



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Vili Setälä

# CUMMINS-MOOTTOREIDEN PERUSKUNNOSTUS

Kunnostusprosessin kuvaus, kehitys ja tuotteistus

Tekniikka  
2022

## TIIVISTELMÄ

Tekijä	Vili Setälä
Opinnäytetyön nimi	Cummins-moottoreiden peruskunnostus prosessin kuvaus, kehitys ja tuotteistus
Vuosi	2022
Kieli	suomi
Sivumäärä	57 + 2 liitettä
Ohjaaja	Sami Elomaa

---

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin Cummins-moottoreiden peruskunnostusprosessia sekä prosessin kehittymismahdollisuuksia. Koska kunnostuksen hinnan laskenta on työläs ja aikaa vievä prosessi, oli työn pääasiallisena tarkoituksena etsiä ratkaisua tähän ongelmaan. Hinnoittelun helpottamisen lisäksi etsittiin mahdollisia kehityskohteita kunnostusprosessin toteutuksesta, tutkimalla erikseen itse kunnostusprosessia, laadunvarmistusta sekä korjaamon layoutia.

Tutkimuksessa on ensin paneuduttu dieselmoottorien markkinoihin Suomessa sekä Machinery Oy:n asemaan niihin nähden. Markkinakuvauksessa käytetään materiaalina tullin maahantuonti- sekä Teknisen Kaupan Liiton myyntitilastoja. Kunnostuksen hinnoitteluun liittyvien ongelmien kartoittamiseksi perehdyttiin ensin tuotteistuksen teoriaan, jonka jälkeen tutkittiin aikaisemmin tehtyjä tarjouksia sekä kunnostuksen suorittamiselle vaihtoehtoisia toimintamalleja.

Työn tuloksena syntyi Excelillä toteutettu työkalu avuksi kunnostuksen hinnan laskentaan sekä ehdotuksia kunnostusprosessin kehittämiseksi.

## ABSTRACT

Author	Vili Setälä
Title	Description and Development of Cummins Engine Overhaul Process
Year	2022
Language	Finnish
Pages	57 + 2 Appendix
Name of Supervisor	Sami Elomaa

---

In this thesis the Cummins engine overhaul process was investigated and potential areas for development were searched. Because the calculation of the overhaul costs is difficult and time-consuming process, the main purpose of this thesis was to search for a solution for this problem. In addition to facilitating pricing, the potential development opportunities were searched separately in the areas of repair, quality assurance and layout of the workshop.

At first the research focuses on the diesel engine market in Finland and the position of Machinery Ltd in relation to it. The import statistics from the Finnish Customs departments and the sales statistics from the Association of Finnish Technical Traders were used as material in the market description. To map out the issues included in the pricing of an overhaul, theory of productization was studied at first and after that, previous quotations and alternatives for overhauls were researched.

The result of the thesis is a pricing tool on Excel and suggestions for improving the process.

# SISÄLLYS

## TIIVISTELMÄ

## ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	8
1.1	Taustaa .....	8
1.2	Moottoreiden mallit ja käyttökohteet.....	9
1.2.1	B 3.9 ja B 5.9 .....	10
1.2.2	QSB 5.9, QSB 4.5 ja QSB 6.7 .....	10
1.2.3	C 8.3 ja QSC 8.3 .....	11
1.2.4	QSL 9 .....	12
1.2.5	M 11 ja QSM 11.....	12
1.2.6	N14.....	12
1.2.7	QSX 15.....	13
1.3	Moottorin elinikä .....	13
1.4	Markkinakuvaus.....	18
1.4.1	TKL ja tulli.....	19
1.4.2	Machinery:n osuus .....	22
2	TUOTTEISTUS .....	24
2.1	Mitä palveluiden tuotteistus on .....	24
2.2	Tuotteistamisen hyödyt.....	25
2.3	Tuotteistamisen haasteet .....	26
2.4	Nykytilanne.....	27
2.5	Tuotteistamisen tavoitteet .....	27
3	KUNNOSTUSPROSESSI.....	28
3.1	Peruskunnostus ja kunnostusasteet .....	28
3.2	Edellytykset kunnostuksen läpiviennille.....	29
3.3	Nykyisen kunnostusprosessin kuvaus.....	29
3.3.1	Polttoainelaitteet.....	31
3.3.2	Sylinteriryhmä.....	32
3.3.3	Sylinterikansi .....	32

3.4	Kunnostukseen tarvittavat varaosat .....	32
3.5	Prosessin kehitys .....	35
4	KORJAAMON LAYOUT.....	37
4.1	Nykyinen layout.....	37
4.2	Layout-vaihtoehdot .....	39
4.2.1	Suora linjasto.....	40
4.2.2	U-linjasto.....	41
4.2.3	Edestakainen linjasto.....	41
4.3	Mahdolliset muutokset.....	42
5	LAADUNVARMISTUS .....	44
5.1	Kuluttaja- vs. yrityskauppa .....	44
5.1.1	Kuluttajakauppa ja takuu .....	44
5.1.2	Yritysten välinen kauppa .....	46
5.1.3	Machineryn takuu .....	49
5.2	Nykyisen prosessin kuvaus .....	49
5.3	Dokumentointi .....	50
5.4	Yhteenveto .....	50
6	KUNNOSTUKSEN KANNATTAVUUS.....	52
6.1	Vaihtoehdot.....	52
6.1.1	Uusi moottori .....	52
6.1.2	RECON-moottori .....	52
6.1.3	Kunnostuksen hinnan muodostuminen .....	53
6.2	Kunnostuksen myynti .....	54
6.3	Johtopäätökset.....	54
7	HINNOITTELUTYÖKALU.....	56
7.1	Käyttö.....	56
7.2	Jatkokehitys.....	56
	LÄHTEET.....	57

## LIITTEET

**KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

<b>Kuva 1.</b> Tehokäyrä. ....	15
<b>Kuva 2.</b> Hallin pohjakuva. ....	38
<b>Kuva 3.</b> Suora linjasto. ....	40
<b>Kuva 4.</b> Suora linjasto 2. ....	40
<b>Kuva 5.</b> U-linjasto. ....	41
<b>Kuva 6.</b> Edestakainen linjasto. ....	42
<b>Taulukko 1.</b> Kuormitusasteen arviointi. ....	16
<b>Taulukko 2.</b> Kuormitusasteen vaikutus käyttötunteihin. ....	18
<b>Taulukko 3.</b> TKL Dieselmootoreiden myyntitilasto 2019. ....	21
<b>Taulukko 4.</b> Dieselmootoreiden maahantuontimäärät tulli 2019. ....	22
<b>Taulukko 5.</b> Machinery:n Cummins myynti vuonna 2019. ....	23
<b>Taulukko 6.</b> Kunnostusprosessin eteneminen. ....	30

**LIITELUETTELO****LIITE 1.** Kunnostusraportti**LIITE 2.** Hinnoittelutyökalu

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Taustaa

Työ lähti liikkeelle kunnostusten myyntiin liittyvästä ongelmasta. Tällä hetkellä myyntiin ei ole mitään valmista työkalua kunnostuksen hinnan tai keston arvioimiseksi, vaan kaikki tarjoukset tehdään tapauskohtaisesti ja manuaalisesti laskien, mikä on aikaa vievää eikä näin ollen kovin tehokasta. Tästä aiheutuu turhia ongelmia erityisesti usein toistuvissa toimenpiteissä, kuten asiakkaan tiedustellessa hintaa peruskunnostukselle, koska hänelle ei ole antaa suoraan mitään alustavaa arviota hinnasta. Asiakkailla on yleensä kiire saada kone takaisin käyttöön, joten kunnostusta kysellään muualta ja usein menetetään mahdollinen asiakas, jos ei heti saada arviota hinnasta ja kunnostuksen kestosta.

Työ on kunnostuksen tuotteistuspaketti ja sen pääasiallinen tarkoitus on tehdä hinnoittelutyökalu avuksi kunnostuksen myyntiin, jotta tarjousten tekeminen olisi mahdollisimman helppoa ja nopeaa. Käytännössä työkalu olisi Excel-taulukko, josta nähdään suoraan kunnostuksen kesto ja hinta sekä kunnostukseen tarvittavat varaosat moottorimallin mukaan muutamalla eri kunnostusasteella. Työkalun avulla kunnostukselle pitäisi pystyä antamaan hinta- ja kestoarvio suoraan puhelimesta heti asiakkaan sitä tiedustellessa, sekä mahdollisesti perustelemaan hinnan muodostumista.

Työssä käsitellään ensin palveluiden tuotteistuksen tarkoitusta, saavutettavissa olevia hyötyjä sekä haasteita yleisesti, jonka jälkeen kartoitetaan nykytilannetta ja työn tavoitteita. Seuraavissa kappaleissa käydään läpi kunnostusprosessin läpivientiä, korjaamon layout:ia sekä laadunvarmistusta, kuvailemalla nykyiset toimintamallit ja pohtimalla mahdollisten muutosten järkevyyttä panostuksen ja saavutetun hyödyn suhteen. Viimeiset aiheet ovat kunnostuksen kannattavuus verrattuna uuteen ja tehdaskunnostettuun ReCon-moottoriin sekä tehdyn hinnoittelutyökalun esittely. Kunnostuksen kannattavuutta käsittelevässä kappaleessa kerrotaan kunnostuksen vaihtoehtoista, hinnan muodostumisesta sekä pohditaan kunnostuksen kannattavuutta tilanteesta riippuen ja hahmotellaan hinnoittelutyökalun mahdollisimman tehokasta toteutustapaa.



## 1.2 Moottoreiden mallit ja käyttökohteet

Työhön tarkasteltavaksi valittiin kaksitoista yleisesti peruskunnostuksessa käyvää teollisuusmoottoria, jotta työllä saavutettava hyöty yritykselle olisi mahdollisimman suuri yrittäen olla kuitenkin kasvamatta aihetta liian laajaksi. Moottorivalinnoilla pyrittiin saamaan työhön mahdollisimman iso skaala moottoreita niin valmistusajankohdan kuin käyttökohteen mukaan, rajaten kuitenkin valinnat teollisuusmoottoreiden pienempään päähän. Kaikki tässä työssä käsiteltävät moottorit käyttävät polttoaineena dieseliä ja vanhimpien moottoreiden valmistus aloitettiin 1980-luvulla, kun osaa valmistetaan edelleen.

Cummins on määritellyt moottorit tilavuuden perusteella kolmeen eri luokkaan:

- Midrange-luokkaan kuuluvat pienimmät moottorit väliltä 2,8–8,9 l
- Heavy duty: 9–15 l -kokoiset moottorit
- High horse power: yli 15-litraiset moottorit.

Moottorit on valittu eri kokoluokista niin, että pienin tässä työssä käsiteltävä moottori on 3,9-litrainen, suurimman ollessa 15-litrainen tilavuudeltaan. Kaikki valitut moottorit ovat midrange- sekä heavy duty -luokista rajaten kuitenkin pienimmät moottorit työn ulkopuolelle. Työn tuloksena syntyneitä hinnoittelutyökälyä on kuitenkin helppo laajentaa koskemaan kaikkia moottoreita, koska hinnoitteluperiaate on kaikille sama.

Kahdessa tämän työn pienimmässä B-sarjan moottorissa on neljä sylinteriä, kun kaikissa muissa sen sijaan on kuusi. Moottorinohjausjärjestelmä vaihtelee myös eri moottoreiden välillä, osan ollessa täysin mekaanisella polttoaineensyötöllä, kun taas toiset ovat täysin sähköisellä ohjauksella tai näiden yhdistelmällä.

Moottoreiden käyttökohteet vaihtelevat luonnollisesti paljon moottorin koon, tehon sekä käyttötarkoituksen mukaan ja ne levittyvätkin suurelle sektorille teollisuudessa. Moottorin valinta perustuu ensisijaisesti tulevaan käyttökohteeseen sekä tarvittuun tehon määrään ja muut tekijät määräytyvät pitkälti näiden mukaan.

### **1.2.1 B 3.9 ja B 5.9**

Molemmat moottorit edustavat Cummins'in B-sarjan ensimmäisen sukupolven moottoreita, joita valmistettiin 1984–1998. B 3.9 on 3,9-litrainen ja nelisylinterinen, B 5.9:n ollessa 5,9-litrainen ja kuusisylinterinen dieselmoottori. Molemmissa moottoreissa on 2 venttiiliä sylinteriä kohden ja näin ollen moottorit ovat joko 8- tai 12-venttiilisiä. Käytännössä moottorit ovat hyvin pitkälti samoja, ikään kuin B 3.9 olisi pätkäisty malli B 5.9:tä. Moottoreissa on Boschin valmistama mekaaninen polttoainejärjestelmä joko VE-jakajapumpulla tai P7100-rivipumpulla käyttökohteesta riippuen.

B 3.9 moottoria on käytetty step van -pakettiautoissa, joita on esimerkiksi kuljetusliikkeillä tai leipomoilla. Moottoreita esiintyy myös paljon maataloudessa ja se on suosittu jälkikäteen vaihdettuna pienissä kuorma-autoissa.

B 5.9 suunniteltiin alun perin vuonna 1984 maatalouteen käytettäväksi. Vuoden 1989 jälkeen moottoreita on käytetty kuitenkin myös erikokoisissa kuorma-autoissa ja busseissa, sekä vuosien 1989 ja 1998 välisenä aikana valmistetuissa Dodge Ram:eissa. Moottori on suosittu myös jälkiasennettuna tieliikenteessä oleviin autoihin alkuperäisen moottorin tilalle.

### **1.2.2 QSB 5.9, QSB 4.5 ja QSB 6.7**

QSB 5.9 on B-sarjan toisen sukupolven moottori, jota valmistettiin vuosien 1998 ja 2007 välillä. QS-etuliite kertoo, ettei moottori ole tarkoitettu käytettäväksi tieliikenteessä ja että se on varustettu sähköisesti ohjatulla polttoainejärjestelmällä. Numero perässä kertoo moottorin tilavuuden. Sähköisesti ohjattu polttoainejärjestelmä käsitti aluksi Boschin valmistamat suuttimet sekä VP-44 jakajapumpun, jotka korvattiin myöhemmin CP3-korkeapainepumpulla ja commonrail-järjestelmällä. Toisen sukupolven moottoreihin tuli moniventtiilijärjestelmä ja näin ollen neljä venttiiliä sylinteriä kohden. Moottorista valmistettiin myös IS-etuliitteen omaavaa versiota, joka on hyvin pitkälti sama, mutta tieliikenteeseen tarkoitettu moottori.

QSB 5.9-moottoreita käytetään pääasiassa merellä, maataloudessa ja teollisuudessa erilaisissa sovelluksissa tarkoittaen esimerkiksi kaivinkoneita, traktoreita, veneitä ja generaattoreita. ISB-moottoreita käytetään kuorma-autoissa, busseissa ja vuosien 1998 ja 2007 välillä valmistetuissa Dodge Ram:eissa.

QSB 4.5 ja 6.7 edustavat B-sarjan kolmatta sukupolvea. Moottoreiden valmistus aloitettiin vuonna 2007 ja jatkuu edelleen. 4,5-litrainen moottori on tehty korvaamaan vanhemman 3,9-litraisen moottorin, 6,7-litraisen moottorin korvataks vanhan 5,9:n. Kolmannen sukupolven moottoreissa on niin ikään jo toisen sukupolven moottoreista tutut commonrail-polttoainejärjestelmä sekä omat QS- ja IS-versionsa.

Kaikilla kolmella moottorilla on enemmän tai vähemmän samoja käyttökohteita, riippuen tehon tarpeesta, sovelluksen valmistusajankohdasta sekä käyttötarkoituksesta ja ne ovatkin tämän kokoluokan yleisimpiä diesel moottoreita.

### **1.2.3 C 8.3 ja QSC 8.3**

Cummins'in C-sarja on seuraava kokoluokka B-sarjasta, joka käsitti 3,3–6,7-litraiset moottorit. C-sarjan moottorit ovat kaikki 8,3-litraisia tilavuudeltaan sekä kuusisylinterisiä. C 8.3 on C-sarjan ensimmäinen sukupolven moottori, jota valmistettiin samoina vuosina kuin B-sarjan ensimmäisen sukupolven moottoreita eli vuosien 1984–1998 välillä. QSC ja ISC mallit esiteltiin vuonna 1998 ja ne ovat C-sarjan toinen ja samalla viimeisin kehitysversio. Kuten B-sarjassakin, myös C-sarjan ensimmäinen sukupolvi on toteutettu mekaanisella polttoainejärjestelmällä. Toisessa kehitysversiossa polttoainejärjestelmä oli ensin sähköisesti ohjattu, kunnes vuonna 2003 siirryttiin commonrail-järjestelmään.

C-sarjan moottoreita käytetään paljon maanrakennuskalustossa tarkoittaen esimerkiksi maantiehöyliä ja kaivinkoneita. Moottorin marine-mallia nähdään venekäytössä ja IS-mallia busseissa ja kuorma-autoissa sekä muissa erikoisautoissa kuten paloautoissa ja jätepakajissa.

### 1.2.4 QSL 9

L-sarjan moottorit ovat 9- ja 10-litraisia tilavuudeltaan, mutta erikokoiset mallit eivät oikeastaan jaa mitään keskenään. QSL- ja ISL9 -moottoreita voidaan pitää C-sarjan kolmantena kehitysversiona, L10:n ollessa täysin oma mallinsa. L9 mallit perustuvat C-sarjan runkoon, josta on iskunpituutta kasvattamalla saatu 8,9 litrainen tilavuudeltaan. Sylinterinkansi on myös uusi ja L9:ssä käytetään moniventtiilitekniikkaa. QSL 9:iä alettiin valmistaa 1998 ja mallin nimi yksinkertaistettiin vuonna 2016 pelkäksi L9:si jättämällä etuliitteet pois.

QSL 9 -moottoria käytetään pääasiassa maanrakennuksessa 25–30 tonnisissa kaivinkoneissa.

### 1.2.5 M 11 ja QSM 11

M-sarja suunniteltiin jatkamaan Cummins'in aikaisempaa L-sarjan 10-litraista versiota ja sitä alettiin valmistaa vuonna 1994. M11 perustuu samaan runkoon kuin L10-moottorit ja kuten L9:n kanssa, myös tässä tapauksessa tilavuutta kasvatettiin edeltäjään nähden iskunpituutta pidentämällä.

M-sarjan 11-litraisia moottoreita käytetään kuorma-autoissa, busseissa sekä kaivinkoneissa.

### 1.2.6 N14

N14-malli suunniteltiin seuraamaan suosittua Cummins'in 855 isolohkomoottoria, jota valmistettiin vuosien 1976–1985 välillä. N14 mallin suunnittelu aloitettiin vuoden 1980 lopulla ja tuotantoon moottori pääsi vuonna 1991. Moottoria suunniteltaessa pyrittiin kasvattamaan tehoa, mutta säilyttämään 855 isolohkosta tuttu iskusuhde sekä kuusi sylinteriä.

N14-moottorista on kolme eri versiota, jotka ovat: N14, N14 Celect ja N14 Celect plus. N14 Celect -malli oli ensimmäinen sähköisesti ohjatulla ruiskutuksella varustettu Cummins-moottori. Toisin kuin commonrail-moottoreissa, Cummins'in

celect -järjestelmä tuottaa paineen suuttimille myös ruiskutusykyä seuraten. Celect plus -mallissa polttoaineensyötön ohjausta on kehitetty entisestään.

N-sarjan moottoreita käytetään pääasiassa kuorma-autoissa ja maanrakennuskalustossa. Sisu muun muassa käytti vuoteen 2005 asti valmistetuissa kuorma-autoissaan.

### **1.2.7 QSX 15**

X-sarja kehitettiin vuonna 2001 korvaamaan vanhempi N14-moottori päästö määräysten kiristyessä. X-sarjan moottoreihin on tuotu EGR-järjestelmä, joka pienentää päästöjä pakokaasuja kierrättämällä. Vuonna 2008 moottoreihin tuli lisäksi hiukkassuodatin, joka kerää suuren osan pienistä partikkeleista pakokaasussa suodattimeen. Suodattimen täytyessä ohjausjärjestelmä käynnistää automaattisesti regeneroinnin, joka polttaa partikkelit tuhkaksi. EPA 2010 -malliin tuli vielä SCR-järjestelmä, joka alentaa typenoksidien määrää pakokaasussa suihkuttamalla ureavesiseosta katalysaattoriin.

QSX 15 on kuusisylinterinen ja 15-litrainen yleismoottori, jota käytetään paljon teollisuudessa mitä erilaisimmissa kohteissa, kuten esimerkiksi Tana:n valmistamissa jyrissä sekä Junttan:in paalutuskoneissa. Moottoreita on käytössä yleisesti myös merellä, maanrakennuskalustossa, hakkureissa ym. puunkäsittelylaitteissa sekä trukeissa. IS-mallia käytetään tieliikennekäytössä olevissa kuorma-autoissa. /1/

## **1.3 Moottorin elinikä**

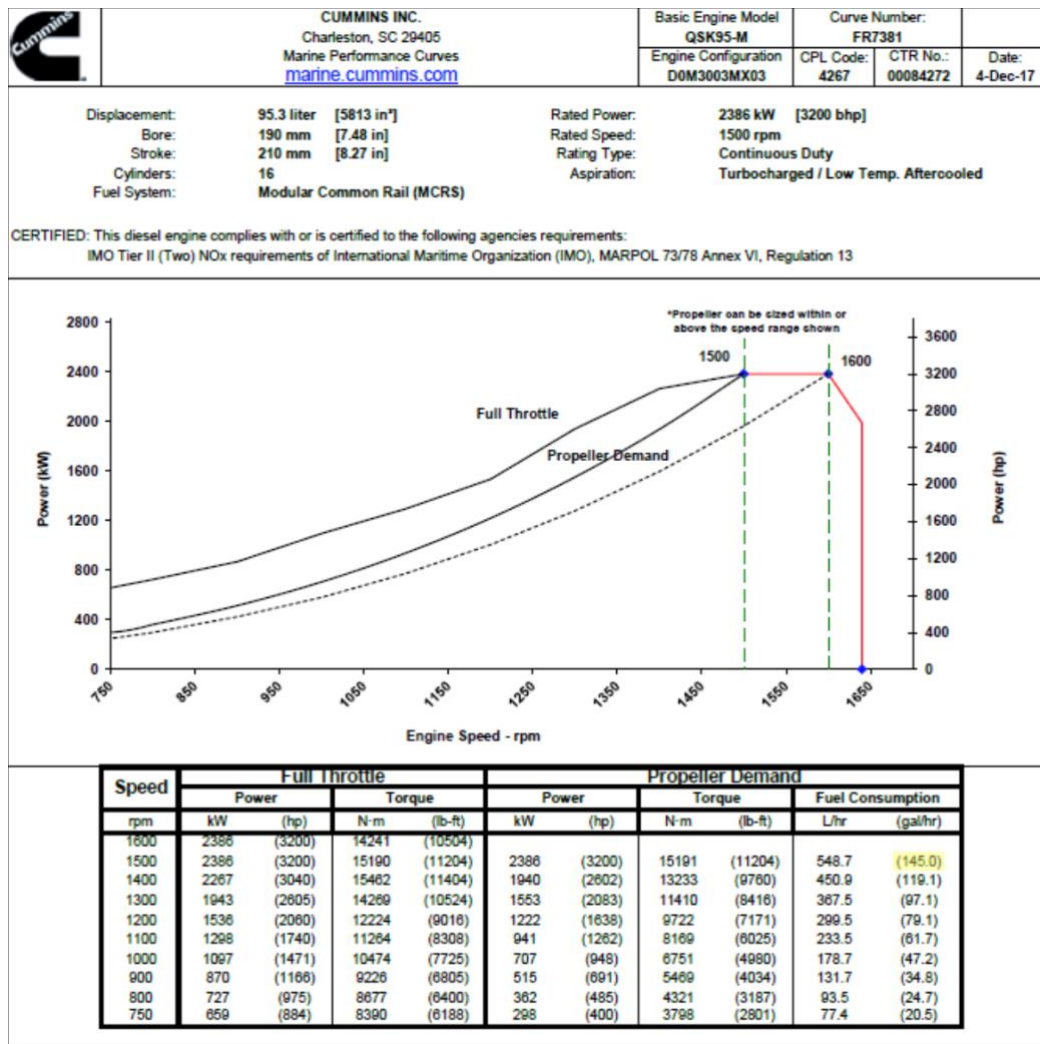
Moottorin eliniän odotus ennen peruskunnostusta on tärkeä tekijä määriteltäessä moottorin omistussuhteen hintaa. Monilla jälleenmyyjillä onkin omat arvionsa moottorin kestosta peruskunnostukseen asti, perustuen aikaisempaan kokemukseen heidän myymistään moottoreista. Oettaessa kuitenkin huomioon monet erilaiset käyttökohteet sekä eri asiakkaiden välillä vaihtelevat seikat, kuten mm. moottorin käyttösykli, kuormitusaste sekä omistajan suorittama huolto-ohjelma, eivät arviot

ole riittäviä kuvaamaan koko markkinaa niiden perustuessa yleensä tiettyihin asiakkaisiin kapeahkolla sektorilla.

Cummins itse määrittelee peruskunnostuksen ajankohdan polttoaineen kulutuksen mukaan. Cummins:illa on taulukko, josta näkee suoraan moottorikohtaiset polttoainemäärät, jotka pitää kuluttaa ennen peruskunnostusta. Taulukon avulla voidaan laskea myös polttoaineenkulutukseen tarvittava aika käyttämällä kaavaa 1, kun tiedetään kulutettavan polttoainemäärän lisäksi moottorin kuormitusaste sekä polttoaineenkulutus tunnissa täydellä kuormituksella /2/.

$$\text{Kaava 1 Aika peruskunnostukseen} = \frac{\text{Polttoaineen kulutus yht.}}{(\text{kuormitusaste} \times \text{polttoaineen max.kulutus/h})}$$

Jos käytetään esimerkissä 1 Cummins:in 3200 hevosvoimaista QSK 95 -moottoria, nähdään kuvasta 1, että 3200 hv huipputeho saavutetaan 1500 rpm kierrosluvulla polttoaineenkulutuksen ollessa 145.0 gal/h täydellä kuormalla.



### Kuva 1. Tehokäyrä.

Kulutetun polttoaineen kokonaismäärä ennen peruskunnostusta kyseisellä moottorilla on 1 800 000 gallonia ja käyttämällä moottoria keskimäärin 70 % kuormitusasteella saadaan lopputulokseksi, että aika ennen peruskunnostusta on 17 734 tuntia kun sijoitetaan tiedot kaavaan 1.

$$\frac{1\ 800\ 000}{(0,7 \times 145,0)} = 17\ 734h$$

Taulukko 1 on tarkoitettu avuksi Cummins:in kuormitusasteen arvioimiseen. Taulukosta näkee eri käyttökohteissa yleisesti käytössä olevia kuormitusasteluokkia sekä niiden rajoituksia ja määrittämiä. Taulukko yksinään ei kumminkaan ole riittävän tarkka kuormitusastetta määriteltäessä.

Rating	Description	Power Factor
Prime Power	Intended for applications requiring <u>unlimited</u> use in variable load applications. Variable load must not exceed 70% of the rated power within any 250-hour operating period, and full power operation must not exceed 500 hours annually. One hour of operation at 110% of rated power is available (for emergency) within any twelve hours of operation, and total annual operation at 110% power must not exceed 25 hours.	50-70%
Continuous (CON)	Intended for applications requiring <u>uninterrupted &amp; unlimited</u> service at <u>full power</u> such as push boats.	70-90%
Heavy Duty (HD)	Intended for <u>nearly continuous</u> use in <u>variable load</u> applications such as crew boats. Full power limited to 8 of every 10 hours of operation. Reduced power operation is 200 rpm at or below rated (full power) rpm.	60-75%
Medium Continuous (MCD)	Intended for <u>moderate</u> use in <u>variable load</u> applications such as fishing boats or dinner cruise boats. Full power limited to 6 out of every 12 hours of operation. Reduced power operation is 200 rpm at or below rated (full power) rpm.	40-60%
Intermittent (INT)	Intended for <u>intermittent</u> use in <u>variable load</u> engine applications such as search and rescue boats or other patrol craft. Full power limited to 2 out of every 8 hours of operation. Reduced power operation is 200 rpm at or below rated (full power) rpm.	20-40%
Light Duty (LD)	Intended for <u>intermittent</u> use in <u>variable load</u> engine applications such as fast patrol craft. Full power limited to 1 out of every 8 hours of operation. Reduced power operation is 200 rpm at or below rated (full power) rpm.	10-30%
High Output (HO)	Intended for <u>infrequent</u> use in <u>variable load, non-commercial</u> applications such as motor yacht. Full power limited to 1 out of every 8 hours of operation. Reduced power operation is 200 rpm at or below rated (full power) rpm.	10-30%

### Taulukko 1. Kuormitusasteen arviointi.

Kuormitusaste on moottorin hetkellisesti käytetty teho jaettuna huipputeholla. Jos käytetään huipputeholtaan 400 hevosvoimaista moottoria 290 hevosvoiman teholla on kuormitusaste tällöin 73 %.

$$\text{Kaava 2} \quad \text{Kuormitusaste} = \frac{\text{Käytetty teho}}{\text{Huipputeho}}$$

Moottorin kumminkin käyttäessä eri määrän tehoa eri vaiheissa käyttöjaksoa täytyy moottorille laskea keskimääräinen kuormitusaste, joka on painotettu keskiarvo moottorin tyypillisen käyttöjakson aikana esiintyvistä kuormitusasteista. Painotettu keskiarvo lasketaan kertomalla ensin kuormitusasteet ajalla, joka on kulutettu kullakin kuormitusasteella ja jakamalla näiden summa lopuksi koko käyttöjakson kestolla /3/.

Painotettu keskiarvo (kaava 3) voidaan laskea, jos on valmiiksi tiedossa minkä verran ja kuinka kauan moottorista käytetään tehoa missäkin vaiheessa käyttöjaksoa. Jos käytetty teho ei kumminkaan ole tiedossa, mutta tiedetään miten



pitkään ja millä kierrosluvulla moottoria käytetään missäkin käyttöjakson vaiheessa, voidaan teho katsoa kierrosluvun suhteen moottorikohtaisesta tehokäyrästä ja laskea kuormitusaste niiden pohjalta.

Kuormitusasteen vaikuttaessa suuresti lopputulokseen laskettaessa tunteja ennen peruskunnostusta, kannattaa se pyrkiä laskemaan mahdollisimman tarkasti, kuten seuraavasta esimerkistä selviää.

Käytettäessä esimerkin 1 mukaista moottoria yksinkertaisesti vain 2060 hv:n teholla saadaan kuormitusasteeksi 64 %, huipputehon ollessa 3200 hv.

$$\frac{2060}{3200} = 0,64$$

Käytettäessä näin 6 % alkuperäistä 70 %:ia pienemmällä kuormitusasteella esimerkin 1 mukaista moottoria, saadaan 64 %:in kuormitusasteella käyttötunteja yhteensä 19 397 h ennen peruskunnostusta, joka on 1663 h enemmän, kun alun perin.

Enemmän todellisuutta vastaava vaikkakin vielä yksinkertainen esimerkki voisi olla sellainen, jossa käytetään edes muutamaa eri kierrosnopeutta, joista lasketaan painotettu keskiarvo. Jos käytettäisiin moottoria tyypillisen käyttöjakson aikana esimerkiksi 15 min 1000 rpm, 15 min 1200 rpm ja 10 min 1400 rpm kierrosluvulla, voidaan katsoa tehokäyrästä, että maksimitehot näillä kierrosluvuilla on 1471 hv, 2060 hv ja 3040 hv. Näillä määrityksillä saadaan kuormitusasteeksi 65 % ja käyttötunteja ennen huoltoa 19 098 h.

Kaava 3 
$$\left(\frac{1471}{3200} 15\right) + \left(\frac{2060}{3200} 15\right) + \left(\frac{3040}{3200} 10\right) = 26,05$$

$$\frac{26,05}{40} = 0,65$$

Koska moottoreita on paljon erilaisissa käyttötarkoituksissa, vaihtelee käyttösyklit paljon moottoreiden käyttökohteiden mukaan. Kaivoksella käytössä olevissa koneissa moottorit usein ovat käynnissä jopa 24 h vuorokaudessa ja useammassa vuorossa tehtävissä töissä käyvät moottorit kaikkien vuorojen yhteenlasketun ajan.

Taulukossa 2 on kuvattu kuormitusasteen vaikutusta moottorin käyttötunteihin ennen peruskunnostusta. Ajat on käännetty kuukausiksi 24/7, 16 h/vrk sekä normaalin 8 h työajan kestäväällä käytöllä.

<b>Kuormitusaste (%)</b>	<b>Käyttötunnit (h)</b>	<b>24/7 käytöllä (kk)</b>	<b>16 h/vrk, 30 pv/kk käytöllä (kk)</b>	<b>8 h/vrk, 20 pv/kk käytöllä (kk)</b>
<b>60 %</b>	20 689 h	28,7 kk	43,1 kk	129,3 kk
<b>64 %</b>	19 397 h	26,9 kk	40,4 kk	121,2 kk
<b>65 %</b>	19 098 h	26,5 kk	39,8 kk	119,4 kk
<b>70 %</b>	17 734 h	24,6 kk	36,9 kk	110,8 kk
<b>95 %</b>	13 067 h	18,1 kk	27,2 kk	81,7 kk

**Taulukko 2.** Kuormitusasteen vaikutus käyttötunteihin.

Tarkempi tapa määrittää kuormitusaste olisi kerätä jatkuvasti dataa moottorin käyttämästä tehosta sekä kierrosluvusta käyttöjakson aikana ja antaa ohjainlaitteen laskea kuormitusastetta ja polttoaineen hetkellistä kulutusta jatkuvasti moottorin ohjainlaitteen keräämien tietojen perusteella. Tätä tapaa tosin voidaan käyttää vain sähköisesti ohjattujen moottoreiden kohdalla, joissa dataa on mahdollista kerätä.

Taulukon 2 mukaan esimerkissä käytetyn moottorin pitäisi kestää 9 vuotta ennen peruskunnostusta normaalin työajan kestäväällä käytöllä 70 % kuormitusasteella.

#### **1.4 Markkinakuvaus**

Teollisuuskäyttöisten dieselmoottorien markkinoiden laajuuden kuvaamiseen käytetään TKL:n myyntitilastoa sekä tullin maahantuontitilastoja vuoden 2019 osalta. Tilastojen tarkastelun jälkeen vertaillaan Machinery:n 2019 myymiä moottoreita sekä TKL:n että tullin tilastoihin.

Cummins:in kanssa kilpailevat moottorinvalmistajat kokoluokassa väliltä 3,9–60 l ovat /4/:

- Caterpillar
- Volvo
- Scania
- Sisu Diesel
- Deutz
- MB
- MTU
- Perkins
- Iveco
- John Deere
- Kohler
- Yanmar.

Cummins-moottoreiden peruskunnostuksissa Machinery:n kanssa kilpailevia liikkeitä ovat mm:

- Tammer Diesel Oy
- Hämeen Diesel Oy
- TY-Diesel Oy
- Patria Aviation, Linnavuori.

Näiden lisäksi vanhempiin moottoreihin kunnostuksia tekevät myös useat pienemmät konekorjaukseen erikoistuneet yritykset ja yrittäjät sekä monet koneiden loppukäyttäjät itse kuten: E.Hartikainen Oy ja Koiviston Auto Oy /4/.

#### **1.4.1 TKL ja tulli**

TKL pitää tilastoa myytyjen moottoreiden vuosittaisista määristä liittoon kuuluvien yritysten osalta. Tilastossa ovat mukana /5/:

- Machinery Oy
- Diesel Motor Nordic Oy
- Masino Oy
- Tapimer Oy
- Oy Telva Ab
- Wihuri Oy Tekninen Kauppa.

Koska tilastossa ovat mukana vain ne yritykset, jotka kuuluvat TKL:n, ei se näin ollen anna riittävän tarkkaa kuvaa koko dieselmoottorien markkinasta Suomessa. Tarkemman kuvan saamiseksi markkinoista, täytyy vielä tarkastella tullin tilastoja kaikista maahantuoduista saman kokoluokan moottoreista ja verrata lukuja TKL:n tilastoihin.

TKL:n tilaston mukaan vuonna 2019 on myyty kaiken kaikkiaan 2860 kpl dieselmoottoreita, joiden yhteisarvo on ollut 33 629 000 €. Työssä käsiteltävän 3–20 l -kokoluokan moottoreita on myyty 1974kpl. Tilastosta kuitenkin selviää vain kaikkien myytyjen moottoreiden yhteisarvo, joten tilastoarvon vertailua ei voida tehdä eri kokoluokissa erikseen.

TEOLLISUUS	MYYNNTI
	KPL
<b>ISKUTILAVUUS</b>	
0 - 350 cm <sup>3</sup>	8
351 - 700 cm <sup>3</sup>	27
701 - 1000 cm <sup>3</sup>	176
1001 - 2000 ccm	560
2001 - 3000 ccm	114
3001 - 5000 ccm	786
5001 - 7500 ccm	479
7501 - 10 000 ccm	219
10 001 - 20 000 ccm	490
yli 20000 ccm	1
<b>YHTEENSÄ</b>	<b>2 860</b>

<b>Myyntin arvo yhteensä (1000 €)</b>	<b>33 629</b>
---	---------------

**Taulukko 3.** TKL Dieselmootoreiden myyntitilasto 2019.

Tullilta on saatavilla tilastotietoja maahantuotujen dieselmootoreiden määrästä, eri käyttökohteiden sekä tehon perusteella luokiteltuna.

Kaikkia dieselmootoreita on tuotu maahan vuonna 2019 tullin tilastojen mukaan 125 262 kpl, niiden tilastoarvon ollessa 764 888 018 € /6/. Verrattaessa tilastoja tässä työssä käsiteltäviin moottoreihin on rajaus tehtävä 50-500kw:n tehoisiin moottoreihin niiden vastatessa käsiteltävien moottoreiden kokoluokkaa.

50-500kw:n dieselmootoreita on vuonna 2019 tuotu maahan yhteensä 7607 kpl, joiden tilastoarvo on ollut 101 747 245 €.

Yht.	Tilastoarvo (€)	Kpl
< 50kw	12 571 012	4 858 kpl
50-500kw	101 747 245	7 607 kpl
< 500kw	114 318 257	12 465 kpl
500-1000kw	5 818 446	167 kpl
< 1000kw	120 136 703	12 632 kpl

**Taulukko 4.** Dieselmootoreiden maahantuontimäärät tulli 2019.

Kun verrataan TKL:n tilastossa olevia 3–20 l:n kokoisia moottoreita tullin tilastosta saatavilla oleviin 50-500kw:n tehoisiin dieselmootoreihin, on TKL:n tilastossa olevat 1974 moottoria 26 % tullin ilmoittamista 7607 moottorista. TKL:n tilastoista näkee kuitenkin vain kaikkien moottoreiden yhteenlasketun arvon, joten verrattaessa moottoreiden myyntiarvoja, täytyy tullin tilastoa laajentaa kaikkiin alle 500kw:n tehoisiin moottoreihin, jotta tilastot vastaisivat paremmin toisiaan. Verrattaessa näitä lukuja on TKL:n tilastoarvo 33 629 000 €, 29 % tullin ilmoittamasta arvosta.

TKL:n tilaston lukumääräisen osuuden 26 % erotessa vain 3 % tilastoarvon 29 %:a, voitaneen olettaa luokkien määritysten vastaavan toisiaan riittävän hyvin. Näin ollen TKL:ään kuuluvien yritysten maahantuomat dieselmoottorit ovat 26–29 % kaikista maahantuoduista dieselmoottoreista vuonna 2019.

#### 1.4.2 Machinery:n osuus

Machinery on myynyt 2019 vuonna 313 kpl Cummins-moottoreita sekä 739 kpl Kubota-moottoreita. Cummins:in moottorit ovat suurimmalta osin 3,8–15 l -kokoluokassa, lukuun ottamatta yhtä 50 l ja yhtä 2,8 l -moottoria. Käytettävästä tilastosta selviää pelkästään myytyjen moottoreiden kappalemäärät, joten moottoreita vertaillaan tullin ja TKL:n arvoihin vain niiltä osin.

Taulukossa 5 näkyy Machinery:n 2019 myymät moottorit malleittain Cummins:in osalta. Selvästi eniten on myyty QSX 15 -mallia, joka kattaa 41 % myydyistä Cummins:eista. QSB 4.5 -mallia on myyty viidennes kaikista, muiden mallien jäädessä alle 10 %:iin.

Malli	KPL	%		Malli	KPL
GSX 15	129	41,2 %		QSM 11	4
QSB 4,5	65	20,8 %		B 4,5	4
QSB 6,7	31	9,9 %		F3,8	3
QSF 3,8	26	8,3 %		QSK 50	1
B6,7	23	7,3 %		QSC 8,3	1
QSL 9	15	4,8 %		QSF 2,8	1
L9	10	3,2 %			
Kaikki	313				

**Taulukko 5.** Machinery:n Cummins myynti vuonna 2019.

Kun verrataan Machinery:n Cummins myyntiä TKL:n tilastoimiin yli 3 l:n moottoreihin, nähdään että Machinery:n osuus on 15,8 % näiltä osin. Tullin ilmoittamista 50-500kw:n moottoreista Machinery:n Cummins myynti on kappalemäärältään 4,1 %.

Kubota:n moottoreita ei eritellä sen enempää mallien mukaan, koska ne vertautuvat suoraan <50 kw:n teholuokkaan ja kaikki ovat alle 2 l:ia tilavuudeltaan.

Verrattaessa Machinery:n myymiä Kubota-moottoreita TKL:n tilastossa oleviin alle 2 l moottoreihin, nähdään että Machinery on myynyt kappalemäärältä 95,8 % kaikista tämän kokoluokan moottoreista TKL:n kuuluvien yritysten osalta. Jos verrataan Kubota:n osuutta kaikkiin TKL:n tilastoimiin moottoreihin on Kubota:n kappalemääräinen osuus 25,6 %.

Kun verrataan Machinery:n Kubota-myyntiä kaikkiin tullin tilastossa oleviin <50kw:n moottoreihin, saadaan Machinery:n osuudeksi 15 % tässä luokassa.

Käytettäessä vertailukohtana kaikkia Machinery:n myymiä moottoreita saadaan Machinery:n osuudeksi TKL:n tilastosta 36,8 % ja kaikista tullin ilmoittamista <500 kw:n moottoreista 8,4 %.

## 2 TUOTTEISTUS

Tässä kappaleessa kuvaillaan ensin yleisesti mitä palveluiden tuotteistus käytännössä on, saavutettavissa olevia hyötyjä sekä mitä haasteita toteuttamiseen kuuluu. Lopuksi kartoitetaan nykytilannetta sekä projektin tavoitteita.

### 2.1 Mitä palveluiden tuotteistus on

Palvelun idea on, että palveluntarjoaja tekee asiakkaalle jotain mitä asiakas on pyytänyt, eli siis tuottaa asiakkaalle jonkin asiakkaan tilaaman palvelun. Ennen tuotteistusta palvelun tekeminen on voinut tapahtua kertaluonteisesti ja yksilöllisesti räätälöiden tai ehkä osana jotain suurempaa kokonaisuutta. Palvelu on tällöin yleensä erittäin henkilöriippuvainen sekä aikaa vievä, koska uuden tilauksen tullessa joudutaan palvelun suunnittelu aloittamaan joka kerta taas nollasta.

Juuri tähän ongelmaan tuotteistuksella on tarkoituksena löytää ratkaisu, vakioimalla työvaiheita ja tällä tavalla luomaan rutiineja palvelun suoritukseen. Haasteena onkin löytää sopiva vakioinnin ja räätälöinnin suhde, niin että palvelu olisi yritykselle mahdollisimman tehokasta tuottaa, eikä jouduttaisi ns. keksimään pyörää joka kerta uudestaan, pitäen kuitenkin myös mielessä asiakkaiden yksilölliset tarpeet /7/. Tuotteistusta tehdessä vaarana onkin, että prosessi viedään liian pitkälle, eikä näin ollen pystytä enää vastaamaan asiakkaiden yksilöllisiin tarpeisiin. Pyrkimyksenä olisikin löytää ne usein toistuvat asiat ja tehdä niiden pohjalta valmis ja toimiva palveluprosessi.

Tuotteistamalla pyritään siis muuttamaan kenties epämääräistä palvelua mahdollisimman pitkälle tuotetta muistuttavaan muotoon, niin että mahdollisimman suuri osa palvelutapahtumasta olisi toistettavissa saman kaavan mukaan yhtä tehokkaasti ja laadukkaasti joka kerta.

Tuotteistuksella voidaan kuitenkin tarkoittaa myös täysin uuden palvelun luontia jo olemassa olevan tiedon tai osaamisen pohjalta. Tällöin aikaisemmin opittua tietoa tai taitoa pyritään valjastamaan helposti myytäväksi kokonaisuudeksi. Jari Parantainen käyttää tästä kirjassaan Palvelun tuotteistaminen esimerkkinä



tietokirjaa. ”Painettua kirjaa voi hypistellä, sitä voi silmäillä ennen ostamista, se tietenkkin ensin kirjoitetaan ja painetaan ja vasta sitten luetaan. Se on varastoitavissa, se on kaikille asiakkaille tasalaatuinen ja ostaja saa sen paperikasansa ikiomaksi. Kaiken kukkuraksi sitä voi jälleenmyydä kirjakaupassa /8/.” Tässä esimerkissä on jo olemassa oleva tieto pakattu fyysiseksi tuotteeksi, jota on tietenkkin helppo myydä sekä tuotetta pystytään monistamaan tehokkaasti, joka onkin yleensä hyvin edullista tehdä, kun tuote sen vain sallii.

Ei tietenkään ole mitenkään itsestään selvää, että esimerkinkaltainen monistaminen onnistuisi kaikissa tapauksissa. Kiteytyksenä voisikin sanoa, että palveluiden tuotteistuksessa pyritään siirtämään fyysisten tuotteiden hyviä ominaisuuksia palvelutoimintaan. Tuotteistuksen onnistuessa syntyy siis osaamisen toimitustapa, joka on henkilöriippumaton ja monistettavissa oleva formaatti.

## **2.2 Tuotteistamisen hyödyt**

Ennen tuotteistamisprosessin aloitusta olisi hyvä miettiä, että mitä ja miksi jotain halutaan kehittää, jotta kaikkien osapuolten välille kehittyy yhteisymmärrys projektin tarkoituksesta, joka itsessään auttaa parantamaan onnistumisen mahdollisuutta tuotteistustavoitteissa. Tuotteistamisella on mahdollista tavoitella monenlaisia eri hyötyjä, joista kannattaakin valita 1–2 päätavoitetta, joilla varmistetaan, että kaikki osalliset ovat motivoituneita ja tuotteistamisella tavoiteltavat päämäärät ovat kaikille samat /7/.

Päätavoite voi olla esimerkiksi palvelun tuottamisen tehostaminen ja pitää sisällään tasalaatuisemman palvelun sekä helposti toistettavissa olevan prosessin kehittämistä. Monimutkaisten ja ns. hiljaiseen tietoon perustuvien palveluiden tuotteistamisella, usein tavoitellaankin pääasiassa tasalaatuisuutta ja toistettavuutta /7/. Hiljaiseen tietoon perustuvien palveluiden tuottamiseen keskittyneillä asiantuntijoilla on usein kaikilla oma tapansa toimia, joka on kehittynyt omien tietojen ja kokemuksen kautta. Tämän kaltaisissa tapauksissa yrityksen olisi yleensä mahdollista saavuttaa hyötyä eri asiantuntijoiden osaamisen keskinäisellä jakamisella sekä jonkinasteisella toimintatapojen yhtenäistämällä.

Ensisijaisena tavoitteena voi olla myös esimerkiksi sisäisen tiedonjaon ja yhteistyön tehostus tai palvelun markkinoinnin ja myynnin parantaminen. Onnistumisen kannalta onkin tärkeää, että tuotteistamisprojektille on luotu etukäteen yhteinen ja selkeä tavoite.

Käytännössä tuotteistaminen parantaa laatua samoista syistä kuin tuottavuuttakin. Valmiiksi kehitetyillä ja hyväksi havaituilla toimintamalleilla toiminta on hyvin suunniteltua sekä systemaattista, joka puolestaan vähentää kiirettä sekä auttaa täsmentämään laatukriteereitä ja tavoitteita. Näin ollen myös palvelun jatkokehittäminen helpottuu, kun laadunarviointi on ammattimaisemmin suoritettavissa sekä koulutus on tehokkaampaa.

### **2.3 Tuotteistamisen haasteet**

Suurimpia haasteita tuotteistamisprojektissa on tasapainon löytäminen valmiiden prosessien vakioimisen sekä asiakaskohtaisen räätälöinnin välillä. Vaarana tässä on, että tuotteistus viehän liian pitkälle ja tehdään palvelusta liian jäykkä ja näin ollen kadotetaan palvelun asiakasnäkökulma. Ei pystytäkään enää vastaamaan asiakkaiden muuttuviin tarpeisiin tyydyttävästi. Prosessien liiallinen vakiinnuttaminen voi joskus myös estää uusien ideoiden kehittämistä palveluun, kun totutaan toimimaan aina tiukasti saman kaavan mukaan ja kaikenlaisen luovuuden puuttuessa prosessista innovointi vähenee tai häviää kokonaan. /7/

Tuotteistaminen voidaan myös kokea uhkana asiantuntijoiden keskuudessa. Usein asiantuntijat haluavat ihan ymmärrettävästi pitää kiinni asiantuntijuudestaan, minkä johdosta voi olla hankalaa saada asiantuntijat jakamaan hiljaista tietoaan. Asiantuntijan pantatessa tietojaan ei kuitenkaan saada parhaita toimintatapoja myöskään itse palveluun kiteytettyä. Tiedon jakamattomuuteen voi vaikuttaa myös se, ettei hiljaista tietoa ole aina kovinkaan helppo pukea sanoiksi. Lisäksi suureen vapauteen ja improvisointiin tottuneiden asiantuntijoiden voi olla vaikea tottua tiukasti määriteltyihin ja joustamattomiin toimintatapoihin mikä puolestaan laskee henkilöstön motivaatiota.

Tuotteistamiseen liittyvät haasteet ja riskit on hyvä tiedostaa ennen prosessin aloittamista. Tiedostamalla prosessiin liittyvät haasteet ja riskit jo etukäteen, voidaan projektin toteutustavat suunnitella niin, että välttyttäisiin suuremmilta sudenkuopilta projektin aikana ja saataisiin prosessi vietyä jouhevasti ja tehokkaasti läpi.

## **2.4 Nykytilanne**

Tällä hetkellä kunnostuksen hinta lasketaan Excelin avulla joka kerta manuaalisesti, ilman yhteneväistä prosessia kukin omalla tavallaan. Tehdyt laskelmat ovat keskenään melko samankaltaisia, mutta prosessi on toteutettu joka kerta vähän eri tavalla, josta johtuen laskelmat ovat usein vähän epäselviä, varsinkin jälkeinpäin tutkittuna. Laskelmissa on joitain asioita laskettu useampaan kertaan ja niistä puuttuu selkeä rakenne, joka helpottaisi laskelmien tulkitsemista.

## **2.5 Tuotteistamisen tavoitteet**

Tavoitteena on saada toimiva prosessi, jonka voi toteuttaa joka kerta samalla tavalla. Näin toimimalla laskennat olisivat nopeampia tehdä sekä helposti verrattavissa toisiinsa ja tarjouksen tekemisestä tulisi enemmän rutiininomaista. Laskelmia olisi myös helpompi esitellä muille mietittäessä lopullista tarjoushintaa ja laskentapohjan selkeys helpottaisi lisäksi laskennan tulkintaa.

### 3 KUNNOSTUSPROSESSI

Tässä kappaleessa selvitetään mikä on peruskunnostus, milloin se tehdään sekä mitkä ovat edellytykset kunnostusprosessin läpiviemiseksi ja käydään läpi nykyinen toimintamalli. Kappaleen lopuksi pohditaan prosessin kehitysmahdollisuuksia panostuksen ja saavutetun hyödyn suhteen, sekä miten muutokset olisivat toteutettavissa.

#### 3.1 Peruskunnostus ja kunnostusasteet

Peruskunnostus tarkoittaa moottorin täydellistä läpikäyntiä, jonka jälkeen moottorin olisi tarkoitus olla täysin uutta vastaava. Machinery:n yleisesti suosittelemalla käytännöllä vanhasta moottorista käytetään vain moottorin lohko ja kotelot sekä mahdollisesti myös kampiakseli, jos se todetaan särötarkistuksessa ensin ehjäksi. /9/

Peruskunnostus voidaan kuitenkin tehdä myös suppeampana asiakkaan näin halutessa. Joskus asiakas haluaa kustannussyistä vaihtaa vain vialliset tai kuluneet osat ja tällä tavalla saattaa moottorin vain luotettavaan käyntikuntoon mahdollisimman edullisesti. Tämä on asiakkaan kannalta kustannustehokas vaihtoehto ja tulee kyseeseen moottorin suunnitellun käytön niin salliessa. Tällaisia tilanteita voisi olla esimerkiksi vanhan moottorin kunnostaminen varamoottoriksi asiakkaan ostaessa kuitenkin myös uuden moottorin ensisijaisesti käytettäväksi. Tämä tapa ei ole kuitenkaan ensisijainen vaihtoehto, varsinkaan jos moottori on vaativassa käytössä, missä toimintavarmuus on erittäin tärkeää työn suorittamisen onnistumisen kannalta. Jotta vältyttäisiin mahdollisilta moottorin hajoamisen aiheuttavilta tuotannon keskeytyksiltä sekä siitä aiheutuvalta tulonmenetyksiltä, täytyy moottori näissä tapauksissa kunnostaa uutta täysin vastaavaksi niin hyvin kuin mahdollista.

Kunnostuksen läpimenoaika on Machinery:llä työssä käsiteltävien moottoreiden kokoluokan osalta noin 2–4 viikkoa, tarkoittaen kaikkea sitä aikaa, jonka kone on poissa käytöstä eli moottorin irrotus ja kiinnitys, kunnostus sekä kuljetukset korjaukseen ja takaisin. Isommissa 38–60 l:ssa moottoreissa kunnostus kestää

normaalisti 6–8 viikkoa johtuen isommasta työmäärästä, jonka mm. kasvaneet sylinteri- ja venttiilimäärät aiheuttavat. /9/

### **3.2 Edellytykset kunnostuksen läpiviennille**

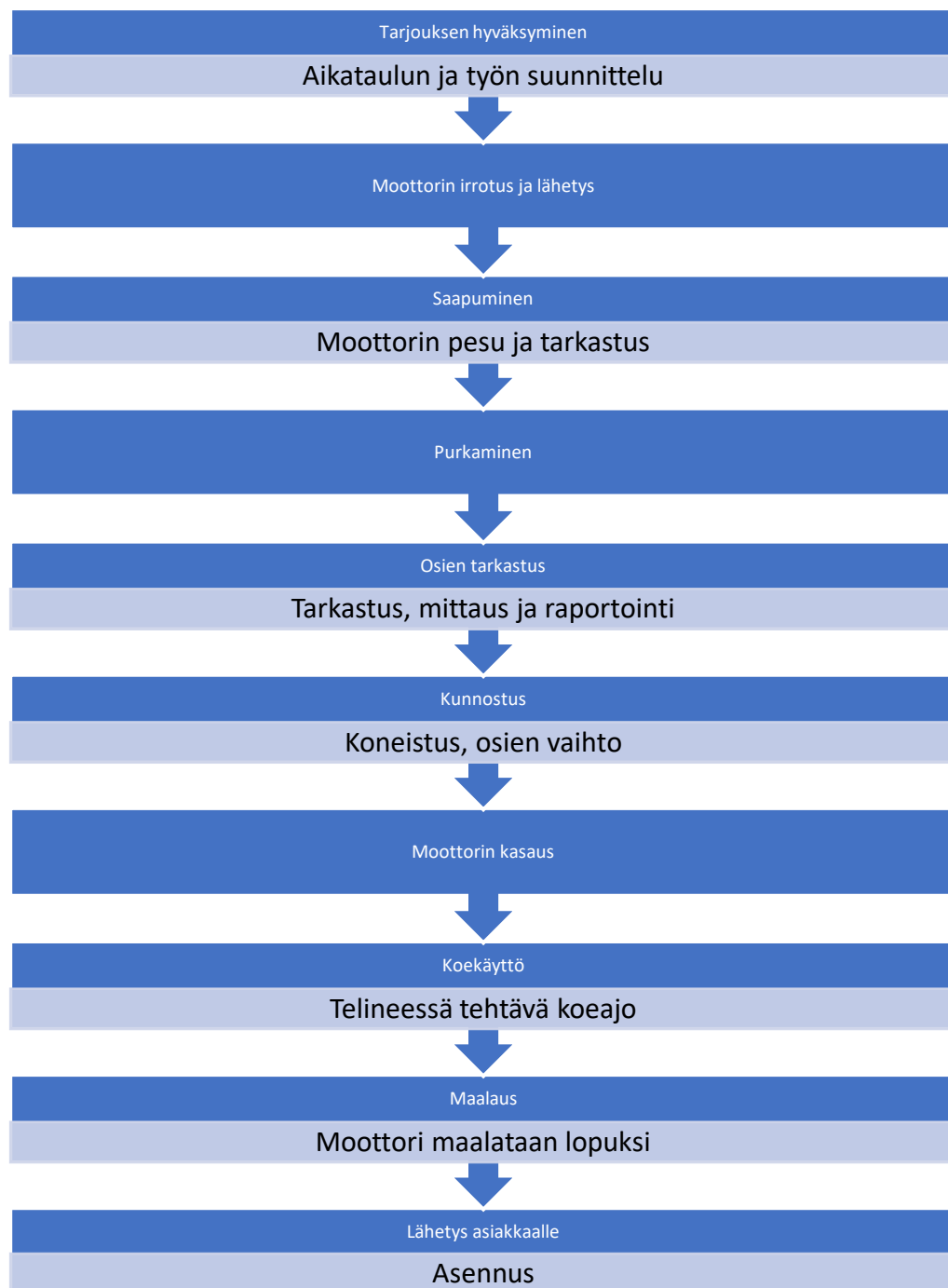
Jotta kunnostus voidaan toteuttaa Cummins:in asettamien laatustandardien mukaisesti, täytyy kunnostuspaikkana toimivan korjaamon sekä henkilöstön vastata kaikilta osin Cummins:in määräyksiä. Korjaamolla pitää olla jokaiseen työvaiheeseen tarvittavat erikoistyökalut sekä laitteet, jotka Cummins on määritellyt korjausohjeissa, jotta jokainen työvaihe voidaan suorittaa Cummins:in laatimien ohjeiden mukaisesti tarvittavaa huolellisuutta noudattaen.

Tavallisessa kunnostusprosessissa yksi asentaja suorittaa pääsääntöisesti moottorin kunnostuksen alusta loppuun, pois lukien ulkoistetut palvelut sekä jotkut lyhytkestoiset tapahtumat, joissa toisen asentajan avulla tehtynä jokin työvaihe on huomattavasti sujuvampaa tehdä.

Tällä hetkellä ulkoistettuja palveluita ovat moottoreiden sylinterinkansiin ja kampiakseleihin tehtävät koneistukset niissä tapauksissa, joissa sylinterinkantta ei vaihdeta uuteen tai kampiakseli tarvitsee vain hioa.

### **3.3 Nykyisen kunnostusprosessin kuvaus**

Kunnostusprosessi alkaa olla ajankohtainen siinä vaiheessa, kun moottorin laskennallinen tuntimäärä alkaa täyttyä, tai moottorissa alkaa olla jo jotain oireita, kuten tehottomuutta tai öljynkulutusta. Tässä vaiheessa koneen omistaja normaalisti pyytää tarjoutua moottorinkunnostuksesta tai uudesta moottorista sekä vanhan kunnostuksesta, vertaillakseen mahdollisia vaihtoehtoja sekä niiden kustannuksia.



**Taulukko 6.** Kunnostusprosessin eteneminen.

Jos omistaja päättää teetättää moottorin kunnostuksen ja näin ollen hyväksyy hänelle laaditun tarjouksen, suunnitellaan ensin kunnostuksen aikataulu ja prosessin eteneminen vaiheittain, jonka jälkeen kunnostus alkaa tavallisesti sillä, että asiakas irrottaa itse moottorin laitteestaan ja lähettää sen Machinery:n Vantaan

toimipisteen moottorikorjaamoon. Joissakin tapauksissa Machinery:n asentajat käyvät myös irrottamassa moottorin ensin paikan päällä ja hoitavat moottorin kuljetuksen tai lähetyksen Vantaan toimipisteelle. Tämä on kuitenkin harvinaisempaa siitä asiakkaalle aiheutuvien, melko suurienkin lisäkulojen johdosta.

Moottorin saapumisen jälkeen suoritetaan ensin moottorin pesu siihen varatulla alueella heti hallin sisäänkäynnin luona, jotta korjaamon yleinen siisteys säilyisi mahdollisimman hyvänä ja varsinainen työ päästään tekemään mahdollisimman puhtaalle moottorille. Kun moottori on saatu pestyä, kuljetetaan se hallin toiselle puolelle itse korjaamoon, jossa moottori puretaan seuraavaksi.

Purkamisen jälkeen suoritetaan osien tarkastukset ja koneistukset. Kaikki tarkastukset dokumentoidaan tekemällä tarkastus/mittauspöytäkirja. Moottorista tarkastetaan ja kunnostetaan kaikki apu- ja polttoainelaitteet, moottorin lohko sekä sylinterikansi käsittäen niihin kuuluvat osat.

Koneistustyöt on tällä hetkellä ulkoistettu moottorikoneistamolle, joten jos moottoriin ei vaihdeta uutta tai tehtaan kunnostamaa sylinterinkantta, viedään se purkamisen jälkeen suoraan koneistamolle, joka suorittaa kaikki tarpeelliset toimenpiteet.

Tarkastusten sekä koneistuksen jälkeen moottori kasataan uusilla tai osittain vanhoilla, ehjäksi todetuilla osilla, riippuen asiakkaan kanssa tehdystä sopimuksesta. Lopuksi moottori koekäytetään korjaamolla, sekä pestään vielä ennen maalausta. Kunnostuksen valmistuttua moottori lähetetään takaisin asiakkaalle ja kiinnitetään takaisin laitteeseen.

### **3.3.1 Polttoainelaitteet**

Polttoainepumppu ja suuttimet tarkastetaan siihen tarkoitettuun puhdistilassa, jossa on testaukseen tarvittavat laitteet. Suuttimet sekä pumppu puretaan ja pestään ultraäänipesurilla, jonka jälkeen määritellään vaihdettavat osat. Lopuksi osat kasataan, säädetään ja testataan testipenkissä.

### 3.3.2 Sylinteriryhmä

Sylinteriryhmästä koneistetaan tasopinta suoraksi ja tarkastetaan runkolinjan suoruus, joka koneistetaan tarvittaessa. Sylinteriputket vaihdetaan uusiin. Kaikista osista puhdistetaan öljykanavat.

Kampiakselille tehdään ensin särötarkastus, jonka jälkeen tarkastetaan suoruus sekä laakerikaulojen mitat. Jos akseli todetaan ehjäksi, voidaan kaulat kiillottaa ja käyttää akseli uudestaan. Jos kampiakselin kauloissa todetaan naarmuja, on kaulat mahdollista hioa alikokoon. Isompien vaurioiden esiintyessä kampiakseli yleensä vaihdetaan uuteen.

Kiertokangista tarkastetaan mitat ja suoruus. Helat vaihdetaan ja laakeripesäke koneistetaan tarvittaessa.

Männät, männänrenkaat ja laakerit vaihdetaan uusiin.

### 3.3.3 Sylinterikansi

Sylinterikansi on mahdollista vaihtaa uuteen tai kunnostaa. Kunnostettaessa sylinterikansi koeponnistetaan halkeamien varalta ja tasopinta koneistetaan suoraksi. Venttiilit ja istukat koneistetaan, jonka lisäksi vaihdetaan uudet venttiilinojaimet sekä venttiilivarren tiivisteet.

Nokka-akseleille tehdään myös särötarkastus sekä tarkastetaan kaulat ja akseleiden suoruus.

## 3.4 Kunnostukseen tarvittavat varaosat

Moottoreille on määritelty CPL-numero, (Critical Parts List) joka kertoo listauksen moottorin kunnostukseen tarvittavista perusosista sekä ajoituksen kohdistus- ja polttoainepumpun kalibrointitiedot. CPL-numerot määräytyvät moottorin valmistusajankohdan, tehon sekä moottorin käyttösovelluksen perusteella, joten ne vaihtelevat paljon myös yksittäisten moottorimallien sisällä.



Cummins:lta on saatavilla valmiita peruskunnostussarjoja, joissa on kolme eri kunnostustasoa:

- Classic
- Pro
- Elite.

Classic-kunnostussarjaan sisältyy uudet männät sekä -renkaat, mäntien jäähdytyssuuttimet, sylinteriputket, runkolaakerit, kiertokankienlaakerit, yläpääntiivistesarja, öljypohjantiiviste, öljyn- ja polttoaineensuodatin, termostaatti, turbon lukkomutterit/pultit sekä öljyn bypass -venttiili.

Pro-sarjaan sisältyy classic-sarjassa jo olevien osien lisäksi ReCon-sylinterinkansi, ReCon-öljy-, vesi- ja polttoainepumppu sekä polttoainepumpun korjaussarja.

Elite-sarjaan kuuluu vielä pro-sarjassa olevien osien lisäksi ReCon-polttoainesuuttimet ja liittimet sekä ReCon-kiertokanget.

Machinery:n huoltohenkilöstön kanssa käytyjen keskusteluiden perusteella on valmiiden kunnostussarjojen saatavuus kuitenkin käytännössä melko heikohkoa ja tästä syystä kaikki kunnostukseen tarvittavat varaosat kerätään yksitellen listaan /9/. Peruskunnostustasoihin perustuvien varaosalistojen käyttö on kuitenkin ideana hyödyllinen tehtäessä kunnostuksen hinnan laskentaa helpottavaa työkalua ja tätä hyödynnetäänkin hinnoittelutyökalussa.

Hinnoittelutyökalussa valitaan jokaisen varaosan kohdalla kunnostustaso, mihin kyseinen varaosa kuuluu. Vaihtoehtoisia tasoja on kolme kuten Cummins:in valmiissa sarjoissa. Ensimmäiseen tasoon kuuluvat vain kunnostuksen kannalta välttämättömät osat, toiseen suppean kunnostuksen ja kolmanteen tasoon kaikki osat. Tällä tavalla kunnostuksen hintaa laskettaessa on helppo katsoa eri kunnostustasojen hintaeroja ja saadaan automaattisesti laskettua eri vaihtoehdot.

Sovittaessa kunnostustasosta asiakkaan kanssa, täytyy ensisijaisesti selvittää moottorin kunnostuksen tarkoitus. Jos moottori on tarkoitus kunnostaa vaativaan käyttöön, pitää kunnostus tehdä kolmannella tasolla, mutta jos on tarkoitus saada

moottori vain esimerkiksi toimimaan, voidaan tarjota myös kahta ensimmäistä tasoa.

Kahdella ensimmäisellä tasolla tehtyjen kunnostusten käyttö edellyttää myös, että kunnostuksessa tarkastettavat osat pystytään toteamaan käyttökelpoisiksi, jotta osia on mahdollista käyttää uudestaan. Ongelmaksi saattaakin näissä tapauksissa muodostua osat, joiden voidaan vasta tarkastuksessa todeta olevan toleranssien ulkopuolella. Tästä syystä asiakasta on varoitettava mahdollisista hinnan muutoksista kunnostuksen hinnasta sovittaessa, mikäli kunnostus päätetään tehdä mahdollisimman vähillä vaihto-osilla.

Aikaisempien kunnostuslaskelmien perusteella kunnostustasoihin voisi alustavasti kuulua esimerkiksi seuraavat osat.

Ensimmäinen taso:

- Kaikki tiivisteet
- Suodattimet
- Hihnat
- Männänrenkaat
- Laakerit
- Öljy & jäähdytysneste.

Toisen taso:

- Männät + tapit
- Kiertokanget
- Sylinteriputket
- Vesi- ja öljypumppu.

Kolmas taso:

- Öljynjäähdytin
- Polttoainepumput
- Ahdin

- Kampiakselin hihnapyörä
- Sylinterikansi
- Suuttimet
- Moottorin ohjainlaite
- Moottorin johtosarja
- Anturit.

Korkeamman tason kunnostukseen luonnollisesti kuuluvat myös alemman tason osat.

### **3.5 Prosessin kehitys**

Kunnostuksen suunnittelussa olisi hyvä pohtia mahdollisia kunnostustasoja, jotta asiakkaille voitaisiin tarjota erilaisia vaihtoehtoja sekä konkreettisia hinta- ja aikaesimerkkejä kunnostuksesta sekä kunnostustason vaikutuksesta moottorin odotettuun elinikään. Jos kunnostuksesta tarjotaan joka kerta kaikista kalleinta vaihtoehtoa, menetetään mahdollisesti asiakkaita, joiden käsitys kunnostuksen hinnasta eroaa huomattavasti tarjouksesta. Moottoreiden käyttökohteiden määrän ollessa suuri, eroavat myös asiakkaiden tarpeet toisistaan, joihin erilaiset kunnostusasteet voisivat osaltaan auttaa vastaamaan.

Itse kunnostusprosessi on mielestäni toimiva tällä hetkellä. Potentiaalisimmat kehityskohteet liittyvät mielestäni suurimmilta osin korjaamon layout:iin sekä ulkoistettuna teetettyihin palveluihin enemmän kuin itse kunnostustapahtumaan. Näiden kohteiden kehitys tarkoittaisi kuitenkin melko suuria investointeja ja vaatisi näin ollen paljon suunnittelua.

Moottoreiden koneistustöiden tekeminen itse olisi yksi mahdollinen kehityssuunta, minkä voisi aloittaa esimerkiksi kansitöiden tekemisestä ja laajentaa siitä toimintaa kaikkiin moottorille tehtäviin koneistustöihin ja myytäviin koneistuspalveluihin.

Koneistuslaitteiston hankintakustannukset vaihtelevat paljon laitteiden koon sekä koneiden määrän mukaan. Tarvittavan laitteiston määrä ja koko vertautuvat suoraan kunnostettavien moottoreiden kokoon sekä tehtäviin koneistustöihin.

Kunnostettaessa esimerkiksi Cummins:in isoimpia moottoreita täytyisi laitteiden olla huomattavasti suurempia, kun pienempien moottoreiden kanssa. Suuret laitteet kasvattaisivat myös tarvittavan lattiapinta-alan kokoa huomattavasti.

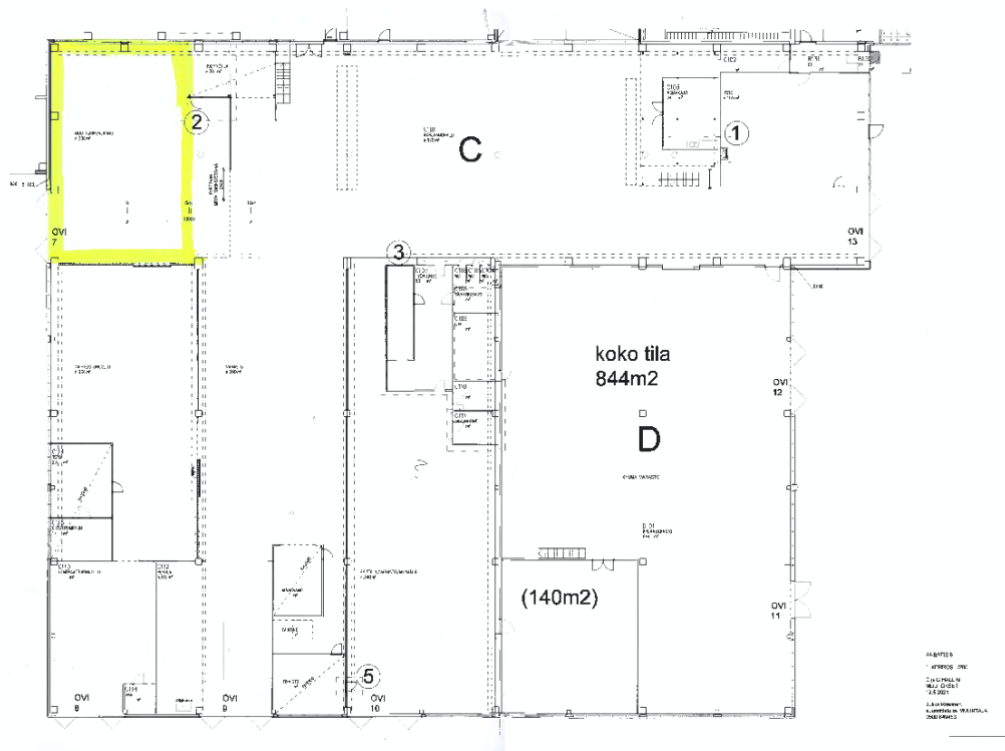
Koneistamon kokoluokka voisi olla hyödyllistä suunnitella niin että kunnostukset pystyttäisiin suorittamaan esimerkiksi 15 l -moottoriin asti. Tämän kokoluokan jälkeen alkavat laitteiston koko sekä hinta kasvamaan huomattavasti. Suurin osa kunnostettavista moottoreista myös sijoittuisi luultavasti tähän kokoluokkaan.

## **4 KORJAAMON LAYOUT**

Tässä kappaleessa käydään läpi korjaamon nykyinen layout, sekä pohditaan minkälainen olisi ideaali. Lopuksi esitetään mahdollisia muutoksia ja niiden toteutusmahdollisuuksia.

### **4.1 Nykyinen layout**

Työtila, jossa kunnostusprosessi kokonaisuudessaan tapahtuu, on suorakaiteen muotoinen alue kuvan vasemmassa reunassa. Tilan toisessa päässä on kaksi ulko-ovella varustettua tilaa, jotka on erotettu seinällä toisistaan. Tässä päässä hallia hoidetaan moottoreiden pesu. Seinän toisella puolella on varavoimapisti. Hallin toisessa päässä on keltaisessa rajattu moottoreiden purku/kasaustila ja niiden välissä hallin keskiosan reunassa on vaihteistonkorjaustila sekä polttoainelaitteiden tarkastustila. Tämän tilan vieressä on maanrakennusosasto. Moottoreiden vastaanotto, lähetys ja varastointi tapahtuu kuvan D-osassa omassa hallissaan. C-tila on toisen yrityksen käytössä tällä hetkellä.



**Kuva 2.** Hallin pohjakuva.

Korjaamon nykyinen layout on toteutettu niin, että kunnostus alkaa hallin alapäästä, jossa moottori pestään ensin. Puhdas moottori kuljetetaan toiseen päähän purettavaksi. Purkutilassa suoritetaan myös moottorin osien tarkastukset ja puhdistus sekä moottoreiden kasaus. Kasattu moottori kuljetetaan hallin keskiosassa sijaitsevalle koekäyttöpisteelle, jossa suoritetaan koeajo. Koeajon jälkeen moottori kuljetetaan takaisin aloituspisteelle, jossa suoritetaan vielä moottorin maalaus. Maalauksen jälkeen moottori on valmis lähetettäväksi takaisin asiakkaalle.

Moottoreiden purku ja kasaus tapahtuu kokonaisuudessaan moottorikorjaamolle varatussa omissa tiloissaan. Tilan koko on 230m<sup>2</sup> ja pitää sisällään neljä työpistettä, joissa on mahdollista tehdä samanaikaisesti kunnostusta. Purku/kasaustilassa on työhön tarvittavat perus- ja erikoistyökalut sekä laitteet moottoreiden siirtämiseen ja kiinnitykseen kunnostuksen ajaksi. Osien puhdistus tapahtuu tilassa olevalla kammiopesukoneella.

Polttoainelaitteiden tarkastukset suoritetaan erillisessä puhdastilassa vaatimusten mukaisesti. Puhdastila on hallin keskiosassa erillään muusta tilasta oleva huone, jossa on kaikki tarvittavat laitteet polttoainelaitteiden tarkastukseen, korjaukseen ja puhdistukseen.

Moottoreiden pesu ja maalaus suoritetaan kuvassa alhaalla olevassa osassa oven läheisyydessä. Jos moottori tarvitsee irrottaa koneesta, tehdään se normaalisti tässä päässä hallia seinän toisella puolella.

Koeajo tehdään sitä varten olevassa telineessä, joka on sijoitettu niin, että se on purku- ja pesutilan välissä hallin keskiosassa.

#### **4.2 Layout-vaihtoehdot**

Nykyinen layout on mielestäni hyvä siinä mielessä, että jokaiselle työvaiheelle on oma selkeä tilansa, jossa työ suoritetaan. Nykyisellä toimintatavalla tosin tulee paljon moottoreiden edestakaista liikuttelua, minkä vuoksi prosessi voisi olla vähän selkeämpi tältä osin. Optimaalisessa tilanteessa eri työvaiheille tarkoitetut tilat olisi järjestetty niin, että prosessi etenisi ikään kuin linjastoa pitkin tilasta toiseen, jossa tehtäisiin seuraava työvaihe. Linjasto voisi olla toteutettu joko suorana tai U:n muotoisena. Suora linjasto kulkisi hallin toisesta päästä toiseen, niin että kunnostus alkaisi ensimmäisestä ja päättyisi toiseen päähän. U:n muotoinen linjasto taas alkaisi samasta päästä mihin päättyisi. Se kumpi layout on lopulta parempi, määräytyy pitkälti myös hallin muiden käyttötarkoitusten mukaan, molempien omatessa hyvät ja huonot puolensa.

### 4.2.1 Suora linjasto

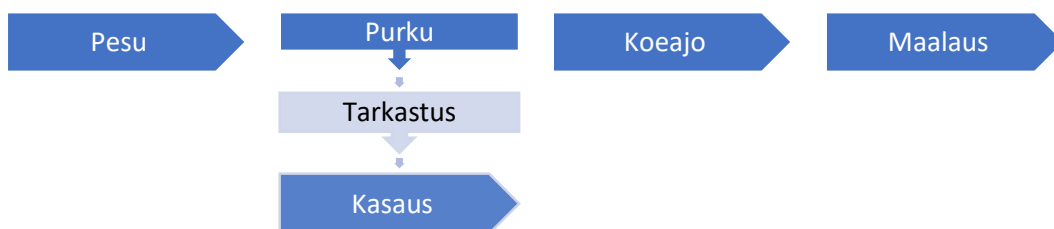
Suora linjasto kulkisi hallin toisesta päästä toiseen, jolloin moottori tulisi sisään ja ulos eri puolilta hallia. Tällä tavalla toteutettuna linjastolle voisi olla helpompi löytää toimiva ratkaisu vaihtoehtoisten ratkaisujen lukumäärän johdosta.



**Kuva 3.** Suora linjasto.

Suorassa linjastossa ongelmia saattaisi kuitenkin aiheuttaa suuri tilan tarve. Tilan tarvetta saisi pienennettyä yhdistämällä linjaston joitakin osia toisiinsa. Esimerkiksi purku- ja kasaustilojen on melko turha olla toisistaan erillään, jotta tilankäyttö olisi mahdollisimman tehokasta.

Suora linjasto voisi lähteä samasta paikasta, kun tälläkin hetkellä, mutta purku ja kasaus tapahtuisi heti pesupaikan jälkeen niin, että purku hoidettaisiin hallin keskiosassa. Purku voisi tapahtua tämän tilan ensimmäisessä päässä ja kasaus toisessa. Osien tarkastus ja mittaus hoidettaisiin dieselpumppuhuoneen vieressä, joka on sivulla purku- ja kasaustilaan nähden.



**Kuva 4.** Suora linjasto 2.

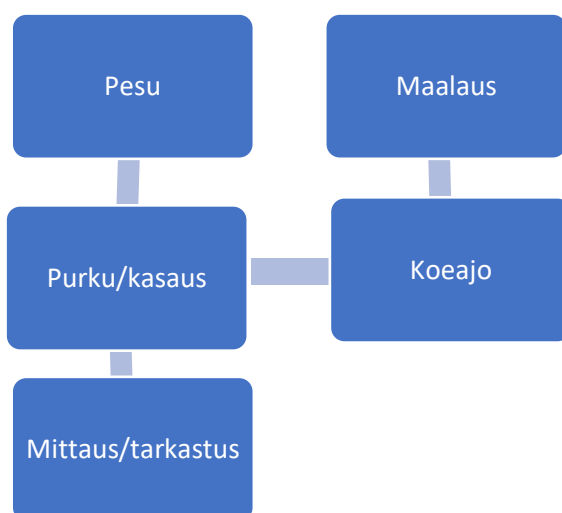
Kasauksen jälkeen koeajo ja maalaus suoritettaisiin nykyisen korjaamon paikalla.



Suora linjasto olisi mahdollista toteuttaa useammallakin tavalla, riippuen korjaamotilan muista mahdollisista muutoksista. Jos esimerkiksi C-tila olisi moottorikorjaamon käytettävissä, voisi linjaston tehdä tämän ja nykyisen korjaamon paikalle.

#### 4.2.2 U-linjasto

U-linjastolla olisi mahdollista vähentää moottoreiden siirtämisen tarvetta huomattavasti, jos linjaston saa sijoitettua niin, että linjaston päät ovat moottoreiden lähetys- ja vastaanottopisteen läheisyydessä.

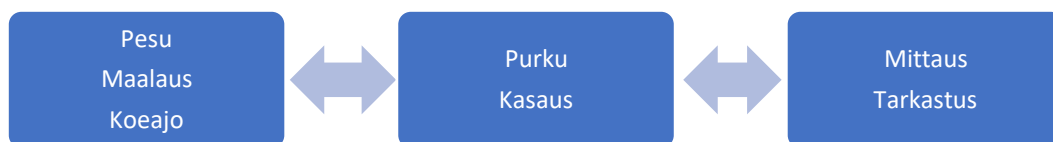


**Kuva 5.** U-linjasto.

Purku ja kasaus on tehokasta hoitaa samalla pisteellä tilankäytön, turhan siirtelyn ja suurilta osin samojen työkalujen takia. Linjasto voisi olla myös suora edestakaisin kulkeva linjasto, mikäli yhteen tilaan on mahdollista sijoittaa sekä pesu- ja maalauspiste että koeajopiste.

#### 4.2.3 Edestakainen linjasto

Edestakaisella linjastolla kunnostus alkaisi ja päättyisi samalla pisteellä, purku ja kasaus olisi samalla pisteellä ja osien tarkastus viimeisellä pisteellä.



**Kuva 6.** Edestakainen linjasto.

Etuna olisi tilan tehokas käyttö edellyttäen, että pesu, maalaus ja koeajo on mahdollista toteuttaa samalla pisteellä.

Linjasto voisi kulkea vähän saman tapaisesti, kun tälläkin hetkellä, mutta selkeämmin toteutettuna. Tällöin pesu, maalaus ja koeajo tapahtuisivat samalla pisteellä, purku ja kasaus seuraavalla ja osien tarkastus viimeisellä. Tämä edellyttäisi käytännössä nykyisen korjaamotilan ja maanrakennuspuolen paikkojen vaihtoa hallissa. Kokonaisuudesta tulisi ehkä vähän selkeämpi, kun kaikki korjaustoiminta olisi keskittynyt yhteen osaan hallia.

### 4.3 Mahdolliset muutokset

Suunniteltaessa muutoksia nykyiseen tilaan täytyy ottaa huomioon, että samoissa tiloissa on paljon muutakin toimintaa sekä tilojen soveltuvuus kuhunkin tarkoitukseen.

Mahdollisen koneistamon paikkaa mietittäessä voisi layout:in suunnitella niin, että koneistamo olisi samassa yhteydessä osien tarkastuspisteen kanssa. Koneistamon tullessa kyseeseen olisi tilan tarve kuitenkin suurempi ja näin ollen hyvä vaihtoehto voisi olla u:n muotoinen linjasto tai edestakaisin kulkeva suora linjasto, jotta koneistamo voisi olla toisessa päässä linjastoa. Tällä tavalla toteutettuna koneistamolla olisi myös oma sisäänkäyntinsä, joka olisi hyödyllinen pelkkiä koneistuspalveluita tehtäessä. C-tilan mahdollisesti ollessa käytössä voisi prosessi kulkea kuvan 2 oikeasta yläreunasta alkaen c-tilasta ja edeten kohti toista reunaa. Koneistamo olisi tällöin nykyisen korjaamon paikalla.

Vaihtoehtoisesti pesu- ja maalauspiste voisi säilyä nykyisellä paikallaan ja moottoreiden purku sekä kasaus suoritettaisiin nykyisen maanrakennuspuolen paikalla, kuten aikaisemmassa esimerkissä. Koneistamo tulisi nykyisen vaihteisto-

tai moottorikorjaamon paikalle. Moottorikorjaamon paikalle sijoitettuna muutokset olisivat pienempiä ja näin ollen helpompia ja nopeampia toteuttaa. Tällöin koneistamalla olisi myös oma sisäänkäyntinsä, mutta kokonaisuus olisi vähän enemmän hajallaan.

Kompaktin kokonaisuuden voisi toteuttaa myös niin, että koneistamo tulisi hallin päätyyn varavoimapisteen paikalle. Purku ja kasaus tapahtuisi nykyisen vaihteistokorjaamon paikalla pesu- ja maalauspuoleen säilyttäessä nykyisen paikkansa. Tässä tapauksessa prosessi alkaisi pesulla kuten tälläkin hetkellä ja kulkisi siitä purkupisteelle nykyisen vaihteistokorjaamon paikalle. Purkamisen jälkeen osien tarkastukset ja koneistukset hoidettaisiin viereisessä tilassa, josta osat tulisi takaisin purkupisteelle kasattavaksi. Kasauksen jälkeen koeajo suoritettaisiin viereisen tilan reunassa matkalla kohti maalaamoja, mihin moottori menee lopuksi.

Tällä vaihtoehdolla prosessi kulkisi selkeästi linjaston edestakaisin ja koneistamalla olisi myös oma sisäänkäyntinsä. Vaihteistokorjaamo voisi siirtyä nykyisen moottorikorjaamon paikalle. Varavoima- ja maanrakennusosasto voisi olla c-tilassa, jolloin nykyisen maanrakennuspuolen paikalle saisi vielä mahdollisesti säilytystilaa laitteille ja erikoistyökaluille, varaosille tai esimerkiksi kunnostukseen tulossa oleville moottoreille.

## **5 LAADUNVARMISTUS**

Tässä kappaleessa käydään läpi yrityksen korjaustoimintaan liittyvät vastuut ja riskit sekä prosessi, jolla laatu varmistetaan kunnostuksen eri vaiheissa sekä siihen liittyvät pöytäkirjat.

### **5.1 Kuluttaja- vs. yrityskauppa**

Yksityisen kuluttajan ja yrityksen välillä tapahtuvaan kaupankäyntiin sovelletaan kuluttajansuojalakea. Elinkeinoharjoittajien välisessä kaupassa sen sijaan kauppalakia.

Kauppalaki on tahdonvaltainen, joten siitä voidaan poiketa sopimuksella. Kauppalaista poikkeavuudet on yleensä mainittu sopimusehtojen takuuehdoissa. Kauppalaissa on määritelty säännökset sopimuksen vastaisesta suorituksesta eli virheestä, reklamoinnista sekä seuraamuskeinoista joihin ostaja on oikeutettu.

Jos kauppasopimuksen osapuolten liikepaikat sijaitsevat eri valtioissa, sovelletaan YK:n kauppalakia, mikäli valtiot ovat liittyneet yleissopimukseen. myös YK:n kauppalaista voidaan poiketa sopimuksella. Laki poikkeaa joltain osin kauppalaista säännöksistä, vaikka sisältääkin määritelmät samoista säännöksistä.

#### **5.1.1 Kuluttajakauppa ja takuu**

Takuun antaminen on lain mukaan aina vapaaehtoista, mutta myyjä on silti vastuussa virheistä kuluttajansuojalain virhevastuusäännösten perusteella. Takuun on tarkoitus olla lisäetu ostajalle ja parantaa ostajan oikeuksia lain säännöksiin nähden. Takuulla ei ole myöskään mahdollista rajoittaa kuluttajalle kuuluvia oikeuksia, määräämällä esimerkiksi kuluttajan vastaavan laitteen korjaukseen kuljettamisen aiheuttamista kustannuksista. Kun yritys antaa takuun se sitoutuu vastaamaan tuotteen käyttökelpoisuudesta ja luvatuista ominaisuuksista takuussa määrätyn ajan. Takuun päättymisen jälkeen yritys vastaa virheestä edelleen kuluttajansuojalain virhevastuusäännösten perusteella.

Takuunantajana voi olla joko tuotteen myyjä, valmistaja tai maahantuoja. Myyjä kuitenkin vastaa myös valmistajan tai maahantuojan myöntämästä takuusta. Jos myyjä aikoo irrottautua aiemman myyntiportaan myöntämästä takuusta, pitää sen ilmoittaa siitä selvästi ostajalle ennen kaupantekoa. Valmistaja tai maahantuoja eivät ole enää vastuussa myyjän myöntämästä takuusta. Valmistaja ja maahantuoja voivat kuitenkin olla vielä virhevastuussa kuluttajansuojalain säännösten perusteella, jos myyjä on esimerkiksi lopettanut toimintansa.

Takuu annetaan aina itse tuotteelle ja pysyy voimassa koko takuuajan omistajasta riippumatta. Takuunantaja voi kuitenkin edellyttää, että omistajanvaihdoksesta täytyy tehdä hänelle kirjallinen ilmoitus. Omistajan vaihdoksen yhteydessä ei saa kuitenkaan tapahtua merkittävää käyttötarkoituksen muutosta, kuten esimerkiksi tuotteen siirtyessä yksityisestä ammattikäyttöön tapahtuisi.

Jos takuussa ei ole määritelty lakia edullisempaa oikaisukeinoa, täytyy takuunantajan oikaista virhe kuluttajansuojalain säännösten mukaisesti. Ensisijaiset vaihtoehdot virheen korjaamiseksi ovat tuotteen korjaaminen tai vaihtaminen, mutta myös hinnanalennus tai kaupan purkaminen on mahdollista. Virheen oikaisemisesta ei saa aiheutua kuluttajalle kustannuksia tai muuta olennaista haittaa. Kustannuksiksi katsotaan kaikki korjaamiseen liittyvät kulut sekä tavaran korjattavaksi toimittamisesta aiheutuvat kulut. Ainoastaan siinä tapauksessa voi vianetsinnästä laskuttaa takuuajana, jos asiakas on selvästi toimittanut laitteen turhaan korjattavaksi.

Mahdollisia takuusta vapauttavia seikkoja voivat olla: asiakkaan huolimattomuus, tapaturma, käyttö- tai hoito-ohjeiden laiminlyönti tai tavaran vääränlainen käsittely. Takuunantajan on kumminkin pystyttävä osoittamaan, että vian on aiheuttanut joku edellä mainituista. Takuun voi kuitenkin rajata tuotteen erityisominaisuuksien mukaan sulkemalla esimerkiksi nopeasti kuluvia osia pois takuun piiristä. Takuusta pois rajattuihin osiin sovelletaan kuitenkin yrityksen lakisääteistä virhevastuuta. Lakisääteinen virhevastuu ei kata kuitenkaan laitteen normaalia kulumista.

Takuu on annettava sähköisesti tai kirjallisesti niin, ettei kummankaan osapuolen ole mahdollista muuttaa tietoja jälkepäin. Takuudokumentissa täytyy olla selvästi

mainittuna: Takuun sisältö sekä ostajan lainmukaiset oikeudet, takuun antaja, voimassaoloaika sekä -alue ja muut takuuseen perustuvien vaatimusten esittämisen kannalta tarpeelliset tiedot, kuten virheestä ilmoittamiseen tai takuutodistuksen esittämiseen liittyvät tiedot.

Kuluttajalla on kuitenkin oikeus annettuun takuuseen, vaikka edellä mainitut ehdot eivät täyttyisikään. Jos myyjä esimerkiksi antaa kuitin, josta selviää vain takuun voimassaoloaika, on takuu kuitenkin voimassa lain virhevastuusäännöksissä määritellyllä tavalla ilman takuuta koskevia rajoituksia. Myyjä ei voi myöskään vedota kuitista hävinneisiin tietoihin, jos lämpöpaperille tehty kuitti on kulunut ennen takuuajan päättymistä. Myyjän on tässä tapauksessa esitettävä luotettavasti muulla tavalla, ettei takuu ole voimassa. /12/

### **5.1.2 Yritysten välinen kauppa**

Kauppalain näkökulmasta tavarahan on oltava sopimusta vastaava eli toimitus on virheellinen vain silloin, kun se ei ole sopimuksen mukainen.

Tarkemmin määritellyn sopimuksen puuttuessa tavara on virheellinen jos:

- se ei sovellu tavarahan yleiseen käyttötarkoitukseen tai ostajan erityiseen käyttötarkoitukseen, mikäli myyjä on ollut kaupantekohetkellä tietoinen käyttötarkoituksesta
- tavara ei vastaa myyjän esittämää näytettä tai mallia
- tavaraa ei ole pakattu asianmukaisella tavalla.

Tarkastusvelvollisuus kuuluu ostajalle, kun tavara on luovutettu. Mikäli ostaja havaitsee virheen, on hänellä myös reklamaatiovelvollisuus, tarkoittaen että ostaja ei voi vedota virheeseen, jos hän ei ole ilmoittanut siitä myyjälle kohtuullisessa ajassa virheen havaitsemisen jälkeen. Siinä tapauksessa, jos myyjä on menetellyt törkeän huolimattomasti tai kunnianvastaisesti, voi ostaja vedota tavarahan virheeseen vielä kohtuullisen ajan jälkeenkin. Kauppalain edellyttämään reklamaatioon riittää virheen ilmoittaminen ilman vaatimuksia, mutta vaatimus rahasuorituksesta tulee kuitenkin tehdä myös kohtuullisessa ajassa. Jos

reklamaatiota ei tehdä, menettää ostaja oikeutensa sopimusrikkomuksen seuraamuksien vaatimiseen. Ostajan esitettyä vaatimuksen tavaran viivästyksen tai virheeseen liittyen, on hänellä myös oikeus pidättäytyä maksamasta kauppahintaa vaatimuksen osalta, jos sopimusehtoja ei ole siltä osin rajattu.

Kauppalaki antaa lähtökohdan mahdollisiin virheestä johtuviin seuraamuksiin, jos niitä ei ole rajattu sopimuksella. Seuraamukset voivat olla:

- Virheen korjaus  
Myyjällä on vastuu virheen korjaamiseen ilman ostajalle aiheutuvia kustannuksia ostajan näin vaatiessa, jos siitä ei aiheudu myyjälle kohtuutonta haittaa. Jos myyjä ei pysty suorittamaan korjausta, on ostajalla oikeus virheen korjauksen edellyttämistä kustannuksista.
- Uusi toimitus  
Myyjällä on oikeus uusii toimitus virheen korjaamisen sijasta. Ostaja voi myös vaatia uutta toimitusta sopimusrikkomuksen haitatessa olennaisesti tämän toimintaa.
- Hinnanalennus  
Ostaja voi vaatia hinnanalennusta kauppalain 38§:n mukaisesti, jos virheen korjaamista tai uutta toimitusta ei suoriteta kohtuullisessa ajassa.
- kaupan purku  
Kaupan purkamiseen edellytetään olennaista sopimusrikkomusta. Purun tapahtuessa palautetaan molemminpuoliset maksu- sekä tavarasuoritukset. Purusta ilmoittaminen on tehtävä kohtuullisen ajan kuluessa virheen havaitsemisen jälkeen, tai myyjän korjaukseen käytössä olevan ajan alkamisesta.

Ostajalla on oikeus myös vahingonkorvaukseen välittömistä vahingoista, jos myyjä ei pysty osoittamaan tavaran toimituksen virheettömän toimituksen estyneen myyjästä riippumattomasta esteestä sekä välillisistä vahingoista aiheutuneisiin korvauksiin, jos myyjä ei osoita, ettei ole toiminut huolimattomasti.

Välittömiin vahinkoihin kuuluvat:

- Selvittelykulut
- Hyödyttömiksi käyneet kulut (mm. posti- ja puhelinkulut yms.)
- Kateosto (hintaero kaupan purkutilanteessa, kun tavara hankitaan muualta)
- Korvaavan tavaran vuokratulot.

Välilliset vahingot:

- Tuotannon tai liikevaihdon vähentyminen tai keskeytyminen
- Muu vahinko johtuen tavaran käytön estymisestä tarkoitetulla tavalla
- Saamatta jäänyt voitto sivullisen kanssa rauenneen sopimuksen tai täyttämättä jäämisen johdosta
- Muun omaisuuden, kun myydyn tavaran vahingoittumisesta johtunut vahinko
- Muu samankaltainen vaikeasti ennakoitava vahinko.

Vahingonkorvausta voidaan vaatia joko yhdessä muun vaatimuksen kanssa tai erikseen. Vahingonkorvausta maksettaessa noudatetaan täyden korvauksen periaatetta, tarkoittaen, että koko aiheutunut vahinko korvataan, ellei sitä ole sopimuksella rajattu. Kuitenkin ainoastaan todellinen vahinko korvataan, niin ettei vahingonkorvauksella ole mahdollista rikastua.

Toisin kuin kuluttajakaupassa, yritysten välisessä kaupassa takuu on oikeastaan vastuunrajausehto, eikä lisäetu. Takuu on sopimusperusteinen määräys, jossa käsitellään tavaran laatua ja myyjän korjausvelvollisuutta sekä niiden rajoituksia takuuajana ilmenneissä virheissä.

Palvelusuorituksissa ei sovelleta kauppalakia. Palvelusuorituksissa noudatetaan yleistä sopimusoikeudellista periaatetta eli suoritus on virheellinen, jos se ei vastaa sitä, mitä on sovittu. Palvelusopimusten sisällöllä on oleellinen merkitys virheeseen vetoamisen kannalta. Sisältöä ja laajuutta koskevissa kuvauksissa myyjä voi esimerkiksi sitoutua tietyn lopputuloksen aikaansaamiseen tai pelkästään palvelutehtävän suorittamiseen määriteltyä huolellisuutta noudattaen.



Virhetilanteessa näyttötaakka on sopimusrikkomukseen vetoavalla osapuolella lähtökohtaisesti, koskien myös vahingon määrää. /11/

### **5.1.3 Machineryn takuu**

Machinery Oy on Teknisen kaupan liiton jäsen ja noudattaa näin ollen heidän määrittelemiään teknisen kaupan yleisiä sopimusehtoja. Sopimusehdot pitävät sisällensä yleiset myyntiehdot, palveluiden toimitusehdot sekä takuuehdot.

Machineryn peruskunnostuksille myöntämä takuu on 1 vuosi tai 2000 h, riippuen siitä kumpi täyttyy ensin.

## **5.2 Nykyisen prosessin kuvaus**

Cummins suorittaa vuosittain auditoinnin heidän edustajiensa luona, jossa tarkastetaan sekä arvioidaan edustajan toimintaa sekä tiloja eri osa-alueittain, jotta edustajat voisivat kehittää heidän toimintatapojansa jatkuvasti ja toiminta olisi näin ollen laadukasta jatkuvasti. Auditoinnin tarkoituksena on lisätä edustajan kykyä vastata asiakkaiden tarpeisiin sekä löytää uusia markkinamahdollisuuksia ja kasvattaa taloudellista tulosta.

Auditoinnissa tarkastellaan huoltotoiminnan osalta erikseen:

- yrityksen kykyä palvella asiakkaita sekä kapasiteettiä toimia nykyisen ja tulevan moottoripopulaation kanssa
- Huoltotoiminnan kannattavuus ja tehokkuus
- Teknisen tuen riittävyys henkilöstölle ja asiakkaille
- Henkilöstön koulutustaso
- Perus-, mittaus- ja erikoistyökalujen sekä laitteiden kunto ja kalibrointi
- Varaosien saatavuus ja käyttö
- Korjaamon yleinen siisteys, soveltavuus ja puhtaus
- Kunnostusprosessin eteneminen ja dokumentointi
- Takuuhakemukset.

Auditoinnissa arvioidaan jokainen osa-alue erikseen, jonka jälkeen tehdään suunnitelma vuotuisesta toiminnan kehittämisestä. Jokaiselle osa-alueelle on määritelty maksimi pistemäärä, joka kyseisestä alueesta on mahdollista saada ja yhteispisteet kertovat lopuksi auditoinnin tuloksen.

Lisäksi auditoinnissa arvioidaan erikseen edustajan kehitystä viimeisen auditoinnin jälkeen, katsomalla siinä määriteltyjä kehityskohteita, tapahtunutta kehitystä sekä kehitysprosessien etenemistä. Kehitysprosessin tulisi jatkuvasti kehittää yrityksen toimintakykyä, määrittämällä suurimmat kehityskohteet ja seuraamalla kehityksen toteutumista. /10/

### **5.3 Dokumentointi**

Moottorista otetaan kuvat ennen ja jälkeen kunnostuksen ja tehdään kunnostusraportti, jonka korjattu versio on liitteenä työn lopussa. Raportissa kerrotaan kunnostuksen laajuus, kaikki moottorille tehdyt toimenpiteet sekä mittauksen ja tarkastusten tulokset. Lopuksi kerrotaan vielä koeajon aikana tehtävien tarkastusten tulokset.

### **5.4 Yhteenveto**

Machinery:llä on tällä hetkellä kerätty tietoja moottoripopulaatiosta, sekä moottoreille tehdyistä toimenpiteistä osittain CRM:ään ja osittain huollon johdon tekemiin Excel-taulukoihin sekä serverille tallennettuihin kansioihin. Yrityksellä on lisäksi tällä hetkellä käytössä useampi toiminnanohjausjärjestelmä ja tästä syystä tiedot löytyvät useasta eri paikasta. Tietoja on välillä vaikea löytää johtuen useista sijaintipaikoista. Kaikkien tietojen keräys samaan paikkaan ja linkitys toisiinsa helpottaisi huomattavasti koneiden jäljitystä sekä historiatietojen etsimistä. Tästä olisi hyötyä huolto-ohjelman suunnittelun lisäksi myös koneiden myynnissä ja palveluiden markkinoinnissa, kun voitaisiin helposti tarkistaa mitä koneita kenelläkin on ollut ja mitä koneille on milloinkin tehty. Prosessi olisi työläs toteuttaa suuren konemäärän johdosta, mutta mielestäni tärkeä sillä saavutettavan hyödyn takia.

Itse kunnostuksen laadunvarmistamisen suurin kehityskohde on dynamometrin puute. Koeajo suoritetaan tällä hetkellä telineessä, jossa ei ole mahdollista kuormittaa moottoria jarrun avulla. Dynamometrissä olisi mahdollista suorittaa moottorin sisäänajo sekä varmistua kunnostuksen onnistumisesta, kun nähtäisiin heti vastaako moottorin suorituskyky ilmoitettuja arvoja. Ilman dynamometriä tehdyssä koeajossa on riskinä, että moottori toimii hyvin koeajossa, mutta kuormituksen alaisena moottori ei toimikkaan kunnolla. Tällöin viat ilmenevät vasta asiakkaan käyttäessä moottoria kuormitettuna. Tässä vaiheessa todetuissa vioissa korjauskustannukset voivat nousta erittäin paljon ja lisäksi asiakkaan luottamus yrityksen toimintaan heikentyy, jos tilattu työ ei onnistu.

## **6 KUNNOSTUKSEN KANNATTAVUUS**

Tässä kappaleessa käydään läpi vaihtoehdot kunnostukselle ja selvitetään kunnostuksen hinnan muodostumista. Lopuksi esitetään ehdotuksia kunnostuksen myynnin ohjeistukseen.

### **6.1 Vaihtoehdot**

Vaihtoehtona moottorin peruskunnostukselle on joko ostaa uusi moottori tai tehdaskunnostettu ReCon-moottori. Täysimääräisen peruskunnostuksen hinta vaihtelee normaalisti 60–80 %:n välillä uuden vastaavanlaisen moottorin hinnasta. Asiakkaan valitsemaan vaihtoehtoon hinnan lisäksi vaikuttaa suuresti myös moottorin toimitusaika verrattuna kunnostuksen vaatimaan aikaan. Koneiden seisottaminen on asiakkaille yleensä erittäin kallista, joten heillä on usein kiire saada moottori mahdollisimman nopeasti takaisin käyttöön.

#### **6.1.1 Uusi moottori**

Uuden moottorin tehdashinta tarkastetaan Cummins'in järjestelmästä joka kerta erikseen tarjousta tehdessä. Moottorin tehdashinnan päälle lisätään kuljetuskulut sekä kate. Uuden moottorin toimitusaika on kuitenkin normaalisti huomattavasti suurempi, kun kunnostukseen tarvittava aika.

#### **6.1.2 RECON-moottori**

Toinen vaihtoehto moottorin peruskunnostukselle on tehtaan kunnostama ReCon-moottori. Cumminsilla on olemassa midrange- ja heavyduty -luokan moottoreille valintatyökalu oikeanlaisen ReCon-moottorin löytämiseksi. Työkalun tarkoituksena on määrittää parhaat vaihtoehdot asiakkaan käytetyn moottorin tilalle sekä selvittää erot pois vaihdettavan ja ReCon moottorin välillä.

Valintatyökaluun syötetään sen hetkisen moottorin valmistenumero, minkä perusteella työkalu ehdottaa eri vaihtoehtoja moottoreiden sopivuuden perusteella. Ehdotetuista moottoreista löytyy kaikki tarvittavat tiedot moottorin vastaavuuden varmistamiseksi. Jokaisesta työkalun ehdottamasta moottorista löytyy listat osista,

jotka täytyy lisätä erikseen, käyttää vanhasta tai poistaa, jotta moottori vastaisi sen hetkistä moottoria.

Ehdotetut moottorit on pisteytetty niiden sopivuuden perusteella, jotta moottorin vastaavuudesta saa nopeasti jonkunlaisen käsityksen. Pelkästä yksittäisestä pistemäärästä ei kuitenkaan voi päätellä kovinkaan paljon, koska pisteytysjärjestelmän maksimi pistemäärä saattaa vaihdella paljonkin, riippuen moottorin mallista, käyttökohteesta sekä vuosimallista. Pisteytyksessä vertaillaan 16:ta eri atribuuttia, minkä perusteella pisteet kertyvät. Tärkeistä osista, kuten turbo, suuttimet ja kytkinkotelo saa 150 pistettä, muiden osien pistemäärien vaihdellessa 80:tä 10:en pisteeseen. Valitessa ReCon-moottoria kannattaisikin tarkastella tarkemmin, että mistä ehdotettujen moottoreiden pisteet ovat kertyneet ja tehdä valinta sen perusteella.

ReCon-moottorin vaihtoehtona on vielä hankkia pelkkä ReCon long block tai short block -kokonaisuus. Long block tarkoittaa moottorin runkoa sisuskaluineen, eli ilman moottorin ulkopuolelle kiinnitettäviä osia. Long block voi olla hyvä vaihtoehto sellaisissa tapauksissa, joissa monet ulkoiset osat ovat edelleen käyttökelpoisia. Short block puolestaan tarkoittaa moottorin ”alakertaa” eli samaa kuin long block, mutta ilman sylinterikantta. Short block voi olla hyvä vaihtoehto, jos moottorin lohkolle on tapahtunut merkittävää vahinkoa, mutta halutaan maksimoida vanhojen osien uudelleenkäyttö. Kunkin ehdotetun moottorin long block sekä short block -kokonaisuuksien osanumerot sekä saatavuus löytyy myös jokaisen ehdotetun moottorin tiedoista.

ReCon moottoreiden takuu kestää tässä kokoluokassa 2 vuotta, long block:issa vuoden ja short block:issa puoli vuotta.

### **6.1.3 Kunnostuksen hinnan muodostuminen**

Kunnostuksen hinta muodostuu siihen käytetyistä varaosista + varaosien katteesta sekä työtunneista ja ulkopuolisista kustannuksista, johon kuuluvat alihankintana tehdyt työt sekä rahtikustannukset.

Kunnostuksen lopulliseen hintaan eniten vaikuttaa moottorin vaurioiden määrä ja tarvittavien vaihto-osien määrä. Tästä syystä laskettaessa kunnostusta olisi hyödyllistä laskea kunnostus esimerkiksi kolmella eri varaosapaketilla kuten varaosia käsittelevässä kappaleessa esitettiin. Silloin olisi helppo vertailla kunnostuksen hintoja eri tarkoituksiin tehtynä ja valita parhaiten asiakkaan tarpeisiin soveltuva vaihtoehto.

## **6.2 Kunnostuksen myynti**

Kunnostukseen tarvittavien osien hinta vaihtelee tapauskohtaisesti paljon, johtuen monista mahdollisten CPL-numeroiden määrästä, joita moottoreilla on valmistusajankohdan sekä tehon vaihtelun johdosta. Hintoihin luonnollisesti vaikuttaa myös valmistajan ajoittain tekemät hintapäivitykset. Aikaisemmin tehtyjen tarjousten perusteella kunnostuksien tarjoushinnat vaihtelevat jopa täysin saman moottorin välillä eri vuosina. Tästä syystä olisi vaikea toteuttaa valmiisiin varaosakokonaisuuksiin perustuvia hintapaketteja. Sen sijaan kunnostustasoihin kuuluvat varaosat on mahdollista määrittellä karkeasti etukäteen ja tätä tietoa käytetäänkin hyväksi kunnostuksen laskentatyökalussa.

Kunnostusten toteuttamiseen tarvittavat työmäärät ovat tuntimääräisesti melko vakioita samanlaisten moottoreiden välillä. Tuntimäärään vaikuttaa moottorin mallin lisäksi kunnostuksen laajuus ja moottorin kuluneisuusaste.

Kunnostuksen hintaa täytyy myös verrata uuden moottorin hintaan, joka määrittää maksimihinnan kunnostukselle. Tehdyn Excel-taulukon avulla on mahdollista antaa suoraan melko nopeasti arvio kunnostuksen hintaluokasta, mutta lopullisen tarjoushinnan laskeminen edellyttää kaikkien tarvittavien varaosien ja työtuntien listausta. Varaosien hintojen ja saatavuuden listaus on laskemisen aikaa vievin vaihe, mutta hintojen ja itse varaosien vaihdellessa usein, on tätä vaihetta hankala automatisoida.

## **6.3 Johtopäätökset**

Moottori on usein järkevää kunnostaa, kun ei ole tapahtunut isoa tuhoa, mikä edellyttäisi kohtuuttoman paljon osien uusimista ja korjausta. Moottorin

vikaantuessa yllättäen kunnostus on myös yleensä nopein vaihtoehto saada kone takaisin käyttökuntoon ja töihin. Suppeampi kunnostus on myös varteenotettava vaihtoehto, jos moottori esimerkiksi vikaantuu yllättäen ja uuden moottorin toimitusaika on niin pitkä, että siitä aiheutuisi huomattavia kuluja koneen seisomisen johdosta. Näin toimimalla asiakas voisi käyttää kunnostettua moottoria, kunnes uusi moottori on saapunut asennettavaksi ja kun uusi moottori on asennettu, jäisi kunnostettu moottori vielä varamoottoriksi.

Varaosien mallikohtaisten vaihteluiden ja saavutettuun hyötyyn suhteutetun työmäärän vuoksi olisi erittäin vaikea toteuttaa hinnoittelutyökaluun valmiita hintapaketteja varaosien kohdalta tämän työn puitteissa. Sen sijaan eri kunnostustasojen varaosalistat ja työmäärät on melko helppo arvioida tehtyjen kunnostusten perusteella. Uuden moottorin määriteltäessä maksimihinnan kunnostukselle, keskitytään hinnoittelussa käyttämään niitä tietoja hyväksi.

## 7 HINNOITTELUTYÖKALU

Hinnoittelutyökalu on Excelillä toteutettu ohjelma, johon on erillisille välilehdille määritelty valmiiksi uusien moottorien hinnat ja kunnostukseen kuuluvat kulut. Yhdellä välilehdellä on valmiiksi luotu taulukko, johon lisätään kunnostuksessa tarvittavat varaosat. Etusivulla on kunnostuksen maksimihinnan tarkastus ja lopullisen hinnan laskentataulukko.

### 7.1 Käyttö

Etusivulta voi ensin tarkistaa kunnostuksen maksimihinnan valitsemalla moottorin ja halutun katteen valmiiksi määritellyistä listoista. Taulukossa voi vertailla viittä eri moottori- ja kateyhdistelmää.

Ennen kunnostuksen hinnan laskentaa täytyy lisätä varaosat välilehdellä olevaan taulukkoon tarvittavat varaosat ostohintoineen sekä kappalemäärineen ja valita jokaiselle osalle kunnostustaso 1, 2 tai 3, jotta kunnostuksen hintaa on helppo tarkastella erilaisilla varaosapaketeilla. Varaosien kokonaishinta päivittyy itsestään ostohintataulukkoon sitä mukaa kun varaosia lisätään listaan. Ostohintataulukko on linkitetty etusivulle, josta valitaan haluttu paketti.

Kun varaosat on täytetty taulukkoon, voi etusivulla olevasta laskentataulukosta valita halutun kunnostustason ja varaosakatteen sekä täyttää tarvittavat työtunnit, jonka jälkeen taulukon viimeisessä sarakkeessa näkyy kunnostuksen lopullinen hinta. Taulukossa voi vertailla viittä eri varaosa- ja työtuntiyhdistelmää tai pelkkiä varaosapakettien hintoja.

### 7.2 Jatkokehitys

Moottorilistaan voi lisätä rajattoman määrän moottoreita. Lisätessä moottoreita listaan ne päivittyvät automaattisesti etusivulla olevaan valintalistaan. Uusien moottorien katevaihtoehtoja voi halutessaan lisätä myös samalla periaatteella. Kaikki muut kulut-välilehdellä olevat hinnat ovat kiinteästi täytettyjä, ja niitä voi muuttaa tarvittaessa ilman, että linkki katoaa.



## LÄHTEET

- /1/ Mäkelä, H. 2020. Opinnäytetyö. Email
- /2/ Cummins. 20.6.2002. Marine engine estimated time between overhauls
- /3/ Cummins. 13.11.2011. Marine duty cycle analysis
- /4/ Honkanen, J. 2021. Toimialajohtaja. Machinery Oy. Kysymyslomake. Viitattu 2.8.2021
- /5/ Teknisen kaupan liitto. Dieselmoottorien myyntitilasto. Viitattu 27.7.2021
- /6/ Tulli, Tilastotietokanta. ULJAS – Tavaroiden ulkomaankauppatilastot. Viitattu 28.7.2021. <https://uljas.tulli.fi/v3rti/> - 28.07.2021 12:38:39
- /7/ Tuominen, T. Järvi, K. Lehtonen, M. Valtanen, J. Martinsuo, M. Palvelun tuotteistamisen käsikirja - osallistavia menetelmiä palvelujen kehittämiseen. Viitattu 12.6.2020. <https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/16523/isbn9789526062181.pdf>
- /8/ Parantainen, J. 2020. Palvelun tuotteistaminen. Viitattu 10.6.2020. [https://pollitasta.fi/wp-content/uploads/2020/02/Palvelun-tuotteistaminen-Jari-Parantainen-2020.pdf?utm\\_medium=email&\\_hsmi=80236841&\\_hsenc=p2ANqtz-9PWTTX2qFmRowmF\\_XSjnUkTiuZ4FC7EctBD7AhYzsmTbVog1pWGWxAusxDU142FwENoOhtQImGhRRfcxJYmFA4eNxcRQ&utm\\_content=80236841&utm\\_source=hs\\_automation](https://pollitasta.fi/wp-content/uploads/2020/02/Palvelun-tuotteistaminen-Jari-Parantainen-2020.pdf?utm_medium=email&_hsmi=80236841&_hsenc=p2ANqtz-9PWTTX2qFmRowmF_XSjnUkTiuZ4FC7EctBD7AhYzsmTbVog1pWGWxAusxDU142FwENoOhtQImGhRRfcxJYmFA4eNxcRQ&utm_content=80236841&utm_source=hs_automation)
- /9/ Eerola, R. 2021. Työnjohtaja. Machinery Oy. Haastattelu 21.7.2021.
- /10/ Cummins. 2017. Distributor capability assessment program
- /11/ L27.3.1987/355. Säädos säädöstietopankki Finlexin sivuilla. Kauppalaki. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1987/19870355>
- /12/ Kilpailu- ja kuluttajavirasto. Takuu ja virhevastuu. Viitattu 15.7.2021. <https://www.kkv.fi/Tietoa-ja-ohjeita/Ostaminen-myyminen-ja-sopimukset/takuu-ja-virhevastuu/>

LIITE 1

**Kunnostusraportti**

**Kunnostusraportti.doc**

Vain yrityksen sisäiseen käyttöön

LIITE 2

**Hinnoittelutyökalu**

**Hinnoittelutyökalu.xlsx**

Vain yrityksen sisäiseen käyttöön