



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Johanna Herva

Hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapito-suunnitelmat

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

28.3.2020

Tekijä Otsikko	Johanna Herva Hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapitosuunnitelmat
Sivumäärä Aika	33 sivua + 2 liitettä 28.3.2020
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	automaatiotekniikka
Ohjaajat	lehtori Kristian Junno laatu- ja kehitysinsinööri Eetu Puranen
<p>Insinööriyön aiheena oli hissikorien automatisoidun kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapitosuunnitelmat, joiden tarkoituksena oli helpottaa huoltoa ja kunnossapitoa sekä näiden suunnittelua. Insinööriyön tärkein tavoite oli kunnossapitosuunnitelmien laatiminen samalla myös yhtenäistään automaatiolinjojen kunnossapidon dokumentointia.</p> <p>Kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapitosuunnitelmiin sisällytettiin linjojen määräaikaistarkastuslistat, tarkemmat ohjeet tiettyjen kohteiden kunnossapitoon ja huoltoon liittyen sekä listat kunnossapitoon tarvittavista työkaluista ja -välineistä. Lisäksi suunnitelmiin sisällytettiin suunnitelmia liittyen määräaikaistarkastusten aikatauluihin ja työkalujen, työvälineiden sekä varaosien varastointiin. Linjojen kunnossapidosta laadittiin sekä sanalliset että mallinnetut prosessikuvaukset.</p> <p>Kunnossapitosuunnitelmat saatiin laadittua suunnitelmien mukaisesti. Kokoonpano- ja kalustuslinjan dokumentointia saatiin työn edetessä myös yhtenäistettyä tehokkaasti niin, että linjojen kohteiden tarvittava huolto ja muut kunnossapidon toimet tulevat selkeästi esille dokumentoinnista ja tarvittavat ohjeet sekä dokumentit ovat helposti niitä tarvitsevien löydettävissä ja saatavissa.</p> <p>Insinööriyön tuloksena syntyi hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapitosuunnitelmat sisältäen määräaikaistarkastuslistat, eräiden kohteiden tarkemmat kunnossapito- ja huolto-ohjeet, työkalu- ja -välinelistat sekä linjojen kunnossapidon aikataulut ja prosessikuvaukset.</p> <p>Insinööriyössä luotua aineistoa on tarkoitus käyttää pohjana erään uuden kunnossapitojärjestelmän pilotoinnissa sekä linjoilla käytännössä kunnossapidon ja huollon toteutuksen ja suunnittelun apuna.</p>	
Avainsanat	kunnossapito, huolto, kunnossapitosuunnitelma, automaatiolinja

Author Title	Johanna Herva Maintenance Plans of Elevator Car Production Lines
Number of Pages Date	33 pages + 2 appendices 28 March 2020
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Engineering
Instructors	Kristian Junno, Senior Lecturer Eetu Puranen, Quality and Development Engineer
<p>The subject of the thesis work was maintenance plans of elevator car assembly and decoration lines. The idea of the maintenance plans is to ease servicing and maintaining lines and to ease planning them. The most important aim of the thesis work was to create maintenance plans and unify the maintenance documentation of automated production lines.</p> <p>Check lists of automated production lines, more specific maintenance or service instructions of certain objects and tool lists were included to maintenance plans. Furthermore, schedule plans of maintenance and storing tools and spare parts were included to maintenance plans. Both verbal and modelled process descriptions were drawn up.</p> <p>Maintenance plans were drawn up as planned. As work proceeded, the maintenance documentation was unified in such a way that service and maintenance procedures of the lines were clearly indicated in the documentation. Furthermore, the necessary instructions and documents are available and accessible to those who need them.</p> <p>The result of the thesis work is check lists of automated production lines, more specific maintenance or service instructions of certain objects, tool lists, the maintenance schedules and process descriptions.</p> <p>The material that was created during the thesis work is planned to be used for piloting the new maintenance system. Additionally, the material is planned to be used for easing the service and maintenance of the automated production lines, as well as for planning the service and maintenance.</p>	
Keywords	maintenance, service, maintenance plan, automated production line

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tuotanto-omaisuuden hallinta	2
3	Kunnossapidon määritelmät	5
4	Kunnossapidon kehittyminen	6
5	Kunnossapidon tavoitteet	9
6	Kunnossapitolajit ja niiden toimenpiteet	13
6.1	Jaottelut ja määritelmät standardeissa	13
6.2	Ehkäisevä kunnossapito	17
6.3	Huolto	18
6.4	Parantava kunnossapito	19
6.5	Korjaava kunnossapito	19
7	Kunnossapitostrategiat	20
7.1	Six Sigma	21
7.2	TPM	21
7.3	RCM ja SRCM	22
7.4	Asset Management	23
7.5	Kunnossapitostrategian valinta	23
8	Kalustus- ja kokoonpanolinjan kunnossapito	26
9	Kunnossapitosuunnitelmien laatiminen	28
10	Yhteenveto	30
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Kalustuslinjan kuukausittainen tarkastuslista	

Liite 2. Vuosikello

Lyhenteet

KNL	Tuotannon tehokkuutta mittaava tunnusluku. Tunnusluvun lyhenne tulee sanoista käytettävyys, nopeus ja laatu.
M	Maintainability. Kunnossapidettävyys. Kunnossapidettävyys on kohteen kyky olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määrätyissä käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määrätyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja resursseja ja menetelmiä.
PSK	PSK Standardisointiyhdistys Ry tai PSK Standardisointi. Lyhenne tulee yhdistyksen alkuperäisestä nimestä Prosessiteollisuuden Standardisointikerhosta.
R	Reliability. Toimintavarmuus. Toimintavarmuus on kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto vaaditun ajanjakson määrätyissä olosuhteissa.
RCM	Realibity Centered Maintenance. Luotettavuuskeskeinen kunnossapito. Kunnossapitostrategia, jonka avulla kohteelle kehitetään kunnossapito-ohjelma.
S	Supportability. Kunnossapitovarmuus. Kunnossapitovarmuus on kunnossapito-organisaation kyky suorittaa vaadittu tehtävä tehokkaasti vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona määrätyissä olosuhteissa.
SFS	Suomen Standardisoimisliitto ry:n standardin tunnus. SFS tarkoittaa, että standardi on vahvistettu Suomessa.
SFS-EN	Suomen Standardisoimisliitto ry:n standardin tunnus. SFS-EN tarkoittaa, että standardi on Suomessa voimassa oleva eurooppalainen standardi.
SRCM	Streamlined Realibity Centered Maintenance. Kevennetty versio luotettavuuskeskeisestä kunnossapidosta.

TPM Total Productive Maintenance. Kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito. Kunnossapitostrategia, jonka avulla huonosti toimiva kunnossapitojärjestelmä pyritään muuttamaan tehokkaammaksi.

1 Johdanto

Insinööriyön tilaajana on Hyvinkäällä sijaitseva KONEen hissikoritehdas, joka on yksi kolmesta KONEen tehtaasta Hyvinkäällä. Koritehtaan lisäksi hissitehtaalla sijaitsevat hissien sähköistyksiä sekä nostokoneistoja valmistavat tehtaot. KONE on kotimainen julkinen osakeyhtiö, joka valmistaa hissejä, liukuportaita, liukukäytäviä ja automaattioivia sekä tarjoaa ratkaisuja kohteiden huoltoon ja modernisointiin rakennusten koko elinkaaren ajan. (Kone yrityksenä 2020.) Lisäksi KONE tarjoaa järjestelmiä kohdeohjaukseen, kulunvalvontaan sekä kaluston etävalvontaan (Tuotteet ja palvelut 2020).

Aiemmin koritehtaalla kaikkien hissikorien kokoonpano ja kalustus hoidettiin alusta loppuun käsin, mikä vei paljon aikaa. Viime vuosien aikana koritehtaalla on pyritty helpottamaan ja nopeuttamaan tiettyjen korityyppien tuotantoa automatisoimalla näiden kokoonpanoa ja kalustusta. Automatisointi on toteutettu automaatiolinjoin, joilla hoidetaan hissikorien kokoonpano ja kalustus täysin automaattisesti. Hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjat ovat monien eri toimittajien laitteistoista, laitteista ja komponenteista koostuvia automaatiolinjoja. Linjoille ei ollut kunnossapidon kannalta selkeää ja yhtenäistä dokumentointia, vaan dokumentointi oli hajanaista ja puutteellista.

Insinööriyön aiheena on näiden hiljattain käyttöönotettujen hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapitosuunnitelmat, jotka helpottavat linjojen huoltoa ja kunnossapitoa sekä näiden suunnittelua. Insinööriyön tärkein tavoite oli kunnossapitosuunnitelmien laatiminen samalla myös yhtenäistämällä automaatiolinjojen kunnossapidon dokumentointia.

Insinööriyön käytännön osuuteen kuului kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapito-ohjelmien laatiminen. Ohjelmiin sisältyivät linjojen kohteiden määräaikaistarkastuslistat, tarkemmat ohjeet tiettyjen kohteiden kunnossapitoon ja huoltoon liittyen sekä listat kunnossapitoon ja huoltoon tarvittavista työkaluista ja -välineistä. Lisäksi kunnossapitosuunnitelmiin sisällytettiin suunnitelmia liittyen määräaikaistarkastusten aikatauluihin ja työkalujen, työvälineiden sekä varaosien varastointiin. Kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapidosta ja huollosta laadittiin sekä sanalliset että mallinnetut prosessikuvaukset.

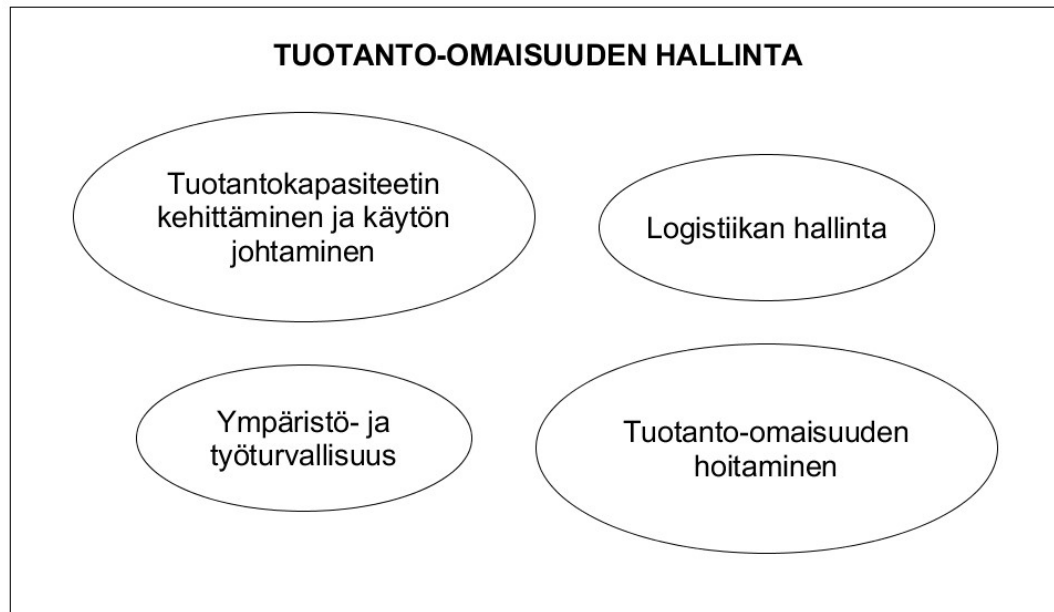
Raportin kirjallisuuskatsauksessa perehdytään tuotanto-omaisuuden hoitamiseen eli kunnossapitoon. Katsauksen tarkoituksena on esitellä kunnossapitoa yleisellä tasolla, jotta kunnossapidosta kokonaisuudessaan saadaan selkeä käsitys. Mihinkään kunnossapidon osa-alueeseen ei siis perehdytä tässä katsauksessa erityisen yksityiskohtaisesti. Kirjallisuuskatsauksessa keskitytään yleisesti kunnossapitoon ja sen kehittymiseen, tavoitteisiin, lajeihin ja toimenpiteisiin sekä strategioihin. Lisäksi katsauksessa tutustutaan lyhyesti kunnossapitoon tuotannon ja yrityksen talouden näkökulmista.

2 Tuotanto-omaisuuden hallinta

Yritys tuottaa suoritteita eli tuotannon tai muun toiminnan tuloksena syntyviä hyödykkeitä tai palveluja. Suoritteiden tuottamiseen yritys tarvitsee erilaisia resursseja eli tuotanto-omaisuutta. Tuotanto-omaisuuteen kuuluvat laitteet ja koneet sekä kiinteistöt ja maa-alueet. Yhteistä kaikille tuotanto-omaisuuteen luettaville resursseille on se, että saadaksesen niitä, yrityksen on investoitava. (Järviö & Lehtiö 2012: 13.)

Tuotanto-omaisuuden käytön tehokkuus vaikuttaa valmistettävien tuotteiden määrään ja niiden myyntiin, mikä puolestaan vaikuttaa yrityksen tulokseen. Tuotanto-omaisuuden käytön tehokkuus taas vaikuttaa suoraan tuotanto-omaisuuteen tehtyjen investointien tuottoon ja näin edelleen yrityksen kannattavuuteen eli katetuottoon. (Järviö & Lehtiö 2012: 13.)

Teollisuuden näkökulmasta tuotanto-omaisuutta hallitaan neljästä eri osa-alueesta, jotka on esitetty kuvassa 1.



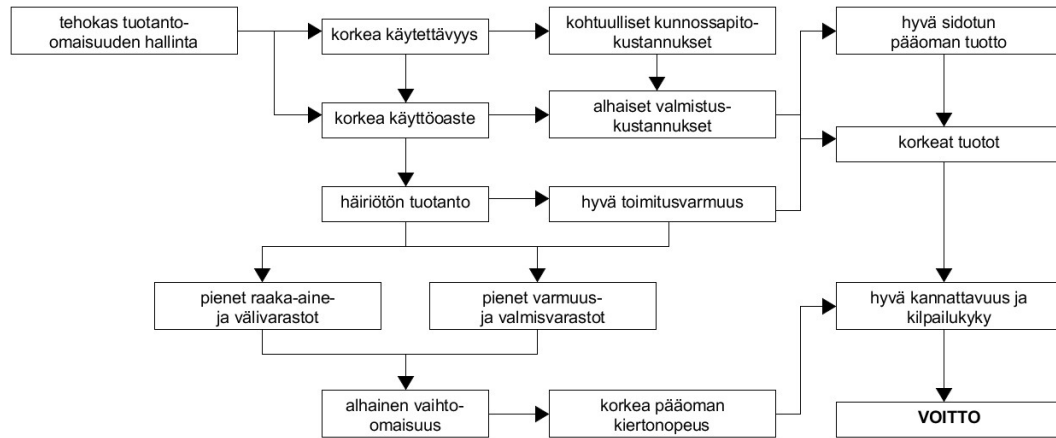
Kuva 1. Tuotanto-omaisuuden hallinnan neljä eri osa-alueita (Järviö & Lehtiö 2012: 14).

Tuotanto-omaisuuden hallinta muodostuu tuotantokapasiteetin kehittämisestä ja käytön johtamisesta, logistiikan hallinnasta, ympäristö- ja työturvallisuudesta sekä tuotanto-omaisuuden hoitamisesta (Järviö & Lehtiö 2012: 14). Tuotanto-omaisuuden hoitamisessa tähdätään tuotantolaitoksen tuotantolaitteiden hoitamiseen siten, että yritys saavuttaa liiketoiminnalliset tavoitteensa kustannukset minimoiden. Tavoitteeseen pääseminen edellyttää, että kaikki tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet, eli päivittäisen työskentelyn ja ehkäisevän kunnossapidon hallinta, koneiden luotettava toiminta sekä saumaton yhteistyö yrityksen osastojen kesken ovat hallinnassa. (Järviö & Lehtiö 2012: 122.)

Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen liiketoimintaan

Tuotanto-omaisuuden hallinnan näkökulmasta kunnossapito on yksi yrityksen suurimmista kustannuksista. Lisäksi kunnossapito on yrityksen suurin kontrolloimaton kustannuserä. Hyvin johdetuissa yrityksissä on kuitenkin pyritty panostamaan kunnossapidon

hallintaan sekä kunnossapidosta aiheutuvien kustannusten kontrollointiin. (Järviö & Lehtiö 2012: 27.) Kuvassa 2 on esitetty tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutusta yrityksen kannattavuuteen.

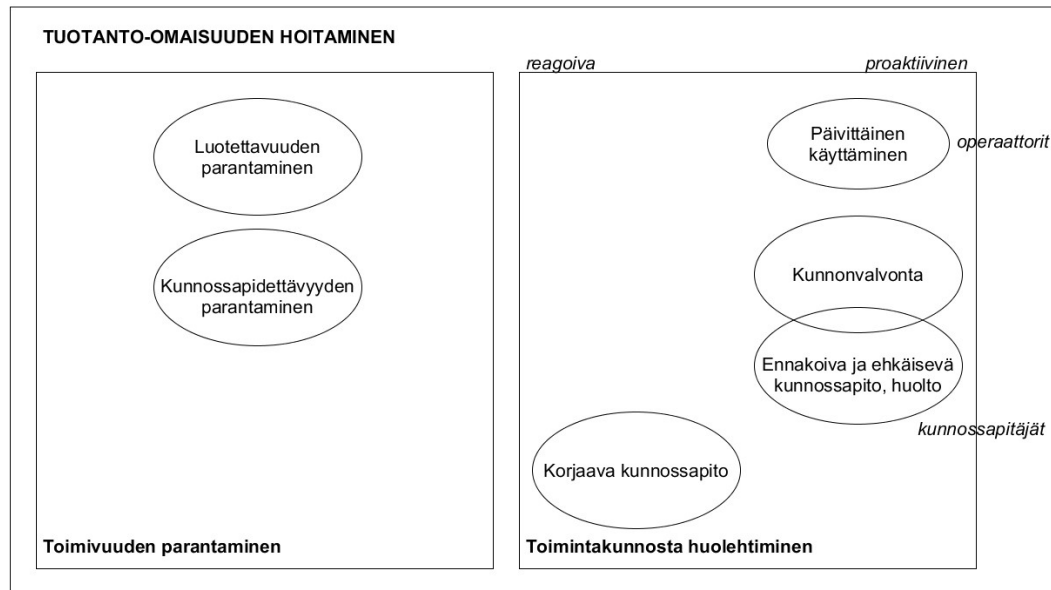


Kuva 2. Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen kannattavuuteen (Järviö & Lehtiö 2012: 27).

Kunnossapidon vaikutus yrityksen kannattavuuteen on välillinen eli epäsuora. Kunnossapidon vaikutusketju on hyvin pitkä, minkä vuoksi tulosparannus saatetaan ymmärtää johtuvan vääristä tekijöistä; kuvassa 2 näkyvän panos-tuotosyhteyden ymmärtämiseen tarvitaankin kokemusta ja ammattitaitoa. (Järviö & Lehtiö 2012: 27.)

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen

Tuotanto-omaisuuden hoitaminen eli kunnossapito on yksi tuotanto-omaisuuden hallinnan neljästä osa-alueesta. Myös tuotanto-omaisuuden hoitaminen jakautuu eri osa-alueisiin, joita on havainnollistettu kuvassa 3.



Kuva 3. Tuotanto-omaisuuden hoitamisen eri osa-alueet (Järviö & Lehtiö 2012: 15).

Tuotanto-omaisuuden hoitamisessa yhdistyvät oikea käyttötapa, huolto, tarvittaessa kunnossapito ja/tai korjaaminen sekä vikaantumisen hallinta ja vikojen ehkäisy (Järviö & Lehtiö 2012: 15). Tuotanto-omaisuuden hoitamisessa korostuu kaikkien tuotantoprosessiin osallistuvien ihmisten rooli tuotanto-omaisuuden toimintakunnan huolehtimisessa (Järviö & Lehtiö 2012: 30).

3 Kunnossapidon määritelmät

Tuotanto-omaisuuden hallinnan näkökulmasta kunnossapito on tuotanto-omaisuuden tuottokyvyn kehittämistä, säätämistä, säilyttämistä ja ylläpitämistä. Kunnossapidon avulla pyritään ylläpitämään kohteen toimintakykyä tai palauttamaan toimintakyky sel-

laiseksi, että kohde pystyy suorittamaan vaadittua toimintoa. Määritelmän mukaan kunnossapito on kohteen laaduntuottokykyä, suunnitteluheikkouksien korjaamista, elinjakson hallintaa, modernisointia ja alkuperäiseen kuntoon palauttamista sekä kohteen toiminnasta kerätyn tiedon analysointia ja johtopäätösten tekemistä. Kohteen käytön turvallisuus, käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittäminen sekä oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen ovat myös kunnossapitoon luettavia tekijöitä. (Järviö & Lehtiö 2012: 19.)

Suomen Standardisoimisliiton standardi SFS-EN 13306 (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 Standardisoinnin standardi PSK 6201 (2011: 2) puolestaan määrittelee kunnossapidon seuraavasti:

Kunnossapito

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.

4 Kunnossapidon kehittyminen

Ihminen on harjoittanut kunnossapitotoimintaa yhtä kauan kuin koneita on rakennettu ja käytetty. Varhaisin kunnossapito oli lähinnä redundantista varmistamista eli kaksinkertaistamista, huoltoa ja reagoivaa korjaavaa kunnossapitoa. Nykypäivään mennessä kunnossapito on kehittynyt ja sen ymmärretään olevan paljon muutakin kuin vain korjaava toimi. (Järviö & Lehtiö 2012: 21.)

Kunnossapito on kehittynyt historian saatossa pelkästä reagoivasta korjaavasta kunnossapidosta tuotanto-omaisuuden hoitamiseksi. Tämä kehitys voidaan jakaa neljään sukupolveen.

Ensimmäinen sukupolvi

Ensimmäisen sukupolven aikana koneet olivat vielä varsin yksinkertaista. Koneet olivat tavallisesti runsaiden varmuuskertoimien takia ylimitoitettuja eli toisin sanoen koneet kestivät enemmän. Toisaalta koneiden yksinkertaisuus heijastui vikaantumiseen. Vikaantuminen tuon ajan koneissa oli ajasta riippuvaa, mutta ilman niin sanottuja lastentauteja. Vian määrittäminen ja korjaaminen olivat yksinkertaisia toimenpiteitä, ja vikaantuneita koneita oli mahdollista pitää seisokissa pienen integraatioasteen takia. Tunnusomaista ensimmäiselle sukupolvelle oli nopea reagointi ja korjaaminen. Ennakoiva kunnossapito oli vielä yksinkertaista suhteellisen matalan osaamistason vuoksi ja käsittikin lähinnä vain puhdistamisen, säätämisen ja voiteluhuollon. (Järviö & Lehtiö 2012: 21–24.)

Toinen sukupolvi

Toinen kunnossapidon sukupolvi käynnistyi toisen maailmansodan aikoihin, jolloin teollisuus valmisti valtavia määriä sotatarvikkeita. Kokeneita koneiden käyttäjiä tarvittiin sotarintamalla, jolloin koneiden käyttäjiksi otettiin osaamattomia kotirintamalaisia. Tuotantomäärät tuli saada riittävälle tasolle, mikä toteutettiin lisäämällä koneautomaatiota ja yhdistelemällä koneita pidemmiksi ketjuiksi. Tällainen järjestely aiheutti ongelmia, minkä seurauksena käynnistettiin erilaisia laatuhankeita, joilla pyrittiin varmistamaan valmistettavien tuotteiden tasalaatuisuus osaamistason ja työvoiman määrän vaihdellessa. Kilpailu teollisuuden alalla kiristyi jatkuvasti, minkä myötä yritysten kannattavuus oli yhä riippuvaisempaa koneiden käytön tehokkuudesta. (Järviö & Lehtiö 2012: 21–22.)

Toisen sukupolven koneet olivat jo paljon monimutkaisempia kuin ensimmäisen. Koneet olivat vikaantumismekanismitaan edelleen aikariippuvaisia, mutta nyt niissä esiintyi niin sanottuja alkuaajan lastentauteja. Lisääntynyt koneiden kompleksisuus lisäsi myös kunnossapidon määrää ja hallittavuutta, minkä tuloksena kehittyi ehkäisevä kunnossapito. Kustannusten kasvaessa kunnossapitoa ryhdyttiin myös suunnittelemaan ja johtamaan resurssien käytön kustannusten alentamiseksi ja koneiden käytivarmuuden lisäämiseksi. Toinen sukupolvi oli kunnossapidon suhteen järjestelmällisempi kuin ensimmäinen; kunnossapitoa hallittiin jaksotetuin kunnossapitotoimin, työtä suunniteltiin ja johdettiin. Lisäksi tuolloin oli jo käytössä tietokoneita, jotka nykyisiin verrattuna olivat kuitenkin suuria ja hitaita. (Järviö & Lehtiö 2012: 22–24.)

Kolmas sukupolvi

Kunnossapidon kolmas sukupolvi käynnistyi 1970-luvulla, jolloin teollisuudessa otettiin käyttöön amerikkalaisten avaruusprojektien konseptit ja innovaatiot. Tutkimuksen avulla kehitettiin uusia lähestymistapoja, tekniikoita ja työkaluja, jolloin myös käyttövarmuusvaatimukset asettuivat täysin uudelle tasolle. (Järviö & Lehtiö 2012: 22.)

Teollisuudessa luotettavuuden ja tehokkuuden merkitys kasvoi. Tuotantokoneet olivat monimutkaisempia ja niiden mekanismien määrä ja automaatio kasvoivat. Liiketoiminta riippui yhä enemmän koneista ja niiden luotettavuudesta. Koneiden luotettavuus oli saatava sellaiselle tasolle, ettei välivarastointia enää tarvittu. Tuotteita ei valmistettu enää varastoon, vaan ainoastaan tilauksia vastaan. Tämän myötä toimitusajat lyhenivät huomattavasti. Tuotantokoneisiin sidottiin pääomaa yhä enemmän, ja mitä tehokkaampaa koneiden käyttö oli, sitä vähemmän pääomaa tarvittiin ja sitä parempi tuotto myös oli. Kilpailu alalla kiristyi ja muuttui maailmanlaajuiseksi. Toiminnan painopisteitä muuttivat uudet teknologiat, ja menestymiseen alalla vaadittiin kykyä uusiutua ja hallita uutta teknologiaa. (Järviö & Lehtiö 2012: 22.)

Kunnossapito kehittyi alan vaatimusten myötä. Kolmannelle sukupolvelle ominaisia kunnossapidon menetelmiä olivat kunnonvalvonta, kunnossapidon ja luotettavuuden huomiointi konetta suunniteltaessa, riski-, vikaantumis- ja perussyyanalyysit, asiantuntijasysteemit sekä moniosaaminen (Järviö & Lehtiö 2012: 24).

Neljäs sukupolvi

Kunnossapidon neljäs sukupolvi käynnistyi 1990-luvulla, kun mikroelektroniikka ja tietotekniikka tekivät läpimurron. Neljäs sukupolvi jatkuu edelleen. Uudet teknologiat, kuten tietotekniikka, elektroniikka ja pneumatiikka sekä monimutkaiset, monia eri teknologioita yhdistävät tuotantovälineet ovat muuttaneet kunnossapitäjien osaamisvaatimuksia. Osaamisvaatimuksia ovat lisänneet myös erilaiset kunnonvalvonnassa käytettävät työkalut. Kunnossapitoon tarkoitettujen työkalujen, kuten testauslaitteiden hankintahinnat ovat nousseet huomattavasti. Lisäksi tuotantokoneiden hinnat ovat nousseet valmistusprosessin integraation ja automaation lisääntymisen vuoksi. Toisaalta uuden teknologian

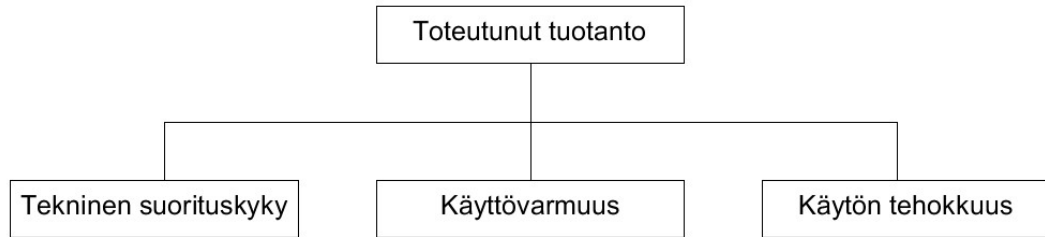
tuotteiden elinkaaret ovat lyhentyneet, mikä on johtanut siihen, ettei kyseisten teknologioiden hallintaan ole järkevää panostaa kunnossapidollisesti. Valmistusprosessin osaamisen hallinta ei toisin sanoen ole siis taloudellisesti järkevää, jolloin hallintaa ulkoistetaan. Tuotteiden elinkaarien lyhentymisen on vaikuttanut osaltaan myös koneiden käyttöstrategioihin. Tuotantokoneet ovat nykyisin useita eri teknologioita hyödyntäviä kompleksisia kokonaisuuksia, jotka ovat tarkempien suunnittelumenetelmien, parempien raaka-aineiden sekä kehittyneempien valmistusmetodien tulosta. Vikaantumismekanismeiltaan tuotantokoneet ovat ajasta ja käytön määrästä riippumattomia. (Järviö & Lehtiö 2012: 22–23.)

Maailmankaupan vapautumisen ja globalisoitumisen myötä laatu, osaaminen, turvallisuus, edullinen hinta, ympäristöystävällisyys ja toimituslupausten pitäminen ovat nousseet merkittäviksi kilpailutekijöiksi teollisuudessa. Näihin kilpailutekijöihin vaikutetaan muun muassa koneiden käytettävyyttä, luotettavuutta sekä toimitettavien tuotteiden laadun tasaisuutta hallitsemalla. (Järviö & Lehtiö 2012: 22.) Toimintoja ja tuottavuutta ovat tehostaneet verkostoitumisesta johtuvat toimintamallien ja ajattelutapojen muutokset sekä uudet kunnossapidon menetelmät, kuten etävalvonta, eriateinen monitorointi ja kunnonvalvonta. Kunnossapidon on ymmärretty olevan osa tuotanto-omaisuuden hallintaa. Suorituskyky ja luotettavuus eivät perustu nopeaan korjaamiseen, vaan mekaanisten koneiden sekä laitteiden toimintoja ohjaavien ohjelmien asianmukaiseen käyttöön sekä luotettavuuden tehokkuuden vaalimiseen. (Järviö & Lehtiö 2012: 24–25.)

5 Kunnossapidon tavoitteet

Kunnossapidon keskeisiä tavoitteita ovat korkea tuotannon kokonaistehokkuus (KNL) sekä hyvä käyttövarmuus, jotka oikein hoidettuna luovat mahdollisuuden hyvätasoiseen käyttöasteeseen sekä käytettävyyteen (Järviö & Lehtiö 2012: 59).

Tuotantolaitoksen tehokkuutta voidaan kunnossapidon näkökulmasta mitata toteutuneen tuotannon määrällä (Järviö & Lehtiö 2012: 57). Toteutuneeseen tuotantoon liittyvät osatekijät ja niiden väliset suhteet on esitetty kuvassa 4.



Kuva 4. Toteutuneeseen tuotantoon vaikuttavat tekijät kunnossapidon näkökulmasta (Järviö & Lehtiö 2012: 57).

Toteutunut koneen tuottama tuotanto riippuu koneen teknisestä suorituskyvystä, käytön tehokkuudesta sekä käyttövarmuudesta (Järviö & Lehtiö 2012: 57). Käyttövarmuuteen voidaan erityisesti kunnossapidon valinnoilla vaikuttaa (Käyttövarmuus ja keskeisimpiä aikakäsitteitä 2020: 2).

Tuotannon kokonaistehokkuus (KNL)

Tuotannon kokonaistehokkuus on yksi tärkeimmistä kunnossapidon ulkoisista tavoite-
muuttujista. Kokonaistehokkuus on kolmen osatekijän, käytettävyyden (K), toiminta-
asteen (N) ja laatu kertoimen (L) tulo. (Järviö & Lehtiö 2012: 59.)

Käytettävyys (K) on sekä standardin SFS-EN 13306 (2017: 8) että standardin PSK 6201 (2011: 5) mukaan kohteen kyky olla tilassa, jossa se kykenee tarvittaessa suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa olettaen, että vaadittavat ulkoiset resurssit ovat saatavilla.

Standardin PSK 6201 (2011: 7) mukaan toiminta-aste (N) ilmaisee toteutuneen tuotantomäärän suhdetta käyntiaikaiseen maksimituotantomäärään. Toiminta-aste voidaan laskea esimerkiksi kaavan 1 mukaisesti:

$$N = \frac{\text{Tuotanto}}{\text{Nimellistuotantokyky} \times \text{käyntiaika (tuotantoaika)}} \quad (1)$$

Laatukerroin (L) ilmaisee puolestaan standardin PSK 6201 (2011: 7) mukaan myynti- tai jatkojalostuskelpoisen tuotannon suhdetta kokonaistuotantomäärään. Laatukerroin voidaan laskea esimerkiksi kaavan 2 mukaisesti:

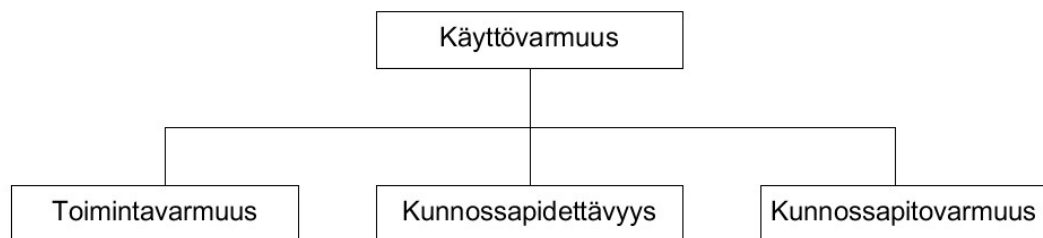
$$L = \frac{\text{Tuotanto} - \text{Hylätty tuotanto}}{\text{Tuotanto}} \quad (2)$$

Käyttövarmuus

Käyttövarmuus on standardin SFS-EN 13306 (2017: 6) mukaan kohteen kyky toimia vaaditulla tavalla.

Standardi PSK 6201 (2011: 7) määrittelee käyttövarmuuden samoin kuin käytettävyyden.

Käyttövarmuus koostuu toimintavarmuudesta, kunnossapidettävyydestä ja kunnossapitovarmuudesta, jotka on esitetty ja joiden suhteita on havainnollistettu kuvassa 5 (Käyttövarmuus ja keskeisimpiä aikakäsitteitä 2020: 3).



Kuva 5. Käyttövarmuuden osa-alueet (Käyttövarmuus ja keskeisimpiä aikakäsitteitä 2020: 3).

Toimintavarmuus määritellään sekä SFS-EN 13306 -standardissa (2017: 7) että PSK 6201 -standardissa (2011: 7) kohteen kyvyksi suorittaa vaadittu toiminto määrättyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson. Toimintavarmuutta kuvataan kirjaimella R, joka tulee englanninkielisestä sanasta reliability (Järviö & Lehtiö 2012: 54).

Kunnossapidettävyyttä määritellään sekä SFS-EN 13306 -standardissa (2017: 7) että PSK 6201 -standardissa (2011: 8) kohteen kyvyksi olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon määritellyissä käyttöolosuhteissa, jos kunnossapito suoritetaan määritellyissä olosuhteissa käyttäen vaadittuja menetelmiä ja resursseja. Kunnossapidettävyyttä kuvataan kirjaimella M, joka tulee englanninkielisestä sanasta maintainability (Järviö & Lehtiö 2012: 55).

Kunnossapitovarmuus määritellään standardissa SFS-EN 13306 (2017: 6) kunnossapito-organisaation kyvyksi asettaa käytettäväksi oikeita tukitoimenpiteitä tarvittavaan paikkaan, jotta vaadittava kunnossapitotoimenpide voidaan suorittaa vaadittaessa.

Standardi PSK 6201 (2011: 7) määrittelee puolestaan kunnossapitovarmuuden kunnossapito-organisaation kyvyksi suorittaa vaadittu tehtävä tehokkaasti määrättyissä olosuhteissa vaaditulla ajanhetkellä tai ajanjaksona. Kunnossapitovarmuutta kuvataan kirjaimella S, joka tulee englanninkielisestä sanasta supportability (Järviö & Lehtiö 2012: 56).

Kunnossapidon kustannustehokkuus

Kunnossapidon tehokkuutta voidaan arvioida kustannustehokkuudella. Kustannustehokkuudella tarkoitetaan maksimaalista tuotosta käytettyihin resursseihin nähden (Kustannustehokkuus 2020).

Usein kunnossapidon tehokkuutta tutkitaan benchmarking-menetelmällä eli vertailuanalyysillä tai vertaiskehittämisellä, jossa organisaatiot tai sen osat vertaavat toimintaansa toisten toimintaan. Benchmarking-menetelmän perusidea on hyviltä esikuvilta niiden parhaista käytännöistä oppiminen ja oman toiminnan kyseenalaistaminen. Näin voidaan tunnistaa heikkouksia omassa toiminnassa ja laatia toiminnan kehittämiseen tähtäviä tavoitteita sekä kehitysideoita. Benchmarking-menetelmän tavoitteena on oman toiminnan parantaminen. (Järviö & Lehtiö 2012: 63.)

Kunnossapidon tehokkuutta voidaan kustannustehokkuuden lisäksi arvioida muillakin perinteisillä mittareilla, kuten epäkäytettävyyuskustannuksilla, käytettävyydellä, tuotannon kokonaistehokkuudella, oman ja alihankintatyön tehokkuudella sekä materiaalin kulutuksella. Lisäksi kunnossapidon tehokkuutta voidaan mitata uudemmilla menetelmillä, kuten

esimerkiksi analysoimalla tehtyjä toimenpiteitä, missä mittaus kannattaa kohdistaa itse kunnossapitoprosessiin sekä sen suorituskykyyn. (Järviö & Lehtiö 2012: 64.)

Ympäristövaikutusten hallinta

Kunnossapidon ympäristövaikutuksia hallitaan laitokselle asetettujen, teknisin laittein toteutettujen ympäristövaatimusten sekä lupaehtojen päästörajojen avulla. Laitteiden käytön ja käyttövarmuuden on täytettävä lupaehdot. (Järviö & Lehtiö 2012: 65.)

Laitos- ja henkilöturvallisuuden hallinta

Kunnossapidon avulla pyritään estämään henkilö- ja omaisuusvahinkojen syntyminen. Lakisääteisten suunnitelmien mukaisten teknisten ratkaisujen toteutus ja ylläpito hoidetaan pääasiallisesti kunnossapidon resursseja käyttäen. (Järviö & Lehtiö 2012: 65.)

Toteutettaessa vaativia kunnossapitotöitä poikkeuksellisissa ja riskialttiissa olosuhteissa, työn turvallisuus on kunnossapitäjän vastuulla (Järviö & Lehtiö 2012: 65).

Kunnossapitotöitä tehtäessä viranomais määräyksiä on kuitenkin aina noudatettava. Lisäksi kunnossapitäjän on perehdyttävä ja noudatettava kohteessa vallitsevaa turvallisuus- ja muuta ohjeistusta. Jos ohjeistuksista joudutaan kuitenkin syystä tai toisesta poikkeamaan, niin poikkeukset tulisi dokumentoida mahdollisten onnettomuuksien tai tapaturmien varalta. (Järviö & Lehtiö 2012: 65.)

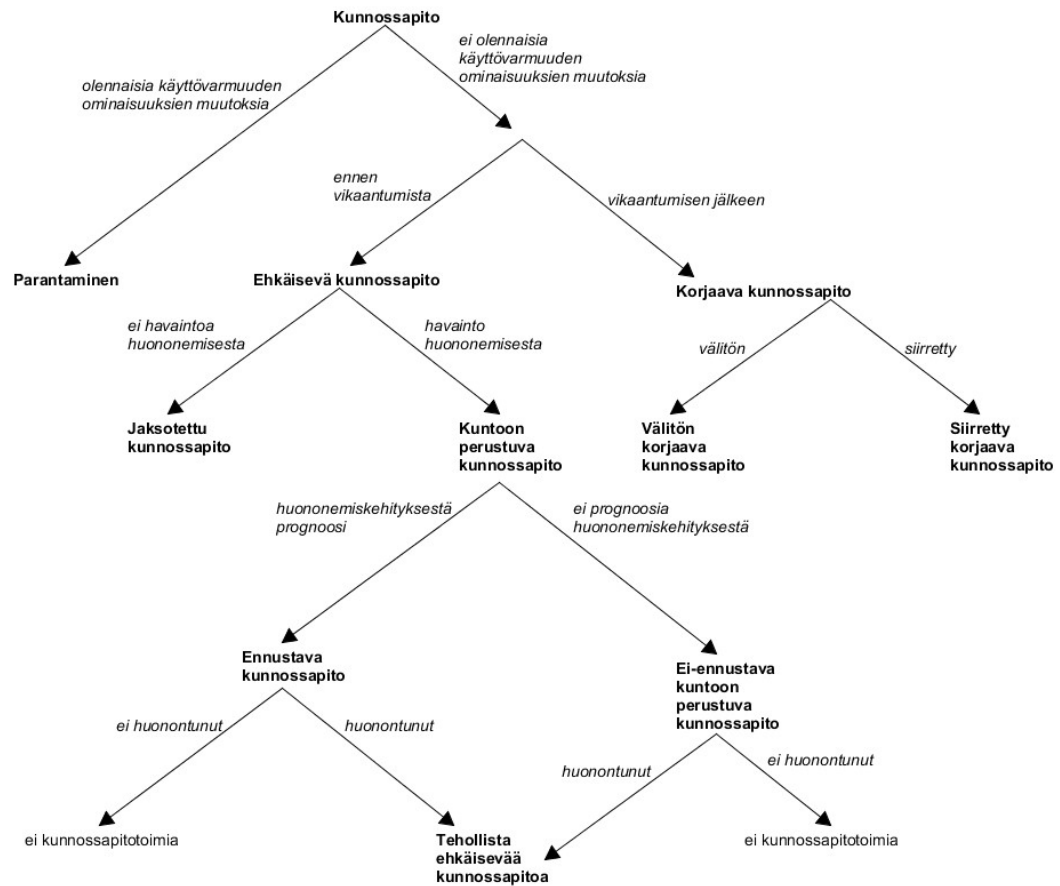
6 Kunnossapitolajit ja niiden toimenpiteet

Kunnossapidon toimenpiteet voidaan jaotella monilla tavoilla eri kunnossapitolajeihin, joiden avulla hallitaan tuotantolaitoksen kunnossapitoa.

6.1 Jaottelut ja määritelmät standardeissa

SFS-EN 13306:2017 -standardi jaottelee kunnossapidon toimenpiteitä lähinnä proaktiiviseen ja reagoivaan kunnossapitoon. Standardi havainnollistaa kunnossapitolajeja ja

niiden suhteita toisiinsa kaavion avulla. Alkuperäistä kaaviota jäljittelevä kaavio on esitetty kuvassa 6.



Kuva 6. Kunnossapitolajit ja niiden suhde toisiinsa standardin SFS-EN 13306:2017 mukaan.

SFS-EN 13306:2017 -standardissa esiintyviä kunnossapitolajeja ovat parantaminen, ehkäisevä ja korjaava kunnossapito, jaksotettu ja kuntoon perustuva kunnossapito sekä ennustava ja tehollinen kunnossapito. Kuvassa 6 esitetyt kunnossapitolajit on määritelty taulukossa 1.

Taulukko 1. Kunnossapitolajien ja niiden toimenpiteiden määritelmät SFS-EN 13306 -standardin (2017: 13–15) mukaan. Määritelmät ovat lainattu suoraan standardista.

Kunnossapitolaji tai sen toimenpide	Määritelmä
parantaminen	yhdistelmä kaikista teknisistä, hallinnollisista ja liikkeenjohdollisista toimenpiteistä, joilla on tarkoitus parantaa kohteen toimintavarmuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä ja/tai turvallisuutta ilman, että alkuperäinen toiminto muuttuu
ehkäisevä kunnossapito	kunnossapito, jonka tavoitteena on arvioida ja/tai vähentää kohteen heikentymistä ja vikaantumisen todennäköisyyttä
jaksotettu kunnossapito	ehkäisevää kunnossapitoa, joka tehdään ennalta määritettyjen aikajaksojen tai käytön määrän mukaan, mutta ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta
kuntoon perustuva kunnossapito	ehkäisevää kunnossapitoa, joka sisältää kohteen fyysisen tilan arviointia ja analyysia sekä mahdollisesti niiden johdosta suoritettavia kunnossapitotoimenpiteitä
ennustava kunnossapito	kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, jota toteutetaan perustuen ennusteisiin, joita saadaan toistuvista analyyseistä ja tunnetuista tunnusmerkeistä sekä tarkastelemalla kohteen huononemista kuvaavia olennaisia arvoja
tehollinen kunnossapito	kunnossapidon osa, jossa toimenpiteet kohdistuvat suoraan kohteeseen tarkoituksena ylläpitää tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan halutun toiminnon
korjaava kunnossapito	kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena palauttaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon
siirretty korjaava kunnossapito	korjaavaa kunnossapitoa, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan sitä viivästetään sallituissa puitteissa
välitön korjaava kunnossapito	korjaavaa kunnossapitoa, joka suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta välttyttäisiin haitallisilta seurauksilta

PSK Standardisoinnin PSK 6201:2011 -standardi havainnollistaa myös kaavion avulla kunnossapitolajeja ja niiden välisiä suhteita, mutta hieman eri näkökulmasta kuin SFS-EN 13306:2017 -standardi. Standardissa PSK 6201:2011 esitettyjä kunnossapitolajeja ja niiden suhteita toisiinsa on havainnollistettu kuvassa 7.



Kuva 7. Kunnossapitolajit ja niiden suhde toisiinsa standardin PSK 6201:2011 mukaan.

PSK 6201:2011 -standardi jaottelee toimenpiteitä myös lähinnä proaktiiviseen ja reagoivaan kunnossapitoon. PSK 6201:2011 -standardissa esiintyviä kunnossapitolajeja ovat ehkäisevä, kuntoon perustuva ja jaksotettu kunnossapito, häiriökorjaukset ja kunnostaminen sekä parantava kunnossapito. Kuvassa 7 esitetyt kunnossapitolajit ja niiden toimenpiteitä on määritelty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kunnossapitolajien ja niiden toimenpiteiden määritelmät PSK 6201 -standardin (2011: 22–15) mukaan. Määritelmät ovat lainattu suoraan standardista.

Kunnossapitolaji tai sen toimenpide	Määritelmä
ehkäisevä kunnossapito	Ehkäisevällä kunnossapidolla pidetään yllä kohteen käyttöominaisuuksia, palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estetään vaurion syntyminen.
jaksotettu kunnossapito	Ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, joka tehdään suunnitelluin jaksotuksin esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai energian käytön mukaisesti ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta.
kuntoon perustuva kunnossapito	Kunnonvalvonnalla tai tarkastustoiminnalla havaittujen kohteiden suunniteltu korjaus.
kunnostaminen	Kuluneen tai vaurioituneen käytöstä pois otetun kohteen palauttaminen käyttökuntoon korjaamalla.
parantava kunnossapito	Parantavan kunnossapidon tarkoituksena on parantaa kohteen luotettavuutta ja/tai kunnossapidettävyyttä muuttamatta kohteen toimintoa.
häiriökorjaus	Häiriökorjauksella palautetaan vikaantunut kohde toimintakuntoon ja käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaan.
välitön häiriökorjaus	Välitön korjaus suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta voidaan palauttaa toimintakunto tai rajoittaa vian aiheuttamat seuraukset hyväksyttävälle tasolle.
siirretty häiriökorjaus	Korjaus, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan se on siirretty tehtäväksi kohteen, tuotannon tai organisaation tilan salliessa.
korjaava kunnossapito	Korjaavaa kunnossapitoa on häiriökorjaus, kunnostaminen ja kuntoon perustuva suunniteltu korjaus.

PSK 6201:2011 -standardin mukaan kunnossapitolajeista ehkäisevä kunnossapito, kuntoon perustuva kunnossapito, kunnostaminen sekä parantava kunnossapito kuuluvat suunniteltuun kunnossapitoon. Korjaavaan kunnossapitoon kuuluvia kunnossapitolajeja ovat puolestaan häiriökorjaus, kunnostaminen sekä kuntoon perustuva suunniteltu korjaus.

6.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevän kunnossapidon avulla pyritään vähentämään kohteen toimintakyvyn heikkenemistä tai vikaantumisen todennäköisyyttä. Ehkäisevä kunnossapito käsittää erilaisia

tekniikoita, joilla pyritään estämään tai hallitsemaan vikaantumista. Vikaantumisen estäminen perustuu komponentin vaihtamiseen määrävälein, kun taas vikaantumisen hallinnassa keskitytään etsimään vikoja, jotka eivät vielä ole pysäyttäneet kohdetta. Ehkäisevä kunnossapito voi olla määrävälein suoritettua jaksotettua, jatkuvaa tai vain tarvittaessa suoritettua kunnossapitoa. Ehkäisevän kunnossapidon toimia voidaan suunnitella ja aikatauluttaa kohteen suorituskyvyn tai sen parametrien luonteen perusteella. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät muiden muassa kohteen tarkastaminen, määräystenmukaisuuden toteaminen, testaaminen ja toimintakunnon toteaminen, käynninvalvonta sekä vikaantumistietojen analysointi. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu lisäksi kuntoon perustuva kunnossapito, joka käsittää kuntoon perustuvan suunnitellun korjauksen sekä kunnonvalvonnan. Kunnonvalvonnan avulla pyritään etsimään oireilevia vikoja tai toteamaan kohteen olevan toimintakunnossa. Kunnonvalvontaa suoritetaan kohteen ollessa toiminnassa tai seisokin aikana. (Järviö & Lehtiö 2012: 49–50.)

6.3 Huolto

PSK Standardisoinnin PSK 6201 -standardi (2011: 22) määrittelee huollon seuraavasti:

Huolto

Jaksotetun kunnossapidon toimenpide, joka sisältää kohteen tarkastamisen, säädön, puhdistamisen, rasvauksen, öljynvaihdon, suodattimen vaihdon ja muut vastaavat toimenpiteet.

SFS-EN 13306 -standardi ei määrittele huoltoa.

Huollon avulla pyritään ylläpitämään kohteen käyttöominaisuuksia tai palauttamaan kohteen heikentynyt toimintakyky ennen vian syntymistä tai estämään vaurion syntyminen. Huollon avulla pyritään lisäksi pitämään kohteen toimintaympäristö ja -edellytykset mahdollisimman hyvinä. Huolto on pääsääntöisesti määrävälein suoritettua jaksotettua huoltoa. Jaksotetun huollon määrävälit voivat perustua kohteen käyttöaikaan tai -määrään, tuotantomäärään ja/tai käytön rasittavuuteen. Jaksotettuun huoltoon sisältyviä toimia ovat muiden muassa toimintaedellytysten vaaliminen, puhdistus, voitelu, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen sekä toimintakyvyn palauttaminen. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon toimet ovat osittain päällekkäisiä. (Järviö & Lehtiö 2012: 49–50.)

6.4 Parantava kunnossapito

Parantavan kunnossapidon avulla pyritään parantamaan kohteen käytettävyyttä ja luotettavuutta sekä muuttamaan kunnossapidon kannalta epäedullisia kohteita paremmiksi (Järviö & Lehtiö 2012: 49). Parantava kunnossapito voidaan jakaa karkeasti kolmeen pääryhmään. Ensimmäisessä pääryhmässä tavoitteena on muuttaa kohdetta niin, että käytetään alkuperäisiin komponentteihin tai osiin nähden uudempiä komponentteja tai osia kohteen suorituskykyä kuitenkin varsinaisesti muuttamatta. Toisessa pääryhmässä tavoitteena on muuttaa kohteen toiminnan luotettavuutta erilaisia uudelleensuunnitteluja ja korjauksia hyödyntämällä muuttamatta kuitenkin kohteen suorituskykyä. Kolmannessa pääryhmässä tavoitteena on muuttaa kohteen suorituskykyä modernisaatioiden avulla. Modernisaatioita vaaditaan usein silloin, kun koneen elinjakso on pidempi kuin sen valmistamien tuotteiden elinkaaret. Modernisaatioilla uudistetaan yleensä sekä kohde että valmistusprosessi. (Järviö & Lehtiö 2012: 51–52.)

6.5 Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon avulla pyritään palauttamaan vikaantuvaksi todettu kohde takaisin käyttökuntoon. Korjaavan kunnossapidon suoritusaikojen avulla on mahdollista laskea kohteen elinaika. Korjaava kunnossapito voi olla joko suunnittelematonta häiriökorjausta tai suunniteltua kunnostamista. Korjaavaan kunnossapitoon sisältyviä toimia ovat vian määrittäminen, tunnistaminen ja paikallistaminen, vian korjaus ja väliaikainen korjaus sekä kohteen toimintakunnon palauttaminen. (Järviö & Lehtiö 2012: 51.)

Vika

Vika on tila, jossa kohde on kykenemätön suorittamaan vaadittua toimintoa. Viaksi ei kuitenkaan määritellä tilaa, jossa kohde on toimintakyvytön suorittamaan vaadittua toimintoa joko ulkoisten resurssien puutteen, ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteen tai jonkin muun suunnitellun toimenpiteen takia. Vika on tavallisesti seuraus vikaantumuksesta, mutta joissain olosuhteissa vika voi olla olemassa jo aiemmin. (Järviö & Lehtiö 2012: 67.)

Vika voi olla joko häiriö tai vaurio (Järviö & Lehtiö 2012: 67).

Häiriö aiheuttaa välittömän korjaustarpeen ja tuotannon menetyksiä, mutta kohde ei häiriössä kuitenkaan ole rikki. Häiriö korjataan palauttamalla kohde takaisin käyttökuntoon esimerkiksi säätämällä, puhdistamalla tai uudelleen käynnistämällä. Häiriöiden perusteella voidaan määrittää kohteiden vikaantumisvälejä. (Järviö & Lehtiö 2012: 67.)

Vaurio aiheuttaa myös välittömän korjaustarpeen ja tuotannon menetyksiä, ja vauriossa kohde on rikki. Vaurio korjataan korjaavan kunnossapidon toimenpitein. Vaurioiden perusteella voidaan määrittää kohteiden vikaantumisvälien lisäksi niiden eliniät. (Järviö & Lehtiö 2012: 67.)

Vikaantuminen

Vikaantuminen on tapahtuma tai tapahtumaketju, joka aiheuttaa kohteeseen vian eli vikatilän. Vikaantumisen seurauksena kohde ei enää kykene suorittamaan siltä vaadittua toimintaa. (Järviö & Lehtiö 2012: 66–67.)

7 Kunnossapitostrategiat

Kunnossapitostrategioiden eli kunnossapidon toimintamallien avulla pyritään kuvaamaan kunnossapitoon liittyviä tekijöitä, toimijoita, tekniikoita ja vaikutuksia (Yleistä toimintamalleista 2020: 2).

Kunnossapitostrategiat voidaan karkeasti jakaa kolmeen eri kategoriaan. Ensimmäiseen kategoriaan kuuluvat laatujohtannaiset strategiat sekä Six Sigma, joissa painotetaan työtehtävien oikein suorittamista heti ensimmäisellä kerralla. Toiseen kategoriaan kuuluu TPM, jossa painotetaan käyttäjän osuutta koneiden huolehtimisessa sekä yhteistyötä yrityksen muiden osastojen kanssa. Kolmanteen kategoriaan kuuluvat RCM, SRCM ja Asset Management, joista kaikki pyrkivät tehokkaiden kunnossapitostrategioiden valintaan. Asset Management lisäksi huomioi kunnossapitotarpeiden muutokset yrityksen sopeuttaessaan käyttöasteitaan eri markkinatilanteissa. (Järviö & Lehtiö 2012: 112.)

7.1 Six Sigma

Six Sigma on joukko tilastotieteeseen perustuvia laatujohtamisen työkaluja. Sigma on kreikkalaisen kirjaimiston kirjain, jolla kuvataan tilastomatematiikassa standardipoikkeamaa. Sigmalla mitataan, kuinka kaukana keskiarvosta mittaustulokset ovat, eli toisin sanoen mitataan, kuinka paljon vaihtelua tarkasteltavassa otoksessa on. Six Sigma -ohjelmassa keskimittaan arvo on 6, jolloin prosessin saanto eli virheettömiä tuotteita on 99,99 966 % ja virheitä puolestaan 3,4 % miljoonaa tuotetta kohden. (Järviö & Lehtiö 2012: 129.)

Six Sigma -ohjelman avulla pyritään vähentämään yrityksen virhetoimintoja ja virheellisiä tuotteita, minkä myötä virhekustannusten määrä pienenee ja yrityksen tehokkuus paranee. Six Sigma -ohjelmassa keskitytään prosessiin ja tuotteiden stabilointiin vaihtelut eliminoiden. Toimintaparametrien vakioituessa riittävästi, prosessi stabiloituu ja voidaan saavuttaa tavoiteltu laatutaso. (Järviö & Lehtiö 2012: 129.)

Six Sigma on paljon ammattitaitoa ja aikaa vaativa menetelmä. Menetelmässä käytetään toista sataa erilaista työkalua, joiden hallitseminen ja käyttäminen vaatii paljon koulutusta. (Järviö & Lehtiö 2012: 130.)

7.2 TPM

TPM (Total Productive Maintenance) eli kokonaisvaltainen tuottava kunnossapito on kunnossapitostrategia, jonka avulla huonosti toimiva kunnossapitojärjestelmä pyritään muuttamaan tehokkaammaksi (Järviö & Lehtiö 2012: 114). Kokonaisvaltaisen tuottavan kunnossapidon lähtökohtana on luoda tuotannon koneille optimaaliset toimintaolosuhteet ja ylläpitää niitä (Järviö & Lehtiö 2012: 143). Lähestymistapa muodostuu neljästä vaiheesta, joita ovat suunnittelu, mittaus, kunnostus ja huippukunto. Tavoitteena on saavuttaa viimeksi mainittu huippukuntovaihe eli kunnossapidon kannalta maailmanluokan taso. (Järviö & Lehtiö 2012: 114.)

TPM:n keskeisiä päämääriä ovat koneen kokonaistehokkuuden maksimointi ja koko koneen eliniän kattavan kunnossapitojärjestelmän kehittäminen. Tavoitteena on siirtää

kunnossapidon suunnittelu ja toteutus niille ryhmille, joiden työtehtäviin kone jollakin tapaa liittyy. TPM korostaa kokonaisvaltaista osallistumista niin, että koko yrityksen henkilökunta kaikilta tasoilta ja kaikki, jotka liittyvät koneen suunnitteluun, käyttämiseen tai kunnossapitoon, sidotaan kunnossapidon prosessiin mukaan. TPM korostaa kokonaisvaltaisuutta kokonaistehokkuuden, kokonaiskattavuuden ja kokonaisvaltaisen osallistumisen näkökulmista. Strategian ideana on, että kaikki laitteet ja koneet, joista tuotanto on riippuvainen, pidetään optimaalisessa kunnossa suorituskyvyt maksimoituna. Tähän tavoitteeseen päästään, kun laitteiden ja koneiden käyttöhenkilökunta on henkilökohtaisesti ja suoraan vastuussa kunnossapidon toteutuksesta. (Järviö & Lehtiö 2012: 144–146.)

7.3 RCM ja SRCM

RCM (Reliability Centered Maintenance) eli luotettavuuskeskeinen kunnossapito on kunnossapitostrategia, jonka avulla kohteelle kehitetään kunnossapito-ohjelma. Oleellista strategiaa käytettäessä on tuntea prosessit ja laitteet niin, että jokaiselle komponentille voidaan valita sille sopivin kunnossapidon strategia. RCM on prosessi, jonka avulla pyritään määrittämään, mitä on tarpeen tehdä, jotta mikä tahansa tuotantoväline kykenee suorittamaan siltä vaadittua toimintoa senhetkisessä toimintaympäristössään (Järviö & Lehtiö 2012: 161–164).

RCM on menetelmä, jonka avulla suunnitellaan kohteen kunnossapito. Tärkeää menetelmässä on priorisoida prosessien laitteet, ja näin kohdistaa kunnossapito sellaisiin laitteisiin, joissa sitä eniten tarvitaan. Laitteiden vikaantumismenetelmät selvitetään, jolloin luodaan pohja oikeiden ja tehokkaiden kunnossapitometodien käytölle. Menetelmässä pyritään saattamaan kunnossapidon piiriin myös ne raja- ja turvalaitteet, jotka itse prosessien toimiessa ovat niin sanotusti passiivisia. Laitteille, joille puolestaan ei löydetä tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä, pyritään laatimaan valmiit toimintaohjeet, joita käytetään kohteen vikaantuessa. Koneiden käyttöhenkilökuntaa pyritään myös opettamaan seuraamaan kriittisten komponenttien toimintaa. Menetelmän avulla pyritään luomaan edellytykset prosessin tuottavuuden parantamiselle, laitteiden luotavuudelle sekä kunnossapidon kustannusten analysoinnille. (Järviö & Lehtiö 2012: 163.)

Prosessina alkuperäinen RCM koetaan usein hyvin raskaaksi ja kalliiksi, koska menetelmä ei perustu olettamuksiin vaan tutkimuksiin. Kunnossapidon suunnittelu on siis aina niin sanotusti aloitettava puhtaalta pöydältä. Tällainen lähestymistapa on kuitenkin hyvin työläs, minkä vuoksi alkuperäisestä RCM:stä on kehitetty kevyempiä versioita. Tällaisista kevennetyistä versioista käytetään nimitystä SRCM eli Streamlined RCM. Näille menetelmille tyypillistä on ottaa päätösten pohjaksi valmista aineistoa tai vaihtoehtoisesti lähtötietoina voidaan käyttää samankaltaisten prosessien jo olemassa olevaa dataa. (Järviö & Lehtiö 2012: 162.)

7.4 Asset Management

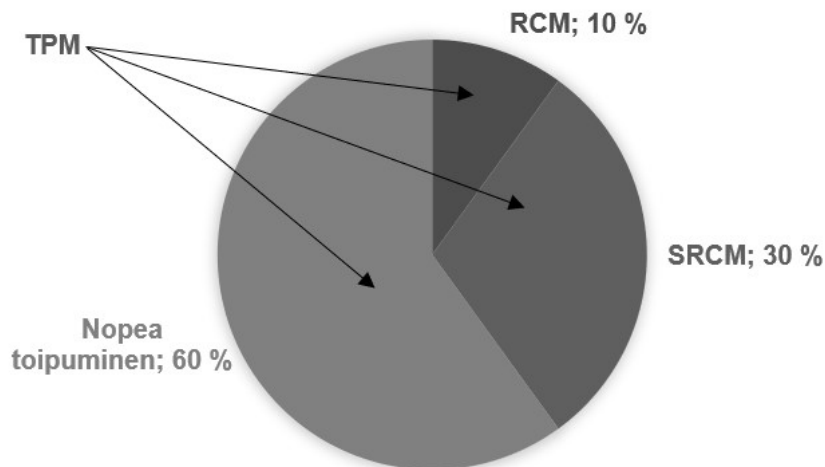
Asset Management eli käyttöomaisuuden hallinta tai teollisuudessa paremmin tuotanto-omaisuuden hallinta on kokonaisvaltainen strategia, jossa pyritään optimoimaan tuotanto-omaisuuden hallinnan prosessi ottaen huomioon teknologiat ja tavoitteet sekä ympäristön ja talouden lainalaisuudet (Yleistä toimintamalleista 2020: 2). Tuotanto-omaisuuden hallinta muodostuu tuotantokapasiteetin kehittämisestä ja käytön johtamisesta, ympäristö- ja työturvallisuudesta, logistiikan hallinnasta sekä tuotanto-omaisuuden hoitamisesta (Järviö & Lehtiö 2012: 14.) Viimeksi mainittu tähtää tuotantolaitoksen tuotantolaitteiden hoitamiseen siten, että yritys saavuttaa liiketoiminnalliset tavoitteensa kustannukset minimoiden. Tavoitteeseen pääseminen edellyttää, että kaikki tuotanto-omaisuuden hoitamisen osa-alueet ovat hallinnassa. Näitä osa-alueita ovat päivittäisen työkentelyn hallinta, ehkäisevän kunnossapidon hallinta, koneiden luotettava toiminta sekä saumaton yhteistyö yrityksen osastojen, erityisesti käytön ja kunnossapidon kesken. (Järviö & Lehtiö 2012: 122.)

7.5 Kunnossapitostrategian valinta

Kunnossapidon alueella on viime aikoina alettu kehittää monimutkaisimpia kunnossapitostrategioita, joiden pyrkimyksenä on kuvata kunnossapitotoimintaa. Useinkaan uudet filosofiat ja toimintamallit eivät sisällä mitään uutta, ja näiden mallien taustalla voikin yksinkertaisesti olla esimerkiksi konsulttiyritysten tarve erottautua toisistaan. Kuitenkin erilaisten toimintamallien käyttö voi olla myös perusteltua, sillä eri teollisuudenaloilla paino-

tetaan eri asioita riippuen esimerkiksi laitekannan tai tuotteen arvosta, tuotannon luonteesta sekä ympäristö- tai henkilöstöriskeistä. Yleisesti kuitenkin kaikista toimintamalleista voidaan todeta, että millään yksittäisellä mallilla ei kyetä saavuttamaan kaikkia luvattuja etuja, kaikissa malleissa on huomioon otettavia haittapuolia ja saavutettu hyöty vaihtelee riippuen käyttäjäorganisaatiosta. Kaikki tilanteet ovat erilaisia, ja näin ollen sopivin toimintamalli tulee valita tapauskohtaisesti. Ei ole mahdollista, että laitoksessa ei noudatettaisi mitään kunnossapidon toimintamallia, ja kun laitoksessa harkitaan uuden toimintamallin käyttöönottoa, tulee aina ottaa huomioon se, miten toimintamalli vaikuttaa esimerkiksi varsinaiseen toimintaan, organisaatioon, henkilöstöön sekä johtoon. (Yleistä toimintamalleista 2020: 2.)

Kuvassa 8 havainnollistetaan onnistunutta strategianvalintaa tavanomaisten teollisten sovellutusten näkökulmasta.

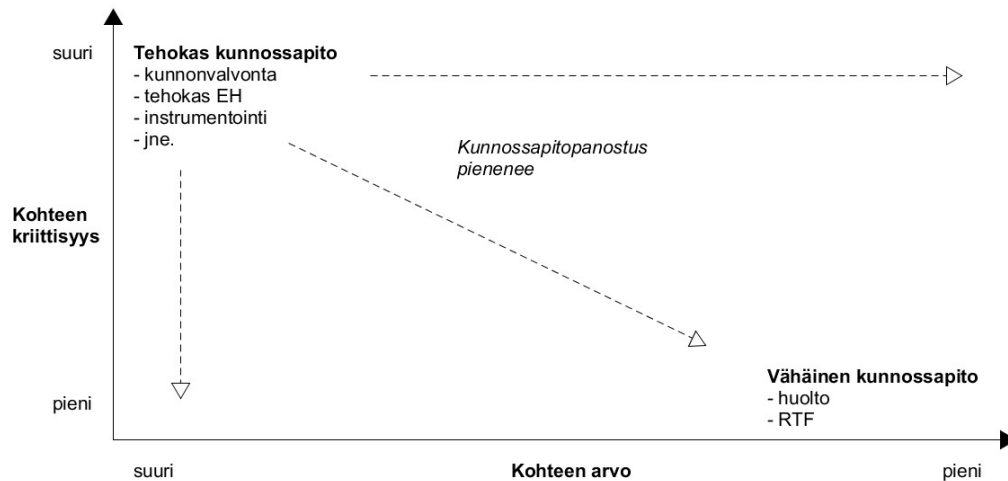


Kuva 8. Onnistunut strategianvalinta tavanomaisissa teollisissa sovellutuksissa (Järviö & Lehtiö 2012: 112).

Tavanomaisissa teollisissa sovellutuksissa vain noin 10 % kohteista on prosessin kannalta niin kriittisiä ja/tai kalliita, että niiden kunnossapito-ohjelma on järkevää laatia RCM-menetelmää käyttäen. Kolmannekselle kohteista kunnossapito-ohjelma kannattaa laatia SRCM-menetelmää käyttäen, koska se on nopeampaa ja edullisempää sekä sen avulla saavutetaan riittävän hyvät tulokset. Lopuille kohteille on järkevää laatia toimintaohjeet,

joita noudatetaan kohteen rikkoutuessa. Tällainen strategiavalinta pätee siis tavanomaisiin teollisiin sovellutuksiin. Vaatimusten kasvaessa painopiste siirtyy enemmän kohti luotettavuuskeskeistä kunnossapitoa. (Järviö & Lehtiö 2012: 112.)

Määriteltäessä kunnossapidon toimintamenetelmiä pyritään noudattamaan kuvassa 9 esitettyjä periaatteita (Järviö & Lehtiö 2012: 113).

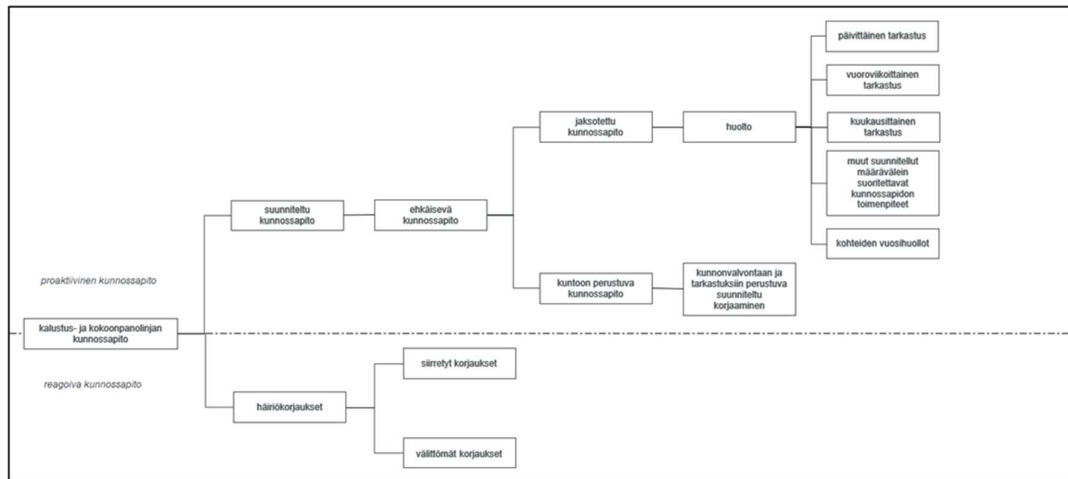


Kuva 9. Kunnossapidon toimintamenetelmien määrittelyn periaatteita (Järviö & Lehtiö 2012: 113).

Mitä kriittisempi ja arvokkaampi kohde on kyseessä, sitä enemmän kunnossapitoon tulisi panostaa. Kunnossapidon merkitys taas vähenee, kun kyseessä on vähemmän kriittinen ja arvokas kohde.

8 Kalustus- ja kokoonpanolinjan kunnossapito

Kalustus- ja kunnossapitolinjan kunnossapito jakautuu suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin kuvan 10 mukaisesti.



Kuva 10. Kalustus- ja kokoonpanolinjan kunnossapito ja sen toimenpiteet.

Suunniteltu kunnossapito

Suunniteltua kunnossapitoa on ehkäisevä kunnossapito, jonka avulla pyritään vähentämään kohteen toimintakyvyn heikkenemistä tai vikaantumisen todennäköisyyttä. Ehkäisevä kunnossapito käsittää joukon erilaisia tekniikoita, joiden avulla pyritään joko estämään tai hallitsemaan vikaantumista. Vikaantumisen estäminen perustuu komponentin vaihtamiseen määräajoin, kun taas vikaantumisen hallinnassa keskitytään etsimään sellaisia vikoja, jotka eivät ole vielä pysäyttäneet kohdetta. Ehkäisevään kunnossapitoon sisältyvät muuten muassa kohteen testaaminen, tarkastaminen, määräystenmukaisuuden ja toimintakunnon toteaminen, käynninvalvonta sekä vikaantumistietojen analysointi. Ehkäisevä kunnossapito voi olla tarvittaessa suoritettavaa, jatkuvaa tai määrävällein suoritettavaa jaksotettua kunnossapitoa. (Järviö & Lehtiö 2012: 49–50.)

Jaksotettu kunnossapito on ehkäisevän kunnossapidon toimenpide, joka tehdään määrävällein ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta. Jaksotettuun kunnossapitoon kuu-

luu huolto, jonka avulla pyritään ylläpitämään kohteen käyttöominaisuuksia tai palauttamaan kohteen heikentynyt toimintakyky jo ennen vian syntymistä tai estämään vaurion syntyminen. Huollon keinoin pyritään lisäksi pitämään kohteen toimintaympäristö ja -edellytykset mahdollisimman optimaalisina. Huolto on pääsääntöisesti määrävälein suoritettavaa jaksotettua huoltoa. Jaksotettuun huoltoon sisältyviä toimenpiteitä ovat muiden muassa toimintaedellytysten vaaliminen, voitelu, puhdistus, huoltaminen, kalibrointi, kuluvien osien vaihtaminen sekä toimintakyvyn palauttaminen. Huollon ja ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteet ovat osin päällekkäisiä. (Järviö & Lehtiö 2012: 49–50.)

Kalustus- ja kunnossapitolinjan huolto jakautuu määrävälein suoritettaviin tarkastuksiin, muihin suunniteltuihin määrävälein suoritettaviin kunnossapidon toimenpiteisiin sekä vuosihuoltoihin.

Linjojen säännölliset tarkastukset ja kunnossapitotoimet suoritetaan toimenpiteestä riippuen päivittäin, vuoroviikoittain tai kuukausittain. Tarkastuksen suorittaa joko linjan käyttäjä tai kunnossapitäjä. Jokaisesta säännöllisesti suoritettavasta tarkastuksesta on laadittu tarkastuslista, jossa on lueteltu kullekin kohteelle suoritettavat kunnossapitotoimenpiteet. Liitteessä 1 esitetään kalustuslinjan kuukausittainen tarkastuslista. Muut tarkastuslistat on laadittu samaan tapaan kuin liitteessä 1 esitetty tarkastuslista. Tarkastuksen yhteydessä suoritetaan tarvittavat säännölliset kunnossapitotoimenpiteet, kuten kohteiden silmämääräinen tarkastus, puhdistus ja voitelu. Tarkastuksen yhteydessä suoritetaan lisäksi tarvittaessa muita kohteen kunnan kannalta olennaisia toimenpiteitä, kuten vaurioituneiden tai kuluneiden osien vaihtamista.

Muita suunniteltuja muina kuin yllä määriteltyinä aikoina suoritettavia kunnossapidon toimenpiteitä ovat esimerkiksi kokoonpanolinjan liimauslaitteiston liimaustynnyrin vaihto ja kirjoittimen puhdistaminen.

Kohteiden vuosihuollot suoritetaan KONEen ja kohteen toimittajan sopimuksen mukaisesti kerran vuodessa toimittajan valtuuttaman henkilön toimesta.

Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu lisäksi kuntoon perustuva kunnossapito, joka kattaa kuntoon perustuvan suunnitellun korjauksen ja kunnonvalvonnan. Kunnonvalvonnan

avulla pyritään joko etsimään oireilevia vikoja tai toteamaan kohteen olevan toimintakunnossa. Kunnanvalvontaan kuuluvia toimia ovat aistein ja mittauksin tapahtuvat tarkastukset ja valvonta sekä mittaustulosten analysointi. Kunnanvalvontaa voidaan suorittaa kohteen ollessa toiminnassa tai seisokin aikana. Kunnanvalvontaa ovat pääasiallisesti määräajoin suoritettavat tarkastukset ja valvonta. Kunnanvalvonnasta saadaan lähtötietoja ehkäisevän kunnossapidon sekä korjauksen suunnitteluun. (Järviö & Lehtiö 2012: 49–50; Teollisuuden kunnossapito – onko pikavoittoja saatavissa? 2019.)

Kohteiden kuntoon perustuvaa suunniteltua korjausta tehdään tarvittaessa kunnanvalvonnan ja tarkastustoiminnan tulosten perusteella (Teollisuuden kunnossapito – onko pikavoittoja saatavissa? 2019). Vikaantuneiden kohteiden korjaustoimenpiteet suorittavat vian luonteesta riippuen joko linjan käyttäjä, kunnossapitäjä tai kohteen toimittajan valtuuttama henkilö.

Korjaava kunnossapito

Korjaavan kunnossapidon avulla pyritään palauttamaan vikaantuneeksi todettu kohde takaisin käyttökuntoon. Korjaavaan kunnossapidon toimenpiteitä ovat vian tunnistaminen ja paikallistaminen, määrittäminen, vian korjaus ja väliaikainen korjaus sekä kohteen toimintakunnon palauttaminen. (Järviö & Lehtiö 2012: 51.) Korjaava kunnossapito on automaatiolinjoilla pääasiassa suunnittelematonta välitöntä tai siirrettyä häiriökorjausta, jolla palautetaan vikaantunut kohde toimintakuntoon ja käyttöturvallisuudeltaan alkuperäiseen tilaan. Häiriökorjauksia suorittaa joko linjan käyttäjä, kunnossapitäjä tai kohteen toimittajan valtuuttama henkilö.

9 Kunnossapitosuunnitelmien laatiminen

Insinööriyön aiheena oli hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapitosuunnitelmat, jotka helpottavat linjojen huoltoa ja kunnossapitoa sekä näiden suunnittelua. Insinööriyön tärkein tavoite oli kunnossapitosuunnitelmien laatiminen samalla myös yhtenäistämällä automaatiolinjojen kunnossapidon dokumentointia.

Insinööriyön käytännön osuuteen kuului kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapito-suunnitelmien laatiminen. Suunnitelmat toteutettiin proaktiivisen kunnossapidon näkökulmista. Suunnitelmiin sisältyivät linjojen määräaikaistarkastuslistat, tarkemmat ohjeet tiettyjen kohteiden kunnossapitoon ja huoltoon liittyen sekä listat kunnossapitoon ja huoltoon tarvittavista työkaluista ja -välineistä. Lisäksi kunnossapitosuunnitelmiin sisällytettiin suunnitelmia liittyen määräaikaistarkastusten aikatauluihin ja työkalujen, työvälineiden sekä varaosien varastointiin. Kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapidosta ja huollosta laadittiin sekä sanalliset että mallinnetut prosessikuvaukset.

Linjojen määräaikaistarkastuksia suoritetaan päivittäin, vuoroviikoittain, kuukausittain ja vuosittain. Linjojen päivittäiset, vuoroviikoittaiset ja kuukausittaiset tarkastukset suorittaa linjan käyttäjä tai kunnossapitäjä ja kohteiden vuosittaiset tarkastukset ja huollot suorittaa puolestaan kohteen toimittajan valtuuttama henkilö. Kaikkia määräaikaistarkastuksia varten, pois lukien vuosittaisen tarkastuksen, laadittiin yksityiskohtaiset tarkastuslistat, joista esimerkkinä on esitetty kalustuslinjan kuukausittainen tarkastuslista liitteessä 1. Tarkastuslistat laadittiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla. Tarkastuslistoista tehtiin mahdollisimman yksinkertaiset ja helppokäyttöiset niin, että listaa olisi tarkastusta suorittavan henkilön helppo täyttää esimerkiksi tabletilla. Tarkastuslistat sisältävät tarkastuspäivämäärälle, tarkastajan nimelle ja tarkastajan mahdollisille kommenteille varatut kentät. Tarkastuslistoissa on maininta jokaisesta tarkastettavasta kohteesta sekä tiedot kaikista kohteelle suoritettavista toimenpiteistä. Lisäksi kohteesta voi löytyä kuva makroilla toteutetun linkityksen takaa sekä viittaus mahdollisiin tarkempiin kunnossapito- tai huolto-ohjeisiin tai muuhun kohteen kunnossapitoa tukevaan aineistoon. Jokaiselle kohteelle on listoissa valintaruutunsa, jonka tarkastaja aktivoi, kun tarkastus kohteelle on suoritettu. Tarkastuslistat laadittiin sekä kohteiden manuaaleista löytyvän tiedon perusteella että linjojen käyttäjien haastattelujen perusteella.

Eräille linjojen kohteille laadittiin tarkempia huolto- ja kunnossapito-ohjeita. Tarkempia ohjeita laadittiin pääasiassa jostain kohteen kunnossapidon tai huollon monivaiheisesta tai vaativammasta vaiheesta. Ohjeet laadittiin sekä kohteiden manuaaleista löytyvän tiedon perusteella että linjojen käyttäjien haastattelujen perusteella.

Listat kunnossapitoon ja huoltoon tarvittavista työkaluista ja -välineistä laadittiin tarkastuslistojen ja tarkempien huolto- ja kunnossapito-ohjeiden perusteella. Listoihin sisällytettiin kaikki ne työkalut ja muut työvälineet, mitä linjojen kohteiden tarkastus- ja huolto-toimenpiteiden suorittaminen vaatii.

Kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapidosta ja huollosta laadittiin sekä sanalliset että mallinnetut prosessikuvaukset. Sanalliseen prosessikuvaukseen sisällytettiin kuvaukset linjojen kunnossapitolajeista yleisellä tasolla ja kuvailtiin yksityiskohtaisemmin kunnossapidon ja huollon prosesseja, vastuita, aikatauluja, dokumentointia sekä dokumenttien arkistointia. Yleisesti linjojen kunnossapitoa ja huoltoa mallinnettiin sekä kuvassa 10 esitetyllä prosessikaaviolla että ydinprosesseja kuvaavalla prosessikartalla. Lisäksi laadittiin vuosikello, jossa mallinnettiin linjojen kunnossapidon toimenpiteiden vuosittaista aikataulua. Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelman avulla laadittu vuosikello on esitetty liitteessä 2. Yksityiskohtaisemmin linjojen kunnossapitoa ja huoltoa sekä näiden eri prosessien suhteita toisiinsa kuvattiin työnkulkukaavioiden avulla. Työnkulkukaavioita laadittiin kaikista määräaikaistarkastuksista, muista suunnitelluista määrävälein suoritettavista kunnossapitotoimista, kunnonvalvonnasta, suunnitelluista korjauksista sekä häiriökorjauksista. Prosessikuvaukset laadittiin työn loppuvaiheilla ja kuvauksien pohjalla käytettiin kaikkea työn aikana kerättyä tietoa.

10 Yhteenveto

Insinööriyötä aloitettaessa koristehtaan hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapidon dokumentointi oli hyvin hajanaista eikä linjoille ollut selkeitä, yhtenäisiä ohjeita tai suunnitelmia kunnossapidon ja huollon näkökulmista.

Insinööriyön aiheena oli näiden hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapitosuunnitelmat, joiden tarkoituksena oli helpottaa huoltoa ja kunnossapitoa sekä näiden suunnittelua. Insinööriyön tärkein tavoite oli kunnossapitosuunnitelmien laatiminen samalla myös yhtenäistään automaatiolinjojen kunnossapidon dokumentointia.

Insinööriyön käytännön osuuteen kuului kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapito-suunnitelmien laatiminen. Suunnitelmiin sisältyivät linjojen kohteiden määräaikaistarkastuslistat, tarkemmat ohjeet tiettyjen kohteiden kunnossapitoon ja huoltoon liittyen sekä listat kunnossapitoon ja huoltoon tarvittavista työkaluista ja -välineistä. Lisäksi kunnossapitosuunnitelmiin sisällytettiin suunnitelmia liittyen määräaikaistarkastusten aikatauluihin ja työkalujen, työvälineiden sekä varaosien varastointiin. Kokoonpano- ja kalustuslinjan kunnossapidosta ja huollosta laadittiin sekä sanalliset että mallinnetut prosessikuvaukset.

Kunnossapitosuunnitelmat kaikkine sisältöineen, jotka edellä mainittiin, saatiin laadittua insinööriyön alussa laaditun suunnitelman mukaisesti. Kokoonpano- ja kalustuslinjan dokumentointia saatiin työn edetessä myös yhtenäistettyä tehokkaasti niin, että linjojen kohteiden tarvittava huolto ja muut kunnossapidon toimet tulevat selkeästi esille dokumentoinnista ja tarvittavat ohjeet sekä dokumentit ovat helposti niitä tarvitsevien löydettävissä ja saatavissa.

Hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjalla on tarkoitus ottaa käyttöön linjojen määräaikaistarkastuslistat sekä eräiden kohteiden tarkemmat huolto- ja kunnossapito-ohjeet, mitkä kaikki helpottavat linjojen huollon ja kunnossapidon toteutusta sekä sen suunnittelua. Muita työssä laadittuja dokumentteja ja suunnitelmia voidaan käyttää linjojen kunnossapidon suunnittelun ja ymmärtämisen tukena. Hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjalla ollaan ottamassa käyttöön lähitulevaisuudessa eräs kunnossapidon tietojärjestelmä. Tätä insinööriyötä hyödynnetään osittain myös tietojärjestelmän pilotoinnissa.

Insinööriyö keskittyi pääosin hissikorien kokoonpano- ja kalustuslinjan suunniteltuun kunnossapitoon. Tutkimusta voisi jatkaa esimerkiksi keskittymällä seuraavaksi linjojen korjaavaan kunnossapitoon ja siihen liittyviin tarvittaviin toimenpiteisiin. Linjojen korjaavasta kunnossapidosta olisi mahdollista tehdä samankaltainen työ, jossa laadittaisiin muiden muassa tarkempia ohjeita kohteiden korjausten tueksi. Tutkimusta voisi jatkaa ja syventää lisäksi uuden kunnossapitojärjestelmän näkökulmasta.

Kunnossapito on viime aikoina ollut KONEen koritehtaalla hyvin ajankohtainen aihe. Insinööriyön käytännön osuus valmistui sopivasti ennen kunnossapitojärjestelmän pilo-

tointia, mikä vähentää järjestelmän testaajien ja käyttöönottajien työn määrää, kun käytävissä on valmista aineistoa, mitä hyödyntää. Samaan aikaan linjojen huollon ja kunnossapidon toteutusta, suunnittelua sekä ymmärtämistä helpottavat määräaikaistarkastuslistat sekä eräiden kohteiden tarkemmat huolto- ja kunnossapito-ohjeet sekä muu työtä varten laadittu dokumentointi. Kaiken kaikkiaan työn tärkein tavoite eli kunnossapitosuunnitelmien laatiminen samalla yhtenäistään automaatiolinjojen kunnossapidon dokumentointia saavutettiin suunnitelmien mukaan.

Lähteet

Järviö, Jorma & Lehtiö, Taina. 2012. Kunnossapito tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5., uudistettu painos. Helsinki: KP-Media Oy.

KONE yrityksenä. Verkkoaineisto. KONE Oyj.
<<https://www.kone.com/fi/yhtio/>>. Luettu 22.2.2020.

Kustannustehokkuus. 2020. Verkkoaineisto. Tieteen termipankki.
<<https://www.tieteentermipankki.fi/wiki/Nimitys:kustannustehokkuus>>. Luettu 1.2.2020.

Käyttövarmuus ja keskeisimpiä aikakäsitteitä. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

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

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

Teollisuuden kunnossapito – onko pikavoittoja saatavissa? 2019. Verkkoaineisto. Spotilla. <<https://blog.seclion.fi/spotilla/teollisuuden-kunnossapito>>. Luettu 2.2.2020.

Tuotteet ja palvelut. Verkkoaineisto. KONE Oyj.
<<https://www.kone.com/fi/tuotteet-ja-palvelut/>>. Luettu 2.2.2020.

Olli, Jari. 2020. Yleistä toimintamalleista. Luentomoniste. Metropolia Ammattikorkeakoulu.

Kalustuslinjan kuukausittainen tarkastuslista

Linjojen päivittäin, vuoroviikoittain ja kuukausittain suoritettavia tarkastuksia varten laadittiin yksityiskohtaisen tarkastuslistat, joista esimerkkinä kuvassa 1 on kalustuslinjan kuukausittainen tarkastuslista.

KALUSTUSLINJAN KUUKAUSIHUOLTO

Päivämäärä: * _____
Tarkastanut: * _____

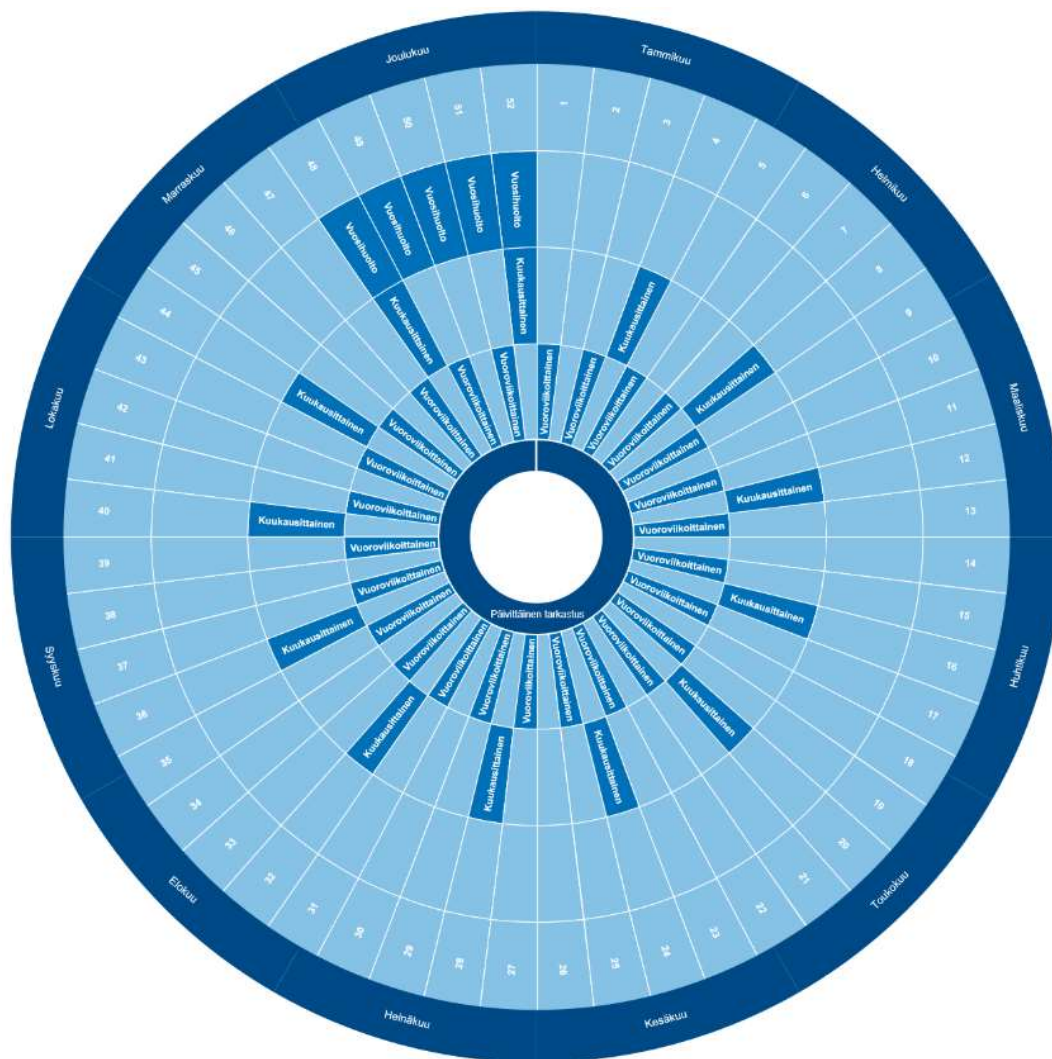
Kohde		Toimenpiteet	<input checked="" type="checkbox"/>	Kommentit	Kuva(t) kohteesta	Ohjeita ja dokumentteja
lineaarijohteet	johteet	puhdistetaan, voidellaan	<input type="checkbox"/>		lineaarijohteet	kansio <i>Lineaarijohteet ja kelkat</i> , dok. <i>Voiteluaineohjeistuksia</i>
	kelkat		<input type="checkbox"/>			
ketjukäytöt	kokonaisuus	puhdistetaan	<input type="checkbox"/>			kansio <i>Ketjukäytöt</i> , dok. <i>Voiteluaineohjeistuksia</i>
	ketju	voidellaan, tarkastetaan kireys	<input type="checkbox"/>			
	ketjun lenkit	tarkastetaan, vaihdetaan vaurioituneet uusiin	<input type="checkbox"/>			
	ketjupyörät	tarkastetaan samansuuntaisuus ja kunto	<input type="checkbox"/>			
sylinterit	tiivisteet	tarkastetaan	<input type="checkbox"/>			
	männänvarret	puhdistetaan	<input type="checkbox"/>			
laakerit		puhdistetaan, voidellaan	<input type="checkbox"/>			dok. <i>SKF_Bearing Greases</i>
laakeripesien rasva		tarkastetaan, lisätään tarvittaessa	<input type="checkbox"/>			
vaihdemoottorit		tarkastetaan silmämääräisesti, puhdistetaan	<input type="checkbox"/>		vaihdemoottorit	
pneumaattiset letkut, liittimet ja venttiilit		tarkastetaan, vaihdetaan huonokuntoiset	<input type="checkbox"/>			
ruuviliitokset		tarkastetaan, kiristetään tarvittaessa	<input type="checkbox"/>			
liikkuvien osien kiinnitys		tarkastetaan, kiristetään tarvittaessa	<input type="checkbox"/>			
vaimenninkumit		tarkastetaan, vaihdetaan tarvittaessa	<input type="checkbox"/>			
hihnat		tarkastetaan, vaihdetaan tarvittaessa	<input type="checkbox"/>		hihnat	
kaapelit		tarkastetaan silmämääräisesti	<input type="checkbox"/>			
ohjausyksikön suodattimet		puhdistetaan, tarvittaessa vaihdetaan	<input type="checkbox"/>		ohjausyksikön suodattimet	
välivaraston pehmusteet		tarkastetaan kunto, vaihdetaan, jos huomattavasti painuneet	<input type="checkbox"/>		välivaraston pehmusteet	

Kuva 1. Kalustuslinjan kuukausittainen tarkastuslista.

Kaikki tarkastuslistat sisältävät kuvan 1 mukaisesti kentät tarkastuspäivämäärälle, tarkastajan nimelle ja tarkastajan mahdollisille kommentteille. Tarkastuslistoissa on maininta jokaisesta tarkastettavasta kohteesta sekä tiedot kaikista kohteelle suoritettavista toimenpiteistä. Lisäksi kohteesta voi löytyä kuva makroilla toteutetun linkityksen takaa sekä viittaus mahdollisiin tarkempiin kunnossapito- tai huolto-ohjeisiin tai muuhun kohteen kunnossapitoa tukevaan aineistoon. Jokaiselle kohteelle on listoissa valintaruutunsa, jonka tarkastaja aktivoi, kun tarkastus kohteelle on suoritettu.

Vuosikello

Linjojen kunnossapidon toimenpiteiden vuosittaista aikataulua havainnollistettiin vuosikellon avulla. Vuosikello on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Vuosisiklo.

Vuosikellossa vuosi on jaettu viikkoihin ja kuukausiin. Vuosikellon sisin rengas havainnollistaa päivittäin suoritettavien tarkastusten aikataulua ja sisintä seuraavat renkaat järjestyksessä havainnollistavat vuoroviikoittaisten ja kuukausittaisten tarkastusten sekä vuosihuoltojen aikataulua.