

Sampo Heininen

## Erikoistyökalukartoitus ja lisähankinnat VDL Bus & Coach Finlandille

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Insinööri (AMK)  
Auto -ja kuljetustekniikka  
Opinnäytetyö  
21.2.2014

Tekijä(t) Otsikko	Sampo Heininen Erikoistyökalukartoitus ja lisähankinnat VDL Bus & Coach Finlandille
Sivumäärä Aika	24 sivua + 2 liitettä 21.2.2014
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Auto- ja kuljetustekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Jälkimarkkinointi
Ohjaaja(t)	Lehtori Pertti Ylhäinen Korjaamopäällikkö Jukka Kallio, VDL Bus&Coach Finland
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on hahmottaa ja parantaa koko merkkikohtainen erikoistyökalutilanne ja olla apuna asentajan arkea helpottavien työkalujen ja laitteiden hankinnassa, sekä hankinnan kannattavuuden pohdinnassa VDL Bus &amp; Coach Finlandin Vantaan Hakkilan korjaamolla. Työssä kartoitettiin myös tulevaisuudessa liikenteeseen tulevien sähköbussien perushuoltotoimenpiteisiin tarvittavat työkalut ja hankinnat yleisellä tasolla nykytilanteeseen verrattuna.</p> <p>Erikoistyökalujen nykytilanteen kartoittamiseksi tehtiin inventaario korjaamon VDL-erikoistyökaluista kuvaamalla ja kategorisoimalla ne ja vertaamalla niitä listaan korjaamolla tarvittavista ja tulevaisuudessa hyödyllisiksi tulevista erikoistyökaluista VDL merkin kannalta. Tarpeellisten hankintaehdotusten keräämiseksi haastateltiin asentajia ja työkalumyyjiä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kartoitettua korjaamon tilanne merkkikohtaisten sekä yleisten erikoistyökalujen osalta. Kartoituksen perusteella kerättiin hankintaehdotuksia työkaluista, jotka helpottaisivat korjaamon arkea. Sähköbussien osalta kartoitettiin välttämättömät hankinnat huoltotoimenpiteiden mahdollistamiseksi.</p>	
Avainsanat	Erikoistyökalu, korjaamo

Author(s) Title Number of Pages Date	Sampo Heininen Improvement of the state of special tools at VDL Bus & Coach Finland 24 pages + 2 appendices 21 February 2014
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automotive and Transport Engineering
Specialisation option	Automotive After Sales Engineering
Instructor(s)	Jukka Kallio, Workshop Manager, VDL Bus&Coach Finland Pertti Ylhäinen, Senior Lecturer
<p>The objective of this Bachelor's thesis was to map and improve the current state of VDL brand specific special tools and help in planning the purchases of other special tools and equipment to aid the mechanics in their daily work at VDL workshop in Vantaa. This thesis also includes mapping of the minimum tools needed for basic repairs and service of VDL electric buses that will be on the roads of Finland in the future.</p> <p>For mapping the current state of the special tools in the workshop and inventory of all the VDL brand specific special tools was carried out by photographing them and categorizing all the current tools and comparing them to a list of useful special tools. Mechanics and tool merchants were interviewed for collecting suggestions for useful purchases.</p> <p>As a result of this Bachelor's thesis, the workshop's state of brand specific and general special tools was mapped, and suggestions for new helpful special tools purchases were made based on the mapping. The suggestions also include the minimum necessary tools and equipment for repairing and servicing electric buses.</p>	
Keywords	Workshop, special tool

## Sisälllys

1	Johdanto	1
1.1	Tavoite	1
1.2	Yrityksen esittely	1
1.3	Erikoistyökalut	3
1.4	Lähtötilanne	4
2	Merkkikohtaiset erikoistyökalut	5
2.1	Kartoitus	5
2.2	Priorisointi	6
2.3	Teetettävät erikoistyökalut	6
2.4	Tilaus ja kirjanpito	8
2.5	Järjestely ja käyttö	9
3	Yleiset erikoistyökalut ja laitteet	11
3.1	Nykytilanteen kartoitus	11
3.2	Asentajien ehdotukset	12
3.2.1	Hitsauslaitteet	12
3.2.2	Induktiolämmitin	12
3.2.3	Pienemmät hankinnat	13
3.3	Omat ehdotukset	14
3.3.1	Rengasnostin	14
3.3.2	Hydraulisyliinterillä varustettu ulosvetäjä	15
3.3.3	Ohjauksulmien mittauslaite	15
3.3.4	Ilmastoinnin elektroninen vuodonilmaisoin	16
3.3.5	Kuilunostin	17
3.3.6	Asentajan endoskooppi	17
3.4	Hankinta ja kustannukset	18
3.5	Päivitys korjaamon tilanteeseen	18
4	Sähköbussihin varautuminen	18
4.1	Electric low floor Citea	18
4.2	Sähköbussien huollosta	19
4.3	Sähköbussien huollon hankinnat	20

4.3.1	Jännitteettömäksi teko	20
4.3.2	Eristysvastusmittaus	20
4.3.3	Jännitetyökalut	21
4.3.4	Suojavarusteet	21
5	Päätelmät	22
	Lähteet	24
	Liitteet	
	Liite 1. VDL erikoistyökalulista	
	Liite 2. Työkaluhankintojen ehdotukset	

# 1 Johdanto

## 1.1 Tavoite

Tämän työn päätavoite oli kartoittaa VDL Bus&Coach Finlandin Vantaan Hakkilan korjaamon työkalutilanne merkkikohtaisten erikoistyökalujen ja tavallisten erikoistyökalujen osalta ja tehdä kartoituksen perusteella hankinta- ja kehitysehdotuksia tilanteen parantamiseksi. Hankintaehdotusten tavoite oli olla mahdollisimman täydellisiä työkalujen etsijän työn helpottamiseksi eli selvitys, miksi työkalu olisi hyvä korjaamolle, mistä sen saisi ja paljonko se tulisi maksamaan. Työkalutilanteen parantamisella pyritään tekemään korjaamon toiminnasta tehokkaampaa ja tasaisempaa sekä helpottamaan asentajia töiden suorittamisessa.

Työn tavoitteisiin kuului myös sähkölinja-autojen perushuoltotoimenpiteisiin tarvittavien työkalujen kartoitus pääasiassa, jotta sähköajoneuvo voidaan ylipäättään laillisesti ottaa korjaamolla työn alle ja sille tehtävät toimenpiteet olisivat mahdollisimman turvallisia.

## 1.2 Yrityksen esittely

VDL Bus&Coach Finland on Vantaan Hakkilassa toimiva pienikokoinen linja-autokorjaamo, joka on erikoistunut pelkästään VDL-merkkisten linja-autojen korjaukseen ja huoltoon. Se on suomen ainoa pelkästään VDL-merkkiin erikoistunut korjaamo. Yrityksestä kymmenen prosenttia omistaa kansainvälinen VDL Bus&Coach, joka on yksi Euroopan suurimmista linja-autovalmistajista. Korjaamolla työskenteli tämän työn aikana yhteensä 6 asentajaa, 2 työnjohtajaa, korjaamopäällikkö ja varaosamyymä. Nosturipaikkoja on kolme ja korjaamo toimii kahdessa vuorossa.

Kansainvälisen VDL Bus&Coach -yhtiön toiminta kattaa linja-autojen ja niiden alustojen kehitystyön, valmistuksen, myynnin ja jälkimarkkinointipalvelut sekä käytettyjen linja-autojen oston ja myynnin. VDL Bus&Coach koostuu monista yhtiöistä, jotka toimivat yhteistyössä globaaleilla markkinoilla. Tuotantolaitokset sijaitsevat Hollannissa ja

Belgiassa. VDL Bus&Coach -yhtiön tuotteita myydään maailmanlaajuisessa myyntiverkossa, johon kuuluu yhtiön omia myyntitoimistoja, maahantuojia ja agentteja yli 30 maassa [1]. Alla kuva VDL:n pääkonttorista.



Kuva 1, VDL:n Pääkonttori Eindhovenissa [2]

Yleisimmät VDL –linja-automallit Suomessa ovat

- Citea LLE, kevyt n.9 tonnia painava kaupunkiliikennemalli (kuvassa 2).
- Citea SLE, raskaampi n. 11 tonnia painava kaupunkiliikennemalli
- Citea XLE, raskain n. 13,5 tonnia painava teliakselilla varustettu kaupunkiliikennemalli
- Futura, pidemmille matkoille suunniteltu coach- malli



Kuva 2, Citea LLE ajossa [3]

### 1.3 Erikoistyökalut

Merkkikohtaisella erikoistyökaluilla tarkoitetaan valmistajan suunnittelemaa ja kehittämiä tiettyyn työhön tarkoitettuja työkaluja, jotka on suunniteltu pelkästään valmistajan autojen korjaukselle ja huoltoon varten. Niiden tarkoitus on varmistaa, että asennustyöt tehdään annettujen standardien mukaisesti ottaen huomioon autojen ja varaosien rakenne. Tällä tavalla minimoidaan vaaratilanteet sekä asentajille työvaiheessa että myöhemmin ajossa matkustajille ja kuljettajille ajossa sekä maksimoidaan työn tehokkuus. Kun kaikki korjaamot käyttävät samanlaisia valmistajan erikoistyökaluja, on tehtaan ohjeaikojen suunnittelu ja kokonaisuuden hallinta helpompaa myös johtotasolla. Jotkin itsenäiset työkaluvalmistajat kehittävät ja valmistavat myös yleisiä erikoistyökaluja, jotka on tarkoitettu tiettyyn toimenpiteeseen merkistä riippumatta. Näillä työkaluilla on tarkoitus nopeuttaa tiettyä työvaihetta verrattuna tavallisella yleistyökalulla tekemiseen.



#### 1.4 Lähtötilanne

Ennen tämän työn aloittamista erikoistyökalut oli hankittu korjaamolle lähinnä silloin, kun niitä oli silloin tai lähitulevaisuudessa tarvittu, ja niistäkin vain välttämättömät. Hankintojen suhteen oli toisaalta oltu varovaisia siksi, että suunnitteilla oli korjaamon muutto, koska tilat olivat melko pienet ja töiden sekä henkilökunnan määrä oli kasvussa koko ajan. Suurta osaa työkaluista ei ollut tarvinnut hankkia myöskään siksi, että huollettava autokanta oli suhteellisen uutta ja autot olivat ajetuilta kilometreiltään hyvin lähellä toisiaan.

VDL-merkkikohtaisista erikoistyökaluista ei oltu tehty vielä missään vaiheessa inventaariota, eikä suunniteltu pidemmällä tähtäimellä, mitä tarvittaisiin tai mikä voisi helpottaa asentajan työtä tulevaisuudessa. Joitain erikoistyökaluja oli jopa tilattu turhaan ja joitankin kaksi kappaletta. Korjaamolla oli kuitenkin sikäli hyvä tilanne, että mahdollisia auditointeja ei oltu vielä merkin puolesta tehty Hollannin ulkopuolella, eikä krojaamolle oltu vielä toimitettu listaa tehtaan vaatimuksista siitä, mitä erikoistyökaluja korjaamolla pitäisi vähintään olla tai tietoa niiden puuttumisen sakkomenettelystä. Tämän takia ei myöskään työn aloitushetkellä auditointeja ollut hekeen ainakaan Suomeen odotettavissa, joten niiden puolesta ei ollut kiirettä.

Yleisten erikoistyökalujen ja laitteiden kohdalla löytyi huomattava parantamisen vara. Korjaamolla oli jouduttu useaan kertaan lainaamaan samassa rakennuksessa toimivalta toiselta linja-autokorjaamolta työkaluja, tai pahimmassa tapauksessa asentaja oli joutunut lainaamaan korjaamolle omia henkilökohtaisia työkaluja. Korjaamo oli pystynyt toimimaan aikaisemmin luottaen jossain tapauksissa lainatyökaluihin, mutta ne eivät ole kestävä ratkaisu tulevaisuutta varten, sillä mitään sopimusta niiden käytöstä ei ollut tehty ja niiden käytettävyys kriittisellä hetkellä ei ollut mitenkään taattua. Tähänkin syynä oli osittain autokannan pieni kilometrimäärä ja autojen vähäiset käyttövuodet; esimerkiksi lämmitystä vaativia töitä jumiutuneiden pulttien takia oli korjaamolla vain murto-osa siitä, mitä yleisesti raskaan kaluston korjaamolla tulisi vastaan päivittäin, koska suurin osa autoista oli noin vuoden vanhoja ja osat eivät olleet vielä ehtineet jumiutua pahasti usean ajatun talven takia. Kuitenkin täyden huoltopalvelun korjaamolla tulisi nekin työt olla omasta takaa mahdollisia tehdä.

## 2 Merkkikohtaiset erikoistyökalut

### 2.1 Kartoitus

Merkkikohtaisten erikoistyökalujen kohdalla ei VDL:llä toistaiseksi ole tiukkaa politiikkaa korjaamon omistamien työkalujen suhteen. Esimerkiksi automaattilähetyskäyttöä ei ole edes uuden automallin ilmestyessä, vaan korjaamon tulee huolehtia työkalutilanteestaan itsenäisesti oman tarpeensa perusteella. Toisaalta myöskään auditointeja ei ollut, mutta koska korjaamo on koko ajan kasvamassa, eivät ne ole pois suljettuja tulevaisuudessa.

Koska VDL:llä ei ole ohjeistusta erikoistyökaluista, määriteltiin tässä työssä niiden tarve korjaamolla eniten korjattujen automallien mukaan. Koska korjaamo sijaitsee pääkaupunkiseudulla, on ylivoimaisesti yleisin korjaamolla käyvä bussimalli kaupunkiajoon suunniteltu Citea. Tarvittavien hyödyllisten erikoistyökalujen kartoitus aloitettiin käymällä kaikki Citea-mallin korjaamokirjat läpi ja poimimalla erikoistyökalujen nimet ja numerot ylös. Myös Ambassador -malli otettiin mukaan työhön tulevaisuutta ajatellen, koska käytettyjä Ambassadorsia on todennäköisesti tulossa Suomen teille piakkoin. Myös tulevaisuuden euro 6 -moottoreilla varustetut mallit kartoitettiin samalla tavalla, jotta uusien moottoreiden korjaamiseen voitaisiin varautua tulevaisuudessa.

Kun korjaamokirjat oli käyty läpi, verrattiin niiden työkaluja korjaamolla olemassa oleviin työkaluihin ja kategorisoitiin ne. Tällä tavalla saatiin todellisuutta vastaava lista, josta korjaamon nykytilanne suhteessa kaikkiin tulevaisuudessa hyvin todennäköisesti tarpeelliseksi tuleviin erikoistyökaluihin saatiin kartoitettua. Kartoituksen tuloksena huomattiin, että korjaamolta puuttui yllättävä määrä hyödyllisiä erikoistyökaluja (liite 1).

## 2.2 Priorisointi

Erikoistyökalut ovat melko kalliita ja niitä on saatavilla VDL:n tehtaalta varsin kattava valikoima suurempiakin korjaamoja varten, joten korjaamon olisi hyvä priorisoida hankinnat suunnitelmallisesti, jotta saataisiin mahdollisimman hyvä hinta-hyötysuhde työkaluihin käytetystä rahasta, varsinkin kun hankintaperusteet tällä hetkellä perustuvat vain työkaluista saatuun hyötyyn eikä mikään korjaamon ulkopuolinen pakota niitä hankkimaan.

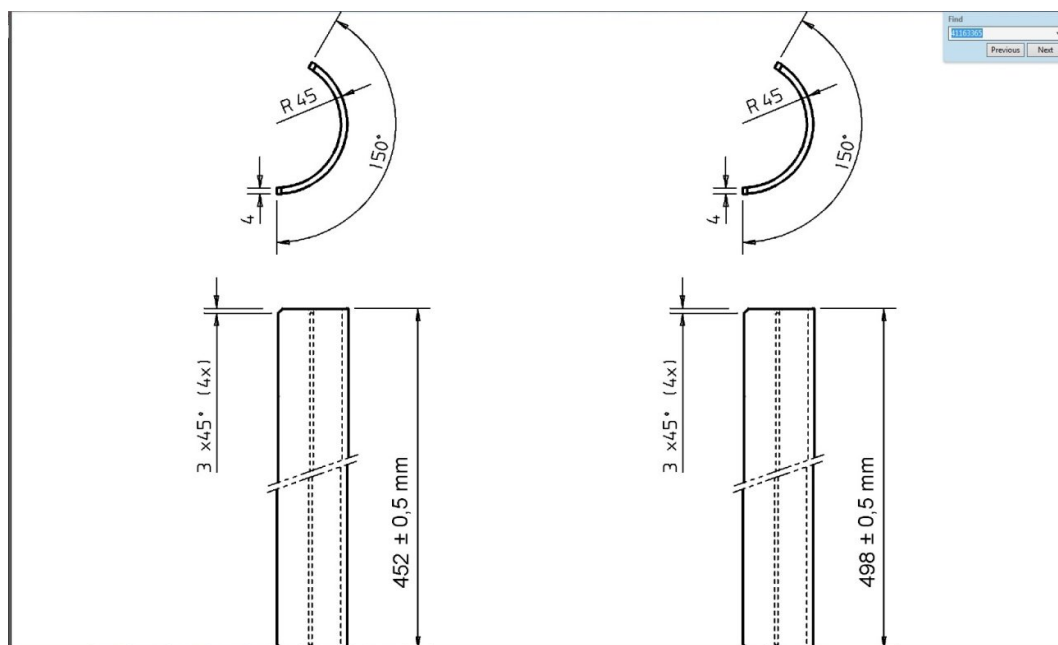
Hyödyllisiä erikoistyökaluja tuli listaan suhteellisen paljon, joten pienen korjaamon ei kannata yrittää hankkia kaikkia kerralla, vaan hankintoja tulisi priorisoida niiden tulevaisuuden tarpeen mukaan. Priorisoinnissa helpottaa autojen kilometrimäärän analysointi. Tietyt työt tulevat yleensä vastaan tiettyinä hetkinä ja erikoistyökalut tulisi hankkia ennakkoon näitä töitä varten. Uusimmat bussit ovat päästöluokitukseltaan jo euro 6 -moottoreilla varustettuja, mutta niillä on ajettu tällä hetkellä vielä hyvin vähän, joten niiden moottorikorjauksia ei ole ainakaan hetkeen tulossa. Euro 5 -kaluston erikoistyökalujen hankinta kannattaisi aloittaa ensin, ja niissä tulisi ensimmäisenä panostaa jarru- ja akselityökaluihin, koska nämä työt ovat ensimmäisiä vastaan tulevia töitä autojen kilometrimäärän kasvaessa ja niitä on myös asentajan hankalinta tehdä ilman kunnan työkaluja. Jarru- ja akselityökalujen jälkeen tulisi panostaa moottorikorjauksissa tarvittaviin erikoistyökaluihin, sillä bussien moottorit ovat melko matalaviritteisiä ja siksi moottorivaurioita tulee yleensä vastaan vasta myöhemmillä kilometreillä. Euro 6 -autojen työkalujen hankkiminen kannattaa aloittaa vasta, kun se tulee ajankohtaiseksi.

## 2.3 Teetettävät erikoistyökalut

Osaa VDL-erikoistyökaluista ei pysty tilaamaan VDL:n tehtaalta vaan ne on valmistettava itse. VDL on päätenyt ratkaisuun, jossa joidenkin erikoistyökalujen kohdalla annetaan tehtaalta korjaamolle ohjeet ja tekniset piirustukset työkalun mitoista ja korjaamo itse huolehtii työkalun valmistuksesta. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että työkalut pitää teetättää koneistamalla korjaamokirjojen piirustusten avulla. Tällä tavalla säästytään turhalta kuljetukselta varsinkin silloin, kun kyseessä on suuria, hankalasti kuljetettavia kappaleita. Teetettävät työkalut ovat yleisesti

yksinkertaisia ja lähes aina yhtenäisestä kappaleesta koostuvia, esimerkiksi mittaukseen, suuntaukseen tai lukitukseen tarkoitettuja osia. Korjaamolla oli jo ennestään suunnitelma itse valmistettavien työkalujen tekemisen osalta, joten sitä ei tässä työssä käsitellä.

Kuvissa 3 ja 4 on esimerkki teetettävästä erikoistyökälusta.



Kuva 3. Tehtaan ohje itse tehtävästä erikoistyökälusta (taka-akselin säätötyökalu)



Kuva 4. kuvan 3 ohjeen mukaan tehty valmis työkalu

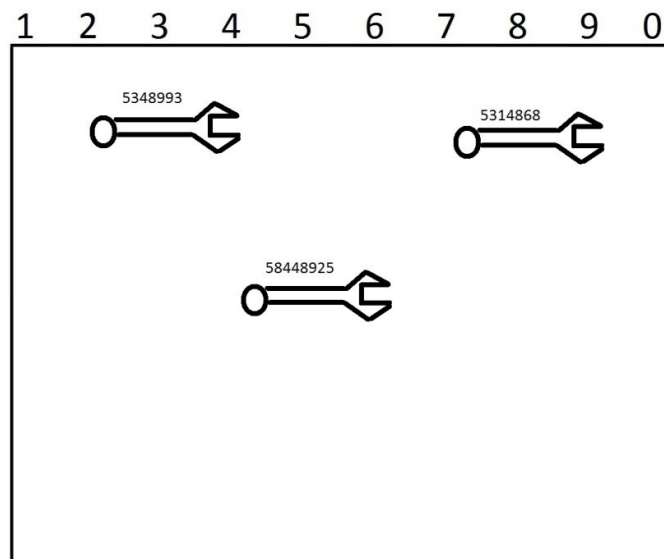
#### 2.4 Tilaus ja kirjanpito

Erikoistyökalujen määrän kasvaessa olisi hyvä pitää niistä tarkasti kirjaa ja tehdä selkeä toimintamalli niitä varten, jottei työkaluja häviä tai tule vahingossa tilattua useampaa kappaletta turhaan ja jotta niiden käyttö olisi mahdollisimman tehokasta. Erikoistyökaluille olisi hyvä määrittää vastuuhenkilö, joka vastaa niiden tilauksesta, kirjanpidosta ja järjestelystä. Kun vastuuhenkilö päivittää erikoistyökalulistaa ajan tasalle aina, kun uusia tilataan, löytävät korjaamon muut työntekijän helposti tarvitsemansa työkalun ja osaavat tilata sellaisen, jos sitä ei ole vielä hankittu. Vastuuhenkilön olisi hyvä tehdä erikoistyökaluinventaario esimerkiksi kerran puolessa vuodessa, jotta työkalujen tilanne olisi ajan tasalla.

## 2.5 Järjestely ja käyttö

Aikaisemmin VDL erikoistyökaluja ei oltu järjestelty juuri mitenkään, vaan ne olivat kaikki lähes sattumanvaraisessa järjestyksessä korjaamon takahuoneessa sijaitsevalla säilytysseinällä. Tämä oli toiminut työn aloitushetkeen asti hyvin, koska erikoistyökaluja oli vielä melko vähän. Kuitenkin tulevaisuutta varten tulisi harkita järjestelmää työkalujen helpomman käytön ja järjestelmällisen säilyttämisen mahdollistamiseksi. Inventaariota varten tehtyä listaa erikoistyökaluista voisi käyttää tulevaisuudessa myös katalogina. Huolto-ohjeen mukaan toimiva asentaja voisi katsoa tietokoneelta listasta, löytyykö huolto-ohjeessa suositeltua erikoistyökalua korjaamolta. Erikoistyökalunumeron perusteella asentaja löytäisi helposti tarvittavan työkalun ja osaisi laittaa sen myös käytön jälkeen paikalleen seuraavaa käyttäjää varten. Esimerkiksi seuraavanlainen malli voisi toimia työkalujen säilytykseen ja käyttöön:

Erikoistyökalut jaoteltaisiin tauluihin niiden käytön perusteella, moottorityökaluille oma taulu, akselityökaluille oma jne. Tauluissa työkalut jaoteltaisiin niiden viimeisen numeron perusteella, esimerkiksi työkalu numero 5348993 menisi numeron 3 alle jne, kuten kuvassa 5.



Kuva 5. Työkalujen järjestelyehdotus

Työkalukategorian voi myös jakaa kahteen tauluun esimerkiksi 0–4 ja 5–9, jos työkaluja olisi liikaa jossain kategoriassa.

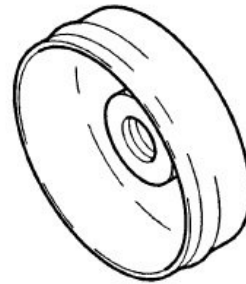
Työkalut on ryhmitelty korjaamokirjoihin helposti luettaviksi. Alla olevassa kuvassa 6 on esimerkki Citean korjaamokirjojen työkaluista. Kuvien alareunassa on aina numero, jonka perusteella työkalut on helppo lajitella.

## 1. SPECIAL TOOLS



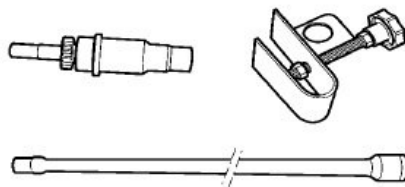
ILAk0047

PR engine boost pressure pressurization cap (see the dimensioned diagram page 1-8).



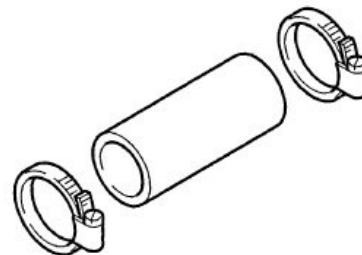
1329310

Boost pressure pressurization cap (VDL Bus & Coach no. 41329310)



ILAk0006

Engine cranking tool (VDL Bus & Coach no. 41453158).



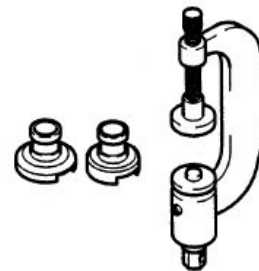
1329311

Hose and 2 hose clips for pressurization cap 411329311 (VDL Bus & Coach no. 411329310)



1240115

Oil filter key (DAF no. 1240115)



ILAk0008

Steering ball joint play measuring tool (VDL Bus & Coach no. 41329426)

Kuva 6. Erikoistyökaluja korjaamokirjasta [4]

### 3 Yleiset erikoistyökalut ja laitteet

#### 3.1 Nykytilanteen kartoitus

Yleisten erikoistyökalujen ja laitteiden tilanteen kartoitus tehtiin asentajia haastatteleamalla, viettämällä korjaamolla aikaa asentajien kanssa ja tekemällä havaintoja. Asentajien haastattelut toteutettiin 28.10.2013 ja niissä kysyttiin muun muassa seuraavaa:

- Mitkä työt ovat korjaamolla hankalimpia?
- Mitä työkaluja teidän mielestänne korjaamolle vielä tarvittaisiin?
- Milloin viimeksi on tullut tilanteita, jolloin joku työkalu puuttuu?
- Jos työkalu on puuttunut, miten töitä on pystytty tekemään ilman tarvittavaa työkalua?

Aluksi haastateltavien oli hankala keksiä mitään puuttuvaa, mikä todennäköisesti johtui siitä, että korjaamolla oli siihen asti totuttu hoitamaan jotkut työt hiukan soveltamalla tai lainaten työkaluja jostain muualta. Pienen kysyttelyn jälkeen kuitenkin ehdotuksia alkoi tullemaan mieleen. Asentajien ehdotusten ja toivomusten perusteella kerättiin lista, jonka perusteella työkaluja ruvettiin etsimään eri toimittajilta. Tämä tehtiin siksi, että kun tekijän itse muistelevat tilanteita, jolloin jotain on puuttunut ja se on hidastanut työtä, ja kun kyseiset puutteet korjataan, paranee korjaamon tehokkuus väistämättä. Puuttuvia työkaluja tutkiessa kävi ilmi, että kaivatuista erikoistyökaluista lähes kaikki löytyvät VDL:n työkalukuvastosta sekä merkkikohtaisten erikoistyökalujen hankintalistasta, ja ovat tehtaalta tilattavissa. Niiden lisäksi suurimmat puutteet olivat asentajien mielestä korjaamon varustelussa, jonka parantamisen avulla korjaamon toimivuutta pystyttäisiin parantamaan, sillä yksinkertaisimpienkin varusteiden puuttuminen saattaa tuhata yllättävän paljon työaika ilman, että siihen tulee kiinnitettyä huomiota ja varauduttua samaan tilanteeseen tulevaisuuden varalta. Listan hankintojen toteuttaminen parantaisi myös työmoraaalia ja yhteishenkeä, koska asentajille jäisi kuva, että työpaikalla heitä kuunnellaan ja jokaisen mielipide on tärkeä.



### 3.2 Asentajien ehdotukset

Tähän lukuun on kerätty tekijöiden ehdotuksia hankinnoista korjaamon toiminnan parantamiseksi.

#### 3.2.1 Hitsauslaitteet

Korjaamolla ei ollut haastattelujen aikaan omaa hitsauslaitetta, vaan sitä oli jouduttu lainaamaan joko asentajalta tai samassa hallissa toimivalta toiselta linja-autokorjaamolta. Hitsauslaite olisi ehdoton hankinta mahdollisimman pian, sillä hitsaustöitä tulee vastaan uusissakin linja-autoissa. Esimerkiksi koritöissä tai pakoputken korjauksissa ei ilman hitsauslaitetta pärjää. Hyvin varustellulla korjaamolla olisi hyvä olla sekä MIG- että TIG-laitteet. MIG-hitsauslaite soveltuu paremmin nopeisiin töihin, joissa hitsausseaman ei tarvitse olla täydellinen, mutta pakoputken hitsaukset ovat yleisimpiä hitsaustöitä ja esimerkiksi ruostumattomasta teräksestä valmistetut pakoputket ovat huomattavasti helpompi hitsata TIGillä.

Korjaamon hitsaustarpeisiin kävisi esimerkiksi:

MIG-hitsauslaite: Kemppi MinarcMig 200 EVO - 1050 € ALV 0 (ProTools)

TIG-hitsauslaite: Kemppi Mastertig MLS 2300 - 2980 € ALV 0 (ProTools)

Jos korjaamon budjetti on tiukka, voisi MIG-laitteen hankkia aluksi, koska ne ovat huomattavasti halvempia ja niillä onnistuu suuri osa hitsaustöistä.

#### 3.2.2 Induktiolämmitin

Joskus pultit ja mutterit etenkin alustan osissa saattavat jumiutua niin, ettei niitä saa käsin aukaistua tai liika voimankäyttö voi vaurioittaa niitä, mutta lämmittämällä esimerkiksi jumiutuneet mutterit voidaan saada irrotettua pienemmälläkin voimalla (kuvan 7 tapaan). Kaasulämmittimet ovat kuitenkin tänä päivänä vanhanaikaisia, koska nykyisin markkinoilta on saatavilla myös induktioon perustuvia, sähköllä toimivia lämmittimiä. Tällaiseen korjaamon kannattaisikin mieluummin panostaa, koska

induktiolämmittimen käyttö on asentajalle turvallisempaa ja mukavampaa ja se tulee halvemmaksi, kun kaasua ei tarvitse ostaa aika ajoin lisää. Induktiolämmittimiä on markkinoilla monenlaisia eri tarpeisiin, pienemmällä onnistuu lähinnä jumiutuneiden osien irroitus, mutta saatavilla on myös suurempitehoisia, esimerkiksi vääntyneiden osien taivuttamiseen soveltuvia lämmittimiä.

Korjaamon induktiolämmittimiksi soveltuisivat esimerkiksi

Pienempi lämmitin: Betag innovation Hotbox -2100 € ALV 0% (Suomen työkalu OY)

Suurempi lämmitin: Josam JH1000 -8900 € ALV 0% (Atoy OY)

Tämä kuumennin soveltuu hyvin linja-autojen kokoluokan raskaan kaluston kaikkiin lämmitystöihin ja on haastattelujen perusteella ollut suosittu myös useilla muillakin linja-autokorjaamoilla.



Kuva 7. Jumiutuneen pultin irrottaminen [5]

### 3.2.3 Pienemmät hankinnat

Asentajien ehdottamista pienemmistä hankinnoista tehtiin lista (liite 2), josta löytyy suurimpaan osaan hinnat ja toimittajat tilaajan etsinnän helpottamiseksi. Nämä hankinnat eivät ole taloudellisesti merkittäviä, mutta niiden hyöty voi olla yllättävän suuri, joten ne kannattaisi hankkia korjaamolle mahdollisimman pian.

Seuraavista varusteista oli haastattelujen perusteella korjaamolla pulaa:

- 6kpl pieniä raskaan kaluston pukkeja
- jakkarat
- asentajan alusta pyörillä (jottei autoa tarvitse aina välttämättä nostaa)
- invertteri 12/24 voltia
- isot kiintoavaimet, joitakin puuttuu
- CAN-analysaattori CAN-dataviestien valvontaan
- talvivarusteet, mm. huopa ja lämpimät työkasineet (pienemmissä töissä ei välttämättä tarvitsisi tuoda autoa sisään halliin)
- painepesuri korjaamon yleisen siisteyden parantamiseksi

### 3.3 Omat ehdotukset

Asentajien haastatteluiden lisäksi työtä varten haastateltiin useita työkalumyyjiä ja tutustuttiin heidän esitteisiinsä, minkä pohjalta korjaamolle tehtiin hankintaehdotuksia hyödyllisistä ja asentajien arkea helpottavista hankinnoista. Haastattelut tehtiin pääosin sähköpostitse, mihin kuluihin suurin osa ajasta. Haastatteluissa pyydettiin myyjiä suosittamaan pienemmälle linja-autokorjaamolle sopivia erikoistyökaluja ja laitteita sekä esittelemään muiden linja-autokorjaamoiden keskuudessa suosittuja tuotteita. Vastauksia tuli aluksi yllättävän niukasti ottaen huomioon myyjille annettu mahdollisuus myydä, mutta lopulta vastauksien sekä työkalumyyjien materiaaleihin perehtymisen avulla saatiin kerättyä joukko varteen otettavia hankintoja.

#### 3.3.1 Rengasnostin

Linja-autojen renkaat ovat painavia ja niiden käsittely hankalaa ilman koneapua. Yhden rengasnostimen hankkiminen korjaamolle helpottaisi renkaiden käsittelyä huomattavasti sekä eristäisi mahdollisia tapaturmia. Hyvä rengasnostin käy myös muiden painavien laatikoiden tai osien nostamiseen, jota bussikorjaamolla tulee vastaan jatkuvasti. Jos renkaita pitää liikutella enemminkin, olisi hyvä hankkia nostimen lisäksi myös rengaskärkyt.

Rengasnostimeksi kävisi: AC hydraulic WTA500 -1185 € ALV 0

(Suomen Työkalu OY)

Rengaskärkyt 300 kg: -290 € ALV 0 (Suomen Työkalu OY)

### 3.3.2 Hydraulisyliinterillä varustettu ulosvetäjä

Raskaan kaluston nivelet ja helat ovat aina hankalia irroittaa ja esimerkiksi pitkästä tangosta nivelen irrottaminen voi olla epäkäytännöllistä tavallisella prässillä. Ulos vedettäviä niveliä ja heloja varten on saatavilla hydraulisyliinterillä varustettuja, kohtuullisen pienikokoisia ulosvetäjiä, jolla työ helpottuu huomattavasti ja joitain osia ei tarvitse välttämättä irroittaa autosta prässäystä varten. Ulosvetäjät eivät hyötyyn nähden ole kovin kalliita, joten yksi kappale olisi korjaamolle erittäin hyvä lisä.

Sopiva hydraulinen vetotyökalu olisi esim Wallmek 32T (ToolX)

### 3.3.3 Ohjauskulmien mittauslaite

Asentajien haastatteluista kävi ilmi, että korjaamolla ei ohjauskulmia mitata ja säädetä itse, vaan korjaamon ulkopuolinen mittaaja tilataan tarkistamaan ne, jos sille on tarvetta. Tämä työ kannattaisi saada korjaamon sisäiseksi, varsinkin kun nykyisin on raskaalle kalustolle saatavilla helppokäyttöisiä ja edullisia lasermittaukseen perustuvia ohjauskulmien testauslaitteita, joilla saadaan lähes kaikissa tapauksissa ohjauskulmat tarkastettua jopa ilman auton nostamista ilmaan. Tällainen laite ei myöskään vie tilaa, vaan voidaan säilyttää ja ottaa esiin tarvittaessa.

Ohjauskulmien mittauslaite: KOCH HD-30 EasyTouch -7100 € ALV 0 (FinnTest).

Kuvasta 8 ilmenee kyseisen laitteen toimintaperiaate.

Esimerkki ulkoistetusta ohjauskulmien säädöstä korjaamon sisäiseen verrattuna

- ohjauskulmien tarkastuksia 2 kertaa kuussa
- kulmien tarkastus 350€, ulkoinen tarkastaja velottaa 300€
- asentajan työaika n. 3 tuntia / tarkastus ja säätö, asentajan palkka+lisät 30€/tunti

Tässä tapauksessa ulkoisella tarkastajalla korjaamo saisi 50€ mittaukselta, sisäisellä 260 € eli 210 € per tarkastus.

$$7100 \text{ €} / 210 = 34$$

Kahdella ohjauskulmien tarkastuksella ja säädöllä saataisiin siis esimerkkitapauksessa 16 kuukaudessa ohjauskulmalaitteen hinta takaisin, minkä jälkeen laitteesta tulisi voittoa. Tässä esimerkissä ulkoinen tarkastaja tekisi myös säädön itse.



Kuva 8. ohjauskulmalaite toiminnassa [6]

### 3.3.4 Ilmastoinnin elektroninen vuodonilmaisin

Linja-autoissa ja varsinkin pitkän matkan malleissa on suuret ilmastointilaitteet matkustajamäärien vuoksi, joten mahdollisia vuotokohtia on paljon. Elektroninen vuodonilmaisin säästäisi asentajan aikaa vuotoa etsiessä ja voisi olla hintaansa nähden hyvinkin kannattava hankinta juuri bussien ilmastointivuotoja etsittäessä. Vuodonetsintälaitteita saa erilaisia lähes jokaiselta työkalutoimittajalta; hintaa laitteille tulee mallista riippuen noin 200 – 500 €.

Tähän tarpeeseen sopiva laite olisi esim MCX-E2 Vuodonilmaisin (Finntest)

### 3.3.5 Kuilunostin

Raskaan kaluston korjaamolla huoltokuilu on kätevä ominaisuus, koska autojen nostaminen on hitaampaa kuin henkilöautopuolella. Korjaamolla ei työn aloitushetkellä ollut omaa huoltokuilua, vaan kaikki työt tehtiin pilarinostimien avulla. Kuitenkin muutto parempiin tiloihin on suunnitteilla, ja jos tilat sisältävät huoltokuilun, tarvitsee sitä varten hankkia kuilunostimen, jolla saa nostettua painavat autot ilmaan esimerkiksi pyöräntuennan korjauksia varten.

Työtä varten selvitettiin myös korjaamolle sopiva kuilunostin ja sen hinta:

Somerer HKS 14T                   -4800 € ALV 0 (FinnTest)

### 3.3.6 Asentajan endoskooppi

Joitain vianhakuja varten asentajan täytyy purkaa paljon osia päästäkseen käsiksi vialliseen osaan. Jos osa ei kuitenkaan ole viallinen, menee purkutyö usein hukkaan, koska sitä ei voi joitain poikkeuksia lukuun ottamatta keltään veloittaa. Tällaisissa tilanteissa asentajalle hyvä apu olisi endoskooppi eli pienellä kameralla varustettu putki, jolla pystytään tähystämään ahtaita paikkoja ja selvittämään, onko joku osa viallinen ilman, että sen edestä puretaan mitään (kuten kuvassa 9). Esimerkiksi sylinterin sisälle pystyy endoskoopilla näkemään kätevästi ilman purkamista. Halvimmillaan endoskooppeja saa alle sadalla eurolla esimerkiksi elektroniikkatarvikkeita myyvistä nettikaupoista, jos korjaamon kannettavaa tietokonetta voidaan käyttää ruutuna.



Kuva 9. Vianhakua endoskoopilla [7]

### 3.4 Hankinta ja kustannukset

Koska korjaamo on kooltaan pieni, ei kaikkia hankintoja kannata eikä pysty tehdä kerralla vaan niitä on tarvitsee priorisoida. Tässä työssä esimerkkinä käytettyjen yleisten erikoistyökalujen hinta tulisi yhteensä olemaan noin 35 000 €. Korjaamon toimivuuden kannalta kannattaisi aluksi panostaa työkaluihin, jotka mahdollistavat aikaisemmin mahdottomat työt, jotta korjaamon töiden skaala olisi laajempi. Vasta sen jälkeen kannattaa hankkia työkaluja, jotka nopeuttavat jo ennestään mahdollisia töitä. Listan viimeiseksi olisi järkevää jättää ne hankinnat, joille ei ole vielä ollenkaan käyttöä, esimerkiksi kuilunostin ja sähköautotyökalut.

### 3.5 Päivitys korjaamon tilanteeseen

Työn edistymisen aikana tilannetta kehitettiin jatkuvasti ja työn loppuvaiheessa 19.2.2014 korjaamon tilannetta oli parannettu hankkimalla korjaamolle puuttuvista varusteista muun muassa MIG-hitsauslaite, alustapukkeja, painepesuri, hydraulisynterisarja ja endoskooppi.

## 4 Sähköbuseihin varautuminen

### 4.1 Electric low floor Citea

VDL:n markkinoilla oleva sähkölinja-automalli on nimeltään Electric low floor Citea. Se on 12 metriä pitkä täyssähköajoneuvo. Mallia on saatavilla eri akustovaihtoehdoilla: Pidempiä matkoja varten on tarjolla suurempia akkupaketteja normaalilla pistokelatauksella matkustajapaikkojen kustannuksella. Kaupunkiajoon tarkoitettuihin linja-autoihin on saatavilla pienempi akkupaketti matkustajapaikkojen lisäämiseksi. Sen kanssa voidaan käyttää erilaisia nopeita latausmenetelmiä, kuten induktiota, ajojohtoja tai johdollista latausta. Electric Citeassa on päädytty napamoottoreihin, jotka on sijoitettu takapyörille, molemmille puoleille yksi kappale. Tällä tavalla on saatu voimansiirto mahdollisimman yksinkertaiseksi ja kevyeksi sekä huollon tarve pieneksi. Suomessa Electric Citeoita ei tällä hetkellä ole ajossa, mutta niiden käytöstä Suomen

teillä on ollut jo suunnitelmia. Alla kuva Electric Citeasta, se muistuttaa lähes täysin tavallista Citeaa.



Kuva 10. Electric Citea ajossa [8]

#### 4.2 Sähköbussien huollosta

Sähköbussien voimalinja on paljon polttomoottorimalleja yksinkertaisempi ja sen takia huollon tarve on myös huomattavasti suppeampi. Electric Citean moottorit ovat vaihtosähkömoottoreita, joiden toiminta koostuu lähinnä kahdesta osasta, staattorista ja roottorista, kun polttomoottorissa on tavallisesti yli 40 liikkuvaa osaa. Myöskään vetoakseleita ja vaihteistoa ei napamoottoreilla ajettaessa tarvita, joten senkään puolesta ei tarvitse hankkia työkaluja. Sähköbussien huolto koostuukin enemmän sähkövirtojen ja jännitteiden seuraamisesta ja analysoinnista, tarkistuksista sekä turvallisuuden varmistamisesta, koska ladattu akku on vaarallisempi kuin polttoainesäiliö. Tämän takia myös suurin osa sähköbussihuollon kustannuksista korjaamolle koostuu koulutuksista ja turvavarusteista sekä testereistä. Työkalujen ja suojausten lisäksi sähköajoneuvojen kanssa työskentelevän henkilön on käytävä tavallista enemmän koulutuksia, etenkin turvallisuuskoulutuksia.



### 4.3 Sähköbussien huollon hankinnat

Koska VDL -sähköbussit ovat todennäköisesti pitkään vain mainostoimintaa ja niitä on liikenteessä aluksi vain muutamia kappaleita, ei korjaamon kannata ruveta hankkimaan pitkään aikaan mallikohtaisia erikoistyökaluja tehtaalta. Sähköbusseja varten kannattaisi aluksi keskittyä olennaisiin työturvallisuuden vaatimiin perustyökaluihin, jotta niitä ylipäättään voidaan ottaa korjaamoon sisään toimenpiteitä varten. Tässä työssä onkin otettu huomioon ne työkalut, joita tarvitaan, jotta sähköajoneuvoille voidaan tehdä perus huolto- ja tarkastustoimenpiteet.

#### 4.3.1 Jännitteettömäksi teko

Ennen sähköajoneuvon korjaustoimenpiteitä täytyy se tehdä jännitteettömäksi, jotta sille tehtävät toimenpiteet olisivat turvallisia. Ajoneuvon jännitteettömyys täytyy tämän jälkeen myös aina todeta. Tätä toimenpidettä varten korjaamo tarvitsee jännitteenkoettimen. Jännitteenkoetin täytyy ehdottomasti olla kaksinapainen, ja sen on kestettävä sähköbussien kohdalla jopa 1000 voltin jännitettä. Jännitteettömäksi ajoneuvon voi todeta myös yleismittarilla, mutta jännitteenkoettimella virhekytkentä on mahdotonta, joten se olisi suositeltavampi vaihtoehto. Sähkö- ja elektroniikka-alan kansallisen standardointijärjestö SESKO ry:n mukaan jännitteenkoetin tulisi olla turvaluokituksestaan CAT 3 tai CAT 4 [9]. Sopivalle jännitteenkoettimelle tulee hintaa noin 150 €.

#### 4.3.2 Eristysvastusmittaus

Sähköbussien akustot ovat niin suuria, ettei maadoitus runkoon ole mahdollista, vaan se on toteutettu kahden akkukiskon välisellä jännite-erolla toisiinsa nähden. Tämän takia korjaustoimenpiteiden jälkeen tulee aina todeta eristysvastusmittauksella, ettei ajoneuvon korin kautta välity vaarallisen paljon virtaa. Virta saa olla yleisten säädösten mukaan maksimissaan 2 milliampeeria. Mittaus onnistuu eristysvastusmittarilla, johon voi johtaa tasavirran ja jonka jännite on suurempi kun suurjänniteväylän toimintajännite.

Hyvä eristysvastusmittari sekä sähköajoneuvoja varten hyvä yleismittari olisi esimerkiksi Bosch FSA050 -900 € ALV 0

#### 4.3.3 Jännitetyökalut

Sähköajoneuvoja korjattaessa täytyy ehdottomasti käyttää jännitetyökaluja eli sähköä eristävillä materiaaleilla päällystettyjä työkaluja. Sähköbussien korjausta varten tulisi varautua ainakin perus jännitetyökalusarjalla, joka kestää 1000 voltin jännitteet. Esimerkiksi Wurthilta on saatavilla 26-osainen, yleisimmät hylsyt ja avaimet sisältävä jännitetyökalusarja, joka sopisi hyvin alustavasti korjaamon tarpeisiin. Hintaa sarjalle tulee keskimäärin noin 1000 €



Kuva 11. Erilaisia jännitetyökaluja 1000 voltin jännitteille

#### 4.3.4 Suojavarusteet

Sähköajoneuvoja korjattaessa tulee aina käyttää jännitetöihin tarkoitettuja suojavarusteita, vaikka ajoneuvo olisikin todettu jännitteettömäksi. Ainakin seuraavia suojavarusteita olisi korjaamolta hyvä löytyä:

- silmien ja kasvojen suojat

- kypärä

- tulipalotilanteessa paloa jatkamaton, valokaarelta ja kuumuudelta suojaava suojavaatetus

-eristävät työjalkineet.

Suojavarusteiden tulisi myös olla 1000 voltin järjestelmien kanssa työskentelyyn tarkoitettuja, koska sähköbussien akustot toimivat yleensä noin 600 V – 1000 V jännitteillä. Jännitesuojavarusteita saa monesta sähkövarusteita tai suojavarusteita myyvistä liikkeistä kohtuulliseen hintaan, noin 300 € per henkilö. Jännitetöihin sopivia suojavarusteita myy esimerkiksi Suojalaite OY.

Sähköajoneuvojen korjauksessa tulisi myös rajata alue, missä jännitetöitä tehdään, eli korjaamolta pitäisi löytyä sopivat huomioköydet ja tolpat, joilla työn alla olevan ajoneuvon voisi tarvittaessa rajata, sillä vaikka ajoneuvoon ei koske, voi korkeiden jännitteiden takia valokaari hypätä pahimmassa tapauksessa ihmiseen, etenkin jos henkilöllä sattuu olemaan suuria hyvin sähköä johtavia esineitä käsissä.

## 5 Päätelmät

Erikoistyökalut ovat tärkeä osa merkkikorjaamon tehokasta toimintaa. Työn aloitushetkellä VDL Bus&Coach Finlandilla ei ollut määriteltyä toimintatapaa merkkikohtaisten erikoistyökalujen hankinnalle tai niiden kanssa toimimiselle. Korjaamolla oli pulaa sekä merkkikohtaisista työkaluista että joistain työvarusteista ja laitteista. Työkalujen ja laitteiden sekä erikoistyökaluja koskevan toimintatavan puuttuminen hidastaa korjaamotoimintaa ja tekee joistain töistä epämieluisia asentajalle, mikä saattaa laskea työmotivaatiota. Pahimmassa tapauksessa jotkut työt saattavat jäädä tekemättä oikeiden työkalujen puuttumisen takia. Erityisesti sähköajoneuvojen parissa toimittaessa on tärkeää, että korjaamolta löytyy kaikki tarvittavat varusteet töitä varten eikä turhia kompromisseja pidä tehdä, koska korkeiden jännitteiden kanssa työskentely voi olla hengenvaarallista.

Tämä insinöörityö toimii apuna VDL:n korjaamon tulevaisuuden työkalu- ja laitehankintojen suunnittelussa, jotta työkalutilanne paranisi ja korjaamolla pystyittäisi paremmin varautumaan toiminnan laajenemisen vaatimiin hankintoihin. Työn tuloksena saatiin ensin kartoitettua sekä erikoistyökalutilanne että korjaamon puutteet muiden erikoistyökalujen kohdalla. Kartoituksen perusteella saatiin kerättyä

hankintaehdotuksia, jotka parantaisivat korjaamon toimintaa sekä kehitysehdotuksia erikoistyökalujen käytön osalta, jotta käyttö olisi järjestelmällisempää. Sähkölinja-autojen osalta saatiin kartoitettua perushuoltotoimenpiteisiin tarvittavat perushankinnat, jotta sähköajoneuvon korjaaminen olisi laillista ja turvallista.

## Lähteet

- [1] Yrityksen esittely. Verkkodokumentti. VDL Bus & Coach.  
(<http://www.vdlbuscoach.com/Company/Company.aspx>). Luettu 5.11.2013.
- [2] VDL Konings – Medical subcontracting of assembly, metalworking and plastics processing, Medicaldevice-network. Verkkodokumentti. (<http://www.medicaldevice-network.com/contractors/manufacturing/vdl-konings/vdl-konings5.html>). Luettu 20.11.2013.
- [3] Kaupunkibussien esittely. Verkkodokumentti. Kuukankorpi.  
(<http://www.kuukankorpi.com/paikallisliikenne/bussityypit.html>). Luettu 20.11.2013.
- [4] JOSAM induction heating. Verkkodokumentti. Josam.  
(<http://www.josam.se/products/induction-heating/>). Luettu 12.12.2013.
- [5] Truck – HD-30 EasyTouch. Verkkodokumentti. Koch-Achsmessanlagen.  
(<http://kochachsmessanlagen.de/en/products/truck-hd30-easytouch.html>).  
Luettu 15.12.2013.
- [6] Video Endoscope PCE-VE 360N. Verkkodokumentti. Industrial needs.  
(<http://www.industrial-needs.com/technical-data/video-endoscope-pce-ve360.htm>).  
Luettu 10.1.2014.
- [7] Citea Low Floor Electric. Verkkodokumentti. VDL Bus & Coach.  
(<http://www.vdlbuscoach.com/Producten/Openbaar-vervoer/Citea/Citea-range/Citea-Low-Floor-Electric.aspx>). Luettu 2.2.2014.
- [8] SFS – 6002 Sähkötyöturvallisuus . 2. painos. Sesko ry.
- [9] Lasse Tiikkaja, Sähköbussikorjaamon suunnittelu (2014). Insinööriyö.  
Metropolia ammattikorkeakoulu.

VDL erikoistyökalulista

## ERIKOISTYÖKALUT

### VDL

#### ON

40484899 B (Wheel hub oil seal disassembly tool)  
41329495 (Knorr disc brake box)  
41159761 (Full ac pulley alignment tool)  
41329310 (Boost pressure pressurization cap)  
41453158 (engine cranking tool)  
41329426 (steering ball joint play measuring tool)  
40694831 (?)  
41329311 (Hose for pressure cap 41329310)  
41329459 (Vass 232 coupling disassembly tool)  
40485052 (air pressure gauge)  
40694786 (?)  
41310446 (Pin oil seal assembly tool)  
40694928 A (wheel hub oil seal removal tool)  
40694821 (?)  
40535653 (Pressure gauge)  
V-belt frequency gauge Optibelt TT3 (invaramppi)  
Coolant binocular

#### EI

40694941 (Vehicle speed simulation)  
40694980 (Axle shaft disassembly tool)  
30072550 (full ac pulley alignment tool (2))  
41329469 (Brake saddle lifting tool)  
41155546+41155549 (navigator mobile kit)  
belt tension gauge (ei numeroa)  
40950157 ("kneeling" Contra plug)  
41194535 (pitcat/vdl diagnostic tool)  
41148941 (Leaf spring bolt for aligning rear axle)  
40694941 (DELSI-2 vehicle speed signal simulation)  
40535654 (wabco air pressure system test box)  
40694829 (VDL assembly tool for polyamide line inserts)  
40950157 ("kneeling" female plug)  
3001862 (swivel axle bearing extractor)  
40535996 (adjustment gauge)  
40950157 ("kneeling" contra plug)  
40484977 (Drive flange (dis)assembly tool)  
41194535 (Pitcat/vdl diagnosis tool)  
Cooling system pressurization pump (midlock no. Te120)  
41329479 (Crankshaft craking tool)

**ZF****ON**

5870401146 (wheel hub nut assembly and disassembly too)

5870401163 wheel hub lock nut assembly and disassembly tool)

**EI**

5870050007 (A132 Wheel hub outer ring assembly tool)

5870281043 (wheel hub assembly and disassembly tool)

5870051053 (wheel hub oil seal assembly tool)

5870651085 (A132 Wheel hub unit guide sleeve)

5870345121 (RL75 Wheel hub assembly guide)

5870912012 wheel hub lock nut assembly and disassembly tool)

5870050003 (wheel hub wheel bearing outer race assembly tool)

5870610010 (Wheel hub wheel bolt assembly and disassembly tool)

5870050004 (wheel hub wheel bearing outer race assembly tool)

5870610012 (Wheel hub wheel bolt assembly tool)

5870345071 (Disassembly tool for removing the oil seal from the wheel hub on the same side as the brake disc

5870651099 (RL75 wheel hub guide sleeve)

5870053026 (RL 75 wheel hub oil seal assembly tool)

5870048317 (RL75 wheel hub disassembly tool)

5870260011 (wheel hub oil seal assembly tool)

**DAF****ON**

0,624625

0,654001

**EI**

Oil filter key

1240115

**DANA****ON****EI**

126917 (wheel hub guide brush)

126917 (pin oil seal assembly tool)

**Muut**

Windshield lifters

30018602 (king pin bearing)

691916

30018603

535916  
Pipe cutters

## **ITSE TEHTÄVÄT**

### **ON**

41163365 Front axle adjustment calipers  
41163364 Rear axle adjustment calipers

### **EI OLE**

ILAk0102 Swivel axle bearing bush alignment tool  
ILAk0101 Swivel axle bearing bush alignment tool  
UKAj0048 Special pressurization cab tool for checking the air intake system  
41152749 Front axle adjustment calipers (citea)  
41160158 Rear axle adjustment calipers (citea)  
ILAk0057 Wheel hub cover plate (hinausta varten)  
41148790 Spacer plate for removing the axle mounting pre tension  
ILAk0112 Locking pin for locking the height sensor  
ILAK0056 Wheel bearing assembly  
ILAk0058 Wheel hub nut assembly  
ILAk0105 Inspection tool for the front axle beam: straight edge  
UKAe0076 Steering wheel removal tool  
ILAk0097 Guide sleeve for hub bearing  
ILAk0103 Inspection tool for the front axle beam  
ILAk0104 Inspection tool for the front axle beam  
ILAk0098 Kingpin O-ring assembly tool  
ILAk0099 Kingpin O-ring assembly tool  
ILAk0100 Kingpin O ring assembly tool

## **Euro 6**

### **Ei ole**

99322230 Rotary telescopic stand  
99342157 Tool to extract injectors  
9934625 Tool to instal the crankshaft front gasket  
99346260 Tool to install the crankshaft back gasket  
99360184 Pliers for assembling and disassembling piston spit rings  
99360264 Tool for assembly and disassembly engine valves  
99360288 Box wrench for block junction bolts to the underblock  
99360292 Box wrench for block junction bolts to the underblock  
99360294 Tool to fit back valve guide  
99360321 Tool for rotating the flywheel  
99360325 Spacer (to be used with 99360321)  
99360334 Compression tool for checking the protrusion of cylinder liners



99360335 Cylinder liner compression plate (used with 99360334)  
99360351 Tool for stopping the engine flywheel  
99360500 Tool to lift crankshaft  
99360505 Beater for tree removal and replacement bushings distribution  
99360558 Tool for lifting and carrying shaft rockers  
99360585 Swing hoist for engine disassembly assembly  
99360605 Belt to insert piston in cylinder liner (60-125 mm)  
99360612 Tool for positioning engine P.M.S  
99360613 Tool for timing of phonic wheel on timing gear  
99360703 Tool to stop cylinder liners  
99360706 Tool to extract cylinder liners (use with special rings)  
99360724 Ring (115mm) used with 9960706)  
99361046 Rotary engine stand mountin bracket 99322230  
99368542 Series 9 keys to insert 14x18  
99370400 Timing control tool (use with 99395606)  
99370415 Base supporting the dial gauge for checking cylinder liner protrusion (used with 99395603)  
99389833 14x18 plug wrench (20-120 Nm)  
99389834 Torque screwdriver for calibrating the injector solenoid valve connector check nut  
99390310 Valve guide sleeker  
99395216 Measuring pair for angular tightening with 1/2" and 3/4" square couplings  
99395221 Gauge for determining distance between tree distrubution and high pressure pump  
99395222 Gauge for determining distance between camshaft and gear for reference  
99395603 Dial gauge 0-5mm  
99395606 Dial gauge 0-30mm  
99340051 Extractor for crankshaft front gasket  
99340054 Extractor for crankshaft rear gasket  
99360341 Tool to rotate engine flywheel  
99360603 Belt to insert piston in cylinder liner 90-175mm  
99395223 Gauge for camshaft phasing

### **Euro 6 cummings**

#### **Ei ole**

3163054 Camshaft gear installation/removal tool  
3163720 Dowel pin extractor  
3163934 M12x1.75 Assembly guide pin  
3163935 M10x1.25 Assembly guide pin  
3163936 M8x1.0 Assembly guide pin  
3164977 M8x1.25 Assembly guide pin  
3376488 M10x1.5 Assembly guide pin  
3165035 Cam Bushing Driver  
3165045 Camshaft bushing tool  
3375326 Crankshaft gear remover  
3375432 Crank detention kit  
3375957 Nylon lift sling  
3377399 Magnetic base indicator holder  
3822513 Tappet removal tool kit  
3823137 Piston ring expander  
3823612 Flexible hone

3823818 Main bearing rollout tool  
3824078 Wear sleeve installation tool  
3824591 Engine barring gear  
4918219 Precision straightedge  
3822709 Threaded insert kit  
3164438 Depth Gauge assembly  
3164659 Crankshaft seal replacer (front)  
3823585 Gear splitter  
4918294 Piston ring compressor  
3164070 RTV sealant  
3164067 RTV silicone sealant  
3164660 Crankshaft seal replacer (rear)  
3375182 Valve spring tester  
3822510 Injector bore brush  
3823258 Abrasive pad  
3164057 Capscrew length gauge  
3164055 Valve stem seal installer  
3163293 Boot Plier  
3164329 Valve spring compressor  
3165170 Valve seat extractor collet  
3165171 Valve seat installer  
3165182 Valve guide arbor  
3376405 Valve seat grooving tool  
3165183 Valve seat cutters  
ST-257 Valve seat cutter  
3375960 Valve spring compressor  
3375432 Crack detection kit  
3822566 Blowby tool 302 inch orifice  
ST111-3 Manometer  
3823208 Torque wrench-inch-pound  
3824591 Barring tool  
3165175 Barring plug remover  
3822513 Tappet replacement kit  
3164491 Pressure/vacuum module  
419139 Graduated breaker  
3164618 Fuel return flow hose (injector and fuel pump m12)  
3164617 Fuel return flow hose (fuel rail pressure relief valve  
m14)  
4918679 Fuel return flow hose M12  
3164621 0.043-inch diagnostic fuel line  
3376859 Compuccheck quick connect coupling  
3824842 Compuccheck fitting  
3042618 Compuccheck fitting  
3377244 Compuccheck fitting  
3932302 Compuccheck extension fitting  
3164025 Fuel connector remover  
3823208 Torque wrench (injector terminal nuts)  
3164707 Fuel pump drive gear retention tool  
3375326 Bearing separator tool  
3163381 Fuel pump gear puller  
4918317 Spacer (used with 3163381)  
4918295 Fuel return flow hose

4918413 12mm banjo screw (fuel pressure cheking)  
4918354 Fuel return flow tester kit  
4918462 Fuel pressure gauge adapter kit 5/16  
4918696 Fuel pressure gauge adapter kit 3/8  
4918895 Fuel pressure gauge adapter kit 1/2  
4918298 Fuel system leak tester  
4918464 Fuel tube plug  
3823024 Injector puller  
4918324 Fuel pressure gauge adapter kit 12mm banjo  
4919698 Fuel pressure gauge adapter kit 14mm banjo  
3823876 Lubrication oil cooler test kit  
3823875 Dipstick install/remove  
3400158 Oil filter wench  
3376579 Tube (filter) cutter  
3822985 Combustion gas leak tester  
3824319 Coolant dam/pressure tester  
3164499 Digital thermometer  
3164498 Bead probe (used with 3164499)  
3824556 Charge air cooler tester  
4919281 Turgocharger actuator inspection gauge kit  
4919498 Air handling clean care kit  
2892393 Quick connect connector remover  
4918576 Exhaust restroction/pressure adapter  
4918839 Diesel particulate filter cleaner HEPA filter  
4918840 Diesel particulate filter cleaner  
4918841 Diesel particulate filter cleaner vacuum filter  
4918842 Diesel particulate filter cleaner canister filter  
4918851 Diesel particulate filter cleaner water separator  
4918892 Diesel particulate filter cleaner adapter kit  
4918896 Diesel particulate filter oil separator filter  
4919052 Diesel particulate filter cleaner  
4919053 Diesel particulate filter cleaner canister filter  
4919573 Extension kit  
2892280 Air compressor cleaning kit  
3163524 Pulley alignment fixture  
3164490 Clamp on current probe  
3377462 Digital optical tachometer  
**3162871 Engine lifting fixture**  
3990099 Oil fill adapter  
3375710 Drivetrain dynamometer  
3163890 Engine control  
ST-1325 Digital gauge attachment  
3164659 Oil seal replacer (front)  
3164660 Oil seal replacer (rear)  
3376638 Vibration damper guide pin  
3376488 Accessory drive support guide pin  
3164085 Cup plug driving tools (universal handle)  
3376816 Cup plug driving tools (driver head 1 inch)  
3376817 Cup plug driving tools (driver head 1-1/4 inch)  
3383520 Cup plug driving tools (driver head 11/16 inch)  
3382354 Cup plug driving tools (driver head 2-1/4 inch)  
3822372 Cup plug driving tools

2892092 Data link adapter kit  
2892289 ECM bench top calibration harness adapter  
2892512 CM2350 connector repair kit  
3400280 Cummins wiring repair service tools bulletin  
4919115 Electrical test lead kit  
5298734 CM2350 wiring harness repair kit

## TYÖKALUHANKINNAT

### Asentajien ehdotukset

Pienet pukit (6 kpl) Nordlift 450 €/kpl Suomen työkalu OY

jakkaroita motonet -27 € numero: 38-4502

Asentajan alusta (korjaukset ilman nostamista) Motonet numero 80-8808 -40 €

Inverterit testaukseen (12V-24V) esim.

<http://www.tarviketalo.net/fi/VIIHDEHY%C3%96TY/AUTOILU/INVERTTERIT/1651/HQ+24VDC++12VDC+J%C3%84NNITEMUUNNIN+/1192>

Can analysaattori <http://www.ifm.com/products/fin/ds/EC2036.htm> (löytyy varmaan muualtakin helpommin)

Hitsauskoneet: MIG: <http://www.protools.fi/kemppi-minarcmig-200-evo-mig-hitsauslaite.html> -1299 € -alv, TIG:

<http://www.protools.fi/kemppi-mastertig-mls-2300-ac-dc-tig-hitsauskone.html> -3690 € - ALV.

### Omat ehdotukset

Wallmek 32 t hydraulisyylinteri ja vetosarja <http://www.toolx.fi/ohjeet/Wallmek-ka-esite.pdf>

Rengaskärry 300 kg (Suomen Työkalu OY -290 €)

Pari rengasnostimet WTA 500 <http://www.ac-hydraulic.dk/en/products/wheel-trolleys/wta500/> (Suomen Työkalu OY -1060 € + apuvarsi 125 €)

Ohjauskulmalaitte (KOCH HD-30 EasyTouch, FINNTEST

<http://www.finntest.fi/catalog/346/product/1209/KHHD-30> -7100€ (Finntest)

Induktiolämmittimet: ISO: Josam JH1000 (induktioteho 10KW) Atoy oy (Pohjola, Scania, Veolia) OVH -8900 €

PIENI: Betag innovation Hotbox Suomen työkalu OY (<http://www.betaginnovation.com/en/products/induction-heater/hot-box/betaginnovation.com-dent-removal-hot-box.html>) OVH -2600 €

Painepesurit: alkaen -200 € esim <http://www.protools.fi/kranzle-hd-10-122-kylmavesipainepesuri.html>

Endoskooppi : [http://www.suomentyokalu.fi/verkkokauppa/ilmastointihuolto/mittaus-ja-](http://www.suomentyokalu.fi/verkkokauppa/ilmastointihuolto/mittaus-ja-diagnostiikkalaitteet/vb36-endoskooppi-8885104000-p-7683.html)

[diagnostiikkalaitteet/vb36-endoskooppi-8885104000-p-7683.html](http://www.suomentyokalu.fi/verkkokauppa/ilmastointihuolto/mittaus-ja-diagnostiikkalaitteet/vb36-endoskooppi-8885104000-p-7683.html)

Ilmastoinnin elektroninen vianetsintä esim. <http://www.finntest.fi/catalog/67/product/753/MAMCX-E2> 200-400 €

Kuilunostin uuden korjaamotilan varalta (SGS-HKS LIITE) 4800 €

### Sähköbussit

Jännitteenkoetin CAT 4

[http://sahkotuote.fi/kauppa/index.php?main\\_page=product\\_info&cPath=100050\\_100124&products\\_id=6771949](http://sahkotuote.fi/kauppa/index.php?main_page=product_info&cPath=100050_100124&products_id=6771949)  
(137 € sis alv)

Yleismittari + eristysvastusmittari: Bosch FSA050 -900 € alv 0 (<http://www.ikatech.fi/tuotteet.html?id=15/134>)