

Kuorma-auton ennakkohuoltosuunnitelman toteutus

Mika Virtanen

Opinnäytetyö

Toukokuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kunnossapitoinsinööri

Tekijä(t) Virtanen, Mika	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 22.05.2017
	Sivumäärä 94	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Kuorma-auton ennakkohuoltosuunnitelman toteutus		
Tutkinto-ohjelma Kone- ja tuotantotekniikka		
Työn ohjaaja(t) Harri Tuukkanen Hannu Kivistö		
Toimeksiantaja(t) Antiokia Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön toimeksiantaja oli kuljetusalan yritys Antiokia Oy, joka operoi pääasiassa Etelä-Suomen alueella. Opinnäytetyön päätavoitteena oli luoda käytännössä toteuttamiskelpoinen ennakkohuoltosuunnitelma yrityksen Scania P310 -kuorma-autolle. Ennakkohuoltosuunnitelmasta oli luotava muodoltaan sellainen, että yritys pystyy käyttämään sitä pohjana muiden yrityksen kuorma-autojen ennakkohuoltosuunnitelmien luomisessa. Opinnäytetyön toissijainen tavoite oli kehittää yrityksen korjaamon toimintaa kunnossapidon toiminnanohjausta kehittämällä.</p> <p>Opinnäytetyö oli kehittämishanketyyppinen projekti, joka toteuttiin kvalitatiivisia tutkimusmentelmiä hyödyntäen. Tiedonhankinnan perusteella löydettiin kuorma-autojen kunnossapitoa keskeisesti ohjaavat tekijät ja tehokkaimmat menetelmät kuorma-auton kunnossapitotoiminnan kehittämiseen. Tiedonhankinnan perusteella ennakkohuoltosuunnitelma luotiin asiantuntijaryhmän kesken luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon perustuvan ECM-analyysin avulla, jonka tuloksia täydennettiin yrityksen ulkopuolisen konsultin avulla.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyi käytännössä toteuttamiskelpoinen ennakkohuoltosuunnitelma, jonka pohjana toimivaa Excel-taulukkoa yritys pystyy hyödyntämään muiden kuorma-autojen ennakkohuoltosuunnitelmien luomisessa. Opinnäytetyön teoreettisen viitekehityksen ja ennakkohuoltosuunnitelman luomisen aikana havaittujen ongelmien perusteella opinnäytetyössä luotiin lisäksi työnumerointijärjestelmä kuorma-autoille ja niiden osajärjestelmille, huolto- ja vikaantumishistorian tallennuslomake ja kuorma-auton kuljettajan huolto-ohje.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena syntyneet työkalut ja ohjeet parantavat hyvin todennäköisesti yrityksen kunnossapitotoimintaa, jos niitä hyödynnetään aktiivisesti.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Kunnossapito, Scania P310, kuorma-auto, ennakkohuoltosuunnitelma, luotettavuuskeskeinen kunnossapito, ECM-analyysi		
Muut tiedot		

Author(s) Virtanen, Mika	Type of publication Bachelor's thesis	Date 22.05.2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 94	Permission for web publication: x
Title of publication Creating a preventive maintenance plan for a lorry		
Degree programme Degree Programme in Mechanical and Production Engineering		
Supervisor(s) Harri Tuukkanen Hannu Kivistö		
Assigned by Antiokia Oy		
Abstract <p>The thesis was assigned by a transport company Antiokia Ltd which mainly operates in southern Finland. The primary aim of the thesis was to create such a preventive maintenance plan for the assignor's Scania P310 lorry which is viable in practice. The layout of the preventive maintenance plan had to be created in such a way that the assignor can use it in developing preventive maintenance plans for their other vehicles. The secondary aim of the thesis was to develop the operating methods in the assignor's workshop by developing the maintenance resource planning.</p> <p>The thesis was a development project and it was conducted using qualitative methods. Based on the information acquired, the key drivers in the lorry maintenance and the most effective methods for developing the lorry maintenance were found. A preventive maintenance plan was created using experience-centered maintenance analysis in the expert group. The results of the ECM-analysis were supplemented using an external consultant. The ECM-analysis is based on reliability-centered maintenance.</p> <p>The result of the thesis was a viable preventive maintenance plan which is recorded in the created Excel-table. The Excel-table has been created so that it can be used for developing preventive maintenance plans for other fleet vehicles. In addition to the theoretical framework of the thesis and problems which were found during creating the preventive maintenance plan, a numbering system for the assignor's lorries and their subsystems, a maintenance and failure history record form and a fleet driver's service manual were also created.</p> <p>The tools and the instruction created during the thesis will most likely improve the assignor's maintenance activities if they are actively utilized.</p>		
Keywords/tags (subjects) Maintenance, Scania P310, lorry, preventive maintenance plan, reliability centered maintenance, ECM-analysis		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	4
1.1	Opinnäytetyön taustat	4
1.2	Opinnäytetyön tavoitteet.....	4
1.3	Antiokia Oy	5
1.4	Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät	6
2	Kunnossapito – Tuotanto-omaisuuden hallinta.....	7
2.1	Kunnossapito	7
2.1.1	Kunnossapitolajit	9
2.1.2	Ehkäisevä kunnossapito.....	10
2.1.3	Ehkäisevän kunnossapidon hyödyt	12
2.2	Vikaantuminen	14
2.2.1	Aikaan pohjautuvat vikaantumismallit.....	15
2.2.2	Satunnaisuuteen pohjautuvat vikaantumiset	16
2.2.3	Vikamuodot	17
2.3	Luotettavuuskeskeinen kunnossapito - RCM.....	17
2.3.1	RCM prosessi	18
3	Kunnossapidon toiminnanohjaus.....	23
3.1	Kunnossapidon kustannukset	26
3.2	Kunnossapidon mittarointi.....	28
4	Kuorma-auton kunnossapito.....	30
4.1	Kuorma-auton kunnossapitoa määrittelevät tekijät.....	30
4.2	Suomen tieliikennelain vaikutus	30
4.2.1	Määräaikaikatsastus	31
4.2.2	Tekninen tienvarsitarkastus	31
4.3	Elinjaksoajattelu	33
4.3.1	Elinjaksotuotto LCP	34

	2
4.3.2	Kunnossapitotoiminnan kehittämisen vaikutus elinjaksotuottoon 35
4.4	Kuorma-auton kunnossapidon haasteet 38
4.4.1	Muuttuvat tekijät 39
4.4.2	Käyttäjäkunnossapito 40
5	Opinnäytetyö toteutus 41
5.1	Lähtötilanne 41
5.2	Scania P310 6x2 43
5.2.1	Käyttötarkoitus 45
5.3	Laitehierarkia ja laitepaikkaluettelo 45
5.4	EH-suunnitelman suunnittelumenetelmä 47
5.5	ECM-analyysi 49
5.5.1	Vaihe A 50
5.5.2	Vaihe B 52
5.5.3	Vaihe C 54
5.6	Ennakkohuoltosuunnitelman luominen 55
5.6.1	Excel-taulukon luonti 56
5.6.2	Scania P310 ennakkohuoltosuunnitelma 57
5.7	Vikaantumis- ja huoltohistorian seurantalomake 60
5.8	Kuljettajan huolto-ohje 61
6	Pohdinta 63
	Lähteet 66
	Liitteet 68
	Liite 1. Ote laitehierarkiasta ja laitepaikkaluettelosta 68
	Liite 2. Scania P310 ECM-analyysi, Vaihe A 70
	Liite 3. Scania P310 ECM-analyysi, Vaihe B 75
	Liite 4. Scania P310 ECM-analyysi, Vaihe C 77
	Liite 5. Ennakkohuoltosuunnitelma, huoltolista/hakemisto 79
	Liite 6. Ennakkohuoltosuunnitelma, 1-huolto 80
	Liite 7. Ennakkohuoltosuunnitelma, 2-huolto 84

Liite 8. Ennakkohuoltosuunnitelma, 3-huolto.....	88
Liite 9. Vikaantumis- ja huoltohistorian seurantalomake	92
Liite 10. Kuljettajan huolto-ohje.....	93

Kuviot

Kuvio 1. Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen kannattavuuteen	8
Kuvio 2. Kunnossapitolajit	9
Kuvio 3. Ehkäisevän kunnossapidon määrän optimointi	14
Kuvio 4. Uima-altaan vedenpuhdistusjärjestelmän toiminnallinen lohkokaaavio	20
Kuvio 5. Kunnossapitotoimenpiteen valintalogiikka	23
Kuvio 6. Kunnossapidon toiminnanohjauksen elementit	24
Kuvio 7. Demingin PDCA-ympyrä	28
Kuvio 8. Mittariston suunnittelun hierarkia	29
Kuvio 9. Kuorma-auton elinjaksotuoton muodostuminen	34
Kuvio 10. Kunnossapitotoiminnan kehittämisen vaikutus liiketoimintaan	36
Kuvio 11. Kunnossapidon historiatietojen tallennusmenetelmä.....	42
Kuvio 12. Antiokia Oy:n Scania P310.....	43
Kuvio 13. Scania P310 mittakuva päälirakenteineen	44
Kuvio 14. Vikaantumis- ja huoltohistorian tallennuslomakkeen hakemisto	61

Taulukot

Taulukko 1. Scania P310:n toimintopaikat ja työnumerointi.....	46
Taulukko 2. Esimerkki ECM-analyysin vaihe A:sta	51
Taulukko 3. Esimerkki ECM-analyysin vaihe B:stä	52
Taulukko 4. Esimerkki ECM-analyysin vaihe C:stä	54

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön taustat

Opinnäytetyön työnimi oli kuorma-auton ennakkohuoltosuunnitelman toteutus. Käytännössä tämä tarkoitti sitä, että elinkaariajattelun kautta pyrittiin löytämään kunnossapidon toiminnanohjauksen ja varsinaisen fyysisen kunnossapidon keinot, joilla kuorma-autolla pystytään liikennöimään miljoona ajokilometriä mahdollisimman turvallisesti ja kustannustehokkaasti.

Aiheesta teki tutkimisen arvoisen se, että kuljetusala on Suomessa hyvin kilpailtu liiketoiminnan ala. Kuljetusalan tärkeimpiä kilpailuetuja ovat hinta ja toimintavarmuus. Yrityksen kokonaistoimintavarmuuteen vaikuttaa ratkaisevasti kuljetuskaluston käyttövarmuus, joten yrityksen kannattavuuden kannalta on erittäin tärkeää löytää kultainen keskitie yrityksen kaluston käyttövarmuuden ylläpitoon. Yrityksen tulisi pystyä välttämään heikosta käyttövarmuudesta johtuvat tuotannonmenetyskustannukset ja muut kustannukset ilman, että käyttövarmuuden ylläpidosta aiheutuvat kulut heikentävät merkittävästi yrityksen kannattavuutta. Aihe oli tutkimisen arvoisen myös siksi, että Suomen tieliikennelaki ohjaa merkittävästi kuljetusyritysten toimintaa. Yritysten kuljetuskaluston täytyy olla jatkuvasti siinä kunnossa, että ne täyttävät tieliikennelaisissa määritetyt vaatimukset.

1.2 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tärkein tavoite oli löytää vastaus työn tutkimusongelmaan: ”Miten kuorma-autolla pystytään liikennöimään miljoona kilometriä mahdollisimman turvallisesti ja kustannustehokkaasti Suomen tieliikennelakia noudattaen”. Tarkoituksena oli tutkia ja kehittää toimeksiantajan kuljetuskaluston elinkaaren hallintaa kunnossapidollisin keinoin siten, että työn tutkimusongelmaan saadaan vastaus.

Opinnäytetyön konkreettiset tavoitteet olivat:

- kuljetuskaluston luotettavuuden parantaminen
- kuljetuskaluston turvallisuuden parantaminen
- korjaavan kunnossapidon vähentäminen
- kunnossapitokustannusten pienentäminen
- kunnossapidon toiminnanohjauksen kehittäminen.

Opinnäytetyön tuloksena syntyi ennakoivan kunnossapidon suunnitelma kuljetusliikkeen Scania P310 kuorma-autolle, joka normaalioloissa liikennöi ympäri vuorokauden. Luodusta suunnitelmasta oli tavoitteena luoda ennakkohuoltosuunnitelmapohja, jota soveltamalla pystytään luomaan helposti huoltosuunnitelmat kuljetusliikkeen muille ajoneuvoille. Tavoitteena oli luoda mahdollisimman realistinen, käytännössä toteuttamiskelpoinen ennakkohuoltosuunnitelma, joka toimii yrityksen oman korjaamon työkaluna.

Opinnäytetyön teoriaosuus luotiin siten, että se tukee ennakkohuoltosuunnitelman luontia ja kunnossapitotoiminnan kehittämistä. Lisäksi opinnäytetyön teoriaosuuden avulla oli tarkoitus selvittää työn toimeksiantajalle:

- kunnossapitoon liittyvät keskeiset käsitteet
- toimivan kunnossapitotoiminnan tärkeimmät elementit
- kunnossapidon merkitys kuljetusyrityksen toimintaan.

1.3 Antiokia Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja oli vuonna 2010 perustettu kuljetusalan yritys Antiokia Oy. Yrityksen hallinto toimii Vantaalla, mutta varsinaisen opinnäytetyön kohteena ollut yrityksen korjaamo ja ajoneuvovarikko sijaitsevat Mäntsälässä. Yritys suorittaa tällä hetkellä pääasiassa kaupanalan runkolinja- ja paikallisjakelupalveluita Etelä-Suomen alueella. Yritys on erikoistunut erityisesti lämpösäädelyihin kuljetuksiin. Vuonna 2016 yrityksen liikevaihto oli 2,3 miljoonaa euroa. Tällä hetkellä yrityksen kuljetuskalusto koostuu:

- kymmenestä kolmiakselisesta moduulivetäjästä:
 - maksimi kokonaismassa 26 tonnia
 - varustettu FNA tai FRC-luokitellulla kuormakorilla
 - varustettu lämmönsäätölaitteella
 - varustettu takalaitanostimella
 - varustettu vetolaitteella
- kymmenestä perävaunusta:
 - maksimi kokonaismassa noin 42 tonnia
 - varustettu FNA tai FRC-luokitellulla kuormakorilla
- kahdeksasta kolmiakselisesta jakelukuoma-autosta:
 - maksimi kokonaismassa 26 tonnia
 - varustettu FNA tai FRC-luokitellulla kuormakorilla
 - varustettu takalaitanostimella. (Virtanen 2017)

1.4 Opinnäytetyön tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyö oli kehittämishanketyyppinen projekti, jossa pyrittiin kehittämään toimexiantajayrityksen kuljetuskaluston tuottavuutta ja luotettavuutta konkreettisten kunnossapidon menetelmien sekä elinkaaren hallinnan avulla. Työ toteutettiin kvalitatiivisia eli laadullisia tutkimusmenetelmiä hyödyntäen. Opinnäytetyön empiiriosuus jakautui tutkimusmenetelmien osalta kahteen osaan. Kuljetuskaluston kunnossapito toiminnan kehittäminen toteutettiin prosessorientoitunutta kehittämismallia käyttäen, jossa kehittämistoiminnassa korostuu refleksiivisyys. Tavoitteena on, että kehittämistä koskevaa uutta tietoa syntyy jatkuvasti työn edetessä. Toinen opinnäytetyön empiiriosuuden osa-alue tutkimusmenetelmien jakoon pohjautuen oli kuorma-auton ennakohuoltosuunnitelman luonti. Tämä toteutettiin suunnitteluorientoitunutta kehittämismallia hyödyntäen, jossa prosessin vaiheet rajataan ja määritellään mahdollisimman tarkasti. Tässä mallissa kehittäminen perustuu ennalta rakennettuun ja suunniteltuun malliin, johon käytännön toteutusta verrataan. (Kangas 2016, 17-18.)

Molempien osa-alueiden aineistonkeruu toteutettiin:

- kirjallisuuteen ja artikkeleihin perehtymällä
- haastatteluiden avulla
- sähköpostiviestinnän avulla.

Laadullisen aineiston analyysi on aloitettava jo aineistonkeruuvaiheessa. Havaintoja tehdään sekä tutkittavasta materiaalista, että konteksteista, joissa se esiintyy. (Laadullisen aineiston analyysi ja tulkinta n.d.) Lopullisen aineistonkeruun tuloksen analysointimenetelmänä käytetään sisällönanalyysia, jossa tavoitteena on analysoida tutkimusdokumentteja systemaattisesti ja objektiivisesti. Sisällönanalyysi voidaan tehdä aineistolähtöisesti, teoriaohjaavasti tai teorialähtöisesti. Opinnäytetyössäni sovelletaan aineistolähtöisesti toteutettua sisällönanalyysia, joka koostuu kolmesta vaiheesta. Ensimmäinen vaihe on aineiston redusointi eli pelkistäminen esimerkiksi tiivistämällä tai pilkkomalla osiin. Toinen vaihe on klusterointi eli ryhmittely, jossa käsitelty alkuperäisaineisto tutkitaan tarkasti ja etsitään samankaltaisuuksia ja eroavaisuuksia kuvaavia käsitteitä. Samaan asiaan liittyvät käsitteet ryhmitellään ja yhdistetään luokaksi, joka nimetään hyvin sisältöä kuvaavaksi. Viimeinen vaihe on abstrahointi eli työn kannalta oleellisen tiedon erottaminen, jonka pohjalta muodostetaan

teoreettinen käsitteistö. Abstrahointi toteutetaan yhdistelemällä toisessa vaiheessa tehtyjä luokituksia niin kauan kuin se on aineiston näkökulmasta mahdollista. (Hiltunen n.d., 6)

2 Kunnossapito – Tuotanto-omaisuuden hallinta

2.1 Kunnossapito

Suomen teollisuuden ja sitä palvelevien yritysten yhteinen kehitysyksikkö PSK Standardisointi määrittelee kunnossapidon standardissa PSK 6201 seuraavasti:

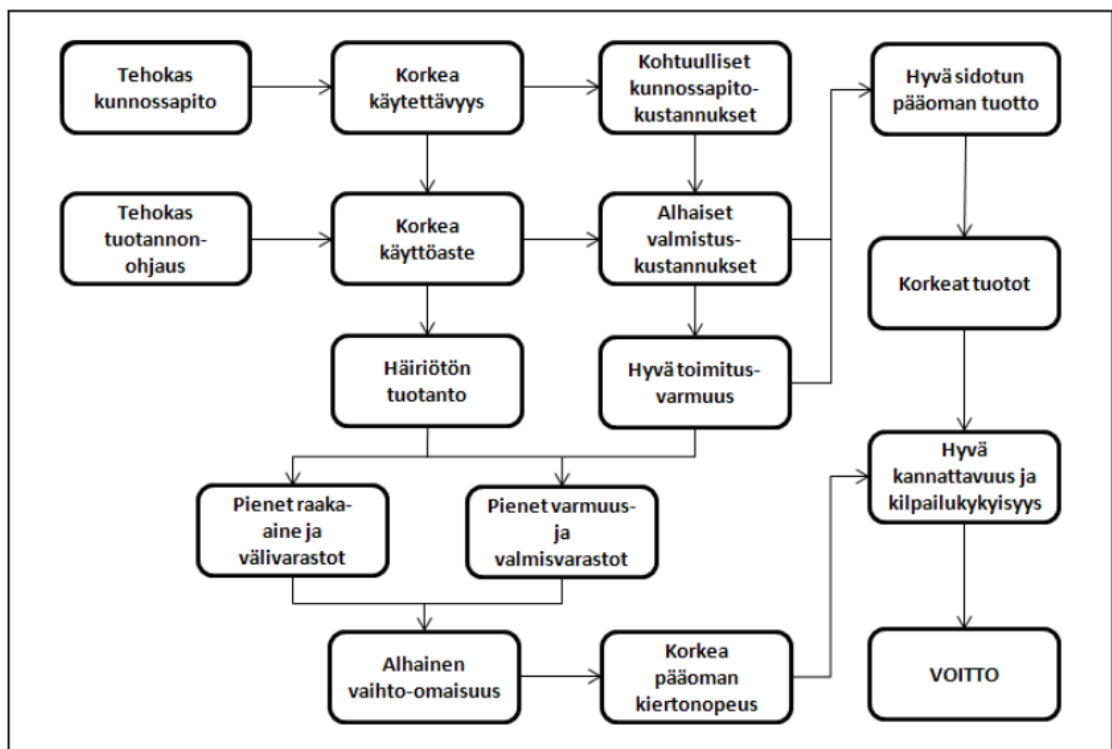
Kunnossapito on kaikkien niiden teknisten, hallinnollisten ja johtamiseen liittyvien toimenpiteiden kokonaisuus, joiden tarkoituksena on säilyttää kohde tilassa tai palauttaa se tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon sen koko elinjakson aikana.(PSK 6201 2011)

Kunnossapito, eli tuotanto-omaisuuden hoitaminen, on osa tuotanto-omaisuuden hallintaa. Tuotanto-omaisuudella tarkoitetaan investointeja vaativia resursseja, joita yritykset tarvitsevat niiden liiketoiminnan kannalta keskeisten suoritteiden tuottamiseen. Tuotanto-omaisuuden käytön tehokkuus vaikuttaa suoraan tuotettujen suoritteiden määrään ja laatuun, jolloin se vaikuttaa suoraan myös tuotanto-omaisuuden tehtyjen investointien tuottoon ja edelleen yrityksen kannattavuuteen. (Järviö & Lehtiö 2012, 13) Kunnossapidolla ylläpidetään, säädetään ja kehitetään tuotanto-omaisuuden tuottokykyä. Tuotanto-omaisuuden hallinnan kannalta kunnossapidon tulisi sisältää seuraavat asiat:

- laitteen toimintakunnon ylläpitäminen
- laitteen käytön turvallisuus
- laitteen laaduntuottokyky
- laitteen elinjakson hallinta
- oikeiden käyttöolosuhteiden noudattaminen
- palauttaminen alkuperäiseen kuntoon
- laitteiden modernisointi
- suunnitteluheikkouksien korjaaminen
- käyttö- ja kunnossapitotaitojen kehittäminen

- laitteen toiminnasta kerätyn tiedon analysointi ja johtopäätösten tekeminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 19)

Kunnossapito on yksi yritysten tuotanto-omaisuuden hallinnan suurimmista kustannuksista. Samalla se on hyvin usein suurin kontrolloimaton kustannuserä, jonka takia yritysten tulisi panostaa kunnossapidon hallintaan saamiseen ja kustannusten kontrollointiin. Kunnossapidon vaikutus yrityksen tulokseen on epäsuora, jonka vuoksi vaikutusmekanismien selvittäminen on välttämätöntä, jotta pystytään selvittämään kunnossapitopanostusten synnyttämät tuotot. (Järviö & Lehtiö 2012, 27)



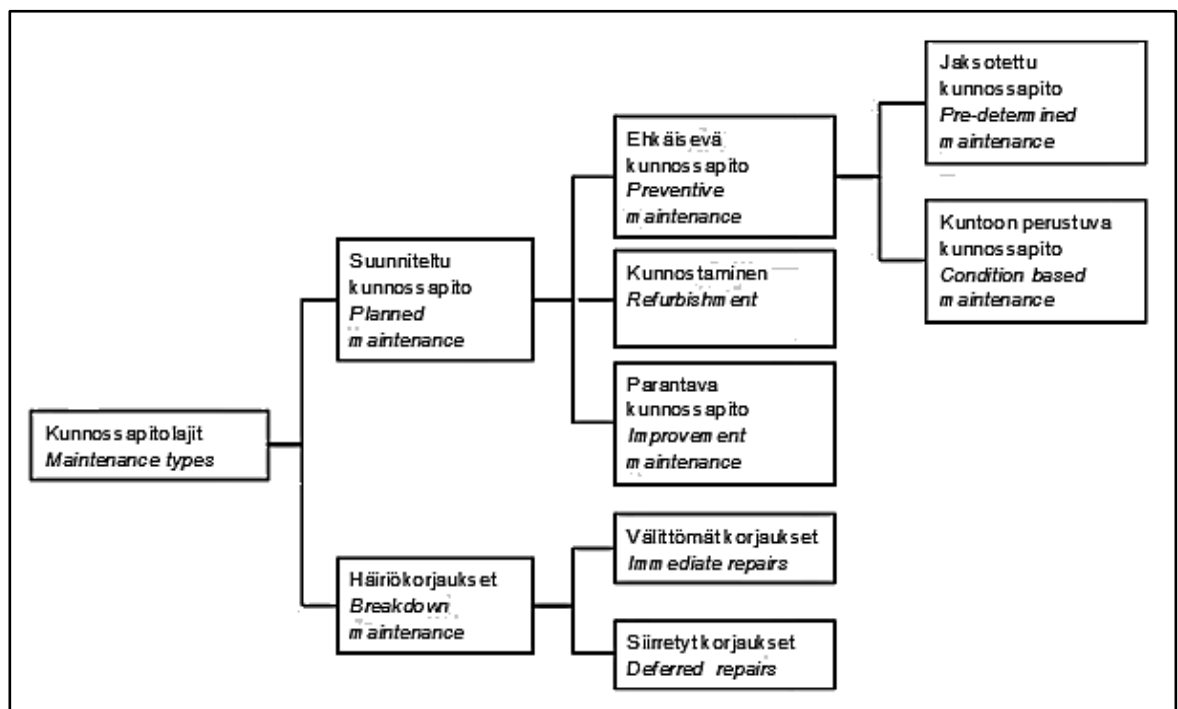
Kuvio 1. Tuotanto-omaisuuden hallinnan vaikutus yrityksen kannattavuuteen (Järviö & Lehtiö 2012, 27)

Kuviosta yksi voidaan päätellä, että oikein kohdennetulla ja oikea-aikaisella kunnossapidolla saadaan parannettua laitteiden käytettävyyttä ja käyttöastetta. Korkea käyttöaste mahdollistaa häiriöttömän tuotannon, jonka seurauksena toimitusvarmuus on korkea ja samalla varastojen kokoa voidaan pienentää, jolloin pääoman kiertonopeus kasvaa. Laitteiden korkeista käytettävyyksistä seuraava korkea käyttöaste on merkittävä tekijä pyrittäessä menestyksekkääseen liiketoimintaan.

Yritykset ovat perinteisesti ylläpitäneet valmistusprosessin toimintakuntoa suorittamalla kunnossapitoa, joka on ollut korjaavaa. Nykyään on kuitenkin ymmärretty, että kunnossapito ei ole ainoastaan korjaamista, vaan myös vikojen ja vikaantumisen hallintaa ja estämistä. Usein vian aiheuttama epäkäytettävyyuskustannus on suurempi kuin vian estämisen kustannus. Samalla on myös havaittu, että laitteiden tehokas käyttäminen ja toiminnan luotettavuus ei riipu pelkästään kunnossapitäjistä, vaan myös laitteiden käyttäjistä. (Järviö & Lehtiö 2012, 14-15)

2.1.1 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit jaetaan PSK 6201 -standardin mukaan kuvion 2 mukaisesti. Kunnossapitolajien jakoperustaksi on valittu vikaantumisten seurannaisvaikutukset tuotannon suhteen. Mielestäni kyseinen standardi havainnollistaa parhaiten kunnossapidon sisällään pitämät eri työlajit.



Kuvio 2. Kunnossapitolajit (PSK 6201 2011, 22)

PSK 6201 -standardissa kunnossapito on jaettu suunniteltuun kunnossapitoon ja häiriökorjauksiin. Häiriökorjauksissa vika tai virhetoiminto, joka estää kohteen toiminnan suunnitellulla tavalla, korjataan sen vaatimalla tavalla. Häiriökorjaukset jaetaan edelleen välittömiin ja siirrettyihin korjauksiin. Siirrettyjä korjauksia voidaan suorittaa, jos vika tai virhetoiminto ei estä kohteen toimintaa. (PSK 6201 2011, 22-23)

Suunnitellun kunnossapidon työt tehdään suunnitellun ohjelman mukaisesti. Suunniteltu kunnossapito koostuu ehkäisevästä kunnossapidosta, kunnostamisesta ja parantavasta kunnossapidosta. Kunnostamisella kohde palautetaan korjaamalla toimintakuntoon siten, että kohteen toiminta ei häiriinny. Parantava kunnossapito koostuu toimenpiteistä, joilla muutetaan kohteen rakennetta tai toimintaperiaatetta muuttamatta kohteen toimintoa siten, että kohteen toimintavarmuus ja kunnossapidettavuus paranevat. (PSK 6201 2011, 23) Parantava kunnossapito voidaan jaotella kolmeen ryhmään. Kohdetta voidaan muuttaa käyttämällä alkuperäisiä uudempia osia tai komponentteja, mutta toimenpiteillä ei varsinaisesti muuteta kohteen suorituskykyä. Toisen parantavan kunnossapidon ryhmän muodostavat erilaiset uudelleen suunnittelut ja korjaukset, joiden tavoitteena on parantaa kohteen epäluotettavuutta. Tarkoituksena on erityisesti parantaa kohteen käyttövarmuutta, eikä niinkään muuttaa suorituskykyä. Kolmanteen ryhmään kuuluvat kohteen modernisaatiot, joilla muutetaan kohteen suorituskykyä. Modernisaatioille on tyypillistä, että kohteen lisäksi uudistetaan myös valmistusprosessi. (Järviö & Lehtiö 2012, 51)

2.1.2 Ehkäisevä kunnossapito

Anthony Smith ja Glenn Hinchcliffe (Smith & Hinchcliffe 2004, 20) määrittelevät ehkäisevän kunnossapidon seuraavasti:

Ehkäisevä kunnossapito on ennalta suunnitellun ja aikautautetun tarkastus- ja huoltotoiminnan suorittamista, joiden avulla säilytetään kohteen toiminnallinen kyvykkyys.

Ehkäisevän kunnossapidon tarkoituksena on seurata kohteen suorituskykyä tai sen parametreja siten, että kohteen vikaantumiseen todennäköisyyttä ja kohteen toimintakyvyn heikkenemistä vähennetään. Ehkäisevä kunnossapito koostuu:

- jaksotetusta kunnossapidosta
- kuntoon perustuvasta kunnossapidosta. (Järviö & Lehtiö 2012, 50)

Jaksotetulla kunnossapidolla tarkoitetaan kunnossapitotoimenpiteitä, jotka suoritetaan jaksotetusti esimerkiksi käyttötuntien, kalenteriajan, tuotantomäärän tai ener-

gian käytön mukaisesti. Toimenpiteet suoritetaan ilman edeltävää toimintakunnon tutkimista. (PSK 6201 2011, 22) Jaksotetun kunnossapidon keskeisiä keinoja ovat aisteihin pohjautuvat tarkastukset sekä huoltotoimenpiteet. Huoltotoimenpiteiden avulla ylläpidetään kohteen käyttöominaisuuksia ja palautetaan heikentynyt toimintakyky ennen vikaantumista ja estetään vaurion syntyminen. Keskeisiä huoltotoimenpiteitä ovat esimerkiksi:

- puhdistus
- kiristys
- voitelu
- voiteluaineiden vaihtaminen
- kalibrointi
- kuluvien komponenttien vaihtaminen. (Järviö & Lehtiö 2012, 49-50)

Kuntoon perustuva kunnossapito on olennainen osa ehkäisevää kunnossapitoa. Siinä seurataan kohteen suorituskykyä ja muita parametreja kunnonvalvonnan avulla. Kunnonvalvonnan toimenpiteitä ovat aistein ja mittalaitteiden avulla tehdyt tarkastukset, säännöllinen valvonta ja mittaustulosten analysointi. Kunnonvalvonnan avulla määritellään kohteen kunnon nykytila ja arvioidaan sen kehittymistä, jotta pystytään määrittelemään mahdollinen vikaantumis-, huolto- ja korjausajankohta. Toimivan kunnonvalvonnan tavoitteena on nimenomaan se, että havaintojen ja suositusten perusteella suoritetaan kohteen toiminnan kannalta tarpeelliset toimenpiteet suunnitellusti ja samalla kehitetään kokonaisvaltaisesti kunnossapitotoimintaa. (Heinonen, Jantunen, Kautto, Kokko, Komonen, Lakka, Leinonen, Lumme, Miettinen, Mikkonen, Mäkeläinen, Riutta & Sulo 2009, 100-101; PSK 6201 2011, 23) Tyypillisiä kunnonvalvonnan menetelmiä ovat:

- aistit
- värähtelymittaukset
- voiteluaineanalyysit
- NDT-menetelmät (ainetta rikkomattomat menetelmät)
- ääni- ja ultraäänimittaukset.

Kuntoon perustuvaa kunnossapitoa hyödynnetään erityisesti tilanteissa, joissa ei tiedetä, miten kohteen vikaantumista voidaan hidastaa tai estää. On myös mahdollista, että vikaantumisen hidastamista ja ehkäisyä ei ole mahdollista suorittaa. Kuntoon perustuva kunnossapito soveltuu erityisesti myös kohteen toiminnan kannalta kriittisten komponenttien tarkasteluun, joiden investointikustannus on suuri. Kalliiden

komponenttien tai laitteiden säännöllinen vaihtaminen (jaksotettu kunnossapito) aiheuttaa pitkällä aikavälillä suuria kustannuksia ja siitä huolimatta kohteen toimintavarmuus ei välttämättä kasva, koska komponenttien ja laitteiden vikaantumiseen saattavat vaikuttaa useat kohteen ulkopuoliset tekijät, esimerkiksi kohteen käyttäjät. (Smith & Hinchcliffe 2004, 24-25)

2.1.3 Ehkäisevän kunnossapidon hyödyt

Teollisuudessa tehtyjen tutkimusten ja mittausten mukaan 80/20-periaate pätee useisiin kohteisiin eri teollisuuden aloilla. 80/20-periaatteella tarkoitetaan sitä, että 20 prosenttia syistä johtaa 80 prosenttiin seuraamuksista. Käytännössä tämä tarkoittaa:

- pieni osa syistä johtaa valtaosaan seurauksista
- pieni osa panoksista johtaa valtaosaan tuloksista
- pieni osa ponnistuksista johtaa valtaosaan tuotoksista.

Kunnossapidon näkökulmasta tutkimukset osoittavat, että esimerkiksi 20 prosenttia tuotantolaitoksen järjestelmistä aiheuttaa 80 prosenttia korjaavan kunnossapidon ja häiriöajasta johtuvista tuotannon menetyksekustannuksista. Ehkäisevän kunnossapidon keinoin pystytään löytämään tuotanto-omaisuuden kriittisimmät kohteet, jotka muodostavat tämän 20 prosentin huonojen ”toimijoiden” ryhmän. Tällöin pystytään suunnittelemaan ja kohdentamaan ehkäisevän kunnossapidon resurssit ensisijaisesti kohteisiin, joilla on suurin merkitys yrityksen liiketoiminnan kannattavuuteen. (Smith & Hinchcliffe 2004, 14-15)

Kunnossapito-organisaation toiminnan on oltava hallittua ja systemaattista, jotta kunnossapitoa pystytään suorittamaan tehokkaasti ja tuottavasti. Hallittu ja systemaattinen toiminta on mahdotonta, jos toimintatapa on reagoiva. Ehkäisevä kunnossapito voi parantaa yrityksen kannattavuutta ja pääoman käytön tehokkuutta vaikuttamalla esimerkiksi seuraaviin asioihin:

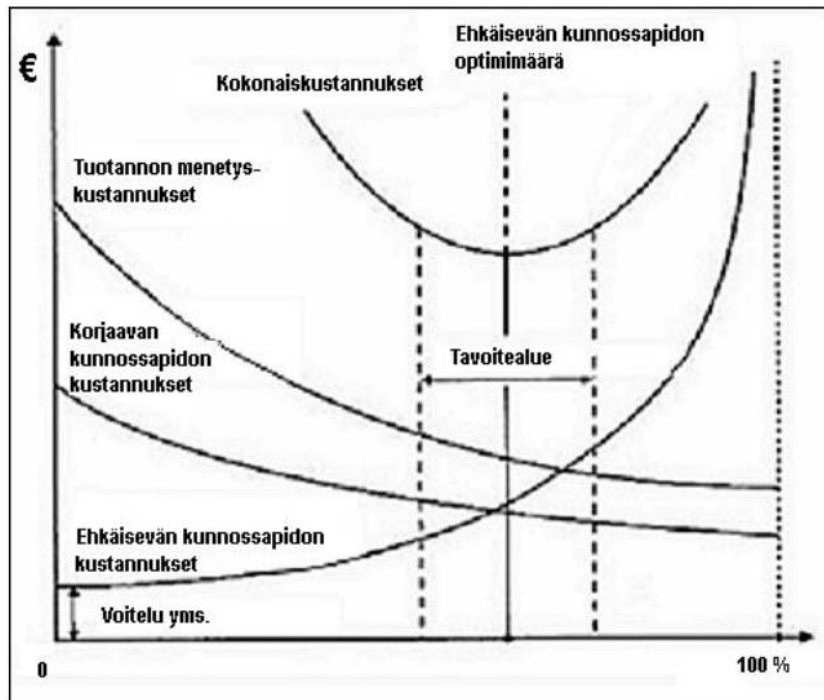
- alhaiset valmistuskustannukset
- korkea käytettävyys
- tuotannon määrä
- alhaiset väli- ja lopputuotevarastot
- alhaiset laatukustannukset
- hyvä toimitusvarmuus

- työturvallisuuden parantaminen
- energiankulutuksen pienentäminen.

Nämä ovat kunnossapidon tuottoja, jotka saavutetaan kunnossapidon panosten eli kunnossapitokustannusten avulla. (Järviö & Lehtiö 2012, 97; PSK 6201 2011)

Ehkäisevän kunnossapidon avulla voidaan tuotantojärjestelmän luotettavuus asettaa haluttuun tasoon. Taso täytyy määrittää siten, että se vastaa yrityksen tarpeita. Täysin varma -varmuustason tavoittelu on erittäin kallista ja moniin toimintaympäristöihin kyseiseen tasoon pyrkiminen on tarpeetonta. Varmuustason määrittämisessä on otettava huomioon sekä kustannukset, että turvallisuus- ja ympäristöriskit. (Järviö & Lehtiö 2012, 97)

Ehkäisevä kunnossapito on kohdennettava ja suunniteltava oikein, jotta siitä saadaan maksimaalinen hyöty. Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon osaaja John Moubrey on arvioinut, että 40-70 prosenttia ehkäisevästä kunnossapidosta tehdään turhaan. Hänen mukaansa ennakkohoito toimenpiteitä suoritetaan liian usein, liian paljon ja usein käytetyt menetelmät ovat tehottomia. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa suorittaa, jos ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat pienemmät kuin sen puutteesta aiheutuneet vahingot ja menetykset, tai kohteelle ja ehkäistävälle vika muodolle on olemassa toimiva ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö & Lehtiö 2012, 97)



Kuvio 3. Ehkäisevän kunnossapidon määrän optimointi (Järviö & Lehtiö 2012, 98)

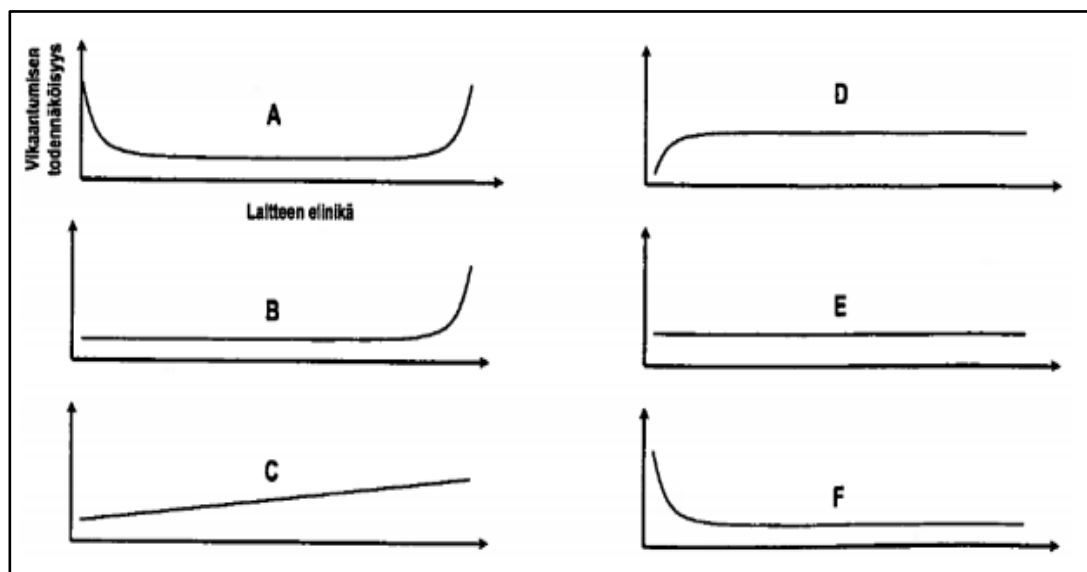
Kuviossa 3 on esitetty kokonaiskustannuksiin vaikuttavat kunnossapidolliset tekijät. Kuviossa on esitetty myös ehkäisevän kunnossapidon optimimäärä, jossa kunnossapidosta ja tuotannonmenetyksistä aiheutuvat kustannukset ovat mahdollisimman alhaiset.

2.2 Vikaantuminen

Vika on tila, jossa kohde ei kykene suorittamaan vaadittua toimintoa täydellisesti pois lukien ehkäisevän kunnossapidon, jonkin muun suunnitellun toimenpiteen tai ulkoisten resurssien puutteesta johtuvan toimintakyvyttömyyden takia. (PSK 6201 2011, 15)

Vika on normaalisti vikaantumisen seuraus, mutta on myös mahdollista, että vika on ollut olemassa jo aiemmin. Vikaantumisen on tapahtuma tai tapahtumaketju, jonka seurauksena kohteen kyky suorittaa vaadittu toiminto päättyy. Vikaantumisen määritelmään sisältyvä vaadittu toiminto käsittää toiminnon täydellisen puuttumisen vuoksi myös sen, että toiminto ei ole määrällisesti, laadullisesti tai turvallisuuden näkökulmasta hyväksyttävällä tasolla. (Järviö & Lehtiö 2012, 66-67)

Kohteen vikaantumisen todennäköisyyttä suhteessa kohteen elinikään kuvataan vikaantumismallien avulla. Alun perin vikaantumismalleja oli vain yksi, jota kutsutaan kylpyammekäyräksi. Muut vikaantumismallit ovat alun perin löytyneet Yhdysvalloissa ilmailualalla tehtyjen valtaviin vikaantumistutkimusten avulla. Tutkimukset tehtiin, koska tehtyjen havaintojen perusteella haluttiin kyseenalaistaa, noudattavatko vikaantumiset perinteistä kylpyammekäyrää. Kuviossa 4 on esitetty kuusi erilaista vikaantumismallia, jotka jakaantuvat aikaan pohjautuviin malleihin ja satunnaisuuteen pohjautuviin malleihin. (Järviö & Lehtiö 2012, 77; Smith & Hinchcliffe 2004, 59)



Kuvio 4. Vikaantumisten todennäköisyyttä kuvaavat vikaantumismallit (Järviö & Lehtiö 2012, 77, muokattu)

2.2.1 Aikaan pohjautuvat vikaantumismallit

Vikaantumismalli A:ta kutsutaan kylpyammekäyräksi. Siinä kohteen vikaantumistodennäköisyys on ensin suuri, jonka jälkeen se laskee ja vakiintuu tasolle, jolla se pysyy kunnes alkaa loppuunkuluminen ja vikaantumisen todennäköisyys lähtee jyrkkään nousuun. Kohteen eliniän alkuvaiheen suurta vikaantumistodennäköisyyttä kutsutaan lapsikuolleisuudeksi, joka voi johtua esimerkiksi suunnittelu-, materiaali- tai valmistusvirheestä, asennusvirheestä, huonosta ohjeistuksesta, väärästä käyttötavasta ja liiallisesta kunnossapidosta. (Järviö & Lehtiö 2012, 76; Moubry 1997, 12)

Vikaantumismalli B kuvaa, että kohteen vikaantumistodennäköisyys pysyy ensin vakiotasolla, jonka jälkeen todennäköisyys lähtee jyrkkään nousuun kohteen loppuun-

kulumisen vuoksi. Vikaantumismalli C:ssä kohteen vikaantumistodennäköisyys kasvaa tasaisesti koko sen eliniän ajan, eikä vikaantumistodennäköisyydessä tapahdu äkillisiä muutoksia. (Moubry 1997, 13)

2.2.2 Satunnaisuuteen pohjautuvat vikaantumiset

Vikaantumismalli D:ssä kohteen vikaantumistodennäköisyys sen ollessa uusi on pieni, jonka jälkeen todennäköisyys kasvaa nopeasti tasolle, jolla se pysyy kohteen eliniän ajan. Vikaantumismalli E kuvaa, että kohteen vikaantumistodennäköisyys pysyy vakiona koko kohteen eliniän ajan. Vikaantumismalli F:ssä vikaantumistodennäköisyys kohteen ollessa uusi on suuri. Lapsikuolleisuusvaiheen jälkeen todennäköisyys asetuu vakio tasolle. (Moubry 1997, 13)

Perinteinen ja monilla ihmisillä yhä oleva käsitys vikaantumisen todennäköisyydestä suhteessa kohteen elinikään on, että suurin osa vikaantumisista noudattaa vikaantumismalli A:n kylpyammekäyrää. Ilmailualalla tehtyjen tutkimusten ja niiden pohjalta tehtyjen jatkotutkimusten mukaan tämä on kuitenkin täysin väärä käsitys, sillä tutkimusten mukaan vain 3-4 prosenttia kohteista noudattaa kylpyammekäyrän vikaantumismallia. Tutkimusten perusteella aikaan pohjautuvia vikaantumismalleja A, B ja C noudattavat vain 8-23 prosenttia kohteiden vikaantumisista. Satunnaisuuteen pohjautuvia vikaantumismalleja D, E ja F noudattaa siis jopa 77-92 prosenttia kohteiden vikaantumisista. (Järviö & Lehtiö 2012, 76; Smith & Hinchcliffe 2004, 60)

Aikaan pohjautuvia vikaantumismalleja esiintyy erityisesti yksinkertaisilla laitteilla sekä komponenteilla. Niille on tyypillistä, että ne ovat suorassa kontaktissa esimerkiksi tuotteiden tai materiaalien kanssa. Vikaantumiseen liittyvät usein esimerkiksi korroosion ja mekaanisen kulumisen aiheuttamia fysikaalisia muutoksia. Syy siihen, että suurin osa vikaantumisista tapahtuu satunnaisesti on se, että nykyiset laitteet ovat monimutkaisia niin rakenteiltaan kuin käytetyiltä tekniikoiltaan. Komponentikohtaiset vikaantumismallit hukkuvat yhteisvaikutuksena kohteiden monimutkaisuuden massaan, jolloin vikaantumisen suhteellinen todennäköisyys on lähes vakio. (Järviö & Lehtiö 2012, 79)

2.2.3 Vikamuodot

Vikaantumisen tapahtumismekanismeja kutsutaan vikamuodoksi. Vikamuotojen tuntemus on toimivan kunnossapitotoiminnan perusedellytys, sillä vikamuotojen tunnistaminen ja analysointi mahdollistavat vikaantumisten ennaltaehkäisyä tai korjauksen suunnittelun ennen vikaantumista. Vikamuotojen tarkan määrittelyn avulla voidaan valita kohteen kannalta oikea suunnitellun tai korjaavan kunnossapidon strategia, jolloin pystytään suuntaamaan kunnossapitotoimenpiteet oikein ja pyrkiä erityisesti vakavia seuraamuksia aiheuttavien vikojen ennaltaehkäisyyn. Kohteen kunnossapidon suunnittelu tapahtuu käytännössä vikamuotojen tasolla. (Heinonen ym. 2009, 154; Smith & Hinchcliffe 2004, 50)

2.3 Luotettavuuskeskeinen kunnossapito - RCM

Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon kehittyminen alkoi Yhdysvalloissa 1960-luvun lopulla, kun Yhdysvaltain ilmailuvirasto alkoi kehittää lentokoneisiin sopivaa ennaltaohjattua kunnossapitoa. Kehitystyön yhteydessä kävi ilmi, että aikaan perustuvalla jaksotetulla kunnossapidolla ei ollut juuri vaikutusta monimutkaisten kohteiden vikaantumiseen, ellei kohteella ollut jotakin selvästi tunnistettavaa tai hallitsevaa vikaantumistapaa eli vikamuotoa. Käytännössä tulos tarkoitti sitä, että lentokoneissa oli paljon sellaisia kohteita, joille ei ollut tehokasta jaksotetun kunnossapidon menetelmää. Tulosten takia alettiin tutkia, miksi aikaan perustuvilla kunnossapitotoimenpiteillä ei ollut merkittävää vaikutusta vikaantumistodennäköisyyden pienentymiseen. Tutkimusten perusteella havaittiin, että kohteet eivät noudata perinteistä ja ainoaksi kuviteltua elinikään pohjautuvaa vikaantumismallia. Tutkimusryhmä tunnistoi kuusi erilaista vikaantumismallia, jotka on käsitelty opinnäytetyön kappaleessa 2.2. (Järviö & Lehtiö 2012, 162) Luotettavuuskeskeisestä kunnossapidosta käytetään yleisesti nimitystä RCM, joka on lyhenne englanninkielien sanoista reliability centered maintenance.

Luotettavuuskeskeisen kunnossapidon yhden merkittävimmän kehittäjän John Moubrayn mukaan sen keskeisimmät päämäärät ovat:

- priorisoida prosessin laitteet kustannus-, turvallisuus-, ympäristö- ja/tai laatu- perusteisesti, jonka perusteella kunnossapito kohdistetaan sellaisiin kohteisiin, joissa sitä tarvitaan eniten
- kohteiden vikaantumismekanismien selvittäminen, jotta pystytään perustellusti valitsemaan oikeat ja tehokkaimman kunnossapitomenetelmät
- kunnossapitotoimenpiteiden kohdistaminen kohteisiin, jotka ovat kohteen normaalin toiminnan aikana passiivisia, esimerkiksi raja ja turvalaitteet
- kohteille, joille ei löydetä tehokkaita ehkäisevän kunnossapidon menetelmiä, luodaan toimintaohjeet, joiden perusteella toimitaan vikaantumisen ilmettyä
- kohteiden käyttöhenkilöstö oppii seuraamaan kohteiden ja erityisesti kriittisten osa-alueiden toimintaa. (Mikkonen, ym 2009, 75)

RCM on kunnossapidon suunnittelun menetelmä, joka perustuu tutkittavan kohteen toiminnan ja toimintahistorian systemaattiseen tarkasteluun. Systemaattisen tarkastelun avulla pystytään vastaamaan kunnossapidon perusongelmaan, ehkäisevän kunnossapidon suunnitteluun. Ehkäisevän kunnossapidon suunnittelu on ollut hankalaa, koska tehokkaiden menetelmien ja analysointityökalujen puuttuessa suunnittelu on jouduttu pohjaamaan laitevalmistajien ohjeisiin ja omiin kokemuksiin. Tämä on johtanut siihen, että ehkäisevän kunnossapidon toimia suoritettiin, ja suoritetaan yhä, merkittävästi liikaa. RCM:n avulla pyritään optimoimaan kunnossapitotoimintatien, että kaikki perusteeton toiminta jätetään pois ja keskitytään kohteen kannalta oleelliseen toimintaan, jonka suorittaminen pystytään perustelemaan. RCM:ssä keskitytään varsinaisen kunnossapitotoiminnan suorittamisen lisäksi myös kohteiden suunnitteluun ja kehittämiseen kunnossapidettävyyden ja käyttövarmuuden lisäämiseksi. (Heinonen ym. 2009, 75)

2.3.1 RCM prosessi

RCM prosessin suunnittelu lähtee liikkeelle prosessiin valittavan kohteen valinnasta, rajauksesta ja systemaattisesta tiedonkeruusta. Kohteen valinnan perusteena käytetään yleensä seuraavia perusteita:

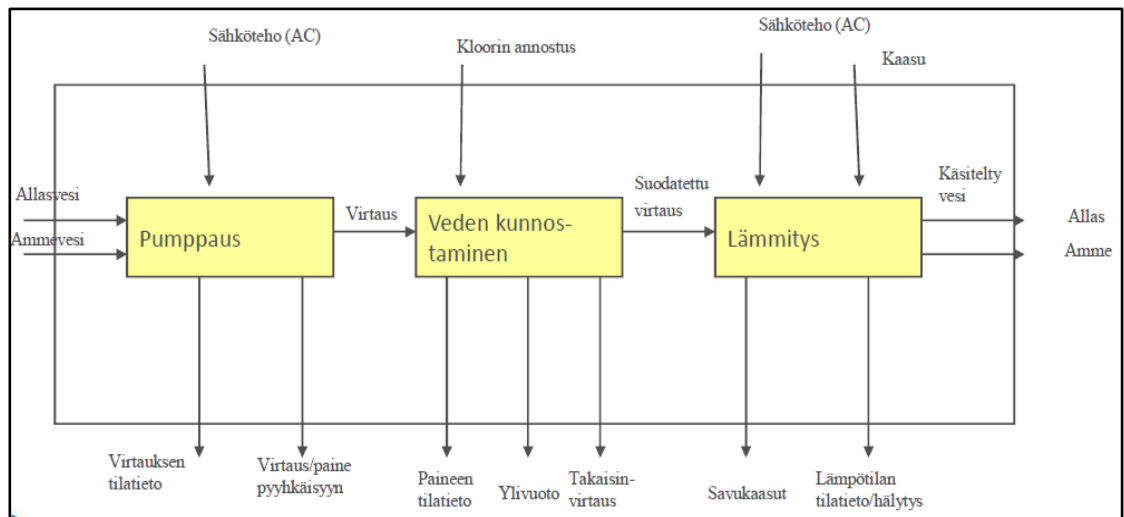
- kohteelle on suoritettu runsaasti korjaavia toimenpiteitä määritetyn ajanjakson aikana
- kohde on aiheuttanut runsaasti tuotantoseisokkeja määritetyn ajanjakson aikana

- kohteelle on suoritettu huomattavan kalliita korjaavia toimenpiteitä määritetyn ajanjakson aikana
- kohteen ehkäisevän kunnossapidon kustannukset ovat huomattavan suuret. (Smith & Hinchcliffe 2004, 71, 74-77)

RCM prosessia suunniteltaessa on arvioitava millä tasolla prosessi suoritetaan. RCM prosessi voidaan suorittaa komponentti-, järjestelmä-, tai tehdastasolla. Yleisimmin RCM prosessi toteutetaan järjestelmätasolla, koska esimerkiksi tuotantolaitokset on usein jaoteltu selkeästi eri järjestelmiin. Komponenttitasolla tehtävä analyysi jää usein liian suppeaksi eikä siitä ole saatavissa tarvittavaa informaatiota, sillä tavallisesti yksittäiset komponentit vaikuttavat useisiin eri toimintoihin. RCM prosessin suorittamista varten tarvitaan huomattava määrä erilaista tietoa. Prosessin etenemisen kannalta kaikki mahdolliset analyysissä tarvittavat dokumentit/tiedot on hyvä olla olemassa ennen varsinaisen prosessin läpiviemistä. Hyödyllisiä dokumentteja/tietoja ovat esimerkiksi:

- laitteiden tekniset piirrustukset
- laitteiden käyttöohjekirjat
- järjestelmän käyttöoppaat
- järjestelmän kaaviokuvat
- käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön kokemukset
- kohteesta saatavilla oleva vikaantumishistoria
- vastaavista kohteista muualta saatavissa oleva vikaantumishistoria. (Smith & Hinchcliffe 2004, 74-82)

Kohteen valinnan, rajauksen ja systemaattisen tiedonkeruun jälkeen pystytään suorittamaan kohteen toiminnallinen mallinnus. Tähän hyvä menetelmä on luoda toiminnallinen lohkokaavio, jossa luodaan fyysinen kuvaus siitä, mitä järjestelmän tulisi saada aikaan. (Smith & Hinchcliffe 2004, 90) Kuviossa neljä on esitetty yksinkertainen esimerkki toiminnallisen lohkokaaavion luomisen periaatteesta.



Kuvio 4. Uima-altaan vedenpuhdistusjärjestelmän toiminnallinen lohkokaavio (Niinen 2013, 26; alkup. kuvio Smith & Hinchcliffe 2004, 143)

Valitulle kohteelle suoritettava RCM-prosessi koostuu seitsemästä vaiheesta:

1. Määritetään kohteen toiminnot ja niihin liittyvät suorituskykyvaatimukset.
2. Määritetään kohteen toiminnalliset viat.
3. Määritetään toiminnalliset viat aiheuttavat vikamuodot.
4. Määritetään vian vaikutukset.
5. Määritetään vian seuraukset.
6. Määritellään ehkäisevän kunnossapidon toimenpiteet.
7. Määritellään korjaavan kunnossapidon toimenpiteet. (Moubry 1997, 7)

Toiminnot ja suorituskykyvaatimukset

Ensimmäisessä vaiheessa määritetään kohteen toiminnallisen kuvauksen pohjalta kohteen toiminnot ja suorituskykyvaatimukset, joita kohteen käyttäjät siltä edellyttävät määritetyssä käyttöympäristössä. Kohteen toiminnot voidaan jakaa kahteen kategoriaan: pää- eli primääritoimintoihin ja sekundäärisiin toimintoihin. Tässä vaiheessa varmistetaan myös se, että kohteella on alunalkaenkin riittävästi kapasiteettia suorittaa siltä vaaditut toiminnot riittävällä suorituskyvyllä. (Moubry 1997, 8)

Toiminnalliset viat

Määritetyille toiminnoille kohdistetaan toiminnallisia vikoja, jotka syntyvät kun kohde on kykenemätön suorittamaan sille määriteltyä toimintoa. Toiminnallinen vika voi olla totaalinen tai osittainen. Osittaisella toiminnallisella vialla tarkoitetaan sitä, että

kohde pystyy suorittamaan toimintiaan, mutta ei tee sitä suorituskykyvaatimusten mukaisella tasolla. (Moubry 1997, 9)

Vikamuodot

Vikamuotojen selvittämisessä on tarkoitus ottaa selville mitkä erilaiset vikaantumismekanismit voivat johtaa toiminnallisen vian syntymiseen. Vikamuodot liittyvät yleensä ikääntymiseen tai normaaliin kulumiseen. Vikamuotoja etsittäessä on kuitenkin otettava huomioon myös käyttö- ja kunnossapitohenkilöstön tekemät virheet sekä mahdolliset suunnitteluvirheet. (Moubry 1997, 9) Vikamuodoista on kerrottu aiemmin opinnäytetyön kappaleessa 2.2.1.

Vian vaikutukset

Vian vaikutuksilla tarkoitetaan kuvausta siitä, mitä tapahtuu kun vikamuoto toteutuu. Kuvauksiin tulisi sisältyä kaikki informaatio, jota tarvitaan seuraavassa vaiheessa vian seurausten arvioinnin tueksi. Kuvauksessa tulee käydä ilmi:

- miten vika pystytään havaitsemaan
- miten vika vaikuttaa tuotantoon tai käyttöön
- miten vika uhkaa turvallisuutta tai ympäristöä
- mitä toimenpiteitä pitää tehdä vian korjaamiseksi? (Moubry 1997, 9-10)

Vian seuraukset

Kaikki vikaantumiset vaikuttavat yrityksen toimintaan, mutta niiden seuraukset ovat erilaisia. Vikaantuminen voi vaikuttaa tuotantoon, laatuun, asiakaspalveluun, turvallisuuteen tai ympäristöön. Kaikille vikaantumisille on kuitenkin yhteistä se, että ne vievät aikaa ja rahaa, vähintään korjauskustannusten verran. RCM prosessissa vikojen seuraukset luokitellaan neljään ryhmään, jotka toimivat kunnossapitotoimenpiteiden suunnittelun strategisena kehyksenä:

- piilevien vikaantumisten seuraukset
- turvallisuus- ja ympäristöseuraukset
- toiminnalliset seuraukset
- ei-toiminnalliset seuraukset. (Moubry 1997, 10–11)

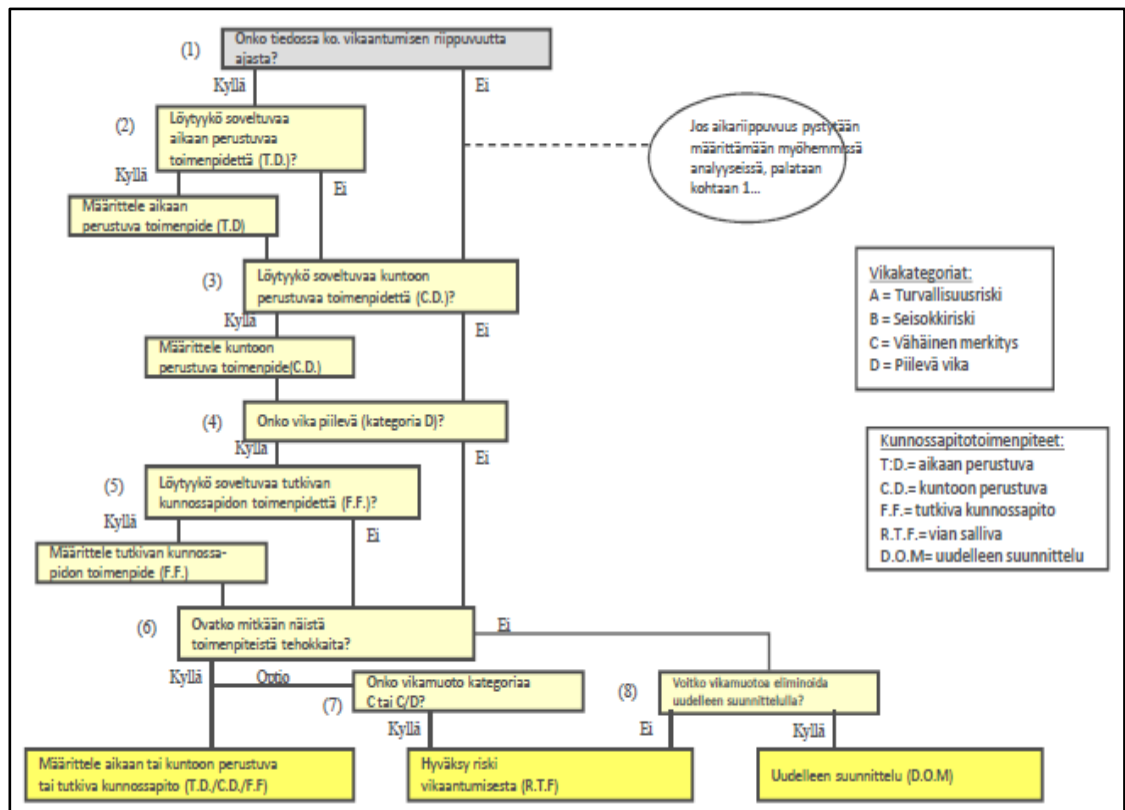
Piilevällä vikaantumisella tarkoitetaan vikaantumista, jota ei ole havaittu kohteen normaalin käytön yhteydessä. (Järviö & Lehtiö 2012, 69) Piilevillä vikaantumisilla ei ole suoraa vaikutusta, mutta ne altistavat kohteen suurelle määrälle vikaantumisia,

joilla on normaalisti vakavat seuraukset. Piilevien vikaantumisten seuraukset liittyvät yleensä suoja- tai varalaitteiden vikaantumiseen. (Moubry 1997, 10) Esimerkiksi polttomoottorin öljynpaineanturin vikaantumista ei välttämättä havaita normaalin käytön yhteydessä, mutta se altistaa moottorin vakavalle vikaantumiselle, koska öljynpaineen laskiessa moottoriin syntyy vakavia vaurioita.

Turvallisuus- ja ympäristöseurauksilla tarkoitetaan, että seuraus voi aiheuttaa henkilövahinkoja tai sen seurauksena rikotaan asetettuja ympäristöstandardeja. Toiminnallisilla seurauksilla tarkoitetaan sitä, että vikaantuminen vaikuttaa tuotantoon, asiakaspalveluun, palvelun/tuotteen laatuun tai tuotantokustannuksiin. Eitoiminnalliset seuraukset eivät aiheuta muita seurauksia, kuin vikaantumisesta aiheutuvat korjauskustannukset.

Kunnossapitotoimenpiteiden määrittäminen

RCM prosessin perusajatus on se, että kunnossapitotoimenpiteitä suunniteltaessa keskitytään erityisesti vikojen seurauksiin, eikä niinkään niiden teknisiin tunnusmerkkeihin. RCM prosessin avulla pyritään erityisesti välttämään tai vähentämään vikojen seurauksia, jolloin kunnossapitotoimenpiteiden valinta ja priorisointi tapahtuu vikojen seurausten kriittisyyden perusteella. (Moubry 1997, 11) Kuviossa viisi on esitetty perinteinen RCM prosessin mukainen kunnossapitotoimenpiteiden valintalogiikka.

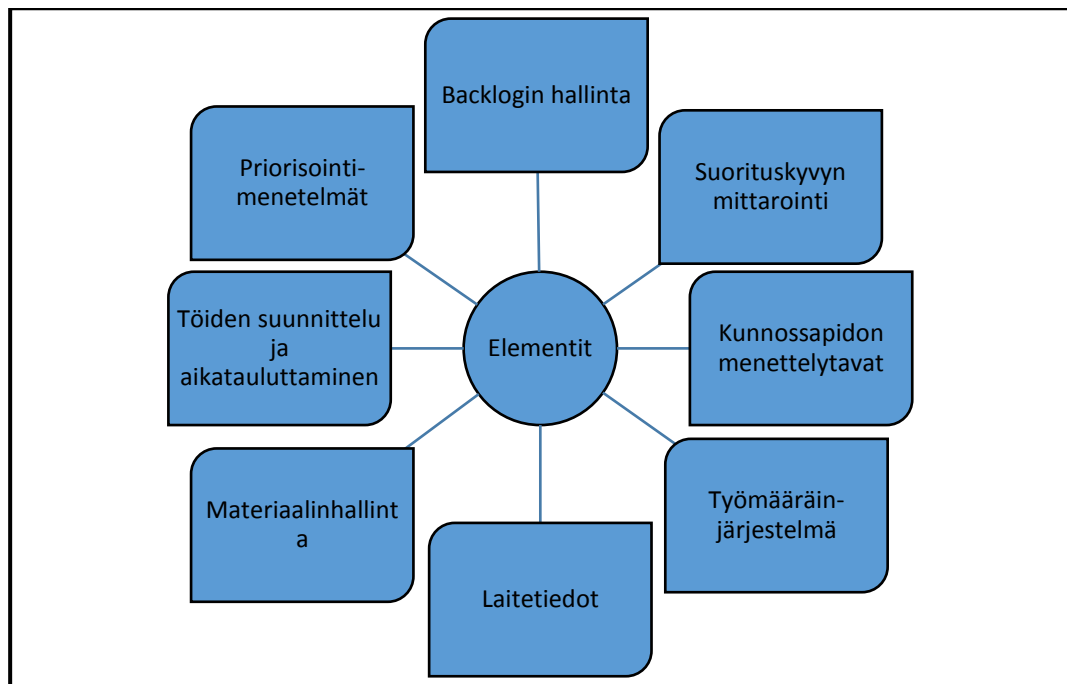


Kuvio 5. Kunnossapitotoimenpiteen valintalogiikka (Niininen 2013, 49; alkup. kuvio Smith & Hinchcliffe 2004, 114)

3 Kunnossapidon toiminnanohjaus

Kunnossapitoon liittyy varsinaisen teknisen suorittamisen lisäksi kaikkiin toimenpiteisiin liittyvät hallinnolliset ja johtamisen toimenpiteet. Kunnossapidon toiminnanohjaus voidaan lyhyesti määritellä seuraavasti: Kunnossapidon toiminnanohjaus on yrityksen kaiken tuotanto-omaisuuden hallintaa siten, että tuotanto-omaisuuteen tehtyjen investointien tuotto pyritään maksimoimaan. Käytännössä tämä tapahtuu siten, että kunnossapitoon liittyvien toimien avulla taataan, että tuotanto-omaisuus täyttää sille asetetut toimintavaatimukset koko elinkaaren ajan. (Wireman 1998, 1)

Tehokas kunnossapidon toiminnanohjaus koostuu useista eri elementeistä. Kuviossa kuusi on esitetty kahdeksan tehokkaan kunnossapidon toiminnanohjauksen tärkeintä elementtiä.



Kuvio 6. Kunnossapidon toiminnanohjauksen elementit (Dhillon 2006, 176, muokattu)

Kunnossapidon menettelytavat

Kunnossapito-organisaation on tärkeää tehdä kunnossapidon menettelytavat yleisesti selviksi, jotta kaikilla on selvä käsitys kunnossapidon toiminnanohjaus menetelmistä ja edelleen kunnossapitotoimista. Normaalisti kunnossapito-organisaatioilla on ohjekirjat, jotka sisältävät tietoa menettelytavoista, tavoitteista, vastuualueista, ohjelmista, raportointi vaatimuksista, suorituskykymittauksista ja käyttökelpoisista metodeista ja tekniikoista. (Dhillon 2006, 175)

Työmääräinjärjestelmä

Työmääräin valtuuttaa ja ohjaa työntekijät suorittamaan määritetyn kunnossapito-tehtävän. Hyvä työmääräin pitää sisällään työnkuvauksen ja siihen liittyvät syyt, työn suorittamiseen liittyvät aikatauluvaatimukset, tarvittavat nimikkeet, työkategorian ja henkilöstö- ja materiaalikustannukset. Työmääräinjärjestelmän tulisi pitää sisällään kaikki kunnossapitoon liittyvät työsuoritteet, jotta kunnossapitokustannuksia ja toimenpiteiden tehokkuutta pystytään arvioimaan. (Dhillon 2006, 175)

Laitetiedot

Kunnossapito-organisaatio tarvitsee paljon tietoa järjestelmistään ja laitteistaan, jotta se pystyy tehokkaasti ohjaamaan kunnossapitotoimintaa. Laitetiedot koostuvat normaalisti neljästä kategoriasta: osaluettelosta, laitteeseen liittyvistä dokumenteista, kunnossapitokustannuksista ja suoritetuista kunnossapitotöistä. Laitetietoja voidaan hyödyntää kunnossapitotoimenpiteiden suunnittelun lisäksi:

- uusien laitteiden hankinnan tukena
- elinkaarikustannusten laskennassa
- tietyn laitteen korvauksen tai modifikaation suunnittelussa
- luotettavuutta ja kunnossapidettävyyttä tutkittaessa. (Dhillon 2006, 177)

Materiaalinhallinta

Materiaalinhallinta on tärkeä osa kunnossapidon toiminnanohjausta, koska tutkimusten mukaan materiaalikustannukset aiheuttavat 30–40 prosenttia suorista kunnossapitokustannuksista. Materiaalinhallinta on myös avainasemassa kunnossapidon tehokkuuden ylläpitämisessä. Materiaalin puute aiheuttaa viivästyksiä kunnossapitotoimenpiteiden suorittamiseen ja samalla kunnossapitohenkilöstön käytön tehokkuus laskee, koska toimenpiteitä ei pystytä suorittamaan. (Dhillon 2006, 176)

Töiden suunnittelu ja aikatauluttaminen

Kunnossapitotöiden suunnittelu ja aikatauluttaminen ovat kunnossapidon toiminnanohjauksen merkittävimpiä tehtäviä. Kunnossapitotöiden suunnittelu pitää sisälleen tarvittavien komponenttien, työkalujen ja muiden materiaalien hankinnan, tuotannollisten seikkojen huomioon ottamisen ja työturvallisuuteen vaikuttavien tekijöiden kartoituksen. Töiden huolellinen suunnittelu on tärkeää, sillä se vaikuttaa suuresti työtehtäville luotujen aikataulujen toteutumiseen. (Dhillon 2006, 176)

Priorisointimenetelmät

Kunnossapitotöiden prioriteettien määrittäminen on todella tärkeää, sillä erinäisten muuttujien takia on mahdollista, että kaikkia kunnossapitotöitä ei pystytä suorittamaan niille varattuina ajankohtina. Priorisointia voidaan suorittaa esimerkiksi seuraavien seikkojen pohjalta:

- kuinka tärkeä toimenpiden on kohteen toimintavarmuuden kannalta

- kuinka kriittinen kohde on tuotannon kannalta
- milloin kunnossapitotyö voidaan suorittaa seuraavan kerran
- voidaanko sopivaa kunnossapitotyön tekemisajankohtaa odottaa ilman, että vikaantumisriski kasvaa liian suureksi. (Dhillon 2006, 177)

Backlogin hallinta

Backlogilla tarkoitetaan suorittamista odottavien työtehtävien kasaantumista. Backlogin määrä vaikuttaa suuresti kunnossapidon toiminnanohjauksen tehokkuuteen. Backlogin tunnistaminen on tärkeää, jotta kunnossapito-organisaatio pystyy tasapainottamaan työkuormaa esimerkiksi alihankinnan, ylitöiden tai uusien työntekijöiden avulla. (Dhillon 2006, 177)

Suorituskyvyn mittarointi

Suorituskyvyn mittarointi on kunnossapidon toiminnanohjauksen työkalu, jolla seurataan kunnossapito-organisaation toiminnan tehokkuutta useista eri näkökulmista. (Dhillon 2006, 177) Kunnossapidon suorituskyvyn mittarointia käsitellään opinnäytetyön kappaleessa 3.3 kunnossapidon mittarointi.

3.1 Kunnossapidon kustannukset

Kunnossapito on merkittävä tuotannon tekijä, johon on kohdistettava taloudellisia panostuksia, jotta sen avulla pystytään saavuttamaan esimerkiksi kuviossa yksi esitettyjä kunnossapidon tuottoja. Kunnossapidon kustannukset jaetaan kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteät kustannukset ovat kustannuksia, joiden suuruus ei riipu toiminta-asteen vaihteluista lyhyellä aikavälillä. Muuttuvien kustannusten suuruus muuttuu yrityksen toiminta-asteen mukaan. (Marjakoski 2013, 3)

Kiinteät ja muuttuvat kustannukset koostuvat välittömistä ja välillisistä kunnossapidon kustannuksista. Välittömät kunnossapidon kustannukset koostuvat suorista kunnossapitotoiminnan ylläpitämisestä aiheutuvista kustannuksista. Tyypillisiä välittömiä kunnossapidon kustannuksia ovat esimerkiksi:

- kunnossapito-organisaation palkka- ja sivukulut
- alihankintakustannukset
- materiaali- ja tarvikkekustannukset
- hankintakustannukset

- varaosa- ja laitehankinnat
- toimitilasta aiheutuvat kustannukset
- varastointikustannukset. (Järviö & Lehtiö 2012, 180; Marjakoski 2013, 4)

Välittömiä kunnossapidon kustannuksia voidaan mitata varsin helposti ja niiden koostumiseen on helppo vaikuttaa, mutta niiden vaikutus kunnossapitotoiminnan kokonaiskustannuksiin on kuitenkin pienempi kuin yleisesti ajatellaan. Suurin osa välittömistä kunnossapitokustannuksista on muuttuvia kustannuksia. (Järviö & Lehtiö 2012, 180; Marjakoski 2013, 4)

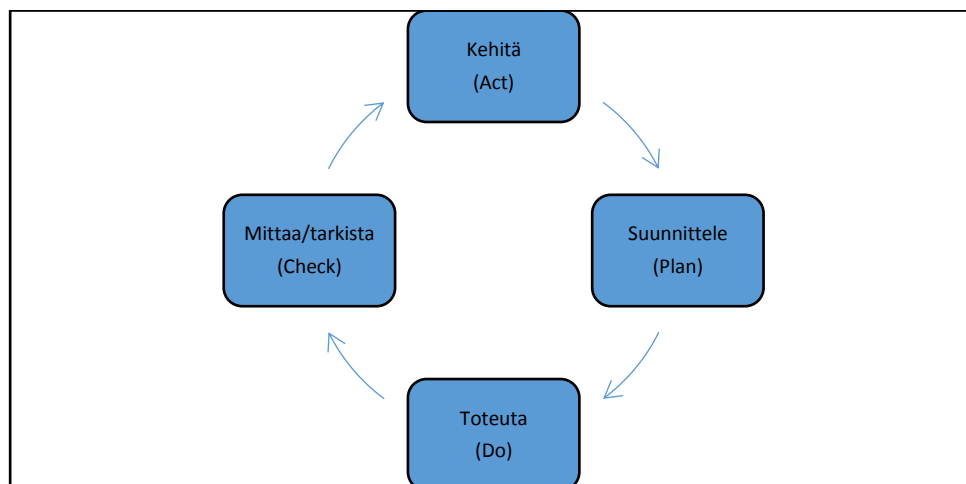
Välilliset kunnossapidon kustannukset aiheutuvat välillisesti kunnossapidon suorittamisesta. Välilliset kustannukset ovat pääasiassa kiinteitä kustannuksia. Niille on ominaista, että kustannusten kohdentaminen eri kustannuspaikoille ei ole suoraviivaista vaan tehdään yleensä määriteltyjen laskusääntöjen mukaisesti. Niitä on myös hyvin vaikea jakaa järkevästi kunnossapidon eri toiminnoille. Tyypillisiä välillisiä kustannuksia ovat esimerkiksi:

- epäkäytettävyyuskustannuksista aiheutuva toteutumaton kate-tuotto
- tuotantovakuutukset
- elinaikakustannusten kasvu
- huonosta laadusta aiheutuva hylky
- uudelleen tekeminen
- ylityökustannukset
- tuotannosuunnittelun lisäkustannukset
- väärin mitoitettut varastot
- ylimitoitettu käyttöomaisuus
- hallitsematon resurssien käyttö
- ylityökustannukset. (Järviö & Lehtiö 2012, 180-181; Marjakoski 2013, 4)

Välilliset kunnossapitokustannukset ovat tavallisesti suuremmat kuin välittömät kustannukset ja niiden vaikutus yrityksen koko toimintaan on suuri. Välillisiin kunnossapitokustannuksiin keskitetyillä säästötoimilla voidaan saavuttaa suuria säästöjä, mutta säästötoimien suunnittelu on hankalaa, koska välillisten kustannusten mittarointi on hankalaa. (Järviö & Lehtiö 2012, 181)

3.2 Kunnossapidon mittarointi

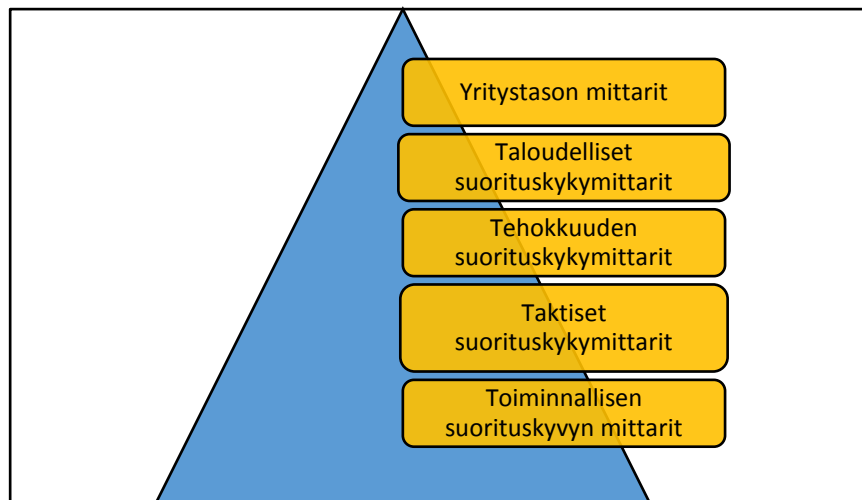
Kunnossapidon mittarointi on merkittävä osa kunnossapidon toiminnanohjausta tehokkaassa kunnossapito-organisaatiossa. Kunnossapitotoiminnan ylläpitämisen ja kehittämisen tulisi olla jatkuvan parantamisen prosessi. Toimintaperiaatteena voidaan pitää laatuguru Demingin kehittämää jatkuvan parantamisen mallia, joka on esitetty kuviossa seitsemän. Jatkuvan parantamisen malli koostuu neljästä vaiheesta, suunnittelusta, toteutuksesta, mittaamisesta ja kehittämisestä. Demingin ympyrän pääperiaate on se, että toiminnan kehittäminen on jatkuvaa, eikä se valmistu koskaan. Tällä pyritään kehittämään yrityksen sisäisiä kykyjä ja valmiuksia, jotta yritys pystyy erottumaan kilpailijoistaan jatkuvasti muuttuvassa liiketoimintaympäristössä. (Heinonen ym. 2009, 23; Wireman 1998, 159)



Kuvio 7. Demingin PDCA-ympyrä (Heinonen ym. 2009, 23, muokattu)

Kaiken liiketoiminnan mittaamisen perustana voidaan pitää sitä, että yritystoiminnan tavoitteena on tuottaa voittoa. Pelkän taloudellisen menestymisen mittaaminen ei kuitenkaan riitä, sillä yritystoiminnan kannattavuuden laskiessa on pystyttävä selvittämään syyt, jotka heikentävät yrityksen kannattavuutta. Tämän seurauksena yrityksen mittausjärjestelmä tulisi luoda hierarkkisesti ylhäältä alaspäin. Tyypillinen mittariston suunnittelun hierarkkia on esitetty kuviossa kahdeksan. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että esimerkiksi kunnossapito-organisaation suorituskykykymittarit luodaan ensisijaisesti siten, että niiden tulosten perusteella pystytään arvioimaan kunnossapito-organisaation toiminnan vaikutusta koko yrityksen toimintaan. (Laine 2010, 232; Wireman 1998, 167) Mittareiden käyttö, jotka eivät tue yrityksen yle-

män tason mittareita aiheuttavat ongelmia, eikä yritys pysty tekemään oikeita parannuksia tai muutoksia sen toimintaan. (Wireman 1998, 180).



Kuvio 8. Mittariston suunnittelun hierarkkia (Wireman 1998, 180, muokattu)

Yrityksen liiketoiminnan kehittämisen kannalta mittaristo on luotava yrityskohtaisesti sen strategian ja toimintamalliin pohjautuen. Mittaroinnin onnistumisen perusedellytyksiä ovat oikeiden seurantamittareiden valinta, tehokas mittarointitoiminta ja tulosten järjestelmällinen tulkinta. Mittaroinnin tärkeimpiä osa-alueita on se, että pystytään löytämään yhteys yrityksen toiminnan ja rahallisen tuloksen välille. Tämän takia on tärkeää mitata rinnakkain sekä rahallisia, että toiminnallisia tuloksia. (Laine 2010, 233) Erityisesti kunnossapidon mittaroinnissa korostuu rinnakkain mittaamisen merkitys. Kunnossapidon menot pystytään näkemään puhtaasti rahana, mutta kunnossapidon tuotot on usein mahdotonta muuttaa konkreettisesti rahaksi ilman erilaisia mittareita. Kunnossapidon tuottojen esittämisen kyvyttömyyden takia kunnossapidon tarvitsemat investoinnit ja kehittämistoimenpiteet saatetaan usein kyseenalaistaa.

4 Kuorma-auton kunnossapito

4.1 Kuorma-auton kunnossapitoa määrittelevät tekijät

Kuorma-auton kunnossapitotarve koostuu pääasiassa kolmesta päätekijästä:

- kuljetusliikkeen kalustolleen asettamista käytettävyystavotteista
- Suomen tieliikennelaista
- kuorma-autolle suunnitellun elinjakson tuoton maksimoinnista.

Suomen tieliikennelakiin nojautuvat valtioneuvoston asetukset pohjautuvat pääasiassa kuorma-autojen turvallisuuteen ja ympäristömääräysten noudattamiseen.

Kuorma-autojen käyttöturvallisuudesta huolehtiminen on elintärkeää, sillä kuorma-autoilla liikennöidään julkisessa liikenteessä, jolloin kuorma-autojen epäkunto altistaa muut tiellä liikkujat onnettomuuksille. Kuorma-autojen tieliikennekelvottomuuden ylläpidon tulisi kuulua kuljetusliikkeen peruseriaatteisiin ja sen tulisi olla yhtä merkittävä tekijä kunnossapidon suunnittelussa kuin toiminnalliset ja taloudelliset tavoitteet.

4.2 Suomen tieliikennelain vaikutus

Kuorma-autojen kunnossapidon suorittamista ohjaa kuljetusliikkeiden toiminnallisten ja taloudellisten tavoitteiden lisäksi Suomen tieliikennelaki. Kuorma-autoilla liikennöidään Suomen valtion omistamalla tieverkolla, jonka takia kuorma-autojen on noudatettava Suomen valtion asettaman tieliikennelain mukaisia säädöksiä. Säädösten rikkominen on rangaistavaa ja niiden täyttämistä seurataan ajoneuvojen määräaikaikatsastusten ja viranomaisten tekemien teknisten tienvarsitarkastusten avulla. Valtioneuvoston asetuksessa liikenteessä käytettävien ajoneuvojen liikennekelvottomuuden valvonnasta määritellään eri ajoneuvoluokkien määräaikaikatsastusvelvollisuus, määräaikaikatsastuksen sisältö ja tekninen tienvarsitarkastus.

4.2.1 Määräaikaiskatsastus

N2- ja N3-luokan kuorma-autojen määräaikaiskatsastusvelvollisuus määritellään seuraavasti:

Ensimmäisen kerran viimeistään vuoden kuluttua ajoneuvon käyttöönottopäivästä ja sen jälkeen vuosittain viimeistään käyttöönottopäivää vastaavana päivänä. (A 19.12.2002/1245, 3.§.)

N2-luokan kuorma-autolla tarkoitetaan kuorma-autoa, jonka kokonaismassa on suurempi kuin 3500 kg, mutta alle 12 000 kg. N3-luokan kuorma-auton kokonaismassa on yli 12 000 kg. (Ajoneuvoluokat 2016)

Määräaikaiskatsastuksen sisältö määritellään valtioneuvoston asetuksessa seuraavasti:

1. *Määräaikaiskatsastuksessa todetaan ajoneuvon yksilöimiseksi rekisteritunnus ja valmistenumero. Ajoneuvon rekisteriotteeseen merkityt tekniset tiedot ja soveltuvat muut tiedot tarkastetaan. Määräaikaiskatsastus sisältää ajoneuvon teknisen tarkastuksen sekä auton, kevyen nelipyörän ja nelipyörän pakokaasupäästöjen tarkastuksen.*
2. *Ajoneuvon teknisessä tarkastuksessa tarkastetaan ajoneuvo sen toteamiseksi, että:*
 - a) *ajoneuvo ja sen varusteet ovat niitä koskevien säännösten mukaisessa kunnossa*
 - b) *ajoneuvo on liikenteessä turvallinen*
 - c) *ajoneuvosta ei aiheudu tarpeettomia ympäristöhaittoja. (A 19.12.2002/1245, 6.§.)*

Kuorma-auton on täytettävä määräaikaiskatsastuksessa asetetut vaatimukset, jotta sitä voidaan laillisesti käyttää Suomen tieliikenteessä.

4.2.2 Tekninen tienvarsitarkastus

Tekninen tienvarsitutkimus on poliisi-, tulli- tai rajavartiomiehen suorittama ajoneuvon tekninen tarkastus, joka määritellään valtioneuvoston asetuksessa liikenteessä käytettävien ajoneuvojen liikennekelpoisuuden valvonnasta seuraavasti:

1. *Ajoneuvon tekninen tienvarsitarkastus voi sisältää:*
 - a) *pysähtyneenä olevan ajoneuvon kunnan silmämääräisen tarkastuksen;*

- b) ajoneuvon teknisen kunnan, katsastusten suorittamisen ja muiden säännösten mukaisuuden osoittavien asiakirjojen tarkastuksen;
- c) ajoneuvon teknisen kunnan tarkastuksen. (A 19.12.2002/1245, 19.§.)

Viranomaiset voivat määrätä kuorma-auton ajokieltoon, jos kuorma-auton määräaikaikatsastus on suorittamatta tai se ei täytä varusteiltaan, rakenteeltaan tai kunnoltaan tieliikennelain vaatimia pykäliä. Tieliikennelain rikkomisesta määrätään tavallisesti rangaistusvaatimus liikenneturvallisuuden vaarantamisesta. Vastuu kuorma-auton kunnosta, rekisteröinnistä ja katsastuksesta määritellään ajoneuvolaissa seuraavasti:

Ajoneuvon omistaja tai hänen sijastaan rekisteriin ilmoitettu haltija sekä ajoneuvon kuljettaja ovat vastuussa siitä, että liikenteeseen käytettävä ajoneuvo on liikennekelpoinen ja, jos sitä edellytetään, rekisteröity ja asianmukaisesti katsastettu. Jos ajoneuvoa kuljettaa sen omistajan tai haltijan työntekijä, työnantajan on huolehdittava siitä, että ajoneuvo on liikennekelpoinen, kun se luovutetaan työntekijän kuljetettavaksi, ja että ajoneuvo tarkastetaan ja huolletaan riittävän usein sen pitämiseksi liikennekelpoisessa kunnossa. Kuljettajan on viipymättä ilmoitettava työnantajalle ajoneuvon kunnossa havaitsemistaan puutteista, joita hän ei voi itse korjata. (A 11.12.2002/1090, 9.§.)

Eduskunnan päätöksen mukaisesti säädetyssä ajoneuvolaissa määrätään N2- ja N3-luokan kuorma-autoihin liittyvät turvallisuusvaatimukset seuraavasti:

Liikenteessä käytettävässä ajoneuvossa on turvallista käyttämistä varten oltava:

- 1) luotettava ja varmatoiminen ohjauslaite;
- 2) moottorikäyttöisessä ajoneuvossa, polkupyörässä sekä auton ja liikennetraktorin perävaunussa käyttöjarru;
- 3) renkaat ja vanteet taikka telat tai jalakset, jotka vastaavat niille kohdistuvaa kuormitusta;
- 4) moottorikäyttöisessä ajoneuvossa paloturvallinen polttoainejärjestelmä;
- 5) tarpeelliset valaisimet, heijastimet ja heijastavat tunnuskilvet;
- 6) varoituskolmio, jos ajoneuvon kokonaismassa on suurempi kuin 500 kg; O1-luokan ajoneuvossa ja muussa hinattavassa ajoneuvossa, jonka kokonaismassa on enintään 750 kg ja jonka veto-

- ajoneuvossa on varoituskolmio, riittää, jos varoituskolmio on vetoajoneuvossa;*
- 7) *M- ja N1-luokan ajoneuvon ohjaamossa ja matkustajatilassa kuljettajaa ja matkustajia törmäystilanteessa suojaavat rakenteet ja laitteet;*
 - 8) *kuljettajalla riittävä näkyvyys eteen, sivuille ja taakse; näkyvyys taakse saadaan tarvittaessa järjestää taustapeilien avulla tai muulla vastaavalla järjestelmällä;*
 - 9) *ajoneuvossa, jonka ohjaamo on umpinainen, tuulilasi ja tarpeelliset laitteet näkyvyyden varmistamiseksi tuulilasin läpi kaikissa sääoloissa;*
 - 10) *tarpeelliset laitteet ja rakenteet kevyiden ajoneuvojen suojaamiseksi törmäystilanteessa;*
 - 11) *moottorikäyttöisessä ajoneuvossa ja polkupyörässä äänimerkinantolaite;*
 - 12) *moottorikäyttöisessä ajoneuvossa nopeusmittari sekä M2-, M3-, N2- ja N3-luokan ajoneuvossa nopeudenrajoitin;*
 - 13) *neli- tai useampipyöräisessä moottorikäyttöisessä ajoneuvossa peruutuslaite;*
 - 14) *rakenteet, jotka turvaavat riittävän ohjattavuuden, riittävät kaarreajo- ja jarrutusominaisuudet sekä kääntyvyyden;*
 - 15) *pyörillä varustetussa ajoneuvossa riittävä maavara;*
 - 16) *tavaran kuljetukseen käytettävässä ajoneuvossa turvalliset ja kuljetettavalle kuormalle soveltuvat kuormatilan rakenteet, laitteet ja varusteet;*
 - 17) *perävaunussa sekä ajoneuvossa, jota käytetään perävaunun tai hinattavan laitteen vetoon, varmatoiminen ja kestävä kytkentälaitte. (A 11.12.2002/1090, 25.§.)*

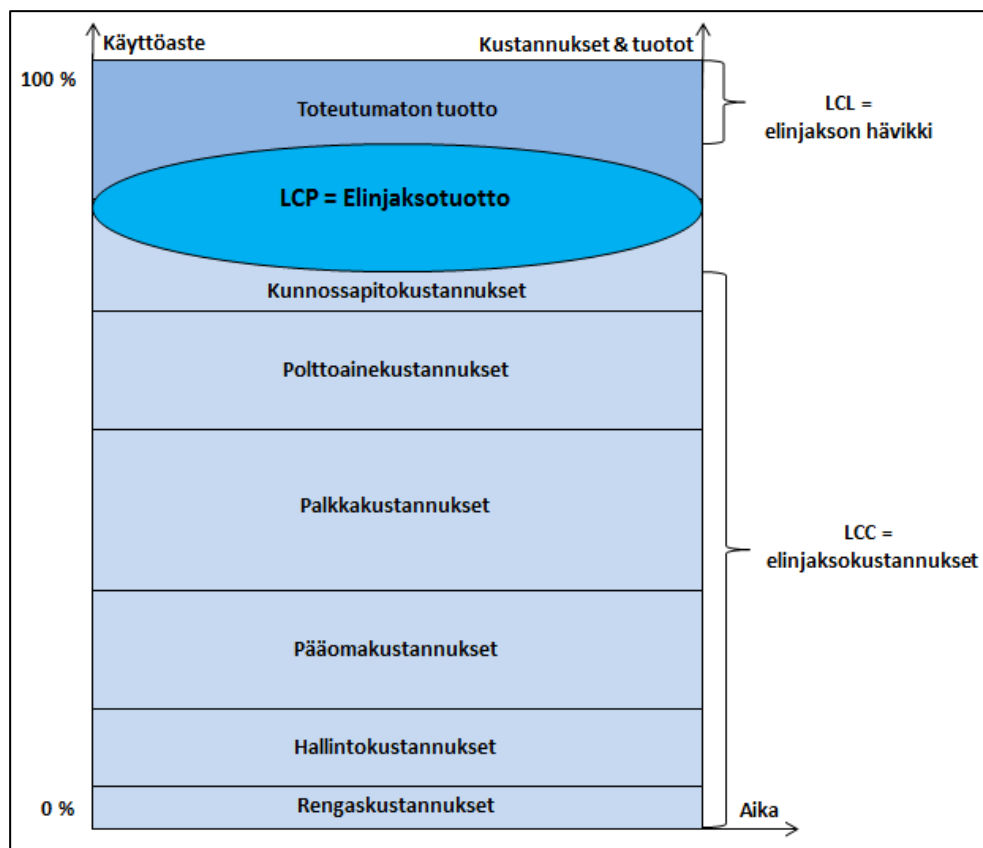
4.3 Elinjaksoajattelu

Investoinnin suunnittelu-, käyttö- ja kunnossapitokustannukset sekä vikaantumisista aiheutuvat välilliset kustannukset ovat suuruudeltaan huomattavia suhteessa hankintahintaan investoinnin ollessa pitkäaikainen. Elinjaksoajattelu perustuu siihen, että investointipäätöstä tehdessä pyritään ennakoimaan koko laitteen elinjakson aikana syntyvät tuotot ja kustannukset ja samalla löytämään kokonaistaloudellisesti optimaalinen ratkaisu. Usein hankintahinnaltaan edullisin vaihtoehto ei ole kokonaistaloudellisesti järkevin vaihtoehto, koska sen käyttö ja kunnossapitokustannukset saattavat olla huomattavasti suuremmat. Elinjaksoajattelu toteutetaan käytännössä elinjaksokustannus- ja elinjaksotuottolaskennan avulla. (Heinonen ym. 2009, 43, 46; Taipale 1998, 16) LCC (life cycle cost) ja LCP (life cycle profit) -laskennan avulla kuljetusliike pystyy tekemään kustannustehokkaita päätöksiä kuorma-autojen hankintaan, vaihtoon ja korjaamiseen liittyen.

4.3.1 Elinjaksotuotto LCP

Elinjaksotuottoa laskettaessa otetaan huomioon kaikki laitteen elinjakson aikana syntyvät kustannukset ja kaikki hävikit, jotka vähentävät laitteen tuottoa suunnitellusta. Kaikki syntyneet välilliset ja välittömät kustannukset vähennetään saavutetusta bruttotuotosta. (Heinonen ym. 2009, 43, 47)

Kuviossa yhdeksän kuvataan kuorma-auton elinjakson tuoton syntymistä. Kuviossa yhdeksän vasen pystyakseli kuvaa kuorma-auton käyttöastetta prosentteina. 100 % tarkoittaa sitä, että kuorma-autolla liikennöidään suunnitellun aikataulun mukaisesti ilman huoltoseisokkeja määrätyn ajanjakson ajan siten, että sen kuormausaste on 100 %. Vasen pystyakseli kuvaa kustannusten ja tuottojen syntymistä. Vaaka-akseli kuvaa kuorma-auton elinjakson kehittymistä.



Kuvio 9. Kuorma-auton elinjakson tuoton muodostuminen (Berbspång & Kali 2011, 35, muokattu)

Kuvaajaa tulkitaan siten, että kuorma-autoon tehtävillä rahallisilla panostuksilla saavutetaan tuotto, jonka suuruuteen vaikuttaa toteutumattoman tuoton suuruus. Yh-

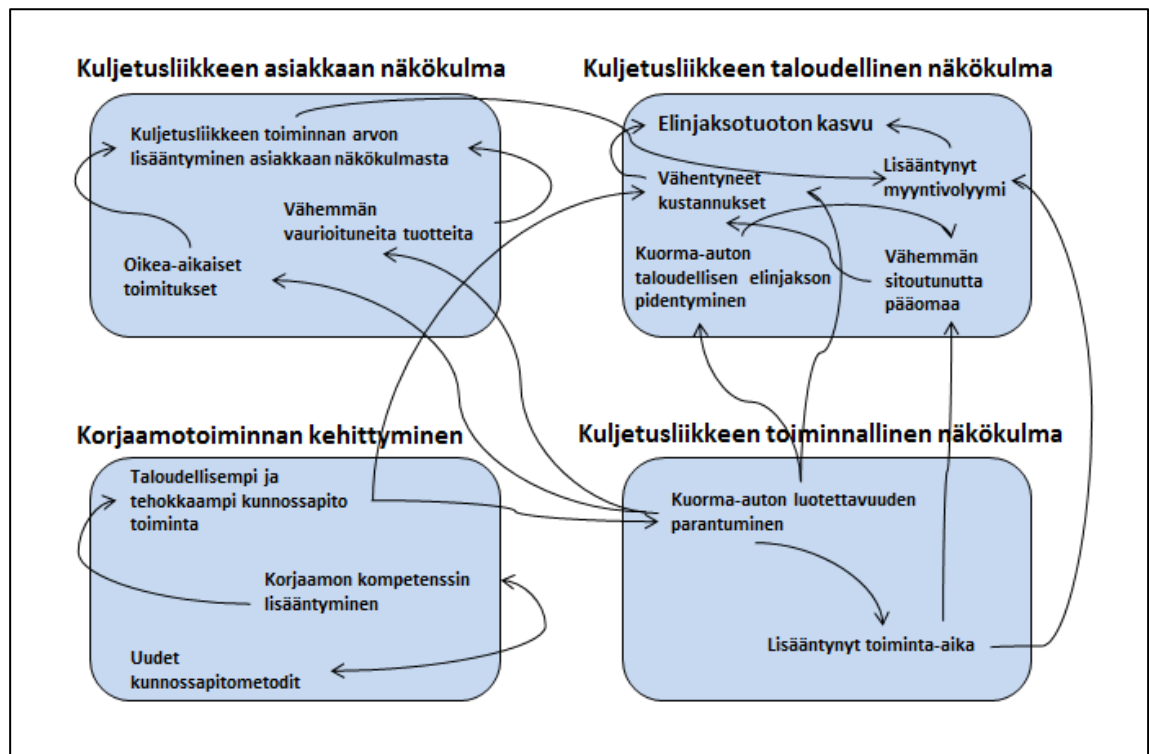
teisvaikutuksena saavutettujen tuottojen ja toteutuneiden kustannusten väliin jää elinjaksotuottoa kuvaava alue. Alueen yläpinta kuvaa todellisia tuottoja ja alapinta toteutuneita kustannuksia. Kuorma-auton hankinnasta ja käytöstä syntyy:

- kunnossapitokustannuksia
- käyttökustannuksia
- hallintokustannuksia
- pääomakustannuksia
- toteutumattomasta tuotosta aiheutuvia tappioita. (Järviö & Lehtiö 2012, 183)

4.3.2 Kunnossapitotoiminnan kehittämisen vaikutus elinjaksotuottoon

Suuri osa kuorma-auton elinjaksokustannuksista määräytyy jo investoinnin suunnitteluvaiheessa. Esimerkiksi puolustuslaitoksessa tehtyjen tutkimusten mukaan on todettu, että noin 70 % laitteen elinjaksokustannuksista on lyöty lukkoon ennen investoinnin suorittamista. Tämän vuoksi investoinnin suunnittelu- ja hankintavaihe ovat erittäin merkityksellisiä syntyvän elinjaksotuoton suuruuden kannalta. (Laine 2010, 90) Kunnossapitotoiminnan kehittämisellä pyritään ensisijaisesti vaikuttamaan toteutumattoman tuoton suuruuteen, mutta samalla sillä pystytään vaikuttamaan useisiin eri tekijöihin, jotka vaikuttavat elinjaksokustannusten kertymiseen elinjakson aikana.

Kuviossa kymmenen on esitetty yksinkertaistetusti kunnossapitotoiminnan kehittämisen vaikutus kuljetusliikkeen toiminnan kannalta tärkeimpiin osa-alueisiin: asiakastyytyväisyyteen ja kuljetusliikkeen taloudelliseen sekä toiminnalliseen kyvykkyyteen.



Kuvio 10. Kunnossapitotoiminnan kehittämisen vaikutus liiketoimintaan (Berbspång & Kali 2011, 38, muokattu)

Toteutumaton tuotto

Järjestelmällisen ja oikein suunnatun suunnitellun kunnossapidon keinoin pystytään vaikuttamaan syntyvän toteutumattoman tuoton määrään. Toteutumaton tuotto syntyy pääasiassa suunnittelemattomien huoltoseisokkien (häiriökorjausten) seurauksena. Suunnittelemattoman huoltoseisokin aikana kuorma-autolla ei pystytä kuljettamaan sille suunniteltuja kuormia. Toteumatonta tuottoa lisää varsinaisen huoltoseisokin lisäksi useat muut tekijät kuten:

- kunnossapitohenkilöstön saapuminen tapahtumapaikalle
- kuorma-auton ajaminen tai hinaaminen korjaamolle
- hinausauton odottaminen
- vikadiagnoosin tekeminen
- varsinaisen korjauksen suorittamisen odotus, johtuen esimerkiksi varaosien puutteesta tai oman/ulkoistetun korjaamon työtilanteesta. (Berbspång & Kali 2011, 37, 52)

Suunnitellut huoltoseisokit eivät lähtökohtaisesti lisää toteumatonta tuottoa, sillä ne tulisi suunnitella siten, että ne suoritetaan aikoina, jolloin kuorma-autolla ei ole suunniteltua käyttöä. On kuitenkin mahdollista, että suunniteltuja huoltoseisokkeja ei pystytä aikatauluttamaan siten, etteivät ne vaikuta kuorma-auton käyttökapasi-

teettiin. Tällöin myös suunnitellut huoltoseisokit kasvattavat toteutumattoman tuoton määrää. (Berbspång & Kali 2011, 37; Järviö & Lehtiö 2012, 183)

Kunnossapitokustannukset

Kunnossapitotoiminnan kehittämällä pyritään vähentämään siitä suoraan syntyviä kustannuksia. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että kunnossapitotoimintaan tehtäviä taloudellisia panostuksia suoranaisesti vähennettäisiin vaan sitä, että tehtävät panostukset kohdistetaan oikein. Säästöjä pyritään ensisijaisesti hakemaan sillä, että suunnittelemattomat häiriökorjaukset pyritään minimoimaan suunnitellun kunnossapidon avulla. Suunnittelemattomien häiriökorjausten vähentämisellä saadaan esimerkiksi seuraavia säästöjä, jotka kohdistuvat suoraan kunnossapitotoimintaan:

- hankintahinnaltaan arvokkaiden laitteiden/komponenttien vikaantumisten vähentyminen
- perusteettoman jaksotetun kunnossapidon vähentyminen
- kunnossapitohenkilöstön ylitöiden vähentyminen
- ulkoistetun kunnossapidon käytön vähentyminen
- hinauskustannusten pienentyminen
- korvaavan kuljetuskaluston käytön vähentyminen. (Berbspång & Kali 2011, 36–37, 46)

Käyttökustannukset

Kunnossapitotoiminnan kehittämällä pystytään vaikuttamaan seuraaviin kuorma-auton käytöstä syntyviin kustannuksiin:

- kuljettajien palkkakustannuksiin
- rengaskuluihin
- polttoainekuluihin.

Kuljettajien palkkakustannukset ovat yksi kuljetusliikkeen merkittävimmistä kustannuksista. Kuorma-auton käytettävyyden parantuessa kuljettajien tekemästä tuottamattomasta työstä aiheutuvat palkkakulut pienenevät. Tuottamattomat palkkakustannukset johtuvat siitä, että erityisesti liikennöinnin aikana tapahtuvien vikaantumisten seurauksena kuorma-auton kuljettajalle joudutaan maksamaan palkkaa siitä huolimatta, että kuorma-autolla ei pystytä suorittamaan sille suunniteltua tuottavaa työtä. (Berbspång & Kali 2011, 46)

Kunnossapidolla pystytään vaikuttamaan kuorma-auton renkaiden käyttöikään. Yksinkertaisin keino, jolla renkaiden käyttöikää voidaan pidentää, on renkaiden ilmanpaineiden säännöllinen tarkastus. Liian suuri tai pieni rengaspaine vaikuttaa merkittävästi renkaiden kulumiseen. Kuorma-auton alustarakenteiden säännöllisellä tarkastuksella pystytään löytämään kuluneet komponentit kuten puslat, pallonivelet ja pyöränlaakerit, jotka aiheuttavat ohjauskulmien muuttumista. Ohjauskulmien muutos alkuperäisestä aiheuttaa renkasiin lisää vierintävastusta, jonka seurauksena renkaat kuluvat nopeammin. Vierintävastuksen kasvaminen vaikuttaa myös negatiivisesti kuorma-auton polttoainetaloudellisuuteen.

Kunnossapidolla on havaittu olevan myös merkittävä vaikutus kuorma-auton polttoainetaloudellisuuteen. North American Council for Freight Efficiency tekemän tutkimuksen mukaan tehokkaalla ennakkohoito-ohjelmalla pystytään parantamaan kuorma-auton polttoainetaloudellisuutta 5–10 %. Tutkimuksessa kävi ilmi, että jopa perinteisen ennakoivan kunnossapidon piiriin kuuluvan luotettavasti toimivan kuorma-auton polttoainetaloudellisuutta on mahdollista parantaa optimoimalla ennakkohoitosuunnitelma. Kuorma-auton polttoainetaloudellisuuden kannalta merkittäviä teknisiä tekijöitä ovat:

- moottoriöljyn ja voimansiirrossa käytettävien voiteluöljyjen laatu ja kunto
- moottorin ilmanotto- ja pakokaasujärjestelmä
- dieselpartikkelisuodatin (DPF)
- moottorin jäähdytysjärjestelmä
- ilmakompressorit
- renkaiden ohjauskulmat
- renkaiden ominaisuudet ja ilmanpaine
- polttoaineen suodatusjärjestelmä
- korin aerodynaamiset osat
- elektroniset järjestelmät
- ilmastointi. (Menzies 2015)

4.4 Kuorma-auton kunnossapidon haasteet

Opinnäytetyön teoriaosuus käsittelee kunnossapitoa pääasiassa teollisuuden tuotantovälineiden kunnossapitoa käsittelevän materiaalin avulla. Kuorma-autojen kunnossapito pohjautuu pääasiassa täysin samoihin kunnossapidon toimiin, menetelmiin ja vikaantumisten lainalaisuuksiin. Suurin eroavaisuus teollisuuden tuotantovälineiden

kunnossapitoon johtuu siitä, että kuorma-autot ovat jatkuvasti liikenteessä ja niiden tekniseen kuormitukseen vaikuttavat useat eri ulkoiset tekijät, jotka on otettava huomioon ja hankaloittavat kuorma-autojen kunnossapidon suunnittelua ja suorittamista.

4.4.1 Muuttuvat tekijät

Kuorma-autoihin kohdistuu useita ulkoisia tekijöitä, joiden vaikutusten määrittäminen on hyvin hankalaa, koska niiden vaikutus ei ole säännöllistä. Kuorma-autojen komponenttien normaaliin kulumiseen ja laitteiden vikaantumistiheyteen voivat vaikuttaa esimerkiksi:

- sääolosuhteet (kuumus, kylmyys, lumi, vesi)
- liikennöitävien teiden kunto
- teiden suolaus
- pöly. (Berbspång & Kali 2011, 33)

Kuorma-auton vikaantumisherkkyyteen vaikuttaa oleellisesti se, missä sillä liikennöidään. Kuorma-auton eri komponentteja ja laitteita kuormittaa huomattavasti enemmän se, että sillä liikennöidään säännöllisesti kaupunkialueilla, jolloin kuorma-auton voimansiirto, alustarakenteet ja renkaat ovat huomattavasti kovemalla rasituksella, kun raskasta ajoneuvoa käsitellään ahtaissa paikoissa. Toinen vikaantumiseherkkyyteen vaikuttava tekijä on ajoneuvoyhdistelmään kuormittavan kuorman massa. Ajoneuvoyhdistelmän kuormien massat saattavat vaihdella suuresti tietyn ajanjakson aikana. On selvää, että 10 000 kg painava kuorma kuormittaa kuorma-auton rakenteita ja tekniikkaa vähemmän kuin 20 000 kg painava kuorma. Kolmas merkittävä vikaantumisherkkyyteen vaikuttava tekijä on kuorma-auton kuljettaja. Kuljettaja, joka on huolellinen ja omaa taloudellisen ajotavan, kuormittaa kuorma-autoa huomattavasti vähemmän kuin päinvastaisen toimintatavan omaava kuljettaja. Haastetta lisää se, että samaa kuorma-autoa käyttävät useat eri kuljettajat, joiden ajotavat saattavat olla täysin erilaisia. (Virtanen 2017)

Kaikki edellä mainitut tekijät vaikeuttavat merkittävästi ajokilometreihin tai kalenturiaikaan pohjautuvan jaksotetun kunnossapidon suunnitteluun.

4.4.2 Käyttäjäkunnossapito

Käyttäjäkunnossapidolla tarkoitetaan sitä, että laitteiden käyttäjät osallistuvat aktiivisesti laitteiden käynninseurantaan ja kunnonvalvontaan ja suorittavat yksinkertaisia huoltotoimenpiteitä. Käyttäjäkunnossapidon perusajatus on se, että laitteen käyttäjien kunnossapito-osaaminen kehitetään yrityksen määrittelemälle tasolle, jotta käyttäjät pystyvät osallistumaan laitteen käyttövarmuuden ja käytettävyyden ylläpitämiseen. Käyttäjäkunnossapidon käyttöönottoon liittyy usein ongelmia, joista suurin on se, että käyttöhenkilöstö kokee, että heidän työmääräänsä lisätään. Tämä saattaa johtaa palkkaneuvotteluihin ja tehtävien laiminlyöntiin. (Laine 2010, 221-222)

Kuorma-auton kuljettaja on tärkeässä osassa, kun pyritään ylläpitämään tai parantamaan kuorma-auton käytettävyyttä, käyttövarmuutta ja turvallisuutta. Tämä johtuu siitä, että kuorma-auton kuljettaja on ainut henkilö, joka pystyy seuraamaan ja arvioimaan kuorma-auton käytönaikaista toimintaa. Kuljettajien tärkein käyttäjäkunnossapitoon liittyvä tehtävä on seurata kuorma-auton toimintakuntoa. Kuljettajien tulisi kyetä huomioimaan tekemissään tarkastuksissa ja ajonaikaisessa käynninseurannassa havaitut poikkeamat kuorma-auton toimintakunnossa ja raportoida niistä kunnossapitohenkilöstölle. Havaintojen perusteella kunnossapitohenkilöstö pystyy tarkastamaan havaitut poikkeamat, etsimään syyt niille ja tekemään toimintasuunnitelman havaittujen ongelmien korjaamiseksi. (Heinonen ym. 2009, 85)

Kuljettajien suorittaman käyttäjäkunnossapidon käyttöön liittyy kuitenkin useita käytännön ongelmia. Suurin ongelma on se, että samoilla kuorma-autoilla liikennöivät useat eri kuljettajat, joiden tekninen osaaminen ja kuorma-auton toiminnassa tapahtuvien muutosten havainnointikyky vaihtelevat. Merkittävä ongelma on myös se, että kuljettajat ovat ihmisinä hyvin erilaisia. Toiset kuljettajat ovat hyvin sääntillisiä ja suorittavat määrätyt tehtävät ohjeiden mukaisesti, kun toiset voivat olla hyvin välinpitämättömiä ja huolimattomia kuorma-autosta huolehtimisen suhteen. (Virtanen 2017)

5 Opinnäytetyön toteutus

5.1 Lähtötilanne

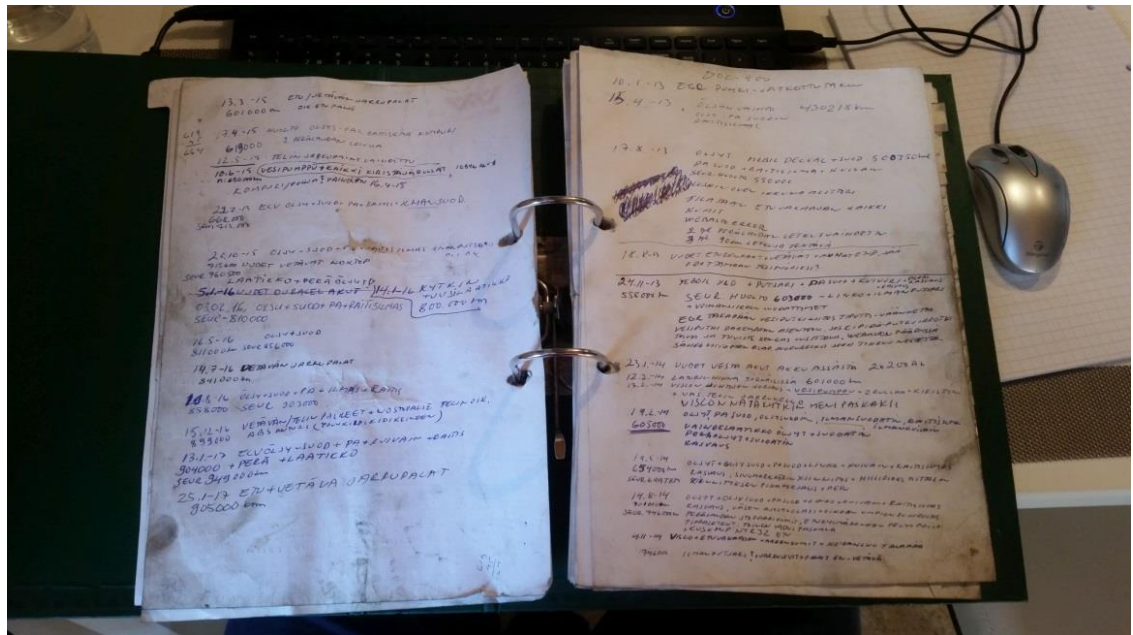
Opinnäytetyön toteutus käynnistyi tutustumisella yrityksen kunnossapitotoimintaan ja Scania P310 -kuorma-autoon. Perehtyminen suoritettiin yhdessä Antiokia Oy:n korjaamopäällikkö Ari Virtasen kanssa. Scania P310:n ennakkohuollot on toteutettu Scanian suunnitteleman SML-huolto-ohjelmaan pohjautuen. Yrityksellä ei ole virallista Scanian SML-huoltosuunnitelmaa, vaan huollot on toteutettu ulkopuolisilta toimijoilta saatujen tietojen ja omien kokemusten perusteella. Nimitys SML tulee siitä, että huollot on jaettu niiden laajuuden mukaan kolmeen kategoriaan: small, medium ja large. Yrityksessä SML-huolto-ohjelmaan pohjautuvat ennakkohuollot toteutetaan seuraavasti:

- perushuolto:
 - suoritetaan yrityksen omalla korjaamolla
 - suoritetaan 45 000 ajokilometrin välein
 - sisältää moottoriöljyn ja öljynsuodattimien vaihdot ja ajoneuvon rasvauksen.
- laajempi huolto
 - suoritetaan yrityksen omalla korjaamolla
 - suoritetaan kun perushuollosta on kulunut 45 000 ajokilometriä
 - sisältää perushuollon suoritteiden lisäksi voimansiirtoöljyjen, öljynsuodattimien, polttoainesuodattimien ja muiden ajoneuvon suodattimien vaihdot.

Lisäksi kuorma-auto on tarkoitus käyttää kerran vuodessa huollossa ulkopuolisella toimijalla, joka suorittaa moottorin optimointiin liittyviä toimepiteitä, joiden suorittaminen ilman asiaankuuluvia laitteita on mahdotonta. Edellä mainittujen huoltojen yhteydessä Scanian kuntoa tarkastellaan aistinvaraisesti ja havaitut ongelmat korjataan ja vähemmän kriittiset ongelmat kirjataan ylös ja korjataan myöhemmin aikataulun salliessa. Lisäksi huoltojen yhteydessä vaihdetaan kokempohjaisesti ajokilometreihin perustuen komponentteja ja laitteita niiden toimintakunnosta riippumatta.

Yrityksellä ei ole käytössään minkäänlaista sähköistä kunnossapidon tietojärjestelmää. Suoritettaville huolloille ei ole varsinaisia huoltosuunnitelmia, vaan huollot suoritetaan korjaamohenkilöstön muistiin pohjautuen. Huoltojen yhteydessä tehdyt

toimenpiteet kirjataan paperimappiin, jossa on sekaisin kaikkien yrityksen kuorma-autojen huoltohistoria. Samaan paperimappiin on kirjattu myös kuorma-autojen vikaantumishistoria, josta selviää vikaantumisen seurauksena vaihdetut laitteet/komponentit, ajokilometrit sekä tehdyt toimenpiteet vian korjaamiseksi. Kuviossa 11 on havainnollinen kuva yrityksen kunnossapidon historiatietojen tallentamisesta.



Kuvio 11. Kunnossapidon historiatietojen tallennusmenetelmä

Scania P310 -kuorma-auton toimintaan perehtyminen oli työn suorittamisen kannalta tärkeimpiä osa-alueita. Perehtymisen perusteella saatiin varsin selvä käsitys Scania P310:n sisältämien eri osajärjestelmien toimintaperiaatteista ja niiden riippuvuussuhteista toisiinsa. Perehtymisen perusteella luotiin Scania P310:n tekninen esittely ja laitehierarkia.

5.2 Scania P310 6x2

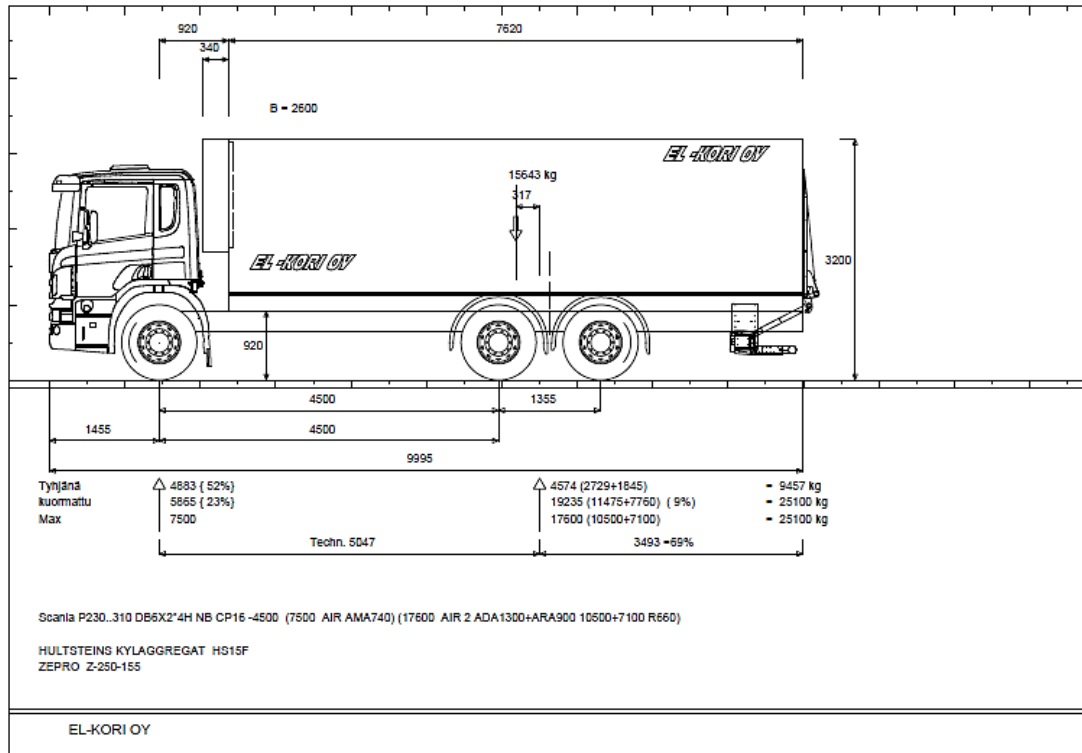


Kuvio 12. Antiokia Oy:n Scania P310

Ennakkohuolto-ohjelma luodaan kuviossa 12 esitetyllä 2008 vuosimallin Scania P310 6x2 kuorma-autolle, jolla on tällä hetkellä ajettu noin 190 000 kilometriä. Kyseinen kuorma-auto on kolmiakselinen. Siinä on ilmajousitettu ohjaava etuakseli, ilmajousitettu vetävä taka-akseli sekä ilmajousitettu hydraulisesti ohjaava teliakseli.

Scanian dieselmoottori on ahdettu viisisylinterinen rivimoottori, jonka iskutilavuus on 9 litraa. Moottori tuottaa 310 hevosvoiman tehon ja 1550 Nm:n vääntömomentin. Kuorma-autossa on Scanian 12-vaihteinen Opticruise-puoliautomaattivaihteisto. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että autossa on kytkinpoljin liikkeelle lähtöä varten, mutta ajon aikana vaihteisto toimii automaattisesti.

Kuorma-auto on varustettu EL-kori Oy:n valmistamalla FRC-luokitellulla lämpösäädelyllä kuormatilalla. Käytännössä FRC-luokitus tarkoittaa sitä, että raskaasti eristettyä kuormatilaa jäähdytetään koneellisesti siten, että ympäristön lämpötilan ollessa +30 °C pystytään ylläpitämään mitä tahansa lämpötilaa -20 °C ja +12 °C välillä. Kuormatila on normaalia matalampi, jotta autolla pystytään suorittamaan sille tarkoitettut kuljetukset. Kuorma-auton auton maksimikorkeus on 3200 mm kuormatilan katolta mitattuna. Alla olevassa kuviossa on esitetty Scania P310:n tekniset mitat päällirakenteineen.



Kuvio 13. Scania P310:n mittakuva päälirakenteineen

Kuormatilan lämmönsäätely toteutetaan Hultsteins HS15 -lämmönsäätölaitteella. Laitte on hydraulivetoinen, jonka takia sen käyttämiseen ei tarvita erillistä dieselmoottoria. Laitteen toiminta perustuu karkeasti siihen, että hydraulipumppu, joka saa käyttövoimansa kuorma-auton moottorista, tuottaa käyttövoiman hydraulimoottorille, joka käyttää kylmäkompressoria. Hydraulivetoisella lämmönsäätelylaitteella saavutetaan useita etuja verrattuna perinteiseen dieselkäyttöiseen lämmönsäätelylaitteeseen:

- polttoainekulutus
- ympäristöystävällisyys
- hiljaisuus
- yksinkertaisesta rakenteesta johtuvat pidemmät huoltovälit.

Lisäksi kuorma-auto on varustettu hydraulikäyttöisellä Zepro Z-250-155 -takalaitanostimella, jonka nostoteho on 2500 kg.

5.2.1 Käyttötarkoitus

Scania P310 -kuorma-autolla suoritetaan elintarvikejakelua pääkaupunkiseudulla. Auto kuitenkin kuormataan logistiikkakeskuksessa Janakkalassa, jonka seurauksena suurin osa autolle kertyvistä ajokilometreistä koostuu maantieajosta, mutta suurin osa käyttötunneista kertyy kaupunkiajosta. Kuorma-autolla liikeennöidään kahdessa noin yksitoista tuntia kestävässä ajovuorossa seitsemänä päivänä viikossa. Kuorma-auto seisoo vuoron vaihdon väleissä keskimäärin noin tunnin. Lauantai-iltapäivän ja ja sunnuntai-iltapäivän välisenä aikana auto seisoo noin kaksitoista tuntia. Autolla liikennöidään viikon aikana noin 140 tuntia, jonka aikana ajomatkaa kertyy noin 3800 kilometriä. Vuoden aikana kuorma-autolla liikennöidään yhteensä noin 190 000 kilometriä.

Ajoneuvolla liikennöidään pääsääntöisesti pääkaupunkiseudulla keskusta-alueilla. Tämä aiheuttaa sen, että monet kuorma-auton komponentit ja laitteet joutuvat kovemmalle rasitukselle kuin pitkän matkan kuljetuksissa. Kuorma-auton voimansiirto, ohjauslaitteet, alustarakenteet ja renkaat joutuvat säännöllisen kovan rasituksen kohteiksi, kun kuorma-autoa käsitellään ahtaissa paikoissa. Myös ajovirheiden ja muilla tiellä liikkujien toiminnasta aiheutuvien vikaantumisten todennäköisyys on suurempi kaupunkialueilla liikennöitäessä kuin pitkän matkan kuljetuksissa. Toisaalta kaupunkiajo kuormittaa vähemmän kuorma-auton moottoria.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa luotaessa on otettava huomioon kuorma-autolla suoritettavan liikennöinnin laatu ja se, että kuorma-auto on kunnossapitohenkilöstön ulottuvilla ainoastaan suunniteltujen ennakkohuoltojen yhteydessä.

5.3 Laitehierarkia ja laitepaikkaluettelo

Scania P310 -kuorma-autolle laadittiin laitehierarkia ja laitepaikkaluettelo. Yrityksellä ei ole käytössään minkäänlaista kunnossapidon tietojärjestelmää, jonka vuoksi laitehierarkiaa ja laitepaikkaluetteloa varten suunniteltiin Excel-pohja, johon laitteiden tiedot kirjataan.

Scanian tekniikkaan ja rakenteeseen perehtymisen perusteella se jaettiin kahdeksaan toiminnalliseen kokonaisuuteen, jotka on esitetty taulukossa yksi. Näille toimintopaikoille luotiin toimintopaikkatunnuksiksi työnumerot, joita yritys voi tulevaisuudessa hyödyntää esimerkiksi kunnossapitokustannusten seurannassa. Toimintopaikkaluettelo on Excel-pohjan ensimmäinen välilehti ja se toimii laitehierarki-an/laitepaikkaluettelon hakemistona. Haluttua toimintopaikkaa klikkaamalla päästään suoraan Excel-taulukon oikealle välilehdelle.

Taulukko 1. Scania P310:n toimintopaikat ja työnumerointi

Toimintopaikka		Työnumero
Scania P310 GLP-961		100
	Moottori GLP-961	101
	Voimansiirto GLP-961	102
	Etuakseli GLP-961	103
	Vetävä taka-akseli GLP-961	104
	Teliakseli GLP-961	105
	Paineilmajärjestelmä GLP-961	106
	Kuormatila GLP-961	107
	Ohjaamo GLP-961	108

Toimintopaikkojen alle luotiin laitehierarkiat sekä laitepaikkaluettelot suunnitellun Excel-pohjan välilehdille. Ote näistä on esitetty liitteessä yksi. Laitehierarkia ja laitepaikkaluettelo luotiin yhdessä Antiokia Oy:n korjaamopäällikön Ari Virtasen kanssa. Lisäksi apuna käytettiin Internetissä yleisesti saatavilla olevia varaosatoimittajien varaosaluetteloita. Laitepaikkaluetteloon listattiin kuorma-auton toiminnan kannalta keskeisimmät laitteet ja komponentit. Alun perin laitepaikkaluettelo oli tarkoitus luoda Scania P310:n varaosaluettelon perusteella, jolloin laitepaikkaluettelosta olisi saatu luotua hyvin kattava ja siihen olisi saatu liitettyä Scanian omat varaosanumerot. Tämä ei kuitenkaan onnistunut, koska useista kyselyistä huolimatta kyseistä varaosaluettelo ei saatu käyttöön. Varaosa-/komponenttiluettelon käyttöön saamista

tiedusteltiin Scania Suomelta, Porvoon autotech Oy:ltä, Autotalo Hartikainen Oy:ltä, mutta mistään ei saatu vastausta yhteydenottopyyntöihin.

Laitehierarkia ja laitepaikkaluettelo pyrittiin suunnittelemaan siten, että ne ovat mahdollisimman loogisia ja helppoja navigoida. Laitepaikkaluettelon rakentamisen yhteydessä luotiin myös laitepaikkatunnukset, jotka on luotu hierarkisesti toimintopaikkatunnuksista johtaen. Laitepaikkaluettelo pitää sisällään:

- laitepaikkatunnukset
- laitteen/komponentin nimityksen
- laitteen/komponentin valmistajan
- laitteen/komponentin tyyppin/mallin
- laitteen/komponentin varaosanumeron
- lisätietoja/huomioita -kentän, johon voidaan lisätä kohteeseen liittyviä tietoja.

Excel-taulukko on suunniteltu sillä ajatuksella, että yritys pystyy hyödyntämään samaa Excel-taulukkoa pohjana myös muiden ajoneuvojen tietojen tallentamisessa. Tämä voidaan toteuttaa muuttamalla taulukkoon ajoneuvokohtaiset tiedot sekä käyttämällä juoksevaa työnumeroiden numerointia esimerkiksi seuraavasti:

- toisen ajoneuvon työnumero 200
 - moottorin työnumero 201
- 12. ajoneuvon työnumero 1200
 - voimansiirron työnumero 1202
- 20. ajoneuvon työnumero 2000
 - etuakselin työnumero 2003.

Laitehierarkian luominen oli tärkeä osa työtä, sillä se auttoi saamaan selkeän käsityksen kuorma-auton rakenteesta ja sen sisältämien osajärjestelmien toimintaperiaatteista. Samalla looginen laitehierarkia toimii hyvänä pohjana ja apuna ennakkohuoltosuunnitelman luomisessa. Laitehierarkian avulla kuorma-auton osajärjestelmiä pystytään tarkastelemaan loogisesti siten, että kaikki osa-alueet otetaan huomioon.

5.4 EH-suunnitelman suunnittelumenetelmä

Opinnäytetyön alkuvaiheessa ennakkohuoltosuunnitelman suunnittelutyökaluna oli tarkoitus käyttää virtaviivaistettua RCM-menetelmää. Käytännössä tämä olisi toteutettu siten, että Scaniaalle luodun laitehierarkian perusteella olisi tehty PSK 6800 -standardin mukainen kriittisyysanalyysi Scanian sisältämille laitteille ja komponenteille.

le. PSK 6800-standardissa lasketaan laitteille/komponenteille kriittisyysindeksi K kaavalla yksi.

$$K = p * (W_s * M_s + W_e * M_e + W_p * M_p + W_q * M_q + W_r * M_r) \quad (1)$$

missä p on vikaantumisvälistä riippuva kerroin

W_s on turvallisuusriskien painoarvo ja M_s niiden kerroin

W_e on ympäristöriskien painoarvo ja M_e niiden kerroin

W_p on tuotannon menetyksen painoarvo ja M_p niiden kerroin

W_q on laatukustannusten painoarvo ja M_q niiden kerroin

W_r on korjauskustannusten painoarvo ja M_r niiden kerroin. (PSK 6800 2008, 7)

Laitteiden kriittisyysindeksien perusteella oli tarkoitus valita kymmenen kriittisintä kohdetta, joille olisi suoritettu opinnäytetyön kappaleessa 2.3 esitelty RCM-tarkastelu.

Kriittisyysanalyysistä ja RCM-tarkastelusta kuitenkin luovuttiin, kun ennakkohuolto-suunnitelman konkreettinen suunnittelu käynnistyi. Kriittisyysanalyysin painoarvoja suunniteltaessa havaittiin, että eri laitteiden ja komponenttien kriittisyyksiin vaikuttavista painoarvoista tulee hyvin samankaltaisia johtuen:

- kuorma-autoja käytetään kunnossapitohenkilöstön ulottumattomissa
- kuorma-autoilla liikennöidään muun liikenteen seassa
- todennäköisten vikaantumisten aiheuttamat korjauskustannukset ovat usein varsin pienet suhteessa liikennöinnin keskeytyksestä aiheutuviin kustannuksiin.

Tämän vuoksi kriittisyysanalyysin suorittamisella ei tulla kyseisessä tapauksessa saavuttamaan ratkaisevaa hyötyä sen vaatimaan työmäärään nähden ja sen perusteella olisi vaikea valita kohteet, joille RCM-tarkastelu tehtäisiin.

RCM-prosessi on hyvin raskassuoritteinen menetelmä, sillä siinä tutkitaan perusteellisesti kaikki kohteelta vaadittavat toiminnot sekä toimintahistoria. RCM-prosessin suorittaminen kuorma-autolle olisi varmasti hyödyllistä ja sillä saataisiin paljon lisä-

tietoa kuorma-auton kunnossapitoon, mutta Antiokia Oy:n korjaamopäällikön Ari Virtasen kanssa päädyttiin kuitenkin ratkaisuun, että RCM-prosessi ei kyseisen yrityksen tilanteessa ole kustannustehokas menetelmä kuorma-auton kunnossapidon kehittämiseen. RCM-prosessin suorittaminen kuorma-autolle on varsin haastavaa, koska kuorma-auto on periaatteessa hyvin yksinkertainen kokonaisuus, mutta käytännössä kuitenkin hyvin monimutkainen johtuen siitä, että eri osajärjestelmät ja komponentit vaikuttavat toistensa toimintaan hyvin paljon. Esimerkiksi moottorinohjauksyksikköön tulee tieto käytännössä kaikesta, mitä kuorma-autossa tapahtuu. Käytännössä tämä aiheuttaa useita haasteita RCM-prosessiin:

- syntyy paljon toimintoja ja vikamuotoja
- syntyy paljon päällekkäisiä toimintoja ja vikamuotoja
- suuri osa löydetyistä vikamuodoista on käytännön kokemusten mukaan erittäin epätodennäköisiä kuorma-autolle suunnitellun elinjakson aikana.

Kriittisyysanalyysin ja RCM-tarkastelun luotettavuutta olisi heikentänyt myös se, että yrityksen kuljetuskaluston vikaantumishistoriatietojen tallentaminen on ollut varsin puutteellista. Opinnäytetyötä varten pyrittiin hankkimaan Scanioihin liittyviä yleisiä vikaantumishistoriatietoja kappaleessa 5.2 mainituilta ulkopuolisilta toimijoilta, mutta niitä ei saatu käyttöön. Näiden tekijöiden seurauksena päädyttiin ennakkohuolto-suunnitelman luomisessa käyttämään ECM-analyysiä.

5.5 ECM-analyysi

ECM tulee englannin kielen sanoista Experience-Centered Maintenance, eli kokemuskeskeinen kunnossapito. Kolmesta erillisestä vaiheesta koostuva ECM-analyysi on luotettavuuskeskeiseen kunnossapitoon pohjautuva menetelmä, joka soveltuu parhaiten tilanteisiin, joissa halutaan tehdä tehokas yleiskatsaus laitteiden ja komponenttien ennakkohuollon tehokkuuteen ja etsiä uusia ennakkohuoltotoimenpiteitä. (Smith & Hinchcliffe 2004, 178) Yrityksen kunnossapitohenkilöstöllä on hyvin vankka kokemus kuorma-autoista, joten he tietävät kuorma-autojen keskeisimmät ongelmatekijät. Tällöin huoltotoimenpiteet saadaan varmemmin kohdistettua niihin kohteisiin, jotka ovat oikeasti kriittisiä ja joiden vikaantumistodennäköisyys on suurempi. ECM-analyysin avulla kunnossapitohenkilöstön tietotaito pystytään siirtämään sähköiseen muotoon suunniteltavan ennakkohuoltosuunnitelman avulla. Kevyemmän

analyysityökalun ansiosta pystytään opinnäytetyön aikataulun puitteissa keskittymään paremmin kunnossapidon dokumentoinnin suunnitteluun. Yrityksen toivomus oli nimenomaan saada kunnossapidon dokumentit sellaiseen sähköiseen muotoon, jotta ne on helppo muokata käytettäväksi myös yrityksen muiden kuorma-autojen kanssa.

ECM-analyysin suorittamisessa käytettiin apuna yrityksen vuosimallia 2010 olevaa Scania R440 -kuorma-autoa, koska Scania P310:llä on liikennöity toimeksiantajayrityksen toimesta vasta 75 000 kilometriä. Tästä syystä Scania P310:n ennakko- ja vikaan- toimenpiteiden tehokkuudesta ei vielä ole juurikaan käyttökelpoista tietoa ja vikaan- tumishistoria on varsin suppea. Scania R440 soveltuu tukemaan hyvin Scania P310:n ECM-analyysin eri vaiheita:

- Scania R440 -kuorma-autolla liikennöitiin täsmälleen samoja reittejä kuin nyt Scania P310 -kuorma-autolla
- Scania R440 vastaa tekniseltä rakenteeltaan ja ominaisuuksiltaan lähes täydellisesti Scania P310 -kuorma-autoa
- Scania R440:llä on liikennöity yrityksen toimesta noin 800 000 kilometriä.

Kuorma-autojen välillä on joitakin eroavaisuuksia, jotka oli otettava huomioon ECM-analyysiä tehdessä. Merkittävimmät erot kuorma-autojen välillä ovat:

- Scania R440:ssä on iskutilavuudeltaan 13-litrainen moottori, joka tuottaa 440 hevosvoiman tehon, kun Scania P310:ssä on iskutilavuudeltaan 9-litrainen moottori, joka tuottaa 310 hevosvoiman tehon
- Scania R440:ssä on dieselkäyttöinen lämmönsäätölaite ja Scania P310:ssä hydraulikäyttöinen lämmönsäätölaite.

ECM-analyysin suorittamiseen osallistuivat Antiokia Oy:n korjaamopäällikkö Ari Virtanen, kunnossapitohenkilöstö ja opinnäytetyön tekijä. ECM-analyysin B- ja C-vaiheissa käytettiin apuna lisäksi yrityksen ulkopuolista asiantuntijaa Kai Saarikoskea, joka toimii Originator Oy:n Lahden Hollolan toimipisteen työnjohtajana.

5.5.1 Vaihe A

ECM-analyysin ensimmäisessä A-vaiheessa vastataan seitsemään kysymykseen, joiden avulla selvitetään ovatko nykyiset ennakoivankunnossapidon toimet tehokkaita

ja soveltuvia käyttötarkoitukseen. ECM-analyysin A-vaihetta varten luodaan yksinkertainen taulukko, josta on esitetty esimerkki taulukossa kaksi. (Smith & Hinchcliffe 2004, 178)

Taulukko 2. Esimerkki ECM-analyysin vaihe A:sta (Smith & Hinchcliffe 2004, 179, muokattu)

1	2	3	4	5	6	7
Nykyinen ennakkohoolto toimenpide	Komponentin nimi	Vikamuoto, johon ennakkohoolto-toimenpide kohdistuu	Vian vaikutusten kuvaus, jos mahdollista	Onko EH-toimenpide toiminut tehokkaasti? (kyllä/ei)	Säilytetäänkö toimenpide, sallitaanko vikaantumisen, muutetaanko toimenpidettä?	Uuden tai muutetun ennakkohoolto-toimenpiteen ja intervallin kuvaus
Tarkasta moottorin ilmanottojen puhtaus	C92 kompressorin moottori	Moottorin ilmansuodatin tukkeutunut	Moottorin ylikuumentuminen	Kyllä	Muutetaan	Uusi eh-toimenpide, vaihda ilmansuodatin kuukauden välein

ECM-analyysin A-vaiheen taulukkoon lisätään taulukon kaksi mukaiset tiedot:

- ensimmäiseen sarakkeeseen lisätään nykyiset ennakoivan kunnossapidon toimenpiteet
- toiseen sarakkeeseen lisätään komponentti/laite, johon EH-toimenpiteellä vaikutetaan
- kolmannessa sarakkeessa kuvataan vikamuoto, jonka syntyminen pyritään estämään kyseisellä EH-toimenpiteellä. Jos EH-toimenpiteeseen ei pystytä liittämään vikamuotoa, EH-toimenpide ei ole hyödyllinen
- neljännessä sarakkeessa kuvaillaan vian vaikutukset, jos kolmannessa vaiheessa on löydetty vikamuoto
- viidennessä sarakkeessa määritellään, saavutetaanko EH-toimenpiteellä riittävä hyöty siten, että sitä voidaan pitää kustannustehokkaana
- kuudennessä sarakkeessa määritellään aiempien kohtien perusteella, säilytetäänkö käytetty EH-toimenpide ennallaan, muutetaanko eh-toimenpidettä vai jätetäänkö se tulevaisuudessa suorittamatta
- seitsemännessä sarakkeessa kuvaillaan mahdolliset muutokset EH-toimenpiteeseen ja sen suoritusintervalliin. (Smith & Hinchcliffe 2004, 178-180)

ECM-analyysin suorittamista varten luotiin Smithin ja Hinchcliffen esimerkin kaltainen Excel-tili. A-vaihe suoritetaan luodun Excel-tilin ensimmäisellä välilehdellä. ECM-analyysi päädyttiin suorittamaan aiemmin luotuun laitehierarkiaan pohjautuen, jotta kaikki kuorma-auton eri osa-alueet päätyvät tarkastelun kohteeksi.

Kyseiseen ratkaisuun päädyttiin, koska yrityksellä ei ole dokumentoitua ennakoivaa huoltosuunnitelmaa, minkä vuoksi suoritettujen ennakoivan kunnossapidon toimenpiteet ovat hyvin pitkälti kunnossapitohenkilöstön muistin varassa. Suorittamalla ECM-analyysi tarkastelemalla kuorma-autoa järjestelmällisesti osa-alue kerrallaan, päästään tarkempaan tulokseen ja suoritettujen ennakoivan kunnossapidon toimenpiteet palautuvat varmemmin projektiryhmän jäsenten mieleen. ECM-analyysin A-vaihetta varten luotu Excel-taulukko on esitetty opinnäytetyön liitteessä kaksi.

ECM-analyysin ensimmäisessä vaiheessa luotuun Excel-taulukkoon lisättiin kaikki ennakoivan kunnossapidon toimet, joita kuorma-autolle on suoritettu yrityksen omalla korjaamolla tai ulkopuolisilla toimijoilla. A-vaiheen viidennessä, kuudennessa ja seitsemännessä osa-alueessa käytettiin apuna opinnäytetyön kuviossa viisi esitettyä kunnossapitotoimenpiteen valintalogiikkaa.

5.5.2 Vaihe B

ECM-analyysin toisessa B-vaiheessa vastataan kahdeksaan kysymykseen, joiden avulla selvitetään olisiko joku vikaantumisesta aiheutunut korjaavan kunnossapidon toimenpide voitu välttää joillain soveltuvalla EH-toimenpiteellä. B-vaihetta varten luodaan A-vaiheen kaltainen taulukko, josta on esitetty esimerkki taulukossa kolme.

(Smith & Hinchcliffe 2004, 180-181)

Taulukko 3. Esimerkki ECM-analyysin vaihe B:stä (Smith & Hinchcliffe 2004, 180, muokattu)

1	2	3	4	5	6	7	8
Korjaavan kunnossapidon ajankohta	Komponentin nimi	Korjaavan kunnossapidon toimenpiteen kuvaus	Vikamuoto	Vian syy	Vian vaikutusten kuvaus	Vian vaikutus vaatii ennakkohuolto-toimenpiteen (kyllä/ei)	Uuden tai muutetun ennakkohuolto-toimenpiteen ja intervallin kuvaus
9.11.1989	C92 Kompressori	Vesivuoto	Ilmanjäähdyttäjän tiivisteen vuoto	Litistynyt	Kompressorin menetys	Ei	Asennusvirhe, eh-toimenpide ei mahdollinen

B-vaiheessa taulukkoon lisätään taulukon kolme mukaiset tiedot:

- ensimmäiseen sarakkeeseen listataan korjaavien kunnossapitotoimenpiteiden suorittamisajankohdat

- toiseen sarakkeeseen lisätään korjaavien kunnossapitotoimenpiteiden kohteena olleet laitteet/komponentit
- kolmannessa sarakkeessa kuvaillaan lyhyesti suoritettu korjaavan kunnossapidon toimenpide
- neljännessä sarakkeessa kuvaillaan vikamuoto, joka on aiheuttanut vikaantumisen
- viidennessä sarakkeessa määritellään vian syy, jonka seurauksena vikamuoto on syntynyt
- kuudennessa sarakkeessa kuvaillaan vian vaikutukset
- seitsemännessä sarakkeessa määritellään, ovatko vian vaikutukset niin vakavia, että niiden ehkäisemiseksi tulisi suorittaa EH-toimenpiteitä
- kahdeksannessa sarakkeessa määritellään EH-toimenpiteet, jos kohdassa seitsemän on vastattu kyllä. Mikäli kohteelle on suoritettu EH-toimenpiteitä, tutkitaan voidaanko niiden vaikutusta tehostaa. (Smith & Hinchcliffe 2004, 180-181)

ECM-analyysin suorittamista varten luodun Excel-taulukon toiselle välilehdelle luotiin taulukossa kolme esitetyn esimerkin kaltainen taulukko, johon kuorma-auton vikaantumishistoriaan liittyvät tapahtumat kerättiin tarkastelua varten. B-vaiheen suorittamista hankaloitti se, että kuorma-auton vikaantumishistoriatietojen tallentaminen on ollut hyvin puutteellista. Tästä johtuen B-vaiheessa Excel-taulukkoon ei pystytty lisäämään täsmällisiä vikaantumisajankohtia, mutta olemassa olevan paperimapin, johon osa vikaantumishistoriasta on tallennettu, ja kunnossapitohenkilöstön muistin avulla saatiin taulukkoon kuitenkin lisättyä suurpiirteiset vikaantumisajankohdat. B-vaiheen taulukon rakenteessa hyödynnettiin A-vaiheen tavoin kuorma-autolle luotua laitehierarkiaa. B-vaiheen seitsemännessä ja kahdeksannessa osa-alueessa käytettiin apuna opinnäytetyön kuviossa viisi esitettyä kunnossapitotoimenpiteen valintalogiikkaa.

Suurin osa B-vaiheessa tutkituista vikaantumisista on tapahtunut aiemmin yrityksen käytössä olleelle Scania R440 -kuorma-autolle. Scania R440:n vikaantumishistorian käyttö ECM-analyysin B-vaiheessa on perusteltu opinnäytetyön kappaleessa 5.5. ECM-analyysin vaihe B on esitetty opinnäytetyön liitteessä kolme.

Scania R440 -kuorma-auton dieselkäyttöinen lämmönsäätölaite oli vikaantunut varsin usein, mutta sen vikaantumishistoriaa ei voitu analyysin B-vaiheessa käyttää, koska Scania P310:ssä on toimintaperiaatteeltaan täysin toisenlainen hydraulikäyttöinen

lämmönsäätölaite. Yrityksellä ei ole aiempaa kokemusta hydraulikäyttöisestä lämmönsäätölaitteesta. Scania P310:n hydraulikäyttöinen lämmönsäätölaite on toiminut moitteettomasti kuorma-auton käytössä oloajan 75 000 ajokilometriä.

5.5.3 Vaihe C

ECM-analyysin kolmannessa C-vaiheessa etsitään vikamuotoja, jotka eivät ole tulleet esiin A-tai B-vaiheessa, mutta joilla saattaa kuitenkin olla niin vakavia seurauksia, että niiden syntymistä tulisi ehkäistä EH-toimenpiteen avulla. (Smith & Hinchcliffe 2004, 181) Myös C-vaihetta varten luodaan taulukko, josta on esitetty esimerkki taulukossa neljä.

Taulukko 4. Esimerkki ECM-analyysin vaihe C:stä (Smith & Hinchcliffe 2004, 181, muokattu)

1	2	3	4	5
Komponentin nimi	Uusi vikamuoto	Vian syy	Vian vaikutusten kuvaus	Uuden ennakkohuolto-toimenpiteen kuvaus
Voiteluöljyn lämpötilan seuranta-anturi	Mittarin mittaustarkkuus heittelee	ikäntyminen tai värinä	Epätarkat mittaustulokset	Kalibrointi kuuden kuukauden välein

C-vaiheessa taulukkoon täydennetään:

- ensimmäiseen sarakkeeseen listataan laitteiden/komponenttien nimet
- toiseen sarakkeeseen lisätään vikamuodot, joiden on mahdollista toteutua
- kolmannessa sarakkeessa arvioidaan vaiheessa kaksi löydettyjen vikamuotojen aiheuttajat eli vikojen syyt
- neljännessä sarakkeessa kuvaillaan mahdollisten vikojen seuraukset
- viidennessä sarakkeessa määritellään käyttökelpoiset EH-toimenpiteet ja suoritusintervallit mahdollisten vikaantumisten ehkäisemiseksi. (Smith & Hinchcliffe 2004, 181)

Luodun Excel-taulukon kolmannelle välilehdelle luotiin taulukossa neljä esitetyn esimerkin kaltainen taulukko. C-vaiheessa ECM-analyysin suorittamiseen osallistuneet opinnäytetyön tekijä, kunnossapitopäällikkö ja kunnossapitohenkilöstö pyrkivät luotua laitehierarkiaa apuna käyttäen miettimään systemaattisesti kuorma-autolla liikennöinnin pysäyttäviä ja estäviä vikamuotoja, jotka eivät ole tulleet ilmi ECM-analyysin A tai B-vaiheessa. A-vaiheen viidennessä osa-alueessa käytettiin apuna opinnäytetyön kuviossa viisi esitettyä kunnossapitotoimenpiteen valintalogiikkaa. ECM-analyysin vaihe C on esitetty opinnäytetyön liitteessä neljä.

5.6 Ennakkohuoltosuunnitelman luominen

Scania P310:n ennakkohuoltosuunnitelma luotiin ECM-analyysin kolmessa eri vaiheessa tehtyjen tutkimusten ja tiedonhankinnan perusteella. Uusi ennakkohuoltosuunnitelma koostuu kolmesta laajuudeltaan erilaisesta huollosta:

- 1-huollosta, jonka suoritusintervalli on 45 000 ajokilometriä
- 2-huollosta, jonka suoritusintervalli on 90 000 ajokilometriä, johon sisältyy muiden toimenpiteiden lisäksi 1-huollon toimenpiteet
- 3-huollosta eli niin sanotusta vuosihuollosta, jonka suoritusintervalli on 180 000 ajokilometriä, johon sisältyy muiden toimenpiteiden lisäksi 1- ja 2-huollon toimenpiteet.

Luotu ennakkohuoltosuunnitelma pohjautuu yrityksen aiempaan ennakkohuoltotoimintaan, jonka ajatuksena oli, että autolle tehdään vuoden aikana kaksi pienempää huoltoa, yksi hieman laajempi huolto ja laaja vuosihuolto. Järjestelmä osoittautui ECM-analyysin yhteydessä hyvin järkeväksi, joten sen perusajatusta ei katsottu tarpeelliseksi muuttaa.

Scania P310:n ennakkohuoltosuunnitelman huoltojen suoritusintervallin yksikkönä päätettiin käyttää ajokilometrejä, koska kaupunkiajosta huolimatta sille kertyy varsin paljon ajokilometrejä kuormauspaikan sijainnin takia. Teoriassa myös käyttötunteihin pohjautuva ennakkohuoltosuunnitelma olisi ollut käyttökelpoinen, koska kyseisen kuorma-auton liikennöinnin keskituntinopeus jää varsin alhaiseksi. Määriteltyjen huoltojen suoritusintervallit määriteltiin yrityksen aiempien kokemusten, vikaantumishistorian ja aiemmin ulkopuolisilta toimijoilta saatujen tietojen perusteella. Lisäksi ennakkohuoltojen suoritusintervallien suunnittelussa käytettiin apuna Originator

Oy:n Hollolan toimipisteen työnjohtajaa Kai Saarikoskea, jolla on pitkä työkokemus kuorma-autojen ja etenkin Scanioiden parissa. Häneltä saatiin paljon arvokasta tietoa etenkin ECM-analyysin B- ja C-vaiheessa esiin nousseiden kohteiden ennakkohuolto-toimenpiteiden suorittamisesta.

5.6.1 Excel-taulukon luonti

Opinnäytetyön varsinaisen päätavoitteen, ennakkohuoltosuunnitelman toteuttamisen, ensimmäinen vaihe oli Excel-taulukon luominen, johon ennakkohuollot ja niiden sisältämät ennakoivan kunnossapidon toimenpiteet kirjattiin. Toimeksiantajayrityksen toiveena oli, että Scania P310 -kuorma-autolle luotu ennakkohuoltosuunnitelma olisi muodoltaan sellainen, että se voidaan helposti muokata käytettäväksi myös yrityksen muiden kuorma-autojen ennakkohuoltosuunnitelmana.

Ennakkohuoltosuunnitelmaa varten luodun Excel-taulukon ensimmäiselle välilehdelle luotiin neljäsarakeinen taulukko:

- ensimmäisessä sarakkeessa on huollon nimi
- toisessa sarakkeessa on listattu Scania P310:lle sen elinjakson aikana tehtäväksi suunniteltujen ennakkohuoltojen suoritussajankodat kilometriperusteisesti
- kolmanteen sarakkeeseen lisätään normaalisti huoltoon kuulumattomat ennakoivan kunnossapidon toimenpiteet ja mahdolliset muut toimenpiteet
- neljänteen sarakkeeseen lisätään päivämäärä ja ajokilometrit, milloin huolto on suoritettu.

Kolmanteen sarakkeeseen lisättiin ennakoivan kunnossapidon tehtäviä, joita ei normaalisti tulla suorittamaan kyseisten ennakkohuoltojen yhteydessä. Jos huollon suoritussajankohta poikkeaa jostain syystä paljon suunnitellusta, vaihdetaan seuraavaksi suoritussuorossa olevan huollon suoritussajankohdan paikalle suoritettun huollon ajankohta. Taulukko muuttaa kaikkien seuraavien huoltojen suoritussajankohdat vastaamaan suunniteltua suoritussuorintervallia. Ennakkohuoltosuunnitelman huoltolis-ta/hakemisto on esitetty opinnäytetyön liitteessä viisi.

Ensimmäiselle välilehdelle luotiin myös lista, johon on kirjattu eri huollot ja niiden suoritussuorintervallit. Listaan luotiin linkit siten, että suorossa olevaa huoltoa klikkaa-

malla päästään suoraan tarkastelemaan vuorossa olevaa ennakkohuoltoa. 1-, 2-, ja 3-huollolle luotiin omat välilehdet, joiden ulkoasu on täysin samanlainen. Välilehdille luodut taulukot koostuvat neljästä sarakkeesta:

- toimenpiteen kohteena olevan komponentin/laitteen nimestä
- ennakkohuoltotoimenpiteen kuvauksesta
- huomiot -sarakeesta
- suoritettu -sarakeesta.

Ennakkohuoltotoimenpiteet on listattu taulukossa yksi esitettyjen Scania P310:n toimintopaikkojen mukaisesti, minkä tavoitteena on tehdä ennakkohuoltojen suorittamisesta johdonmukaista. Ajatuksena on se, että suoritusvuorossa olevan ennakkohuollon toimenpidelistä tulostetaan, jotta kunnossapitohenkilöstö voi helposti tarkastella siitä suoritettavia toimenpiteitä. Kun toimenpide on suoritettu, kunnossapitohenkilöstö lisää rastin suoritettu-sarakeeseen. Jos toimenpiteen kohteena olevassa komponentissa tai laitteessa havaitaan ongelmia, ne kirjataan huomiot kenttään. Ennakkohuoltosuunnitelman eri laajuiset huollot on esitetty opinnäytetyön liitteissä:

- 1-huolto liitteessä kuusi
- 2-huolto liitteessä seitsemän
- 3-huolto liitteessä kahdeksan.

5.6.2 Scania P310:n ennakkohuoltosuunnitelma

Ennakkohuoltosuunnitelman huoltosykli alkaa 2-huollosta, koska Scania P310:lle on tehty hankinnan yhteydessä laaja käyttöönottohuolto, koska se oli ollut käyttämättömänä varsin pitkään. Tämän jälkeen sille on tehty opinnäytetyössä suunniteltua 1-huoltoa vastaava huolto, kun sillä oli ajettu 165 000 kilometriä.

Ennakkohuollot tullaan suorittamaan lähempänä ennakkohuoltojen suoritusajankohdaksi määriteltävinä päivinä normaalin työviikon aikana, vaikka se lisää kuorma-auton elinjakson aikaista toteutumattomuutta. Teoriassa 1- ja 2-huolto olisi mahdollista toteuttaa vuoronvaihdon yhteydessä lauantai-iltapäivän ja sunnuntai-iltapäivän välisenä aikana. Viikonloppuisin tehtävistä ennakkohuolloista kuitenkin luovuttiin, koska:

- kunnossapitohenkilöstön palkkakustannukset ovat hyvin suuret
- uusien laitteiden, komponenttien ja tarvikkeiden hankinta on viikonloppuisin hankalaa tai mahdotonta

- yrityksellä on käytössään aiemmin kyseistä liikennöintiä suorittanut Scania R440, joka pystytään järjestämään Scania P310:n huollon ajaksi vara-autoksi, jolloin huollosta aiheutuvat lisäkustannukset jäävät varsin vähäisiksi.

1- ja 2-huolto eroavat varsin vähän toisistaan, molemmat huollot koostuvat pääasiassa erilaisista tarkastustoimenpiteistä ja voiteluainehuolloista. Merkittävimmät erot huoltojen välillä ovat ne, että 2-huollossa suoritetaan lisäksi:

- voimansiirron voiteluainehuolto ja siihen liittyvien komponenttien kunnan tarkastus
- moottorin imuilmansuodattimen ja pakokaasuahntimen kunnan tarkastus
- paineilmakompressorin kunnan tarkastus.

3-huolto, eli vuosihuolto pitää sisällään kaikki 1- ja 2-huollon sisältämät toimenpiteet. Lisäksi siihen kuuluu moottorin jäähdytysnesteen vaihto ja takalaitanostimen laajempi vuosihuolto. 3-huoltoon liitettiin myös ennakoivan kunnossapidon toimenpiteitä, jotka suoritetaan ulkopuolisilla toimijoilla:

- kuormatilan lämmönsäätölaitteen vuosihuolto
- hiukkassuodattimen puhdistus
- moottorin venttiileiden säätö
- polttoaineen ruiskutuslaitteiden optimointi
- sähköisten ohjainlaitteiden vikakoodien tarkastus
- jarrujärjestelmän toiminnan ja säätöarvojen tarkastus
- ilmajousituksen toiminnan ja säätöarvojen tarkastus

Kuormatilan lämmönsäätölaitteen vuosihuolto suoritetaan ainakin toistaiseksi valtuutetulla toimijalla, koska laite on vielä takuunalainen. Takuuajan päätyttyä on arvioitava uudestaan, pystytäänkö laite huoltamaan luotettavasti yrityksen omalla korjaamolla. Muut listatut toimenpiteet on suoritettava ulkopuolisella toimijalla, koska niiden suorittaminen ilman asianmukaisia laitteita on mahdotonta. Tarkoituksena on, että ulkopuolisilla toimijoilla suoritettavat toimenpiteet suoritettaisiin yrityksen omalla korjaamolla suoritettavien toimenpiteiden yhteydessä. Esimerkiksi siten, että autolle varataan aika ulkopuoliselle toimijalle päivä ennen suunnitellun huollon suorittamista yrityksen omalla korjaamolla.

ECM-analyysin eri vaiheissa nousi esiin muutamia kuorma-auton toiminnan kannalta erityisen kriittisiä laitteita ja komponentteja, joiden vikaantuminen on yrityksen ai-

empien kokemusten perusteella hyvin todennäköistä Scania P310:lle suunnitellun elinjakson aikana. Kyseisten laitteiden ja komponenttien keskimääräisiä kestoikiä päätettiin selvittää tarkemmin Originator Oy:n Kai Saarikosken avulla. Hän pystyi kokemuksiinsa perustuen määrittelemään varsin lyhyen pohdinnan jälkeen kyseisille kohteille keskimääräiset eliniät Scania P310:n käyttötarkoituksessa:

- starttimoottori 600 000 kilometriä
- vesipumppu, apulaitehihna, apulaitehihnan ohjain- ja kiristinrulla 300 000 kilometriä
- pyöränlaakerit 600 000 kilometriä
- paineilmakompressori 500 000 kilometriä
- laturi 300 000 kilometriä
- pakokaasuahdin 500 000 kilometriä
- kytkin 500 000 kilometriä. (Saarikoski 2017)

Starttimoottori, vesipumppu, apulaitehihna, apulaitehihnan ohjain- ja kiristinrulla ja laturi päädyttiin vaihtamaan jaksotetusti Saarikosken (2017) määrittelemiin keskimääräisiin elinikiin perustuen. Tähän päädyttiin, koska kyseiset kohteet keskeyttävät vikaantuessaan liikennöinnin ja ovat vaihtokustannuksiltaan varsin pienet. Paineilmakompressorin ja pakokaasuahdinten kohdalla päädyttiin ratkaisuun, jossa niiden kuntoa tarkastellaan yksinkertaisen toimenpiteen avulla kaksi kertaa vuodessa 90 000 ajokilometrin välein. Kun Saarikosken (2017) määrittelemä keskimääräinen elinikä täyttyy, suoritetaan kunnan tarkastus jokaisessa huollossa 45 000 ajokilometrin välein, kunnes laitteet ovat vaihdettu. Ratkaisuun päädyttiin, koska laitteiden vikaantuminen kehittyi erittäin todennäköisesti pitkän ajanjakson aikana.

Pyöränlaakereiden kohdalla päädyttiin Saarikosken (2017) näkemyksestä huolimatta toisenlaiseen ratkaisuun, koska yrityksen aiempien kokemusten perusteella pyöränlaakereiden eliniät ovat vaihdelleet erinäisistä syistä 50 000 ja 800 000 ajokilometrin välillä. Tämän vuoksi päädyttiin ratkaisuun, jossa pyöränlaakereiden kunto tarkastetaan jokaisessa huollossa 45 000 ajokilometrin välein. Kunto pystytään tarkastamaan varsin helposti muiden huoltotoimenpiteiden yhteydessä. Pyöränlaakereidenkin vikaantuminen kehittyi yleensä pienin askelin, mutta kohteesta aiheutuvan turvallisuusriskin vuoksi päätettiin pyöränlaakereiden tarkastus lisätä myös osaksi käyttäjäkunnossapitoa. Käyttäjäkunnossapitoa varten luotu huolto-ohje on esitelty kappalessa 5.8. Kytkimen komponenttien jaksotettua vaihtamista ei katsottu järkeväksi,

koska yrityksen aiempien kokemusten perusteella kytkin saataa kestää yli 800 000 ajokilometriä. Tämän vuoksi on mahdollista, että Scania P310:lle suunnitellusta elinikästä selvitään yhdellä kytkimen vaihdolla. Kytkimen vaihto on varsin kallis ja työläs toimenpide, joten ylimääräinen kytkimen vaihto pyritään välttämään käyttäjäkunnossapidon avulla.

5.7 Vikaantumis- ja huoltohistorian seurantalomake


Yrityksen kuljetuskaluston kunnossapidon historiatietojen tallentaminen on ollut hyvin puutteellista. Tiedot on tähän asti tallennettu kuviossa 11 esitettyyn kansioon, jossa on esitetty ranskalaisin viivoin kunnossapidon historiatietoja. Vikaantumis- ja huoltohistorian seurantalomake luotiin, jotta yrityksen korjaamohenkilöstö pystyy jatkossa kirjaamaan Excel-taulukkoon suoritettujen komponenttien/laitteiden kunnoss- ja vaihtotoimenpiteet. Tällä pyritään siihen, että kunnossapidon historiatiedot saadaan jatkossa tallennettua helposti löydettävissä olevaan sähköiseen muotoon, jonka avulla kunnossapidon historiatietoja on helppo tarkastella. Kunnossapidon historiatietojen tallentaminen selkeään muotoon mahdollistaa tulevaisuudessa:

- kuorma-auton kriittisimpien osajärjestelmien (toimintopaikkojen) löytämisen, minkä avulla voidaan priorisoida ennakoivan kunnossapidon potentiaaliset kehityskohteet
- eri merkkisten ja mallisten kuorma-autojen vikaantumishistorian vertailun harkintaa käyttäen, mitä voidaan hyödyntää uusien kuorma-autojen investointipäätöksissä.

Vikaantumis- ja huoltohistorian seurantalomaketta varten suunniteltiin Excel-tiedosto. Excel-tiedoston ensimmäiselle välilehdelle luotiin pohja kalustoluettelolle, johon yritys pystyy luomaan kuljetuskalustonsa kalustoluettelon. Kalustoluetteloon kirjataan:

- ajoneuvon merkki
- ajoneuvon malli
- rekisteritunnus
- työnnumero.

Tiedoston ensimmäinen välilehti toimii ajoneuvojen vikaantumis- ja huoltohistorian hakemistona. Ajatuksena oli se, että ajoneuvon rekisterinumeroa klikkaamalla, päästään täydentämään tai tarkastelemaan valitun ajoneuvon kunnossapidon historiatietoja. Excel-tiedostoon luotu kalustoluettelo/hakemisto on esitetty kuviossa 14.

			
Vikaantumis- ja huoltohistorian seurantalomake			
Kalustoluettelo:			
	Merkki	Malli	Rek.tunnus
	Scania	P310	GLP-961
			100
			200
			300
			400

Kuvio 14. Vikaantumis- ja huoltohistorian tallennuslomakkeen hakemisto

Taulukon toiselle välilehdelle luotiin lomake opinnäytetyön aiheena olleen Scania P310:n vikaantumis- ja huoltohistorian tallentamista varten. Luodun taulukon pohja kopioitiin tiedoston muihin välilehtiin, joihin yritys voi lisätä ajoneuvojen tiedot ja tallentaa kunnossapitotoimien historiatietoja ajoneuvokohtaisesti. Lomakkeen täydentämistä varten luotiin lomakkeen täyttöohje, jossa on esitelty lomakkeeseen täydennettävät tiedot niin vikaantumistapauksissa kuin komponenttien ja laitteiden määräaikaisiin vaihtoihin liittyen. Vikaantumis- ja huoltohistorian tallentamista varten luotu Excel- taulukko on esitetty opinnäytetyön liitteessä yhdeksän.

5.8 Kuljettajan huolto-ohje

ECM-analyysin B- ja C-vaiheen yhteydessä nousi esiin useita kuorma-auton toiminnan kannalta kriittisiä kohteita, joiden kunnonseuranta vaatii käyttäjäkunnossapitoa. Yrityksen kuorma-autoilla liikennöiville kuljettajille luotiin huolto-ohje, jota kuljettajia veloitetaan noudattamaan. Kuljettajien huolto-ohjeen avulla pyritään tuomaan käyttäjäkunnossapito kiinteäksi osaksi yrityksen ennakoivaa kunnossapitotoimintaa. Käyttäjäkunnossapito on erittäin tärkeä osa kuljetusyrityksen kunnossapitoa, kuten opinnäytetyön kappaleessa 4.3.2 on perusteltu.

Kuljettajien huolto-ohjeesta pyrittiin luomaan mahdollisimman yksinkertainen, koska yrityksen ajoneuvoilla liikennöivien kuljettajien ajoneuvoihin liittyvä tekninen osaaminen vaihtelee suuresti. Tavoitteena oli, että kuljettajat pystyvät suoriutumaan huolto-ohjeessa määritetyistä tehtävistä teknisestä osaamistasosta riippumatta. Huolto-ohje koostuu yksinkertaisista aistinvarasista tarkastuksista ja ajoneuvon ajon aikaisen toiminnan tarkkailusta, jotka ovat kuitenkin merkittäviä ajoneuvon toiminnan kannalta ja mahdollistavat kunnossapitohenkilöstön ennakoivan reagoinnin ongelmatilanteiden ratkaisuun. Huolto-ohjeesta luotiin mahdollisimman yksinkertainen kuitenkin siten, että siinä tehtävillä toimenpiteillä pyritään ehkäisemään korjauskustannuksiltaan ja turvallisuusriskeiltään merkittävimmät vikaantumiset.

Huolto-ohjeessa määriteltyjen käyttäjäkunnossapidon tehtävien suorittamiseksi yrityksen kuorma-autot on varustettava:

- kunnollisella valaisimella, jotta toimenpiteet pystytään suorittamaan myös pimeässä
- moottoriöljykannulla
- jäähdytysnestekannulla
- tuulilasipesunestekannulla
- pitkävartisella pajavasaralla, jolla pystytään tarkistamaan renkaiden ilmanpaineet kopauttamalla renkaita, myös paripyörien sisemmät renkaat
- infrapunalämpömittarilla, jolla pystytään ajon jälkeen tarkastamaan poikkeamat pyörännapojen lämpötiloissa.

Erityisesti pyörännapojen lämpötilojen mittaaminen on tärkeää, jotta voidaan tunnistaa pyöränlaakereiden vikaantuminen ja jarrujen laahaaminen ennakoivasti. Jarrunjumiutumisen tai pyöränlaakerin vikaantumisen seurauksena saattaa syntyä niin suuri lämpötila, joka voi aiheuttaa tulipalon ja/tai renkaan räjähtämisen. Tulipalo ja renkaan räjähtäminen ovat merkittäviä turvallisuusriskejä, jotka saattavat aiheuttaa henkilövahinkoja.

Huolto-ohje laitetaan jokaisen yrityksen kuorma-auton ohjaamoon ja kuljettajat tehdään tietoisiksi siitä, että heillä on velvollisuus noudattaa siinä määriteltyjä tehtäviä. Luotu kuljettajien huolto-ohje on esitetty opinnäytetyön liitteessä kymmenen.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön aihe varmistui tammikuussa 2017. Luodun projektisuunnitelman mukaan opinnäytetyön oli tarkoitus valmistua toukokuun 2017 alkuun mennessä, mutta työn suorittamiseen liittyvien ongelmien vuoksi työn valmistuminen viivästyi noin kuukaudella. Tämä ei kuitenkaan aiheuttanut varsinaisia ongelmia, koska työn toimeksiantaja ei asettanut vaatimuksia työn valmistumisajankohdalle.

Opinnäytetyön teorioisuus suunniteltiin työn alkuvaiheessa siten, että se koostuu kahdesta eri osa-alueesta, joilla molemmilla on omat tarkoituksensa. Ensimmäinen osa-alue luotiin siten, että sen tärkein tehtävä oli tukea Scania P310:n ennakkohuoltosuunnitelman luontia ja yrityksen kunnossapitotoiminnan kehittämistä. Ensimmäisen osan toinen tehtävä oli toimia toimivan kunnossapitotoiminnan vaatimusten esittelynä työn toimeksiantajalle. Teoriaosan ensimmäisessä osassa käsiteltiin kunnossapitoon yleisesti liittyviä keskeisiä käsitteitä ja menetelmiä. Lisäksi siihen pyrittiin keräämään keskeisimmät tehokkaan kunnossapitotoiminnan osa-alueet, joiden avulla työn toimeksiantaja saa käsityksen siitä, mitä eri osa-alueita toimivan kunnossapitajärjestelmän tulisi pitää sisällään. Opinnäytetyön teoriaosuuden toisessa osa-alueessa pyrittiin luomaan teoreettinen viitekehys kunnossapidon ja kuorma-auton kunnossapidon välille. Osa-alueen keskeisimpänä tavoitteena oli löytää eroja perinteisen teollisuuden ja kuorma-auton kunnossapidon välillä ja tekijöitä, jotka asettavat vaatimuksia ja haasteita kuorma-auton kunnossapidolle. Teoriaosuuden toisen osan tarkoitus oli ensimmäisen osan tavoin tukea Scania P310:n ennakkohuoltosuunnitelman luomista ja kunnossapitotoiminnan kehittämistä. Lisäksi sen oli tarkoitus selvittää niin opinnäytetyön tekijälle kuin toimeksiantajalle, mitä kuorma-auton kunnossapidolla voidaan saavuttaa, menettää ja mitä seurauksia sen laiminlyömisestä voi seurata.

Teoriaosuuden kirjoittaminen oli hankalaa, koska kunnossapitoon liittyvää materiaalia on hyvin paljon tarjolla. Lisäksi eri lähteissä käsitellään kunnossapitoon liittyviä käsitteitä ja lainalaisuuksia hyvin eri tavoin. Erityisen hankalaa oli löytää yhteys teollisuuden kunnossapidon ja kuorma-auton kunnossapidon välille, koska suurin osa kunnossapitoon liittyvästä julkisesta materiaalista käsittelee kunnossapitoa tuotantolaitosten näkökulmasta. Tämän vuoksi yhteneväisen teoriaosuuden luominen osoit-

tautui hyvin hankalaksi ja paljon aikaa vieväksi työvaiheeksi. Lähdemateriaalin systemaattisen etsimisen ja tarkastelun avulla teoriaosuudesta onnistuttiin kuitenkin luomaan hyvin yhteneväinen kokonaisuus, joka vastaa täysin alkuperäisen suunnitelman mukaisia vaatimuksia.

Opinnäytetyön päätavoite oli luoda ennakkohuoltosuunnitelma opinnäytetyön toimeksiantajayrityksen Scania P310 -kuorma-autolle, jolla liikennöidään keskimäärin 140 tuntia viikossa. Ennakkohuoltosuunnitelma oli tarkoitus luoda sellaiseen muotoon, että sitä voidaan käyttää pohjana yrityksen muiden kuorma-autojen ennakkohuoltosuunnitelmissa. Tämä aiheutti vaikeuksia ennakkohuoltosuunnitelman pohjana olevan Excel-taulukon luomiseen. Luotu Excel-pohja on varsin yksinkertainen, mutta siitä huolimatta sen luominen oli hankalaa ja sen ulkoasua muutettiin useita kertoja. Lopulta Excel-taulukosta saatiin kuitenkin varsin selkeä, yksinkertainen ja sen uskotaan toimivan hyvin toimeksiantajan käytössä.

Varsinainen ennakkohuoltosuunnitelma oli alun perin tarkoitus suorittaa kriittisyysanalyysiä ja RCM-analyysiä apuna käyttäen. Tämä ei kuitenkaan osoittautunut hyväksi ratkaisuksi, kuten opinnäytetyön kappaleessa 5.4 kerrotaan. Systemaattisen tiedonhankinnan yhteydessä oli aiemmin törmätty vaihtoehtoisin menetelmiin. Menetelmien uudelleen tarkastelun jälkeen päädyttiin ennakkohuoltosuunnitelma luomaan ECM-analyysin avulla, joka soveltui parhaiten työn toimeksiantajan tilanteeseen. ECM-analyysin suorittamisen yhteydessä korostui opinnäytetyössä luodun laitehierarkian hyöty. Koska kunnossapitotoimenpiteiden dokumentointi on ollut varsin puutteellista, pystyttiin laitehierarkian avulla käymään kuorma-autoa systemaattisesti läpi. Tällöin dokumentoimattomia kunnossapitotoimia muistui asiantuntijaryhmän jäsenten mieliin. ECM-analyysin yhteydessä nousi esiin joitakin analyysin perusteella erityisen kriittisiä kohteita, joista päätettiin hankkia lisätietoa yrityksen ulkopuolisen asiantuntijan haastattelulla. ECM-analyysin ja ulkopuolisen asiantuntijan avulla saatujen tietojen perusteella pystyttiin kerätty tieto paketoimaan ennakkohuoltosuunnitelmaksi. Ennakkohuoltosuunnitelma vaikuttaa alustavasti hyvin käyttökelpoiselta ja siinä on pyritty erityisesti eliminoimaan merkittävän turvallisuusriskin aiheuttavat ja liikennöinnin välittömästi keskeyttävät vikaantumiset. Ennakkohuoltosuunnitelman tehokkuutta on kuitenkin seurattava opinnäytetyössä luodun huolto- ja vikaantumis-

historian seurantalomakkeen avulla. Tarvetta ennakkohuoltosuunnitelman muutoksille on hankala arvioida luotettavasti ilman vikaantumishistoriaa.

Seuraava merkittävä kehityskohde yrityksen kunnossapitotoiminnassa pitäisi olla kunnossapitokustannusten kohdentamisen kehittäminen. Opinnäytetyössä luodun työnumerointijärjestelmän ja huolto- ja vikaantumishistorian seurantalomakkeen avulla vikaantumisista ja ennakoivan kunnossapidon toimenpiteistä aiheutuvat kustannukset pystytään kohdentamaan niin kuorma-autokohtaisesti kuin kuorma-autojen toimintopaikkakohtaisesti. Toimintopaikkakohtaisten kustannusten perusteella voidaan esimerkiksi etsiä potentiaalisia kohteita, joiden kunnossapitotoimia muuttamalla saatettaisiin saavuttaa tuottoja. Kuorma-autoihin kohdistettuja kunnossapitokustannuksia voidaan käyttää harkintaa käyttäen jopa uusien kuorma-autojen investointipäätösten tukena. Investointipäätöstä tehdessä voidaan verrata käytössä olleiden eri merkkisten kuorma-autojen kunnossapitokustannusten osuutta niiden elinjakso-kustannuksista.

Opinnäytetyö on kokonaisuudessaan varsin onnistunut paketti ja sen avulla saatiin luotua useita käyttökelpoisilta vaikuttavia työkaluja yrityksen kunnossapitotoiminnan kehittämiseen.

Lähteet

A 11.12.2002/1090. Ajoneuvolaki. Viitattu 16.3.2017. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

A 19.12.2002/1245. Valtioneuvoston asetus liikenteessä käytettävien ajoneuvojen liikennekelpoisuuden valvonnasta. Viitattu 16.3.2017. Valtion säädöstietopankki Finlex. [Http://www.finlex.fi](http://www.finlex.fi)

Ajoneuvoluokat. 2016. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi:n sivusto. Viitattu 16.3.2017. <https://www.trafi.fi/tieliikenne/ajoneuvoluokat>

Berbspång, A., Kali, Z. 2011. Measuring the performance of a preventive maintenance programme for heavy trucks -from a life cycle profit perspective. Pro gradu –tutkielma, Lund University, Lund Institute of Technology, Division of Production Management, Department of Industrial Management and Logistics. Viitattu 18.3.2017.

http://www.pm.lth.se/fileadmin/pm/Exjobb/Exjobb_2011/Bernspaang_A_Kali_Z/Measuring_the_performance_of_a_preventive_maintenance_programme_for_heavy_trucks_-_from_a_life_cycle_profit_perspective._by_A._Bernspaang_Z._Kali.pdf

Dhillon, B., S. 2006. Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers. Boca Raton: CRC Press

Heinonen, K., Jantunen, E., Kautto, J., Kokko, V., Komonen, K., Lakka, S., Leinonen, P., Lumme, V., Miettinen, J., Mikkonen, H., Mäkeläinen, R., Riutta, E. & Sulo, P. P. 2009. Kuntoon perustuva kunnossapito. Helsinki: KP-Media.

Hiltunen, L. N.d. Graduaineiston analysointi. Pdf –tiedosto Jyväskylän Yliopiston sivustolla. Viitattu 1.2.2017.

http://www.mit.jyu.fi/ope/kurssit/Graduryhma/PDFt/aineiston_analysointi2.pdf

Järviö, J., Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito, Tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. p., uud. p. Kunnossapitoyhdistys Promaint. Kunnossapidon julkaisusarja n:o 10. Helsinki: KP-Media.

Kangas, J. N.d. Kärppäpelaajien pelitaidot, valmennusta tukevan videon kehittäminen. Opinnäytetyö, AMK. Lapin ammattikorkeakoulu, Terveys- ja liikunta-ala, liikunnan ja vapaa-ajan koulutus. Viitattu 30.1.2017.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/113041/Kangas_Joona.pdf?sequence=1

Kuljetus- ja logistiikkapalvelut meiltä. N.d. Yritysesittely Antiokia Oy:n kotisivustolla. Viitattu 28.1.2017. <http://www.antiokia.fi>

Laine, H., S. 2010. Tehokas kunnossapito. Helsinki: KP-media Oy.

Laadullisen aineiston analyysi ja tulkinta. N.d. Kajaanin ammattikorkeakoulun sivusto. Etusivu>Opinnäytetyöpakki>Tukimateriaali>Laadullisen analyysi ja tulkinta. Viitattu

1.2.2017. <http://www.kamk.fi/opari/Opinnaytetyopakki/Teoreettinen-materiaali/Tukimateriaali/Laadullisen-analyysi-ja-tulkinta>

Menzies, J. 2015. Well maintained trucks get 5-10% better fuel economy: NACFE. Artikkelit Trucknews.com sivustolla. Viitattu 26.3.2017
<http://www.trucknews.com/business-management/well-maintained-trucks-get-5-10-better-fuel-economy-nacfe/1003069452/>

Moubray, J. 1997. Reliability-centered Maintenance. 2 ed. New York: Industrial Press.

Niininen, K. 2013. Ennakoivan kunnossapidon suunnittelu. Opetusmateriaali. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. www.jamk.fi/opiskelijoille, Optima.

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

PSK 6800. Laitteiden kriittisyysluokittelu teollisuudessa. 2008. PSK Standardisointiyhdistys ry.

Saarikoski, K. 2017. Työnjohtaja. Originator Oy. Haastattelu 8.5.2017.

Smith, A., M., Hinchcliffe, G., R. 2004. RCM - Gateway to world class maintenance. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Taipale, V., 1998. Osajärjestelmän vaikutus prosessijärjestelmän elinjaksotuottoon LCP-laskentamalli. Tutkimusraportti. Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy sivusto. Viitattu 18.3.2017. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/1998/T1920.pdf>


Marjakoski, M., 2013. Kunnossapidon kustannusseuranta. Opetusmateriaali. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. www.jamk.fi/opiskelijoille, Optima.

Virtanen, A., 2017. Korjaamopäällikkö. Antiokia Oy. Haastattelu 10.3.2017. Viitattu 17.3.2017.

Wireman, T. 1998. Developing performance indicators for managing maintenance. New York: Industrial press, inc.

Liitteet

Liite 1. Ote laitehierarkiasta ja laitepaikkaluettelosta

					
Scania P310 6x2 GLP-961		Työnumero	100		
Moottori GLP-961		Työnumero	101		
Laitepaikkatunnus	Nimi	Valmistaja	Tyyppi	Varaosanumero	Lisätietoja/huomioita
101.01	Moottori				
101.01.01	Perusmoottori	Scania	DC9		
101.01.02	Öljypumppu				
101.01.03	Öljynlauhdutin				
101.01.04	Öljynsuodatin				
101.01.05	Öljynpuhdistin				
101.01.06	Ilmansuodatin				
101.02	Jäähdytys				
101.02.01	Jäähdytin				
101.02.02	Vesipumppu				
101.02.03	Termostaatti				
101.02.04	Moniurahiha		8PK, L=2135 mm		
101.02.05	Apulaitehihnan kirstin				
101.02.05.01	Kirstinrulla				
101.02.06	Paisuntasäiliö				
101.02.07	Tuuletin				
101.02.07.01	Viskokytkin				
101.02.07.02	Tuulettimen siivet				
101.02.08	Jäähdyttimen letkut				
101.02.09	Polttoainekäyttöinen lisälämmitin				
101.03	Ahtaminen				
101.03.01	Turbo				
101.03.02	Välijäähdytin				
101.03.03	Ahtoletkut				
101.03.04	Hukkaportti				
101.04	Pakokaasujärjestelmä				
101.04.01	Pakosarja				
101.04.02	Pakoputki				
101.04.03	Äänenvaimennin				
101.04.04	EGR				
101.04.05	Pakokaasuhidastin				
101.05	Polttoainejärjestelmä				
101.05.01	Polttoaineen syöttöpumppu				
101.05.02	Ruiskusuutin/putki				
101.05.03	Ruiskutukki				
101.05.04	Polttoainesuodatin				
101.05.05	Polttoaineputket				
101.05.06	Polttoainesäiliö				
101.06	Sähköjärjestelmä				
101.06.01	Moottorinohjausyksikkö				
101.06.02	Laturi				
101.06.03	Starttimoottori				
101.06.04	Akku				



Scania P310 6x2 GLP-961
Voimansiirto GLP-961

Työnumero 100
Työnumero 102

Laitepaikkatunnus	Nimi	Valmistaja	Tyyppi	Varaosanumero	Lisätietoja/huomioita
102.01	Vaihteisto				
102.01.01	Vaihdelaatikko	Scania	Opticruise, 12-v		
102.01.02	V.öljynsuodatin				
102.01.03	V.öljynjäähdytin				
102.02	Kytkin				
102.02.01	Paineasetelma				
102.02.02	Kytkinlevy				
102.02.03	Kytkimen pääsylinteri (neste)				
102.02.04	Kytkimen poljinsylinteri (p.i.)				
102.02.05	Kytkimen työsylinteri/painelaakeri (p.i.)				
102.03	Perävälitys				
102.03.01	Tasauspyörästä				
102.03.02	Tasauspyörästonlukko				
102.03.03	Peräöljynsuodatin				
102.04	Voimansiirtoakselit				
102.04.01	Kardaaniakseli				
102.04.02.01	Etuosa				
102.04.02.02	Takaosa				
102.04.03	Kardaanin ristinivel				
102.04.03.01	Keski				
102.04.03.02	Etu				
102.04.04	Kardaanin kannatinlaakeri				
102.04.06	Vetoakseli				
102.04.06.01	oikea				
102.04.06.01	vasen				

Liite 2. Scania P310 ECM-analyysi, Vaihe A

1	2	3	4	5	6	7
Nykyinen ennakkovalvonta toimenpide	Komponentin nimi	Vikamuoto, johon ennakkovalvontatoimenpide kohdistuu	Vian vaikutusten kuvaus	Onko EHT-toimenpide toiminut tehokkaasti?	Säilytetäänkö toimenpide, sallitaanko vikaantumisen, muutetaanko toimenpidettä?	Kuvaile muutokset ennakkovalvontatoimenpiteeseen ja suoritusintervalliin
Toimintopaikka: Moottori Työnumero 101						
Moottoriöljyn vaihto	Moottori	Voiteluöljyssä tapahtunut kemiallisia ja fysikaalisia muutoksia, voiteluominaisuudet heikentyneet	Moottorin liikkuvien osien kiinnileikkaaminen, komponenttien kuluminen, turbon kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Öljynsuodattimen vaihto	Öljysuodatin	Öljynsuodatin tukkeutunut	Öljynsuodatusominaisuudet heikkenevät, öljyn voiteluominaisuudet heikkenevät, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Öljyn keskipakosuodattimen puhdistus	Öljyn keskipakosuodatin	Öljynsuodatin täyttynyt	Öljynsuodatusominaisuudet heikkenevät, öljyn voiteluominaisuudet heikkenevät, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ilmansiirtojärjestelmän tarkastus/vaihto	Ilmansiirtojärjestelmä	Ilmansiirtojärjestelmä tukkeutunut	Moottorin käyntiongelmia, moottorin suorituskyky laskee, polttoaineenkulutus lisääntyy	Kyllä	Säilytetään	Tarkistus suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto) Vaihto suoritetaan 180 000 km välein (3-huolto)
Polttoainesuodattimien (2 kpl) vaihto	Polttoainesuodatin	Polttoainesuodatin tukkeutunut	Moottori ei saa polttoainetta, suorituskyky heikkenee, talvella moottori ei käynnisty tai sammuu, vaurioittaa ruiskutuslaitteita ja korkeapainepumppua	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Apulaitehinnan tarkastus	Apulaitehina	Apulaitehina katkennut	Moottorin apulaiteet eivät toimi, moottorin ylikuumentuu, liikennöinti keskeytettävä välittömästi	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Apulaitehinnan ohjainrullan tarkastus	Apulaitehinnan ohjainrulla	Ohjainrullan laakerointi pettänyt	Apulaitehina lähtee pois paikoiltaan, moottori ylikuumentuu, moottorin apulaiteet eivät toimi, liikennöinti keskeytettävä välittömästi	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Apulaitehinnan kiristinrullan tarkastus	Apulaitehinnan kiristinrulla	Kiristinrullan laakerointi pettänyt	Apulaitehina lähtee pois paikoiltaan, moottori ylikuumentuu, moottorin apulaiteet eivät toimi, liikennöinti keskeytettävä välittömästi	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jäähdytysnestevuotojen tarkastaminen	Jäähdyttävä, letkut, putket, vesipumppu, Webasto, Webaston siirtopumppu,	Jäähdyttävä puhjennut, letku haljennut/kulunut puhki, letkuklemmarit pettäneet, tiivisteet pettäneet	Jäähdytysnestevuoto ympäristöön, jäähdytysnesteen määrä vähenee, moottori ylikuumentuu	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Venttiilien säätö	Sylinterinkannen imu- ja pakoventtiilit	Sylinterinkannen komponenttien kuluminen	Moottorin suorituskyky laskee, polttoaineenkulutus lisääntyy	Kyllä	Muutetaan	Suoritetaan 180 000 km välein (3-huolto)
Ruiskutuslaitteiden optimointi	Ruiskutuslaitteet	Suuttimet kuluneet	Moottorin suorituskyky laskee, polttoaineenkulutus lisääntyy	Kyllä	Muutetaan	Suoritetaan 180 000 km välein (3-huolto)
Jäähdytysnesteen vaihto	Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytysjärjestelmään kertyy epäpuhtauksia, korroosion estominaisuudet heikentyvät, pakkasen kestävyys heikkenee	Jäähdytysnestevuoto heikkenee, komponenttien korroosio- ja kuluminen lisääntyy, jäätyminen	Kyllä	Muutetaan	Suoritetaan 180 000 km välein (3-huolto)
Vesipumpun vaihto	Vesipumppu	Vesipumpun laakerointi pettänyt, vesipumpun siivet kuluneet	Jäähdytysnestevuoto ei kierrä moottorissa, moottori ylikuumentuu	Kyllä	Muutetaan	Vesipumpun vaihto 300 000 km välein
Pakosarjan vuotojen tarkastus	Pakosarja	Pakosarja haljennut, kiinnityspultit löystyneet, tiivisteet pettäneet	Moottorin suorituskyky laskee, polttoaineenkulutus lisääntyy, ohjaamon hajuhaitta, koventunut ääni	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Pakoputkiston vuotojen tarkastus	Pakoputkisto	Pakoputken liitospaikka pettäneet, pakoputkisto ruostunut puhki, äänenvaimennin ruostunut puhki	Moottorin suorituskyky laskee, polttoaineenkulutus lisääntyy, ohjaamon hajuhaitta, koventunut ääni	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Polttoainejärjestelmän vuotojen tarkastus	Polttoaineen paineputket	Putket löystyneet, haljenneet	Polttoainetta valuu ympäristöön, tulipalon riski, polttoaineen kulutus lisääntyy	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Akkunesteen määrän tarkastaminen	Akku	Neste haihtunut	Akun elinikä lyhenee, akku ei ota virtaa vastaan, auto ei käynnisty	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)

Toimintopaikka: Voimansiirto Työnumero 102						
Vaihteistoöljyn vaihto	Vaihteisto	Voiteluöljyssä tapahtunut kemiallisia ja fysikaalisia muutoksia, voiteluominaisuudet heikentyneet	Vaihteiston liikkuvien osien kiinnileikkaaminen, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto)
Vaihteistoöljyn suodattimen vaihto	Vaihteistoöljysuodatin	Öljynsuodatin tukkeutunut	Öljynsuodatusominaisuudet heikenevät, öljyn voiteluominaisuudet heikenevät, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto)
Peräöljyn vaihto	Tasauspyörästä	Voiteluöljyssä tapahtunut kemiallisia ja fysikaalisia muutoksia, voiteluominaisuudet heikentyneet	Tasauspyörästä liikkuvien osien kiinnileikkaaminen, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto)
Perävälityksen kunnan tarkastus	Tasauspyörästä	Perävälityksen komponentit kuluneet	Perävälitys hyötysuhde heikkenee hammaskosketuksen muuttuessa, riski liikennöinnin keskeyttävään vikaantumiseen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto)
Peräöljyn suodattimen vaihto	Tasauspyörästä öljynsuodatin	Öljynsuodatin tukkeutunut	Öljynsuodatusominaisuudet heikenevät, öljyn voiteluominaisuudet heikenevät, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto)
Vaihteiston öljyvuootojen tarkastus	Vaihteisto	Vaihteisto vuotanut öljyä	Öljyn määrä vähenee, voiteluominaisuudet heikenevät, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Tasauspyörästä öljyvuootojen tarkastus	Tasauspyörästä	Tasauspyörästä vuotanut öljyä	Öljyn määrä vähenee, voiteluominaisuudet heikenevät, komponenttien kuluminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Kardaaniin tukilaakerin kunnan tarkastus	Kardaaniin tukilaakeri	Kestovoideltu laakeri kulunut/purkaantunut	Kardaani ravistaa, kannakointi pettää kokonaan, liikennöinti keskeytyy välittömästi	Kyllä	Muutetaan	Suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto)
Kardaaniin ristinivelin tarkastus	Kardaaniin ristinivel	Ristiniveleen syntynyt välitys	Kardaani ravistaa, ristinivel pettää kokonaan, liikennöinti keskeytyy välittömästi	Kyllä	Muutetaan	Suoritetaan 90 000 km välein, (2-huolto)
Toimintopaikka: Etuakseli Työnumero 103						
Olkatapin rasvaus	Olkatappi	Olkatappi kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat ajon aikana, ajo-ominaisuudet heikenevät, renkaat kuluvat nopeammin, p.aine kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Olkatapin välilyksen tarkastus	Olkatappi	Olkatappi kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat ajon aikana, ajo-ominaisuudet heikenevät, renkaat kuluvat nopeammin, p.aineen kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Pyöränlaakereiden välilyksen tarkastus	Etupyöränlaakeri	Laakeri kulunut	Vierintävastus kasvaa, laakeri kuumenee, tulipalo riski, ohjauskulmat muuttuvat, renkaat kuluvat, rengas irtoaa lopulta	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Panhard-tangon kumipuslien tarkastus	Panhard-tanko	Kumipuslat kuluneet	Ajo-ominaisuudet heikenevät, ohjauskulmat muuttuvat, renkaiden kuluminen nopeutuu, p.aineen kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Reaktiotankojen kumipuslien tarkastus	Reaktiotanko	Kumipuslat kuluneet	Ajo-ominaisuudet heikenevät, ohjauskulmat muuttuvat, renkaiden kuluminen nopeutuu, p.aineen kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ilmajousipussien silmämääräinen tarkastus	Ilmajousipussi	Ilmajousipussi puhjennut	Ilmajousitus ei toimi etuakselilla	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Etuakselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys	Iskunvaimennin	Iskunvaimennin vuotanut, löystynyt, irronnut	Vaimennusteho huonontunut/hävinnyt ajo-ominaisuudet heikentyneet	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnan tarkastus	Kallistuksenvakaaja	Kiinnityskumit kuluneet	Ajo-ominaisuudet heikenevät huomattavasti	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Koiranluiden kumihelojen kunnan tarkastus	Kallistuksenvakaajan yhdystanko	Kumihelat kuluneet	Kallistuksenvakaajan ominaisuudet heikenevät, ajo-ominaisuudet heikenevät huomattavasti	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrulevyjen kunnan tarkastus	Jarrulevy	Jarrulevy kulunut	Jarrutusteho heikkenee, jarrut ravistavat, levyt murtuvat	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)

Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus	Jarrusatula	Tiivisteet kuluneet	Jarrusatulan komponentit altistuvat korroosiolle, jarrun jumittuminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrupalojen kunnan tarkastus	Jarrupalat	Jarrupalojen kulutuspinna kulunut loppuun	Jarrutusteho heikkenee	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Renkaiden kunnan tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)	Rengas	Rengas kulunut tai kulunut epämääräisesti	Ajo-ominaisuudet heikkenevät, puhkeamisvaara, virkavallan antama sakkorangaistus	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ohjauksen vetotangon pallonivelten välkyksen tarkastus	Vetotanko	Pallonivel kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat, ajo-ominaisuudet heikkenevät, renkaat kuluvat nopeammin, p.aineen kulutus kasvaa, ohjattavuus häviää	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Raidetangon pallonivelten välkyksen tarkastus	Raidetanko	Pallonivel kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat, ajo-ominaisuudet heikkenevät, renkaat kuluvat nopeammin, p.aineen kulutus kasvaa, ohjattavuus häviää	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ohjaussimpukan öljyvuotojen tarkastus	Ohjaussimpukka	Ohjaussimpukka vuotanut öljyä	Öljy vuotaa ympäristöön, ohjattavuus hankaloituu öljyn vähentyessä liikaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ohjausjärjestelmän hydrauliletkujen kunnan silmämääräinen tarkastus	Hydrauliletku	Hydrauliletku vuotanut	Öljy vuotaa ympäristöön, ohjattavuus hankaloituu öljyn vähentyessä liikaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Etuakselin tuonnan U-kiinnityspulttien silmämääräinen tarkastus	U-pultti	U-pultti kulunut/katkennut	Ajoneuvon hallittavuus katoaa/riski siihen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Toimintopaikka: Vetävä taka-aks. Työnumero 104						
Tukivarsien puslien tarkastus	Tukivarsi	Kumipuslat kuluneet	Ajo-ominaisuudet heikkenevät, ohjauskulmat muuttuvat, renkaiden kuluminen nopeutuu, p.aineen kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ilmajousipussien kunnan tarkastaminen	Ilmajousipussi	Ilmajousipussi puhjennut	Ilmajousitus ei toimi etuakselilla	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Pyöränlaakereiden välkyksen tarkastus	Vetävän taka-akselin pyöränlaakeri	Laakeri kulunut	Vierintävastus kasvaa, laakeri kuunee, tulipalo riski, ohjauskulmat muuttuvat, renkaat kuluvat, rengas irtoaa lopulta	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Vetävän akselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys	Iskunvaimennin	Iskunvaimennin vuotanut, löystynyt, irronnut	Vaimennusteho huonontunut/hävinnyt ajo-ominaisuudet heikentyneet	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Tukivarren kiinnitys U-pulttien silmämääräinen tarkastus	U-pultti	U-pultti kulunut/katkennut	Ajoneuvon hallittavuus katoaa/riski siihen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrulevyjen kunnan tarkastus	Jarrulevy	Jarrulevy kulunut	Jarrutusteho heikkenee, jarrut ravistavat, levyt murtuvat	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus	Jarrusatula	Tiivisteet kuluneet	Jarrusatulan komponentit altistuvat korroosiolle, jarrun jumittuminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnan tarkastus	Kallistuksenvakaaja	Kiinnityskumit kuluneet	Ajo-ominaisuudet heikkenevät huomattavasti	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Renkaiden kunnan tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)	Rengas	Rengas kulunut tai kulunut epämääräisesti	Ajo-ominaisuudet heikkenevät, puhkeamisvaara, virkavallan antama sakkorangaistus	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrupalojen kunnan tarkastus	Jarrupala	Jarrupalojen kulutuspinna kulunut loppuun	Jarrutusteho heikkenee	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)

Toimintopaikka: Teliakseli Työnumero 105						
Tukivarsien puslien tarkastus	Tukivarsi	Kumipuslat kuluneet	Ajo-ominaisuudet heikkenevät, ohjauskulmat muuttuvat, renkaiden kuluminen nopeutuu, p.aineen kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Olkatappien rasvaus	Olkatappi	Olkatappi kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat ajon aikana, ajo-ominaisuudet heikkenevät, renkaat kuluvat nopeammin	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Olkatappien välyksen tarkastus	Olkatappi	Olkatappi kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat ajon aikana, ajo-ominaisuudet heikkenevät, renkaat kuluvat nopeammin	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Pyöränlaakereiden välyksen tarkastus	Pyöränlaakeri	Laakeri kulunut	Vierintävästus kasvaa, laakeri kuumentuu, tulipalo riski, ohjauskulmat muuttuvat, renkaat kuluvat, rengas irtoaa lopulta	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ilmajousipussien silmämääräinen tarkastus	Ilmajousipussi	Ilmajousipussi puhjennut	Ilmajousitus ei toimi etuakselilla	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Teliakselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys	Iskunvaimennin	Iskunvaimennin vuotanut, löystynyt, irronnut	Vaimennusteho huonontunut/hävinnyt ajo-ominaisuudet heikentyneet	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnan tarkastus	Kallistuksenvakaaja	Kiinnityskumit kuluneet	Ajo-ominaisuudet heikkenevät huomattavasti	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrulevyjen kunnan tarkastus	Jarrulevy	Jarrulevy kulunut	Jarrutusteho heikkenee, jarrut ravistavat, levyt murtuvat	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus	Jarrusatula	Tiivisteet kuluneet	Jarrusatulan komponentit altistuvat korroosiolle, jarrun jumittuminen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrupalojen kunnan tarkastus	Jarrupala	Jarrupalojen kulutus pinta kulunut loppuun	Jarrutusteho heikkenee	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Renkaiden kunnan tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)	Rengas	Rengas kulunut tai kulunut epämääräisesti	Ajo-ominaisuudet heikkenevät, puhkeamisvaara, virkavallan antama sakkorangaistus	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Raidetangon pallonivelten välyksen tarkastus	Raidetanko	Pallonivel kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat ajon aikana, ajo-ominaisuudet heikkenevät, renkaat kuluvat nopeammin, p.aineen kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ohjaussyylinterin silmämääräinen tarkastus	Hydraulinen ohjaussyylinteri	Hydraulisyylinteri vuotanut öljyä	Öljy vuotaa ympäristöön, ohjaus ei toimi öljyn vähentyessä liikaa, ajo-ominaisuudet kärsivät, renkaiden kuluminen nopeutuu	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ohjaussyylinterin pallonivelten välyksen tarkastus	Hydraulinen ohjaussyylinteri	Pallonivel kulunut	Ohjauskulmat muuttuvat ajon aikana, ajo-ominaisuudet heikkenevät, renkaat kuluvat nopeammin, p.aineen kulutus kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ohjausjärjestelmän hydrauliletkujen kunnan tarkastus	Hydrauliletku	Hydrauliletku vuotanut öljyä	Öljy vuotaa ympäristöön, ohjaus ei toimi öljyn vähentyessä liikaa, ajo-ominaisuudet kärsivät, renkaiden kuluminen nopeutuu	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Teliakselin tuennan U-kiinnityspulttien silmämääräinen tarkastus	U-pultti	U-pultti kulunut/katennut	Ajoneuvon hallittavuus katoaa/riski siihen	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Toimintopaikka: P.ilmajärjestelmä Työnumero 106						
Ilmankuivaimen patruunan vaihto	Ilmankuivain	Ilmankuivain tukkeutunut	Paineilmajärjestelmään kulkeutuu vettä, komponentit altistuvat korroosiolle, syntyy toimintahäiriöitä	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 180 000 km välein (3-huolto)
Paineilmasäiliöiden kosteuden poisto	Paineilmasäiliö	Säiliöön kertynyt vettä	Säiliön korrosio, paineilmajärjestelmään kulkeutuu vettä, komponentit altistuvat korroosiolle, syntyy toimintahäiriöitä	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Jarrujärjestelmän paineilmavuotojen etsiminen	Nylon putket, jarrujärjestelmän komponentit	Liittimet löystyneet, letkut kuluneet, komponenttien tiivisteet pettäneet	Kompressori tuottaa paineilmaa jatkuvasti, elinikä lyhenee. Jarrujen jumiutuminen paineen laskiessa liikaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ilmajousituksen ilmavuotojen etsiminen	Nylon putket, ilmajousituksen komponentit	Liittimet löystyneet, letkut kuluneet, komponenttien tiivisteet pettäneet	Kompressori tuottaa paineilmaa jatkuvasti, elinikä lyhenee. Ilmajousitus ei toimi painee laskiessa liikaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)

Toimintopaikka: Kuormatila Työnumero 107						
Kuormakorin tiiveyden/kunnon tarkastus	Kuormakori	Kuormakori vaurioitunut	Kuormakori ei täytä FRC-luokituksen kriteereitä, kylmälaite käyttöaste kasvaa ja huoltotarve kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Kuormakorin sidontakiskojen kiinnityksen tarkastus	Kuormakori	Sidontakiskot irronneet	Kuormaa ei saada sidottua, turvallisuusrisi, viranomaisten antama sakkorangaistus	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ovien tiivisteiden tarkastus	Kuormakori	Tiivisteet kuluneet/vaurioituneet	Kuormakori ei täytä FRC-luokituksen kriteereitä, kylmälaitteen käyttöaste kasvaa ja huoltotarve kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ovien lukitusmekanismien tarkastus	Kuormakori	Oven lukitus pettänyt	Kuormakori ei täytä FRC-luokituksen kriteereitä, kylmälaitteen käyttöaste kasvaa ja huoltotarve kasvaa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Tarkastetaan kuormakorin kiinnitys apurunkoon	Kuormakori	Kiinnityspiste pettänyt	Ajoneuvon ajo-ominaisuus kärsii huojunnan takia. Huojunta pahentaa vikaantumista, merkittävä turvallisuusrisi	Kyllä	Muutetaan	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Tarkastetaan kuormakorin apurungon kiinnitys auton runkoon	Kuormakori	Kiinnityspiste pettänyt	Ajoneuvon ajo-ominaisuus kärsii huojunnan takia. Huojunta pahentaa vikaantumista, merkittävä turvallisuusrisi	Kyllä	Muutetaan	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Kylmälaitteen määräaikaishuolto (Laitevalmistaja)	Kylmälaite	Kylmälaite ei tuotta kylmää/lämmintä	Kuorman kylmäketju katkeaa, elintarvikkeet pilaantuvat	Kyllä	Säilytetään	180 000 km välein (3-huolto)
Hydraulisylienerien tarkastus	Takalaitanostin	Hydraulisylieneri vuotanut öljyä	Öljy vuotaa ympäristöön, takalaitanostin ei toimi kun öljyä on liian vähän, autoa ei saada kuormattua/purettua	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Hydrauliiletkujen tarkastus	Takalaitanostin	Hydrauliiletku vuotanut öljyä	Öljy vuotaa ympäristöön, takalaitanostin ei toimi kun öljyä on liian vähän, autoa ei saada kuormattua/purettua	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Keskusvoitelujärjestelmän täyttö	Takalaitanostin	Voiteluainesäiliö tyhjentynyt	Takalaitanostimen niveltappien kuluminen ja altistuminen korroosiolle	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Keskusvoitelujärjestelmän toiminnan varmistus	Takalaitanostin	Järjestelmä ei voidellut riittävästi, järjestelmä voidellut liikaa	Takalaitanostimen niveltappien kuluminen ja altistuminen korroosiolle, voiteluaineen runsas kuluminen, voiteluaineen joutuminen ympäristöön	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Keskusvoitelujärjestelmän letkujen/liittimien tarkastus	Takalaitanostin	Voitelujärjestelmä vuotanut	Takalaitanostimen niveltappien kuluminen ja altistuminen korroosiolle, voiteluaineen runsas kuluminen, voiteluaineen joutuminen ympäristöön	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Hydraulisylienerien niveltappien tarkastus	Takalaitanostin	Niveltappi kulunut	Hyd.sylienerien korvakkeiden kuluminen, toimintahäiriöt, turvallisuusrisi	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Varoituslippujen kunnon tarkastus	Takalaitanostin	Varoitusliput kuluneet	Turvallisuusrisi, viranomaisten määräämä sakkorangaistus	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Perälaudan kiinnityspisteiden tarkastus auton rungossa	Takalaitanostin	Kiinnityspisteet murtuneet, kiinnityspultit löystyneet/katkenneet	Turvallisuusrisi	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Perälaudan teräsrakenteiden kunnon tarkastus	Takalaitanostin	Perälaudan runko murtunut	Turvallisuusrisi	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Toimintopaikka: Ohjaamo Työnumero 108						
Raitisilmasuodattimen vaihto	Raitisilmasuodatin	Raitisilmasuodatin tukkeutunut	Sisätilanpuhallin ei saa imuilmaa, ohjaamon ikkunat huuruuntuvat, ajomukavuus kärsii	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ajovalojen kunnon tarkastus	Etuvalo	Ajovalo rikkoontunut/polttimo palanut	Turvallisuusrisi, viranomaisten määräämä sakkorangaistus	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Ääriajovalojen kunnon tarkastus	Ääriajovalot	Ääriajovalot rikkoontunut/polttimo palanut	Turvallisuusrisi, viranomaisten määräämä sakkorangaistus	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)
Työajovalojen kunnon tarkastus	Työajovalot	Työajovalot rikkoontunut/polttimo palanut	Työtapaaturman mahdollisuus, auton vaurioituminen peruutuslaitteessa	Kyllä	Säilytetään	Suoritetaan 45 000 km välein, (1-huolto)

Liite 3. Scania P310 ECM-analyysi, Vaihe B

1	2	3	4	5	6	7	8
Korjaavan kunnossapidon ajankohta	Komponentin nimi	Korjaavan kunnossapidon toimenpiteen kuvaus	Vikamuoto	Vian syy	Vian vaikutuksen kuvaus	Vian vaikutus vaatii ennakkohuoltotoimenpiteen (kyllä/ei)	Uuden tai muutetun ennakkohuoltotoimenpiteen kuvaus
Toimintopaikka: Moottori Työnumero 101							
10.1.2013	EGR-pakokaasun takaisinkierätyksjärjestelmän jäähdytin	EGR-jäähdyttimen vaihto uuteen.	Jäähdyttimen kenno syöpyneet	Valmistusvirhe	Jäähdytysneste kulkeutuu imuilman mukana moottoriin, moottori vaurioituu nopeasti	Kyllä	Jäähdytysnesteen kulutuksen säännöllinen tarkkailu, Käyttäjäkunnossapito (huolto-ohje)
20.11.2013	Laturi	Laturin vaihto uuteen	Laturi ei ladannut	Ikääntyminen	Laturi ei ladannut akkuja, liikennöinti keskeytyi	Kyllä	Laturin vaihto 300 000km välein
12.2.2014	Apulaitehihna	Apulaitehihnan vaihto, viskokytkimen vaihto	Vesipumpun laakerointi pettänyt	Kuluminen	Apulaitehihna lähti pois päältä ja rikkoi viskokytkimen, moottorin apulaitteet eivät toimi, liikennöinti keskeytyi	kyllä	Vesipumpun vaihto 300 000 ajokilometrin välein
5.7.2014	Jäähdyttimen juntturi	Muovijuntturin vaihto	Muovijuntturi haljennut	Väsyminen	Jäähdyttäjän juntturi katkesi, jäähdytysnesteet valuivat ympäristöön, moottorin ylikuumentuminen	Kyllä	Jäähdytysjärjestelmän vuotojen tarkastaminen 45 000 km välein (1-huolto)
6.8.2015	Ruiskutussuuttimien paineputki	Paineputken vaihto	Paineputki murtunut	Väsyminen	Polttoaine pääsee ympäristöön, tulipalo riski (polttoaine ilmaan sumuna yli 2000 bar paineella)	Ei	Vika on vaikea tai mahdoton tunnistaa etukäteen
8.9.2016	Commonrail-tukin paineensäädin	Paineensäätimen vaihto	Ei säätänyt painetta		Moottorin käyntihäiriö, liikennöinti ei onnistu	Ei	Vika on vaikea tai mahdoton tunnistaa etukäteen
24.11.2013	Moottorin lisälämmittin	Lisälämmittimen tiivisteiden vaihto	Vuotanut jäähdytysnestettä	Ikääntyminen	Moottorin lisälämmittin ei käynnistynyt, jäähdytysneste valuu ympäristöön	Kyllä	Jäähdytysjärjestelmän vuotojen tarkastaminen 45 000 km välein (1-huolto)
10.11.2016	Moottorin lisälämmittimen ohjainlaite	Ohjainlaitteen vaihto	Ei ohjannut lisälämmittintä		Moottorin lisälämmittin ei käynnistynyt	ei	Vika on vaikea tai mahdoton tunnistaa etukäteen
Toimintopaikka: Voimansiirto Työnumero 102							
15.4.2015	Kytkimen painelaakeri	Kytkimen painelaakerin vaihto (samalla koko kytkin)	Painelaakeri pettänyt	Kuluminen	Kytkin ei toimi, liikennöinti keskeytyy	Kyllä	Kytkinpolkimen tuntuman tarkkailu käyttäjäkunnossapito (huolto-ohje)
Toimintopaikka: Etuakseli Työnumero 103							
9.10.2013	Raidetangon pää	Pään vaihto, ohjauskulmien säätö	Raidetangon pää taipunut	Törmääminen	Ajo-ominaisuudet heikkenee, ohjauskulmat muuttuvat, p.aineenkulutus lisääntyy, renkaat kuluvat	Kyllä	Käyttäjäkunnossapito, ilmoitusvelvollisuus vahinkojen sattua (huolto-ohje)
18.11.2014	Etupyöränlaakeri	Etupyöränlaakerin vaihto	Pyöränlaakeri ääntänyt	Kuluminen	Vierintävastuksen lisääntyminen, p.aineenkulutuksen lisääntyminen, kuumeneminen, tulipaloriski	Kyllä	Pyöränlaakereiden kunnan tarkastaminen 45 000 km välein (1-huolto)
4.2.2014	Ilmajousipussi	Ilmajousipussin vaihto	Ilmajousipussi vuotanut	Ikääntyminen	Ilmavuoto, ilmakompressorin kuormitus lisääntyy, riski puhkeamiseen suuri	kyllä	Ilmajousipussien kunnan tarkastaminen 45 000 km (1-huolto)
5.6.2015	Olkatappi	Olkatappin vaihto	Olkatappi väljistynyt	Kuluminen	Ajo-ominaisuudet heikkenee, ohjauskulmat muuttuvat, p.aineenkulutus lisääntyy, renkaat kuluvat	kyllä	Olkappien rasvasuunnan tarkastuksen yhteydessä 45 000 km (1-huolto)
Toimintopaikka: Vetävä taka-aks. Työnumero 104							
8.8.2016	Ilmajousipussi	Ilmajousipussin vaihto	Ilmajousipussi puhjennut	Ikääntyminen	Ilmajousitus ei toimi vaaditulla tavalla, ilmavuoto.	kyllä	Ilmajousipussien kunnan tarkastaminen 45 000 km (1-huolto)

Toimintopaikka: Teliakseli Työnumero 105							
4.3.2015	Ohjaussynterinin hydrauliletku	Hydrauliletkun vaihto	Letku katkennut	Ikääntyminen	Hyd.öljyt valuiivat ympäristöön, ajoneuvolla ei voi peruuttaa, liikennöinti ei voida jatkaa	Kyllä	Telin hydrauliohjauksen hydrauliletkujen kunnan tarkastus 45 000 km (1-huolto)
5.7.2016	Kantoakselin nostin	Kantoakselin nostimen vaihto	Kantoakselin nostin puhjennut	Ikääntyminen	Teliakseli ei nouse ylös, ilmavuoto, ilmakompressorin kuormitus	Kyllä	Kantoakselin nostimen kunnan tarkastus 45 000 km (1-huolto)
5.3.2015	Telipyöränlaakeri	Pyöränlaakerin vaihto, jarrulevyn vaihto, renkaan vaihto, lokasuojien vaihto	Pyöränlaakeri pettänyt	Ikääntyminen	Pyöränlaakeri petti, laakeri kuumeni, jarru kuumeni, auton pysähdettyä kuumuus nosti renkaan painetta ja se räjähti lastausalueella, henkilövahingoilta vältyttiin	Kyllä	Telipyöränlaakereiden tarkastus 45 000 km (1-huolto)
20.8.2015	Telipyöränlaakeri	Pyöränlaakerin vaihto, pyörännavan vaihto	Pyöränlaakeri pettänyt	Pyörän napa muuttanut muotoaan	Edellisen laakerivaurion yhteydessä napa vioittunut, uusi laakeri petti nopeasti	Kyllä	Telipyöränlaakereiden tarkastus 45 000 km (1-huolto)
5.3.2016	Olkatappi	Olkatappin vaihto	Olkatappi väljistynyt	Kuluminen	Ajo-ominaisuudet heikkenee, ohjauskulmat muuttuvat, paineenkulu lisääntyy, renkaat kuluvat	Kyllä	Olkappien rasvaus kunnan tarkastuksen yhteydessä 45 000 km (1-huolto)
Toimintopaikka: Kuormatila Työnumero 107							
16.7.2016	Perälaudan hydrauliletku	Hydrauliletkun vaihto	Letku katkennut	Ikääntyminen	Hyd.öljyt valuiivat ympäristöön, perälaudaa ei voida käyttää, kuormaa ei pystytä lastaamaan/purkamaan	Kyllä	Perälaudan hydrauliletkujen kunnan tarkastus 45 000 km (1-huolto)
Toimintopaikka: Ohjaamo Työnumero 108							
17.7.2016	Tuulilasi	Tuulilasin vaihto	Tuulilasi kulunut/haljenut	Kuluminen/Isku	Näkyväisyys heikkenee määrättyissä olosuhteissa, turvallisuusriski	Kyllä	Käyttäjäkunnossapito, ajonlähtötarkastus (huolto-ohje)
10.8.2016	Ilmastointi	Ilmastoinnin jäähdytysaineen täyttö	Järjestelmä vuotanut	kuluminen	Ajomukavuus kärsii	Kyllä	Käyttäjäkunnossapito, ajonajoinen havainnointi (huolto-ohje)

Liite 4. Scania P310 ECM-analyysi, Vaihe C

1	2	3	4	5
Komponentin nimi	Uusi vikamuoto	Vian syy	Vian vaikutusten kuvaus	Uuden ennakkohuoltotoimenpiteen ja suoritusintervallin kuvaus
Toimintopaikka: Moottori Työnumero 101				
Starttimoottori	Startti ei pyöritä moottoria	Startin ikääntyminen	Moottoria ei pystytä käynnistämään	Starttimoottorin vaihto 600 000 km välein
Turbo	Turbo ei ahda, Turbo syöttää öljyä moottorin imuilmaan	Turbon kuluminen	Suorituskyky heikkenee, öljyn kulutus lisääntyy, pakokaasujärjestelmä altistuu vikaantumiselle	Turbon kunnan tarkastaminen 90 000 km välein(2-huolto) 500 000 km jälkeen tarkastus 45 000 km välein, kunnes turbo vaihdettu
Pakokaasuhidastin	Pakokaasujarru jumiutuu kiinni	Pakokaasujarrun komponenttien kuluminen	Moottorin suorituskyky heikkenee merkittävästi, koska sulkeutunut pakokaasujarru tukki pakoputkiston	Kohteelle, ei ole toteuttamiskelpoista ehtoimenpidettä. Pakokaasuhidastin pystytään poistamaan helposti pois käytöstä
Välijäähdytin	Välijäähdytin jäätyy	Välijäähdyttimen kondensoitunut vesi jäätyy pakkasella, jos moottoria ei kuormiteta	Moottori ei käy kunnolla, koska se ei saa ilmaa	Välijäähdyttimen suojaaminen talvisaikaan.
Hiukkassuodatin	Hiukkassuodatin tukkeutuu	Pakokaasussa olevat partikkelit tukkivat suodattimen	Moottori ei käy kunnolla, koska se ei hengitä, suorituskyky laskee	Hiukkassuodattimen puhdistus 180 000 km välein (3-huolto)
Toimintopaikka: Voimansiirto Työnumero 102				
Tasauspyörästäön lukko	Tasauspyörästäönlukko pettää	Tasauspyörästäön lukko unohtuu käytön jälkeen päälle, lukon mekanismi ei kestä jatkuvaa käyttöä kuorma päällä	Tasauspyörästäön lukkoa ei voida käyttää. Perävälitys voi vikaantua jos irronneet metallit päätyvät välityksen rattaiden väliin	Käyttäjäkunnossapito, velvollisuus ilmoittaa tapahtuneesta vahingosta (huolto-ohje)
Toimintopaikka: Etuakseli Työnumero 103				
Ohjauksimpukka	Ohjaus jäykistyy	Ohjauksimpukan tiivesteet pettävät,	Ohjauksimpukka ei tehosta ohjausta, mahdollinen runsas öljyvuoto, koska hyd.pumppu pumppaa nesteen simpukan läpi säiliöön	Kohteelle, ei ole toteuttamiskelpoista ehtoimenpidettä. Hyvin harvinaisen, mutta mahdollinen
Etujarrusatula	Jarru hidastaa tahtomatta	Jarrusatulan mekanismi pettää	P.ainekulutus kasvaa, jarrupalat ja levyt menevät piloille, lämpö voi vaurioittaa pyöränlaakeria.	Kohteelle, ei ole toteuttamiskelpoista ehtoimenpidettä. Kallis komponentti ja pitäisi vaihtaa kuusi kerrallaan
Eturengas	Eturengas irtoaa	Pyöränmutterit löystyneet	Ajoneuvon hallittavuus katoaa, merkittävä turvallisuusriski	Käyttäjäkunnossapito, ajoonlähtötarkastus (huolto-ohje)
Toimintopaikka: Vetävä taka-aks. Työnumero 104				
Taka-akselin jarrusatula	Jarru hidastaa tahtomatta	Jarrusatulan mekanismi pettää	P.ainekulutus kasvaa, jarrupalat ja levyt menevät piloille, lämpö voi vaurioittaa pyöränlaakeria.	Kohteelle, ei ole toteuttamiskelpoista ehtoimenpidettä. Kallis komponentti ja pitäisi vaihtaa kuusi kerrallaan
Taka-akselin rengas	Eturengas irtoaa	Pyöränmutterit löystyneet	Ajoneuvon hallittavuus katoaa, merkittävä turvallisuusriski	Käyttäjäkunnossapito, ajoonlähtötarkastus (huolto-ohje)
Toimintopaikka: Teliakseli Työnumero 105				
Teliakselin jarrusatula	Jarru hidastaa tahtomatta	Jarrusatulan mekanismi pettää	P.ainekulutus kasvaa, jarrupalat ja levyt menevät piloille, lämpö voi vaurioittaa pyöränlaakeria.	Kohteelle, ei ole toteuttamiskelpoista ehtoimenpidettä. Kallis komponentti ja pitäisi vaihtaa kuusi kerrallaan
Teliakselin rengas	Rengas irtoaa	Pyöränmutterit löystyneet	Ajoneuvon hallittavuus katoaa, merkittävä turvallisuusriski	Käyttäjäkunnossapito, ajoonlähtötarkastus (huolto-ohje)

Toimintopaikka: P.ilmajärjestelmä Työnumero 106				
Paineilmakompressori	Paineilmakompressori ei tuota ilmaa, syöttää öljyä paineilmajärjestelmään	Paineilmakompressori kulunut	Ajoneuvolla ei voida liikennöidä, paineilmajärjestelmään joutuvat epäpuhtaudet aiheuttavat toimintahäiriöitä	Kompressorin kunnan seuranta ilmankuivaimen patruunan kuntoa seuraamalla 90 000 km välein (2-huolto), yli 500 000 km (1-huolto)
Toimintopaikka: Kuormatila Työnumero 107				
Takalaitanostin	Takalaita nostin ei suorita haluttua toimintoa	Sähköliittimien hapettuminen, venttiilien jumittuminen,	Kuormaa ei saada lastattua/purettua.	Perälaudan kunnan tarkastaminen/määräaikaishuolto 180 000 km välein (3-huolto)
Toimintopaikka: Ohjaamo Työnumero 108				
Ohjaamon kipin hydraulipumppu	Pumppu ei tuota painetta	Komponenttien kuluminen, öljyä liian vähän	Hyttiä ei saada kipattua, estää tarkastus ja korjaustoimenpiteiden suorittamisen	Toiminnan testaaminen ja vuotojen tarkastaminen 45 000 km (1-huolto)
Ohjaamon kipin hydraulisylinteri	Sylinteri ei siirrä voimaa	Komponenttien kuluminen, öljyä liian vähän	Hyttiä ei saada kipattua, estää tarkastus ja korjaustoimenpiteiden suorittamisen	Toiminnan testaaminen ja vuotojen tarkastaminen 45 000 km (1-huolto)
Ohjaamon kipin hydrauliletkut	Letku vuotanut/katkennut	Ikääntyminen, hankautuminen	Hyttiä ei saada kipattua, estää tarkastus ja korjaustoimenpiteiden suorittamisen	Vuotojen tarkastaminen 45 000 km (1-huolto)

Liite 5. Ennakkohuoltosuunnitelma, huoltolista/hakemisto



Ennakkohuoltosuunnitelma:

Scania P310 GLP-961

Käyttöönotto pvm:

1.1.2008

Huolto:	Intervalli:
1-huolto	45 000 km
2-huolto	90 000 km
3-huolto	180 000 km

Klikkaa listasta suoritusvuorossa olevaa huoltotyyppiä!

Huoltolista:

	Suoritusajankohta (km)	Lisätyöt/huomiot	Suoritettu (pvm/km)
2-huolto	210 000		
1-huolto	255 000		
3-huolto	300 000	Vesipumpun vaihto, laturin vaihto, apulaitehinnan vaihto, apulaitehinnan ohjain- ja kirstinrullan vaihto, 300 000 km välein.	
1-huolto	345 000		
2-huolto	390 000		
1-huolto	435 000		
3-huolto	480 000		
1-huolto	525 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
2-huolto	570 000	Starttimoottorin vaihto, 600 000km välein.	
1-huolto	615 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu. Vesipumpun vaihto, laturin vaihto, apulaitehinnan vaihto, apulaitehinnan ohjain- ja kirstinrullan vaihto, 300 000 km välein.	
3-huolto	660 000		
1-huolto	705 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
2-huolto	750 000		
1-huolto	795 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
3-huolto	840 000		
1-huolto	885 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
2-huolto	930 000	Vesipumpun vaihto, laturin vaihto, apulaitehinnan vaihto, apulaitehinnan ohjain- ja kirstinrullan vaihto, 300 000 km välein.	
1-huolto	975 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
3-huolto	1 020 000		
1-huolto	1 065 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
2-huolto	1 110 000		
1-huolto	1 155 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
3-huolto	1 200 000	Starttimoottorin vaihto, 600 000km välein.	
1-huolto	1 245 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Vesipumpun vaihto, laturin vaihto, apulaitehinnan vaihto, apulaitehinnan ohjain- ja kirstinrullan vaihto, 300 000 km välein.	
2-huolto	1 290 000		
1-huolto	1 335 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
3-huolto	1 380 000		
1-huolto	1 425 000	Turbon tarkastus, jos ei vaihdettu. Paineilmakompressorin tarkastus, jos ei vaihdettu.	
2-huolto	1 470 000		

Liite 6. Ennakkohuoltosuunnitelma, 1-huolto


Toimintopaikka		Työnumero		Laitteen/komponentin nimi		Huoltotoimenpide		Huomiot!		Suoritettu (X)	
Ennakkohuoltosuunnitelma:						Scania P310 GLP-961					
1-huolto											
Moottori		101									
				Moottori		Moottoriöljyn vaihto					
				Öljynsuodatin		Moottoriöljynsuodattimen vaihto					
				Öljyn keskipakosuodatin		Moottoriöljyn keskipakosuodattimen puhdistus					
				Polttoainesuodatin		Polttoainesuodattimien (2kpl) vaihto					
				Apulaitehina		Apulaitehinnan kunnon tarkastus					
				Apulaitehinnan ohjainrulla		Apulaitehinnan ohjainrullan kunnon tarkastus					
				Apulaitehinnan kiristinrulla		Apulaitehinnan kiristinrullan kunnon tarkastus					
				Jäähdytysjärjestelmä		Jäähdytysnestevuotojen etsiminen					
				Moottorin lisälämmitin (Eberspächer)		Jäähdytysnestevuotojen etsiminen					
				Pakosarja		Pakosarjan vuotojen etsiminen					
				Pakoputkisto		Pakoputkiston vuotojen etsiminen					
				Ruiskutuslaitteiden paineputkisto		Polttoainejärjestelmän vuotojen etsiminen					
				Akku		Akkunesteen määrän tarkastaminen					
Voimansiirto		102									
				Vaihteisto		Vaihteiston öljyvuotojen etsiminen					
				Tasauspyörästö		Tasauspyörästön öljyvuotojen etsiminen					
Etuakseli		103									
				Olkatappi		Olkatappien rasvaus					
				Olkatappi		Olkatappien välyksen tarkastus					
				Pyöränlaakeri		Pyöränlaakereiden välyksen tarkastaminen					
				Panhard-tanko		Panhard-tangon kumipuslien tarkastus					
				Reaktiotanko		Reaktiotankojen kumipuslien tarkastus					
				Ilmajousipussi		Ilmajousipussien silmämääräinen tarkastus					
				Iskunvaimennin		Etuakselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys					

		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnon tarkastus		
		Kallistuksenvakaajan yhdytanko	Koiranluiden kumihelojen kunnon tarkastus		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnon tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnon tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnon tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Vetotanko	Ohjauksen vetotangon pallonivelten välyksen tarkastus		
		Raidetanko	Raidetangon pallonivelten välyksen tarkastus		
		Ohjaussimpukka	Ohjaussimpukan öljyvuotojen tarkastus		
		Hydrauliletku	Ohjausjärjestelmän hydrauliletkujen kunnon silmämääräinen tarkastus		
		U-pultti	Etuakselin tuonnan U-kiinnityspulttien silmämääräinen tarkastus		
Vetävä taka-aks.	104				
		Tukivarsi	Tukivarsien kumipuslien tarkastus		
		U-pultti	Tukivarren kiinnitys U-pulttien silmämääräinen tarkastus		
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien kunnon tarkastaminen		
		Iskunvaimennin	Vetävän akselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys		
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnon tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnon tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnon tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnon tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastus		
Teliakseli	105				
		Olkatappi	Olkatappien rasvaus		
		Olkatappi	Olkatappien välyksen tarkastus		
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastaminen		
		Tukivarsi	Tukivarsien kumipuslien tarkastus		
		Raidetanko	Raidetangon pallonivelten välyksen tarkastus		

		Hydraulinen ohjaussylinteri	Ohjaussylinterin pallonivelten välyksen tarkastus		
		Hydraulinen ohjaussylinteri	Ohjaussylinterin silmämääräinen tarkastus		
		Hydrauliletku	Ohjausjärjestelmän hydrauliletkujen kunnon tarkastus		
		U-pultti	Tukivarren kiinnitys U-pulttien silmämääräinen tarkastus		
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien kunnon tarkastaminen		
		Iskunvaimennin	Vetävän akselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys		
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnon tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnon tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnon tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnon tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		
P.ilmajärjestelmä	106				
		Paineilmäsäiliö	Paineilmäsäiliöiden kosteuden poisto		
		Jarrujärjestelmän p.i.putket ja komponentit	Jarrujärjestelmän paineilmavuotojen etsiminen		
		Ilmajousituksen p.i.putket ja komponentit	Ilmajousituksen ilmavuotojen etsiminen		
Kuormatila	107				
		Kuormakori	Kuormakorin tiiveyden/yleiskunnon tarkastus		
		Kuormakori	Kuormakorin kuormansidontakiskojen tarkastus		
		Kuormakori	Kuormakorin ovien tiivisteiden tarkastus		
		Kuormakori	Kuormakorin ovien lukitusmekanismien tarkastus		
		Kuormakori	Tarkastetaan kuormakorin kiinnitys apurunkoon		
		Kuormakori	Tarkastetaan kuormakorin apurungon kiinnitys auton runkoon		
		Takalaitanostin	Hydraulisylinterien kunnon tarkastus		
		Takalaitanostin	Hydrauliletkujen kunnon tarkastus		
		Takalaitanostin	Hydraulikoneikon öljyvuojojen etsiminen		
		Takalaitanostin	Keskusvoitelujärjestelmän täyttö		
		Takalaitanostin	Keskusvoitelujärjestelmän letkujen/liittimien tarkastus		
		Takalaitanostin	Niveltappien kunnon tarkastus		
		Takalaitanostin	Takalaitanostimen kiinnityspisteiden tarkastus ajoneuvon rungossa		
		Takalaitanostin	Teräsrakenteiden kunnon tarkastus		
		Takalaitanostin	Varoituspukkeiden kunnon tarkastus		

Ohjaamo	108				
		Ajovalot	Etu-, taka-, jarruvalojen, suuntamerkkien toiminnan testaus ja kunnon tarkastus		
		Ääriajovalot	Ääriajovalojen toiminnan testaus ja kunnon tarkastus		
		Työajovalot	Työajovalojen toiminnan testaus ja kunnon tarkastus		
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulipumpun toiminnan tarkastus, öljyvuojojen etsiminen		
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulisylinterin toiminnan tarkastus, öljyvuojojen etsiminen		
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulietkujen kunnon tarkastus		
		Raitisilmasuodatin	Raitisilmasuodattimen vaihto		

Liite 7. Ennakkohuoltosuunnitelma, 2-huolto

					
Ennakkohuoltosuunnitelma:		Scania P310 GLP-961			
2-huolto					
Toimintopaikka	Työnumero	Laitteen/komponentin nimi	Huoltotoimenpide	Huomiot!	Suoritettu (X)
Moottori	101				
		Moottori	Moottoriöljyn vaihto		
		Öljynsuodatin	Moottoriöljynsuodattimen vaihto		
		Öljyn keskipakosuodatin	Moottoriöljyn keskipakosuodattimen puhdistus		
		Polttoainesuodatin	Polttoainesuodattimien (2kpl) vaihto		
		Apulaiteihhna	Apulaiteihhnan kunnon tarkastus		
		Apulaiteihhnan ohjainrulla	Apulaiteihhnan ohjainrullan kunnon tarkastus		
		Apulaiteihhnan kiristinrulla	Apulaiteihhnan kiristinrullan kunnon tarkastus		
		Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytysnestevuotojen etsiminen		
		Moottorin lisälämmitin (Eberspächer)	Jäähdytysnestevuotojen etsiminen		
		Pakosarja	Pakosarjan vuotojen etsiminen		
		Pakoputkisto	Pakoputkiston vuotojen etsiminen		
		Ruiskutuslaitteen paineputkisto	Polttoainejärjestelmän vuotojen etsiminen		
		Akku	Akkunesteen määrän tarkastaminen		
		Ilmiansuodatin	Ilmiansuodattimen kunnon tarkastus		
		Turbo	Turbon kunnon tarkastaminen	Ahtoputkien puhtauden perusteella	
Voimansiirto	102				
		Vaihteisto	Vaihteiston öljyvuotojen etsiminen		
		Tasauspyörästö	Tasauspyörästön öljyvuotojen etsiminen		
		Vaihteisto	Vaihteistoöljyn vaihto		
		Vaihteiston öljynsuodatin	Öljynsuodattimen vaihto		
		Tasauspyörästö	Tasauspyörästö-öljyn vaihto		
		Tasauspyörästön öljynsuodatin	Öljynsuodattimen vaihto		
		Tasauspyörästö	Tasauspyörästön kunnon tarkastus	Poistetun öljyn kunto, öljyproppuun kertyneen metallin laatu/määrä	
		Kardaanin tukilaakeri	Kardaanin tukilaakerin kunnon tarkastus		
		Kardaanin ristinivel	Ristinivelten (2 kpl) kunnon tarkastus		

Etuakseli	103				
		Olkatappi	Olkatappien rasvaus		
		Olkatappi	Olkatappien välyksen tarkastus		
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastaminen		
		Panhard-tanko	Panhard-tangon kumipuslien tarkastus		
		Reaktiotanko	Reaktiotankojen kumipuslien tarkastus		
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien silmämääräinen tarkastus		
		Iskunvaimennin	Etuakselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys		
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnon tarkastus		
		Kallistuksenvakaajan yhdytanko	Koiranluiden kumihelejen kunnon tarkastus		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnon tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnon tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnon tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Vetotanko	Ohjauksen vetotangon pallonivelten välyksen tarkastus		
		Raidetanko	Raidetangon pallonivelten välyksen tarkastus		
		Ohjaussimpukka	Ohjaussimpukan öljyvuotojen tarkastus		
		Hydrauliletku	Ohjausjärjestelmän hydrauliletkujen kunnon silmämääräinen tarkastus		
		U-pultti	Etuakselin tuonan U-kiinnityspulttien silmämääräinen tarkastus		
Vetävä taka-aks.	104				
		Tukivarsi	Tukivarsien kumipuslien tarkastus		
		U-pultti	Tukivarren kiinnitys U-pulttien silmämääräinen tarkastus		
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien kunnon tarkastaminen		
		Iskunvaimennin	Vetävän akselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys		
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnon tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnon tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnon tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnon tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastus		

Teliakseli	105				
		Olkatappi	Olkatapin rasvaus		
		Olkatappi	Olkatapin välyksen tarkastus		
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastaminen		
		Tukivarsi	Tukivarsien kumipuslien tarkastus		
		Raidetanko	Raidetangon pallonivelten välyksen tarkastus		
		Hydraulinen ohjaussylinteri	Ohjaussylinterin pallonivelten välyksen tarkastus		
		Hydraulinen ohjaussylinteri	Ohjaussylinterin silmämääräinen tarkastus		
		Hydrauliletku	Ohjausjärjestelmän hydrauliletkujen kunnan tarkastus		
		U-pultti	Tukivarren kiinnitys U-pulttien silmämääräinen tarkastus		
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien kunnan tarkastaminen		
		Iskunvaimennin	Vetävän akselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys		
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnan tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnan tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnan tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnan tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		
P.ilmajärjestelmä	106				
		Paineilmasäiliö	Paineilmasäiliöiden kosteuden poisto		
		Jarrujärjestelmän p.i.putket ja komponentit	Jarrujärjestelmän paineilmauotojen etsiminen		
		Ilmajousituksen p.i.putket ja komponentit	Ilmajousituksen ilmauotojen etsiminen		
		Ilmankuivain/kompressori	Ilmankuivaimen patruunan kunnan tarkastus, kompressorin kunnan arvioiminen patruunan kunnan perusteella		

Kuormatila	107			
		Kuormakori	Kuormakorin tiiveyden/yleiskunnon tarkastus	
		Kuormakori	Kuormakorin kuormansidontakiskojen tarkastus	
		Kuormakori	Kuormakorin ovien tiivisteiden tarkastus	
		Kuormakori	Kuormakorin ovien lukitusmekanismien tarkastus	
		Kuormakori	Tarkastetaan kuormakorin kiinnitys apurunkoon	
		Kuormakori	Tarkastetaan kuormakorin apurungon kiinnitys auton runkoon	
		Takalaitanostin	Hydraulisyliinterien kunnon tarkastus	
		Takalaitanostin	Hydraulilietkujen kunnon tarkastus	
		Takalaitanostin	Hydraulkoneikon öljyvuotojen etsiminen	
		Takalaitanostin	Keskusvoitelujärjestelmän täyttö	
		Takalaitanostin	Keskusvoitelujärjestelmän letkujen/liittimien tarkastus	
		Takalaitanostin	Niveltappien kunnon tarkastus	
		Takalaitanostin	Takalaitanostimen kiinnityspisteiden tarkastus ajoneuvon rungossa	
		Takalaitanostin	Teräsrakenteiden kunnon tarkastus	
		Takalaitanostin	Varoituslipukkeiden kunnon tarkastus	
Ohjaamo	108			
		Ajovalot	Etu-, taka-, jarruvalojen, suuntamerkkien toiminnan testaus ja kunnon tarkastus	
		Äärivalot	Äärivalojen toiminnan testaus ja kunnon tarkastus	
		Työvalot	Työvalojen toiminnan testaus ja kunnon tarkastus	
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulipumpun toiminnan tarkastus, öljyvuotojen etsiminen	
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulisyliinterin toiminnan tarkastus, öljyvuotojen etsiminen	
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulilietkujen kunnon tarkastus	
		Raitisilmasuodatin	Raitisilmasuodattimen vaihto	

Liite 8. Ennakkohuoltosuunnitelma, 3-huolto

Toimintopaikka		Työnumero	Laitteen/komponentin nimi	Huoltotoimenpide	Huomiot!	Suoritettu (X)
Ennakkohuoltosuunnitelma:		Scania P310 GLP-961				
3-huolto						
Seuraavat 3-huollon ennakkohuoltotoimenpiteet suoritetaan ulkopuolisilla toimijoilla						
			Huikkassuodatin	Huikkassuodattimen puhdistus	Suoritetaan Scania Konalassa!	
			Moottori	Ventiilien säätö	Suoritetaan Scania Konalassa!	
			Ruiskutussuutin	Ruiskutussuuttimien optimointi	Suoritetaan Scania Konalassa!	
			Sähköiset ohjauksyksiköt	Vikakoodien tarkistus	Suoritetaan Scania Konalassa!	
			Jarrujärjestelmä	Jarrujärjestelmän toiminnan ja säätöarvojen tarkastus	Suoritetaan Scania Konalassa!	
			Ilmajousitus	Ilmajousituksen toiminnan ja säätöarvojen tarkastus	Suoritetaan Scania Konalassa!	
			Lämmönsäätölaite	Vuosihuolto	Suoritetaan valtuutetussa huollossa!	
Moottori	101					
			Moottori	Moottoriöljyn vaihto		
			Öljynsuodatin	Moottoriöljynsuodattimen vaihto		
			Öljyn keskipakosuodatin	Moottoriöljyn keskipakosuodattimen puhdistus		
			Polttoainesuodatin	Polttoainesuodattimien (2kpl) vaihto		
			Apulaiteihhna	Apulaiteihhnan kunnon tarkastus		
			Apulaiteihhnan ohjainrulla	Apulaiteihhnan ohjainrullan kunnon tarkastus		
			Apulaiteihhnan kirstinrulla	Apulaiteihhnan kirstinrullan kunnon tarkastus		
			Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytysnestevuotojen etsiminen		
			Moottorin lisälämmitin (Eberspächer)	Jäähdytysnestevuotojen etsiminen		
			Pakosarja	Pakosarjan vuotojen etsiminen		
			Pakoputkisto	Pakoputkiston vuotojen etsiminen		
			Ruiskutussuuttimien paineputkisto	Polttoainejärjestelmän vuotojen etsiminen		
			Akku	Akkunesteen määrän tarkastaminen		
			Imuilmansuodatin	Ilmansuodattimen vaihto		
			Turbo	Turbon kunnon tarkastaminen	Ahtoputkien puhtauden perusteella	
			Jäähdytysjärjestelmä	Jäähdytysnesteen vaihto		

Voimansiirto	102			
		Vaihteisto	Vaihteiston öljyvuotojen etsiminen	
		Tasauspyörästä	Tasauspyörästä öljyvuotojen etsiminen	
		Vaihteisto	Vaihteistoöljyn vaihto	
		Vaihteiston öljynsuodatin	Öljynsuodattimen vaihto	
		Tasauspyörästä	Tasauspyörästä-öljyn vaihto	
		Tasauspyörästä öljynsuodatin	Öljynsuodattimen vaihto	
		Tasauspyörästä	Tasauspyörästä kunnan tarkastus	Poistetun öljyn kunto, öljyproppuun kertyneen metallin laatu/määrä
		Kardaanin tukilaakeri	Kardaanin tukilaakerin kunnan tarkastus	
		Kardaanin ristinivel	Ristinivelten (2 kpl) kunnan tarkastus	
Etuakseli	103			
		Olkatappi	Olkatappien rasvaus	
		Olkatappi	Olkatappien välyksen tarkastus	
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastaminen	
		Panhard-tanko	Panhard-tangon kumipuslien tarkastus	
		Reaktiotanko	Reaktiotankojen kumipuslien tarkastus	
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien silmämääräinen tarkastus	
		Iskunvaimennin	Etuakselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys	
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnan tarkastus	
		Kallistuksenvakaajan yhdistanko	Koiranluiden kumihelojen kunnan tarkastus	
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnan tarkastus	
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnan tarkastus	
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus	
		Renkas	Renkaiden kunnan tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)	
		Vetotanko	Ohjauksen vetotangon pallonivelten välyksen tarkastus	
		Raidetanko	Raidetangon pallonivelten välyksen tarkastus	
		Ohjaussimpukka	Ohjaussimpukan öljyvuotojen tarkastus	
		Hydrauliiletku	Ohjausjärjestelmän hydrauliiletukujen kunnan silmämääräinen tarkastus	
		U-pultti	Etuakselin tuonan U-kiinnityspulttien silmämääräinen tarkastus	

Vetävä taka-aks.	104				
		Tukivarsi	Tukivarsien kumipuslien tarkastus		
		U-pultti	Tukivarren kiinnitys U-pulttien silmämääräinen tarkastus		
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien kunnon tarkastaminen		
		Iskunvaimennin	Vetävän akselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys		
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnon tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnon tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnon tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnon tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastus		
Teliakseli	105				
		Olkatappi	Olkatappien rasvaus		
		Olkatappi	Olkatappien välyksen tarkastus		
		Pyöränlaakeri	Pyöränlaakereiden välyksen tarkastaminen		
		Tukivarsi	Tukivarsien kumipuslien tarkastus		
		Raidetanko	Raidetangon pallonivelten välyksen tarkastus		
		Hydraulinen ohjaussylinteri	Ohjaussylinterin pallonivelten välyksen tarkastus		
		Hydraulinen ohjaussylinteri	Ohjaussylinterin silmämääräinen tarkastus		
		Hydrauliiletku	Ohjausjärjestelmän hydrauliiletkujen kunnon tarkastus		
		U-pultti	Tukivarren kiinnitys U-pulttien silmämääräinen tarkastus		
		Ilmajousipussi	Ilmajousipussien kunnon tarkastaminen		
		Iskunvaimennin	Vetävän akselin iskunvaimentimien silmämääräinen tarkastus, vuodot, kiinnitys		
		Kallistuksenvakaaja	Kallistuksenvakaajan kiinnityskumien kunnon tarkastus		
		Rengas	Renkaiden kunnon tarkastaminen, ovatko kuluneet tasaisesti? (ohjauskulmat!)		
		Jarrulevy	Jarrulevyjen kunnon tarkastus		
		Jarrupalat	Jarrupalojen kunnon tarkastus		
		Jarrusatula	Jarrusatuloiden tiivisteiden tarkastus		

P.ilmajärjestelmä	106				
		Paineilmasäiliö	Paineilmasäiliöiden kosteuden poisto		
		Jarrujärjestelmän p.i.putket ja komponentit	Jarrujärjestelmän paineilmauotojen etsiminen		
		Ilmajousituksen p.i.putket ja komponentit	Ilmajousituksen ilmauotojen etsiminen		
		Ilmankuivain/Kompressori	ilmankuivaimen patruunan vaihto, kompressorin kunnan arvioiminen patruunan kunnan perusteella		
Kuormatila	107				
		Kuormakori	Kuormakorin tiiveyden/yleiskunnan tarkastus		
		Kuormakori	Kuormakorin kuormansidontakiskojen tarkastus		
		Kuormakori	Kuormakorin ovien tiivisteiden tarkastus		
		Kuormakori	Kuormakorin ovien lukitusmekanismien tarkastus		
		Kuormakori	Tarkastetaan kuormakorin kiinnitys apurunkoon		
		Kuormakori	Tarkastetaan kuormakorin apurungon kiinnitys auton runkoon		
		Takalaitanostin	Hydraulisyliinterien kunnan tarkastus		
		Takalaitanostin	Hydrauliletkujen kunnan tarkastus		
		Takalaitanostin	Hydraulikoneikon öljyuotojen etsiminen		
		Takalaitanostin	Keskusvoitelujärjestelmän täyttö		
		Takalaitanostin	Keskusvoitelujärjestelmän letkujen/liittimien tarkastus		
		Takalaitanostin	Niveltappien kunnan tarkastus		
		Takalaitanostin	Takalaitanostimen kiinnityspisteiden tarkastus ajoneuvon rungossa		
		Takalaitanostin	Teräsrakenteiden kunnan tarkastus		
		Takalaitanostin	Varoituslipukkeiden kunnan tarkastus		
		Takalaitanostin	Hydrauliöljyjen vaihto		
		Takalaitanostin	Sähköliittimien tarkastus/puhdistus		
		Takalaitanostin	Sähköjohtojen silmämääräinen kunnan tarkastus		
Ohjaamo	108				
		Ajovalot	Etu-, taka-, jarruvalojen, suuntamerkkien toiminnan testaus ja kunnan tarkastus		
		Ääriajovalot	Ääriajovalojen toiminnan testaus ja kunnan tarkastus		
		Työvalot	Työvalojen toiminnan testaus ja kunnan tarkastus		
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulipumpun toiminnan tarkastus, öljyuotojen etsiminen		
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydraulisyliinterin toiminnan tarkastus, öljyuotojen etsiminen		
		Ohjaamon kippijärjestelmä	Kipin hydrauliletkujen kunnan tarkastus		
		Raitisilmasuodatin	Raitisilmasuodattimen vaihto		

Liite 10. Kuljettajan huolto-ohje

Kuljettajan huolto-ohje

Antiokia Oy velvoittaa kuljetuskalustollaan liikennöiviä kuljettajia noudattamaan seuraavia ohjeita.

Ongelmatilanteissa tai havaittaessa muutoksia ajoneuvon toiminnassa, on otettava yhteyttä:

- Kuljetuspäällikköön: [REDACTED]
- Korjaamopäällikköön: [REDACTED]

1 Ajoonlähtötarkastus

- Tarkasta moottoriöljyn määrä:
 - tarvittaessa lisää moottoriöljyä
 - jos moottoriöljyn kulutuksessa havaitaan lisääntymistä, **asiasta on ilmoitettava korjaamohenkilöstölle**
- Tarkasta jäähdytysnesteen määrä:
 - tarvittaessa lisää jäähdytysnestettä
 - jos jäähdytysnesteen kulutuksessa havaitaan lisääntymistä, **asiasta on ilmoitettava korjaamohenkilöstölle**
- Tarkasta ajoneuvon renkaiden kunto:
 - yleiskunto
 - kulutuspinta
 - ilmanpaine (vasaran avulla)
 - varmista, että renkaissa ei ole vierasesineitä (ruuveja, kiviä, jne)
 - tarkasta silmämääräisesti, että pyöränmutterit ovat kiinni
- Tarkasta ajoneuvon valaistuksen toiminta:
 - ajovalot (lähi/kauko)
 - suuntavilkut
 - takavalot (ajo/jarru)
 - äärivalot
- Tarkasta tuulilasinpesurin ja pyyhkimien toiminta
- Tarkasta, että kylmälaite toimii halutulla tavalla

2 Ajonaikainen havainnointi

- Tarkkaile ajoneuvon toimintaa ajon aikana:
 - mittariston varoitusvalot
 - vaihteiston toiminta
 - moottorin toiminta
 - kytkimen toiminta
 - jarrujen toiminta
 - ohjauksen toiminta
- Huomio muutokset ajoneuvon toiminnassa ajon aikana:
 - tärinä/värinä
 - ylimääräiset äänet
 - hajut

3 Ajon jälkeinen tarkastus

- Tarkasta ajoneuvon alta, että siinä ei ole pintapuolin havaittavia nestevuotoja.
- Tarkasta infrapunälämpömittarilla pyörännapojen lämpötilat.
- **Huom! Muista katkaista virta päävirtakatkaisijasta ajon päätyttyä**

4 Ilmoitusvelvollisuus

- Kuljetajalla on velvollisuus ilmoittaa ajoneuvossa havaituista puutteista.
- Kuljettajalla on velvollisuus ilmoittaa ajoneuvon toiminnassa havaituista muutoksista ja ongelmista.
- Kuljettajalla on velvollisuus ilmoittaa ajovuoron aikana tapahtuneista tilanteista, jotka ovat vaurioittaneet tai saattaneet vaurioittaa ajoneuvoa.

Turvallista matkaa!