

**SAVONIA**

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KONEIDEN HUOLTOSUUNNITTELU JA KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

SSG Sahala Oy

TEKIJÄ: Markus Ikonen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Konetekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Markus Ikonen	
Työn nimi Koneiden huoltosuunnittelu ja kunnossapitojärjestelmän kehittäminen	
Päiväys	7.5.2023
Sivumäärä/Liitteet	54/0
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) SSG Sahala Oy	
Tiivistelmä	
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muuttaa toimeksiantajayrityksenä toimivan SSG Sahala Oy:n konepajan kunnossapitostrategia korjaavasta kunnossapidosta ennaltaehkäisevään kunnossapitoon koneille laadittavien ennakkohuoltosuunnitelmien ja kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton avulla. Keskeisimpinä tavoitteina oli myös yrityksen itsekehittämän beta-testausvaiheessa olevan kunnossapitojärjestelmän jatkokehitystyö, jonka tarkoituksena oli parantaa järjestelmän toiminnallisuutta, käytettävyyttä sekä sen visuaalista ulkoasua.</p> <p>Opinnäytetyön esityönä tehtiin koko yrityksen konekannan kartoitus, jonka aikana koneista kerättiin tärkeimmät tiedot sekä kaikki saatavilla ollut kunnossapitoon liittyvä dokumentaatio. Opinnäytetyön aikana laadittiin kaikille konepajan tärkeimmille tuotanto- ja kiinteistökoneille ennakkohuoltosuunnitelmat, joiden suunnittelussa käytettiin apuna mm. valmistajien huolto-ohjeita, henkilökunnan asiantuntemusta sekä opinnäytetyössä käytetyistä lähteistä saatuja tietoja.</p> <p>Koneiden huoltosuunnitelmat, tiedot ja kaikki kunnossapitoon liittyvä dokumentaatio syötettiin kunnossapitojärjestelmään ja luotiin kaikista suunnitelluista määräaikaishuolloista huoltoilmoitukset. Kunnossapitojärjestelmän kehitystyön aikana suunniteltiin tietokone- ja mobiilisovellusten uusia layouteja, toimintoja, tulevaisuuden kehityskohteita sekä kartoitettiin järjestelmän ohjelmointivirheitä. Kehitystyössä käytettiin apuna eri lähteistä löytyviä tietoja, järjestelmätestausta, haastatteluja sekä asiantuntijoiden antamia näkemyksiä.</p> <p>Työn tuloksena toimeksiantajayrityksen konepajalle tehtiin yhteensä 23 tuotanto- ja kiinteistökooneen ennakkohuoltosuunnitelmaa, yli 50 määräaikaishuollon huoltoilmoitusta sekä käyttöönottovalmiin kunnossapitojärjestelmän luovutus. Kunnossapitojärjestelmän ja ennakkohuoltosuunnitelmien ansiosta konepajan kunnossapito muuttuu systemaattiseksi sekä sen seuranta ja hallinta tulee helpottumaan merkittävästi. Suunnitelluista ja havaituista kunnossapitojärjestelmän kehityskohteista koottiin listaus, jonka pohjalta kunnossapitojärjestelmän käytännön kehitystyö tullaan toteuttamaan lähitulevaisuudessa.</p>	
Avainsanat huolto, kunnossapito, huoltosuunnitelma, kunnossapitojärjestelmä, kehittäminen, konepaja.	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering	
Author Markus Ikonen	
Title of Thesis Machine Maintenance Planning and Development of a Computerized Maintenance Management System	
Date 7 May 2023	Pages/Appendices 54/0
Client Organisation /Partners SSG Sahala Oy	
<p>Abstract</p> <p>The aim of this thesis was to change the maintenance strategy of the machine shop from corrective maintenance to preventive maintenance by means of maintenance plans for machines and the introduction of a computerized maintenance management system. The main goals were also the further development work of the company's computerized maintenance management system, which is in the beta testing phase, with the aim of improving the functionality, usability, and visual appearance of the system. The commissioning company for this thesis was SSG Sahala Oy.</p> <p>Before the thesis work, a survey of the entire company's machine stock was carried out, where the most important information about the machines and all available maintenance documents were collected. During the thesis, maintenance plans were drawn up for all the most important production and real estate machines in the machine shop, which were designed with the help of manufacturers' maintenance instructions, the expertise of the company's staff and information obtained from the sources used in the thesis.</p> <p>Machine maintenance plans, information and all maintenance documents were entered into the computerized maintenance management system and maintenance notices were created for all planned periodic maintenance.</p> <p>During the development of the maintenance system, new layouts, functions, future development targets for computer and mobile applications were planned, and system programming errors were mapped. Information obtained from different sources, system testing, interviews and experts' opinions were used as help in the development work.</p> <p>As a result of the work, a total of 23 maintenance plans for production and real estate machines, more than 50 periodic maintenance notices and a ready-to-use computerized maintenance management system were delivered to the machine shop. Thanks to the system and maintenance plans, maintenance of the machine shop is systematized and its monitoring and management become significantly easier. A list was compiled of the planned and observed system development targets, based on which the development of the system will be implemented in the near future.</p>	
<p>Keywords</p> <p>maintenance, maintenance plan, computerized maintenance management system, CMMS, development, machine shop.</p>	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	9
2	TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY .....	10
	2.1 SSG Sahala Oy .....	10
	2.2 Joensuun toimipiste .....	10
3	KUNNOSSAPITO .....	11
	3.1 Kunnossapidon määritelmä .....	11
	3.2 Kunnossapidon tavoitteet.....	12
	3.3 Kunnossapitolajit.....	13
	3.3.1 Huolto.....	15
	3.3.2 Ehkäisevä kunnossapito.....	15
	3.3.3 Korjaava kunnossapito .....	17
	3.3.4 Parantava kunnossapito.....	18
	3.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen .....	19
4	TYÖSTÖKONEIDEN HUOLTO .....	20
	4.1 Huoltojen merkitys.....	20
	4.2 Voitelu .....	20
	4.3 Päivittäiset ja tarpeen mukaan suoritettavat huollot .....	21
	4.4 Määräaikaishuollot .....	22
5	KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄT .....	23
	5.1 Kunnossapitojärjestelmän määritelmä, vaatimukset ja hyödyt.....	23
	5.2 SSG Anywhere -järjestelmä.....	24
	5.3 Maintenance Manager -kunnossapitojärjestelmä .....	25
6	KONEKANTA .....	26
	6.1 Konekannan kartoitus.....	26
	6.2 CNC-työstökeskukset.....	26
	6.3 CNC-sorvit.....	27
	6.4 CNC-hiomakoneet .....	28
	6.5 Pienkoneet .....	28
	6.6 Kiinteistön koneet .....	29

6.7	Nostolaitteet.....	29
7	HUOLTOSUUNNITTELU.....	30
7.1	Perusteita.....	30
7.2	Aineiston kokoaminen .....	31
7.3	Haastattelut.....	31
7.4	Ennakkohuoltosuunnitelmien laatiminen.....	32
7.5	Voiteluainetyyppien yhdenmukaistaminen .....	33
8	ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMAT .....	35
8.1	Vaatimukset ja käyttötarkoitus .....	35
8.2	Päivittäiset tarkastukset ja huollot .....	35
8.3	Määräaikaishuollot .....	36
9	KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN.....	40
9.1	Koneiden tietojen ja dokumenttien lisääminen.....	40
9.2	Tietokonesovelluksen kehittäminen.....	41
9.3	Mobiilisovelluksen kehittäminen.....	45
9.4	Tulevaisuuden kehitystyö.....	49
10	KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO.....	50
10.1	Järjestelmän liittäminen päätelaitteille.....	50
10.2	Käyttökoulutus.....	50
10.3	Käyttöönotto .....	51
11	YHTEENVETO.....	52
	LÄHTEET .....	53

## KUVALUETTELO

KUVA 1. Kunnossapitolajit (Suomen Standardisoimisliitto SFS, 2017).....	13
KUVA 2. Kunnossapitolajien luokittelu (PSK Standardisointi, 2022) .....	14
KUVA 3. Työstökeskuksen voiteluohje (Ikonen 2023).....	34
KUVA 4. Mazak CNC-työstökeskukselle laadittu huoltosuunnitelma 1/2 (Ikonen 2023) .....	38
KUVA 5. Mazak CNC-työstökeskukselle laadittu huoltosuunnitelma 2/2 (Ikonen 2023) .....	39
KUVA 6. Kuvaleike Maintenance Managerin päänäköymästä (SSG Sahala Oy, 2023).....	41
KUVA 7. Tietokonesovelluksen päänäköymän uudelleensuunniteltu layout (Ikonen 2023) .....	42
KUVA 8. Kuvaleike Maintenance Managerin huoltoilmoituksesta (SSG Sahala Oy, 2023).....	43
KUVA 9. Kuvaleike Mazak Horizontal Center Nexus 8800-II -konekortista (SSG Sahala Oy, 2023)	44
KUVA 10 & 11. Kuvaleike päänäköymästä mobiilisovelluksessa (SSG Sahala Oy, 2023) .....	45
KUVA 12. Uudelleensuunniteltu ilmoituskentän layout (Ikonen 2023) .....	46
KUVA 13 & 14. Kuvaleike huoltoilmoituksesta mobiilisovelluksessa (SSG Sahala Oy, 2023).....	47
KUVA 15 & 16. Kuvaleike konekortista mobiilisovelluksessa (SSG Sahala Oy, 2023) .....	48

## KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

<b>Kunnossapito</b>	Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeen johdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.
<b>Huolto</b>	Kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet.
<b>Korjaus</b>	Kunnossapidon toimenpide, jolla palautetaan viallisen kohteen vaadittu toiminto.
<b>Elinkaari</b>	Aika, jolloin kohde pystyy suorittamaan vaaditut toiminnot, päättyen vasta kun kohde vian takia ei enää ole teknisesti tai taloudellisesti korjattavissa.
<b>Huoltosuunnitelma</b>	Suunnitelma, joka sisältää kohteen suunnitellun kunnossapidon toimenpiteitä elinkaaren eri vaiheissa. Huoltosuunnitelma sisältää tietoa esimerkiksi kohteesta, suunnitellun kunnossapidon toimenpiteestä, jaksotuksesta, toimenpiteen vaatimasta ajasta ja sen toteutukseen tarvittavista henkilö-, väline- ja varaosaresursseista.
<b>Kunnossapitojärjestelmä</b>	Tietokoneistettu kunnossapidon hallintajärjestelmä ja ohjelmisto.
<b>Konekortti</b>	Koneen tai laitteen tunniste, nimi, yleistiedot, tekniset tiedot ja muut laitteeseen liittyvät tiedot sisältävä laitetiedosto.
<b>Kunnonvalvonta</b>	Määrätyin välein manuaalisesti tai automaattisesti tehtävä toimenpide, jolla mitataan kohteen fyysisen tilan ominaisuuksia tai arvoja.
<b>Pilvipalvelu</b>	Internetin välityksellä tarjottava tietojenkäsittely- ja laskentapalvelu (palvelimet, tallennustila, tietokannat, verkot, ohjelmistot, analytiikka ja älykkyyys).
<b>Käyttövarmuus</b>	Kyky toimia vaaditulla tavalla.
<b>Käytettävyys</b>	Kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee tarvittaessa suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa olettaen, että ulkoiset vaadittavat resurssit ovat saatavilla.
<b>Kunnossapitolaji</b>	Töiden ja vastaavien kustannusten ryhmittely niihin sisältyvien toimenpiteiden luonteen perusteella. Tällaisia ovat esimerkiksi korjaava kunnossapito, kuntoon perustuva kunnossapito ja jaksotettu kunnossapito.
<b>Ehkäisevä kunnossapito</b>	Kunnossapito, jonka tarkoituksena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä.

<b>Jaksotettu kunnossapito</b>	Ehkäisevää kunnossapitoa, joka tehdään ennalta määritettyjen aikajaksojen tai käytön määrän mukaan, mutta ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta.
<b>Kuntoon perustuva kunnossapito</b>	Ehkäisevää kunnossapitoa, joka sisältää fyysisen tilan arviointia ja analyysiä sekä mahdollisesti niiden johdosta suoritettavia kunnossapitotoimenpiteitä.
<b>Ennustava kunnossapito</b>	kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, jota toteutetaan perustuen ennusteisiin, joita saadaan toistuvista analyyseistä ja toistuvista tunnusmerkeistä sekä tarkastelemalla kohteen huononemista kuvaavia olennaisia arvoja.
<b>Tehollinen kunnossapito</b>	Kunnossapidon osa, jossa toimenpiteet kohdistuvat suoraan kohteeseen tarkoituksena ylläpitää tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan halutun toiminnon.
<b>Parantaminen</b>	Yhdistelmä kaikista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joilla on tarkoitus parantaa kohteen toimintavarmuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä ja/tai turvallisuutta ilman, että alkuperäinen toiminto muuttuu.
<b>Korjaava kunnossapito</b>	Kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena palauttaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon.
<b>Siirretty korjaava kunnossapito</b>	Korjaavaa kunnossapitoa, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan sitä viivästetään sallituissa puitteissa.
<b>Välitön korjaava kunnossapito</b>	Korjaavaa kunnossapitoa, joka suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta välttyttäisiin haitallisilta seurauksilta.
<b>Työnsuunnittelu</b>	Suunnitteluvaihe, jossa työtilauksen työ vaiheistetaan. Työvaiheille määritellään niiden läpimenoajat ja työvoimatarpeet. Lisäksi selvitetään tuotannon kannalta sopivin aika työn toteuttamiseen.
<b>CMMS</b>	Tietokoneistettu kunnossapidon hallintajärjestelmä (Computerized Maintenance Management System).
<b>CNC</b>	Tietokoneistettu numeerinen ohjaus (Computerized Numerical Control)
<b>SFS</b>	Suomalainen standardisoinnin keskusjärjestö SFS.
<b>PSK</b>	PSK standardisointiyhdistys.



## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tavoitteena on laatia SSG Sahala Oy:n Joensuun toimipisteen konepajan tuotanto- ja kiinteistökoneille ennakkohuoltosuunnitelmat sekä kehittää yrityksen omaa kunnossapitojärjestelmää. SSG Sahala Oy:n Joensuun konepajalla ei ole aiemmin ollut käytössä kunnossapitojärjestelmää eikä systemaattisesti toteutettua ennaltaehkäisevää kunnossapitostrategiaa. Nykyinen konepajan kunnossapito on perustunut lähinnä vikakorjauksiin, satunnaisiin rasvauksiin sekä säännöllisen epäsäännölliseen lastuamismesteiden, voiteluaineiden ja suodattimien vaihtoon. Ennakkohuoltosuunnitelmien laadinnalla ja niiden käyttöönotolla pyritään parantamaan konepajan koneiden käyttövarmuutta, käyttöastetta sekä käyttöturvallisuutta. Systemaattisen koneiden kunnossapidon avulla saadaan parannettua muun muassa koneiden tuottavuutta, laatua sekä yllättävistä konerikoista johtuvia tuotantokatkoksia. Tämän avulla pyritään myös pidentämään koneiden elinkaarta ja säästämään näin kalliiden koneiden investointikuluissa. Koneiden huoltosuunnittelussa pyritään kiinnittämään huomiota koneissa käytettävien voiteluaineiden valintaan, jonka tarkoituksena on yhdenmukaistaa koneissa käytettävien voiteluaineiden tyypit ja tällä tavoin helpottaa ja tehostaa koneiden huoltotöitä sekä vähentää varastonimikkeitä ja näistä koituvia hankintakustannuksia.

Kunnossapitojärjestelmää tullaan kehittämään yhdessä SSG Sahala Oy:n yhteistyökumppanina toimivan teollisuuden automaattioratkaisuja ja -palveluita tarjoajan yrityksen kanssa. Kunnossapitojärjestelmän kehitystyössä pyritään parantamaan mm. järjestelmän toiminnallisuutta, käytettävyyttä sekä sen visuaalista ulkoasua toimeksiantajan asettamien toiveiden ja vaatimusten mukaisesti. Opinnäytetyöntekijän tehtävänä on tämän lisäksi havainnoida ja etsiä epäkohtia järjestelmän eri osa-alueilta, suunnitella näihin ratkaisuja sekä kehittää järjestelmää omien huomioiden ja käyttäjäkokemusten perusteella.

Ennakkohuoltosuunnitelmien laadinnan ja kunnossapitojärjestelmän kehitystyön jälkeen konepajalle luovutetaan käyttöönottovalmis kunnossapitojärjestelmä, jonka käyttöönottoa varten henkilökunnalle järjestetään perehdytys ja käyttöönottokoulutus.

## 2 TOIMEKSIANTAJAN ESITTELY

### 2.1 SSG Sahala Oy

SSG Sahala Oy on vuonna 2008 perustettu teollisuuden elinkaari palveluihin erikoistunut yritys. Palvelut kattavat kokonaiskunnossapidon, kunnonvalvonnan sekä laajat kunnossapito- ja asennusprojektit. Lisäksi yrityksen konepajat valmistavat tuotantoprosesseihin ja koneisiin liittyviä, asiakaskohtaisia tuotteita, kuten lämmönvaihtimia ja muita erilaisia painelaitteita. Yrityksen keskeisimpiä toimialoja ovat ydinvoimalat, voimakattilalaitokset, metsä- ja prosessiteollisuus, pienistä teollisuusyrityksistä globaaleihin toimijoihin, sekä kunnallisiin laitoksiin. Yrityksen toimipisteet sijaitsevat kahdeksalla eri paikkakunnalla Suomessa, joissa työskentelee yhteensä noin 200 kunnossapidon ammattilaista. Yritys toimii pääsääntöisesti Suomessa sekä muissa Pohjoismaissa. (SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon.)

### 2.2 Joensuun toimipiste

Joensuun toimipisteen modernisoidun konepajan vahvuutena ovat koneistuspalvelut, joiden avulla valmistetaan yksittäiskappaleita ja prototyyppejä. Omavarainen Joensuun yksikkö tekee yhteistyötä tukevaa toimintaa muiden SSG Sahala Oy:n yksiköiden kanssa ja auttaa muita yksiköitä mm. suunnittelussa sekä koneistuspalveluissa. Joensuun yksikön vahvuudet ovat vaativien kappaleiden CNC-koneistuksessa, mekaniikkasuunnittelussa ja automaatioissa. (SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon.)

Opinnäytetyön toisena tavoitteena on laatia SSG Sahala Oy:n Joensuun toimipisteen konepajan tuotanto- ja kiinteistökoneille ennakkohuoltosuunnitelmat, niiden toimintakyvyn ylläpitämiseksi ja parantamiseksi. Konepajalle laadittavan huolto-ohjelman piiriin kuuluu yhteensä 23 erilaista konetta ja laitetta, joiden ennakkohuoltosuunnitelmat tullaan lisäämään yrityksen omaan kunnossapitojärjestelmään.

### 3 KUNNOSSAPITO

#### 3.1 Kunnossapidon määritelmä

SFS-EN 13306:2017 (2017, 5) määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

##### **Kunnossapito**

”Kaikki kohteen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa kohteen toimintakyky sellaiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon.”

PSK 6201:2017 (2017, 3) puolestaan määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

”Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.”

Rossi (1993, 8) kertoo kirjassaan kunnossapitotoimikunnan määritelleen kunnossapidon suunnitelluksi, organisoiduksi toimintavalmiudeksi ja toiminnaksi, jonka päämääränä on pitää teollinen yritys koneineen, laitteineen, rakennuksineen ja alueineen optimaalisessa toimintakunnossa eli saavuttaa ja säilyttää riittävän suuri käyntivarmuus ja työturvallisuus mahdollisimman pienin kustannuksin.

Varhaisin kunnossapito on ollut lähinnä varmistamista kaksinkertaistamalla toimintoja ja vikaantumisen jälkeistä korjausta sekä huoltamista, jota on alettu harjoittamaan siitä lähtien, kun ihminen on alkanut rakentamaan ja käyttämään erilaisia koneita. Kunnossapidon kehittyessä tästä toimintaperiaatteesta on kuitenkin luovuttu ja pyritty olemaan muutakin kuin vain korjaava toimi. Nykyisessä jatkuvasti enemmän koneellistuvassa yhteiskunnassa tärkeitä huolehdittavia asioita ovat koneiden ja laitteiden toiminnan tehokkuus, luotettavuus, turvallisuus ja ympäristöystävällisyys. (Järviö 2017, 21.)

Kunnossapito on pääoma- ja raaka-ainekustannuksien jälkeen yksi suurimpia yritysten kustannuksia ja myös yksi suurin kontrolloimaton kustannuserä. Kunnossapitoon panostetaankin paljon hyvin johdetuissa yrityksissä, jotta sitä saadaan hallittua ja sen kustannuksia kontrolloitua. (Järviö 2017, 27.)

### 3.2 Kunnossapidon tavoitteet

Kunnossapidon tavoitteena on pitää koneiden ja laitteiden toimintakunto sellaisena, että tuotantoa voidaan toteuttaa mahdollisimman edullisesti, tuotteiden hintaan nähden laadukkaasti, turvallisesti sekä ympäristöä säästävästi (Ansaharju 2009, 298).

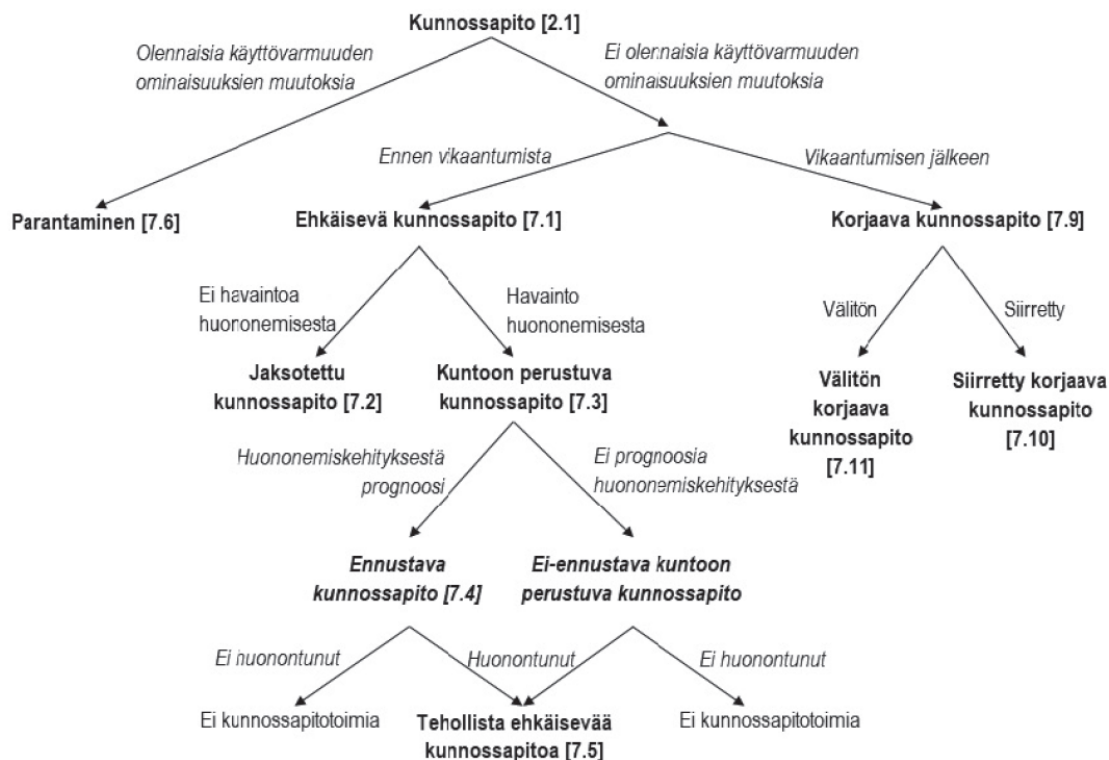
Keskeisinä kunnossapidon tavoitteina on hyvä käyttövarmuus ja korkea tuotannon kokonaistehokkuus (KNL). Näiden toteutuessa voidaan saavuttaa hyvä käytettävyys ja käyttöaste. Hyvä käyttövarmuus merkitsee myös toiminnan luotettavuutta. (Järviö 2017, 59.)

Aiemmin mainitulla kokonaistehokkuudella tarkoitetaan kolmen osatekijän tuloa. Näistä ensimmäinen on käytettävyys (K), mikä ilmaisee työajan tehokkuutta. Toinen tulon osatekijä on laatukerroin (N), mikä ilmaisee tuotannon tehokkuutta tuotantomäärinä. Kolmantena osatekijänä on laatukerroin (L), jolla ilmoitetaan tuotannosta markkinoille toimitettavien tuotteiden osuus kokonaistuotantomäärästä eli huomioidaan näin hylkyyn menevien tuotteiden osuus. (Järviö 2017, 59.)

SFS-EN 13306:2017 (2017, 4) mukaan kunnossapidon johdon vastuulla on määritellä kunnossapitostrategia seuraavien tavoitteiden mukaisesti:

- Varmistaa kohteen käytettävyys vaaditulla tavalla toimimiseen huomioiden optimaaliset kustannukset.
- Huomioida turvallisuus, henkilöstö, ympäristö ja muut pakolliset vaatimukset, jotka liittyvät kohteeseen.
- Huomioida kaikki ympäristövaikutukset.
- Ylläpitää kohteen kestävyttä ja tuotteiden tai palveluiden laatua huomioiden kustannukset.

### 3.3 Kunnossapitolajit

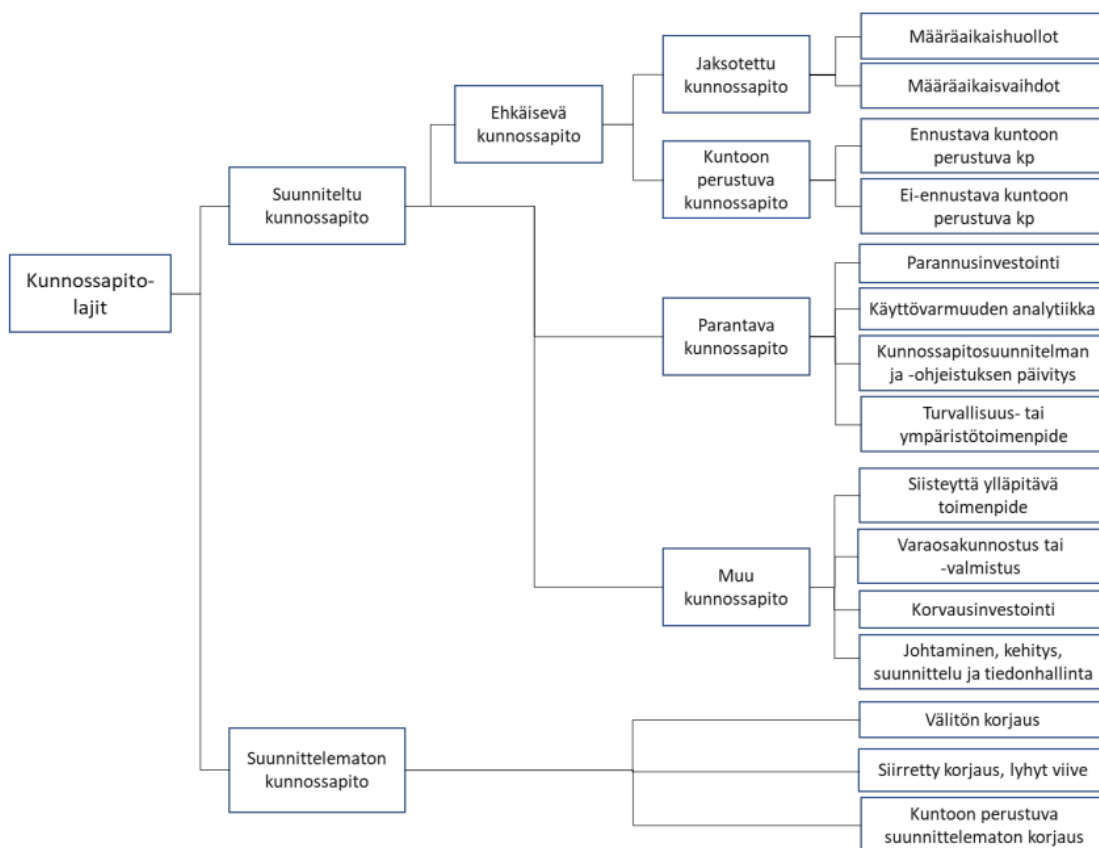


KUVA 1. Kunnossapitolajit (Suomen Standardisoimisliitto SFS, 2017)

SFS-EN 13306:2017 (2017, 22) jakaa kunnossapitolajit vian havaitsemisen perusteella (KUVA 1). Standardin mukaan vika määritellään tilaksi, jossa kohde ei kykene suorittamaan siltä vaadittua toimintoa. Näin ollen kaikki ennen vikaantumista suoritettavat toimenpiteet ovat ennakoivaa kunnossapittoa.

PSK 6201:2022 (2022, 40) puolestaan jakaa kunnossapitolajit sen mukaan, ovatko ne suunniteltuja vai aiheuttavatko ne tuotantohäiriön (KUVA 2). Kunnossapitolajien sisältämiä toimenpiteitä ovat kohteen saattaminen haluttuun toimintakuntoon, kohteen toimintakunnon toteaminen, kohteen halutussa toimintakunnossa pitäminen, kohteen käyttövarmuuden parantaminen tai ne toimenpiteet, jotka käyttävät kunnossapidon resursseja.

Kunnossapitotyön toteuttamisessa on kaksi oleellista ulottuvuutta: suunnittelu ja aikataulutus. Suunnittelussa työtilauksen työ vaiheistetaan ja valmistellaan eli suoritetaan työnsuunnittelu. Aikataulutuksessa määritellään työn ajankohta tuotannon tilan sallimaan ajankohtaan. Kunnossapidon toimenpiteet voivat olla suunniteltuja tai suunnittelemattomia sekä aikataulutettuja tai aikatauluttamattomia. Suunniteltu kunnossapito tarkoittaa kunnossapitolajien yhteydessä sekä suunniteltua että aikataulutettua kunnossapittoa. Suunnittelematon kunnossapito suoritetaan heti tai siirretysti. Useimmiten kattava suunnittelu ei ole mahdollista ilman aikataulutusta ja suunnittelematon työ on myös aikatauluttamatonta. (PSK 6201:2022, 2022, 41.)



KUVA 2. Kunnossapitolajien luokittelu (PSK Standardisointi, 2022)

Järviö (2017, 49) ryhmittelee kunnossapitoon kuuluvat tehtävät viiteen päälajiin, jotka ryhmittelevät kunnossapitolajit luonteviksi kokonaisuuksiksi seuraavasti:

- Huolto
- Ehkäisevä kunnossapito (kunnonvalvonta, jaksotettu kunnostaminen, kuntoon perustuva kunnossapito, ennustava kunnossapito)
- Korjaava kunnossapito (kunnostaminen, korjaaminen)
- Parantava kunnossapito
- Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Huollot ovat pääsääntöisesti jaksotettu käyttöajan, tuotantomäärän ja käytön rasittavuuden mukaan, joilla koneiden edellytykset ja toimintaympäristö pyritään pitämään mahdollisimman hyvänä. Ehkäisevällä kunnossapidolla pyritään vikaantumisen estämiseen, joka perustuu määrätyn väliajoin suoritettaviin komponenttien vaihtoon sekä vikaantumisen hallintaan, jossa etsitään vikoja, jotka eivät ole vielä pysäyttäneet konetta. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluu havaittujen vikojen korjaaminen. Parantavalla kunnossapidolla pyritään parantamaan koneiden luotettavuutta ja käytettävyyttä sekä kehittämään epäedullisia kohteita kunnossapidollisesti paremmiksi. Vikojen ja vikaantumisen selvittämisen menetelmin pyritään paikantamaan tuotantoprosessiin epäsuotuisasti vaikuttavia tekijöitä, kuten esimerkiksi käyttövirheitä tai huonosti suunniteltuja komponentteja. (Järviö 2017, 49.)

### 3.3.1 Huolto

PSK 6201:2022 (2022, 4) määrittelee huollon jaksotetuksi kunnossapidon toimenpiteeksi, joka voi sisältää kohteen puhdistamisen, rasvauksen, öljyn- ja suodattimen vaihdon, tarkastamisen sekä muut vastaavat toimenpiteet.

Huoltojen avulla pyritään ylläpitämään kohteen käyttöominaisuuksia, palauttaa heikentynyt toimintakyky ennen vikaantumista tai estää vaurioiden syntyminen. Jaksotetut huollot suoritetaan määräväleihin, jotka määräytyvät käyttöajan tai -määrän mukaan. Välien määrittämisessä tulee ottaa huomioon myös käytön rasittavuus. Usein käytettyjä huoltovälejä ovat esimerkiksi päivittäin, viikoittain, kuukausittain ja vuosittain tehtävät huollot. (Järviö 2017, 49–50.)

Jaksotettuun huoltoon voi sisältyä seuraavia toimenpiteitä:

- Toimintaedellytysten vaaliminen, käytön suorittama kunnossapito
- Puhdistus
- Voitelu
- Huoltaminen, huolto
- Kalibrointi
- Kuluvien osien vaihtaminen
- Toimintakyvyn palauttaminen (Järviö 2017, 49–50.)

### 3.3.2 Ehkäisevä kunnossapito

PSK 6201:2011 (2011, 13) mukaan ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.

SFS-EN 13306:2017 (2017, 13) puolestaan kertoo ehkäisevän kunnossapidon olevan kunnossapitoa, jonka tarkoituksena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä.

Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyy kunnonvalvonta, ennustava kunnossapito, jaksotettu kunnossapito sekä kuntoon perustuva kunnossapito. Ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteitä tehdään tarkoituksellisesti etukäteen, jotta koneen tai laitteen rikkoutuminen estetäisiin. Ehkäisevän kunnossapidon tehtävät ovat huollon kanssa osittain päällekkäisiä. (Ansa-harju 2009, 299.)

Systemaattisella ja hyvin suunnitellulla ennakoivalla kunnossapidolla suurin osa alkavista vioista voidaan havaita ajoissa ja korjata ennen kuin ne aiheuttavat tuotantokatkoksen. Hyvin järjestetty ennakoiva kunnossapito parantaa toimintavarmuutta ja laatua sekä tehostaa kapasiteetin käyttöä vaikuttaen siten koko yrityksen tulokseen ja kannattavuuteen. (Rossi 1993, 6.)

Ehkäisevän kunnossapidon keinoin voidaan seurata kohteen suorituskykyä ja sen parametreja. Päämääränä on vähentää vikaantumisen todennäköisyyttä tai koneen/osan toimintakyvyn heikkenemistä. Ehkäisevää kunnossapitoa voidaan toteuttaa säännöllisesti aikataulutettuna tai jatkuvana, tai sitten sitä tehdään ainoastaan vaadittaessa. (Järviö 2017, 50.)

Ehkäisevän kunnossapidon tehtäviä ovat:

- Tarkastaminen
- Kuntoon perustuva kunnossapito (kunnonvalvonta sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus)
- Määräystenmukaisuuden toteaminen
- Testaaminen / toimintakunnon toteaminen
- Käynninvalvonta
- Vikaantumistietojen analysointi (Järviö 2017, 50.)

Kunnonvalvonnan menetelmillä pystytään etsimään ja havaitsemaan oireilevia alkavia vikoja sekä myös todeta kohteen olevan kunnossa. Kunnonvalvontaa on mahdollista tehdä joko seisokin aikana tai kohteen ollessa tuotannossa käytössä. (Järviö 2017, 50.)

Ennakkohuolto, huolto ja ehkäisevä kunnossapito ovat käsitteinä lähellä toisiaan ja toimenpiteiltään myös päällekkäisiä. Ehkäisevän kunnossapidon toimia, kuten tarkastuksia, testauksia ja huoltoja tehdään jo ennen vian havaitsemista. Ehkäisevä kunnossapito jaksotetaan usein etukäteen, aivan kuten ennakkohuollotkin. Jaksotetut huollot tehdään suunnitelmallisesti päivittäin, viikoittain, kuukausittain, määritettyjen käyttötuntien tai käyttökertojen mukaan. Huoltojen määräaikoja voidaan suunnitella kokemukseen perustuen, kun tiedetään kuinka kauan mikäkin komponentti kestää. Esimerkiksi öljynvaihto on jaksotettua huoltoa, jossa kohteelle tehdään ennalta laaditun ohjelman ja toimenpidesuunnitelman mukaiset kunnonvalvonta- ja huoltotoimet. (Ansaharju 2009, 307.)

Ehkäisevä kunnossapito on suunnittelemtomaan kunnossapitoon verrattuna merkittävästi halvempaa. Sama asia esitetään usein toteamalla, että suunniteltu työ on 4–10 kertaa tehokkaampaa kuin suunnittelemtoman. Suunnittelemtoman kunnossapidon aiheuttamat välilliset menetykset ovat huomattavasti suurempia kuin ehkäisevän kunnossapidon aiheuttamat välittömät kustannukset. (Järviö 2017, 107.)



### 3.3.3 Korjaava kunnossapito

SFS-EN 13306:2017 (2017, 14) sekä PSK 6201:2022 (2022, 27) määrittelevät korjaavan kunnossapidon lähes identtisesti olevan kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saada kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon.

Helpommin sanottuna korjaava kunnossapito tarkoittaa koneeseen tai laitteeseen tulleen vian korjaamista eli koneen tai laitteen palauttamista toimintakuntoon (Ansaharju 2009, 299; Rossi 1993, 8).

Korjaavaan kunnossapitoon sisältyvät:

- Vian määrittäminen
- Vian tunnistaminen
- Vian paikallistaminen
- Korjaus, väliaikainen korjaus
- Toimintakunnon palauttaminen (Järviö 2017, 51.)

Korjauksella tarkoitetaan siis toimenpidettä, jolla koneeseen tai laitteeseen tullut vika poistetaan. Kohteen vikaantuessa se voi estää sen toiminnan joko osittain tai kokonaan. Ennakko-ohjelmien avulla pyritään vähentämään vikaantumisia, mutta yllättäviä ja nopeaa korjausta vaativia vikoja tulee kuitenkin aina vastaan. Esimerkiksi hälytyskorjaus, käyttöhenkilöstön käyttöseurannan perusteella ilmoittama korjaustyö sekä kunnonvalvonnan tuottamien vikailmoitusten perusteella tehtävä korjaustyö luetaan korjaavaksi kunnossapidoksi. (Ansaharju 2009, 307.)

Korjausta edeltää aina vian syntyminen ja sen havaitseminen. Vikoja voi syntyä usein eri tavoin ja niillä on myös monesti useampia kuin vain yksi syy. Koneen vika ilmenee usein esimerkiksi vuotona, kuumenemisena, ylimääräisinä ääminä, heikentyneenä käyntinä tai koneen pysähtymisenä. (Ansaharju 2009, 307.)

### 3.3.4 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen toimintavarmuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä ja/tai henkilö- ja ympäristöturvallisuutta muuttamalla kohteen vaa-  
dittua toimintoa (PSK 6201:2022, 2022, 32).

SFS-EN 13306:2017 ei määrittele tätä käsitettä.

Ansaharju (2009, 308) kertoo parantavan kunnossapidon tarkoituksena olevan muuttaa olemassa olevien koneiden käytettävyyttä, luotettavuutta, kunnossapidettävyyttä sekä vähentää myös huoltojen tarvetta. Parantavaa kunnossapitoa on myös koneiden ja laitteiden modernisoinnit muuttamalla ne vastaamaan uusimpien tekniikoiden kehitystä sekä uusimpia vaatimuksia.

Parantavan kunnossapidon lähtökohtina on tarve muuttaa, tehostaa tai uudistaa tuotantoa. Parantavan kunnossapitotoiminnan tarpeet syntyvät usein kustannusten alentamisen tarpeesta, uuden tekniikan mahdollistamasta tuotannon kehityksestä ja tehostamisesta tai asiakastarpeiden muutoksista. (Ansaharju 2009, 308–309.)

Parantava kunnossapito voidaan jakaa kolmeen pääryhmään:

Ensimmäisessä pääryhmässä kohteen suorituskyky ei varsinaisesti muutu, mutta kohteen alkuperäisiä osia ja komponentteja korvataan uudemmilla. Esimerkkinä voidaan käyttää DC-käyttöjen modernisointia siirtymällä käyttämään taajuusohjattuja oikosulkumoottoreita, jonka etuna on muun muassa ohjaukseen ja tarkkailuun liittyvät parannukset. (Järviö 2017, 51.)

Myöskään toisessa pääryhmässä koneiden suorituskykyä ei pyritä parantamaan vaan koneen toimintaa muutetaan luotettavammaksi erilaisten uudelleensuunnittelujen ja korjausten avulla. (Järviö 2017, 51.)

Kolmas pääryhmä pitää sisällään modernisaatiot, joiden tarkoituksena on kohteen suorituskyvyn parantaminen. Modernisaatioiden aikana uudistetaan koneen lisäksi myös yleensä valmistusprosessi. Tällaisia kohteita voivat olla esimerkiksi vanhojen paperikoneiden modernisoinnit, kun vanhentuneilla koneilla ei pystytä enää kilpailemaan uusien paperilajien valmistuksessa asiakkaiden asettamien korkeampien vaatimusten vuoksi. Koneet eivät ole välttämättä vielä muuten elinkaarensa päässä, joten on kannattavampaa suorittaa modernisointi, kuin romuttaa kone ja hankkia uusi tämän tilalle. (Järviö 2017, 51–52.)

### 3.3.5 Vikojen ja vikaantumisen selvittäminen

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä tarkoitetaan tuotantoprosessiin epäedullisesti vaikuttavien tekijöiden, kuten huonojen komponenttien tai väärän käytötavan selvittämistä (Ansaharju 2009, 299).

Standardit eivät määrittele tätä käsitettä, eikä se ole vielä toistaiseksi virallisesti kunnossapitoon kuuluva toiminto. Vain harvoissa yrityksissä vikojen ja vikaantumisen selvittäminen on järjestelmällistä, mutta näiden tärkeys kuitenkin tiedostetaan. Syynä on varmasti osittain se, ettei yrityksiltä löydy laite- ja osaamispuolen resursseja, mutta vikaantumistietojen keräämiseen suhtaudutaan myös hieman negatiivisesti. (Järviö 2017, 52.)

Nykyaikaisissa koneissa on suhteellisen paljon toimintaa ohjaavia prosessoreita, jotka keräävät samanaikaisesti tietoja mm. koneen käyttöolosuhteista, käytötavasta ja sen kuormituksesta. Vikaantumisen juurisyitä voi olla mahdollista selvittää analysoimalla näitä tietoja. Kun juurisyöt tunnistetaan, voidaan tehdä radikaalejakin muutoksia koneiden laaduntuotokkykyyn ja toiminnan luotettavuuteen suunnittelemalla ja toteuttamalla erilaisia korjaavia toimia. Toimimalla näin, vikaantumisia voidaan pienentää mahdollisesti jopa yli 90 %. (Järviö 2017, 52.)

Vikojen ja vikaantumisen selvittämisellä selvitetään vian perussyö sekä vikamuoto eli tapa, jolla kohteen kykenemättömyys suorittaa vaadittu toiminto ilmenee. Näiden tulosten perusteella vastaavien vahinkojen uusiutuminen voidaan estää, kun pystytään suorittamaan oikeanlaisia vikaantumisen ehkäiseviä toimenpiteitä. Kaikkia koneiden rikkoontumisia ei kuitenkaan kannata tutkia, sillä vika-analyyysien laatiminen vaatii erikoisosaamista. (Järviö 2017, 52.)

Tavanomaisimmat vikojen ja vikaantumisten selvittämisen menetelmät ovat:

- Vika-analyysi
- Vikaantumisen selvittäminen, simulointi
- Mallintaminen
- Juurisyyn selvittäminen
- Materiaalien ja suunnittelun analyysit
- Vikaantumispotentiaalin kartoitukset / riskinhallinta (Järviö 2017, 52.)

## 4 TYÖSTÖKONEIDEN HUOLTO

### 4.1 Huoltojen merkitys

Työstökoneiden kunnossapitäminen vaatii säännöllisiä tarkastuksia, huoltoja ja korjauksia. Niillä on merkittävä vaikutus koneiden tarkkuuden säilymiseen sekä niiden käyttöiän pituuteen. Työstökoneen kunnossapitämisellä on vaikutus myös koneenkäyttäjän työviihtyvyyteen, mutta huomattavasti tärkeämpänä asiana on kuitenkin työturvallisuus. Tavallisesti koneiden valmistajat laativat huolto- ja käyttöohjeet, jotka toimitetaan koneen hankinnan yhteydessä ostajalle. Koneiden käyttäjien ja muiden niistä vastaavien henkilöiden tulisi lukea nämä huolellisesti ja noudattaa niissä annettuja ohjeita kaikissa tilanteissa. (Maaranen 2012, 47.)

### 4.2 Voitelu

Hydrauli- ja voitelujärjestelmät ovat tärkeitä koneiden ja järjestelmien osia. Niissä käytettävien nesteiden tehtävänä on voidella, siirtää tehoa sekä kuljettaa lämpöä ja epäpuhtauksia. Käytettävillä nesteillä on vaikutus järjestelmän energiatehokkuuteen ja luotettavuuteen koko elinkaaren ajan. Nesteiden jatkuva kunnonvalvonta on erittäin tärkeää, sillä kustannustehokkuus ja käytettävyys riippuu niiden kunnosta. (Promaint, 5.)

Voiteluaineiden kunnan ylläpitämiseksi yksi huoltotoimenpide on laitteen ulkoinen puhdistus, joka tehdään tarvittaessa tai vähintään kerran vuodessa jäähdytyksen parantamiseksi ja akselikaulojen kautta sisään tulevan lian vähentämiseksi. Muita huoltotoimenpiteitä voiteluaineen puhtauden kannalta ovat puhtausasteen toteaminen ja siihen liittyvät puhdistustoimenpiteet sekä kokemukseen, mittauksiin tai suosituksiin perustuvat voiteluaineen ja suodattimien vaihdot. (PSK 7201:2015, 2015, 14.)

Säännöllinen voitelu on työstökoneen huoltamisen tärkein osuus. Koneiden valmistajat antavat koneisiinsa yleensä yleiset voiteluohjeet sekä voitelukaaviot, jotka löytyvät huolto- ja käyttöohjekirjoista. Koneen voitelujärjestelmiin kannattaa tutustua heti alussa, sillä eri työstökoneissa se voi olla järjestetty monin eri tavoin. Tähän tarkoitukseen koneen voitelukaavio on erittäin hyvä apuväline. (Maaranen 2012, 47–48.)

Työstökoneiden voitelukohteita ovat muun muassa:

- Johto- ja siirtoruuvit sekä niiden laakerit
- Teräkelkan tai pöydän johteet ja luistit
- Karan laakerit
- Syöttövaihteisto
- Pyörimisnopeuden vaihteisto

Työstökoneissa voi olla useampia öljysäiliöitä, joista öljyä pumpataan voitelukohteiseen käsi- tai moottorikäyttöisillä pumpuilla. (Maaranen 2012, 47–48.)

### 4.3 Päivittäiset ja tarpeen mukaan suoritettavat huollot

Työstökoneen huoltoa on tärkeää tehdä päivittäin ja ammattitaitoinen koneistaja huoltaakin käyttämäänsä työstökonetta systemaattisesti. Työvälineistä pidetään huolta sekä mm. työkalukartiot, ohjausholkit ja teränpitimet puhdistetaan huolellisesti joka kerta terien kiinnityksen yhteydessä. (Maaranen 2012, 49–50.)

Ennen työstökoneella lastuamisen aloittamista tulee suorittaa seuraavat huoltotoimet:

- Työstökoneen yleistarkastus
- Johteiden kuivaus liiasta öljystä
- Öljysäiliöiden öljymäärän tarkastus mittalaseista ja öljyn lisääminen tarvittaessa
- Öljynkierron tarkastus
- Muiden voitelukohteiden voitelu voitelukaavion mukaan (Maaranen 2012, 49.)

Työvuoron päättyessä työstökone tulee puhdistaa ja huoltaa, joka voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- Poistetaan lastut koneen kelkkojen ja johteiden päältä.
- Poistetaan lastut lastuastiasta.
- Puhdistetaan työstökoneen sisä- ja ulkopuoli.
- Voidellaan johteet kevyesti / lisätään rasvaa voitelunippoihin.
- Puhdistetaan työstökoneen ympäristö lastuista ja mahdollisista roiskuneista öljyjätteistä.
- Työkalut sekä työvälineet esimerkiksi terät, pitimet ja kartiokiinnitteiset välineet puhdistetaan ja huolletaan tarvittaessa.
- Käytön jälkeen työkalut ja muut työvälineet laitetaan takaisin niille varatuille paikoilleen.

Myös työkalujen ja työvälineiden kunnontarkkailu helpottuu huomattavasti, kun pidetään huolta työpisteen siisteydestä ja hyvästä järjestyksestä. (Maaranen 2012, 49–50.)

#### 4.4 Määräaikaishuollot

Määräaikaishuoltojen suorittaminen on sidottu joko kalenteriaikaan, koneen käyttötunteihin tai -kertoihin tai johonkin muuhun käyttömäärää kuvaavaan suureeseen. Huolto tehdään riippumatta siitä, tarvitseeko huollon kohteena oleva laite tai komponentti huoltoa vai ei. Määräaikainen huolto ei ole tavoite sinänsä, vaan seuraus siitä, ettei kunnonseuranta muilla menetelmillä ole mahdollista. Syynä voivat olla esimerkiksi rakenteelliset tai taloudelliset seikat. (Rossi 1993, 37.)

Valmistajan huolto-ohjeiden mukaan suoritettavia huoltotoimenpiteitä voivat olla:

- Öljyjen vaihto
- Jäähdytysjärjestelmän puhdistus ja nesteiden vaihto
- Työstökoneen tarkkuuden tarkistus ja säätö
- Sähkölaitteiden ja käyttömoottorin huolto
- Muut huolto-ohjeen määräämät toimenpiteet (Maaranen 2012, 50.)

Työstökoneisiin tehtäviä huoltotoimenpiteitä seurataan koneiden huoltokorteista, joihin merkataan kaikki voitelu- ja huoltokohteet ja niiden suoritusajat sekä sopivat voiteluaineet. Kortti täytetään jokaisen määräaikaishuollon yhteydessä. (Maaranen 2012, 50.)

Huoltojen lisäksi koneiden käyttäjien on tärkeää suorittaa myös jatkuvaa kunnonvalvontaa sekä ylläpitää siisteyttä ja järjestystä. Aistinvaraisella kunnonvalvonnalla voidaan suuri osa työstökoneen vioista paikallistaa. Tämä edellyttää kuitenkin hyvin koulutettua ja pitkän kokemuksen omaavaa motivoitunutta käyttöhenkilöstöä. (Rossi 1993, 39.)

## 5 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄT

### 5.1 Kunnossapitojärjestelmän määritelmä, vaatimukset ja hyödyt

Kunnossapitojärjestelmä (Computerized Maintenance Management System, CMMS) on ohjelmisto, joka keskittää kunnossapitotiedot ja helpottaa kunnossapitotoiminnan prosesseja. Se auttaa optimoimaan fyysisten laitteiden, kuten ajoneuvojen, koneiden, tehdasinfraktuurien ja muun omaisuuden käytön. Kunnossapitojärjestelmän ydin on sen tietokanta. Siinä on rakenne, joka järjestää tiedot kunnossapito organisaation ylläpitämästä omaisuudesta sekä laitteistoista, materiaaleista ja muista resursseista. Uusimman sukupolven kunnossapitojärjestelmä on pilvipohjainen ja erittäin mobiili. Se tarjoaa enemmän toimintoja nopeamman käytön, helpomman ylläpidon ja paremman tietoturvan kanssa. (IBM julkaisu-aika tuntematon.)

Kunnossapidon tietojärjestelmän tulee vastata kaikkiin tehokkaan konepajakunnossapidon vaatimuksiin. Sen lähtökohtana tulee olla konepajan joustavien automaattisten valmistusjärjestelmien (FMS) ja yksittäisten automaattiosaarekkeiden NC-koneiden ja robotiikan sekä näiden oheislaitteiden kunnossapitorutiinien nopeuttaminen, tiedon varastointi ja nopea saanti sekä kunnossapidon tunnuslukujen kerääminen ja analysointi suoraan numeerisilta ohjauksilta. Kunnossapidon tietojärjestelmän tulee kerätä tietoa numeerisilta ohjauksilta, analysoida tämä sekä olla integroituneena yrityksen muihin tietojärjestelmiin. (Rossi 1993, 41–42.)

Sen tulee toimia tehdasverkossa niin, että tiedot kunnossapidosta ovat saatavilla niin yksittäisessä tuotantosolussa kuin yritysjohdollakin. Kunnossapidon tietojärjestelmä kerää anturitietoja älykkäiltä toimilaitteilta, analysoi nämä, ilmoittaa kestoikiä sekä paikallistaa vian yksittäiselle komponenttitasolle saakka. Lisäksi se kykenee antamaan toimintamallin vian korjaamiseksi. (Rossi 1993, 41–42.)

Nykyaikaisen konepajakunnossapidon vaatimukseen soveltuvan tietojärjestelmän tulee sisältää mm. seuraavat kunnossapitotoiminnan osajärjestelmät:

- Kone- ja laitekortisto
- Varaosatietojärjestelmä
- Ennakkohuoltojärjestelmä
- Kunnossapitotöiden suunnittelu
- Kunnonvalvonta
- Kunnossapitokustannukset
- Kunnossapitotyökalujen ja mittalaitteiden rekisterit (Rossi 1993, 42–43.)

Kunnossapitojärjestelmällä pystytään helpottamaan kunnossapitotietojen ja laitetietojen saatavuutta niin, että tarvittavaa tietoa saadaan nopeasti siellä, missä sitä tarvitaan. Kunnossapidon tietojärjestelmällä pystytään poistamaan paljon aikaa vieviä ja vaikeasti hallittavia työrutiineja, kuten kustannuslaskentaa, tunnuslukujen laskemista, ennakkohuoltojen ajoittamista ja kunnossapitoressurssien tehokasta käyttöä. Sillä pystytään monitoroimaan kunnossapidon tilaa, tehokkuutta ja kehitystä sekä tekemään kunnossapidon tavoitteiden asettelua, jota ilman kunnossapitoa ei pystytä kehittämään. Kunnossapidon tunnusluvuilla saadaan lisäksi tietoa tuotantokoneiden taloudellisesta pitoiästä, peruskorjaustarpeesta, parannustarpeesta konejärjestelmän osissa, häiriöalttiista komponenteista sekä NC-koneiden käytön tehokkuudesta. Kun häiriöalttiit komponentit tunnistetaan, voidaan niihin puuttua parantavan kunnossapidon keinoin ja antaa palautetta saaduista kokemuksista työstökoneiden valmistajille. (Rossi 1993, 45.)

Karkeasti arvioituna järjestelmän takaisinmaksuaika on hyvinkin lyhyt, jopa alle vuoden, mikäli järjestelmä saadaan nopeasti tehokkaaseen käyttöön sekä sen puitteissa pystytään tekemään rationaalisia päätöksiä kunnossapidon ja tuotantokoneiden käytön tehokkuuden parantamiseksi (Rossi 1993, 45).

## 5.2 SSG Anywhere -järjestelmä

SSG Anywhere on SSG Sahalan oma teollisuuden kunnonvalvonta- ja tiedonkeruujärjestelmä, joka on helposti ja kustannustehokkaasti muokattavissa erilaisia tarpeita varten. SSG Anywhere on suunniteltu tarjoamaan täyden elinkaaren huolto- ja mittauspalvelut anturista raportointiin saakka. Pilvipalvelupohjaisessa järjestelmässä on panostettu helppoon asennettavuuteen ja käyttöliittymän sujuvuuteen, joka toimitetaan asiakkaille avaimet käteen - palveluna. (SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon.)

SSG Anywhere on monipuolinen, useasta tuotealueesta koostuva, viimeisintä teknologiaa hyödyntävä tiedonkeruu-, analysointi- ja seurantajärjestelmä, joka lisää yrityksen tehokkuutta liiketoiminnan eri tasoille. Kerätty data tallennetaan keskitetysti Microsoft Azuren - pilvipalveluun, josta se on helposti käytettävissä web-pohjaisen käyttöliittymän kautta myös mobiilisti. Data on muokattavissa, analysoitavissa, jalostettavissa sekä jaettavissa myös kolmannen osapuolen järjestelmiin. (SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon.)

SSG Anywhere tuoteperheeseen kuuluvat Data Acquisition -tiedonkeruu- ja raportointijärjestelmä, Condition Monitoring -kunnonvalvontajärjestelmä, Maintenance Manager -kunnossapitojärjestelmä sekä Weld Sense -mittausjärjestelmä (SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon).



### 5.3 Maintenance Manager -kunnossapitojärjestelmä

Maintenance Manager on koneiden ja laitteiden ylläpidon, kunnon ja vikojen raportointi- ja seurantajärjestelmä. Järjestelmän avulla pystytään raportoimaan, lisäämään ja välittämään tärkeää tietoa koneista ja laitteista kaikille niitä käyttäville ja niistä vastuussa oleville henkilöille. Järjestelmä on tarkoitettu kaikille, jotka vastaavat koneiden ja laitteiden huolloista sekä niiden tilasta. Maintenance Manager voi olla joko itsenäinen, tai se voidaan liittää muun Anywhere-järjestelmän yhteyteen täydentäen laitteista kerättävää dataa. (SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon.)

Maintenance Managerin avulla saadaan helposti kone- ja laitekannan tila ja kunto hallintaan. Järjestelmä kertoo yhdellä vilkaisulla koko laitekannan, niiden kunnon, toimenpiteet mitä niille on tehty ja toimenpiteet, jotka täytyy tehdä. Järjestelmässä on helposti tulkittavat, eriväriset signaalit, jotka kertovat koneen ja laitteen tilasta sekä toimenpiteiden kiireellisyydestä. Maintenance Manager helpottaa mm. työsuunnittelua. Järjestelmän avulla pystytään näkemään esimerkiksi mitkä koneet ja laitteet ovat käytettävissä, mihin on tulossa huoltoja tai mitkä laitteet ovat tulossa elinkaarensa päähän. Järjestelmä helpottaa koneiden ja laitteiden tilan, vikojen ja puutteiden havainnointia sekä se kertoo myös tärkeistä huomiosta, kuten tulevista tarkastuksista ja niihin aiemmin tehdyistä huolloista ja korjauksista. (SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon.)

Opinnäytetyön toisena tavoitteena on kehittää Maintenance Manager -kunnossapitojärjestelmän toiminnallisuutta, käytettävyyttä sekä sen visuaalista ulkoasua yrityksen asettamien vaatimusten mukaisesti. Järjestelmä on tällä hetkellä beta-testausvaiheessa.

## 6 KONEKANTA

### 6.1 Konekannan kartoitus

Opinnäytetyön esityönä tehtiin koko SSG Sahala Oy:n konekannan kartoitus. Koneista kerättiin tärkeimpiä tietoja kuten koneen valmistaja, malli, ohjaus, valmistusvuosi, sarjanumero, työstöalueet ja massa. Joensuun toimipisteen konepajan kaikista koneista kerättiin myös mm. huolto-ohjekirjat digitaalisessa muodossa huoltosuunnitelmien laatimista ja dokumenttien verkkoarkistointia varten.

### 6.2 CNC-työstökeskukset

Laaditun huolto-ohjelman piiriin kuului yhteensä yhdeksän CNC-työstökeskusta. Kaikki työstökeskukset ovat pystykaraisia lukuun ottamatta suurinta Mazak Horizontal Center Nexus 8800-II-työstökeskusta, joka on vaakakarainen paletinvaihtajalla ja 60-paikkaisella työkalumakasiinilla varustettu työstökeskus. Työstökoneet, vuosimallit ja niiden kapasiteetista kertovat tiedot lueteltuna alla.

1. CNC-työstökeskus YCM TV158B
  - Vm. 2021
  - Liikkeet (mm): X1500 Y860 Z750
  - Max. kappalemassa 2000 kg
2. CNC-työstökeskus HARTFORD PRO-2150
  - Vm. 2007
  - Liikkeet (mm): X2060 Y1560 Z780
  - Max. kappalemassa 5000 kg
3. CNC-työstökeskus KAOMING KMC-1800DV
  - Vm. 2004
  - Liikkeet (mm): X1940 Y1200 Z700
  - Max. kappalemassa 3500 kg
4. CNC-työstökeskus HAAS VF4
  - Vm. 2012
  - Liikkeet (mm): X1270 Y508 Z635
  - Max. kappalemassa 1600 kg
5. CNC-työstökeskus FANUC ROBODRILL a-T21iF
  - Vm. 2007
  - Liikkeet (mm): X700 Y400 Z330
  - Max. kappalemassa 300 kg

6. CNC-työstökeskus QUASER MV154PL/12
  - Vm. 2005
  - Liikkeet (mm): X1020 Y530 Z560
  - Max. kappalemassa 500 kg
7. CNC-työstökeskus QUASER MV214P/15C
  - Vm. 2019
  - Liikkeet (mm): X1525 Y700 Z610
  - Max. kappalemassa 2000 kg
8. CNC-työstökeskus MAZAK VCN-530C
  - Vm. 2022
  - Liikkeet (mm): X1050 Y530 Z510
  - Max. kappalemassa 1200 kg
9. CNC-työstökeskus MAZAK HORIZONTAL CENTER NEXUS 8800-II
  - Vm. 2014
  - Liikkeet (mm): X1400 Y1200 Z1325
  - Max. kappalemassa 2200 kg

### 6.3 CNC-sorvit

Huolto-ohjelman piiriin kuuluu yhteensä kolme CNC-kärkisorvia. Sorvit, vuosimallit ja kapasiteetista kertovat tiedot lueteltuna alla.

1. CNC-kärkisorvi FATHACO TUR 560 MN
  - Vm. 2003
  - Max. sorvauspituus 2000 mm
  - Max. sorvaushalkaisija 560 mm
2. CNC-kärkisorvi FATHACO TUR 630 MN
  - Vm. 2002
  - Max. sorvauspituus 3000 mm
  - Max. sorvaushalkaisija 630 mm
3. CNC-kärkisorvi TAKISAWA EX-310
  - Vm. 2007
  - Max. sorvauspituus 800 mm
  - Max. sorvaushalkaisija 400 mm

## 6.4 CNC-hiomakoneet

Huolto-ohjelman piiriin kuuluu yhteensä neljä CNC-hiomakonetta. Koneet, vuosimallit ja kapasiteetista kertovat tiedot lueteltuna alla.

1. CNC-hiomakone BLOHM PLANOMAT 412
  - Vm. 2002
  - Liikkeet (mm): X1300 Y550 Z360
  - Max. kappalemassa 800 kg
2. CNC-hiomakone GER SCA-100/50
  - Vm. 2019
  - Liikkeet (mm): X1100 Y600 Z450
  - Max. kappalemassa 1000 kg
3. CNC-hiomakone PROTH PSGO-75150 AHR
  - Vm. 2007
  - Liikkeet (mm): X1650 Y810 Z520
  - Max. kappalemassa 2500 kg
4. CNC-hoonauskone SUNNEN HTC-1121W
  - Vm. 2019
  - Isku 945 mm
  - Hoonauhalkaisija 3,4–100 mm

## 6.5 Pienkoneet

Huolto-ohjelman piiriin kuuluu kaksi metallivannesaha. Metallivannesahat ja niiden sahauskapasiteetit lueteltuna alla.

1. CNC-metallivannesaha BIANCO 370 A
  - Max. sahausleveys 370 mm
  - Max. sahauskorkeus 300 mm
2. Metallivannesaha PILOUS ARG 290 PLUS S.A.
  - Max. sahausleveys 360 mm
  - Max. sahauskorkeus 290 mm

## 6.6 Kiinteistön koneet

Huolto-ohjelman piiriin kuuluu kiinteistön osalta yksi paineilmakompressori, yksi ilmankuivain ja kaksi ilmanvaihtokonetta. Koneet ja niiden tiedot lueteltuna alla.

1. Paineilmakompressori ATLAS COPCO GA22VSD
  - Vm. 2022
  - Työpaine 10,5 bar
  - Kapasiteetti 82,3 l/s
2. Ilmankuivain MTA DE 038
  - Vm. 2013
3. IV-kone KOJA HELI 2000
4. IV-kone KOJA HELI 2000

## 6.7 Nostolaitteet

Huolto-ohjelman piiriin kuuluu yksi vastapainotrukki. Trukin tiedot lueteltuna alla.

- Vastapainotrukki LINDE E15
  - Nostokapasiteetti 1500 kg
  - Käyttövoima: Sähkö

## 7 HUOLTOSUUNNITTELU

### 7.1 Perusteita

Tehokkaan ehkäisevän kunnossapidon perusedellytykset ovat suunnitelmallisuus sekä aikatauluttaminen. Töiden huolellisella suunnittelulla voidaan poistaa erilaisia työn aikana esiintyviä viiveitä ja puolestaan töiden aikatauluttamisella poistaa näiden väliin jääviä viiveitä. Tämän ansiosta resurssien käyttöä saadaan tehostettua sekä hallittua paremmin koneiden ja laitteiden vikaantumista. (Järviö 2017, 104.)

Yksi kunnossapidon haastavimpia osa-alueita on ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu. Perinteisesti kunnossapitosuunnitelmat laaditaan seuraavien tietojen perusteella:

- Koneen valmistajan suositukset
- Varaosat ja niiden käyttömäärät
- Aikaisemmat kokemukset vikaantumisista
- Koneen ja sen osien toimintatapa (Järviö 2017, 104.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla halutaan siis estää aiemmin esiintyneitä vikaantumisia. On kuitenkin huomioitava, että koneiden moitteettoman toiminnan varmistamiseksi konevalmistajat usein ylivoimittavat omat huolto-ohjelmansa. (Järviö 2017, 104.)

Ongelmana määräaikaishuollossa on huoltovälin määrittäminen. Kun keskimääräinen vikaväli tunnetaan, on vain päätettävä, kuinka suuri todennäköisyys vikaantumiselle sallitaan ja määriteltävä huoltoväli sen mukaan. Mitä lyhyemmäksi huoltoväli määritetään, sitä varmemmin vikaantuminen voidaan estää, mutta samalla kasvavat huollon kustannukset. Huoltovälin määrittämisessä on seisokista aiheutuvia kustannuksia verrattava huollon kustannuksiin. Vikaantumista ei voida koskaan ehkäistä määräaikaishuolloin 100 %:n varmuudella. Huolto- ja tarkastusvälin pituuden määrittämisessä voidaan käyttää apuna valmistajan huolto-ohjetta, omia kokemuksia ja valmistusohjelmaa. Valmistajan huolto-ohjeet on laadittu niin, että ne riittävät epäedullisissakin käyttöolosuhteissa. Otettaessa käyttöön laitetta, josta ei ole aikaisempaa kokemusta, kannattaa noudattaa valmistajien suosituksia. Kun kokemukset karttuvat, aikataulua voidaan yleensä väljentää. (Rossi 1993, 37–38.)

Samoin kuin huoltoväleissä, myös huoltotoimenpiteissä on syytä lähteä valmistajan suosituksesta, jota sitten täydennetään tai karsitaan käytännön kokemuksen mukaan. Lisäksi määräaikaishuolto voi tuoda mukanaan uusia ongelmia. Aina kun laitetta avataan ja osia vaihdetaan, on mahdollisuus vaurion aiheuttamiseen. Esimerkiksi likaa saattaa päästä kriittisiin paikkoihin öljynvaihtojen yhteydessä tai laakeri saattaa jäädä huonosti pesäänsä. (Rossi 1993, 37–38.)

## 7.2 Aineiston kokoaminen

Ennakkohuoltojen suunnitteluun käytetty aineisto koostui konevalmistajien koneiden mukana toimittamista huolto- ja käyttöohjeista, konevalmistajien ja maahantuojien verkkosivuilla ilmoittamista tiedoista ja julkaistuista dokumenteista, koneiden huoltohistoriasta, henkilökunnan kirjaamista huoltoon liittyvistä tiedoista sekä SSG Sahala Oy:n verkkoarkistosta löytyvistä tiedoista.

Ennakkohuoltosuunnitelmien laatimiseen käytetty aineisto kerättiin huolto- ja käyttöohjekirjojen osalta opinnäytetyötä varten tehdyn esityön yhteydessä. Uusimpien koneiden huolto- ja käyttöohjeet oli toimitettu yritykselle digitaalisessa muodossa ja kaikkien muiden hieman vanhempien koneiden osalta paperisena versiona. Kaikki fyysisistä huolto- ja käyttöohjekirjoista löytyvä huoltoon ja kunnossapitoon liittyvä aineisto muutettiin sähköiseen muotoon skannaamalla. Asiakirjojen digitaaliseen muotoon muuttamisen tarkoituksena oli helpottaa ennakkohuoltosuunnitelmien laatimista sekä mahdollistaa asiakirjojen verkkoarkistointi ja kunnossapitojärjestelmään lisääminen.

## 7.3 Haastattelut

Koneiden operaattoreita, työnjohtoa ja muuta koneista vastaavaa henkilökuntaa haastateltiin ennakkohuoltoihin liittyen, jotta konekohtaiset tärkeät huomiot ja muut kriittiset asiat osattaisiin sisällyttää huoltosuunnitteluprosessiin. Koneiden operaattorit tuntevat oman koneensa muuta henkilökuntaa paremmin, jonka vuoksi he osaavat kertoa koneen huoltoihin liittyvistä huomioon otettavista erityispiirteistä, joita muuten voisi olla lähes mahdotonta saada selville. Tämän ansiosta koneiden yksilöllisesti kriittisiin huoltokohteisiin voitiin kiinnittää tarkempaa huomiota huoltosuunnittelussa sekä myös dokumentoida ja jakaa hiljainen tieto kaikille koneista vastaaville henkilöille. Työnjohdon ja muiden koneista vastaavien henkilöiden haastatteluilla saatiin selvitettyä koneiden huoltotoimiin liittyviä tuotannollisia ja taloudellisia kysymyksiä, joita olivat muun muassa sopivien huoltovälien, -ajankohtien sekä huoltojen laajuuden määrittäminen.

#### 7.4 Ennakkohuoltosuunnitelmien laatiminen

Ennakkohuoltosuunnitelmien laatiminen aloitettiin keräämällä huolto-ohjekirjoista kaikki päivittäis- ja määräaikaishuolloissa ilmoitetut huoltotoimet Microsoft Word-taulukoihin, jotka jaoteltiin huoltovälien mukaisesti omiin sarakkeisiinsa. Huoltotöiden selkeyttämiseksi ja tehostamiseksi kaikkien koneiden huoltovälit pyrittiin mahdollisuuksien mukaan määrittämään samanpituisiksi. Esimerkiksi koneen huolto-ohjekirjassa ilmoitettu kahden kuukauden välein suoritettava huolto saatettiin pidentää kolmen kuukauden välein suoritettavaksi, jos tämä oli koneen takuun tai aikaisemman käyttö- ja huoltokokemuksen perusteella mahdollista. Koneiden huoltoväleiksi määritettiin päivittäin, viikoittain, kuukausittain, kolmen kuukauden välein, kuuden kuukauden välein sekä vuosittain suoritettavat määräaikaishuollot. Kaikkien koneiden kohdalla ei kuitenkaan ole välttämättä tarvetta suorittaa kaikkien näiden aikavälien määräaikaishuoltoja, joten ne ovat jätetty niiden osalta pois. Poikkeuksellisesti joillakin koneilla saattaa olla myös useamman kuin yhden vuoden välein suoritettavia huoltoja, jotka on merkattu konekohtaisesti niiden omiin ennakkohuoltosuunnitelmiinsa.

Tämän jälkeen ennakkohuoltosuunnitelmia tutkittiin yhdessä työnjohdon ja koneiden operaattoreiden kanssa. Tämän tarkoituksena oli selvittää mahdolliset huolto-ohjekirjojen virheet, lisätä tarpeellisia taikka mahdollisesti karsia tarpeettomia huoltotoimenpiteitä sekä määrittää koneen käyttöasteen ja aiemman käyttö- ja huoltokokemuksen perusteella huoltotoimille sopivat aikavälit. Samantyyppisten koneiden, kuten esimerkiksi CNC-kärkisorvien ennakkohuoltosuunnitelmia pyrittiin samalla yhdenmukaistamaan, jonka tarkoituksena oli mahdollistaa kaikkien näiden koneiden samanaikainen huolto, lähestulkoon samanlaista ennakkohuoltosuunnitelmaa noudattaen. Tämän prosessin seurauksena useiden koneiden ennakkohuoltosuunnitelmiin tuli suuriakin muutoksia, joiden tarkoituksena oli parantaa koneiden kunnossapidon tehokkuutta, kannattavuutta sekä taloudellisuutta. Poikkeuksellisesti kuitenkin uusimpien takuunalaisten koneiden alkuperäisiä ennakkohuoltosuunnitelmia tuli noudattaa suhteellisen tarkasti, jotta vastuu mahdollisista vikaantumisista pysyy laitevalmistajan vastuulla. Joidenkin yksittäisten koneiden vaativimmat määräaikaishuollot nähtiin järkevämmäksi ulkoistaa puuttuvan erityisosaamisen sekä koneen takuun säilymisen varmistamisen vuoksi.



## 7.5 Voiteluainetyyppien yhdenmukaistaminen

Laittevalmistaja määrittelee hyväksyttävän voiteluaineen standardien tai alalla muuten tunnettujen vaatimusten ja ohjeiden avulla. Samaankin käyttötarkoitukseen valmistettujen voiteluaineiden lisäaineiden kemiallinen koostumus saattaa erota valmistajittain merkittävästi. Vaarana on, että mm. korroosion- ja hapettumisenestolisäaineet kumoavat toistensa vaikutukset. Perusohje on, että eri tuotteita ei saa sekoittaa. Jos sekoittuminen on tapahtunut, haittoja voidaan ehkäistä ylimääräisellä öljynvaihdoilla. (PSK 7201:2015, 2015, 11.)

Valittaessa voiteluainetta käyttökohteeseensa tulee tavoitteena olla tarkoituksenmukaisuus ja taloudellisuus. Tähän tavoitteeseen pääsemiseksi tulee valintatilanteessa selvittää:

1. Voiteluaineen soveltuvuus käyttökohteeseen (lämpötila, kosteus jne.)
2. Voiteluaineen soveltuvuus voideltavan laitteen ja voitelujärjestelmän osille (eräät osat, kuten teräs/alumiinipronssiosat, tiivisteet ja sisäpuolinen maalaus, ovat arkoja muutamille voiteluainetyypeille)
3. Voiteluaineen toimivuus voitelujärjestelmässä (pumpattavuus, suodatus, erkaantumattomuus jne.)
4. Voiteluaineen arkuus vedelle, mikäli veden joutuminen voiteluaineen joukkoon on mahdollista
5. Voideltavan laitteen valmistajan antama voiteluainesuositus (huom. takuun ehdot).
6. Käyttäjän tehdaskohtaiset voiteluainesuositukset
7. Voiteluaineen sekoituskelpoisuus entiseen voiteluaineeseen joko lisättäessä sitä tai vaihdettaessa toisenlaiseen (eräät öljyt ja rasvat eivät ole sekoituskelpoisia, joten vaihtotilanteessa voidaan joutua puhdistamaan koko kyseinen voitelujärjestelmä) (PSK 7202:2017, 2017, 19.)

<b>ÖLJYN TÄYTTÖ</b>				
(PERUSTUU YKSIVUOROTYÖHÖN)				
N:o	VOITELUKOHDE	MÄÄRÄ	ÖLJYSUOSITUS	HUOM
1	LINEAARI-JOHITEET	6 cm <sup>3</sup>	NCA-15 RASVA (KLUEBER)	VOITELU 2 VUODEN VÄLEIN
	LINEAARI-JOHDE	6 cm <sup>3</sup>	ALVANIA GREASE RL2 (SHELL)	
	KUULARUUVI LINEAARI-JOHDE	2 L	VACTRA NO.2 (MOBIL)	TARKISTA JOKA VIIKKO PUHDISTA SUODATIN KERRAN VUODESSA
		4 L	TONNA OIL T68 (SHELL)	
2	KARAÖLJYN JÄÄHDYTIM	20 L	MOBIL VELOCITE OIL NO. 3 (ISO VG2)	VAIHDA JÄÄHDYTYSAINE JA PUHDISTA SUODATIN 12 KK VÄLEIN
		○		
		36 L		
		○		
		50 L		
		○		
	85 L			
○				
ECO-COOLER	100 L	○		
	160 L			
	○			
KARAN ÖLJYN JÄÄHDYTIM (VAIHDEAA-TIKKO)	45 L	○	MOBIL VELOCITE OIL NO. 10 (ISO VG 22)	
VESIJÄÄHDYTYS	75 L	○	TISLATTU VESI (KÄYTÄ MOTO REX SUOJA-AINETTA JA N. 5% SEOSSUHDETTA pH 8.4-8.6	
3	ILMA/ÖLJY- SYLINTERI	80 ml	MOBIL DTE LIGHT	TARKISTA JOKA KUUKAUSI JA VAIHDA 6 KK VÄLEIN
		120 ml	MOBIL SHC 624	
	HYDRAULIIKKAYKSI KKÖ	80 L	SHELL TELLUS OIL 32	

KUVA 3. Työstökeskuksen voiteluohje (Ikonen 2023)

Ennakkohuoltosuunnitelmien laadinnan yhteydessä pyrittiin yhdenmukaistamaan koneissa käytettäviä voiteluainetyyppejä. Työstökoneissa yleisesti käytettäviä voiteluainetyyppejä ovat erilaiset johdevoiteluöljyt/-rasvat, vaihteistoöljyt, hydraulioöljyt sekä turbiiniöljyt. Koneissa esiintyviä voitelukohteita voivat olla esimerkiksi johde-/keskusvoiteluyksikkö, karan jäähdytinsyksikkö, hydrauliiikkajärjestelmä, paineilmajärjestelmä, automaattinen työkalunvaihtaja sekä vaihteisto. Useissa näistä kohteista käytetään erilaisia voiteluöljyjä, joista konevalmistajat ovat antaneet omat suosituksensa. Tietyille koneen voitelukohteelle on usein kuitenkin ilmoitettu useamman voiteluainevalmistajan tarjoamia vaihtoehtoja, joista koneenkäyttäjä voi itse valita haluamansa (KUVA 3). Työn toimeksiantajan toiveena oli valita koneissa käytettäviksi voiteluaineiksi mahdollisuuksien mukaan Mobilin valmistamia tuotteita, niiden laadukkuuden sekä yleisesti hyvän saatavuuden vuoksi. Muiksi hyviksi vaihtoehtoiksi totesimme Shellin valmistamat tuotteet sekä konepajalla aiemmin käytössä olleen FUCHS:n valmistaman keskusvoitelussa käytetyn johdevoiteluöljyn.

## 8 ENNAKKOHUOLTOSUUNNITELMAT

### 8.1 Vaatimukset ja käyttötarkoitus

Ennakkohuoltosuunnitelmat laadittiin yrityksen omien tarpeiden ja vaatimusten mukaisesti. Tavoitteena oli toteuttaa käyttökelpoinen kokonaisuus, joka olisi selkeä, toimiva ja kaikkien koneiden osalta toteutukseltaan yhdenmukainen. Päivittäiset huollot lisättiin kunnossapitojärjestelmään sellaisenaan, jossa ne ovat jatkuvasti koneiden operaattoreiden nähtävillä. Kunnossapitojärjestelmään lisätyistä määräaikaishuolloista laadittiin lisäksi ennakkohuoltoilmoitukset, joiden avulla koneiden operaattorit ja muu henkilökunta voivat seurata tulevia ennakkohuoltoja, valmistella niitä sekä toteuttaa niissä ilmoitetut huoltotoimet. Huoltotöiden valmistuttua huolto voidaan kuitata järjestelmään tehdyksi sekä raportoida mahdollisista huollon aikana ilmenneistä tai muusta huoltoon tai koneeseen liittyvistä huomioitavaista asioista. Tässä osiossa esitellään esimerkkinä Mazak Horizontal Center Nexus 8800-II -työstökeskuksen ennakkohuoltosuunnitelma.

### 8.2 Päivittäiset tarkastukset ja huollot

Päivittäisten tarkastusten ja huoltotoimenpiteiden suorittaminen kuuluu täysin koneenkäyttäjän vastuulle. Näiden perimmäisenä tarkoituksena on ylläpitää koneen kuntoa sekä parantaa operaattorin työiihtyvyyttä ja työturvallisuutta. Päivittäisten huoltojen suorittaminen on jaettu kahteen eri vaiheeseen, työvuoron alussa suoritettavaan koneen käyttöönottotarkastukseen ja työvuoron lopussa suoritettavaan huoltoon. Päivittäisten tarkastusten ja huoltojen sisältö riippuu koneen tyypistä, sen erityispiirteistä sekä lisävarusteiden määrästä. Koneen käyttöönottotarkastukseen voi kuulua esimerkiksi:

- Lastuamistnesteen määrän tarkistaminen
- Voitelu-/jäähdytysaineiden määrän tarkistaminen
- Ilman- ja öljynpaineiden tarkistaminen
- Voitelurasvan lisääminen
- Voitelun toiminnan varmistaminen
- Suodattimien puhtauden tarkistaminen
- Kondenssiveden poisto
- Turvalaitteiden toiminnan varmistaminen
- Koneen ilma-, neste- ja öljyvuotojen tarkistaminen
- Koneen työkalujen, osien, komponenttien ja suojien silmämääräinen puhtauden ja kunnan tarkistaminen
- Pyörivien työkalujen tasapainottaminen
- Koneen normaalin käyntiäänän varmistaminen
- Koneen normaalin toiminnan varmistaminen

Työvuoron lopussa suoritettavaan huoltoon voi kuulua esimerkiksi:

- Koneen puhdistaminen
- Ikkunoiden puhdistaminen
- Ohjauspaneelin puhdistaminen
- Lastukuljettimen puhdistaminen
- Lastuastian tyhjentäminen
- Nesteiden ja öljyjen tarkistaminen/lisääminen
- Voitelurasvan lisääminen
- Suodattimien tarkistaminen/puhdistaminen/vaihto
- Kondenssiveden poisto
- Koneen ilma-, neste- ja öljyvuotojen tarkistaminen
- Koneen työkalujen, osien, komponenttien ja suojien silmämääräinen kunnontarkastaminen

### 8.3 Määräaikaishuollot

Määräaikaishuolloilla pyritään ylläpitämään koneiden yleistä kuntoa ja käyttövarmuutta sekä estämään yllättävät vikaantumiset ja tuotantokatkokset. Näiden ennakkohuoltojen seuranta, valmistelu ja toteuttaminen tulee jatkossa kuulumaan suurelta osin koneenkäyttäjän vastuulle. Koneenkäyttäjän lisäksi myös työnjohto seuraa tulevia huoltoja, valitsee niiden toteutukselle sopivimman ajankohdan sekä tilaa kaikki niihin tarvittavat nesteet, öljyt, suodattimet ja muut komponentit. Koneenkäyttäjän vastuulla on myös raportoida kuluista ja rikkoontuneista komponenteista sekä muista koneen epäkohdista, jotta työnjohto pystyy varaamaan kaikki tulevaan määräaikaishuoltoon tarvittavat osat sekä mahdolliset erityisosaamista vaativat palvelut. Joidenkin koneiden normaalit vuosihuollot vaativat myös erityisosaamista, jonka vuoksi niiden kohdalla tullaan käyttämään koneen valmistajien valtuuttamia huoltopalveluntarjoajia.

Koneiden vuosihuoltojen suoritusajankohdaksi sovittiin lokakuu, jolloin konepajan tuotanto tullaan seisauttamaan arviolta 1–2 vuorokauden ajaksi. Ajankohdan valintaan vaikutti kokeemukseen perustuva tieto kyseisen ajankohdan alhaisemmasta tilauskannan määrästä sekä myös valittuna ajankohtana vallitsevat sääolosuhteet. Lokakuussa Itä-Suomen alueella vuorokauden lämpötilat pysyttelevät hyvin todennäköisesti vielä plusasteiden puolella, joten esimerkiksi vuosihuolloissa vaihdettavat uudet sekä käytetyt lastuamisnesteet voidaan väli-varastoida ulos ilman riskiä niiden jäätymisestä. Tämän lisäksi täytyy huomioida, ettei emulgaattoreita sisältäviä veteen sekoitettavia leikkuunesteitä saa säilyttää alle 0 °C lämpötilassa, koska niiden emulgoitumiskyky voi hävitä (PSK 7202:2017, 2017, 21).

Huoltojen suorittamisen ajaksi koneiden päävirrat kytketään pois, jotka mahdollisuuksien mukaan varmistetaan turvalukoin tai muin soveltuvin keinoin. Työn suorituksen aikana käytetään asianmukaista suojaruustusta, johon kuuluu normaalin suojaruustuksen lisäksi työn aikana käsiteltäviä kemikaaleja kestävä viiltosuojakäsineet.

Kuvissa 4 ja 5 nähdään esimerkkinä Mazakin valmistaman vaakakaraisen automaattisella paletinvaihtajalla ja 60-paikkaisella työkalumakasiinilla varustetun CNC-työstökeskuksen ennakko-huoltosuunnitelma. Huoltosuunnitelmasta nähdään minäkin ajankohtana tehtävät huoltotoimenpiteet sekä koneiden eri voitelukohteissa käytettävät öljytyypit ja niiden määrät. Huoltosuunnitelmasta nähdään myös, mistä kaikista huolloista tullaan lisäämään kunnossapitojärjestelmään erilliset huoltoilmoitukset. Jokaisella koneenkäyttäjällä on lähtökohteisesti entuudestaan kokemusta huoltosuunnitelmaan kirjattujen huoltotoimien suorittamisesta, jonka vuoksi huoltosuunnitelmista ei ole nähty tarvetta tehdä yksityiskohtaisempia. Tarvittaessa lähes kaikista suoritettavista huoltotoimista löytyy kuitenkin yksityiskohtaiset ohjeet koneiden huolto-ohjekirjoista, jotka tulevat jatkossa löytymään helposti kunnossapitojärjestelmästä jokaiselle koneelle luodun konekortin yhteydestä.



## Huolto-ohje

## CNC-Työstökeskus MAZAK HCN8800-II

Aikaväli	Kuvaus
Päivittäin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poista lastut koneesta.</li> <li>- Puhdista koneen ulkopuoli.</li> <li>- Puhdista operaattorin oven ikkuna.</li> <li>- Puhdista sähkökaapin ilmansuodatin.</li> <li>- Tarkista hydraulioöljyn määrä.</li> <li>- Tarkista hydrauliyksikön paine.</li> <li>- Tarkista karan jäähdytysöljyn määrä.</li> <li>- Tarkista karan voiteluöljyn määrä.</li> <li>- Tarkista lastuamismesteen määrä.</li> <li>- Tarkista paineilman paine.</li> <li>- Tarkista kone ja hydrauliyksikkö vuotojen varalta.</li> <li>- Tarkista ikkunoiden kunto.</li> </ul>
Viikoittain	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puhdista levy- ja kuppisuodattimet lastuamismestesiiliöstä.*</li> <li>- Puhdista karan kartio.</li> <li>- Kiristä kiinnitystappi.</li> <li>- Puhdista työkalujen varret.</li> <li>- Puhdista karan jäähdytysöljyn suodatin.*</li> <li>- Tarkista keskusvoiteluöljyn määrä.</li> <li>- Tarkista työkalut (sisäosat) säröjen, halkeamien ja muiden vaurioiden varalta.</li> <li>- Tarkista ohjainpaneelin merkkivalot.</li> </ul>
Kuukausittain*	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarkista liukujohde- ja kuularuuvirasvan määrä.</li> <li>- Lisää karan voiteluöljyä.</li> <li>- Voitele työkalumakasiinin ketju.</li> <li>- Vaihda sähkökaapin ilmansuodatin.</li> </ul>
6 kuukauden välein*	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puhdista keskusvoitelujärjestelmän sihti.</li> </ul>

KUVA 4. Mazak CNC-työstökeskukselle laadittu huoltosuunnitelma 1/2 (Ikonen 2023)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puhdista ja rasvaa automaattisen työkalunvaihtajan oven kiskot.</li> <li>- Puhdista lastut Z-akselin suojan sisältä.</li> <li>- Puhdista karan voiteluyksikön suodattimet (öljyn täyttöaukko).</li> <li>- Tarkista makasiinin ketjun kireys.</li> <li>- Tarkista turvalaitteiden oikea toiminta.</li> <li>- Tarkista paineilmayksikön tyhjennystoiminto.</li> <li>- Tarkista akseleiden pyyhkimien kunto.</li> <li>- Tarkista koneen liikkuvien yksiköiden letkujen kunto.</li> <li>- Vaihda lastuamismeste ja puhdista säiliö.</li> </ul>
Vuosittain*	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarkista lastusuojan huuhtelun lastuamismesteen syötön määrä.</li> <li>- Tarkista Z-akselin energiansiirtoketjun kunto.</li> <li>- Vaihda lastuamismeste.</li> <li>- Puhdista lastuamismestesäiliö.</li> <li>- Vaihda hydrauliyksikön öljy.</li> <li>- Puhdista hydrauliyksikkö.</li> <li>- Vaihda karan ja kuularuuvien jäähdytinöljy ja puhdista imupuolen suodatin.</li> <li>- Vaihda automaattisen työkalunvaihtajan hydraulioöljy.</li> <li>- Puhdista karan voiteluyksikön suodattimet (imuportti).</li> <li>- Vaihda akkuyksikön akut/paristot.</li> <li>- Puhdista Y-sihti.</li> </ul>

\* = Maintenance Manager -huoltoilmoitus

## Voitelu

Kohde	Määrä	Voiteluaine
Keskusvoitelu	0.4 L	KYODO YUSHI CITRAX EP No. 1
Hydrauliikkayksikkö	33 L	SHELL Tellus S2 M 32
Työkalunvaihtajan hydrauliiikka	4.0 L	MOBIL Vactra No. 2
Karan jäähdytin	40 L	SHELL Tellus S2 VX
Karan voitelu	1.8 L	SHELL Tellus S2 M 32

KUVA 5. Mazak CNC-työstökeskukselle laadittu huoltosuunnitelma 2/2 (Ikonen 2023)

## 9 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN KEHITTÄMINEN

### 9.1 Koneiden tietojen ja dokumenttien lisääminen

Ensimmäiseksi järjestelmään luotiin konekortit kaikista huolto-ohjelman piiriin kuuluvista koneista. Konekortteihin syötettiin koneiden keskeisimpiä tietoja kuten koneen valmistaja, malli, ohjaus, valmistusvuosi, sarjanumero, työstöalueet ja massa. Seuraavaksi konekortteille ladattiin kaikki saatavilla ollut kunnossapitoon liittyvä dokumentaatio, kuten laaditut huolto-ohjeet, valmistajan huolto-ohjekirjat, sähkökaaviot, varaosalistat sekä vikakoodilistat.

Kaikkien tarvittavien tietojen ja dokumenttien lisäämisen jälkeen koneille ryhdyttiin luomaan huoltoilmoituksia. Koneista riippuen niille luotiin ilmoitukset kuukausihuolloista, kolmen kuukauden huolloista, puolivuosisuorituksista, vuosihuolloista sekä muutamien koneiden osalta myös kahden ja kolmen vuoden välein suoritettavista huolloista. Koneille luotuja huoltoilmoituksia kertyi yhteensä yli 50 kappaletta, jotka sisälsivät tiedon kaikista niissä suoritettavista toimenpiteistä sekä tarvittavista voiteluainetyypeistä. Näiden ansiosta ennakko- ja huoltojen seuranta, hallinta sekä toteuttaminen muuttuu aikaisempaan nähden huomattavasti vaivattomammaksi.



## 9.2 Tietokonesovelluksen kehittäminen

The screenshot shows the Maintenance Manager web application. The interface is in Finnish. At the top, there is a navigation menu with options: KORTIT, LIVE, RAPORTTI, HÄLYTYKSET, MM PÄÄNÄKYMÄ, and OMAT KOMMENTIT. Below the navigation is a search bar and a dropdown menu for 'SSG Joensuu'. The main content area is divided into two sections: 'Vikatyöt' (Faults) and 'Ennakkohuollot' (Preventive Maintenance). The 'Vikatyöt' section has a table with columns for 'Laitteen nimi', 'Ilmoituksen päivämäärä', and 'Ilmoituksen kuvaus'. The 'Ennakkohuollot' section also has a table with the same columns. On the left side, there is a sidebar with a search bar and a list of categories like 'Työstökoneet', 'Sorvit', 'Hiomakoneet', etc.

KUVA 6. Kuvaleike Maintenance Managerin päänäköymästä (SSG Sahala Oy, 2023)

Maintenance Managerin nykyistä tietokonesovelluksen päänäköymää tullaan yksinkertaistamaan, jotta sen käyttö tulee helpottumaan ja selkeytymään (KUVA 6). Painikkeiden sijoittelua muutetaan, niiden määrää karsitaan ja valikkoa pyritään selkeyttämään. Muutokset toteutetaan pääsääntöisesti laitteiden hakukentän alapuolella olevaan sisältöön, joka on yksinomaan kunnossapitojärjestelmän puolen sisältöä. Laitteiden puurakenteen toimintaperiaate sekä vika- ja huoltoilmoitusten sijoittelu tullaan pitämään samanlaisena, mutta muuhun sisältöön tullaan tekemään rakenteellisia ja visuaalisia muutoksia. Alla lueteltuna lissaus muokattavista kohteista:

- Vika- ja huoltoilmoitusten selkeämpi layout
- Laitteen nimen merkkimäärän rajoitus (40 merkkiä)
- Ilmoituksen otsikon merkkimäärän rajoitus (40 merkkiä)
- Sanojen tavutus- ja rivitysasestusten määrittäminen
- Tarpeettomien painikkeiden/toimintojen poisto
- Painikkeiden uusi layout
- Kielivalinnan siirto harmaaseen yläpalkkiin hallinnan viereen
- Järjestelmän nimeen isot alkukirjaimet
- Lataus-symbolin siirto "Maintenance Manager" -tekstin viereen

KUVA 7. Tietokonesovelluksen päänäkömän uudelleensuunniteltu layout (Ikonen 2023)

Kuvassa 7 nähdään hahmotelma päänäkömän uudesta layoutista. Toteutus ei välttämättä tule olemaan visuaalisesti aivan samannäköinen, mutta rakenne tullaan toteuttamaan hahmotelman mukaisesti. Uudesta layoutista on tehty rakenteeltaan yksinkertaisempi ja visuaalisesti selkeämpi.

Merkittävimpänä parannuksena on vika- ja huoltoilmoituksiin tehdyt muutokset, jotka alun perin suunniteltiin mobiilisovelluksen kehityksen yhteydessä. Ilmoituksesta nähdään uudessa layoutissa vain ilmoituksen päivämäärä, laitteen nimi ja ilmoituksen otsikko. Ilmoituslaatikkoon lisättiin käytettävyyttä parantava lisätietokenttätoiminto, joka aukeaa laatikon oikeanpuoleisesta nuolesta. Ilmoituksiin määriteltiin myös tilan ilmaisinvärit, joiden tarkoituksena on visuaalisesti selkeyttää ilmoituksien tilan lukemista. Ilmoituksen layoutista kerrotaan tarkemmin Mobiilisovelluksen kehittäminen -osiossa.

Uuden layoutin kaikki painikkeet on sijoitettu samalle tasolle sivun ylälaitaan, josta laitteiden rakennepuu aukeaa alavetovalikoksi niiden alapuolelle. Rakennepuun toimintaperiaate on muuten samanlainen kuin vanhassakin versiossa. Turhia painikkeita ja toimintoja on karsittu pois ja muun muassa kielivalinta on sijoitettu uudelleen sivun ylälaitaan. Kielen valinta toimii uudessa layoutissa alavetovalikkona, jonka kielivaihtoehdoista vain valittu jää näkyviin.

SSG Anywhere KORTIT LIVE RAPORTTI HÄLYTYKSET MM PÄÄNÄKYMÄ OMAT KOMMENTIT Hallinta Tili

Konekortti: CNC-Työstökeskus MAZAK HCN 8800-II Hae laitteita SSG Joensuu

Edellinen työ CNC-Työstökeskus MAZAK HCN 8800-II Seuraava työ

**Kirjaus**

Kirjauspäivämäärä: 03.05.2023

Vikailmoitus:

Ilmoituksen toistuvuus: 30

Tyyppi: Info

Kommentti: Kirjoita kuvaus

Liitä tiedosto: Valitse tiedostot Ei valittua tiedostoa

Tallenna Sulje

markus.ikonen © 1.4.2023 3.00 Tila: ●

KUUKAUSIHUOLTO: 1. Puhdista levy- ja kuppisuodattimet lastuamisnestesäiliöstä. 2. Puhdista karan jäähdytysöljyn suodatin. 3. Tarkista liukujohde- ja kuularuuvirasvan määrä. 4. Lisää karan voiteluöljyä (SHELL Tellus S2 M 32). 5. Voitele työkalumakasiinin ketju. 6. Vaihda sähkökaapin ilmansuodatin.

Muokkaa

Luo QR-koodi

© SSG Sahala Oy fin eng

KUVA 8. Kuvaleike Maintenance Managerin huoltoilmoituksesta (SSG Sahala Oy, 2023)

Huoltoilmoituksen näkymään tullaan tekemään useampia pienempiä parannuksia, jotka selkeyttävät ilmoituksen näkymää ja lisäävät toimintoja (KUVA 8). Kirjauspäivämäärä -kentän viereen lisätään Työn suorittaja -kenttä, jonka alasetoivalikosta työn suorittajan on mahdollista valita itsensä työtä aloittaessa. Ilmoitukseen lisätään "Aloita työ" ja "Kuittaa tehdyksi" -painikkeet, joiden avulla on myös mahdollista kerätä dataa työn suorittamiseen kuluneesta ajasta. Tämän lisäksi ilmoitukseen tulee Työn tila -kenttä, joka kertoo, onko työ odottamassa, käynnissä vai suoritettu. Ilmoituksen alalaitaan lisätään "Konekortti" -painike, josta päästään siirtymään suoraan konekorttiin, joka helpottaa työn suorittajaa silloin, kun hän tarvitsee esimerkiksi konekortilta löytyvää voitelu- tai sähkökaaviota huolto- tai korjaustyön suorittamista varten. Työn tiedot näkyvät nykyisessä ilmoituksessa epäselvästi ikkunan alareunassa, joten tähän tullaan tekemään myös muutoksia. Ilmoituksen otsikolle tulee oma erillinen kenttä, jonka alapuolelle tulee myös oma kenttänsä työn lisätiedoille. Nykyinen ilmoitus ei myöskään säilytä tekstin muotoilua, joka tullaan korjaamaan kehitystyön käytännön toteutuksen aikana.

Seuraavalla sivulla esitetyn konekortin alalaidassa näkyvien määräaikaishuoltojen näkymä tullaan uudistamaan sen selkeyttämiseksi (KUVA 9). Uudistetusta näkymästä jätetään työn lisätiedot pois näkyvistä, jotka saadaan kuitenkin tarvittaessa esiin työn otsikon oikealle puolelle sijoitettavasta lisätietokentän aukaisu nuolesta.

Palaa CNC-Työstökeskus MAZAK HCN 8800-II

Pilota tiedot

**Merkki:** MAZAK

**Malli:** HORIZONTAL CENTER NEXUS 8800-II

**Ohjaus:** MAZATROL MATRIX NEXUS 2

**Valmistusvuosi:** 2014

**Sarjanumero :** 256369

**Massa:** 30 000 KG

**Liike X:** 1400 mm

**Liike Y:** 1200 mm

**Liike Z:** 1325 mm

**Kantavuus:** 2200 KG

**Huolto-ohje:** Huolto-ohje MAZAK HCN8800-II.pdf

**Huolto-ohjekirja:** E274MA0040E0.pdfE274MA0040E0.pdf

**Ohjekirja:** E274SG0031E0.pdf

**Ohjekirja (Logilikka):** E740SB0053E0.pdf

**Ohjelmointiopas (Mazatrol Program):** H740PA8060E.pdf

**Ohjelmointiopas (EIA/ISO Program):** H740PB8061E.pdf

**Ohjekirja (NC-yksikkö):** H740S38061E.pdf

**Parametri-, hälytyskoodi- ja M-koodilistat:** H272HA0032E.pdf

**Ohjekirja (Automaattiajo):** H740S46042E.pdf

**Ohjekirja (Työkappaleen lämpölaajenemisen kompensointitoiminto):** H740SB0132E.pdf

**Ohjekirja (Automaattinen sammutustoiminto):** HGMCSB0402E.pdf

**Ohjekirja (Optinen kosketusanturi):** HGMCSB0433E.pdf

**Ohjekirja (Heidenhain Scale):** HGMCSB0332E.pdf

**Ohjekirja (Jäähdytysyksikön jäähdytysvika):** H272SB0202E.pdf

**Huolto-ohjekirja (Relocation Detector):** HGENMA0110E.pdf

**Käyttö- ja huolto-ohjekirja (Kaikki vaakakaraiset):** EGMCSB0423E0.pdf

**Varaosuettelo:** DP256369-10E.pdf

**Sähkökaaviot 1:** DD274002016A.pdf

**Sähkökaaviot 2:** DD274361001E.pdf

**Sähkökaaviot 3 (Ladder Diagram):** DL274LF1610C.pdf

Lisää kirjaus

Aikaleima	Kommentti	Tila
30.4.2024 17.16	VUOSIHUOLTO: 1. Tarkista lastusuojan huhtelun lastuamisnesteen syötön määrä. 2. Tarkista Z-akselin energiansiirtokeijun kunto. 3. Vaihda lastuamisnesto. 4. Puhdista lastuamisnestesäiliö. 5. Vaihda hydrauliyksikön öljy (SHELL Tellus S2 M 32). 6. Puhdista hydrauliyksikkö. 7. Vaihda karan ja kuularuuvien jäähdytinöljy ja puhdista imupuolen suodatin (SHELL Tellus S2 VX). 8. Vaihda automaattisen työkalunvaihtajan hydraulioöljy (MOBIL Vactra No. 2). 9. Puhdista karan voiteluyksikön suodattimet (imuportti). 10. Vaihda akkuyksikön akut/paristot. 11. Puhdista Y-sihtti.	<input type="button" value="Kuittaa"/> <input type="button" value="Odottaa"/>
30.10.2023 17.16	PUOLIVUOSIHUOLTO: 1. Puhdista keskusvoitelujärjestelmän sihti. 2. Puhdista ja rasvaa automaattisen työkalunvaihtajan oven kiskot. 3. Puhdista lastut Z-akselin suojan sisältä. 4. Puhdista karan voiteluyksikön suodattimet (öljyn täyttöaukko). 5. Tarkista makasiinin ketjun kireys. 6. Tarkista turvalaitteiden oikea toiminta. 7. Tarkista paineilmayksikön tyhjennystoiminto. 8. Tarkista akselien pyyhkimien kunto. 9. Tarkista koneen liikkuvien yksiköiden leikkujen kunto. 10. Vaihda lastuamisnesto ja puhdista säiliö.	<input type="button" value="Kuittaa"/> <input type="button" value="Odottaa"/>
31.5.2023 17.16	KUUKAUSIHUOLTO: 1. Puhdista levy- ja kuppisuodattimet lastuamisnestesäiliöstä. 2. Puhdista karan jäähdytysöljyn suodatin. 3. Tarkista liukujohde- ja kuularuuvirasvan määrä. 4. Lisää karan voiteluöljyä (SHELL Tellus S2 M 32). 5. Voitele työkalumakasiinin ketju. 6. Vaihda sähkökaapin ilmansuodatin.	<input type="button" value="Kuittaa"/> <input type="button" value="Odottaa"/>

Luo QR-koodi

## 9.3 Mobiilisovelluksen kehittäminen

The image shows two screenshots of a mobile application interface for 'SSG Anywhere'.

**Left Screenshot: Maintenance manager**

- Header: SSG Anywhere logo, menu icon, and location 'SSG Joensuu'.
- Section: Maintenance manager with a search bar 'Hae laitteita'.
- Filters: 'Kaikki' (selected), 'Poistetut laitteet', 'Ryhvät', 'Järjestys', 'Suodata'.
- Options: 'Piilota puunäkymä', 'Näytä vikailmoitukset ja huollot'.
- Categories: Työstökoneet, Pienkoneet, Muut koneet, Nostolaitteet.
- View toggles: 'Molemmat näkyvissä', 'Ennakkohuollot', 'Vikatyöt'.

**Right Screenshot: Vikatyöt**

Table of faults:

Laitteen nimi	Ilmoituksen päivämäärä	Ilmoituksen kuvaus
CNC-Työstökone YC M TV15 8B	1.05.2023	KUUKAUSIHUOLTO: 1. Tarkista hydrauliliöljyn paluusuodatin. 2. Tarkista ja säädä staattinen tarkkuus. 3. Tarkista ja säädä paikoituksen tarkkuus. 4. Puhdista sähkökaapin tuulettimet. 5. Vaihda sähkökaapin il

KUVA 10 & 11. Kuvaleike päänäkymästä mobiilisovelluksessa (SSG Sahala Oy, 2023)

Maintenance Managerin mobiilisovelluksen päänäkymän valikoihin tullaan tekemään samanlaisia muutoksia kuin tietokonesovellukseenkin (KUVA 10). Painikkeiden sijoittelua muutetaan, niiden määrää karsitaan ja valikkoa pyritään selkeyttämään.

Mobiilisovelluksen osalta ensimmäiseksi silmiinpistäväksi kehityskohteeksi havaittiin päänäkymässä vika- ja huoltoilmoitusten epäkäytännöllisyys. Mobiilisovelluksessa on käytetty samaa layoutia kuin tietokonesovelluksessa, joten huomattavasti kapeamman näytön vuoksi näkymä menee sekavaksi ja hankalasti luettavaksi (KUVA 11). Järjestelmän käyttöä pyritään kuitenkin optimoimaan puhelimella käytettäväksi, joten tähän asiaan oli tärkeää saada muutos. Mobiilisovelluksen kaikki näkymät ja ikkunat pyritään levittämään koko ruudun levyisiksi, jotta sisällön näytettävyyttä ja luettavuutta saadaan paremmaksi.

# Vikatyöt

 25.04.2023	CNC-Työstökeskus YCM TV158B <b>KARAN LAAKERIVIKA</b> ▼
--	---

# Ennakkohuollot

 1.04.2023	CNC-Työstökeskus YCM TV158B <b>VUOSIHUOLTO</b> ▼
 1.05.2023	CNC-Työstökeskus YCM TV158B <b>KUUKAUSIHUOLTO</b> ▼

KUVA 12. Uudelleensuunniteltu ilmoituskentän layout (Ikonen 2023)

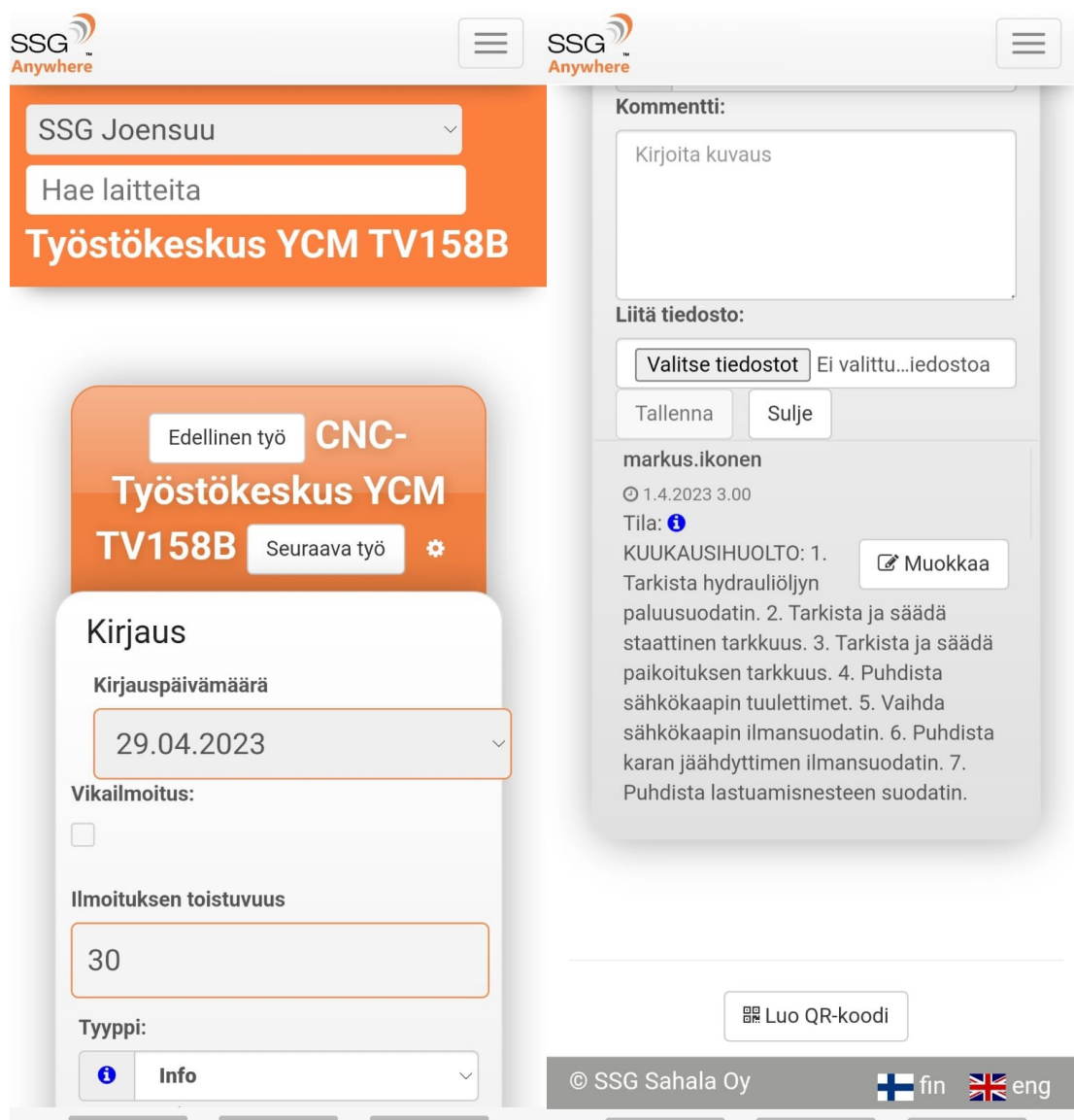
Kuvassa 12 nähdään uudelleensuunniteltu ilmoituskentän layout, joka on vanhaan verrattuna huomattavasti selkeämpi ja helpommin luettava. Ilmoituksesta nähdään ilmoituksen päivämäärä, laitteen nimi ja ilmoituksen otsikko, jotka ovat samat tiedot kuin vanhankin layoutin ilmoituksessa. Ilmoituslaatikkoon lisättiin myös käytettävyyttä parantava lisätietokenttätoiminto, joka aukeaa laatikon oikeanpuoleisesta nuolesta. Tämän ansiosta huollon lisätiedot, kuten tehtävät huoltotoimenpiteet nähdään tarvittaessa jo ilmoitusnäkyvässä, eikä niiden näkeminen vaadi enää koko ilmoituksen aukaisua. Tämä on kätevää esimerkiksi silloin kun huoltoa ei olla välttämättä sillä hetkellä tekemässä vaan halutaan vain nopeasti vilkaista, mikä lisätietokentän sisältö on. Tämän ansiosta voidaan säästää myös ilmoituksen aukaisemiseen käytettävä aika, joka korostuu varsinkin silloin, kun on tarve selata useiden ilmoitusten tietoja läpi. Ilmoituksiin määriteltiin myös tilan ilmaisinvärit, joiden tarkoituksena on visuaalisesti selkeyttää ilmoitusten tilan lukemista. Tilan ilmaisinvärit ovat määritetty seuraavasti:

Vikailmoitukset:

- Oranssi: Vika
- Punainen: Vakava vika (tuotannon pysäyttävä)

Huoltoilmoitukset:

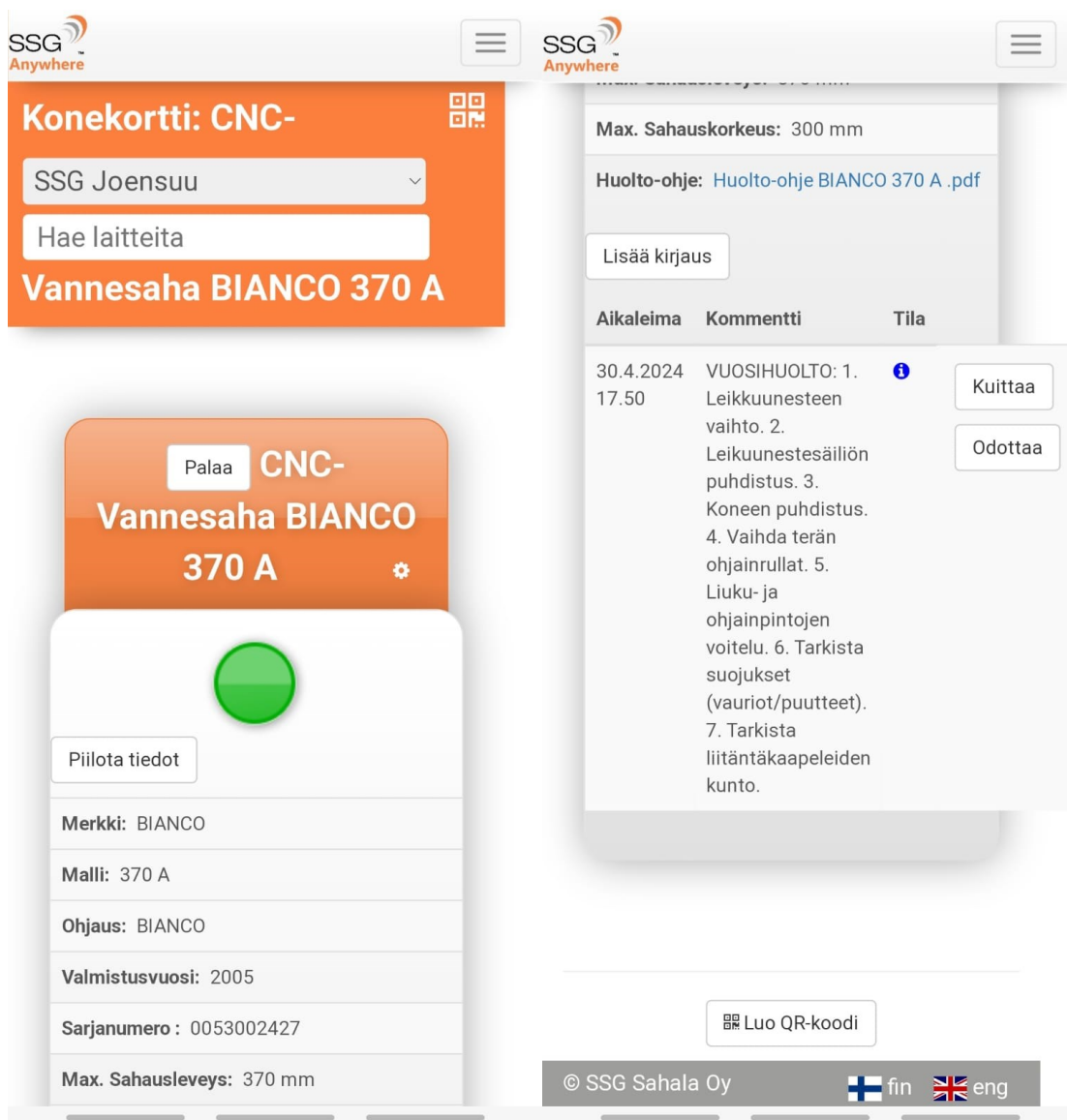
- Vihreä: OK
- Oranssi: Huollettava
- Punainen: Huolto myöhässä (yli 14 vrk)



KUVA 13 & 14. Kuvaleike huoltoilmoituksesta mobiilisovelluksessa (SSG Sahala Oy, 2023)

Mobiilisovelluksen vika- ja huoltoilmoitusten näkymiin tullaan tekemään useita muutoksia, jotka selkeyttävät näkymää, parantavat käytettävyyttä ja lisäävät ominaisuuksia (KUVA 13 & 14). Alla listaus näkymiin tehtävistä muutoksista:

- Yläalaidassa näytettävän laitteen nimen poisto
- "Edellinen työ" ja "Seuraava työ" -painikkeiden siirto laitteiden hakukentän alapuolelle vierekkäin
- Laitteen nimen rivitysasetus määritys
- Kirjauspäivämäärä -kentän kavennus samaan tasoon Ilmoituksen toistuvuus -kentän kanssa
- Alalaidan kielivalinnan siirto yläpalkkiin; valinta alavetovalikolla, jolloin vain valittu kieli näkyvässä
- Lisätään Työn tila -kenttä, josta työ voidaan kuitata käynnissä olevaksi, tauolle sekä tehdyksi
- Lisätään Työntekijä -valikko, josta työn suorittaja voi valita oman nimensä



KUVA 15 & 16. Kuvaleike konekortista mobiilisovelluksessa (SSG Sahala Oy, 2023)

Mobiilisovelluksen konekortille tehtävät muutokset ovat osin samoja kuin tietokonesovelluksenkin (KUVA 15 & 16). Konekorttiin tehtäviä muutoksia ovat:

- Ylälaudassa näytettävän laitteen nimen uudelleensijoittelu ja rivitys
- "Palaa" -painikkeen sijoitus konekortin yläpuolelle
- Työilmoitusten näkymän uudistus tietokonesovellukseen tehtävää muutosta mukailen
- Työilmoitusten painikkeiden uudelleensijoittelu vasemmalle puolelle.
- Konekortin levitys koko ruudulle, kuten muissakin näkymissä.

Kunnossapitojärjestelmän hallinnolliselle puolelle tehdään myös huomattava määrä yksityiskohtaisempaa kehitystyötä, jota ei tulla käsittelemään tässä niin tarkasti. Hallinnollisen puolen kehityskohteita ovat muun muassa mahdollisuus huoltoilmoituksen ajankohdan sitominen tiettyyn päivämäärään sekä useat käytettävyyden ja toiminnallisuuden parannukset ja ohjelmointivirheiden korjaukset.



## 9.4 Tulevaisuuden kehitystyö

Kaikkiin huolto-ohjelman piiriin kuuluviin koneisiin aiotaan hankkia ja kiinnittää QR-koodilla varustetut NFC-tagit, joiden avulla koneiden tietojen haku helpottuu ja nopeutuu entisestään. Tagien luku voidaan suorittaa älypuhelimien NFC-toiminnolla tai vaihtoehtoisesti lukemalla tagin päällä sijaitseva QR-koodi älypuhelimien kameran avulla. Nykyiseen järjestelmään on jo luotu toiminto, joka luo laitteille oman QR-koodin, jonka antama verkko-osoite ohjaa käyttäjän kyseisen koneen konekorttiin.

Tulevaisuudessa kunnossapitojärjestelmään tullaan todennäköisesti lisäämään myös pienempiä koneita, laitteita ja työkaluja, jotka vaativat erilaisia huoltotoimenpiteitä, tarkastuksia, kalibrointeja tai validointeja. Myös ajoneuvojen katsastukset ja huollot voitaisiin ottaa seurantaan kunnossapitojärjestelmän avulla. Tämän jälkeen lähes kaikki määräaikaista kunnossapitoa ja kunnonvalvontaa vaativa materia löytyy helposti yhdestä samasta paikasta, josta niille suoritettavia toimenpiteitä on helppo seurata ja hallita.

Liittämällä samaan tuoteperheeseen kuuluva Data Acquisition -tiedonkeruu- ja raportointijärjestelmä ja/tai Condition Monitoring -kunnonvalvontajärjestelmä Maintenance Manager -kunnossapitojärjestelmään, saadaan koneisiin asennettavilta antureilta ja/tai suoraan koneen logiikalta tuleva data ohjattua kunnossapitojärjestelmän käyttöön. Tämä mahdollistaa automaattisten ja reaaliaikaisten vikailmoitusten saannin koneiden vikaantuessa, jolloin näihin pystytään reagoimaan entistä nopeammin. Tämän avulla on mahdollista saada myös automaattiset vika-analyysit, joiden perusteella vika on huomattavasti helpompi ja nopeampi selvittää sekä korjata.

Nykyaikaiset ja kattavat kunnossapitojärjestelmät sisältävät lähes poikkeuksetta aina myös varaosatie- ja työajanseurantajärjestelmät, joten näiden kehittäminen ja lisääminen nykyiseen järjestelmään tuntuisi luonnolliselta kehitysaskeleelta. SSG Sahala Oy:n kehittämä SSG Anywhere tuoteperheeseen kuuluva Maintenance Manager -kunnossapitojärjestelmä aiotaan kuitenkin pitää vielä toistaiseksi suppeampana kunnossapidon aputyökaluna, sillä kattavien järjestelmien toimittajista löytyy erittäin suuria ja kovia kilpailijoita. Järjestelmän kehittäminen vaatii paljon rahaa ja resursseja, joten ensin täytyy varmistua, minkälaisilla kilpailuvalteilla yrityksen on mahdollista haastaa muut järjestelmätoimittajat ja saadaanko investoinnista kannattava. Nykyisten vakiintuneiden ja tulevaisuuden asiakkaiden vaatiessa lisätoimintoja, voidaan asiakkaiden sitoutumisen ja projektin rahoituksen varmistumisen jälkeen lähteä turvallisemmin mielin kehittämään järjestelmää eteenpäin huomattavasti pienemmän riskin vuoksi.

## 10 KUNNOSSAPITOJÄRJESTELMÄN KÄYTTÖÖNOTTO

### 10.1 Järjestelmän liittäminen päätelaitteille

Kunnossapitojärjestelmän kehitystöiden suorittamisen jälkeen järjestelmä tullaan käyttööntottamaan Joensuun toimipisteen konepajalla. Järjestelmä liitetään toimihenkilöiden tietokoneisiin sekä myös tuotantotiloissa sijaitseville tietokoneille, joilla koneiden operaattorit pääsevät käyttämään sitä apuna koneiden jokapäiväisessä kunnossapidossa. Kunnossapitojärjestelmän mobiilisovellus tullaan myös asentamaan kaikkien työntekijöiden työpuhelimiin, joilla he pääsevät käyttämään sitä helposti milloin vain, ajasta ja paikasta riippumatta.

### 10.2 Käyttökoulutus

Ennen varsinaista uuden kunnossapitojärjestelmän käyttökoulutusta on tärkeää saada koneiden käyttäjät kiinnostumaan omien koneidensa kunnossapidosta. Tämä vaatii usein ymmärtämistä, miksi joitakin asioita tehdään. Tämän vuoksi voi olla hyvä käydä läpi ennakoivan kunnossapidon perusteita sekä syitä, miksi koneiden ennakoivaa kunnossapitoa tehdään. Tiedon lisääntyessä kunnossapidosta ja sen tärkeydestä, voidaan koneiden käyttäjien sekä myös työjohtajien ja muun henkilökunnan asenteita pystyä muokkaamaan ja tuomaan kunnossapitotoimet osaksi normaaleja työrutiineja.

Kunnossapitojärjestelmän käyttökoulutus tullaan pitämään yhteisesti kaikille konepajan työntekijöille, jonka lisäksi työnjohto saa vielä tarkemman opastuksen järjestelmän hallinnollisen puolen käyttöön liittyen. Koulutuksen tarkoituksena on tutustuttaa työntekijät järjestelmän käyttöön, eri ominaisuuksiin ja muihin sen avulla saavutettiin mahdollisuuksiin. Koulutuksen aikana suoritetaan myös käytännön harjoituksia, jonka avulla järjestelmän käyttö tulee tutuksi kaikille työntekijöille ja tämän ansiosta madaltaa kynnystä järjestelmän aktiivisen käytön aloittamisessa. Työnjohdolle ja muille koneista vastuussa oleville toimihenkilöille pidetään lisäkoulutus hallinnollisen puolen käytöstä, jossa opetellaan muun muassa koneiden ja huoltoilmoitusten tietojen muokkaamista, uusien ilmoitusten luomista sekä tiedostojen lataamista järjestelmään. Käyttökoulutus pyritään pitämään kuitenkin mahdollisimman yksinkertaisena ja käytännönläheisenä, jottei uusien asioiden sisäistäminen muodostu liian vaikeaksi. Järjestelmän käytöstä voidaan tulla antamaan työntekijöille vielä kertauskoulutusta, jos sen nähdään olevan tarpeellista.

### 10.3 Käyttöönotto

Kunnossapitojärjestelmän käyttökoulutusten jälkeen järjestelmä tullaan käyttöönottamaan välittömästi konepajalla. Työnjohdon on tärkeää valvoa järjestelmän käyttöönottoa ja tarvittaessa opastaa sen käytössä, jotta projektin viimeinen vaihe saadaan varmasti onnistumaan ja järjestelmä päivittäiseen käyttöön konepajalla. Järjestelmän käyttöönoton jälkeen kerätään palautetta järjestelmän käytöstä ja toiminnasta, kartoitetaan sen mahdollisia kehityskohteita sekä kehitetään sitä tarvittaessa. Tällä tavoin kunnossapitojärjestelmän kehitystä saadaan vietyä helposti oikeaan suuntaan, sillä järjestelmän käyttäjät ovat usein paras rajapinta kehittämiskohteiden löytämisessä.

Kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton ansiosta konepajan kunnossapito tulee kehittymään, helpottumaan ja tehostumaan merkittävästi. Kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton myötä konepajalla voidaan alkaa harjoittamaan myös kattavaa käyttäjäkunnossapitoa, joka säästää työnjohdon resursseja, eikä huoltojen seuranta ja hallinta ole enää ainoastaan työnjohdon muistin varassa. Tämä parantaa yrityksen kilpailukykyä muun muassa paremman laadun, käyttövarmuuden sekä resurssi- ja kustannussäästöjen ansiosta.

## 11 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli muuttaa toimeksiantajayrityksen konepajan kunnossapitostrategia korjaavasta kunnossapidosta ennaltaehkäisevään kunnossapitoon koneille laadittavien ennakkohuoltosuunnitelmien ja kunnossapitojärjestelmän käyttöönoton avulla. Työn keskeisimpinä tavoitteina oli myös toimeksiantajan itsekehittämän beta-testausvaiheessa olevan kunnossapitojärjestelmän jatkokehitystyö, jonka tarkoituksena oli parantaa järjestelmän toiminnallisuutta, käytettävyyttä sekä sen visuaalista ulkoasua.

Opinnäytetyön esityönä tehtiin koko yrityksen konekannan kartoitus, jonka aikana koneista kerättiin tärkeimmät tiedot sekä kaikki saatavilla ollut kunnossapitoon liittyvä dokumentaatio. Opinnäytetyön aikana laadittiin yhteensä 23 tuotanto- ja kiinteistökoneen ennakkohuoltosuunnitelmaa, joiden suunnittelussa käytettiin apuna mm. valmistajien huolto-ohjeita, henkilökunnan asiantuntemusta sekä opinnäytetyössä käytetyistä lähteistä saatuja tietoja. Seuraavaksi huoltosuunnitelmat, koneiden tiedot ja kaikki kunnossapitoon liittyvä dokumentaatio syötettiin kunnossapitojärjestelmään ja luotiin määräaikaishuoltojen huoltoilmoitukset. Järjestelmään tehtiin yli 50 määräaikaishuollon huoltoilmoitusta, jotka sisältävät mm. viikko-, kuukausi-, puolivuosi- ja vuosihuollot suoritettavine toimenpiteineen ja voiteluainetietoineen. Kunnossapitojärjestelmän kehitystyön aikana suunniteltiin tietokone- ja mobiilisovellusten uusia layouteja, toimintoja, tulevaisuuden kehityskohteita sekä kartoitettiin järjestelmän ohjelmointivirheitä. Kehitystyössä käytettiin apuna eri lähteistä löytyviä tietoja, järjestelmätestausta, haastatteluja sekä asiantuntijoiden antamia näkemyksiä. Suunnitelluista ja havaituista kehityskohteista koottiin listaus, jonka pohjalta kunnossapitojärjestelmän käytännön kehitystyö tullaan toteuttamaan lähitulevaisuudessa.

Työn tuloksena toimeksiantajayrityksen konepaja saa kaikille omille tuotannon kannalta tärkeille laitteille ja koneillensa omiin käyttötarkoituksiinsa spesifioidut ennakkohuoltosuunnitelmat sekä käyttöönottovalmiin kunnossapitojärjestelmän. Kunnossapitojärjestelmän ja ennakkohuoltosuunnitelmien ansiosta konepajan kunnossapito muuttuu systemaattiseksi sekä sen seuranta ja hallinta tulee helpottumaan merkittävästi. Kunnossapitotoiminnan kehitys otettiin yrityksessä hyvin vastaan ja siitä oltiin myös kiinnostuneita. Tämän vuoksi uskon, että kunnossapitojärjestelmän käyttöönotto tulee sujumaan hyvin ja sitä tullaan myös tulevaisuudessa jatkuvasti kehittämään uusien käyttäjäkokemusten ansiosta. Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin käytettävissä olleeseen aikaan nähden erittäin hyvin, jonka lisäksi opinnäytetyö kehitti myös omaa ammattitaitoani työstökoneiden kunnossapitoon ja kunnossapitojärjestelmiin liittyen merkittävästi.

Lopuksi haluan kiittää SSG Sahala Oy:tä ja jokaista työhön osallistunutta yrityksen henkilökunnan jäsentä opinnäytetyön mahdollistamisesta sekä myös kaikesta opinnäytetyön aikana saadusta avusta ja tuesta.

## LÄHTEET

Ansaharju, Tapani 2009. Koneen asennus ja kunnossapito. 1. painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy. Viitattu 4.5.2023.

IBM julkaisuaika tuntematon. What is a CMMS?. Verkkojulkaisu. <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-cmms>. Viitattu 4.5.2023.

Ikonen, Markus 2023. Työstökeskuksen voiteluohje. Valokuva 21.3.2023. Joensuu: SSG Sahala Oy.

Järviö, Jorma & Lehtiö, Taina 2017. Kunnossapito: tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 6. painos. Helsinki: Promaint ry. Viitattu 4.5.2023.

Kunnossapito Promaint ry:n Hydraulitekninen toimikunta 2018. Öljyn kunnossapito: Öljyn kunnossapidon uudet menetelmät ja haasteet sekä koneiden ja laitteiden ennakoiva kunnossapito öljyn avulla. 1. painos. Helsinki: Promaint ry. Viitattu 4.5.2023.

Maaranen, Keijo 2012. Koneistus. 1. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. Viitattu 4.5.2023.

Manninen, Jorma 2022. Mikä on CMMS?. ANEO Softwaren blogi. 4.10.2022. <https://blog.aneo.fi/kunnossapito/mika-on-cmms>. Viitattu 4.5.2023.

Microsoft Corporation julkaisuaika tuntematon. What is cloud computing?. Verkkojulkaisu. <https://azure.microsoft.com/en-us/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-cloud-computing>. Viitattu 4.5.2023.

Opetushallitus julkaisuaika tuntematon. NC-tekniikka. Verkkojulkaisu. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/nctekniikka/>. Viitattu 4.5.2023.

PSK Standardisointiyhdistys ry julkaisuaika tuntematon. PSK Standardisointi. Verkkojulkaisu. <https://psk-standardisointi.fi/psk/yleista/>. Viitattu 4.5.2023.

PSK 6201. 2022. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 6201. 2011. Kunnossapito. Käsitteet ja määritelmät. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 7201. 2015. Vaihteiden, tuotantokoneiden sekä niiden voiteluaineiden puhtaus. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK 7202. 2017. Teollisuuden voiteluaineet. Ryhmittely, käyttö ja ominaisuudet. Helsinki: PSK Standardisointiyhdistys ry.

PSK Standardisointiyhdistys ry julkaisuaika tuntematon. Kunnossapitolajien luokittelu. Valokuva. <https://psk-standardisointi.fi/standardit/>. Viitattu 4.5.2023.

Rossi, Ahti 1993. Ennakoiva kunnossapito konepajassa. Helsinki: Metalliteollisuuden kustannus. Viitattu 4.5.2023.

SFS-EN 13306. 2017. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon. Verkkojulkaisu. <https://sahala.fi/>. Viitattu 4.5.2023.

SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon. Teollisuuden kunnonvalvonta. Verkkojulkaisu. <https://teollisuudenkunnonvalvonta.fi/>. Viitattu 4.5.2023.

SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon. SSG Anywhere. <https://ssganywhere.sahala.fi/>. Viitattu 4.5.2023.

SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon. Microsoft OneDrive verkkoarkisto. Verkkojulkaisu. <https://sahala-my.sharepoint.com/>. Viitattu 4.5.2023.

SSG Sahala Oy julkaisuaika tuntematon. Microsoft Teams verkkoarkisto. Verkkojulkaisu. <https://teams.microsoft.com/>. Viitattu 4.5.2023.

SSG Sahala Oy. 2023. <https://ssganywhere.sahala.fi/>. Viitattu 4.5.2023.

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry julkaisuaika tuntematon. Kunnossapitolajit. Valokuva. <https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CEN/ID2/1/840250.html.stx>. Viitattu 4.5.2023.

Vento, Jussi 2021. Mikä on pilvipalvelu?. Onregon blogi. 4.2.2021. <https://onrego.fi/mika-on-pilvipalvelu/>. Viitattu 4.5.2023.