

Mikko Paavilainen

# Raskaiden työkoneiden elinkaarikustannukset 2009 - 2015

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Auto- ja kuljetustekniikka

Insinöörityö

17.9.2015

Tekijä(t) Otsikko	Mikko Paavilainen Raskaiden työkoneiden elinkaarikustannukset 2009 - 2015
Sivumäärä Aika	22 sivua + 6 liitettä 17.9.2015
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Jälkimarkkinointi
Ohjaaja(t)	Lehtori Pertti Ylhäinen Työnjohtaja Lauri Toikka
<p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli kartoittaa Stara Logistiikan vuokralle antaman Caterpillar 924 -pyöräkuormaajien sekä tiehöylien aiheuttamia elinkaarikustannuksia. Koneiden aiheuttamia polttoainekuluja ei otettu tässä työssä huomioon.</p> <p>Insinööriyössä keskityttiin erityisesti korjaamolaskujen erittelyyn huoltojen ja korjausten aiheuttamien kustannusten selville saamiseksi. Elinkaarikustannuksia vertailtiin myös koneiden vuokrauksesta saatuihin tuloihin. Näistä tehtiin laskelmat sekä graafiset esitykset, joista nähdään kunkin koneen vuokrauksen kannattavuus. Kannattavuutta vertailtiin myös eri vuosina vallinneisiin lumimääriin. Laskelmien pohjalta tehtiin myös kehitysehdotuksia. Kehitysehdotuksia on annettu korjaamolaskujen perusteella, ja ne on tarkoitettu herättämään keskustelua säästämahdollisuuksista.</p> <p>Insinööriyössä esitelty selvitystyö on koneiden ylläpitokustannusten seurantaan hyvä apuväline. Sen avulla on helppo selvittää työssä esiintyvien koneiden huolto ja korjauskustannukset konekohtaisesti sekä niiden vaikutus kokonaiskustannuksiin. Kohteet tai osa-alueet, joissa on suurimmat kuluerät, ovat selvästi havaittavissa ja löydettävissä. Laskelmat ja graafisten esitysten numerotiedot on työn julkisesta osiosta poistettu. Tarkat laskelmat ovat ainoastaan Staran käytettävissä.</p>	
Avainsanat	Elinkaarikustannukset, korjaamokulut, erittely

Author(s) Title	Mikko Paavilainen Life-Cycle Costs of Heavy Machinery 2009 - 2015
Number of Pages Date	22 pages + 6 appendices 26 September 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	After Sales Engineering
Instructor(s)	Pertti Ylhäinen, Senior Lecturer Lauri Toikka, Foreman
<p>The purpose of this Bachelor's thesis was to examine the life-cycle costs caused by the Caterpillar 924 wheel loader and motor graders leased from Stara Logistiikka. The fuel costs caused by the machinery have not been taken into account in this thesis.</p> <p>The workshops' invoice breakdowns were particularly focused on in this thesis, in order to identify the costs caused by service and maintenance. The life-cycle costs were also compared to the income acquired from leasing the machinery. Calculations as well as graphical representations were made of these, which show the profitability of each machine's lease. Profitability was also compared to the prevailing snow amounts during different years. On the basis of the calculations, development suggestions were also made. Development suggestions have been provided on the basis of workshop invoices, and they are intended to stimulate discussion and debate on savings potentials.</p> <p>The research work presented in this thesis is a good tool for monitoring the maintenance costs of machinery. It makes it easy to clarify the costs of maintenance and repairs machine-specifically of the machinery used at work, as well as their impact on overall costs. Thus, the areas or subareas, which have the largest cost items are visible and observable. The figures in the calculations and graphic representations have, however, been removed from the study's public section. The exact calculations are only available for Stara.</p>	
Keywords	Life-cycle costs, repair costs, machinery, breakdown

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Yritysesittely	2
3	Työkoneet	4
3.1	Tiehöylät	5
3.2	Pyöräkuormaajat	5
3.3	Työkoneiden yksilöintitapa	7
4	Työkoneen menot ja tulot	7
4.1	Menot	7
4.2	Tulot	8
4.3	Koneen muut menot	8
4.4	Tulojen ja menojen vertailu	8
5	Elinkaarikustannukset	9
5.1	Korjaamokustannusten erittelytapa	9
5.1.1	Huollot ja tarvittavat osat	9
5.1.2	Kulutusosat ja työt	10
5.1.3	Korjausosat ja työ	10
5.1.4	Vauriot ja tarvittavat osat	10
5.1.5	Muutostyöt ja tarvittavat osat	10
5.2	Kokonaiskustannukset	13
5.3	Sää- ja työskentelyolosuhteiden vaikutus korjaamokuluihin	14
6	Kehitysehdotukset	15
6.1	Huoltojen merkitys	15
6.2	Koneiden takuut	16
6.3	Viikoittaiset käyttötarkastukset ja huoltotarpeen seuranta	16
6.4	Polttoainekulujen valvonta	17
6.5	Kuluissa ilmenevät eroavaisuudet	18
6.6	Kuljettajien perehdytys	18
6.7	Työselosteet	19
7	Yhteenveto	20
	Lähteet	21

## Liitteet

1. Caterpillar huoltohistoriat (vain työn tilaajan käyttöön)
2. Caterpillar korjaamokulut (vain työn tilaajan käyttöön)
3. Pyöräkuormaajat (vain työn tilaajan käyttöön)
4. Huolto + korjaus (vain työn tilaajan käyttöön)
5. Tiehöylän huoltohistoriat (vain työn tilaajan käyttöön)
6. Tiehöylän korjaamokulut (vain työn tilaajan käyttöön)

## 1 Johdanto

Tämä insinööriyö on tehty Helsingin kaupungin Stara Logistiikan tilauksesta. Stara Logistiikka tarjoaa muun muassa Helsingin kaupungin kunnossapitoyksiköiden tarvitsemien koneiden ja laitteiden vuokrauksen ja korjaamopalvelut. Lisäksi Staran Logistiikka kilpailuttaa Helsingin kaupungin virastojen ja liikelaitosten tarpeisiin materiaaleja ja palveluja. Logistiikkaan kuuluu muun muassa Toukolassa sijaitseva korjaamo sekä huoltopisteet Itä- ja Länsi-Helsingissä, kuljetuspalvelu, materiaalipalvelu, ja vuokraamo.

Stara Logistiikalla on käynnissä hinnoittelun periaatteiden uudistaminen ja sen läpinäkyvyyden lisääminen. Osana tätä prosessia Stara Logistiikka tilasi tekijältä huoltohistorioiden ja niihin liittyvien kustannusten selvityksen raskaiden pyöräkuormaajien ja tiehöylien osalta. Tilaaja halusi selvittää koneiden huolto- ja korjaustöiden aiheuttamia kustannuksia, jotta voidaan eritellä mistä nämä kulut muodostuvat. Kulurakenteen selvittämisen avulla voidaan myös suunnitella paremmin mahdollisia säästökohteita, kuten esimerkiksi ennaltaehkäisevän huollon ja tarkistusten lisäämistä.

Tämän insinööriyön päätehtävänä on eritellä tarkemmin huollon ja korjausten osuus korjaamokuluista, koska tällaista tarkempaa erittelyä huolto- ja korjauskustannusten välillä ei Staralla ole aikaisemmin tehty. Lisäksi tilaaja halusi laskelmat sekä graafisen esityksen kunkin insinööriyössä tarkasteltavan koneen muista kuluista ja kannattavuudesta. Elinkaarikustannuksia ei myöskään Staralla ole aikaisemmin selvitetty tai laskettu. Tällöin kulut ja tulot on vain pääpiirteissään huomioitu tutkimatta tarkemmin, mistä esimerkiksi korjaamon lasku koostuu. Korjaamokulut on käsitelty vain pääpiirteissään koneryhmittäin. Tässä insinööriyössä otetaan ensimmäistä kertaa kantaa tarkemmin elinkaarikustannuksiin sekä korjaamokuluihin myös yksittäisen koneen osalta.

Tässä työssä suoritetaan tilauksen mukainen katsaus Lännen-, Vammas- ja Veekmasmerkkisten tiehöyliä ja raskaiden Caterpillar-pyöräkuormaajien kustannuksiin. Työssä on tutkittu työkoneiden aiheuttamat kustannukset ajanjaksona 2009 - 2015. Edellä mainittu raja on tehty sen vuoksi, että ennen vuotta 2009 ei näitä tietoja ole tallennettu

Staran tietojärjestelmästä. Tarkasteltava aikaväli on tilaajan mielestä myös riittävä tarpeeksi kattavan katsauksen saamiseen. Ennen vuotta 2009 syntyneitä menoja ja tuloja ei enää ole siis tarpeellista lähteä tämän työn puitteissa selvittämään.

Elinkaarikustannukset on etsitty konekohtaisesti Staran tietojärjestelmistä. Tämän jälkeen on korjaamokulut eritelty koneiden korjaamokäynneittäin huoltojen ja korjausten osuuksiin.

Lopullisissa kulurakenteissa on mukana tiehöyliä (14 kpl) sekä raskaita pyöräkuormaajia (8 kpl). Insinööriyö sisältää koneiden ylläpidosta mainittuna aikana aiheutuneet kulut, tulot sekä lasketun tuloksen. Polttoainekuluja ei työkoneisiin kohdistuvissa laskelmissa tässä työssä huomioida. Polttoainekulut on jätetty huomiotta, koska koneita tankataan myös yksityisillä huoltoasemilla ja niistä muodostuneet laskutukset eivät näy nykyisissä tietojärjestelmissä, eivätkä ne suoranaisesti kohdistu koneiden menoiksi. Tästä syystä polttoainekulujen täydellinen selvittäminen on lähes mahdotonta.

Insinööriyön julkisessa osassa ei ole mukana työhön kuuluvia liitteitä, jossa laskelmat ovat. Liitteet ovat ainoastaan Staran käytettävissä.

## **2 Yritysesittely**

Stara on pääkaupunkimme rakentamispalvelu, jonka tehtävänä on toteuttaa, katujen, puistojen, rakennuksien sekä luonnonmukaisten alueiden kuten metsien ja puistojen huoltoa ja kunnossapitoa. Seuraavassa on esitelty lyhyesti Staraan kuuluvat yksiköt, sekä Staran koko organisaatio kuvassa 1.

### **Kaupunkitekniikan rakentaminen**

Yksikkö hoitaa kaupunkitekniikan, kuten torien, puistojen, aukkioiden, vesilinjojen ja leikkipaikkojen rakentamisen. Yksiköstä saa apua myös mm. toimialaan liittyvien töiden suunnittelussa. [1.]

## Kaupunkitekniikan ylläpito

Kaupunkitekniikan ylläpitoon kuuluu katujen, teiden ja piha-alueiden puhtaanapito. Puh-  
taanapito käsittää talvisin aurauksen ja liukkauden torjumisen. Kesäisin ylläpidon tehtä-  
viin kuuluu mm. reunakivien, laatoitusten, kaiteiden sekä puistorakenteiden huollot, kor-  
jaukset ja uusinnat. Yksikölle kuuluu myös teillä tapahtuvat kaivuutyöt, liikennejärjeste-  
lyineen ja ajoratamerkintöineen. [2.]

## Rakennustekniikka

Rakennustekniikka hoitaa julkisten palvelutilojen korjaamisen, rakentamisen ja kunnos-  
sapidon. Rakennustekniikka on erikoistunut myös sairaaloiden ja päiväkotien vaativiin  
peruskorjauksiin. [3.]

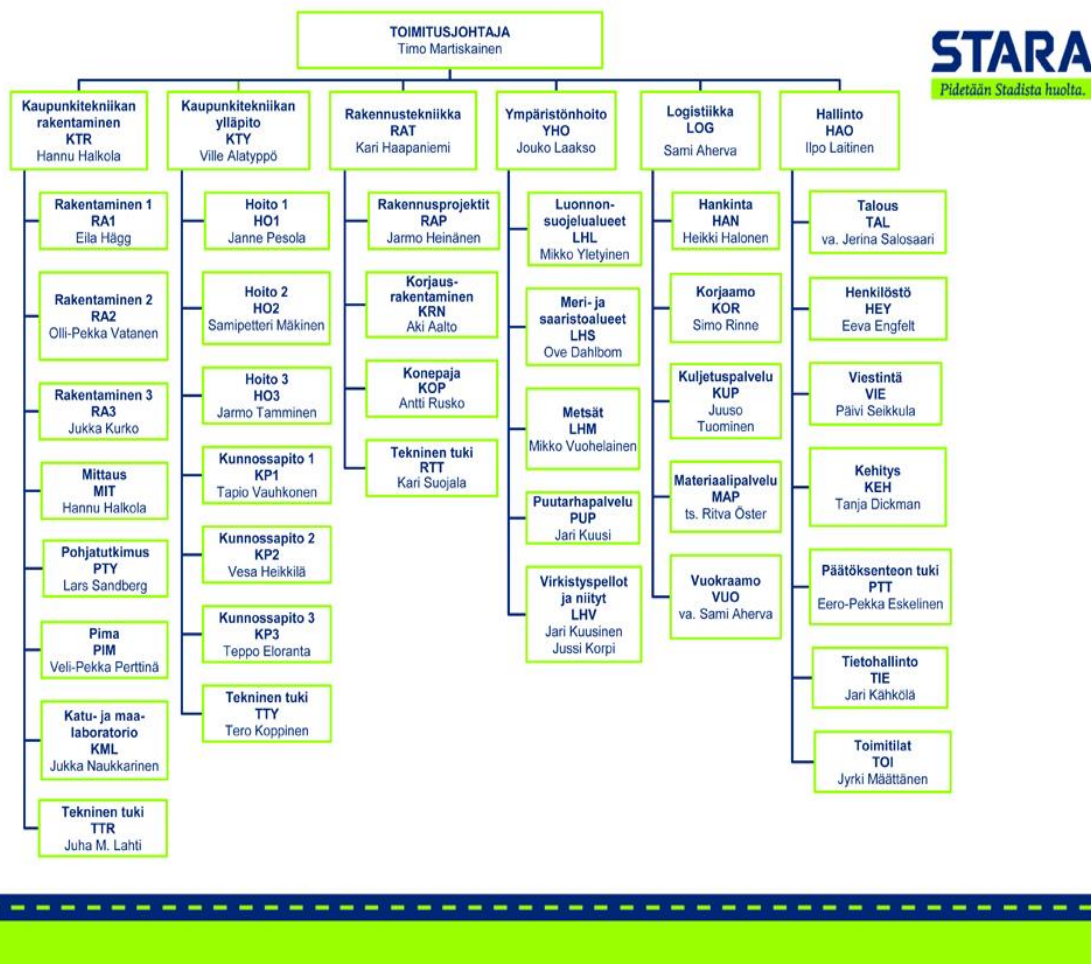
## Ympäristönhoito

Ympäristönhoidon yksikkö pitää huolta Helsingin kaupungin meri- ja saaristoalueista  
sekä metsistä. Huolto toteutetaan rakennusviraston ja asukkaiden yhteistyönä laatimien  
luonnonhoitosuunnitelmien pohjalta. Yksikköön kuuluu myös kaupungin puutarhapal-  
velu. Puutarhapalvelu toteuttaa ja suunnittelee kaupunkialueiden kukkaryhmien istutuk-  
set. [4.]

## Logistiikka

Stara Logistiikka tarjoaa muun muassa Helsingin kaupungin kunnossapitoyksiköiden tar-  
vitsemien koneiden ja laitteiden vuokrauksen ja korjaamopalvelut. Lisäksi Staran Logis-  
tiikka kilpailuttaa Helsingin kaupungin virastojen ja liikelaitosten tarpeisiin materiaaleja ja  
palveluja. Logistiikkaan kuuluu muun muassa Toukolassa sijaitseva korjaamo sekä huol-  
topisteet Itä- ja Länsi-Helsingissä, kuljetuspalvelu, materiaalipalvelu ja vuokraamo. [5.]  
Tässä työssä tarkasteltavat työkoneiden elinkaarilaskelmat perustuvat tämän yksikön  
huolto- ja korjaamokuluihin, hankintoihin ja vuokraamon tuottoihin. Kuluja ja tuottoja seu-  
rataan Staralla SAP-tietojärjestelmää apuna käyttäen.





Kuva 1. Staran organisaatiokaavio [6].

### 3 Työkoneet

Stara pystyy tarjoamaan vuokraus ja korjaamopalvelut muun muassa seuraaviin moottorikäyttöisiin koneryhmiin:

- tiehöylät
- raskaat pyöräkuormaajat
- pyöräkuormaajat
- monitoimikoneet
- traktorit

- kuorma-autot
- lakaisukoneet
- henkilöautot.

Seuraavassa lyhyt selostus tässä insinööriyössä esiintyvistä konetyypeistä

### 3.1 Tiehöylät

Tiehöylät ovat näistä edellä luetelluista koneista eniten kausiluontoisessa käytössä olevia koneita. Staralla tiehöyläkalustoa käytetään pääsääntöisesti vain teiden talvikunnossapitoon, koska jäätyneiden tiepintojen hoidossa tiehöylä on jään ja kovettuneen lumen poistoon ainoa tehokas väline. Yksi tärkeä, vain tiehöylällä onnistuva, talvella tehtävä työ on myös jalkakäytävän kanttikiven esiin höyläys. Tämä kanttikivi on tärkeä jalankulkuturvallisuuteen vaikuttava tekijä. Kanttikiven reuna on ainoa este, joka estää esimerkiksi sivuluisuun joutuneen linja-auton luisumisen jalkakäytävän puolelle. Kuvassa 2 on esiteltynä Veekmas RG-281 tiehöylä, joka on Staran viimeisin tiehöylä hankinta.



Kuva 2. Veekmas RG 281 –tiehöylä [7].

### 3.2 Pyöräkuormaajat

Pyöräkuormaajat luovat kaupungin työkonekannan perustan. Pyöräkuormaajat voidaan varustaa kuormauskauhan lisäksi vaikkapa seuraavilla lisävarusteilla:

- erilaiset kauhat
- hiekoitus- ja lannoituslaitteet
- lumiaurat
- hiekkalanat (muun muassa hiekkakenttien tasoitukseen)
- harjakoneet
- kadun pesulaitteet.

Pyöräkuormaajia käytetään pääsääntöisesti maa-aineksen siirtämiseen ja käsittelyyn. Maa-aineksen käsittelystä suurimman osan kattaa lumen kuormaaminen kuorma-autoihin pois kuljetettavaksi ja lumen auraus. Syksyisin ja keväisin pyöräkuormaajia saatetaan varustaa myös erilaisilla harjauslaitteilla. Harjauslaitteita käytetään esimerkiksi keväisin talvella käytetyn hiekoitushiekan nostoon sekä syksyllä teille varisseiden, puunlehtien, poistamiseen kaduilta. Kuvassa 4 oleva Wille merkinen monitoimikone on parhaimmillaan juuri harjakoneiden käyttöön. Kuvassa 5 oleva Caterpillar pyöräkuormaaja taas so-  
pii paremmin maa-aineksen ja lumen kuormaamiseen.



Kuva 4. Wille-monitoimikone.





Kuva 5. Caterpillar-pyöräkuormaaja.

### 3.3 Työkoneiden yksilöintitapa

Koneet yksilöidään kaavioissa ja liitteissä Staran virallisilla yksilöintinumeroilla. Koneiden numerointi tulkitaan seuraavasti. Esimerkiksi tiehöylän numero 560401 ensimmäiset kaksi numeroa eli tässä 56 kertovat ajoneuvoryhmän, 56 tarkoittaa siis tiehöyliä. Seuraavat kaksi numeroa 04 kertovat koneen vuosimallin, eli tiehöylä on siis vuosimallia 2004. Viimeiset kaksi numeroa 01 tarkoittavat 2004 vuonna hankitun tiehöylän järjestysnumeroa. Seuraavan 2004 vuonna hankitun tiehöylän numero on siis 560402.

## 4 Työkoneen menot ja tulot

### 4.1 Menot

Työkoneen menot koostuvat monista tekijöistä, joista tässä työssä otetaan tarkasteluun vain itse työkoneeseen suoraan kohdistuvat menot. Suorat menot käsittävät huolto- ja korjauskustannukset, terät, renkaat, kulutustarvikkeet sekä lisävarusteet, kuten radiopuhelimet ja peruutuskamerat.

Tämän työn ulkopuolelle jätetään polttoainekulut sekä muut koneen aiheuttamat välilliset kulut. Polttoaineiden kustannuksista päätettiin luopua, koska luotettavaa keinoa niiden seuraamiseksi ei ole. Staralla polttoainetäydennykset suoritetaan työn liikkuvuuden takia usein yksityisillä huoltoasemilla. Yksityisiltä huoltoasemilta Staralle muodostuvat polttoainelaskutukset eivät näy SAP-järjestelmässä, eivätkä kohdistu suoraan koneen kuluiksi.

#### 4.2 Tulot

Työkoneen tulot muodostuvat lähes yksinomaan kiinteistä vuosittaisista vuokratuloista. Tiehöylän vuokratulot on pääsääntöisesti 49 932 e vuodessa ja esim. Caterpillar 924 -pyöräkuormaajan varusteista riippuen 32 762 – 40 332 e vuodessa. Kaikki opinnäyte-työssä tarkastelun kohteena olevat koneet on vuokrattu kaupungin sisäiseen käyttöön ympärivuotisesti. Koneen ostohinnasta tehtävät poistot kohdentuvat ensimmäisille seitsemälle vuodelle koneen hankinnasta. Poistot on huomioitu tuloksen lopullisessa laskennassa.

#### 4.3 Koneen muut menot

Koneiden muut menot sisältävät muun muassa höylän teriä, renkaita, arvokkaampia varaosia, kuten moottorit, vaihteistot sekä kauhat, ja kulutustarvikkeita, kuten esimerkiksi lasinpesunesteet ja pyyhkijänsulat. Nämä menot ovat muita kuin korjaamokustannuksia, eikä niitä ole siten kirjattu huollon työmääräyksiin tai laskutuksiin. Kulut on selvitetty SAP-tietojärjestelmään kuuluvan BI-portaalin (Business Intelligence (BI) Solutions) kautta. BI-portaali on SAP-ohjelman internetissä toimiva helppokäyttöinen lisäosa, jonne on pääsy vaikkapa mobiililaitteella.

#### 4.4 Tulojen ja menojen vertailu

Vertailussa on käytetty koneen todellisia tuloja ja menoja. Vuosittaisia menoja on myös vertailtu sinä vuonna vallinneeseen lumimäärän maksimiin, koska oletuksena oli, että lumimäärä vaikuttaa kustannuksiin. Lumimäärät on selvitetty Ilmatieteenlaitoksen internetsivustolta [www.ilmatieteenlaitos.fi](http://www.ilmatieteenlaitos.fi).

## 5 Elinkaarikustannukset

### 5.1 Korjaamokustannusten erittelytapa

Jokaisesta tiehöylästä ja Caterpillar 924 -kuormaajasta tehtiin ajanjaksolle 2009 - 2015 kohdistuneiden korjaamolaskujen jaottelu kuvassa 6 nähtäviin osiin. Epätarkasti tehtyjen työmääräyksien epäselvyydestä johtuen on erittelyssä jouduttu käyttämään myös arviointia, joka perustuu omaan ammattitaitooni ja kokemukseen tarvittavista työajoista. Lisäksi konekohtaiseen liitteeseen 1 ja 5 olevaan Excel-taulukkoon on eritelty myös työn ja varaosien osuudet loppusummasta

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
	Vuosi	Tilausnumero	Huollot	Osat	Työ	Kulutusosat/Saadot	Osat	Työ	Korjaukset	Osat	Työ	Vauriot	Osat	Työ	Muutostyöt	Osat	Työt
2	2009	12345	Huolto 100h	12,3	123												
3	2009	12356	Huolto 150h	23,5	236			Työvalo rikki	25,3	95,5							
4	Vuosi 2009 yhteensä:			515,05	35,8	359			25,3	95,5							
5	2010											Lokasuojan korjaus	250,3	152,36			
6	Vuosi 2010 yhteensä:			402,66									250,3	152,36			
7	Vuosi 2011 yhteensä:																
8	Vuosi 2011 yhteensä:																
9	Vuosi 2012 yhteensä:																
10	Vuosi 2012 yhteensä:																
11	Vuosi 2013 yhteensä:																
12	Vuosi 2013 yhteensä:																
13	Vuosi 2014 yhteensä:																
14	Vuosi 2014 yhteensä:																
15	Vuosi 2015 yhteensä:																
16	Vuosi 2015 yhteensä:																
17	Yht:			917,71	35,8	359			25,3	95,5			250,3	152,36			
18	Kulut yht:			917,71													
19	Osat			311,4													
20	Työt			606,31													

Kuva 6. Excel-laskentataulukon malli.

#### 5.1.1 Huollot ja tarvittavat osat

Määräaikaishuoltoihin osineen ja töineen on mennyt aikavälillä 2009 - 2015 tiehöylillä 223 086 euroa ja Caterpillar 924 -koneilla 140 839 euroa. Näitä kuluja voisi sanoa pakollisiksi kuluiksi kaluston kunnossapidon ja jälleenmyyntiarvon ylläpitämiseksi.

### 5.1.2 Kulutusosat ja työt

Kulutusosien uusiminenkin on välttämätöntä, koska jos kulutusosia ei uusita tarpeen tullen, se voi aiheuttaa huomattavia lisäkuluja. Tästä voisi mainita esimerkiksi tiehöylän emäterään hitsattavat kulutuspalat. Kulutuspalojen kuluttua loppuun alkaa jalkakäytävän kanttikivi kuluttamaan itse emäterän runkoa. Emäterän runkoa ei tietenkään ole tarkoitus kuluttaa. Emäterän uusiminen kaikkineen tulisi maksamaan arviolta tuhansia euroja. Kulutuspalojen vaihto osineen ja töineen maksaa noin 250 euroa.

### 5.1.3 Korjausosat ja työ

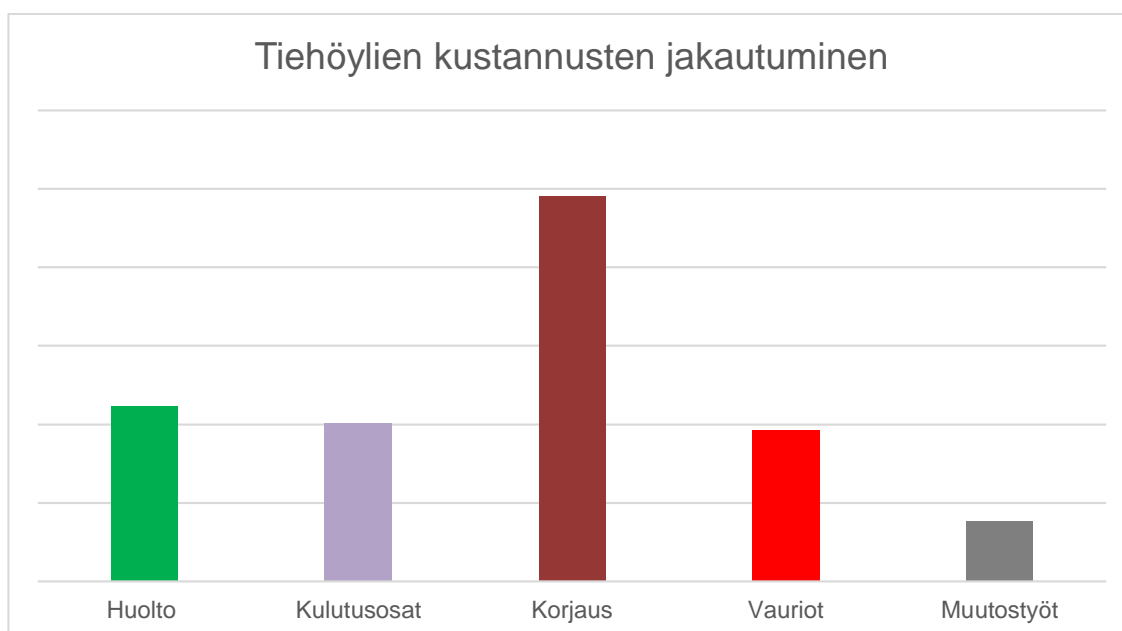
Korjauskuluihin on eritelty suoranaiset rikkoutumiset. Nämä rikkoutumiset ja ennenaikaiset kulumiset eivät mielestäni olisi olleet vältettävissä huolloilla tai tarkastuksilla. Korjauskuluissa huomio kiinnittyy työn osuuteen. Työn osuus on loppulaskussa suhteellisen iso verrattuna varaosiin. Se johtunee siitä, että monet korjauksista ovat sellaisia joihin ei tarvita varaosia. Näistä voisi mainita esimerkiksi hitsaamalla korjattavat murtumat. Lisäksi työosuuteen vaikuttaa osien vaihdettavuus. Välillä esimerkiksi joutuu konetta purkamaan paljonkin, että korjattavaan kohteeseen pääsee käsiksi.

### 5.1.4 Vauriot ja tarvittavat osat

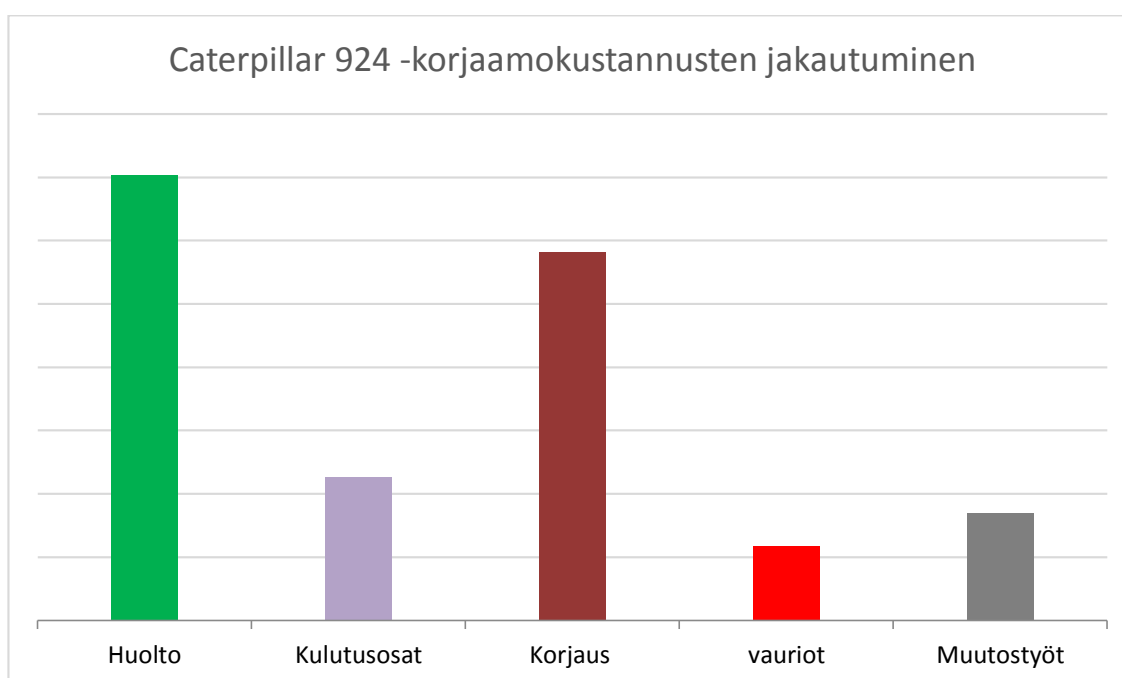
Kohtaan vaurio olen eritellyt oman arvioni mukaan kuljettajan toiminnasta aiheutuneet vauriot. Näitä ovat pääasiassa erilaiset törmäykset ja työkoneiden virheellinen käyttö.

### 5.1.5 Muutostyöt ja tarvittavat osat

Muutostyöt kohtaan olen eritellyt lisävarusteiden asennukset sekä muut muutostyöt. Näistä voisi mainita vaikkapa radiopuhelimen ja peruutuskameran asennukset sekä erilaisten sähköisten lisälaitteohjausten asennukset.

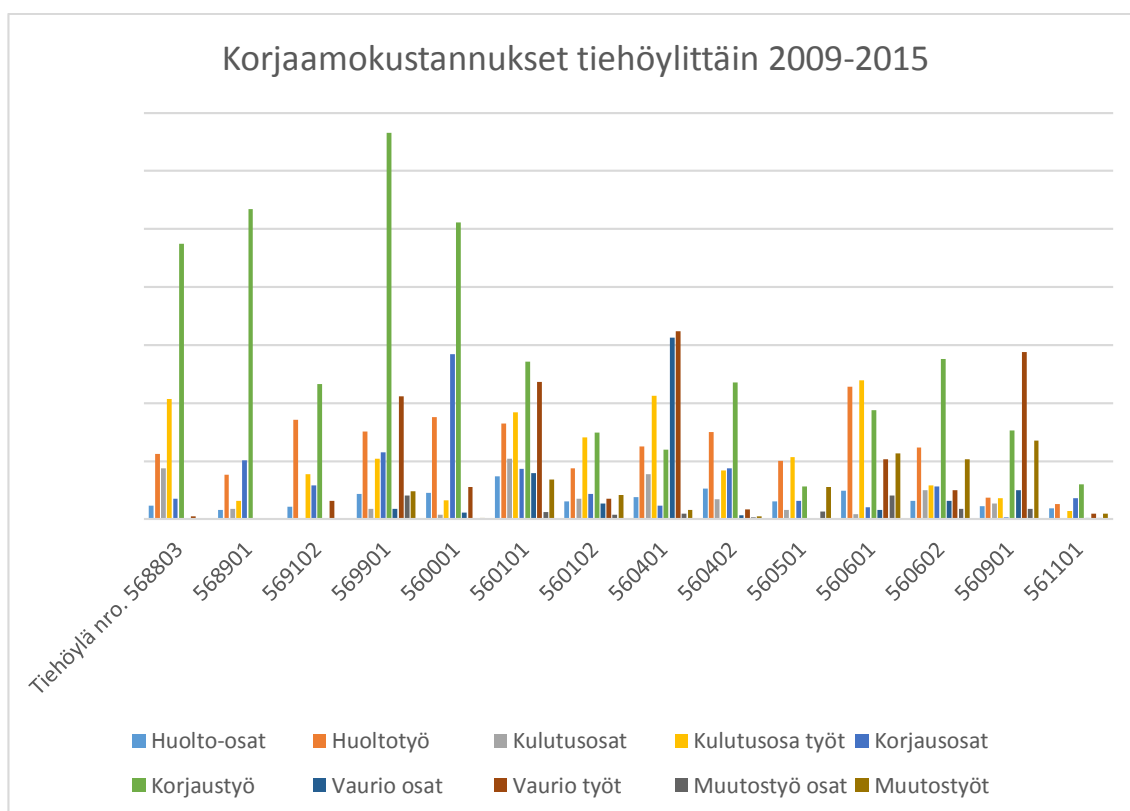


*Kuva 7.* Tiehöyliäen yhteenlasketut korjaamokustannukset 2009 - 2015. Kuvaan on kerätty yhteen tiehöyliäen korjaamokustannusten eri osiot. Osioihin on yhdistetty varaosat tai tarvikkeet ja niiden uusimisen aiheuttamat kustannukset.

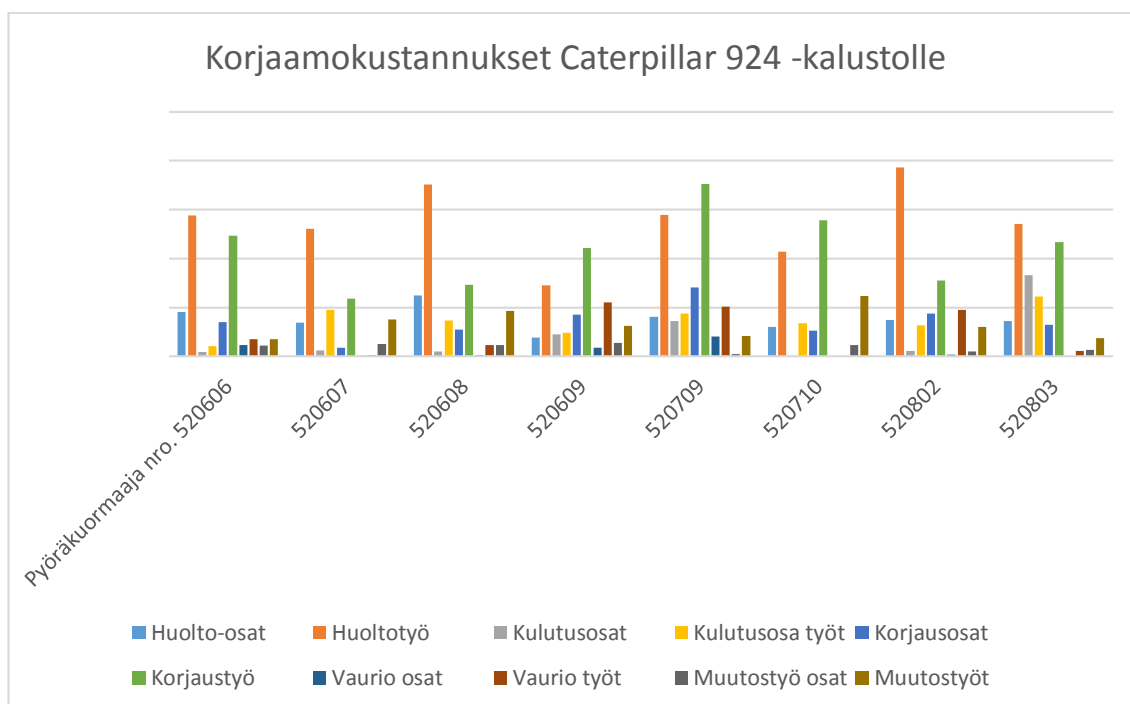


*Kuva 8.* Caterpillar 924 -pyöräkuormaajien osalta





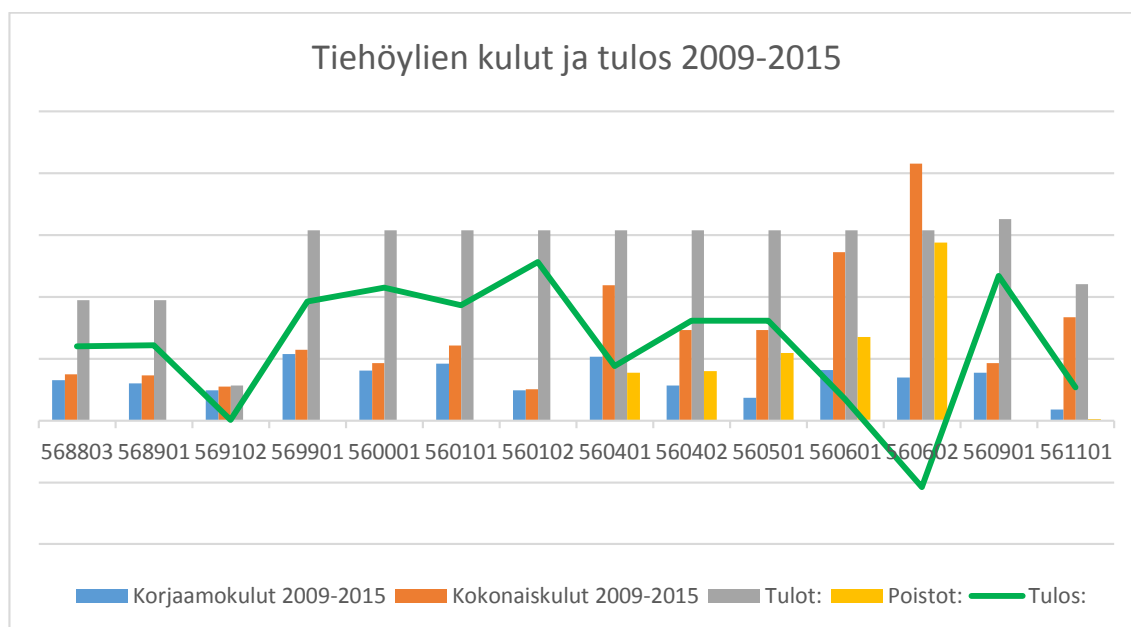
Kuva 9. Korjaamokustannukset tiehöyliä osalta



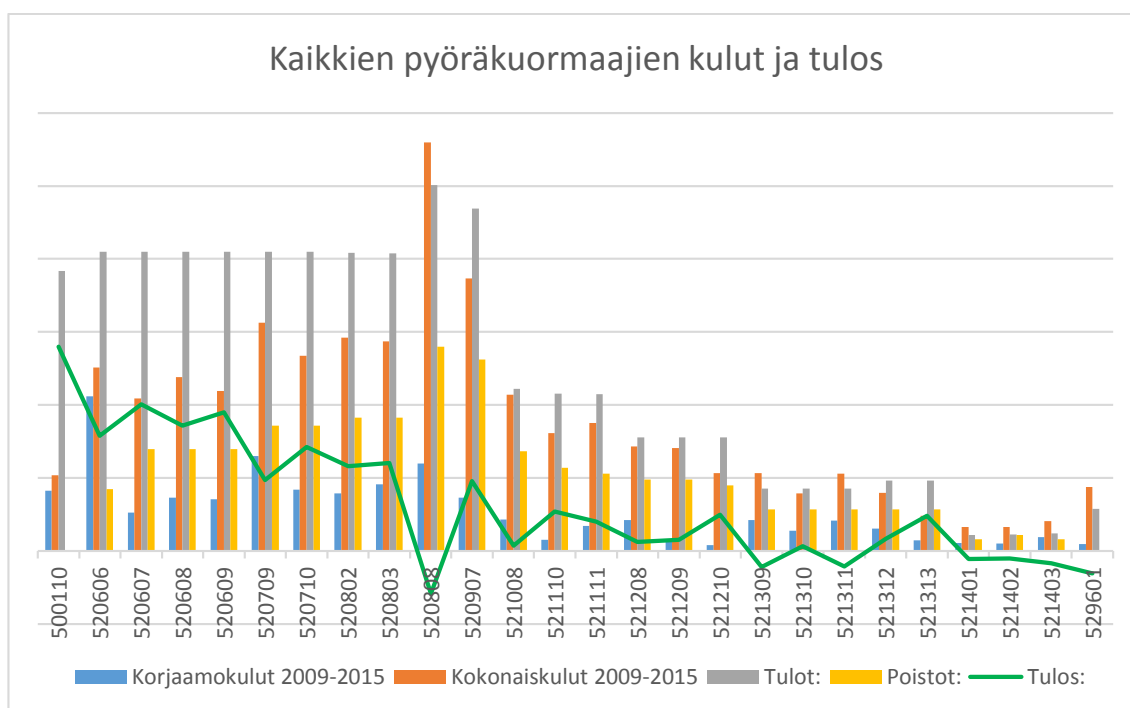
Kuva 10. Kulut Caterpillar 924 -kaluston osalta.

## 5.2 Kokonaiskustannukset

Työkoneiden elinkaarikustannukset, tulot ja menot, on koottu BI-portaalista. Portaalista löytyvät kaikki koneille vuosina 2009 - 2015 kohdistuneet menot, kuten esimerkiksi kulu-  
tustarvikkeet sekä muutamat korjaamotilausten ulkopuoliset varaosat. Graafiseen esi-  
tykseen (kuvat 11 ja 12) on lisätty koneelle mahdollisesti vielä kohdistuvat poistot sekä  
korjaamokulut havainnollistamaan niiden määrää kokonaiskustannuspylväessä. Vihreä  
tulospöytä havainnollistaa, onko koneen tulos positiivisella vai negatiivisella puolella.  
Siinä on huomattavissa melko suuriakin vaihteluita. Oman osansa vaihteluun aiheuttavat  
tietysti poistot. Koneen ikä huomioon ottaen korjaamokuluissa ei näkyisi olevan juurikaan  
muutosta uudemman eduksi. Tämä osaltaan selittyy sillä, että uudemmissa koneissa on  
enemmän teknologiaa, kuten muun muassa sähköisiä työlaiteohjauksia, näin ollen uu-  
den koneen korjaukset ja varsinkin vikojen etsinnät ovat huomattavasti vanhan koneen  
vikojen etsintää työläämpiä ja siten kalliimpia.



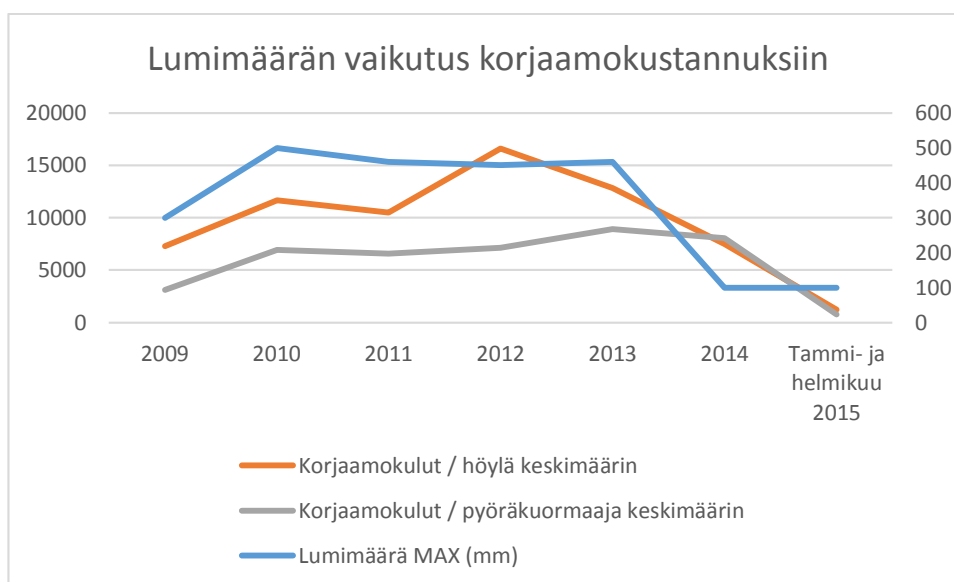
Kuva 11. Tiehöyliä kulut ja tulos. Korjaamokulujen ja poistojen pylväät ovat kuvassa havainnollistamista varten. Ne sisältyvät siis pylväeseen kokonaiskulut.



Kuva 12 Kaikkien raskaiden pyöräkuormaajien kulut ja tulos.

### 5.3 Sää- ja työskentelyolosuhteiden vaikutus korjaamokuluihin

Tiehöylillä työskennellään pääasiassa talvisin erinäisissä lumi- ja tienhoitotöissä. Tästä syystä menoja peilattiin myös vuosittain vallinneisiin lumitilanteisiin. Pyöräkuormaajat työskentelevät vuoden ympäri. Pyöräkuormaajat on otettu mukaan vertailun vuoksi. Korjaamokulut näyttäisivät olevan suurimmat silloin, kun lunta on ollut eniten. Pieniä vääristymiä tulokseen voivat aiheuttaa isommat rikkoutumiset vähälumisina talvina. Laitimani kuvan 13 mukaan näyttäisi siltä, että lumitilanteen ylittäessä lukeman 200 - 250 millimetriä, kulut näyttäisivät lisääntyvän. Tähän tietysti vaikuttaa hiukan myös tuntiperustainen huoltoväli. Mitä enemmän koneilla työskennellään, sitä enemmän tulee työtunteja ja huoltoja, joten huoltokustannuksia tulee runsaslumisena talvena enemmän.



Kuva 13. Keskimääräiset korjaamokulut vuodessa verrattuna lumimäärään. [8; 9; 10; 11; 12; 13]

## 6 Kehitysehdotukset

### 6.1 Huoltojen merkitys

Huoltojen merkitys on kiistatta tärkeä. Huoltojen suorittaminen on tarkastelujen työkoneiden osalta muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta suoritettu ajallaan. Korjaamon laskutuksista on havaittavissa, että huollon laiminlyömisistä johtuvia rikkoutumisia tai ylimääräisiä kulumisia on vähäinen määrä. Toki huoltojen ajallaan tekemisissä on puutteita, varsinkin kausina jolloin koneilla ei ole käyttöä. Pitkät seisonta-ajat aiheuttavat muun muassa käynnistysongelmia, akkuongelmia sekä osien kiinni ruostumisia. Nämä olisi suurimmalta osaltaan vältettävissä, jos koneilla säännöllisesti ajettaisiin vaikkapa joka viikko. Ajoksi riittäisi muutaman kilometrin ajolenkki. Akkujen kestävyyttä on yritetty parantaa koneisiin asennetuilla ylläpitolatureilla. Näiden käytössä on kuitenkin havaittu puutteita. Ylläpitolaturin käyttämiseksi riittäisi pistokkeen laittaminen pistorasiaan. Laturi itse hoitaa latauksen säätelyn ja se voi olla yhtäjaksoisesti kytkettynä vaikkapa kolme kuukautta. Jos koneella ei esim. kesäkautena ajeta, akun varaus ja suorituskyky heikenevät. Tästä voi aiheutua akun tai akkujen ennenaikainen rikkoutuminen. Oikein käytettynä akku kestää helposti viisi-kuusi vuotta. Korjaamolla on havaittu, että kausiluontoisten koneiden akkuja on rikkoontunut jopa kahden vuoden välein. Tästä aiheutuu useiden

satojen eurojen turhat kustannukset, jotka ovat helposti vältettävissä, ajamalla koneella silloin tällöin ja huolehtimalla ylläpitolaturin kytkennästä. Ylläpitolaturin voisi korjaamo asentaa, jos sellaista ei vielä ole. Kulutusosien kulumisasteen tarkkailu on yhtä tarpeellista, kuin säännöllinen huolto. Kulutusosien uusiminen, niiden kuluttua lähelle loppua on välttämätöntä, jos kulutusosia ei uusita tarpeen vaatiessa, voi se aiheuttaa huomattavia lisäkuluja.

## 6.2 Koneiden takuut

Merkille pantavaa on myös, että takuunalaisiin koneisiin on tehty korjauksia Staran korjaamolla. Aiheellista olisi tarkemmin selvittää, miten edullista on ryhtyä itse korjaamaan konetta, vaikka koneessa on voimassa oleva takuu. Huomioon otettavia seikkoja asiassa on muun muassa seuraavat seikat:

- Tulisiko korjauksen takuuna teettämiseen huomattavia muita kuluja, joita takuu ei kata?
- Takuun voimassaolo: vaikuttaako itse tehdyt korjaukset tuleviin takuisiin?
- Mikä on takuukorjausten toimitusaika?

Vasta kun edellä lueteltuihin kysymyksiin on saatu vastaukset, pitäisi harkita takuunalaisen koneen omaan laskuun korjaamista.

## 6.3 Viikoittaiset käyttötarkastukset ja huoltotarpeen seuranta

Kuljettajien tekemät päivittäiset ja viikoittaiset ajoneuvon tarkastukset on valitettavasti usein jätetty tekemättä. Muuten ei ole selitettävissä esimerkiksi koneissa silloin tällöin esiintyvät lähes jumiin ruostuneet huoltoluukut, konepeitot ja tekemättömät huollot. Yksityisetkin leasing-yhtiöt edellyttävät, että vuokratusta kalustosta pidetään huolta. Viat korjautetaan heti ja huollot tehdään ajallaan.

Staralla on hyvin toimiva muistutusjärjestelmä asiakkaalle määräaikaishuollon tarpeesta. Koneiden huoltoon tuonti sen sijaan toimii joissain tapauksissa huonosti. Koneita vuokraaviin yksiköihin pitäisi mielestäni saada koneista vastaavat henkilöt. Näin välttyttäisiin esimerkiksi aina silloin tällöin vastaantulevilta kaksi tai kolmekin vuotta huoltamatta ol-

leilta koneilta ja laitteilta. Jos kalustossa tulee ilmi tekemättömiä korjauksia tai suorittamattomia huoltoja, voisi vuokraaja mielestäni joutua vastaamaan niistä johtuvista korjauksista tai arvon alentumisesta. Staralla ei tietääkseni näin ole. Mitään sanktiota tai seuraamusta ei huoltojen laiminlyönnistä tai korjausten tekemättä jättämisistä käsittäkseni seuraa.

#### 6.4 Polttoainekulujen valvonta

Polttoainekulujen valvonta on konekohtaisesti hankalaa. Koneita tankatessa Staran omilla polttoaineasemilla tulee veloitus näkyviin asianmukaisesti SAP-järjestelmään, mutta ilman ajettua määrää. Tankatessa yksityisiltä asemilta veloitus ei näy tietojärjestelmässä vaan laskut kohdistuvat suoraan yksikköön, jonka hallinnassa kone on. Tankkauksessa ei ole elektronista tai henkilöihin perustuvaa valvontaa. Tankatessa järjestelmä kysyy ajokilometri- tai työtuntimäärän koneesta riippuen. Syötettyä tietoa ei varmisteta mitenkään, vaan kone hyväksyy minkä tahansa numerosarjan. Näin ei luotettavasti pystytä selvittämään, kuinka paljon koneella on ajettu viimeisen tankkauksen jälkeen.

Jonkinlainen tankkauksen valvonta voisi tuoda kustannuksiin huomattavia säästöjä. Vähimmäisvaatimuksena pitäisi mielestäni olla, että syötettäessä ajokilometrimäärä tai ajotuntimäärä uuden lukeman pitäisi olla suurempi kuin edellisen. Parempi olisi tietysti esim. tekstiviestiin perustuva systeemi. Voisiko se olla esimerkiksi niin, että saavuttaessa tankkaamaan lähetettäisiin tekstiviestinä ajokilometrimäärä ja ajoneuvon numero sekä polttoainepumpun numero. Järjestelmä käynnistäisi oikean polttoainepumpun, ja tankkaus onnistuisi, tai sitten paluuviestinä tulisi vaihtuva PIN-koodi, jolla pumppu käynnistyy. Näin jokainen tankkaus rekisteröityisi samaan järjestelmään ajoneuvo kohtaisesti oikeilla ajolukemilla varustettuna. Järjestelmään voisi olla mahdollista tallentaa myös hälytysrajoja, jotka aktivoituisivat, kun tankkauksia on ollut paljon lyhyessä ajassa tai tankatut määrät poikkeavat aikaisemmista. Tämä on tietysti vain yksi idea-asteella oleva systeemi, mutta joku järkevä valvontajärjestelmä pitäisi kehittää.

## 6.5 Kuluissa ilmenevät eroavaisuudet

Mielestäni olisi aiheellista myös pohtia miksi koneiden välillä voi olla huomattaviakin eroavaisuuksia kuluissa. Esimerkiksi kahden identtisen tiehöylän, joilla on ajettu lähes saman verran, polttoainekulut eroavat toisistaan melkoisesti. Miksi? Johtuuko se vain polttoainekulujen kirjauksista? Toinen tiehöylä rikkoutuu samasta kohtaa kerta toisensa jälkeen, kun toinen samanlaisissa olosuhteissa, samalla tuntimäärällä työskentelevä ei mene rikki. Olisiko kyse käyttövirheestä tai perehdytyksen puutteesta?

## 6.6 Kuljettajien perehdytys

Kuljettajasta ja kuljettajan toiminnasta aiheutuvat kustannukset olisivat mielestäni suurimmalta osalta vältettävissä kuljettajan perehdytyksellä. Pitäisi myös harkita jonkinlaista kuljettajan vastuuttamista koneen kunnosta ja tieliikennekelvopoisuudesta. Kuljettajan perehdyttämisellä ja vastuun lisäämisellä vähennettäisiin turhien vaurioiden syntyä. Hyvänä esimerkkinä turhista vaurioista on valitettavat vaihteiston rikkoutumiset ja hydraulisylinterien vauriot. Kyseiset vauriot johtuvat suurimmaksi osaksi käyttövirheistä, ylläpidosta sekä näiden yhteisvaikutuksista. Vaihteiston käyttövirheistä voidaan mainita esimerkiksi uudemmissa vaihteistoissa olevan automaattitoiminnon käyttäminen työskennellessä. Työskennellessä tulee voimansiirtoon suuria kuormitusvaihteluita, joihin vaihteiston automatiikka reagoi ja vaihtaa vaihdetta pienemmälle ja taas isommalle nopeaan tahtiin. Tätä isokokoinen vaihteisto ei kestä. Siksi on ehdottoman tärkeää kytkeä vaihteisto käsin käytettäväksi, jolloin valittu vaihde pysyy kytkettynä kuormitusvaihteluista huolimatta. Vaihteiston automaattitoiminto on tarkoitettu siis vain ajoneuvon siirtöajoon, ei työskentelyyn. Kyseinen kielto käyttää automatiikkaa työskennellessä löytyy myös koneen käyttöohjekirjasta. Vanhemmissa käsivalintaisissa vaihteistoissa yleinen käyttövirhe näyttäisi olevan ajosuunnan vaihto, vaikka koneen liike ei ole täysin pysähtynyt. [14.]

Hyvä vaihtoehto perehdytykselle olisi kuljettajakoulutus, jota järjestää esimerkiksi kotimainen tiehöylävalmistaja. Kurssit antavat hyvän pohjan koneiden käsittelyyn ja siihen miten toimintoja kuuluu käyttää ja missä tilanteissa. Kokemukseni mukaan kuljettajat mielellään käyvät kyseisissä tapahtumissa ja kertaavat koneen käyttöä sekä oppivat uutta.

Käyttövirheiden arvioinnissa olen käyttänyt apunani omaa kokemustani sekä käymiäni keskusteluja tiehöyliä valmistajan teknisen asiakaspalvelun Markku Nenosen sekä Staran tiehöyliä kuljettajien kanssa.

## 6.7 Työselosteet

Työselosteella tarkoitetaan asiakkaalle toimitettavaa selostusta korjaamalla tehdyistä töistä.

Työselostuksen ollessa asianmukainen on kenen tahansa helppo selvittää mitä korjaamalla on tehty, niin asiakkaan sekä korjaamonkin. Se on mielestäni uskottavan korjaamon edellytys. Laskun saaja on varmasti kiinnostunut tehtyjen töiden lisäksi siitä, mistä loppusumma koostuu.

Seuraavissa esimerkeissä on havainnollistettu hyvän ja huonon työselosteen eroa ja sitä, miten työlästä tai helppoa siitä on selvittää suoritettut työt. Esimerkistä 1 on selvittäminen ainakin osittain mahdollista, jos työlle on myyty varaosia. Varaosien kautta on ainoa keino asiaa selvittää. "Reiska" tuskin muistaa, jos sillä hetkellä on töissäkään. Esimerkissä 2 taas selvittäminen on helppoa. Se selviää yhdellä vilkaisulla ja on kenen tahansa selvitettävissä.

### Esimerkki 1

Työseloste:

- Vikalista
- Reiska tietää.

Loppusumma: 10 000 euroa

### Esimerkki 2

Työseloste:

- Peruutuskameran asennus
- Eturenkaiden uusinta

Loppusumma: 6500 euroa



## 7 Yhteenveto

Huolto- ja korjauskustannuksista on tehty opinnäytetyön tilaajan tarpeiden mukainen erittely vuosilta 2009 - 2015. Korjaamokulut on jaettu kuluvien osien, korjausten ja lisävarusteasennusten aiheuttamiin kuluihin. Lisäksi korjaamolaskutusten purkua ja erittelyä ei ole tehty vain koneryhmittäin vaan konekohtaisesti korjaamokäynneittäin. Korjaamolaskutusten erittely ja sijoittelu graafisiin taulukoihin helpottaa myös suurimpien kuluerien paikallistamista. Graafisten esitysten myötä helpottuu lisäksi koneen vuokrauksen kannattavuus sekä mahdollinen vuokraushinnastojen tarkistamisen tarve.

Insinööriyössä esitelty selvitystyö on koneiden ylläpitokustannusten seurantaan hyvä apuväline. Sen avulla on helppo selvittää työssä esiintyvien koneiden huolto ja korjauskustannukset konekohtaisesti sekä niiden vaikutus kokonaiskustannuksiin. Korjaamolaskujen erittelyn avulla voidaan tutkia huoltojen ja korjausten osuuksia loppusummasta sekä kartoittaa ja suunnitella mahdollisia säästökohteita.

## Lähteet

1. Staran yksikkö, kaupunkitekniikan rakentaminen. Verkkodokumentti. Stara.  
<http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/organisaatio/kaupunkitekniikan-rakentaminen>. Luettu 3.5.2015.
2. Staran yksikkö, kaupunkitekniikan ylläpito. Verkkodokumentti. Stara.  
<http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/organisaatio/kaupunkitekniikan-yllapito>. Luettu 3.5.2015.
3. Staran yksikkö, rakennustekniikka. Verkkodokumentti. Stara.  
<http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/organisaatio/rakennustekniikka>.  
Luettu 3.5.2015.
4. Staran yksikkö, ympäristönhoito. Verkkodokumentti. Stara.  
<http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/organisaatio/ymparistonhoito>.  
Luettu 3.5.2015.
5. Staran yksikkö, logistiikka. Verkkodokumentti. Stara.  
<http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/organisaatio/logistiikka>.  
Luettu 3.5.2015.
6. Staran organisaatio. 2014. Verkkodokumentti. Stara.  
<[www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/organisaatio/](http://www.hel.fi/www/stara/fi/staran-esittely/organisaatio/)>. Luettu 3.5.2015.
7. Tiehöylät. Verkkodokumentti. Veekmas oy.  
[www.veekmas.fi/app/kone/show\\_kone/-/kid/8](http://www.veekmas.fi/app/kone/show_kone/-/kid/8). Luettu 17.5.2015.
8. Talven 2009 - 2010 sää. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos.  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/talvi-2009-2010>. Luettu 25.5.2015.
9. Talven 2010 - 2011 sää. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos.  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/talvi-2010-2011>. Luettu 25.5.2015.

10. Talven 2011 - 2012 sää. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos.  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/talvi-2011-2012>. Luettu 25.5.2015.
11. Talven 2012 - 2013 sää. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos.  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/talvi-2012-2013>. Luettu 25.5.2015.
12. Talven 2013 - 2014 sää. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos.  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/talvi-2013-2014>. Luettu 25.5.2015.
13. Talven 2014 - 2015 sää. Verkkodokumentti. Ilmatieteen laitos.  
<http://ilmatieteenlaitos.fi/talvitalanne>. Luettu 25.5.2015.
14. Vammas RG-281 tiehöylän käyttöohjekirja. 2006. Vammala: Vammas oy.