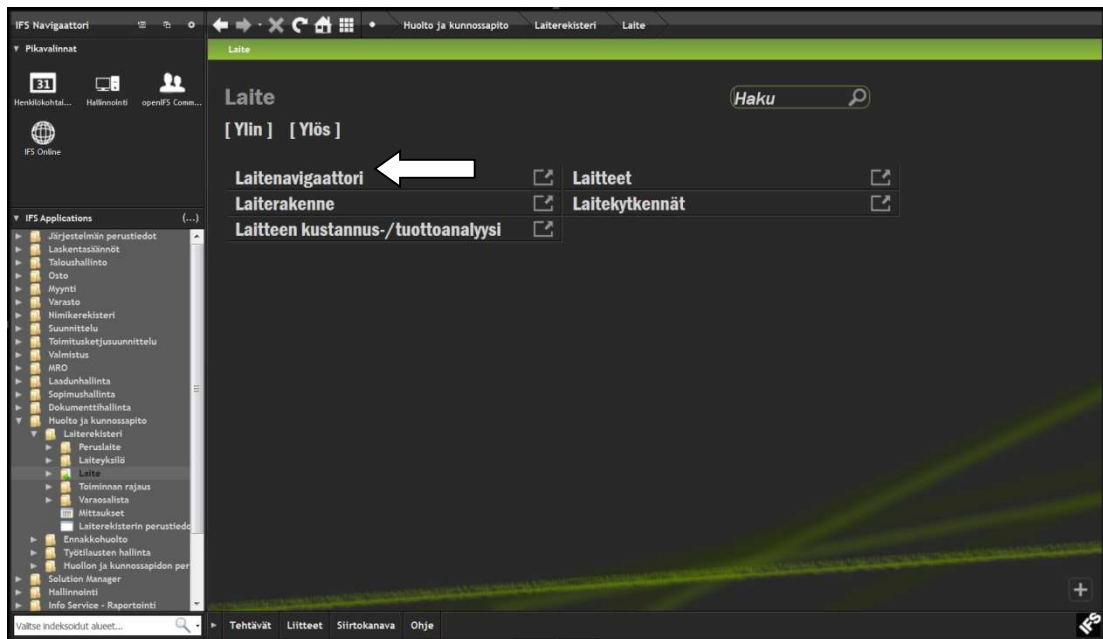
IFS –ohjelmiston avausnäkyvä. Laitenavigaattori. Valitse ”Huolto ja kunnossapito” toisesta haluamastasi nuolen osoittamasta valikosta. Vaihtoehtoisesti voit myös kirjoittaa nuolella merkitty ”Haku” –kenttään ”Laitenavigaattori” –hakusanan ja pääset suoraan laitenavigaattoriin.



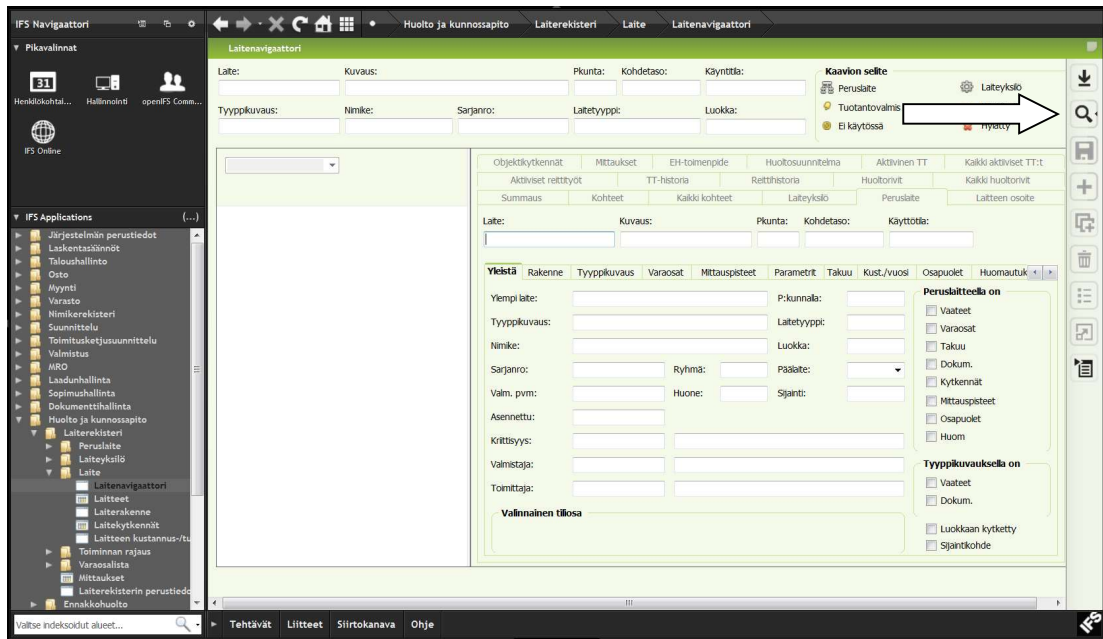
Huolto- ja kunnossapito –osion näkyvä. Laitenavigaattori. Valitse nuolen osoittama ”Laiterekisteri”.



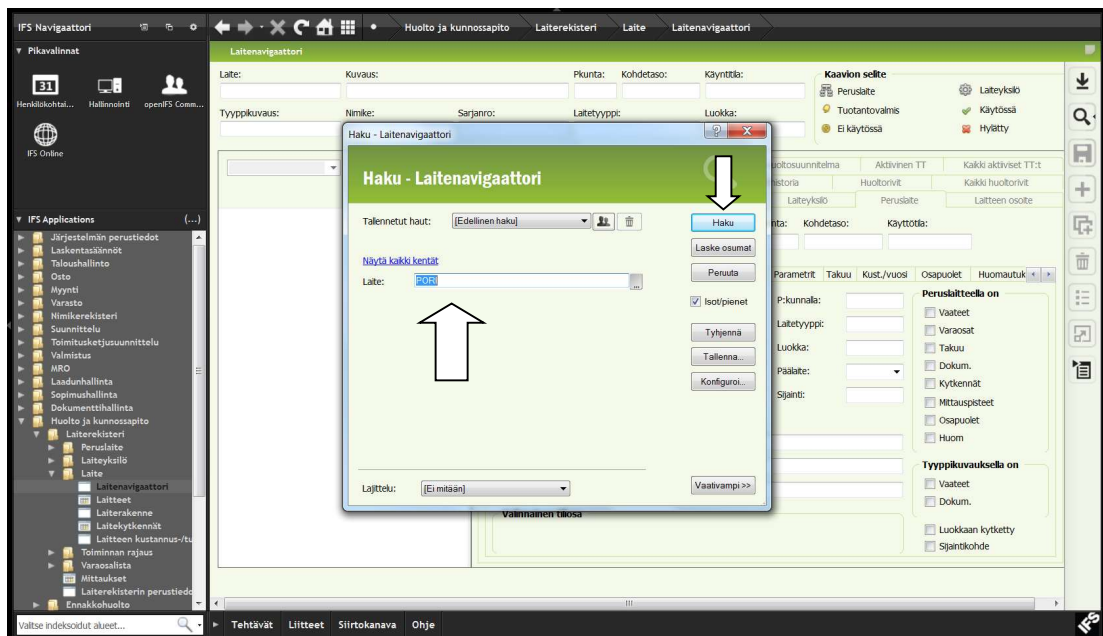
Laiterekisteri –osion näkymä. Laitenavigaattori. Valitse nuolen osoittama ”Laite”.



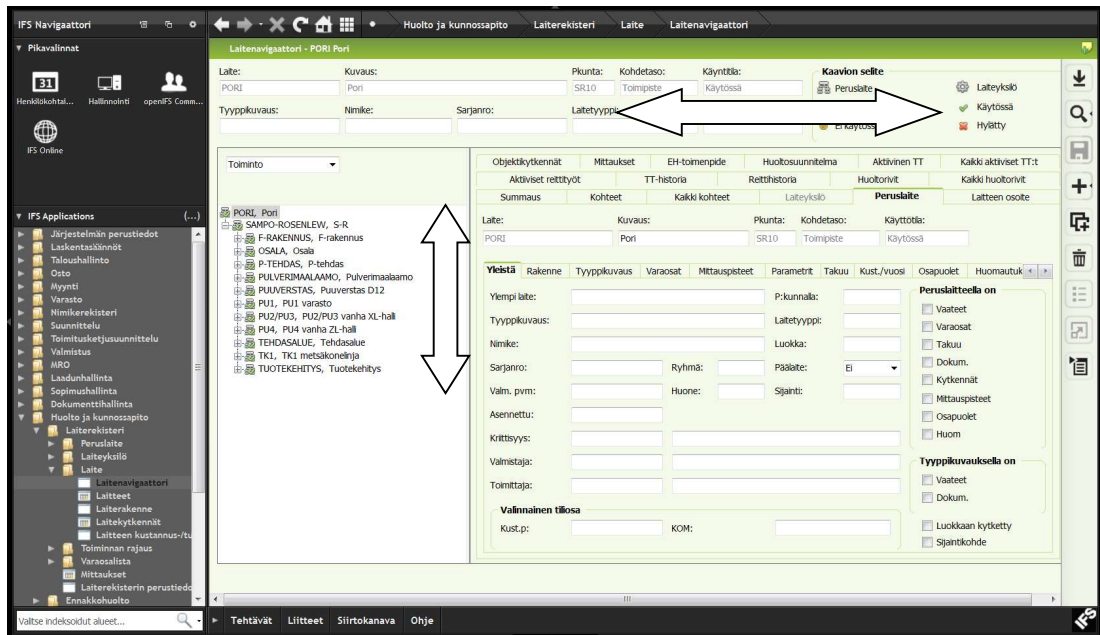
Laite -osion näkymä. Laitenavigaattori. Valitse nuolen osoittama ”Laitenavigaattori”.



Laitenavigaattori –osion avausnäky. Valitse nuolen osoittama suurennuslasi –kuvake avataksesi ”Haku” -ponnahdusikkunan.

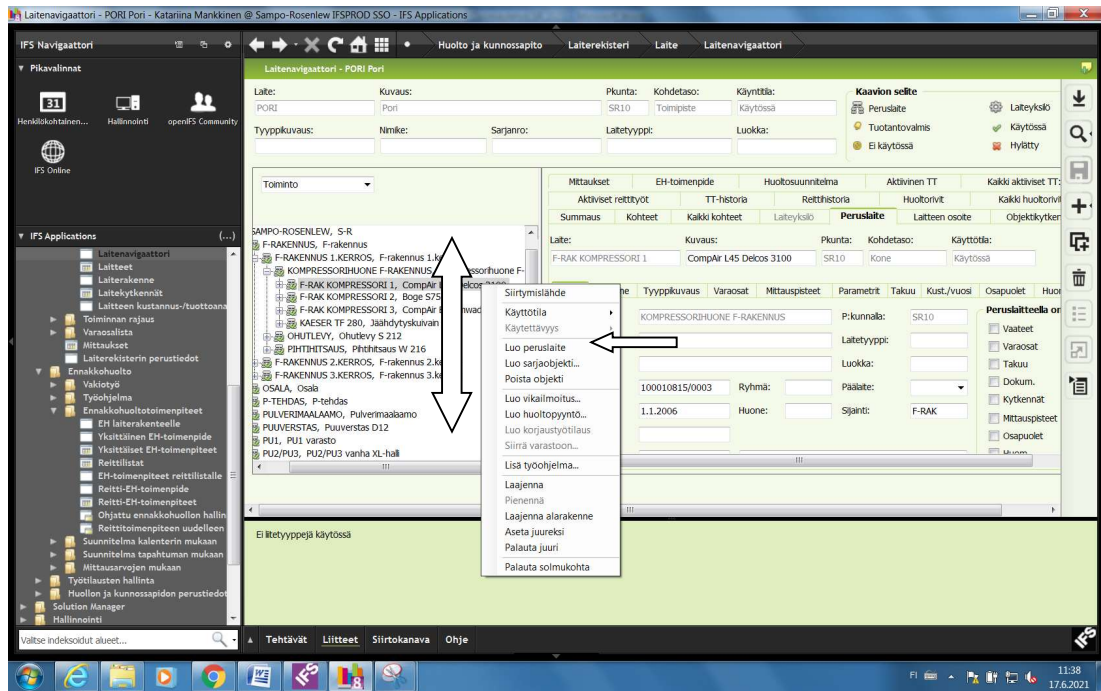


Laitenavigaattori haku –osion näky. Valitse ensin ”Laite” –hakukenttään ”PORI”. Paina sen jälkeen ”Haku” –kuvaketta.



Laitenavigaattorin Pori –hakutulokset avautuvat laitepaikkahierarkiana. Haun tulokset näkyvät vasemmalla palkissa jossa on pystysuuntainen nuoli. + -merkistä voit avata laitepaikkahierarkian muita tasoja.

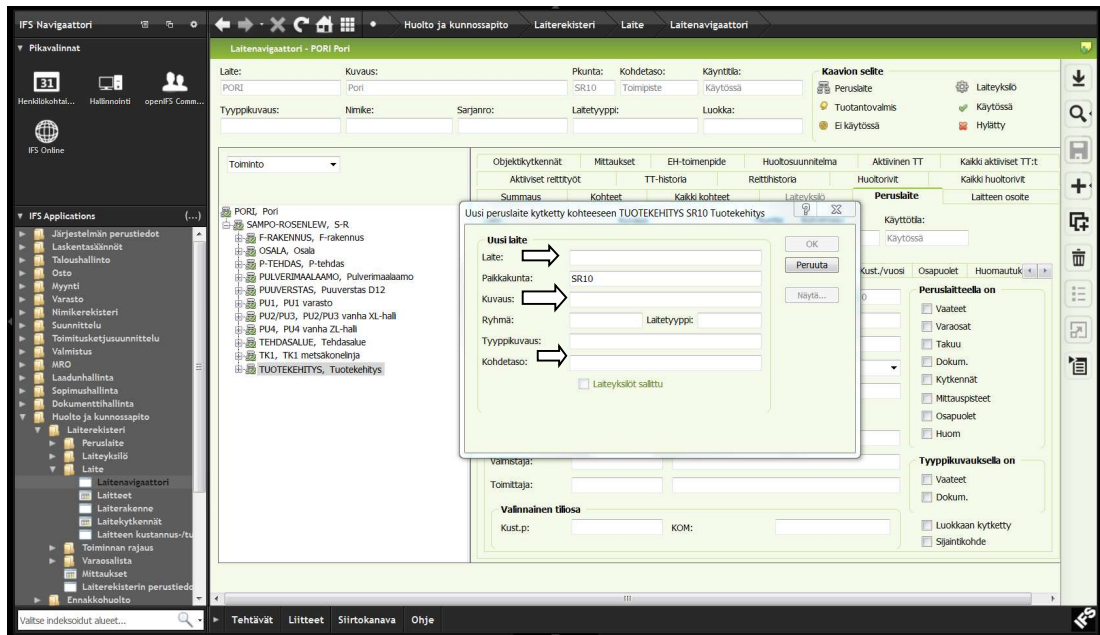
Vaakasuuntaisen nuolen alapuolelta voi valita halutun tarkastelun kohteen, esimerkiksi ”Peruslaite” tai ”EH –toimenpide”.



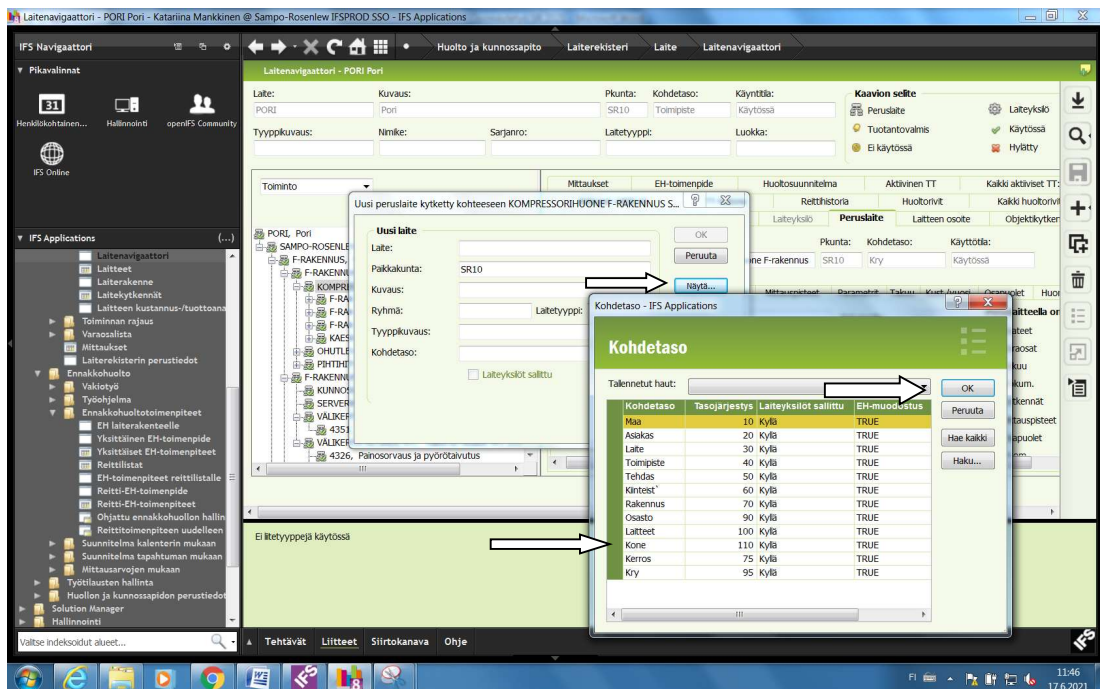
Uuden laitteen tai hierarkiapuun osan lisääminen laitenavigaattorissa. Mene halutun kohteen päälle vasemmalla olevassa pystyuolessa merkityssä laitepaikkahierarkiassa, huomaa että voit avata rakennuksien alla olevat osastot painamalla + -merkkiä. Klikkaa hiiren oikeaa painiketta halutun rakennuksen tai osaston päällä.

Viereen avautuu valikko, jossa valitaan nuolen osoittama ”Luo peruslaite” jota painamalla avautuu ponnahtusikkuna ”Uusi laite”.

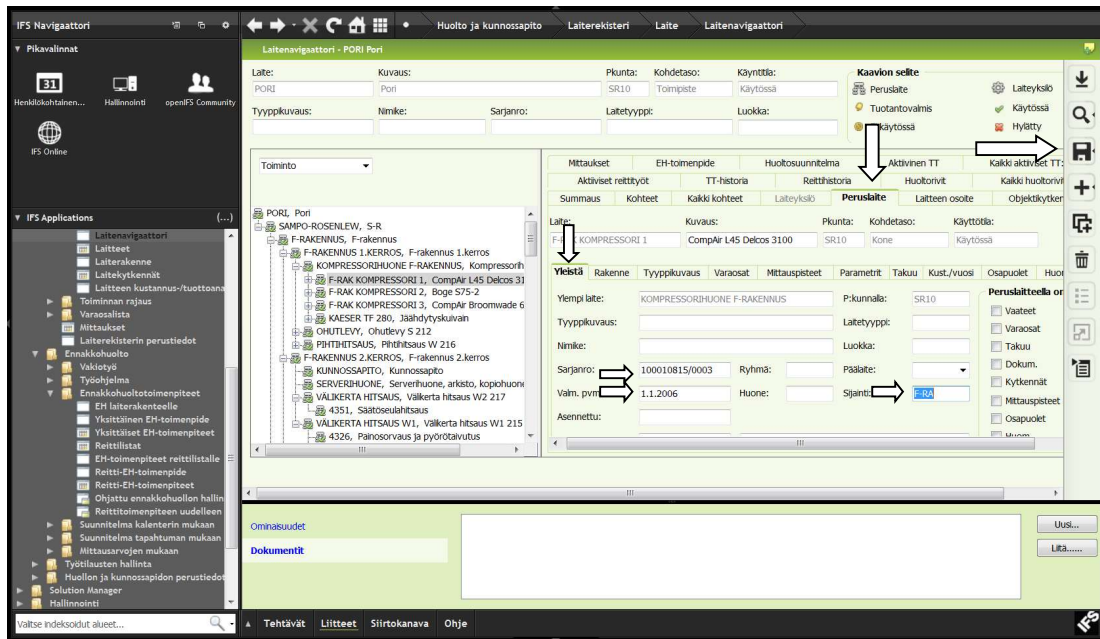
Mikäli haluat poistaa peruslaitteen tai hierarkiapuun osan valitse halutun objektin päällä valikosta ”Poista objekti”.



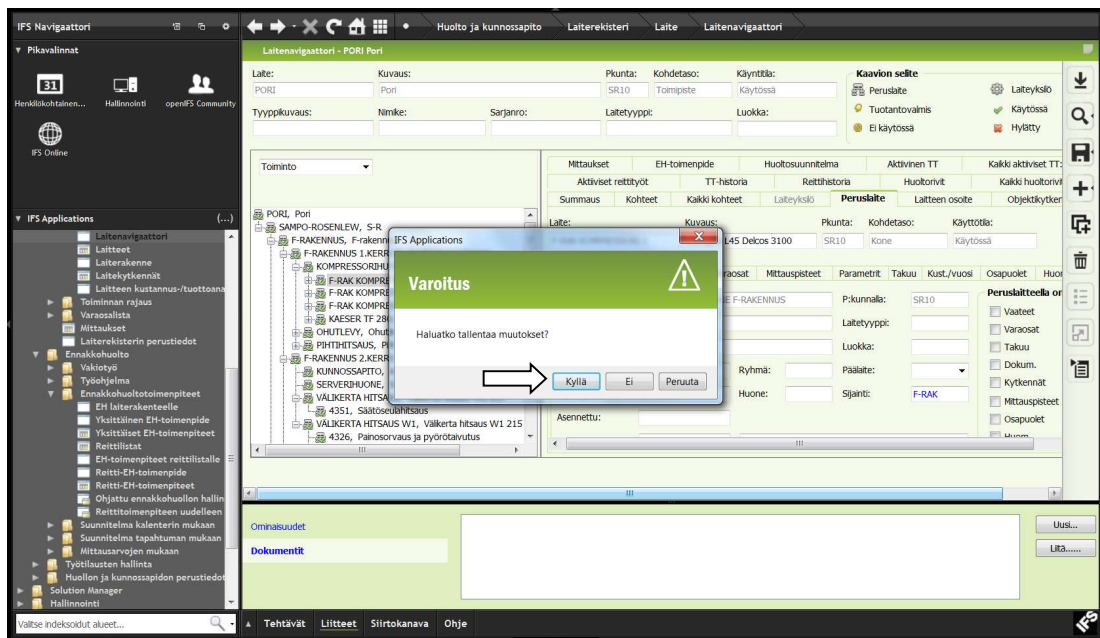
Laitenavigaattorin ”Uusi laite”-pohjaikkunassa syötä peruslaitteelle vähintään nuolien osoittamat tiedot ”Laite”, ”Kuvaus” ja ”Kohdetaso”, katso alla olevasta kuvasta tarkemmat ohjeet kohdetason täyttöön.



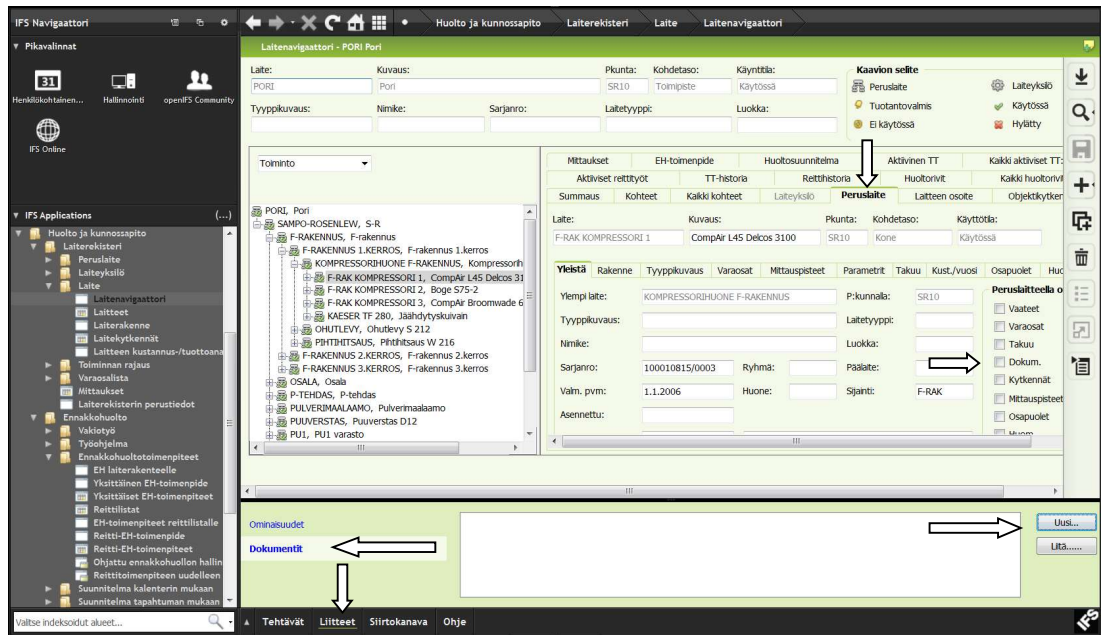
Laitenavigaattorin ”Kohdetaso” -valinnan kohdalla paina oikealla olevaa ”Näytä” –painiketta ja valitse sieltä haluttu kohdetaso, laitetta lisätessä kohdetaso on ”Kone”. Hyväksy valinta painamalla ”OK” –painiketta. Huomaa kohdetasojen keskinäinen hierarkia, joka on korkeimmasta matalimpaan: tehdas-rakennus-kerros-osasto/kry-kone.



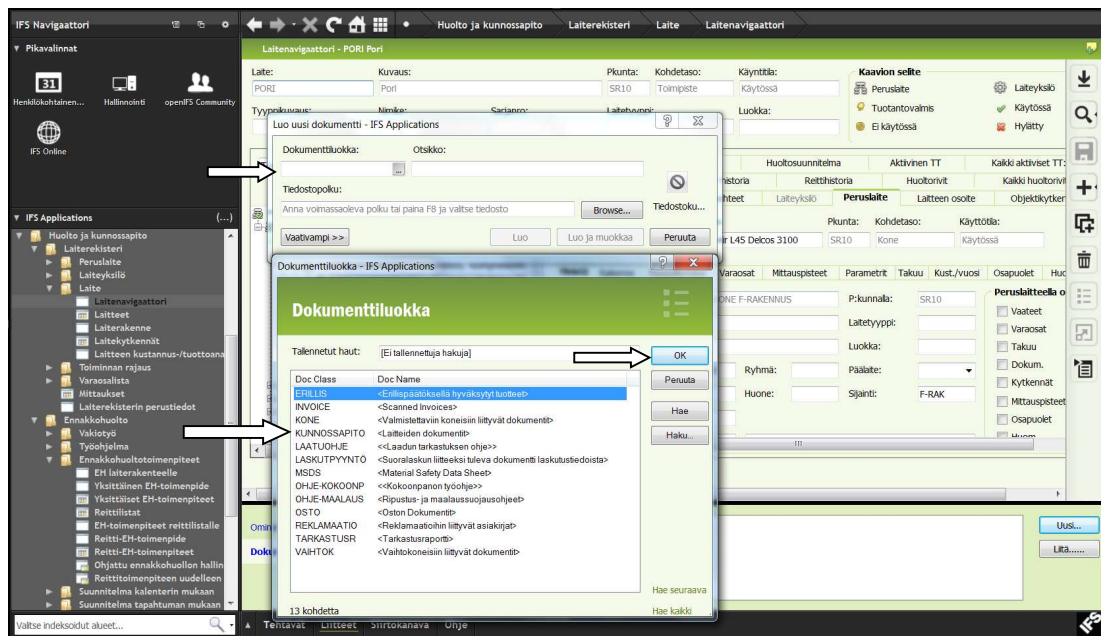
Laitenavigaattorissa ”Peruslaite” ”Yleistä” –kohtaan syötettävät tiedot. Valitse yläriiviltä nuolen osoittama ”Peruslaite” ja alemmalla riviltä ”Yleistä”. Täytä nuolien osoittamat kentät ”Sarjanro”, ”Valm. pvm” ja ”Sijainti”. Halutessasi voit täyttää muitakin kohtia. Tallenna painamalla oikealla olevaa nuolella merkittyä ”Tallenna” –painiketta. Tiedot voidaan tallentaa myös ponnahdusikkunan kautta, joka avautuu kun yrität poistua tallentamatta tietoja, alla olevan kuvan mukaisesti.



Poistuessasi tallentamatta tietoja, aukeaa ponnahdusikkuna jossa voit tallentaa tai hylätä tehdyt muutokset, painamalla ”Kyllä”, ”Ei” tai ”Peruuta”.

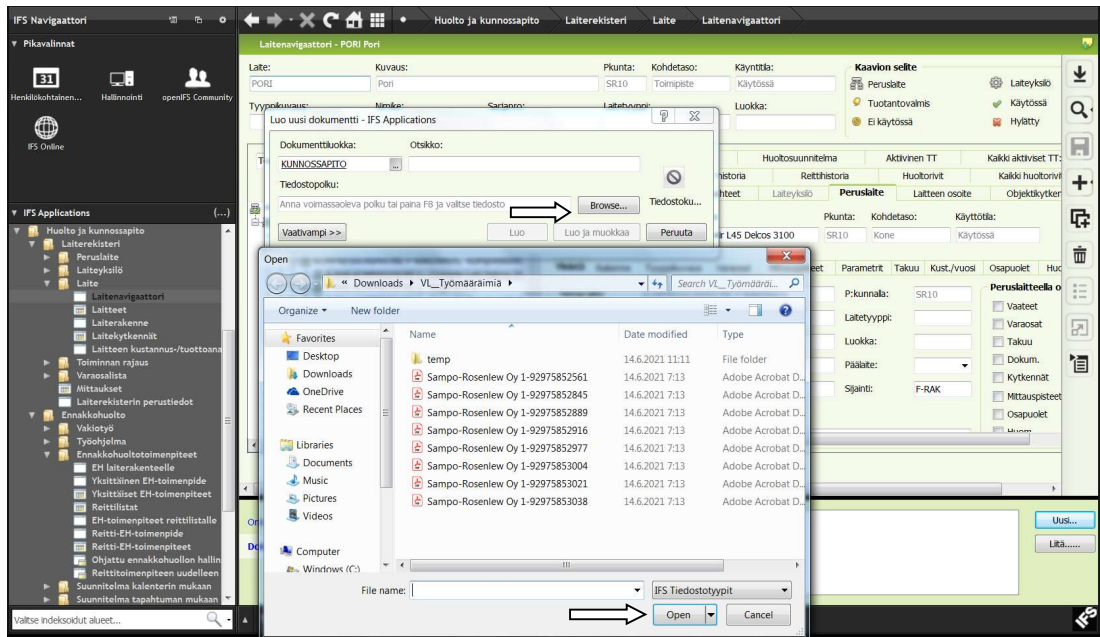


Liitteen lisääminen laitenavigaattorissa. Valitse ”Peruslaite” ylhäältä nuolen osoittamasta valikosta. Paina sen jälkeen oikealta nuolen osoittama ”Dokum.”. Valitse sitten alareunasta nuolen osoittama ”Liitteet”. Valitse vasemmalla nuolen osoittama ”Dokumentit”. Lopuksi valitse oikealta alhaalta nuolen osoittama ”Uusi”.

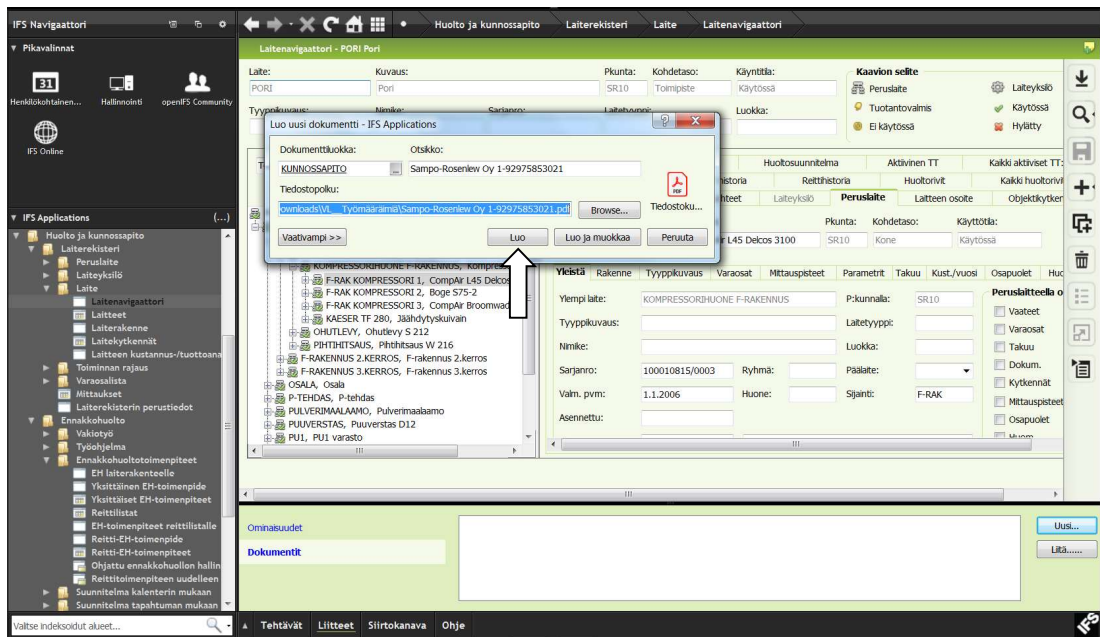


Dokumenttiluokan valinta liitteen lisäämisessä. Paina ”Dokumenttiluokka” ja valitse aukeavasta valikosta haluttu luokka, tässä tapauksessa ”KUNNOSSAPITO”. Hyväksy painamalla nuolen osoittama ”OK”.

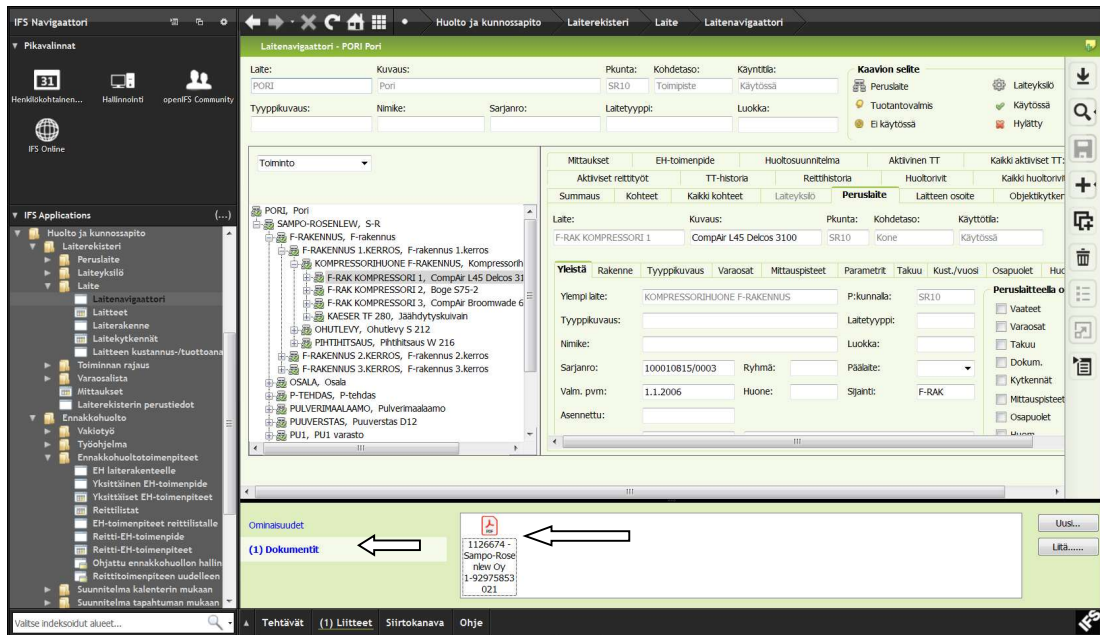
Huomaa ettet voi lisätä liitteitä, jos dokumenttiluokkaa ei ole valittu.



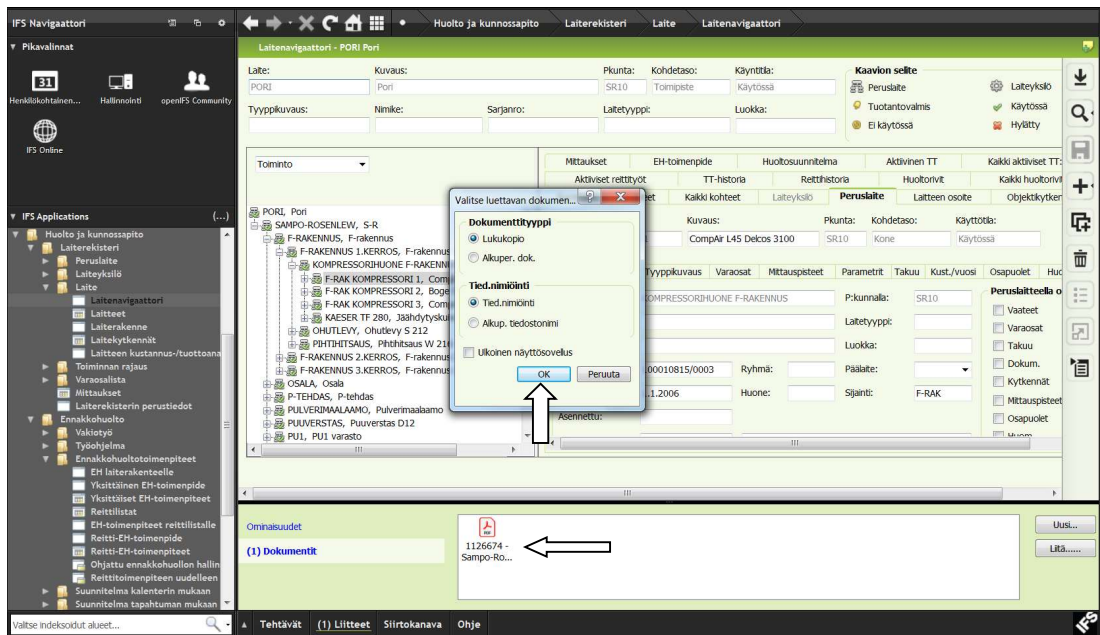
Valitse tietokoneelta haluamasi tiedosto ja paina nuolen osoittama ”Open”. ”Otsikko” –muodostuu automaattisesti liitteen nimen mukaisesti.



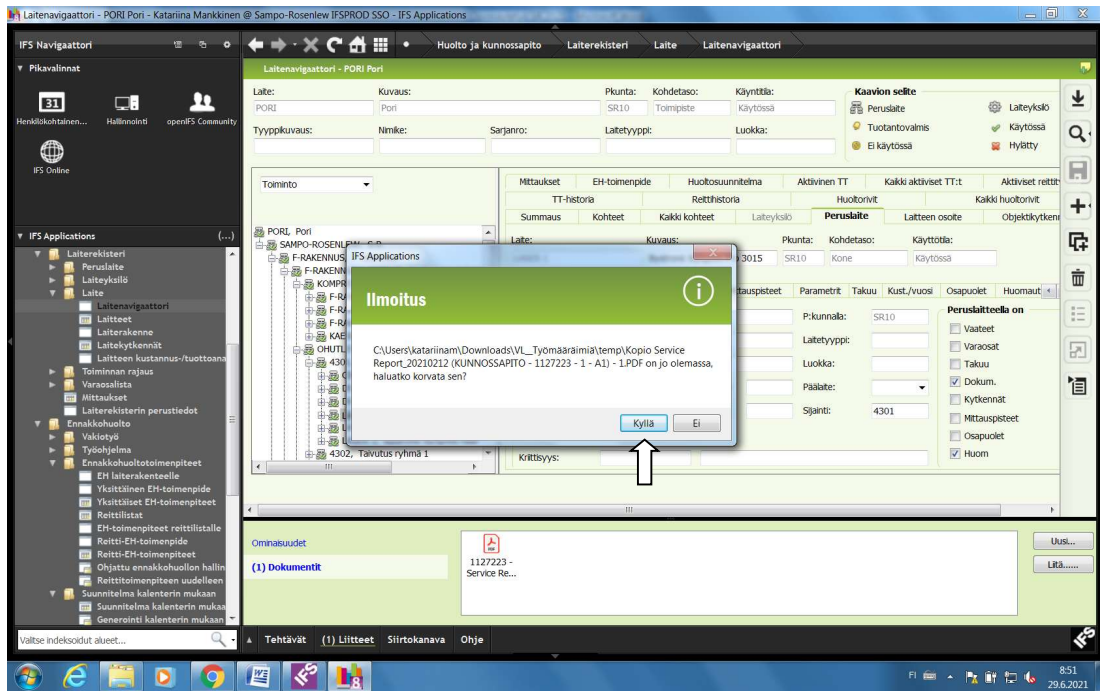
Halutun tiedoston liittäminen, kun tiedosto on valittu valitse nuolen osoittama ”Luo”.



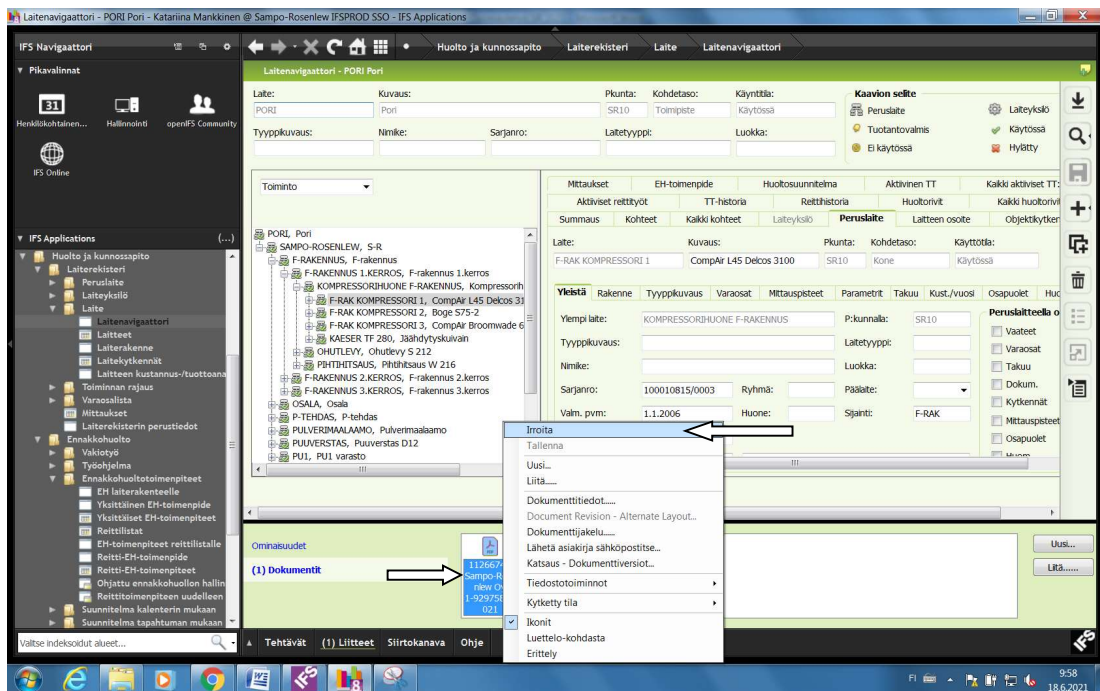
Tallennettu liite näkyy nuolen osoittamissa ”Dokumentit” –kohdassa ja valkoisessa ikkunassa.



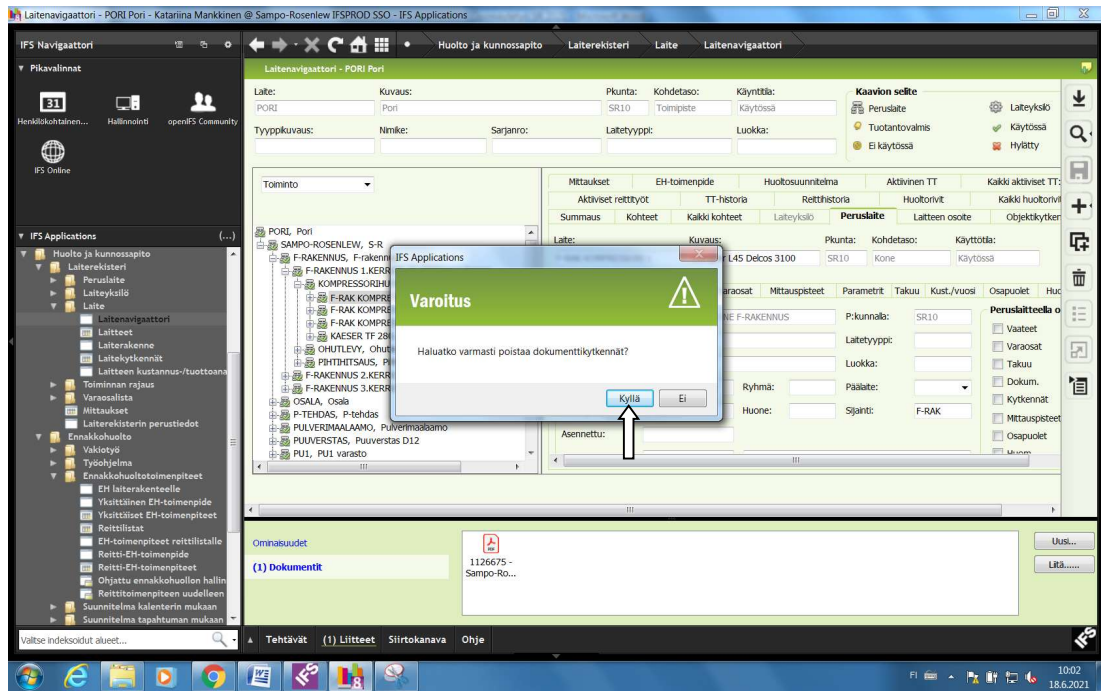
Liitteen avaaminen. Klikkaa hiirellä liitettä jonka haluat avata. Valitse aukeavasta ponnahdusikkunasta ”OK”, lukuasetuksia ei tarvitse muuttaa.



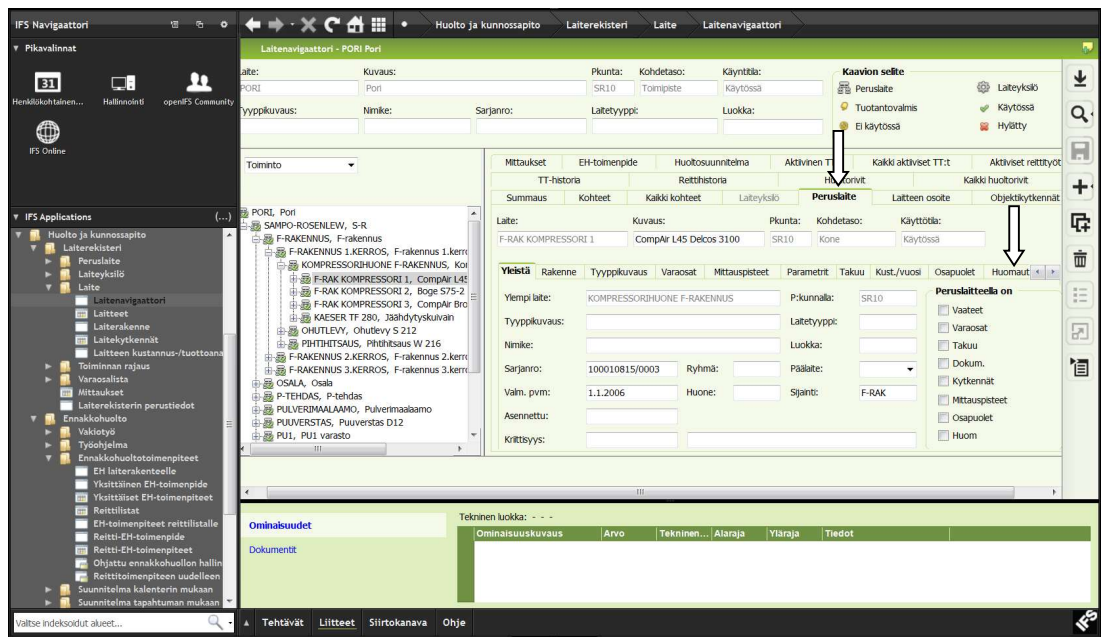
Liitteen avaaminen, jos ”Ilmoitus” tulee valitse ”Kyllä”.



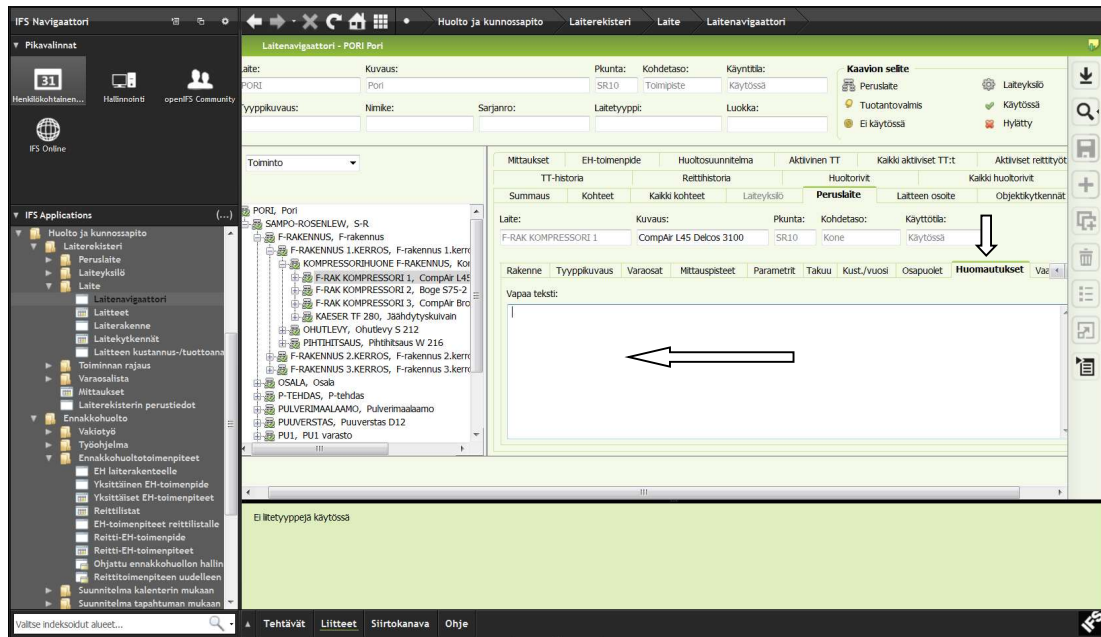
Liitteen poistaminen. Valitse liite hiiren oikealla painikkeella ja valitse aukeavasta valikosta hiiren osoittama ”Irroita”.



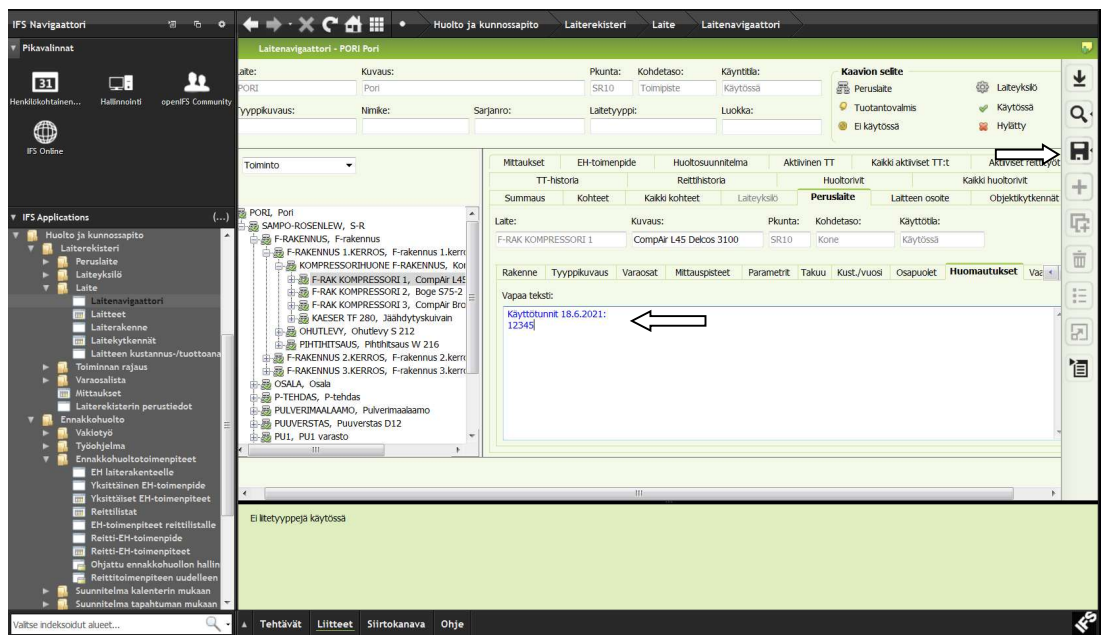
Liitteen poistaminen. Valitse aukeavasta ponnahdusikkunasta ”Kyllä”.



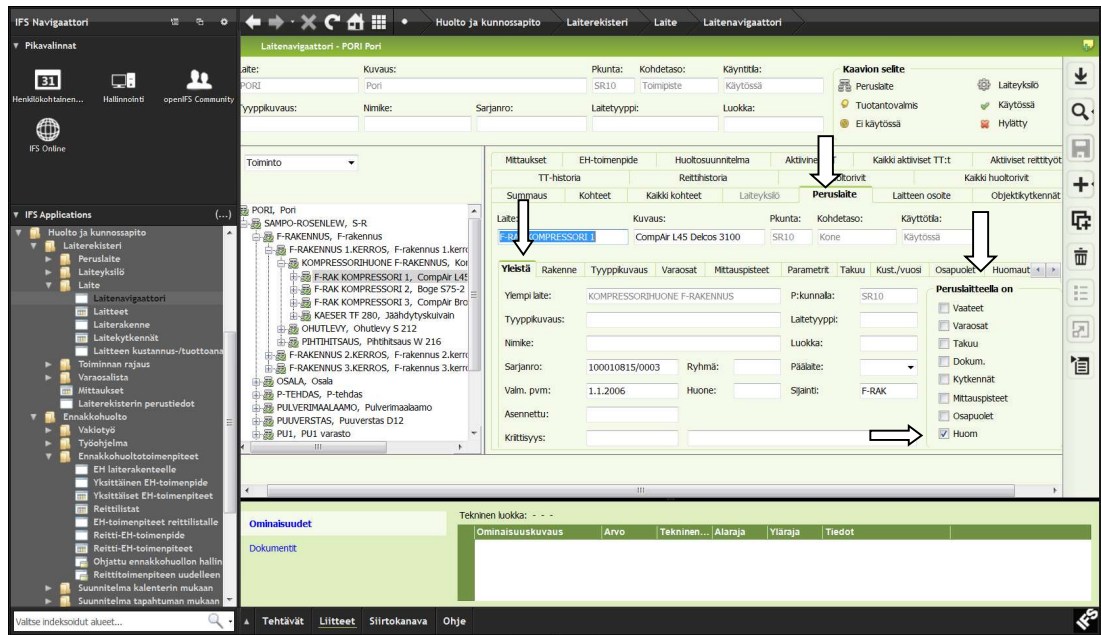
Käyttötuntien lisäys ja päivitys. Valitse yläriviltä nuolen osoittama ”Peruslaite”, alemmalta riviltä valitaan nuolen osoittama ”Huomautuksia”.



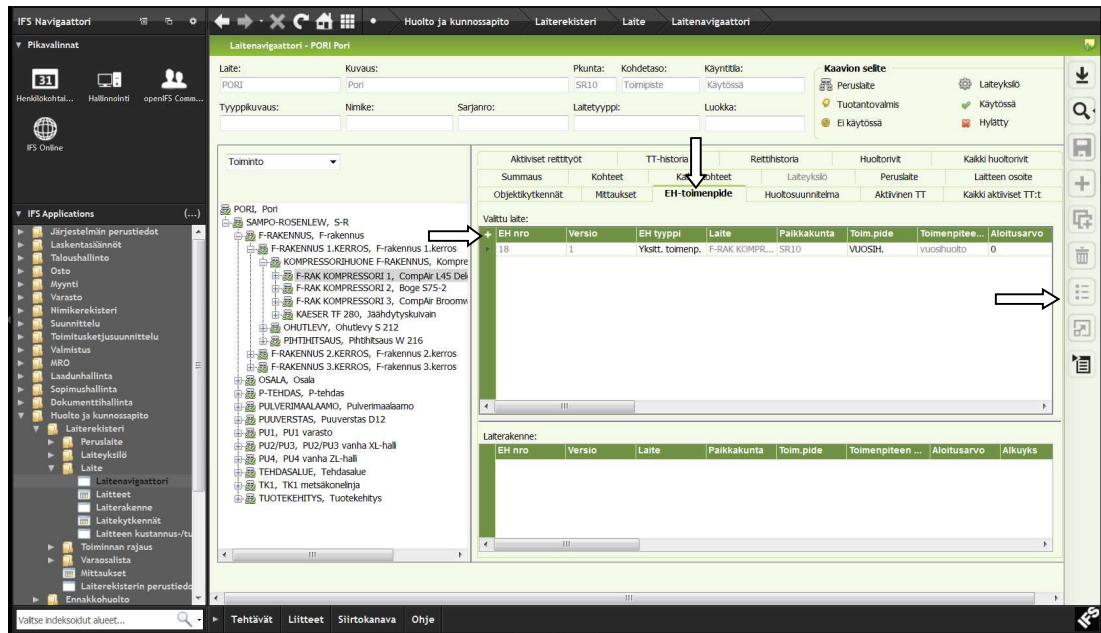
Käyttötuntien lisääminen ”Huomautukset” –valikon ”Vapaa teksti” –kenttään.



Kirjoita käyttötunnit ja päivämäärä hiiren osoittamaan kenttään ja paina nuolen osoittama ”Tallenna”. Tekstiä voi muokata ja poistaa ja tallentaa muokkausten jälkeen. Muokattava teksti on sinistä. Sininen teksti muuttuu mustaksi tallennuksen jälkeen. Uudet käyttötunnit voi lisätä vanhojen yläpuolelle ja vanhat jättää seuranta varten.



Laitteesta löytyvät tiedot. Valitse nuolen osoittama ”Yleistä” –valikko. Oikealla olevasta nuolella merkitystä ”Peruslaitteella on” –luettelosta näet kootusti mitä tietoja laitteelle on annettu, esimerkiksi tällä laitteella on tietoja ”Huom” –osiossa. Liitteet näkyisivät merkintänä ”Dokum.” –kohdassa.



Laitenavigaattorissa EH –toimenpiteen lisääminen. Mene oikean yläpalkin nuolen osoittamaan ”EH-toimenpide” –valikkoon. Paina vasemmalla olevan nuolen osoittamaa + -merkkiä. Laitte antaa automaattisesti EH –numeron. Valitse sarakkeisiin halutut tekstit ja arvot, jos oikealla oleva nuolella merkitty ”Valikko” –painike on mustavoit valita sieltä sopivimman vaihtoehdon. Valikkoja pystyy päivittämään sopivan vaihtoehdon puuttuessa. Vaaleanpunaiset solut ovat pakollisia täyttää.

Täytetyt arvot (laitenavigaattorin yksittäinen EH –toimenpide):

EH tyyppi → Yksitt. toimenp. (alasveto valikosta)

Toimenpidekuvaus → Vuosihuolto (Sallitut arvot-valikko sivussa)

Aloitusaarvo → viimeisin huolto pvm (kirjoita)

Alkuyks. → Päivä (alasveto valikosta)

Väli → 365 (kirjoita)

Väliyks → Päivä (alasveto valikosta)

Osasto → KPITO (Sallitut arvot-valikko sivussa)

Työnkuvaus → Vuosihuolto (kirjoita)

Urakoitsija → Huollon suorittava yritys (Sallitut arvot-valikko sivussa)

Summaus	Kohteet	Kaikki kohteet	Laiteyksilö	Peruslaite	Laitteen osoite	Objektikytkennät		
TT-historia		Reittihistoria		Huoltorivit		Kaikki huoltorivit		
Mittaukset	EH-toimenpide		Huoltosuunnitelma	Aktiivinen TT	Kaikki aktiiviset TT:t	Aktiiviset reittityöt		
Valittu laite:								
+ ...	Aloituservo	Alkuyks	Väli	Välilyks.	TT Pkun	Osasto	Viim.suoritet.	Työn kuvau
	1.1.2021	Päivä	365	Päivä	SR10	KPITO		

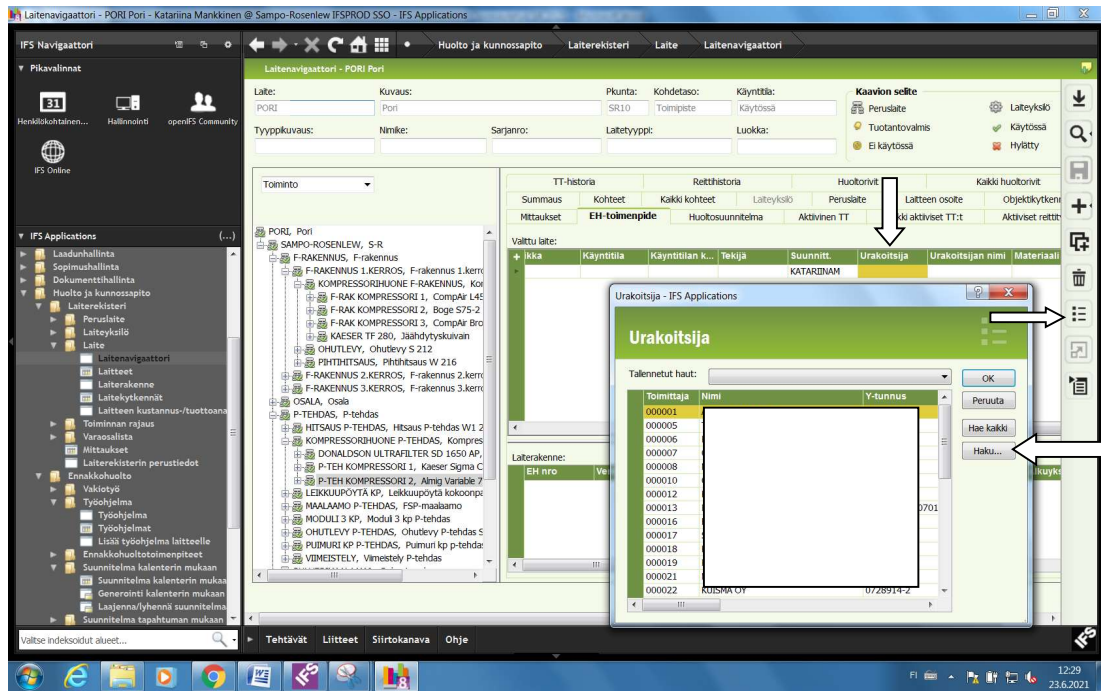
Laiterakenne:							
EH nro	Versio	Laite	Paikkakunta	Toim.pide	Toimenpiteen ...	Aloituservo	Alkuyks

EH-toimenpiteen lisääminen ja arvojen päivitys. Syötä ja valitse arvot haluamasi syklin mukaisesti. Vaaleanharmaat arvot eivät ole muokattavissa, osa arvoista soluihin tulee automaattisesti ja osa annettujen arvojen mukaan.

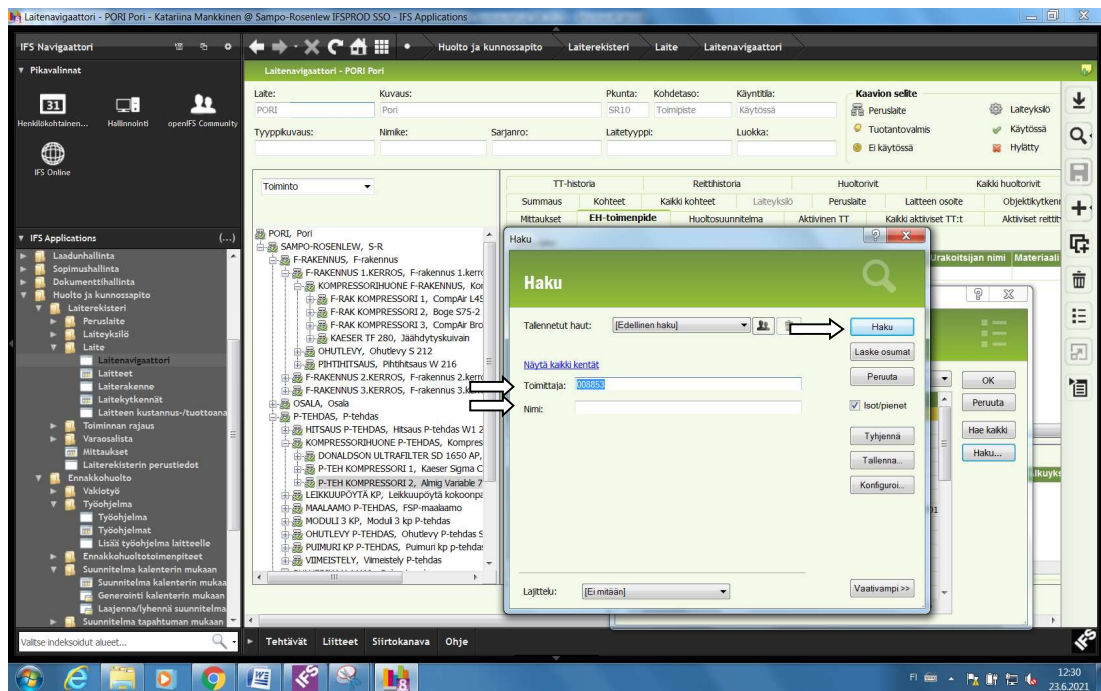
Koneet joiden viimeistä huoltopäivämäärää ei ollut saatavilla merkittiin aloituservoksi ”1.1.2021”, ohjelman toiminnan takia.

Aktiiviset reittityöt		TT-historia		Reittihistoria		Huoltorivit		Kaikki huoltorivit
Summaus	Kohteet	Kaikki kohteet	Laiteyksilö	Peruslaite	Laitteen osoite	Objektikytker		
Mittaukset	EH-toimenpide		Huoltosuunnitelma	Aktiivinen TT	Kaikki aktiiviset TT:			
Valittu laite:								
+ Alkuyks	Väli	Välilyks.	TT Pkun	Osasto	Viim.suoritet.	Työn kuvaus		
Päivä	365	Päivä	SR10	KPITO		Vuosihuolto		

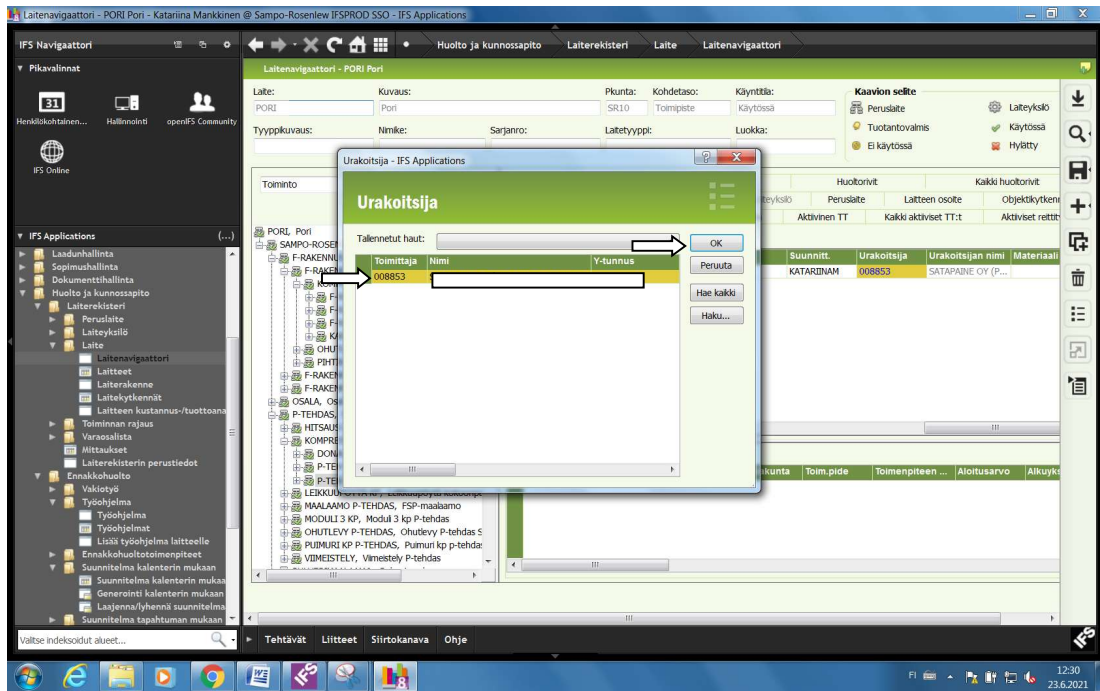
EH-toimenpiteen lisääminen ja arvojen päivitys. Valitse nuolen osoittama ”Osasto” ja oikealla sivulla olevasta ”Valitse arvo”-painikkeesta ”KPITO”. Mikäli päivitettävälle kohteelle löytyy valmis arvo, muuttuu ”Valitse arvo”-painike mustaksi, mikäli arvoa ei ole on painike harmaa. ”Työn kuvaus”-kenttään voi kirjoittaa kuvauksen työstä, esimerkiksi ”Vuosihuolto”.



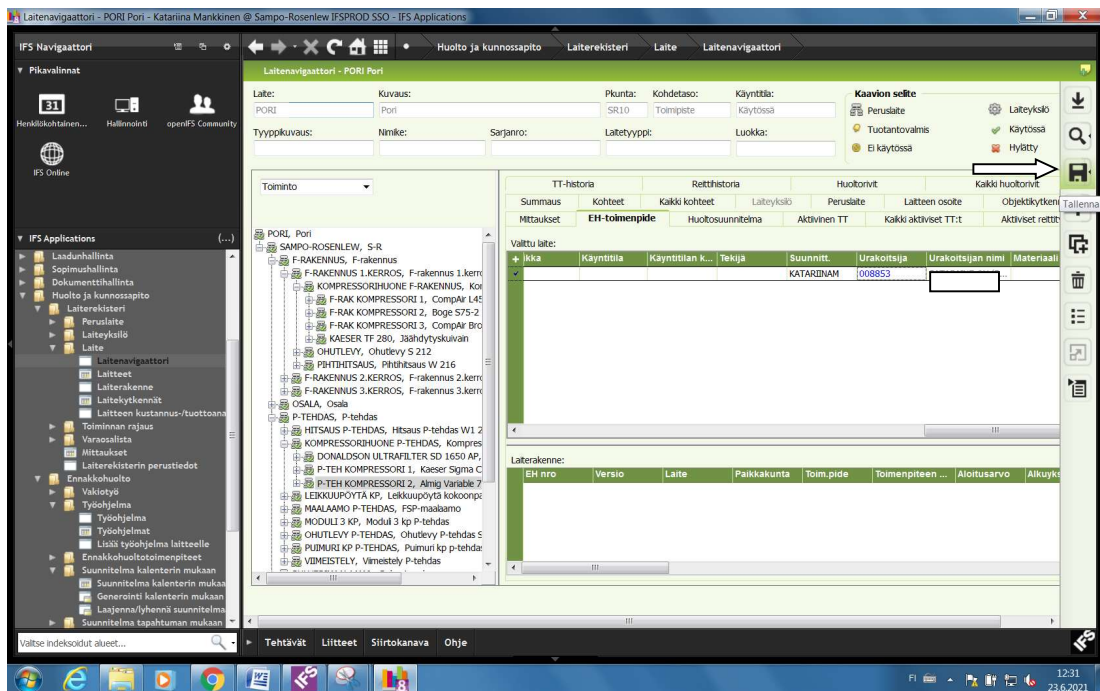
EH –toimenpide urakoitsijan valinta. Valitse nuolen osoittama ”Urakoitsija” avaa oikealta nuolen osoittama ”Sallitut arvot”, avautuvasta Urakoitsija –valikosta avaa nuolen osoittama ”Haku” mikäli et löydä haluamaasi avautuvasta listasta.



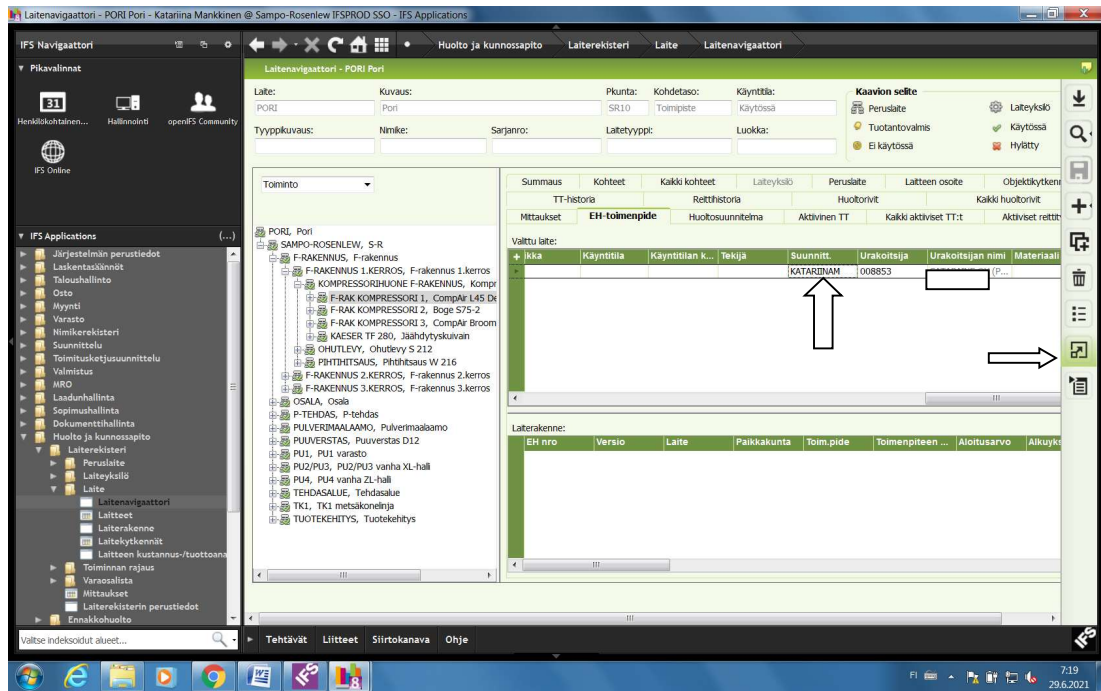
EH-toimenpide. Tee haku ”Toimittaja” tai ”Nimi” –kentällä syöttämällä arvo haluamaasi kenttään ja painamalla nuolen osoittamaa ”Haku”. Toimittaja kenttään syötetään numeroita ja nimi kenttään tekstiä. % %-merkkien väliin kirjoittamalla hakusanan osa saadaan haun tuloksia lisää.



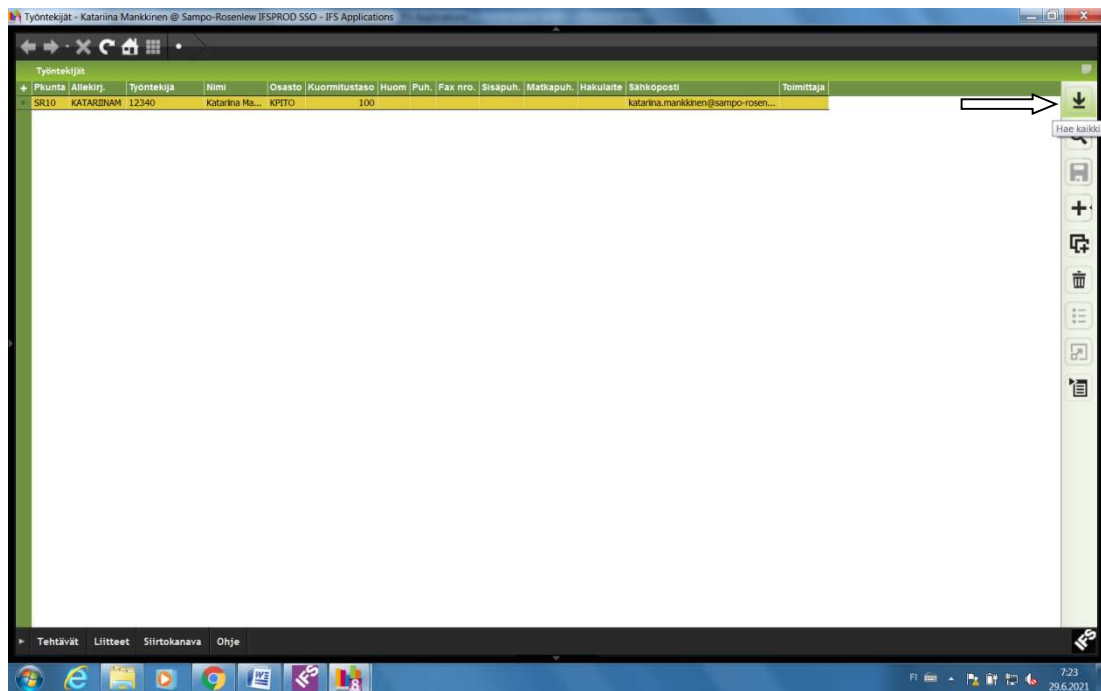
EH –toimenpide. Halutun urakoitsijan löydyttyä valitse se ja paina nuolen osoittama ”OK”



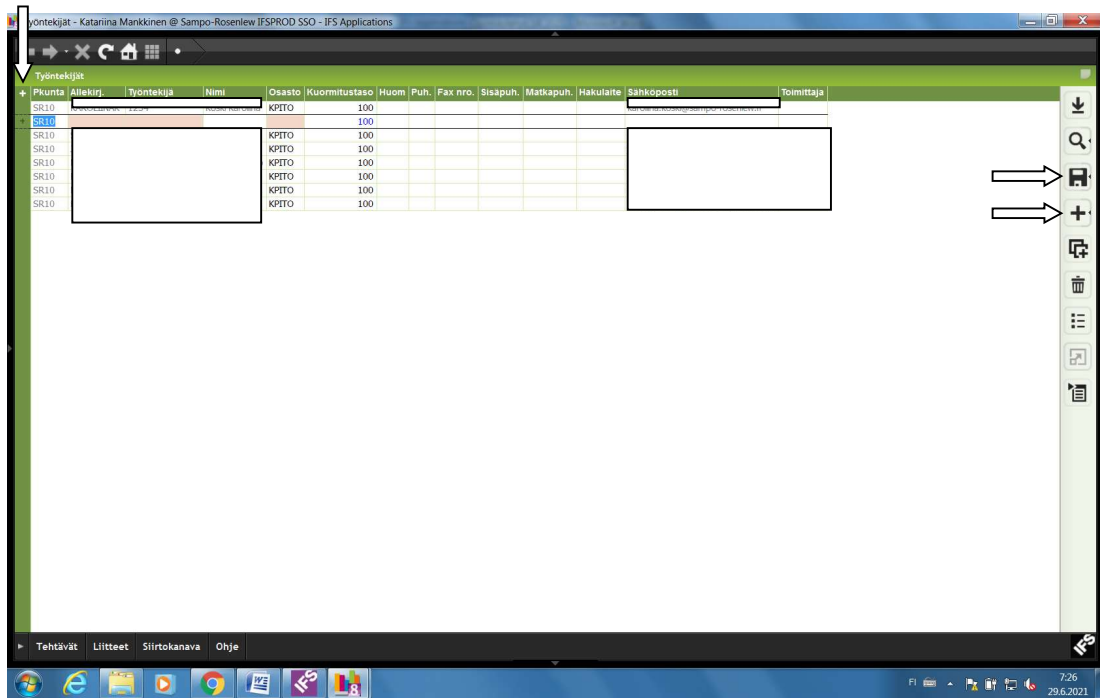
EH –toimenpide. Tallenna valinta nuolen osoittamasta ”Tallenna” –painikkeesta.



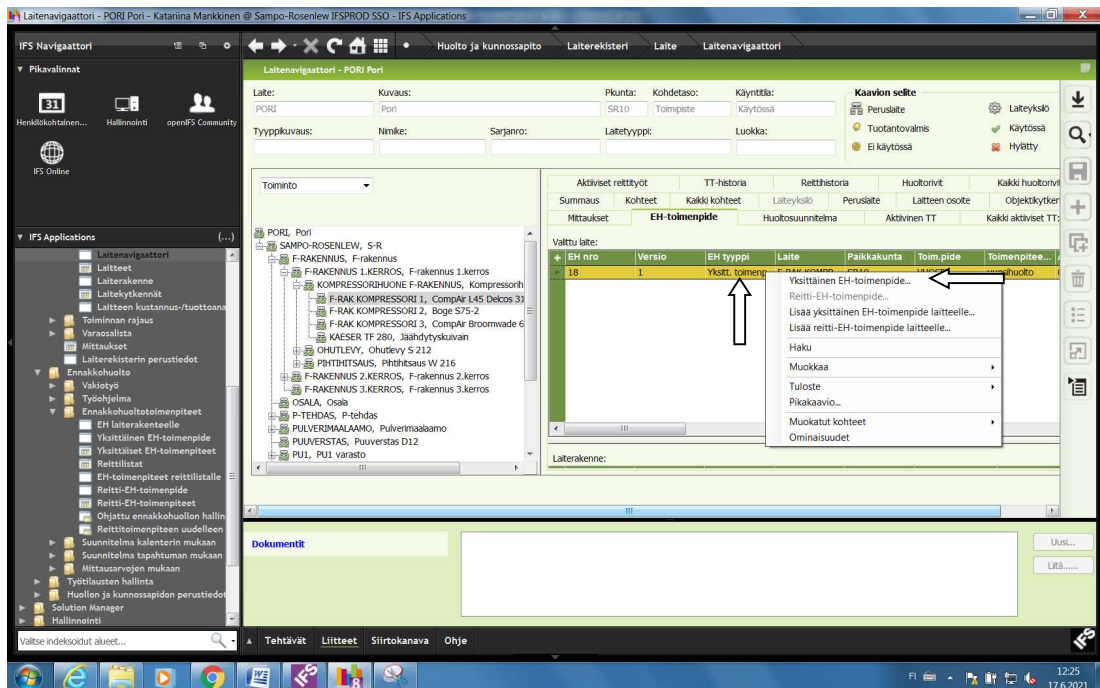
EH –toimenpide. Suunnittelijalistan muokkaus, valitse nuolen osoittama ”Suunnitt.” ja sen jälkeen oikealta nuolen osoittama ”Laajenna” –valikko.



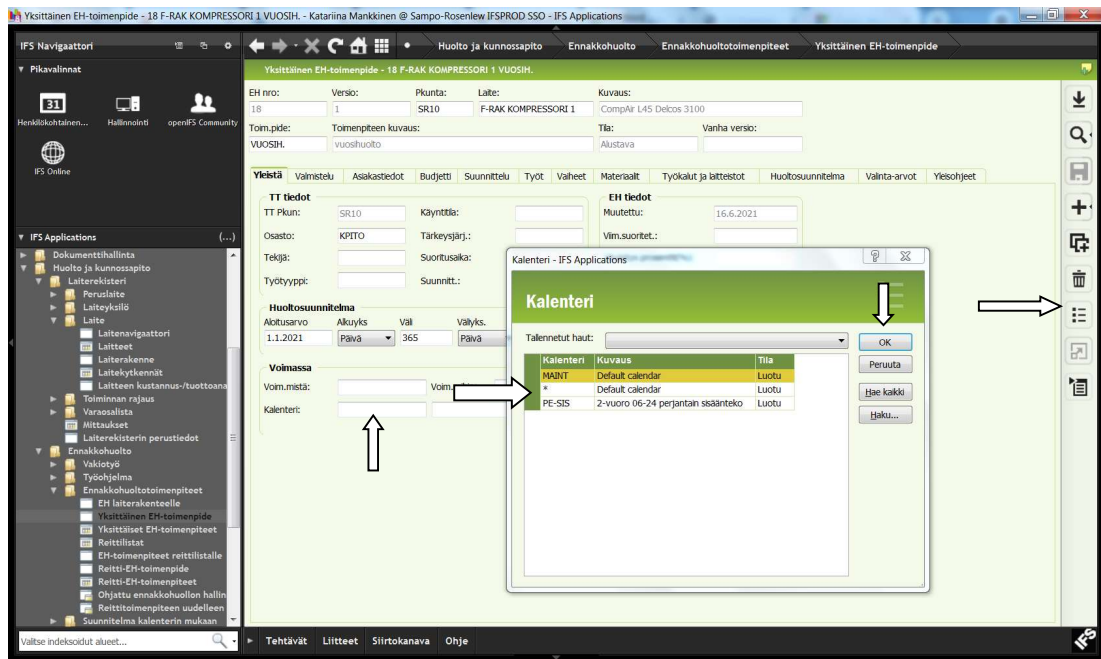
EH toimenpide, suunnittelijalistan muokkaus. Valitse oikealta nuolen osoittama ”Hae kaikki”. Listaan lisätään tai poistetaan kunnossapidon työntekijöitä.



EH-toimenpide suunnittelijalistan muokkaus. Valitse nuolen osoittamasta ” + ” – merkistä ylhäältä vasemmalta tai oikealta. Kirjoita avautuvan rivin ”Allekirj.” – kohtaan työntekijän tunnus kirjaimin (löydät sen työntekijänumerolla haku toimintoa käyttämällä). Tämän jälkeen työntekijä ja nimi tulevat automaattisesti, valitse ”Osasto” ja kirjoita ”Sähköposti” (etunimi.sukunimi@sampo-rosenlew.fi) ja paina ”Tallenna”.

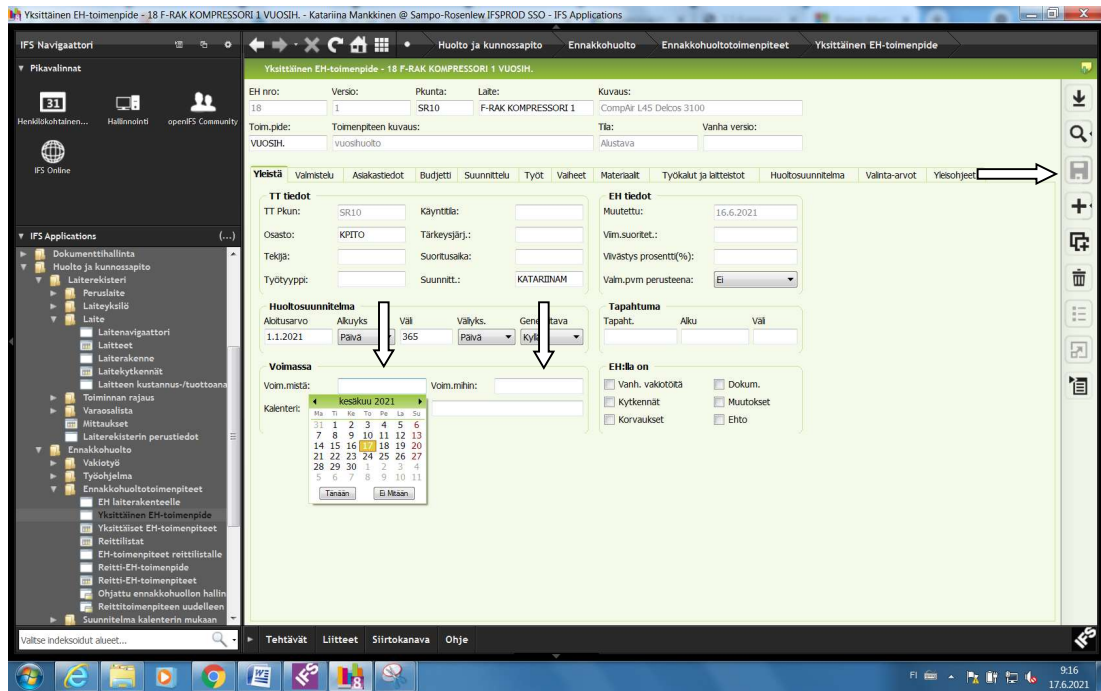


EH –kalenteri päivitetään painamalla hiiren oikeaa painiketta muokattavan EH –toimenpiteen päällä. Aukeavasta valikosta valitaan ”Yksittäinen EH –toimenpide”.



Yksittäinen EH –toimenpide ikkunassa valitaan alhaalta vasemmalta nuolen osoittama ”Kalenteri”. Nuolen osoittamalla ”Sallitut arvot” -painikkeella oikealta voidaan avata ponnahdusikkuna, jossa haluttu kalenteri valitaan.

Aukeavasta ponnahdusikkunasta valitaan käytettävä kalenteri, joka on ” * ” -merkitty kalenteri. Hyväksy valinta painamalla ”OK”.



Yksittäinen EH –toimenpide kalenterin lisäys tai päivitys. ”Voimassa” päivämäärät valitaan kalenterista, joka saadaan esille painamalla kenttää, joka halutaan täyttää, täytettävät kentät ovat ”Voim. mistä” ja ”Voim. mihin”.

Voim. mistä –arvo on esimerkiksi viimeksi suoritettu huolto tai tarkastus.

Voim. mihin –arvo on suositeltavaa asettaa tarpeeksi pitkän ajan päähän määräaikaishuoltojen osalta.

Tallenna tehdyt muutokset painamalla ”Tallenna” –painiketta tai poistuessasi ilmestyvän ponnahdusikkunan kautta.

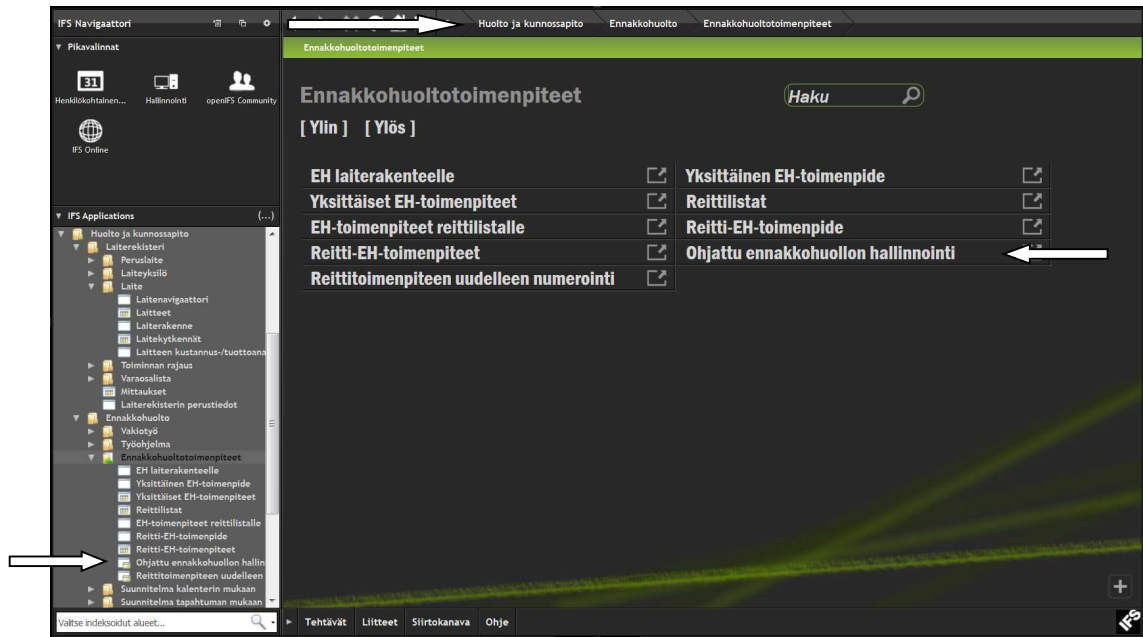
Käytä näitä ”Yksittäinen EH-toimenpide” –ohjeita kun lisäät uusia koneita ja syötät niille tehdyt huollot ensimmäistä kertaa ja luot kalenterin koneelle. Seuraavat huollot voit päivittää ”Yksittaiset EH-toimenpiteet” –listalla (ohjeet myöhempanä).

The screenshot shows the IFS Navigaattori software interface. The main window displays the maintenance plan for a specific equipment unit. The interface is divided into several sections:

- Top Bar:** Shows the application name "IFS Navigaattori" and the current view "Laitenavigaattori - PORI Pori".
- Left Sidebar:** Contains a tree view of the equipment hierarchy, including categories like "Järjestelmän perustiedot", "Laskentatiedot", "Taloushallinta", "Osto", "Myynti", "Varasto", "Nimikerekisteri", "Suunnittelu", "Toimitusketjusuunnittelu", "Valmistus", "IIR", "Laadunhallinta", "Sopimushallinta", "Dokumentinhallinta", "Huolto ja kunnossapito", "Laiterekisteri", "Peruslaite", "Laitetyksilö", "Laitte", "Laiterakenne", "Laitetykkennät", "Laitteen kustannus-/tu", "Toiminnan rajaus", "Varosaliista", "Mittaukset", "Laiterekisterin perustiedot", and "Ennakkohuolto".
- Main Data Entry Area:** Contains fields for "Laitte:", "Kuvaus:", "Pikunta:", "Kohdetaso:", "Käynnillä:", "Kaavion selite:", "Toiminto:", "Tyypik kuvaus:", "Nimike:", "Sarjanro:", "Laitetyyppi:", and "Luokka:". There are also checkboxes for "Laitetyksilö", "Tuotantovalmis", and "Ei käytössä".
- Table View:** A table titled "Valittu laite:" with columns: "EH nro", "Versio", "EH tyyppi", "Laitte", "Paikkakunta", "Toim.pide", "Toimenpitee...", and "Aloitussarvo". Below it is a table titled "Laiterakenne:" with columns: "EH nro", "Versio", "Laitte", "Paikkakunta", "Toim.pide", "Toimenpiteen ...", "Aloitussarvo", and "Alkuyks".

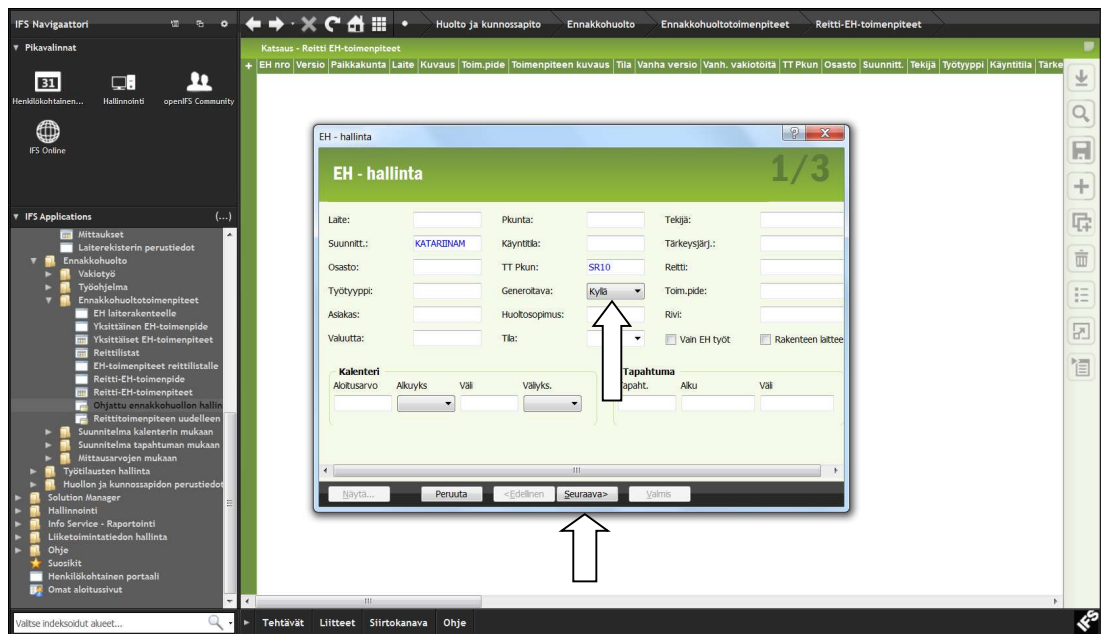
Arrows in the image point to the "EH-toimenpide" tab in the top right and the "Laiterakenne" table below it.

Laitenavigaattorissa EH –toimenpiteiden näkymä valitussa kohdetasossa. Voit tarkastella halutun tehtaan, rakennuksen, kerroksen tai osaston EH –toimenpiteitä valitsemalla vasemmalta halutun tarkasteltavan kohdetason. Oikealta ylhäältä valitaan EH-toimenpide jolloin yhteenveto EH –toimenpiteistä näkyy oikealla alareunassa nuolen osoittamassa ”Laiterakenne” –kohdassa.

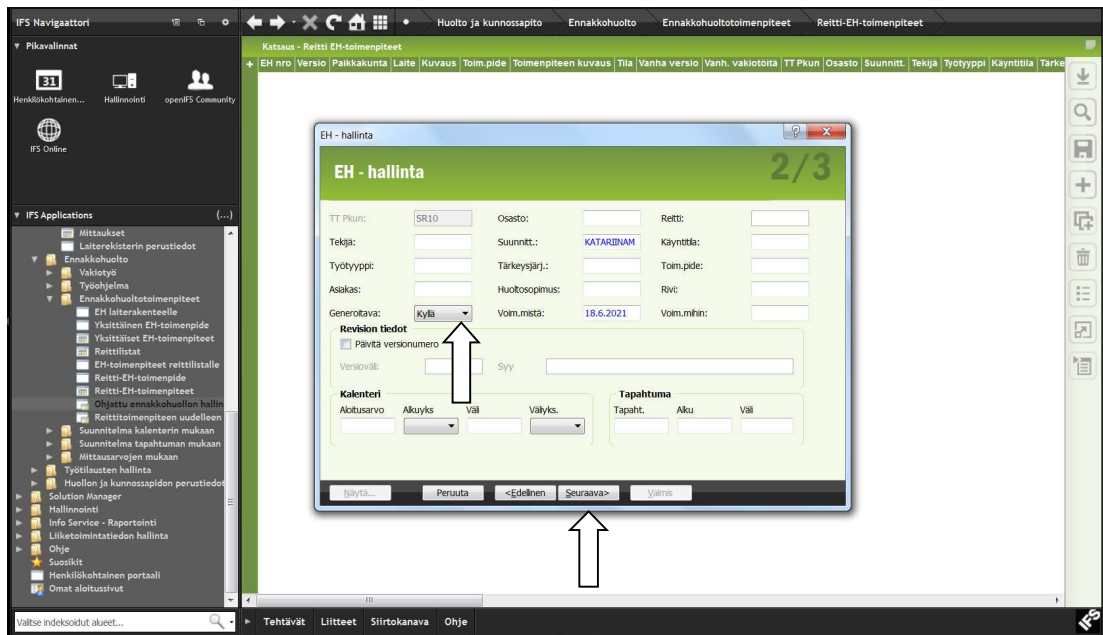


Ohjattu ennakkohuollon hallinnointi. Yläriviltä löydät polun jota seuraamalla pääset ”EH –hallintaan”. Voit valita vasemmalta valikosta tai näytön keskeltä haluamasi toimenpiteen

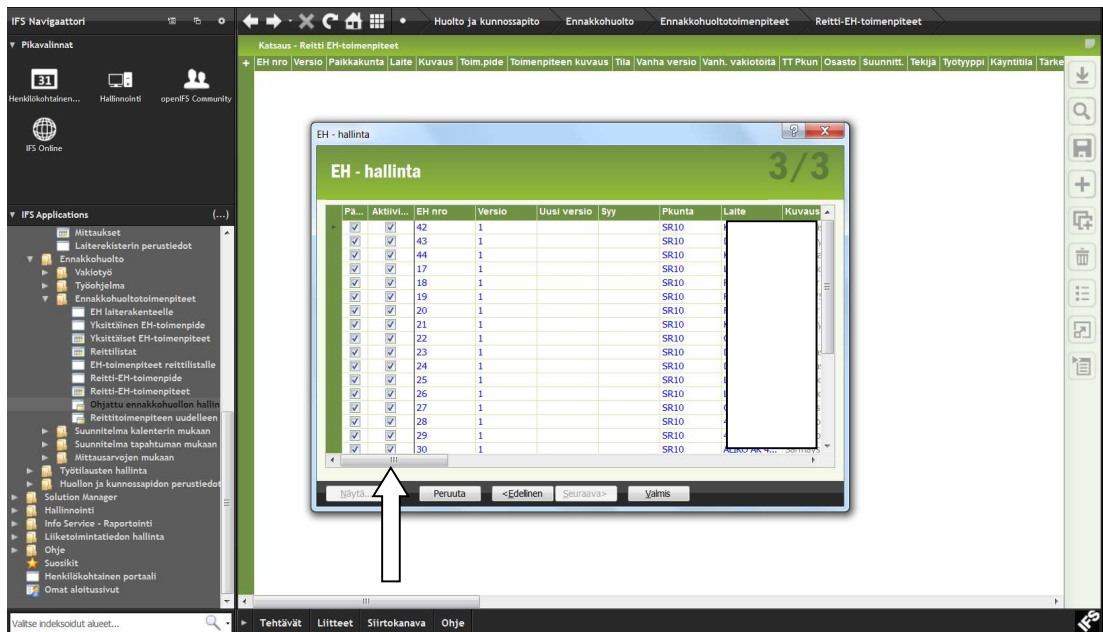
”Huolto ja kunnossapito” → ”Ennakkohuolto” → ”Ennakkohuoltotoimenpiteet” → ”Ohjattu ennakkohuollon hallinta”. Voit halutessasi käyttää ”Haku” –toimintoa.



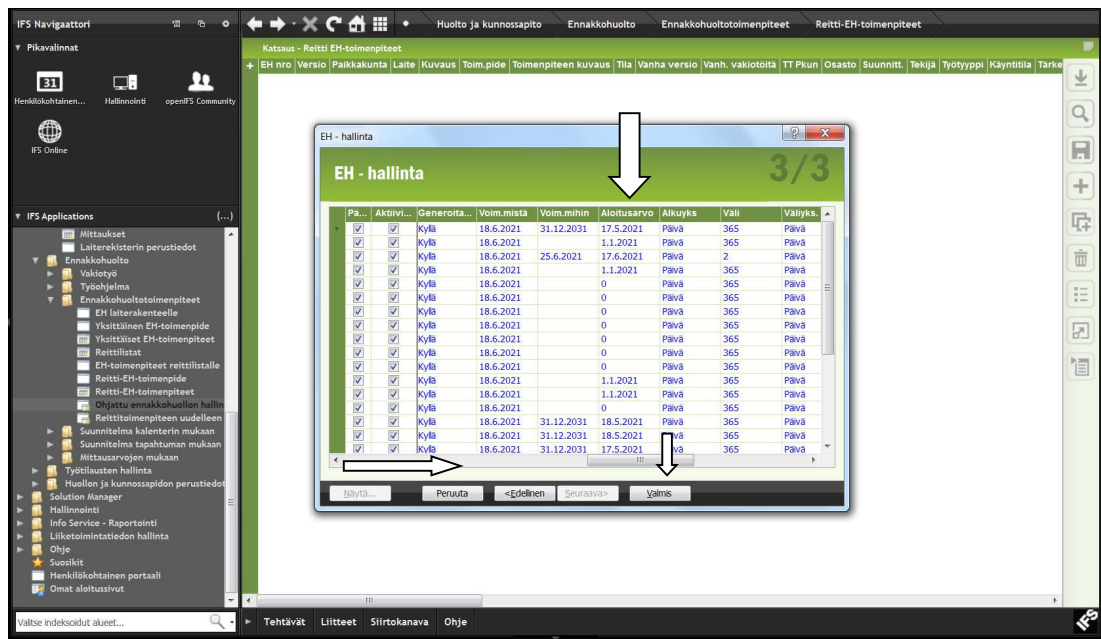
”Ohjattu ennakkohuolto” –valinta avaa ”EH –hallinta” –ikkunan. Valitse ”Generoitava” –valikosta ”Kyllä” tai ”Ei mitään”. Valitse ”Seuraava”. Halutessasi voit käyttää muitakin haku-kenttiä.



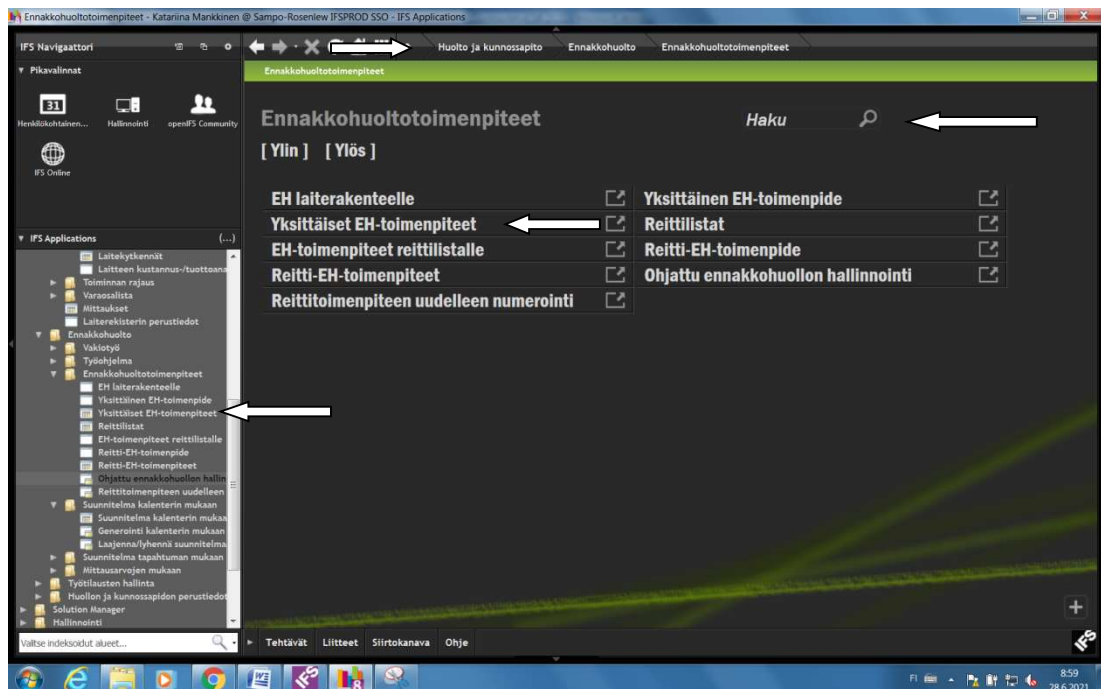
Ohjattu EH-hallinta. Valitse taas ”Generoitava” –valikosta ”Kyllä” tai ”Ei mitään” ja paina ”Seuraava”



Ohjattu EH-hallinta. Avautuu lista jossa voit tarkastella laitekohtaisia ennakkohoitoja ja muokata niiden arvoja.

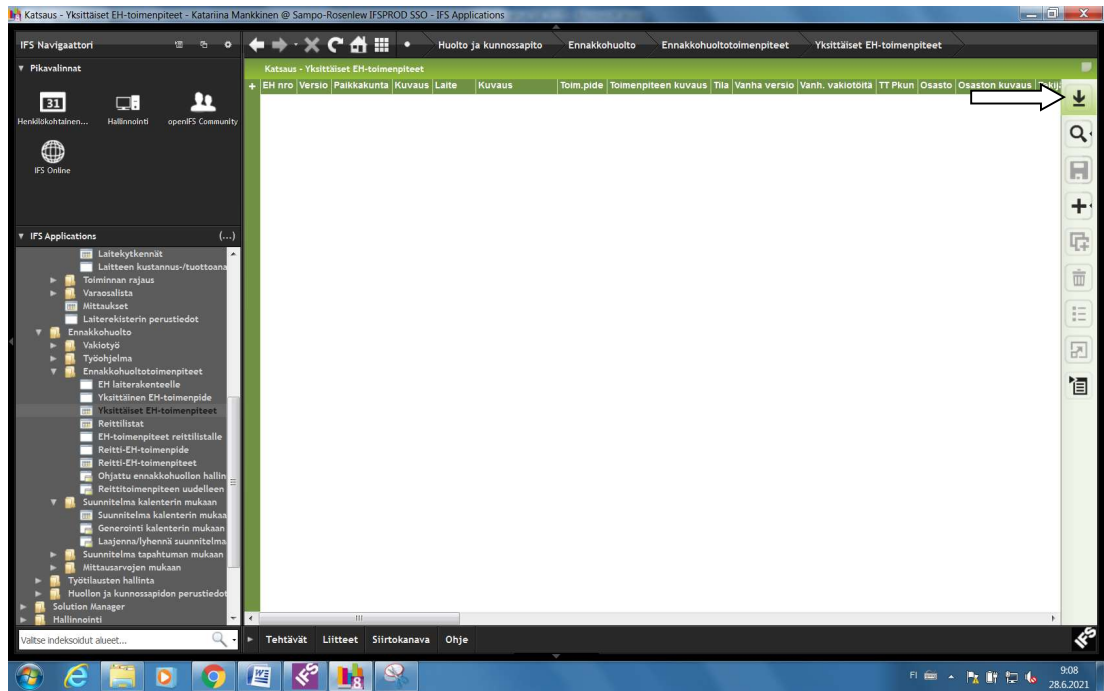


Ohjattu EH-hallinta. Valikon alapalkkia liikuttamalla pääset tarkastelemaan ja muokkamaan annettuja arvoja. ”Aloitusarvo” on viimeksi suoritetun huollon päivämäärä. Poistu painamalla ”Valmis” jos haluat tallentaa muutokset tai yläreunan rastista.



Yksittäiset EH -toimenpiteet. Yläriviltä löydät polun jota seuraamalla pääset ”Yksittäiset EH -toimenpiteet”. Voit valita vasemmalta valikosta tai näytön keskeltä haluamasi toimenpiteen

”Huolto ja kunnossapito” → ”Ennakkohuolto” → ”Ennakkohuoltotoimenpiteet” → ”Yksittäiset EH -toimenpiteet”. Voit halutessasi käyttää ”Haku” -toimintoa.



Yksittäiset EH –toimenpiteet. Valitse nuolen osoittama ”Hae kaikki”.

+	Isteens	Aloitussarvo	Alkuyks	Väli	Välityks.	Generoitava	Voim.mistä	Voim.mihin	Kalenteri	Kuvaus	Tapaht.	Tap.alku	Toistovalli	Työn kuvaus	Vakiotyön kuvau
		1.4.2015	Päivä	1	Vuosi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		13.4.2015	Päivä	1	Vuosi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		13.4.2015	Päivä	1	Vuosi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		17.11.2015	Päivä	3	Vuosi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		8.11.2015	Päivä	1	Vuosi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		6.1.2016	Päivä	4	Kuukausi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		8.11.2015	Päivä	1	Vuosi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		1.1.2013	Päivä	5	Vuosi	Kyllä	11.3.2016		MAINT	Default...					
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		18.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	18.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		18.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	18.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		17.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	17.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		19.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	19.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		18.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	18.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		19.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	19.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		17.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	17.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		17.5.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	17.5.2021	31.12.2031	*	Default...					Vuoshuolto
		1.1.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	28.6.2021								Vuoshuolto
		17.6.2021	Päivä	2	Päivä	Kyllä	17.6.2021	25.6.2021	*	Default...					testi
		23.6.2021	Päivä	365	Päivä	Kyllä	23.6.2021	23.6.2031	*	Default...					Vuoshuolto

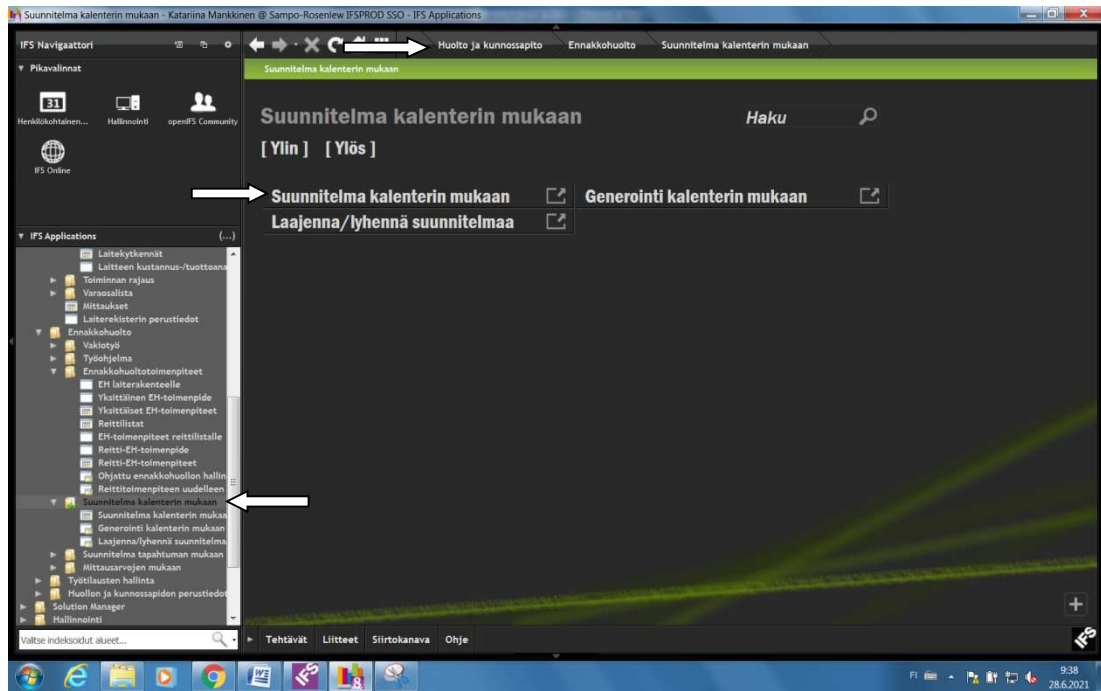
Yksittäiset EH –toimenpiteet, voit tarkastella listaa ja muokata arvoja. Listassa ”Aloitussarvo” päivämäärät on sama kuin ”Voim. mistä”. Muutoksen jälkeen paina oikealta nuolen osoittama ”Tallenna”.

Päivitä tehty huolto päivämäärä aina tähän listaan molempiin ”Aloitussarvo” & ”Voim. mistä” –kenttiin. Päivämäärän päivitys onnistuu muuallakin (esim. laitenavigaattorin EH-toimenpide valikossa tai ohjattu EH-hallinta) josta se päivittyy tähän listaan, suositus on päivittää **molemmat päivämäärät tässä listassa** selvyden vuoksi, kunnes parempia toimintatapoja tulee.

Koneet joiden viimeistä huoltopäivämäärää ei ollut saatavilla merkattiin ”1.1.2021” ohjelman käytettävyyden vuoksi.

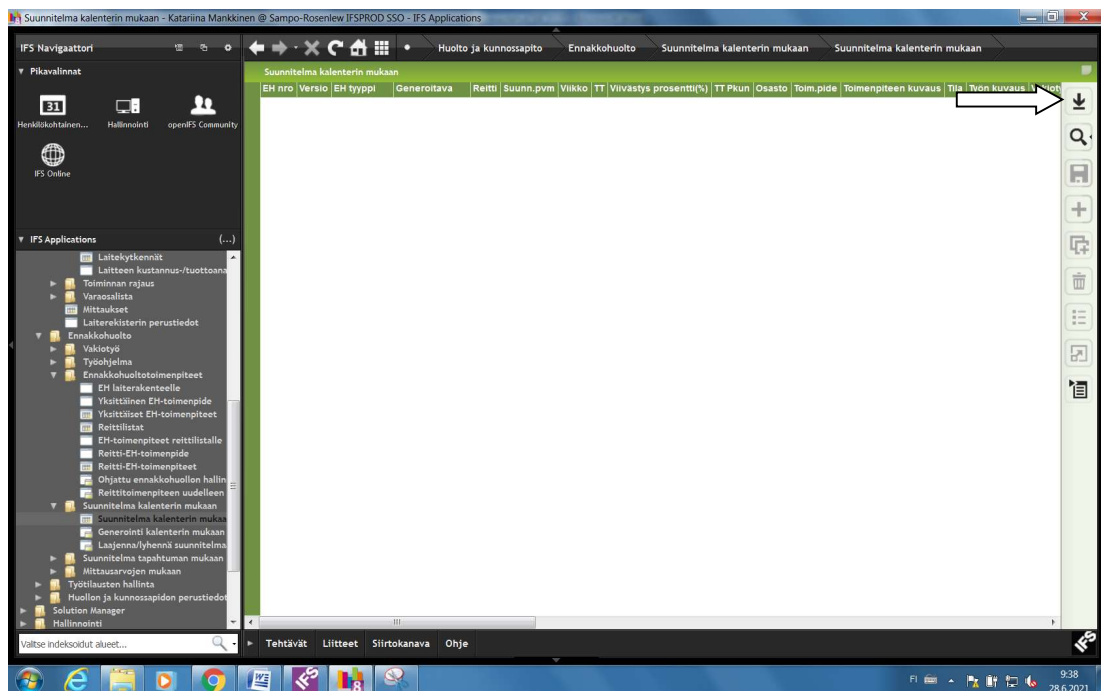
Tässä näkyvässä muokatut ”Voim. mistä” tiedot näkyvät ”Suunnitelma kalenterin mukaan” –osiossa.

Kalenterin voisi luoda myös tässä listassa, selvyden vuoksi luo se ”Yksittäinen EH –toimenpide kalenterin lisäys tai päivitys.” –ohjeiden mukaan.



Suunnitelma kalenterin mukaan. Yläriviltä löydät polun jota seuraamalla pääset ”Suunnitelma kalenterin mukaan”. Voit valita vasemmalta valikosta tai näytön keskeltä haluamasi toimenpiteen.

”Huolto ja kunnossapito” → ”Ennakkohuolto” → ”Suunnitelma kalenterin mukaan”
 Voit halutessasi käyttää ”Haku” –toimintoa.



Suunnitelma kalenterin mukaan, valitse ”Hae kaikki”.

EH nro	Versio	EH tyyppi	Generoitava	Reitti	Suunn.pvm	Viikko	TT	Viivästys prosentti(%)	TT Pkun	Osasto	Toim.pide	Toimenpiteen kuvaus	Tila	Työn kuvaus	Vakiot
42	1	Yksitt. toim...	Kylä		17.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	
28	1	Yksitt. toim...	Kylä		18.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	
29	1	Yksitt. toim...	Kylä		18.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	
30	1	Yksitt. toim...	Kylä		17.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	
31	1	Yksitt. toim...	Kylä		19.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	
32	1	Yksitt. toim...	Kylä		18.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	
33	1	Yksitt. toim...	Kylä		19.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	
38	1	Yksitt. toim...	Kylä		17.5.2021	2120			SR10	KPITO	UUOSIH.	vuosihuolto	A...	Vuosihuolto	

Suunnitelma kalenterin mukaan hakutulokset –näkyvä, jossa on kootusti kalenteriin generoidut ennakkohuollot edellisen tehdyn huollon päivämäärän mukaisesti.

IFS käyttöohjeeseen linkki, saatu 23.6.2021:
(näkyvä ainoastaan tilaajan versiossa)

Monet toiminnot pystyy suorittamaan ohjelmistossa monella eri tavalla, niitä kaikkia ei tässä ohjeessa esitetä selvyiden vuoksi. Ohjetta voi ja tulee muokata, kun parempia toimintatapoja ilmenee.