



Kasper Nieminen

# Ajoneuvokaluston digitaalisen kaksosen tiedot

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Konetekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

31.3.2021

## Tiivistelmä

Tekijä: Kasper Nieminen  
Otsikko: Ajoneuvokaluston digitaalisen kaksosen tiedot  
Sivumäärä: 37 sivua  
Aika: 31.3.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)  
Tutkinto-ohjelma: Konetekniikan tutkinto-ohjelma  
Ammatillinen pääaine: Koneautomaatio  
Ohjaajat: Projektipäällikkö Lasse Nykänen, Vediafi Oy  
Lehtori Juho Vallivaara, Metropolia AMK

---

Elokuussa 2021 astuu voimaan uusi Euroopan unionin asettama direktiivi, joka määrittää jäsenmaille vaatimuksia puhtaan ajoneuvokaluston hankinnassa. Direktiivi koskee julkisia toimijoita, joiden tulee täyttää direktiivin mukaiset vaatimukset uuden ajoneuvokaluston hankinnassa. Direktiivin avulla pyritään ohjaamaan pienempää ajoneuvokalustoa hiilidioksidin päästörajoilla sekä raskaampaa kalustoa käyttövoimarajoituksilla, joilla pyritään puhtaisiin polttoaineisiin.

Projektin asiakasyrityksenä toimiva Vediafi Oy kehittää ja myy ratkaisuja, joilla voidaan tehostaa logistiikkaa ja edistää ympäristöystävällisyyttä. Tämä opinnäytetyö on osa Vedian laajempaa Clean Vehicle Wizard -nimistä verkkopohjaisen työkalun kehitysprojektia. Työkalun avulla Vedia mahdollistaa asiakkailleen kestävänsä kehityksen huomioimisen osana erilaisia kuljetuspalveluita sekä omassa ajoneuvokalustossa ja kuljetustoiminnassa. Opinnäytetyön tavoitteena on määrittää, mitä tietoja CVW-työkalun sisällä olevien ajoneuvokaluston digitaalisten kaksosten tulisi sisältää. Tietojen tulee olla lajiteltuna ajoneuvoluokkiin ja omiin kategorioihinsa käyttötehtävien mukaan.

Tietoja kerättiin eri ajoneuvovalmistajilta, ajoneuvovarustelijoilta sekä kuljetus- ja logistiikka-alalla toimivilta kuljettajilta haastattelemalla. Tietojen keräämisessä keskityttiin oleellisimpiin tietoihin, joilla voidaan luoda lisäarvoa CVW-työkalun avulla asiakkaalle. Tietojen avulla luotiin laaja Excel-taulukko, jossa tiedot lajiteltiin ajoneuvoluokittain ja käyttötehtävien mukaan siten kuin direktiiviä sovelletaan.

Työn tuloksena saatiin luotua laaja ja järjestelmällinen tietopankki Excel-taulukkona, jonka avulla Vedia pystyy hyödyntämään sitä CVW-työkalun kehityksessä. Tietopankki toimii hyvänä lähtötietotasona ja tietoja on mahdollista lisätä ja muokata helposti tulevaisuudessa uusien oleellisten tietojen osalta.

Avainsanat: Digitaalinen kaksonen, CVD, EU-direktiivi, puhdas ajoneuvo, CVW-työkalu, logistiikka, COM(2017) 653 final

## Abstract

Author: Kasper Nieminen  
Title: Information of the vehicle fleet digital twin  
Number of Pages: 37 pages  
Date: 31 March 2021

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Mechanical Engineering  
Professional Major: Machine Automation  
Instructors: Lasse Nykänen, Project Manager, Vediafi Oy  
Juho Vallivaara, Senior Lecturer, Metropolia UAS

---

In August 2021, a new Clean Vehicle Directive will enter into force approved by the European Union. The directive defines minimum targets for the share of 'clean' vehicles in procurements undertaken by public sector operators. The directive controls CO<sub>2</sub> emission limits for smaller light-duty vehicles, and with heavy-duty vehicles such as coaches and trucks, the directive promotes the use of clean and alternative fuels with propulsion restrictions.

The client of the project, Vediafi Oy, develops and sells solutions that can be used to increase the efficiency of logistics and promote environmental sustainability. This thesis is part of Vedia's broader web-based tool development project, called Clean Vehicle Wizard. With the help of the tool, Vedia encourages its clients to take sustainable development into account as part of transporting services as well as in their own vehicles and transport operations. This thesis aims to define what kind of information the vehicle or the vehicle fleet digital twins should have inside the CVW-tool. The data should be divided into various vehicle categories also according to the function of the vehicle.

The information data was collected from various vehicle manufacturers including vehicle equipment companies. The data were also collected by interviewing people who have long-term expertise in the logistics industry. The data collection focused on the most relevant information that can be used to create added value for the customer using the CVW tool. Finally, an extensive Excel spreadsheet was created for the data, and following the Directive's orders, the data was also divided into various vehicle categories as planned.

As a result, an extensive and systematic data bank was created as an Excel spreadsheet. The data bank allows Vedia to utilize it in the development of a CVW tool, and the data bank also functions as a good source of input data. In the future, it will be possible to edit the information easily and add new relevant information.

Keywords: Digital twin, CVD, directive, clean vehicle, CVW tool, logistics, COM(2017) 653 final

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	EU:n asettama puhtaiden ajoneuvojen direktiivi	2
2.1	Direktiivin taustat	2
2.2	Suomen liikenne- ja viestintäministeriö	3
2.3	Direktiivin soveltaminen	3
2.4	Direktiivin asettamat puhtaan ajoneuvon vaatimukset ajoneuvoluokittain sekä nykytilanne	5
3	Vediafi Oy ja Clean Vehicle Wizard	10
3.1	Vediafi Oy	10
3.2	CVW - Clean Vehicle Wizard -työkalu	10
4	Ajoneuvon digitaalinen kaksonen	13
5	Digitaalisen kaksosen tiedot CVW-työkalussa	16
5.1	Ajoneuvoluokat ja tietojen jaottelu	16
5.1.1	Kaikkia ajoneuvoluokkia koskevat yhteiset tiedot	16
5.1.2	M1-luokan henkilöautot	19
5.1.3	N1-luokan pakettiautot	20
5.1.4	M2-luokan pikkubussit	22
5.1.5	M3-luokan linja-autot	25
5.1.6	N2-luokan kevyt kuorma-autot	26
5.1.7	N3-luokan kuorma-autot	28
5.1.8	N2- ja N3-luokkien hyvät ominaisuudet	29
5.2	Ehdotelma tietojen keräämiseen käyttöönottotarkastuksen avulla	30
5.3	Ajoneuvon sensoritietojen hyödyntäminen OBD-järjestelmällä	32
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	36

## Lyhenteet ja käsitteet

CVD	<i>Clean Vehicle Directive</i> . Puhtaiden ajoneuvojen direktiivi.
CVW	<i>Clean Vehicle Wizard</i> . Vedian verkkopohjaisen työkalun nimi.
CO2	Hiilidioksidin molekyylikaava. Käytetään usein hiilidioksidipäästöjen lyhenteenä.
LVM	Suomen liikenne- ja viestintäministeriö.
EU	Euroopan unioni.
(COM(2017) 653 final)	Euroopan komission ehdotus puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen edistämisestä tieliikenteessä.
(2009/33/EY)	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi puhtaiden ja energiatehokkaiden tieliikenteen moottoriajoneuvojen edistämisestä
CPV-koodi	<i>Common Procurement Vocabulary</i> . Yhteinen hankinta- ja viitenimikkeistö Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksen 2195/2002/EY mukaisesti.
ELY	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus.
M- ja N -luokat	ajoneuvoluokkia, joihin kuuluvat henkilöiden tai tavarankuljetukseen taikka määrättyyn erikoistehtävään valmistetut moottorikäyttöiset ajoneuvot.

L-luokka	L-luokan ajoneuvoja ovat moottorikäyttöiset kaksi-, kolmi- tai nelipyöräiset ajoneuvot.
CO2 g/km	Tapa, jolla ilmoitetaan ajoneuvon hiilidioksidipäästöt grammoina per ajettu kilometri.
CNG	Paineistettu maakaasu.
LBG	Nesteytetty biokaasu.
LNG	Nesteytetty maakaasu.
LPG	Nestekaasu.
(2014/94/EU)	Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/94/EU, annettu 22 päivänä lokakuuta 2014 , vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta.
HSL	Helsingin seudun liikenne. Pääkaupunkiseudulla toimiva lähiliikenteen toimija.
Vedia CaaS	<i>Vedia Corridor as a Service</i> . Vedian korridoripalvelu.
IoT	<i>Internet of things</i> . Viitataan esineiden internet-aikaan.
VIN-tunniste	<i>Vehicle Identification Number</i> . Ajoneuvon valmistenumero on ISO 3779 -standardin mukainen ajoneuvokohmainen valmistenumero. Yleensä 17 merkkiä pitkä.
GDPR	<i>General Data Protection Regulation</i> . Yleinen tietosuojasetus.

VPL/SHL-kuljetukset	Vammaispalvelu- ja sosiaalihuoltolain mukaiset kuljetukset.
NEDC	<i>New European Driving Cycle</i> . Eurooppalainen testistandardi henkilöautojen ja kevyiden hyötyajoneuvojen polttoaineen kulutuksen ja päästöjen mittaamiseen.
WLTP	<i>Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure</i> . Syyskuun alussa vuonna 2017 voimaan tullut uusi maailmanlaajuinen yhdenmukaistettu kevyiden ajoneuvojen testausmenettely päästöjen mittaamiseen. Korvaa NEDC-menettelyn.
HUD	<i>Heads-up display</i> . Ajoneuvon tuulilasille heijastettava näyttö.
ABS	<i>Anti-lock braking system</i> . Ajoneuvojen lukkiutumaton jarrujärjestelmä.
HVAC	<i>Heating, ventilation, and air conditioning</i> . Raskaamman kaluston lämmitys-, tuuletus- ja ilmastointijärjestelmä.
CVT-vaihteisto	<i>Continuously Variable Transmission</i> . Tarkoittaa portaatonta automaattivaihteistoa, jossa teho välitetään esimerkiksi kiilahihnavariaattorilla.
UN ECE Regulaatio 118	Regulaatio erityisesti linja-autojen paloturvallisuuteen; määrittelee esimerkiksi varustelussa käytettävien materiaalien paloturvallisuuden.
OBD	<i>On-board diagnostics</i> . Ajoneuvon itsediagnostiikkajärjestelmä.

OBD2	<i>On-board diagnostics</i> . Vuonna 1996 käyttöön otettu ja standardoitu ajoneuvon itsediagnostiikkajärjestelmä Yhdysvalloissa.
EOBD	<i>European on-board diagnostics</i> . Vuonna 2001 käyttöön otettu ja standardoitu ajoneuvon itsediagnostiikkajärjestelmä Euroopassa.
CAN-väylä	<i>Controller Area Network</i> . Automaatioväylä datan- ja tiedonsiirtoon, jota käytetään ajoneuvoissa, koneissa ja teollisuuslaitteissa.
EVAP	<i>Evaporative Emission Control</i> . Ajoneuvon polttoainejärjestelmän höyryjen keräysjärjestelmä, joka estää höyryjen pääsyn ilmakehään.
EGR	<i>Exhaust Gas Recirculation</i> . Ajoneuvoissa pakokaasun takaisinkierrätys- eli EGR-järjestelmä, joka kierrättää osan pakokaasuista uudelleen sylintereihin.
PCV	<i>Positive crankcase ventilation</i> . Kampikammion tuuletusjärjestelmä, joka poistaa ei-toivotut kaasut ajoneuvon moottorin kampikammioista.
VVT	<i>Variable valve timing</i> . Ajotilanteen mukaan säätävä moottorin venttiilien ajoitusjärjestelmä.
DOR	<i>Direct Ozone Reduction</i> . Ajoneuvon järjestelmä, jolla vähennetään suoran otsonin pääsemistä moottorin ilmanottojärjestelmään.
USB	<i>Universal Serial Bus</i> . Yleinen käytössä oleva fyysinen tiedonsiirtojärjestelmä.



## 1 Johdanto

Opinnäytetyöni aiheena oli ajoneuvokaluston digitaalisen kaksosen sisältämien tietojen määrittely eri ajoneuvoluokittain osana isompaa projektia. Digitaalisella kaksosella tarkoitetaan jotain tuotetta, esinettä tai esimerkiksi kokonaista tuotantolaitosta, josta on luotu virtuaalisessa maailmassa esiintyvä identtinen ”kaksosen”. Ajoneuvon digitaalisesta kaksosesta sekä sen merkittävistä hyödyistä kerrotaan tarkemmin luvussa 4.

Projektin tilaajana ja asiakasyrityksenä oli suomalainen Vedia (Vediafi Oy), joka kehittää ja myy ratkaisuja, joilla voidaan tehostaa logistiikkaa sekä tehdä siitä ympäristöystävällisempää. Työssä keskityttiin Vedian CVW – Clean Vehicles Wizard -työkaluun, jonka avulla voidaan huomioida kestävän kehityksen mukaiset todelliset CO<sub>2</sub>-päästöt osana ajoneuvokaluston hankintaprosessia. Työkallulla voidaan varmistaa ajoneuvon vaatimustenmukaisuus uuden EU:n asettaman puhtaiden ajoneuvojen direktiivin (CVD) mukaan. Direktiivi määrittelee ja ohjaa julkisia toimijoita uusien ajoneuvojen hankinnassa ja rajaa mm. pienille autoille CO<sub>2</sub>-päästörajoitukset sekä raskaille ajoneuvoille käyttövoimarajoitukset tietyille määrälle koskien uutta kalustoa.

Opinnäytetyön tavoitteena oli määrittellä CVW-työkaluun luotavien ajoneuvojen digitaalisten kaksosten sisältämät tekniset tiedot, erilaiset varustetiedot sekä käytön aikaiset seurattavat metatiedot. Tiedot tuli luokitella direktiivin vaikutuksen alaisiin soveltamisaloihin sekä ajoneuvoluokkiin. Tavoitteena oli myös rikastaa tietokantaa tiedoilla, joiden avulla digitaalista kaksosta koskevan ajoneuvon omistaja pystyy hyötymään käytännössä. Esittelen raportissa myös, kuinka näitä määriteltyjä tietoja voidaan kerätä esimerkiksi ajoneuvon käyttöönottoarkistuksen avulla. Tietojen merkittävimpinä lähteinä käytettiin pääosin omaa henkilökohtaista kokemusta ajoneuvoalalta, valmiita ajoneuvotietokantoja, ajoneuvojen valmistajien tietoja sekä logistiikan aloilla toimineiden henkilöiden haastattelemalla selvitettyjä kokemuksia.

Opinnäytetyö toteutettiin Metropolia Ammattikorkeakoulun Digi-Salama-hankkeena ja oli osa isompaa projektikonaisuutta, jossa opinnäytetyön aihealue rajattiin digitaalisen kaksosen tietojen selvittämiseen ja keräämiseen. Projektissa mukana ollut toinen henkilö loi varsinaisen digitaalisen kaksosen verkkopohjaisena työkaluna. Luotu uusi työkalu hyödyntää ja yhdistää useita tietokantoja, mukaan lukien tässä projektissa luotu tietopankki, joiden avulla luodaan yksilöidylle ajoneuvolle digitaalinen kaksonen eli Digital Twin.

## **2 EU:n asettama puhtaiden ajoneuvojen direktiivi**

### **2.1 Direktiivin taustat**

Euroopan unionin komissio on antanut vuonna 2017 ehdotuksen (COM(2017) 653 final) muuttaa vuonna 2009 luotua direktiiviä (2009/33/EY) puhtaiden ja energiatehokkaiden ajoneuvojen edistämisestä tieliikenteessä puhtaiden autojen direktiivillä (Clean Vehicle directive, CVD). Uusi direktiivi koskee useita merkittäviä eri soveltamisaloja, joilla toteutetaan julkisia hankintoja ajoneuvo- sekä liikennepalveluina. Direktiivi koskee EU:n jäsenmaita ja edellyttää julkiselta sektorilta ajoneuvokaluston hankinnassa, vuokrauksessa sekä osamaksukaupalla toteutettavassa hankinnassa puhtaiden ajoneuvojen prosentuaalisia vähimmäisosuuksia. Vaatimukset koskevat ainoastaan uusia hankintoja, jotka ylittävät EU:n hankintalainsäädännön hintakynnykset. Direktiivissä määritetään myös erikseen kolmelle ajoneuvokategorialle erilaiset velvoitteet ja määritellään, millainen on puhdas ajoneuvo. Kategoriat ovat pienemmät henkilö- ja pakettiautot sekä raskaan kaluston ajoneuvot ja linja-autot. [1; 2.]

Direktiivin velvoitteet on jaettu kahdelle hankinta-ajanjaksolle siten, että ensimmäinen jakso astuu voimaan 2.8.2021 ja kestää vuoden 2025 loppuun asti. Toinen jakso alkaa vuoden 2026 alusta ja päättyy vuonna 2030. Lisäksi direktiivissä velvoitetaan EU:n jäsenmaita valvomaan sekä raportoimaan muutoksen tuloksista varsinkin toteutuneiden CO<sub>2</sub>-päästöjen osalta. [1; 2.]

## 2.2 Suomen liikenne- ja viestintäministeriö

Suomen liikenne- ja viestintäministeriö (LVM) kuuluu Suomen valtioneuvostoon ja vastaa Suomen osalta puhtaiden ajoneuvojen direktiivin toteutuksesta. Ministeriö yhdessä hallituksen kanssa on luonut työryhmän, joka selvittää ja arvioi luodun kansallisen lainsäädännön osalta vaihtoehtoja toteutukselle sekä pyrkii huomioimaan Suomen maantieteelliset eroavaisuudet huomioiden myös kustannustehokkuuden. On selvää, että vaatimukset eivät voi olla yhtäläiset esimerkiksi pääkaupunkiseudun sekä Lapin kuntien kanssa. LVM vastaa selvitystyöstä useiden eri viranomaisten sekä direktiivin vaikutusten alaisten toimijoiden kanssa. Selvitystyötä ja päätöksentekoa helpottamaan LVM on pyytänyt selvityksen puhtaan ajoneuvokaluston direktiivin kustannustehokkaasta ja kansallisesta täytäntöönpanosta. Selvityksen laati Ramboll Finland Oy, ja raportti on luotu 30.1.2020. [1; 2; 3.]

Selvitys sisältää direktiivin taustat, tavoitteet sekä etenemisen ja käsittelee myös nykytilannetta. Selvityksessä myös käsitellään alueellista eriytymistä erilaisin vaihtoehtoin ja se on luotu ehdotuksia tavoitteiden saavuttamiseksi huomioiden eri velvoiteluokat ja ajoneuvokategoriat. Ehdotusten lisäksi selvityksessä arvioidaan eri toteutusvaihtoehtojen tuloksia ja luodaan toimintasuosituksia.

## 2.3 Direktiivin soveltaminen

Soveltamisalat, joilla direktiivin mukaisesti tulee toimia, voidaan jakaa kolmeen vaatimukseen. Ensimmäisessä vaiheessa direktiiviä sovelletaan, kun kilpailutuksen alainen ajoneuvo- ja liikennepalveluhankinnan sopimus kuuluu hankintalain, erityisalojen hankintalain tai palvelusopimusasetuksen piiriin. Ajoneuvokaluston julkinen palveluhankinta kattaa ostamisen, leasingin, osamaksun sekä vuokrauksen.

Toisessa vaiheessa vaatimuksia sovelletaan vain silloin, kun EU:n asettamat kynnyksarvot ylittyvät. Kynnyksarvot on määritetty siten, että tavara- ja

palveluhankintojen kynnysarvo hankintayksikölle on 214 000 € (kunnat) ja valtion keskusviranomaisille 139 000 € (valtio). Erityisaloilla hankintojen kynnysarvo tavara- ja palveluhankinnoissa on 428 000 € (erityisalat). Näiden kynnysarvojen avulla kaikki pienemmät toimijat jäävät direktiivin ulkopuolelle vähäisen merkityksellisyyden takia.

Kolmannessa vaiheessa vaatimukset rajataan liikennepalveluhankintojen osalta vain sellaisiin palveluhankintoihin koskeviin sopimuksiin, jotka kilpailutuksessa noudattavat yhteistä hankintanimikkeistöä eli CPV-koodia (Common Procurement Vocabulary) (ks. taulukko 1).

Taulukko 1. CPV-koodien merkitys [2].

CPV-koodi	Toimiala
60112000-6	Joukkoliikennepalvelut maanteitse
60130000-8	Matkustajien erikoiskuljetukset
60140000-1	Tilausmatkustajaliikenteen palvelut
90511000-2	Jätteiden keruupalvelut
60160000-7	Tieliikenteen postikuljetukset
60161000-4	Pakettien kuljetuspalvelut
64121100-1	Postin jakelupalvelut
64121200-2	Pakettien jakelupalvelut

Direktiivin mukaisia puhtaan ajoneuvon vaatimuksia siis sovelletaan, mikäli kolme edellä mainittua vaatimusta toteutuu: hankinnassa sovelletaan hankintalainsäädäntöä, hankinnan kynnysarvo ylittyy sekä liikennepalvelujen osalta kilpailutus suoritetaan taulukon 1 sisältämien CPV-koodien mukaisesti. [1; 2.]

Vaatimuksista vapautettu ajoneuvokalusto

Direktiivin mukaisia vaatimuksia ei tarvitse soveltaa, mikäli ajoneuvo kuuluu johonkin seuraavista ajoneuvoluokista tai erikoistehtävistä:

- L-luokan ajoneuvot
- traktorit
- moottorityökoneet
- pelastusajoneuvot ja poliisin ajoneuvot
- tullin ajoneuvot ja rajavartiolaitoksen ajoneuvot
- hälytysajoneuvot ja ambulanssit
- ruumisautot
- M3-alaluokan 2 ja 3 linja-autot (kauko- ja ELY-liikenne)
- M1-luokan ajoneuvot, joissa voi matkustaa pyörätuolilla (esteettömät)
- kaksi- ja kolmepyöräiset ajoneuvot
- maa- ja metsätalouden ajoneuvot
- asevoimien käytössä olevat ajoneuvot
- rakennustyömaiden käytössä olevat ajoneuvot.

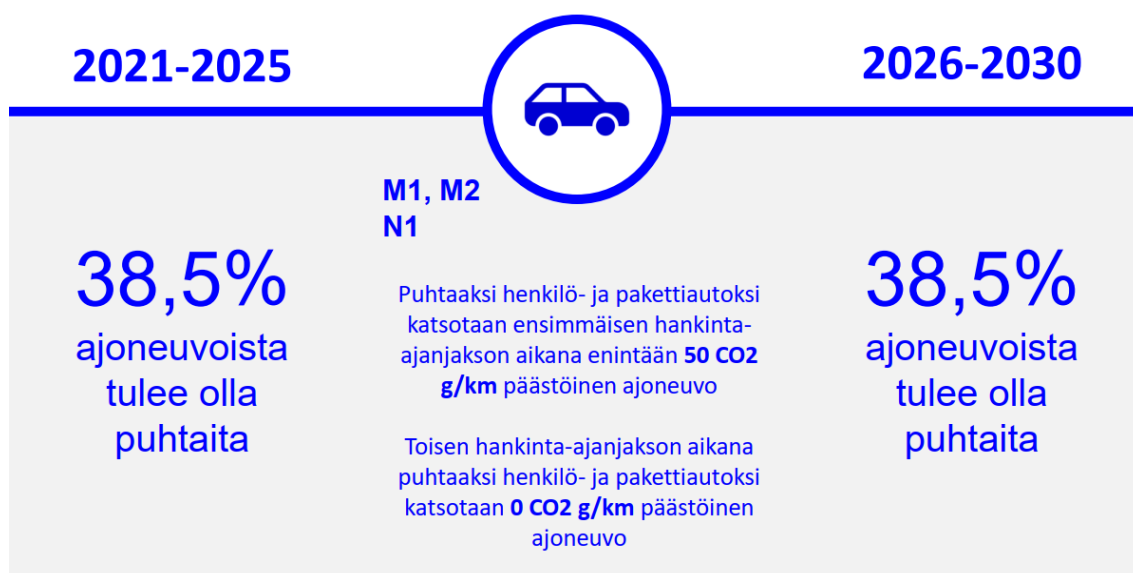
Huomion arvoista on myös se, että edellä mainittuja kohteita ei lasketa mukaan myöskään direktiivin määräämään prosentuaaliseen kappalemäärään puhtaasta ajoneuvokalustosta. [1; 2.]

#### 2.4 Direktiivin asettamat puhtaan ajoneuvon vaatimukset ajoneuvoluokittain sekä nykytilanne

Puhtailla ajoneuvoilla on erilaiset vaatimukset erilaisille ajoneuvoluokille pienistä autoista raskaampaan kalustoon asti, ja ne on jaettu aiemmin kerrotulla tavalla ajallisesti kahteen eri toteutusvaiheeseen. Ensimmäisenä luokkana on henkilö- ja pakettiautoille eli M1-, M2- sekä N1-luokan ajoneuvoille asetetut vaatimukset siten, että ensimmäisen hankinta-ajanjakson (2021–2025) vaiheessa puhtaaksi ajoneuvoksi katsotaan hiilidioksidipäästöiltään korkeintaan 50 CO<sub>2</sub> g/km olevat ajoneuvot. EU on määrännyt, että Suomella kappalemääräisesti 38,5 prosenttia hankinnoista on oltava direktiivin mukaisia puhtaita ajoneuvoja ensimmäisen hankinta-ajanjakson aikana.

Tarjontaa tukiessa 50 CO<sub>2</sub> g/km -päästöisiä M1-luokan henkilöajoneuvoja on nykytilanteen mukaan hyvin saatavilla ja niihin lukeutuvat esimerkiksi ladattavat hybridautot (plug-in-hybridi) sekä täyssähköautot. M1-luokassa olevien 1+8-paikkaisten tila-autojen tilanne on taas heikompi nykytilanteen saatavuuden kannalta. Tulevaisuudessa myös vedyllä toimivat autot tulevat täyttämään tämän päästökriteerin. M2-luokan ajoneuvoissa (pikkubussit) sekä N1-luokan ajoneuvoissa (pakettiautot) tarjonta on huomattavasti suppeampaa ja osittain jopa mahdotonta nykytarjonnalla. Ajoneuvoteknologian nopean kehityksen myötä tilanteen odotetaan paranevan jo lähivuosina.

Toisen hankinta-ajanjakson (2026–2030) aikana vaatimukset kiristyvät siten, että M1-, M2-, sekä N1-luokan ajoneuvoilla puhtaan ajoneuvon päästöarvo laskee arvoon 0 CO<sub>2</sub> g/km. Myös tämän toisen ajanjakson aikana Suomella on vaatimuksena sama 38,5 prosentin osuus puhtaita ajoneuvoja uusista hankinnoista kappalemäärissä mitattuna (kuva 1). Tällä hetkellä nykytarjonnassa vaatimuksia täyttäviä ajoneuvoja on ainoastaan M1-luokan täyssähköiset henkilöautot (0 CO<sub>2</sub> g/km) sekä muutama vaihtoehto N1-luokan pakettiautoille. N1-luokan pakettiautoista on saatavilla muutama ladattava hybridimalli, mutta CO<sub>2</sub>-päästöarvo jää arvoon yli 50 CO<sub>2</sub> g/km. [1; 2; 4.]



Kuva 1. Henkilö- ja pakettiautoille asetetut vaatimukset [2].

Toisena luokkana on raskaampi kalusto eli ajoneuvoluokat N2 sekä N3, ja pääsääntöisesti tässä luokassa on kyse kevyt kuorma-autoista sekä kuorma-autoista. Raskaamman kaluston vaatimuksiksi puhtaiksi ajoneuvoiksi on asetettu pienistä autoista poiketen polttoainerajoitukset. Ajoneuvon tulee käyttää vaihtoehtoisia puhtaampaa polttoainetta 100-prosenttisesti, ja polttoaineet määräytyvät direktiivissä tarkennetun jakeluinfradirektiivin (2014/94/EU) määritelmän mukaisesti. Raskaan kaluston vaihtoehtoisia puhtaita polttoaineita ovat käytännössä kaikki muut paitsi fossiiliset polttoaineet:

- biopolttoaineet
- sähkö
- vety
- maakaasu (kaasumaisessa sekä nesteytetyssä muodossa)
- nestekaasu
- synteettiset ja parafiiniset polttoaineet.

Tavoitteet ovat jaettu direktiivissä raskaan kaluston osalta myös kahteen hankinta-ajanjaksoon, joista ensimmäisessä vaiheessa (2021–2025) uusista hankinnoista puhtaita ajoneuvoja tulee olla 9 prosenttia. Toisen hankinta-ajanjakson (2026–2030) aikana vaatimus jälleen kiristyy ja prosenttiosuus nousee 15 prosenttiin (kuva 2). Myös raskaan kaluston osalta prosentuaalisilla osuuksilla tarkoitetaan ajoneuvoja kappalemäärällisesti direktiivin mukaan. [1; 2.]



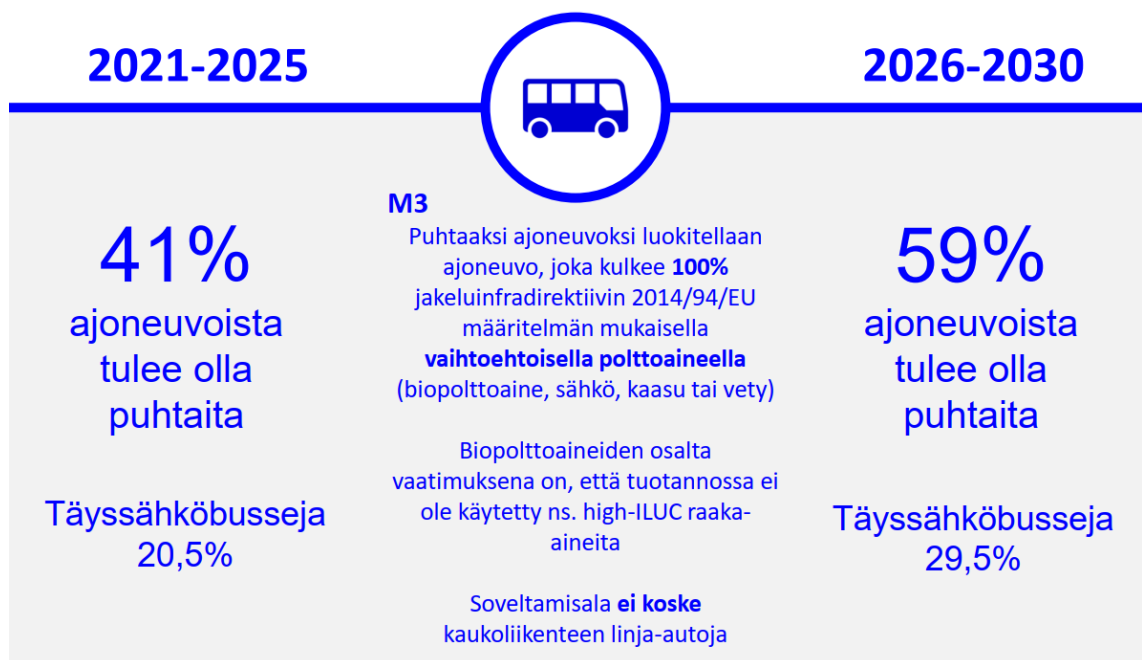
Kuva 2. Raskaalle kalustolle asetetut vaatimukset (N2 ja N3) [2].

Nykytilanteen tutkiminen raskaan kaluston sekä niiden käyttövoimien osalta on jo selvästi hankalampi verrattuna pieniin autoihin. Tällä hetkellä esimerkiksi jäteautoissa ja jakeluautoissa on ollut käytössä jo pidemmän aikaa erilaisia kaasujoneuvoja kuten biokaasulla (LBG) sekä paineistetulla maakaasulla (CNG) toimivia ajoneuvoja. Nesteytettyä maakaasua (LNG) käytetään polttoaineena myös raskaassa kalustossa, jolla hoidetaan esimerkiksi runkoliikennettä. Nesteen kehittämä Neste MY uusiutuva diesel täyttää myös direktiivin vaatimukset puhtaasta käyttövoimasta, ja se onkin mielestäni helpoin ja kevyin investointitapa nykykalustolla täyttää direktiivin vaatimukset. Sähkö- sekä vetyteknologian kehityksessä tarvitaan raskaan kaluston osalta vielä paljon lisää aikaa kaluston suurten vaatimusten takia esimerkiksi toimintamatkoissa. [5; 6.]

Kolmantena ja viimeisenä ajoneuvoluokkana, jolle CVD-direktiivi asettaa vaatimuksia on linja-autot eli M3-ajoneuvoluokka. N2- ja N3-luokkien tapaan myös linja-autoille on asetettu käyttövoimavaatimuksia, mikä noudattaa samaa jakeluinfradirektiiviä vaihtoehtoisten polttoaineiden osalta. Raskaaseen kalustoon verrattuna linja-autoille on asetettu huomattavasti korkeammat prosentit ajoneuvokaluston kappalemäärille, ja ne asettuvat ensimmäisen hankinta-ajanjakson



(2021–2025) aikana 41 prosenttiin sekä toisen ajanjakson (2026–2030) aikana peräti 59 prosenttiin (kuva 3). Näiden Suomelle asetettujen prosentuaalisten kokonaistavoitteiden lisäksi EU on asettanut alatavoitteeksi, että ensimmäisen hankinta-ajanjakson aikana kalustosta olisi 20,5 prosenttia eli noin puolet täyssähköllä toimivia. Toisen ajanjakson aikana kappalemäärän tulisi olla 29,5 prosenttia eli myös puolet koko osuudesta. Poikkeuksena direktiivin asettamia vaatimuksia ei sovelleta kaukoliikenteen linja-autoihin näiden vähäisen merkityksen takia. [1; 2.]



Kuva 3. Linja-autoille asetetut vaatimukset [2].

Linja-autojen nykytilannetta tutkiessa tilanne on jo huomattavasti parempi verrattuna muuhun raskaaseen kalustoon. Suomessa useat kunnat ja kaupungit ovat jo ryhtyneet tekemään vihreämpää kalustohankintaa ennakoidusti viime vuosina. Esimerkiksi HSL käyttöönnotti vuonna 2020 elokuussa 30 uutta täyssähköbussia ja Lahti, mikä on valittu vuoden 2021 Euroopan ympäristöpääkaupungiksi, aikoo käyttöönnöksi ottaa 17 kappaletta uutta täyssähköbussia sekä 12 kappaletta uusiutuvalla biodieselillä toimivaa bussia. HSL on myös ilmoittanut tavoitteenaan käyttöönnöksi peräti 400 sähköbussia vuoteen 2025 mennessä.

Tarjontaa on siis hyvin laajalti linja-autojen osalta ja tulevaisuudessa vielä enemmän. [7; 8.]

### **3 Vediafi Oy ja Clean Vehicle Wizard**

#### **3.1 Vediafi Oy**

Projektin asiakasyrityksenä toimiva Vediafi, lyhyemmin käytettynä Vedia, on suomalainen yritys ja on perustettu vuonna 2013. Vedia kehittää ja myy ratkaisuja, joilla voidaan tehostaa logistiikkaa ja edistää ympäristöystävällisyyttä. Vedia työllistää tällä hetkellä noin 20 ammattilaista, sekä lisäksi Vedialla on laaja kumppaniverkosto Pohjois-Euroopassa sekä Saksan alueella. Laajalla osaamisella Vedia tarjoaa ratkaisuja, joissa yhdistyy mobiili-, IoT-, paikannus- sekä datapohjaiset palvelut. Niiden avulla luodaan ratkaisuja lisäarvopalveluina esimerkiksi logistiikkapalvelutarjoajille, kunnille tai rahdinantajille Vedia CaaS -brändin alla sekä Vedia Claus -brändillä kehitetään ja luodaan verkkokaupoille sekä kivijalkaliikkeen kotiinkuljetuspalveluita.

Yrityksen alkutaipaleella palvelut keskittyivät enemmän henkilöliikenteen palveluiden parantamiseen sekä ympäristöasioiden edesauttamiseen, mutta 2016 aikana palveluiden painopiste siirtyi kokonaan logistiikan palveluiden kehittämiseen. Yritys jatkaa kansainvälistä laajentumistaan ja kehittää palveluitaan asiakastarpeiden huomioiden. [9.]

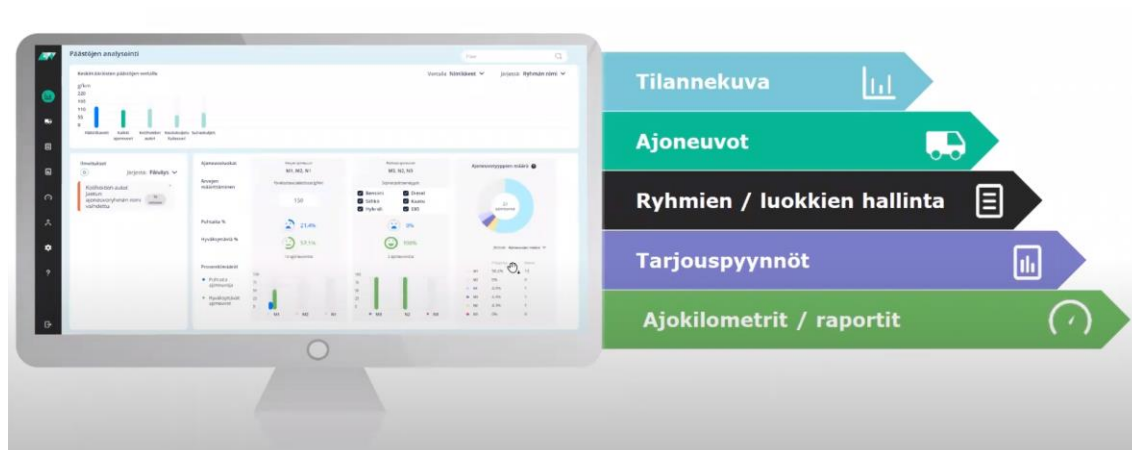
#### **3.2 CVW - Clean Vehicle Wizard -työkalu**

Opinnäytetyöni aihe liittyy Vedian luoman uuden työkalun kehittämiseen. CVW eli Clean Vehicle Wizard on verkkopohjainen työkalu, joka mahdollistaa kestävä kehityksen huomioimisen erilaisissa kuljetuspalveluissa sekä omassa ajoneuvokalustossa ja kuljetustoiminnassa. Työkalun avulla voidaan seurata ja huomioida todelliset CO<sub>2</sub>-päästöt jo osana hankintaprosessia sekä raportoida esimerkiksi oman kaluston hiilijalanjälki. Työkalun avulla varmistetaan myös EU:n asettaman direktiivin vaatimustenmukaisuus puhtaista ajoneuvoista.

CVW:n avulla Vedia tarjoaa kunnille, kaupungeille sekä julkiselle sektorille mahdollisuuden seurata ja raportoida käytössään olevan kaluston päästöjä. Raportoinnin lisäksi voidaan huomioida ajoneuvojen päästötiedot jo hankintavaiheessa sekä samalla nähdään tiedot koko kaluston puhtaudesta yhdessä sekä ajoneuvokohtaisesti. Logistiikkapalveluntarjoajille CVW:n avulla voidaan tarjota samanlaisia palveluja oman kaluston hankintaan, hallintaan sekä raportointiin.

Clean Vehicles Wizard -työkalun on tarkoitus toimia osana laajempaa esimerkiksi kuntien kuljetuspalvelu- ja palveluhankinnan kilpailutusprosessia tehden siitä helpompaa ja läpinäkyvämpää päästötietojen osalta. Kilpailutustyökaluissa CVW tarjoaa erityisesti kalustoon keskittyneen lisäominaisuuden. Työkalun tekemän pisteytyksen avulla voidaan arvioida ajoneuvo- tai kalustokohtaisesti niiden ympäristövaikutuksia ja tehdä oikeanlaista sekä direktiivin mukaista kalustohankintaa helposti saman palvelun avulla.

CVW-työkalu toimii datalähtöisesti suuren ja valmiin tietomäärän avulla hyödyntäen esimerkiksi valmiita ajoneuvorekistereitä sekä niiden lisäksi valmiiksi koostettua datapankkia opinnäytetyöni puolesta. Valmiita tietorekistereitä ovat esimerkiksi Suomessa Traficom, ja sen lisäksi käytetään muita kansallisia sekä kansainvälisiä avoimia sekä rajattuja tietorekistereitä. Opinnäytetyönä kootun tietopankin avulla voidaan helposti CVW-työkaluun lisättävien ajoneuvojen tietoja rikastaa pääosin ajoneuvoista saatavilla olevien teknisten tietojen lisäksi. [9; 10.]



Kuva 4. Clean Vehicle Wizard -työkalun pääominaisuudet [2].

Yllä olevassa kuvassa näkyy verkkopohjaisen CVW-työkalun pääominaisuudet. Työkalun avulla saadaan hyvin koostettu tilannekuva koko ajoneuvokaluston tilanteesta, sisällöstä sekä puhtaudesta ajoneuvoluokittain sekä luotujen ryhmien osalta. Ajoneuvoja voidaan lisätä ja poistaa helposti työkalusta tarpeen sekä tilanteen mukaan. Ajoneuvojen lisäämisen yhteydessä jokaisesta ajoneuvosta luodaan samalla järjestelmään oma ajoneuvon digitaalinen kaksonen esimerkiksi rekisteritunnustiedon alle. Opinnäytetyöni keskittyy siis tähän työkaluun liittävien ajoneuvojen digitaalisen kaksonen sisältämien tietojen määrittelemiseen.

Lisättävien ja hallittavien ajoneuvojen lisäksi niitä voidaan järjestää ja koota omiksi ajoneuvoryhmiksi tai -luokiksi. Ryhmiä ja luokkia voidaan jälleen hallita kokonaisuutena tai sen sisältämiä ajoneuvoja yksilöinä sekä saada ajankohtaista tilannetietoa esimerkiksi raportointia varten. Työkalun avulla voidaan myös hallita esimerkiksi julkisista hankinnoista tehtäviä tarjouspyyntöjä, jättää uusia tarjouspyyntöjä tai vastaanottaa niitä samasta paikasta.

Viimeisimpänä pääominaisuutena on mahdollisuus syöttää ajoneuvoille reaaliaikaista käyttötietoa eli esimerkiksi ajokilometrejä. Niiden avulla voidaan toteuttaa päästötilanteen raportointia. Ajokilometrit huomioiden sekä mahdollisesti myöhemmin esimerkiksi polttoainetiedot mukaan lukien saadaan ajoneuvokohtaisesta ja sitä kautta koko ajoneuvokaluston päästötietoraportoinnista todella

tarkkaa. EU:n asettaman jäsenmaakohtaisen CVD-direktiivin mukaan jäsenmaita velvoitetaan raportoimaan toteutuneista tuloksista, mutta päästöraportointiin ei silti tarvitse olla suoritepohjaista. Työkalun avulla tarkka suoritepohjainen päästöraportointi olisi myös mahdollista, ja voidaan odottaa, että tulevaisuudessa se olisi myös vaatimuksena. [2; 9; 10.]

## 4 Ajoneuvon digitaalinen kaksonen

Digitaalisella kaksosella tarkoitetaan yleisesti jonkin todellisessa maailmassa esiintyvän fyysisen esineen, tuotteen tai jopa kokonaisen tuotantolaitoksen virtuaalisessa maailmassa esiintyvää ”kaksosta”. Digitaalinen kaksonen on kokonaisuus sekä yhdistelmä todella monenlaista digitaalista dataa, jota tuotteesta on saatavilla sen elinkaaren eri vaiheissa. Usein kaksonen pohjautuu virtuaalisessa maailmassa tuotteen teknisten piirustusten ja suunnitelmien myötä luotun 3D-malliin, mikä elää ja muuttuu kehityksen myötä. Digitaalinen kaksonen on osa suurta teollisuuden ja valmistamisen uutta aikakautta, joka kulkee nimellä ”Teollisuus 4.0”. Se tarkoittaa teollisuuden neljättä vallankumousta, jonka merkittävänä osana on niin kutsuttu esineiden internetin (IoT) aikakausi, ja sitä kautta myös digitaaliset kaksoset nousevat yhä yleisemmäksi arkipäiväistä elämää.

Ajoneuvoteollisuuteen tämä uusi murros ja digitaalinen aikakausi vaikuttaa merkittävästi. Digitaalisten kaksosten avulla voidaan lisätä teollisuuden tehokkuutta sekä alentaa kustannuksia ja sitä kautta vaikuttaa myös ympäristöasioihin sekä ilmastonmuutoksen tuomiin haasteisiin. Yksittäisen ajoneuvon tasolla digitaalista kaksosta voidaan tarkastella sen elinkaaren mukaan aina suunnittelupöydän piirustuksista romutushetkeen asti. Ajoneuvon elinkaarta voidaan seurata esimerkiksi aikasarjadataan avulla. Suunnittelun myötä saadaan jo pohjatiedot sekä 3D-mallit sekä kaikki niihin liittyvä suunnittelutason data kerättyä digitaalisesti. Tuotantovaiheesta saadaan ajoneuvolle annettua kaikki yksilöidyt tiedot ja ajoneuvo saa VIN-numeronsa eli ajoneuvon tunnistenumeron, minkä jälkeen kaikki sitä edeltävä data ja siitä hetkestä eteenpäin tuleva uusi data voidaan tallentaa digitaalisesti tämän tunnistenumeron taakse. Ajoneuvo saa

tuotantovaiheessa esimerkiksi tietyt tekniset tiedot kuten moottori- ja käyttövoimatiedot sekä tilausvaiheessa sovitun vakiovarustelun mukaisen varustelun.

Tässä vaiheessa ajoneuvo on ensimmäistä kertaa valmis esimerkiksi testaukseen, jossa suoritetaan tietyt testit ja mittaukset. Kaikki nämä edellä mainitut tiedot tallennetaan aina ajoneuvon erilaisista tiedoista luotuun digitaaliseen kaksoseseen. Näiden avulla esimerkiksi testauksessa todettujen mittausarvojen perusteella tehtävät rakenteelliset tai esimerkiksi ohjelmalliset muutokset ajoneuvoon voidaan simuloinnin ja laskentojen perusteella testata ennen käytännön testejä. Näin vältetään esimerkiksi työläitä ja hitailta käytännön testauksilta digitaalisen kaksosen avulla. Jo alkuvaiheen digitaalisen kaksosen tiedoilla, esimerkiksi 3D-mallin avulla voidaan suorittaa monenlaisia testauksia simuloinnin avulla, mikä on nykypäivänä jo enemmän sääntö kuin poikkeus toimintatavoissa.

Tuotannon jälkeen ajoneuvo saapuu markkinoinnin vaiheeseen ja tuotteella on jokin arvo. Ajoneuvon hankkii joku toimija tai henkilö esimerkiksi kilpailutuksen kautta, jolloin ajoneuvo rekisteröidään käyttöön. Ajoneuvon digitaalisen kaksosen tietoihin tulee taas monenlaista uutta tietoa, rekisteritiedot, hintatiedot ja omistajatiedot. Ajoneuvolle luodaan rekisteritunnus, mikä sisältää ensirekisteröintimaan sekä omistaja- ja katsastustiedot. Näistä kertyy ajoneuvon elinkaarren myötä myös historiadataa, joka tallentuu digitaalisen kaksosen tietoihin rekisteritunnuksen taakse ja osittain VIN-tunnukseen.

Uusi omistaja päättää lisävarustella ajoneuvon tarpeensa ja tulevan työtehtävän mukaan. Ajoneuvon tietoihin lisätään jälleen monenlaista lisävaruste- sekä erikoisvarustetietoa ja muuta mahdollista laitteistoa. Tämän jälkeen ajoneuvo siirtyy lopulta käyttöön ja alkaa ajoneuvon digitaalisen kaksosen osuus siirtyä suurelta osin ajoneuvon käytön seurantatietoihin. Digitaalisen kaksosen olennaisia tietoja seurantavaiheessa ovat ajosuoritettiedot eli ajokilometrit ja sen lisäksi esimerkiksi tankkaus- ja huoltohistoriatiedot. Mahdolliset vakuutus- ja kolarihistoriatiedot olisivat seurantatietoihin kuuluvaa. Seurantatiedoilla on hyvin merkityksellinen rooli ajoneuvon digitaalisen kaksosen tiedoissa, sillä niiden avulla voidaan esimerkiksi suorittaa tarkempaa päästöraportointia, jota puhtaiden

ajoneuvojen direktiivi ei kuitenkaan vaadi. Raportointi on mahdollista samoilla tiedoilla niin asiakkaalle tai omistajalle, kunnalle ja valtiolle kuin lopulta myös EU:lle.

Henkilötietojen osalta on tärkeää huomioida erilaiset henkilötietosuojalait, kuten GDPR:n tuomat huomiot ajoneuvon omistajatietoja tallettaessa. Tämä tulee huomioida ja sopia erikseen myös Vedian CVW-työkalua käytettäessä, jolloin erilaista dataa tallennetaan ajoneuvon elinkaaren aikana. Esimerkiksi rekisterinumeron sisältämä henkilökohtainen tieto sekä mahdollisesti seurannan osalta ajosuorituksen tallentaminen paikannusteknologialla aiheuttavat omat haasteensa tietosuojalakien takia. [11; 12; 9.]



Kuva 5. Ajoneuvon digitaalisen kaksosen sisältämän ajoneuvodatan esimerkki [13; 14].

## 5 Digitaalisen kaksosen tiedot CVW-työkalussa

Opinnäytetyössä on osana Vedian isompaa CVW-projektia koottu direktiiviä seuraten tietopankkia Excel-taulukkona, jossa on lajiteltu omiin kategorioihin sekä alakategorioihin tietoa ajoneuvoista mm. ajoneuvoluokittain. Kategorioissa on huomioituna myös työtehtävien mukaan erilaisia ajoneuvoja ja niiden sisältämiä tietoja digitaalista kaksosta varten. Ideana on luoda, rikastaa ja kasvattaa tietopankkia, mitä hyödyntäen Clean Vehicle Wizard -työkalun ajoneuvotietokantaan lisättävien ajoneuvojen sisältämää tietomäärää voidaan lisätä. Tavoitteena on tarjota ajoneuvon omistajille enemmän tietoa ajoneuvosta normaalien saatavilla olevien teknisten tietojen lisäksi. Tietopankin avulla pyritään myös kohdentamaan ajoneuvon tietoja tehtävän mukaan yksilöidysti sekä antamaan omistajalle parempi ymmärrys oman ajoneuvokaluston ominaisuuksista ja varustelusta. Tarkoituksena on myös suodattaa suurta määrää valmista saatavilla olevaa dataa, mitä esimerkiksi Liikenne- ja viestintävirasto Traficom tarjoaa ajoneuvoista. Myös muiden avoimien lähteiden dataa on otettu huomioon.

Taulukkoon on myöhemmin mahdollista lisätä uusia kategorioita ja ajoneuvoluokkia, mikäli CVW-työkalun toimintaa laajennetaan myöhemmin. Aluksi työkalun avulla on tarkoitus helpottaa julkisen sektorin ajoneuvokaluston hankintoja jo tämän vuoden elokuussa voimaan astuvan direktiivin ensimmäisellä hankinta-ajanjaksolla.

### 5.1 Ajoneuvoluokat ja tietojen jaottelu

#### 5.1.1 Kaikkia ajoneuvoluokkia koskevat yhteiset tiedot

Taulukossa on käsitelty vain ajoneuvoluokkia, jotka kuuluvat Clean Vehicle -direktiivin piiriin ja jaettu ne kahteen suureen pääluokkaan. Ensimmäinen pääluokka on pienet autot, johon kuuluu M1-luokan henkilöautot, M2-luokan pikkubussit sekä N1-luokan pakettiautot. Toiseen pääluokkaan kuuluu raskaan kaluston ajoneuvot eli N2-luokan kevyt kuorma-autot, N3-luokan kuorma-autot sekä M3-luokan linja-autot. Kaikkien luokkien sisällä voi olla alakategorioita tehtävien



mukaan jaoteltuna. Jokaisen ajoneuvokategorian sisällä olen jaotellut ajoneuvojen tiedot seuraavasti:

- perustiedot / tekniset tiedot
- lisävarusteet
- erikoisvarusteet ja lisätiedot
- metadata eli seurattavat tiedot.

Perustiedot sisältävät pitkälti ajoneuvon teknisiä tietoja ja niiden lisäksi ajoneuvoluokkien sekä ajoneuvon tehtävien mukaan olennaisimpia perusominaisuuksia. Lisävarusteet ovat varustusta, jota ajoneuvoissa on jo valmiiksi tehtaalta lähtiessä ja erikoisvarusteet puolestaan ovat enimmäkseen ajoneuvon käyttötehtävien mukaan tarvittavaa jälkiasenteista varustusta. Seurattavat tiedot kattavat päivittäin täytettäviä tietoja, kuten esimerkiksi ajosuoritteet ja ajokilometrit.

Perustietokategoriassa raskaamman kaluston osalta akselitiedot ovat eriteltyinä omaan osioon. Kaikissa ajoneuvoluokissa on pyritty jakamaan lisävarustetiedot omiin alakategorioihin, jotka ovat turvallisuusvarusteet, tuulilasin varusteet, mukavuusvarusteet ja muut varusteet. Myös erikoisvarusteet sekä lisätiedot -kategoriat on luokiteltu omiin alakategorioihinsa, jotka ovat kuljettajalle tarkoitettuja, matkustajalle tai tavaratilaan tarkoitettuja ja myös muut kategoriat.

Perus- ja teknisissä tiedoissa on tietty listaus samoja tietoja kaikilla ajoneuvokategorioilla, ja loput tiedot ovat enemmän ja vähemmän muuttuvia varsinkin varustetietojen osalla. Toistuvat perustiedot ovat

- rekisteritunnus
- VIN-tunnus
- käyttöönottotarkistus suoritettu (pvm)
- puhtausmerkintä / pisteytys
- ensimmäinen käyttöönottopäivä
- ajoneuvon merkki
- ajoneuvon malli

- käyttövoima (hybridi, täyssähkö, uusiutuva diesel, maa-/biokaasu, bensiini, diesel, vety)
- ajokilometrit
- NEDC (g/km) CO<sub>2</sub>-päästöarvo
- WLTP (g/km) CO<sub>2</sub>-päästöarvo
- EURO-päästöluokka
- yhdistetty kulutus (l/100 km tai Wh/km)
- toimintamatka täydellä latauksella (sähkö)
- määräaikaikatsastus suoritettu (pvm)
- seuraava katsastus (pvm)
- moottorin tilavuus (cc)
- teho (kW)
- vääntö (Nm)
- vaihteisto (automaatti, manuaali, CVT)
- vetotapa (etu-, taka-, neliveto, muu).

Metadata eli seurattavat tiedot on toinen kategoria, jotka noudattavat lähes samaa sisältöä ajoneuvoluokasta riippumatta. Seurattaviin tietoihin kuuluu

- ajokilometrit (pv/vko/kk/v -tasolla)
- huoltohistoria (pvm, kilometrit, huoltamo, huollon sisältö)
- korjaushistoria huollon yhteydessä (vaihdetut komponentit)
- kolari- ja vakuutushistoria, sisältää myös tuulilasin
- polttoaineseuranta (pvm, laatu, määrä, kilometrit)
- valmistajan oma käyttöanalyysisovellus.

Kolmas pienempi alakategoria, joka ajoneuvoista riippumatta on sama kaikilla ajoneuvoluokilla, on tuulilasin varustus. Tuulilasin varusteet ovat pitkälti turvallisuusvarusteita sekä osa mukavuusvarusteita. Ne on koostettu omaksi tietokoneisuudeksi, jotta samasta kohdasta ajoneuvon tietoja löytyy vakuutusilanteissa tuulilasia vaihdettaessa lasin yksilöivät tiedot. Rikkoutunut tuulilasi on nykyisin yleisin vakuutuksella korjattava vahinko [19]. Tuulilasille oleellisia varustetietoja taulukkoon listattuna ovat

- sadetunnistin
- kaistavahti
- automaattinen hätäpysäytys kaupunkinopeuksissa
- valonvaihtoautomaatiikka
- liikennemerkkien tunnistus
- tuulilasin lämmitys
- tuulilasinäyttö (HUD).

### 5.1.2 M1-luokan henkilöautot

M1-luokan henkilöautot tarkoittavat ajoneuvoja, jotka on tarkoitettu pääasiassa henkilöiden kuljettamiseen ja joissa on tilaa enintään kahdeksalle henkilölle kuljettajan lisäksi. Lyhyesti henkilömäärältään voidaan ilmaista M1-luokan sopivan 1 + 8 henkilölle. M1-luokan taulukossa ne on jaettu kahteen eri alakategoriaan, joista ensimmäinen on normaalit 1 + 4 -paikkaiset henkilöautot ja toinen on 1 + 8 -paikkaiset tila-autot. M1-luokan ajoneuvoa voidaan ajaa B-ajokorttiluokalla, kunhan kokonaismassa ei ylitä 3500 kg. [15.]

Julkisen sektorin osalta esimerkillisiä tehtäviä, joita M1-luokan ajoneuvoilla voidaan suorittaa ja joita CVD-direktiivi määräykset koskevat, ovat esimerkiksi

- kotihoidon palvelut
- taksipalvelut
- VPL- ja SHL -kuljetukset ja tehtävät
- koululaiskuljetukset (esi- ja peruskoulu)
- kela-kuljetukset
- terveydenhuollon näytekuljetukset
- postin kuljetukset
- eläkeläiskuljetukset
- muut erilliskuljetukset.

Listattuja tehtäviä suoritetaan yleisesti palvelusopimuksina, mutta myös joitain tehtäviä saatetaan suorittaa esimerkiksi kunnan omalla hankitulla kalustolla. Direktiivi vaikuttaa kaikkiin listattuihin tehtäviin ajoneuvokaluston julkisen

palveluhankinnan osalta ja kattaa ostamisen, leasingin, osamaksun sekä vuokrauksen. [1.]

Teknisten ja perustietojen osalta M1-luokan ajoneuvoissa ei ole erityisiä lisätietoja tarjolla muutamaa lukuun ottamatta. Esimerkiksi koululaiskuljetuksissa oleellisena perustietona, kuten kaikissa henkilökuljetustehtäviä toteuttavissa ajoneuvoissa, on istuinten lukumäärä. Istuinten lukumäärä on tarkennettuna erikseen koululaiskuljetusautoissa, joissa on erikoisleveät istuimet, joihin on sallittua istua kaksi lasta tai yksi aikuinen. Tämän lisäksi erityisen tärkeä perusominaisuus istuinten lisäksi on koululaiskäyttöön hyväksytyt lisäturvavyöt.

Muita mainittavia tietoja M1-luokan henkilökuljetus-ajoneuvoista on erityiskuljetuksia suorittavat ajoneuvot ja niiden varustus, kuten esimerkiksi pyörätuolisekä invakuljetuksia hoitavat ajoneuvot. Erikoisvarustelutiedoissa listataan näiden osalta oleelliset tiedot, kuten inva- tai pyörätuolinostimen löytyminen sekä pyörätuolipaikkojen lukumäärä ajoneuvossa. Erityisen tärkeä huomio ja tieto erikoisvarustelussa on myös alkolukko, joka on pakollinen koululaiskuljetuksia tehtävissä ajoneuvoissa ja erittäin hyödyllinen myös muissa ajoneuvoissa. [16.]

### 5.1.3 N1-luokan pakettiautot

N1-luokan pakettiautolla tarkoitetaan ajoneuvoa, mikä on pääsääntöisesti tarkoitettu tavaran kuljettamiseen. Tämän luokan ajoneuvon kokonaismassa ei saa ylittää 3500 kg ja on ajettavissa B-ajokorttiluokan kortilla. Pakettiautoilla tehtävät palvelut rajautuvat CVD-direktiivi huomioiden pitkälti logistiikan toimijoihin eli esimerkiksi seuraavanlaisiin tehtäviin:

- palveluliikenne (rahti)
- tieliikenteen postikuljetukset
- pakettien kuljetuspalvelut
- postin jakelupalvelut
- pakettien jakelupalvelut
- terveydenhuollon näytekuljetukset

- huoltoajoneuvotehtävät.

Pakettiautojen osalta tehtävien ollessa pitkälti pienemmän tavaran kuljettamista, ei autoilta vaadita ominaisuuksiltaan paljoa muuta kuin kuljettajan sekä kuljetet- tavan tavaran turvallisuuteen vaikuttavat tekijät. Taulukkoon on listattu perustie- tojen lisäksi pakettiautoille mm. tiedot korimallin koosta, onko malli pitkä, lyhyt, matala vai korkea. Lisäksi kuljetuskapasiteetti auton omamassan lisäksi on il- moitettu, jotta kokonaismassaa 3500 kg ei ylitettäisi sekä tavaratilan koko myös ilmoitetaan kuutioissa. [1; 15.]

Varustelutiedoissa olennaisinta tietoa lisävarusteissa on luonnollisesti kuljetta- jan turvallisuuteen vaikuttavat turvallisuusvarusteet, kuten ajonvakautusjärjes- telmä, ABS-jarrut, kuolleen kulman varoitus ja sivutuuliavustin. Erikoisvarusteita on pakettiautoihin saatavilla todella monenlaista ja yleensä kaikkea ei voi eikä kannata olla yhdessä ja samassa ajoneuvossa. Pakettiautot varustellaan mo- nesti käyttötärpeen mukaan ja tietynlaisen tavaran kuljettamiseen. Hyödyllisiä erityisvarustetietoja ovat mm. tavaratilan hyllyjärjestelmä, lisätyövalot sisä- ja ul- kopuolella, erilaiset rampit ja tavaranoistimet sekä tietysti hyvät ja monipuoliset tavaran kiinnityspisteet tavaran turvalliseen kuljettamiseen. [16; 17; 18.]

Pakettiautot N1: Alle 3500 kg	Perustiedot/tekniset tiedot	Lisävarusteet	Erikoisvarusteet/lisätietoja
<b>Vaadittava ajokorttiluokka: B</b>			
Pienet pakettiautot sekä suuret pakettiautot	Rekisteritunnus VIN Käyttöönottotarkastus suoritettu (pvm)	Turvallisuusvarusteet: Ajonvakautusjärjestelmä (ESP) Ajovalotyypit (laser, LED, neon, bikenon, halogen) Etusummut Käynnistysneosto	Takatilja / ulkopuolli 230V virransyöttö Askelmat sivultakaavi Hyllyjärjestelmiä ja työkalukaappeja Kallenturvaverkot/seinä ohjaamon ja takatilan välissä Kiinteät tikkaat ja kattotelineet Kiinteät varoitusvalot
	Puhkausmerkintä / pisteytys Ensimmäinen käyttöönottopäivä Merkki Malli	Kaarrevalot Kuolleen kulman varoitus Käynnistysneosto	Liikutekavia vinssejä
Palveluliikenne (rahti), tieliikenteen postikuljetukset, pakettien kuljetuspalvelut, postin jakelupalvelut, pakettien jakelupalvelut, terveydenhuollon näyttekuljetus, huoltoajoneuvo	Käyttövoima (hybridi, täyssähkö, uusiutuva diesel, maa- flookaasu, bensini, diesel, vety) Ajokilometri (km) (päivittynyt) NEDC (g/km) CO2 päästöarvo WLTP (g/km) CO2 päästöarvo Yhdistetty kulutus (l/100km tai kWh/km) Toimintamarkka täydellä latauksella EURO-päästöluokka	Lukittumattomat jarrut (ABS) Määrätietoisuustin Pysäköintivavustin Sivutuuliavustin Tavaratilan turvaverkko Varashälytin	Lisätyövaloja, takatilja Lisätyövaloja, ulkopuolli Rampit ja ajokaiskat, taka ja/tai sivuovella Rei'säilyjärjestelmä Takatilja verhoilumateriaali (kangas, puu, kumimatto) Tavaranoistimet, taka tai sivuovella Tavaranoistimen nostokapasiteetti (kg) Tavaratilan kiinnityspisteet kuorman sidontaan (lisäksikot, lisäkiir Valoraudat lisävalolle, ulkopuoli
	Katsastus suoritettu Seuraava katsastus Moottorin tilavuus Teho (kW) Vääntö (Nm) Vaihteisto Vetotapa Turbo	Tuullisiin varusteet: Automaattinen hätäpysäytys kaupungissa Kaistavahit Liikennemerkin tunnistus Sadetunnistin Tuullasin lämmitys Tuullasinäyttö (HUD) Valonvaihtautomatikka	Tavaranoistimet, taka tai sivuovella Tavaranoistimen nostokapasiteetti (kg) Tavaratilan kiinnityspisteet kuorman sidontaan (lisäksikot, lisäkiir Valoraudat lisävalolle, ulkopuoli
	Korimalli (pitkä, lyhyt, matala, korkea) Isurupaikkojen lkm. kuljettajami Ovien lukumäärä Ajoneuvon väri	Mukavuusvarusteet: Android Auto Apple CarPlay Avaimeton järjestelmä Eco-ajotilat Ilmajouustus Ilmastointi	Ohjaamo Allolukko Invertteri (230V virransyöttö) Pöytä matkustajilla (ohjaamo) Tablettiteline ja USB-lataus

Kuva 6. Kuvakaappaus Excel-taulukoinnista osasta pakettiautoluokan tietoja.

#### 5.1.4 M2-luokan pikkubussit

M2-luokan linja-autot eli tunnetummin niin sanotut pikkubussit on tarkoitettu henkilöiden kuljettamiseen ja niiden henkilökuljetuskapasiteetti on yli 8 henkilölle kuljettajan lisäksi. Pikkubusseille vaadittava ajokorttiluokka on vähintään D1, ja niitä saa myös ajaa D-luokan ajoluvalla. Pikkubussit eivät saa kevyemmän rakenteensa takia ylittää 5000 kg kokonaismassaa täydelläkään kuormalla, joten henkilömäärä on rajattu useissa eri pikkubussien valmistajien tapauksessa 16 henkilölle kuljettajan lisäksi. Yleisesti Suomessa käytettyjä pikkubusseja on Mercedes-Benz Sprinter -mallisto, Iveco Daily -mallit sekä VDL:n pikkubussimallisto. Tämän luokan ajoneuvoille tyypillisiä ajotehtäviä, joita myös kilpailutetaan palvelusopimuksina ja siten ovat osaltaan mukana myös CVD-direktiivissä, ovat esimerkiksi

- taksipalvelut
- joukkoliikennepalvelut
- VPL ja SH
- L -kuljetukset ja tehtävät
- koululaiskuljetukset (esi- ja peruskoulu)
- kelakuljetukset
- eläkeläiskuljetukset
- muut erilliskuljetukset / tilauskuljetukset.

Ajotehtävät ja palvelutilaukset määritellään useasti kuljetustarpeen sekä sen mukaan, kuinka suurta henkilökuljetuskapasiteettia tarvitaan. Pikkubusseilla tyypillisimpiä suoritettavia tehtäviä ovat koululaisten kuljetukset sekä liikuntarajoitteisten henkilöiden kuljetukset. [1; 15.]

M2-luokan ajoneuvoilla huomioitavia perus- sekä teknisiä tietoja ovat aiemmin mainittujen lisäksi henkilökuljetuksen myötä istuinlukumäärä ja huomioituna myös koululaiskuljetuskäytössä oleva henkilökuljetusmäärä erikseen. Oleellinen tieto varsinkin liikuntarajoitteisten henkilöiden kuljetuksissa on bussin oltava matalalattiamallinen mahdollisimman helpon kyytiin nousemisen vuoksi. Kyytiin

nousemista edesauttaa myös tieto mahdollisesti säädettävästä ilmajousituksesta, jolla lattiapintaa voidaan laskea tai kallistaa lähemmäksi maata.

Lisävarustetietoina pikkubusseille on luonnollisesti etusijalla tietysti turvallisuusvarusteet kuten pakettiautoissakin ja ennen kaikkea kuljettajan kannalta oleellista on esimerkiksi kunnollinen istuin. Paikallis- ja joukkoliikennepalveluissa, joissa bussilla pysähdytään pysäkeille jatkuvasti, on hyödyllisiä lisävarusteita esimerkiksi automaattinen pysäkkijarru, mikä pitää ajoneuvon automaattisesti paikallaan kerran paikalleen pysähtyttyä. Erikoisvarusteista ja lisätiedoista on hyödyllisimpiä tietoja ajoneuvon mahdolliset askelmat ja rampit matkustajille, pyörätuoli- sekä lastenvaunuille tarkoitetut paikat, koululaiskuljetuksen vaatimat mahdolliset erikoispenkit sekä turvavyöt ja tiedot tilauskuljetusten kohdalla tavarankuljetuskapasiteetti suurten ja pienten laukkujen osalta.

Opinnäytetyön tiedonkeruussa haastateltiin myös kahta henkilöä, joilla on pitkän uran myötä runsaasti kokemusta erilaisista ajoneuvoista ja kuljetustehtävistä. Haastattelut olivat luonteeltaan avoimia haastatteluja, ja haastattelujen tarkoitus oli tarkentaa sekä rikastaa kerättäviä tietoja, joita opinnäytetyössä kerätään. Haastattelujen avulla voidaan kohdentaa tietoja erilaisten ajoneuvojen osalta tehtäväpohjaisesti ja huomioida käytännössä merkityksellisintä tietoa. Tarkemman tiedon avulla voidaan luoda asiakaskohtaista lisäarvoa.

Haastattelemalla saatujen tietojen mukaan pikkubussien osalta voidaan todeta useita tärkeitä ja oleellisia seikkoja varustuksen ja ajoneuvon ominaisuuksien osalta. Ergonomia on luonnollinen kuljettajan ensimmäinen asia, mikä tulee mieleen. Kunnollinen kuljettajan istuin on erittäin tärkeä pitkien istuma-aikojen takia ja terveydellisistä syistä. Istuimen tulee olla täysin säädettävä esimerkiksi selän, lanteen, niskan ja reisien alueelta ja kaikki muut perussäädöt mukaan lukien, mitä nykyaikana voidaan hyviltä ergonomisilta penkeiltä odottaa. Hyvien säätöominaisuuksien lisäksi on hyötyä, jos istuin on lämpiävää ja ilmastoitua mallia ja vielä tärkeämpää jos istuin itsessään on ilmajousitettu.

Seuraava haastattelussa ilmennyt merkittävä asia ja ajoneuvon tietoihin lisättävä tieto, on kuljettajan ja myös matkustajien osalta bussin ilmanvaihto.

Talviaikaan hyvin toimiva lämmitysjärjestelmä sekä kesäaikaan hyvin toimiva ilmastointi matkustajatilassa ja erikseen kuljettajalla on todella tärkeää. Näitä bussivalmistajat hoitavatkin edistyksellisillä HVAC -ilmanvaihtojärjestelmällä. Haastattelun perusteella näiden järjestelmien toimivuuden laadussa on suuria eroja eri ajoneuvovalmistajien välillä, kuten haastateltava vertasi esimerkiksi Mercedestä sekä Ivecoa ja totesi Mercedeksen valmistaman järjestelmän toimivammaksi varsinkin Suomen talvisissa olosuhteissa. Seuraava ominaisuus haastattelun myötä nousi esille bussien ovet ja niiden toimintavarmuus, joissa samojen valmistajien välillä oli havaittu suuria eroja Mercedeksen eduksi. Bussien ovissa on todettu toimivammaksi pneumaattisesti toimivat järjestelmät verrattuna esimerkiksi hydraulisesti toimiviin, mutta laadulla on suurempi merkitys tässäkin toimintavarmuuden kannalta.

Haastattelussa muita pikkubussiluokkaa koskevia hyviä ominaisuuksia olivat mm. paripyörät taka-akselilla. Sillä on suuri merkitys ajovakaudessa sekä -mukavuudessa. Suomen talvisissa olosuhteissa myös tasauspyörästäön lukko osoittautuu todella hyödylliseksi, jolloin on pienempi todennäköisyys jäädä mäkisissä paikoissa jumiin mäkilähtöavustimesta huolimatta. Yksinkertainen, mutta silti nykypäivänä huomaamattoman hyvä ominaisuus on hyvin toimiva automaattivaihteisto, vaikka nykyisin uudessa kalustossa ei ole välttämättä tarjolla edes manuaalista vaihtoehtoa. Viimeisimpänä haastattelussa ilmi tulleenä ominaisuutena on busseissa taka-akselin lehtijousitus, sillä kokemusten myötä huonosti toimivan ilmajousituksen kanssa ajo on epämukavan pomppuista. Jousitusta verrattiin jälleen Mercedeksen lehtijousituksen ja Ivecon ilmajousituksen välillä. [20; 21; 22; 23; 24.]

Näiden haastattelujen tuoman arvokkaan lisätiedon perusteella olen saanut tarkennettua ja parannettua tietopankin sisältöä yhdistettynä oman kokemuksen ja tietotaidon kanssa. Näitä haastattelutietoja ja ominaisuuksia voidaan pikkubussien lisäksi soveltaa myös muissa ajoneuvoluokissa.



### 5.1.5 M3-luokan linja-autot

M3-luokan linja-autot eroavat pienemmästä M2-luokasta vain kokonaismassa-tiedoiltaan ja henkilökuljetuskapasiteetin puolesta. M3-luokan ajoneuvot ovat yli 5000 kg painoisia kokonaismassaltaan ja saavat kuljettaa enemmän kuin 8 henkilöä kerrallaan. Vaadittava ajokorttiluokka on D. Excel-taulukossa linja-autot ovat ensimmäinen kategoria raskaammissa ajoneuvoluokissa. Markkinatutkimuksen myötä istuinpaikkojen sekä niiden lisäksi paikallis- ja joukkoliikenteen linja-autoissa seisomapaikat mukaan lukien vaihtelevat 19:n ja 150 paikan välillä. Keskimäärin perinteisessä CVD-direktiivin alaisissa kuljetuspalveluissa käytetään 20–85 istumapaikkaisia linja-autoja. M3-luokan linja-autoilla hoidetaan hyvin pitkälti samoja ajotehtäviä, mitä pienemmän M2-luokan busseilla hoidetaan, mutta enimmäkseen suuremman henkilömäärän tilauksia, kuten tilauskuljetuksia.

Perustiedoiltaan ja teknisiltä ominaisuuksiltaan M3-luokan linja-autot vastaavat pienempien bussien ominaisuuksia, mutta kapasiteetin kasvun myötä mm. ajoneuvon akselitiedot korostuvat ja kantavuudet ovat huomioitava tarkemmin. Linja-autot jaetaan perustiedoiltaan kahteen isompaan luokkaan riippuen, onko kyseessä korkea- vai matalalattiamallinen bussi. Yleisesti matalalattia-busseilla hoidetaan joukko- ja paikallisliikennettä taajamaympäristössä niiden monipuolisuuden ja hyvän kapasiteetin takia. Korkealattiamallit ovat usein kaukoliikenteessä käytössä olevia busseja, joita tämän CVD-direktiivin osalta ei ole otettu mukaan soveltamisaloihin. Samanmallisilla korkealattiamallin busseilla kummin-kin hoidetaan myös erilaisia erikoiskuljetuksia, tilauskuljetuksia ja koululaiskuljetuksiakin, jolloin direktiiviä sovelletaan normaalisti palvelusopimuksien kautta.

Perustietojen ja istuinpaikkatietojen lisäksi hyödyllistä tietoa on ovien lukumäärä ja sijainti, ohjaustapa sekä ovityypistä tieto eli onko pariovi vai normaali lehtiovi. Kuljettajalla on normaalien ulkomittojen lisäksi hyödyllistä tietää kokonaiskääntösäde ja minkälaiset akseliylytykset edessä ja takana on. Sähköbusseille, jotka yleistyvät kovaa tahtia, ovat hyödyllisiä tietoja perustietojen lisäksi lataustavat, latausajat, akkukapasiteetit ja toimintamatkat. Sähköbusseja voidaan ladata

normaalisti virtakaapelia käyttäen sekä usein käytetään bussin katolla olevaa pantografi-virroittinta.

Lisävarusteiden osalta linja-autoissa turvallisuuteen vaikuttavia varusteita ovat mm. ajonvakautusjärjestelmä, joka on saatavilla vain tiettyyn kokoluokkaan asti. Muita hyödyllisiä varustetietoja ovat automaattinen jarru paikallaan ollessa, kuolleen kulman varoitus, luistonestojärjestelmä, mäkilähtöavustin ja sivutuuliavustin. Kuljettajan istuin on tässäkin ajoneuvoluokassa erityisessä asemassa varustuksen osalta, kuten hyvä ilmanvaihtojärjestelmäkin. M3-luokan linja-autoissa on lähes poikkeuksetta kaikissa suuremmissa ajoneuvoissa ilmajousitus, mikä kokemuksen ja haastatteluiden perusteella on hyvä ja toimivampi, kuin pienemmissä malleissa.

Erikoisvarusteiden ja muiden hyödyllisten lisätietojen osalta alkolukko ja ajoneuvon sisäinen valvontakamerajärjestelmä lisää turvallisuutta. Matkustajille varsinkin paikallisliikenteessä on hyödyllistä ilmajousituksen ja matalalla olevan lattian lisäksi erilaiset rampit pyörätuoleja sekä lastenvaunuja varten. Rampeja on usein linja-autojen keskiovella ja voivat olla sähköisiä tai manuaalisia, mutta haastattelujen perusteella niiden toiminnan ylläpitäminen on Suomen olosuhteiden takia hankalaa ja ovatkin helposti vikautuvia. Tärkeänä lisätietona M2- ja M3-luokan linja-autoissa on hyvä olla UN ECE Regulaation 118 mukainen palo-suojaus, mikä rajaa linja-autoissa käytettäviä materiaaleja paloturvallisuuden nimissä. [1; 15; 21; 22; 23; 24; 25; 26.]

#### 5.1.6 N2-luokan kevyt kuorma-autot

Seuraava luokka Excel-taulukossa on N2-luokan kevytkuorma-autot. Tämän luokan ajoneuvot on tarkoitettu pääsääntöisesti tavarankuljettamiseen ja ajoneuvoluokan sallitut kokonaismassat ovat 3500–12 000 kg. Ajokorttiluokat menevät siten, että 3500–7500 kg kokonaismassan ajoneuvoja saa kuljettaa C1-ajokortilla ja sitä suurempia vain C-ajokortilla sekä lisäksi yhdistelmää kuljettaessa tarvitaan E-ajokorttiluokka. Tämän N2-luokan sekä seuraavassa luvussa

käsiteltävän N3-luokan kuorma-autoilla on ajotehtäviltään paljon samaa ja ne voivat olla esimerkiksi

- palveluliikenne (rahti)
- tieliikenteen postikuljetukset
- pakettien kuljetuspalvelut
- postin jakelupalvelut
- pakettien jakelupalvelut
- jätteiden keruu- ja kuljetuspalvelut
- huoltoajoneuvotehtävät.

Karkeasti luokiteltuna sekä direktiiviin piiriin kuuluvien kilpailutettavien palveluiden osalta, voidaan tehtävät jakaa kahteen merkittävimpään osaan eli logistiikan palveluihin ja jätteenkeräys- sekä kuljetuspalveluihin. Rambollin selvityksestä käy ilmi, että Traficomien tietokannan mukaan jätteenkeräysautojen osuus on kunnilla ja kuntayhtymillä jopa kolmannes koko kalustosta. [1; 15.]

Perustietoina N2-luokassa olen kaikissa luokissa toistuvien tietojen lisäksi huomionut esimerkiksi ajoneuvon massa- ja mittatietojen lisäksi kääntösäteen, tavaratilan koon kuutiometreissä sekä tavarankuljetuskapasiteetin kiloissa. Tärkeänä tietona on myös moottorijarrun sekä suurtehomoottorijarrun tehokemat kilowateissa sekä sähkökuorma-autoissa oleelliset akuston tiedot, latausmahdollisuudet ja kapasiteetit. Ajoneuvon tehtävästä riippuen ohjaamotyyppi sekä henkilökuljetuskapasiteetti ovat hyödyllisiä tietoja. Tiedot kuormatilatyypistä tai ajoneuvon rungon päälle rakennetusta varustuksesta eli päällysrakenteesta on vastaavat N2- ja N3-luokan kuorma-autoilla. Niitä voi olla esimerkiksi

- umpikuormatila
- avolava
- nosturivarustus
- pressukuormatila
- jätteenkeräysvarustus
- auras-/hiekoitusvarustus

- koukkulaite
- vaijerilaite
- säiliö.

Lisävarustetietoina uutena aiempiin luokkiin verrattuna N2-luokassa on esimerkiksi listattuna paljon turvallisuusvarusteita sekä varsinkin ohjaamon mukavuusvarusteita. Erikoisvarusteista merkittävimpiä huomioita on tavarankuljetuksen kannalta hyvät ja monipuoliset kuorman sidontapisteet ja kuormatilan vaa'an avulla voidaan helposti seurata kuorman painoa ja välttää ylipainoa. Tavaranos-  
timien ja takalaitanostimen kokotiedot ja nostokapasiteetti ovat myös olennaista tietoa riippuen ajoneuvon käyttötarkoituksesta ja kuljetettavasta rahdista. [27; 28; 31.]

#### 5.1.7 N3-luokan kuorma-autot

N3-luokka, kuten N2-luokka, on tarkoitettu pääsääntöisesti tavarankuljettamiseen ajoneuvoilla, joiden kokonaismassat ovat yli 12 000 kg. Tämän luokan ajoneuvot ovat usein myös yhdistelmä-ajoneuvoja ja osaltaan kategorian tietoja voidaan soveltaa myös vetoautojen sekä päällysrakenteellisten autojen lisäksi puoliperävaunuille. Ajokorttiluokkaa C sekä yhdistelmien tapauksessa C+E, vaaditaan tässä ajoneuvoluokassa. Tämän luokan ajoneuvoilla hoidetaan kaukoliikennettä, jakeluliikennettä sekä erikois- ja raskaskuljetuksia. Ajotehtävät ovat N2-luokan kanssa samoja ja niiden osalta direktiiviä tulee noudattaa sovellettavilta osilta. Yleisesti merkittävin osa tehtävistä on palveluliikenteen hoitamisesta, eli rahtia sekä posti- ja pakettipalveluiden toteuttamista ja ne kuuluvat CVD-direktiivin alaisiin kilpailutettaviin palvelusopimuksiin. Suurin osa jätteenkeräysautoista kuuluvat N3-luokan alaisuuteen, mutta kokonaismassaltaan alle 12-tonniset ajoneuvot kuuluvat N2-luokkaan. [1; 15.]

Perustiedoissa N3-luokassa ja N2-luokassa normaalien tietojen lisäksi, kun puhutaan raskaasta kalustosta, on huomioitava akselitiedot tarkkaan. Excel-taulukossa olen listannut akselitiedot siten, että ajoneuvon akselikonfiguraation

lisäksi ajoneuvon etuosasta alkaen akseliryhmä kerrallaan ilmoitetaan esimerkiksi akselityyppi, ominaisuudet ja sille soveltuvat massat.

Kuorma-autoille tyypillisiä turvallisuusvarusteita ovat myös ajonvakautusjärjestelmä, jarrutusavustin, erilaiset kamerajärjestelmät, kuolleen kulman tunnistin, luistonestojärjestelmä, mäkilähtöavustin ja rengaspainevalvonta. Ohjaamon mukavuusvarusteet korostuvat tässäkin ajoneuvoluokassa, kuten kuljettajan istuin ja muut ergonomiaan vaikuttavat tekijät. Ajoneuvojen erikoisvarustelu riippuu hyvin paljon ajoneuvon tehtävistä ja kuormatilatyyppistä sekä esimerkiksi minkälaista rahtia ajoneuvolla kuljetetaan. Merkittävässä roolissa oleville jätteenkeräysautoille oleellisia ominaisuuksia ovat esimerkiksi roskasäiliöiden koko kuutiometreissä sekä niiden suurin mahdollinen hyötykuorma. Lisäksi ajoneuvon oma hyvä vikadiagnosijärjestelmä on yleinen ja hyödyllinen varuste jätteenkeräyksessä mahdollisten vikatilanteiden hallintaan. [27; 28; 29; 30; 31.]

#### 5.1.8 N2- ja N3-luokkien hyvät ominaisuudet

Haastattelemalla saatujen tietojen perusteella on ergonomia sekä kuljettajan istuin erittäin merkitsevä ja ensimmäinen kokoneen kuljettajan ilmoittama asia. Nykypäivän hyvin toimivat automaattivaihteistot ovat jo kuorma-autoissa lähes vakiovarustusta ja helpottavat kuljettajan huomion keskittymistä ajamiseen sekä turvallisuuteen. Mahdollisimman hyvät ajovalot sekä lisävalojärjestelmät ovat myös merkittävässä roolissa ja lisäävät turvallisuutta varsinkin Suomen pitkän ja pimeän talviajanjakson aikana. Ajoturvallisuutta sekä -mukavuutta lisää riittävän tehokas moottori, mikä vähentää vaaratilanteita kiihdytys- ja liikkeellelähtötilanteissa hyvin optimoidun automaattivaihteiston kanssa.

Lisävarustelusta hyödyllisiä, ajomukavuutta sekä turvallisuutta lisääviä ominaisuuksia ovat mukautuva sekä säädettävä vakionopeudensäädin, automaattinen hätäpysäytysjärjestelmä ja ilmajousitettu alusta yhdistettynä ilmajousitettuun ohjaamoon sekä kuljettajan istuimeen. Tehokkaan pakokaasujarrun eli suurteho-moottorijarrun avulla voidaan lisätä taloudellisuutta ja ajomukavuutta.

Haastattelun perusteella tavarankuljettamiseen liittyviä hyviä ja hyödyllisiä ominaisuuksia ovat esimerkiksi hyvät ja turvalliset tavaratilan kuormankiinnitysmahdollisuudet. Lisäksi jälleen kuorman ja rahdin tyypistä riippuen riittävän iso sekä tehokas takalaitanostin on hyvä olla tarpeensa mukainen. Tavarantoimittajan lastaamista helpottavat lisäominaisuudet ovat pitkällä säätövaralla olevat kuorma-auton alustan ilmajouset.

Pienemmissä N2-luokan ajoneuvoissa taka-akselin paripyörät ovat ehdottoman hyvät ja ajovakautta sekä -mukavuutta lisäävä ominaisuus. Pienemmissä kuorma-autoissa haluttu sekä kannattava ominaisuus on myös säädettävä tavaratilan katon korkeus, joka mahdollistaa pääsyn matalampiin paikkoihin kaupunkiympäristöissä sekä lisää merkittävästä ajamisen taloudellisuutta pienemmän ilmanvastuksen takia. Lyhyessä ja hetkellisessä ajossa olevissa esimerkiksi jätteenkeräysautoissa ja muissa vaikkapa postin pakettien jakeluautoissa ohjaamon lattian korkeus maanpinnasta vaikuttaa ergonomiaan. Mitä matalammalla ohjaamo on, sitä mukavampi ja helpompi sinne on toistuvalla tahdilla nousta ja sieltä laskeutua. [32.]

## 5.2 Ehdotelma tietojen keräämiseen käyttöönottotarkastuksen avulla

Edellä läpikäytyjä Excel-taulukon muodossa kerättyjä tietoja voidaan koota ajoneuvokohtaisesti esimerkiksi ajoneuvon käyttöönottotarkastuksen avulla. Julkinen hallinto eli esimerkiksi kunta tai kaupunki tekee kalustohankintaa ja kilpailuttaa kalustoa esimerkiksi Clean Vehicle Wizard -työkalun avulla ja saa tällöin tarjoukset mahdollisimman hyvin tehtäviin sopivista ajoneuvoista. Tämän jälkeen ennen ajoneuvojen siirtymistä käyttöön, voidaan ajoneuvoille suorittaa käyttöönottotarkastus siihen tehtävään sopivan viranomaisen tai muun sopivan toimijan toimesta. Esimerkiksi ajoneuvojen katsastuspalvelupaikat tai muut ajoneuvoalan työtehtäviin soveltuvat huoltamot voisivat suorittaa käyttöönottotarkastuksia, tai vaihtoehtoisesti jokin kunnan omaan sopimuspiiriin kuuluvan toimijan avulla.

Käyttönottotarkastuksessa ajoneuvon perustiedot sekä tekniset tiedot täydennettäisiin CVW-työkalun avulla valmiiden ajoneuvotietokantojen, kuten Traficommin tietokannan, avulla ja tarkastajalla olisi mahdollisuus lisätä muut tietokantojen ulkopuoliset tiedot samalla ajoneuvon tietoihin saman työkalun avulla. Teknisten ja perustietojen ollessa pitkälti automaattisia valmiiden tietokantojen takia, olisi tarkastuksen keskiössä enemmän ajoneuvon muut ominaisuudet, kuten Excel-taulukon tietokannan mukaiset lisävarustetiedot sekä erikoisvarustetiedot.

Tarkastuksen yhteydessä oleellista olisi merkitä kerralla tiedot mahdollisimman tarkasti oikein. Tällöin niiden hyödyntäminen tarvittaessa olisi helppoa CVW-työkalun avulla, jolloin tarvittava tieto on helposti ja nopeasti löydettävissä vaikkapa jonkin teknisen ominaisuuden osalta. Tarkasti kerättyjen ja täydennettyjen tietojen avulla olisi myös ajoneuvokaluston siirtyminen uuteen kalustoon helppoa, kun tarpeelliset tiedot ovat valmiiksi annettavissa. Samaa tilannetta voidaan hyödyntää esimerkiksi kolaritapauksissa tai muissa ajoneuvon rikkoontumisessa, jolloin tarvitaan vastaava ajoneuvo tilalle samoilla ominaisuuksilla.

Käyttönoton jälkeen ajoneuvon seurantatietojen osalta esimerkiksi ajoneuvojen huoltamoilla voisi olla pääsy ajoneuvon tarkkoihin tietoihin, joiden avulla ajoneuvolle voitaisiin tehdä ylläpitotarkastus halutuilta osilta. Tällöin huoltamo voisi merkitä tarvittavat huolto- sekä korjaustiedot suoraan ajoneuvon tietoihin. Myös vakuutusilanteissa olisi hyödyllistä lisätä kaikki tarpeellinen tieto ja vaihdetut komponentit ajoneuvon vakuutustietojen osioon. Ajoneuvon oikean ylläpidon jälkeen, voidaan ajoneuvolle suorittaa käyttönottotarkastuksen tyylinen lopputarkastus, ennen kuin se poistuu esimerkiksi kunnan ajoneuvokalustosta. Tällöin voidaan kirjata mahdolliset ajoneuvon varusteita koskevat viat ja tarkemmat tiedot, joiden avulla ajoneuvo on esimerkiksi helpompi jälleenmyydä seuraavalle esimerkiksi yksityiselle toimijalle.

### 5.3 Ajoneuvon sensoritietojen hyödyntäminen OBD-järjestelmällä

Ajoneuvon omien tietojärjestelmien sekä sensoritietojen hyödyntäminen ajoneuvon digitaalisen kaksosen tiedoissa on erinomainen tapa, mutta siinä on ongelmansa. Ajoneuvon OBD-järjestelmä on ajoneuvon sisäänrakennettu ajoneuvo-kohtainen itsediagnostiikka-järjestelmä. OBD-järjestelmät sai alkunsa Volkswagen-konsernin toimesta jo 60-luvulla, kun ensimmäistä kertaa tietokoneella skannattiin ajoneuvon tietojärjestelmää. OBD2-järjestelmä on kehitetty ja käytönotettu Yhdysvalloissa vuonna 1996, jolloin siitä tuli pakollinen järjestelmä kaikille siellä valmistetuille ajoneuvoille. Euroopan unionin alueen autonvalmistajille OBD2-järjestelmä tuli pakolliseksi vuodesta 2001 alkaen kaikille bensiinikäyttöisille ajoneuvoille ja järjestelmästä käytettiin nimeä EOBD. Vuodesta 2003 alkaen EOBD-järjestelmä on ollut pakollinen myös diesel-käyttöisissä ajoneuvoissa. Lyhyesti OBD2 on yhdysvaltalainen standardi ja EOBD on eurooppalainen standardi, jotka käytännössä tarkoittavat toimintatavaltaan samaa. [33; 34.]

Ajoneuvojen oma tietojärjestelmä toimii CAN-väylän yhteydellä, missä esimerkiksi kaikki sensoritieto liikkuu keskenään ajoneuvon eri komponenttien ja järjestelmien tietokoneiden sekä sensorien välillä. CAN-väylä on yleisesti teollisuudessa sekä erilaisissa koneissa ja ajoneuvoissa käytössä oleva automaatioväylä. OBD-järjestelmä on niin sanottu ylemmän tason protokolla, minkä avulla voidaan ajoneuvon CAN-väylässä liikkuvaa dataa prosessoida ja kerätä. Tämän datan avulla ajoneuvo voi ilmoittaa esimerkiksi erilaisista häiriö- sekä vikatiloista eri komponenteissa vikakoodijärjestelmän avulla. Standardien avulla on määritetty, että OBD-järjestelmän tulee valvoa valtiosta riippuen vähintään seuraavia ajoneuvon päästöihin liittyviä kohteita ja välittömästi ilmoittaa häiriö- tai vikatilasta kuljettajalle:

- katalysaattorin tehokkuus
- lambdatunnistin järjestelmä
- sytytyskatkoksia
- polttoainehöyryjen talteenotto (EVAP)
- toisioilmajärjestelmä



- polttoainejärjestelmä
- pakokaasujen takaisinkierrätys (EGR)
- huohotusjärjestelmä (PCV)
- moottorin jäähdytysjärjestelmä
- kylmäkäynnistyksen seuranta
- ilmastointijärjestelmän toiminta
- muuttuva venttiilien ajoitus (VVT)
- moottorin ilmamäärämittaus
- suoran otsonin vähentäminen (DOR)
- voimansiirtojärjestelmä.

Nämä edellä listatut tiedot tarkastetaan myös esimerkiksi Suomessa ajoneuvojen määräaikaikatsastusten yhteydessä, jolloin järjestelmissä ei saa olla päästöihin vaikuttavia vikatiloja. Katsastuksessa luettavien tiedot saadaan [33; 34; 35.]

Ajoneuvon digitaalisen kaksosen tietojen lisääminen olisi OBD-järjestelmän avulla erittäin hyödyllistä ja lisäarvoa tuottavaa. Ongelmana tässä on kumminkin se, että vaikka ajoneuvoissa on käytössä standardien avulla määritetty pakollinen CAN-väyläjärjestelmä, on eri autovalmistajilla silti lukuisia omia protokollia käytössä. Tämä aiheuttaa sen, että tarvitaan niin paljon erilaisia OBD-lukijoita, kuin on valmistajiakin tai heidän käyttämiään protokollia. OBD-lukijan avulla ulkoinen tietokonejärjestelmä voidaan kytkeä ajoneuvon OBD-järjestelmään ja lukea esimerkiksi ajoneuvon ilmoittamat virhetilat. Sen lisäksi voidaan lukea esimerkiksi ajonaikana reaaliaikaista sensoritietoa, kuten ajotilanteen mukaan muuttuvaa laskennallista polttoaineen kulutusta tai vaikkapa katalysaattorin tehokkuutta. OBD-lukijan voi kytkeä ajoneuvon 16-nastaiseen standardoituun OBD-liittimeen ja lukija voi toimia esimerkiksi Bluetooth- tai USB-yhteydellä ulkoiseen tietokoneeseen tai mobiililaitteeseen.

Tässä tapauksessa esimerkiksi jonkin kaupungin ajoneuvokaluston tulisi käytännössä olla hyvin lähellä samanlaisia, jotta mahdollisten sensoritietojen kerääminen onnistuisi saman lukijan tai työkalun avulla. EU:n tai muun vastaavan

tahon tulisi luoda uusi tai päivittää vanhaa standardia siten, että uusien ajoneuvojen olisi valmistajasta riippumatta esimerkiksi pystyttävä luovuttamaan standardoidun seurantalaitteen avulla edellä listattuja ajoneuvon päästöihin vaikuttavia tietoja sekä reaaliaikaista dataa. Tämän datan avulla saataisiin esimerkiksi ajoneuvojen todelliset ja toteutuneet CO<sub>2</sub>-päästöt tarkasti määritettyä koko ajoneuvon elinkaaren ajalta.

## 6 Yhteenveto

Opinnäytetyössä kerättiin sekä määriteltiin ajoneuvokaluston digitaalisen kaksoisen sisältämät oleelliset lähtötiedot. Työssä luotiin laaja Excel-taulukko, jonne tietoja kerättiin sekä lajiteltiin kategorioittain mm. teknisten tietojen, varustetietojen, erikoisvarustetietojen sekä seurattavien tietojen mukaan. Ajoneuvokalusto lajiteltiin ajoneuvoluokittain seuraten Clean Vehicle -direktiivin soveltamisaloja pienten ajoneuvojen sekä raskaan kaluston osalta. Kerätyn tietopankin avulla asiakasyritys Vediafi Oy voi kehittää Clean Vehicle Wizard -nimistä verkkopohjaista työkalua ja luoda asiakkailleen työkalun avulla entistä enemmän käytännön lisäarvoa.

Opinnäytetyö onnistui kokonaisuutena ja tavoitteet saavutettiin ajallaan. Projektin nopea aikataulu sekä lähtötietojen avoimuus projektille antoi työn osuudelle ja tyylille melko vapaat kädet ja lopputuloksesta saatiin itseäni sekä asiakasyritystä miellyttävä tulos. Suunniteltuihin tavoitteisiin päästiin, mutta Excel-muotoista tietopankkia kootessa eri tietolähteistä tuntui osittain hankalalta rajata niin laajaa tietomäärää ja valita työn kannalta oleellisimmat tiedot. Kokonaisuudesta saatiin hyvin kompakti sekä silti riittävän laaja ja täsmällinen tietojen kokonaisuus.

Hyvästä työn tuloksesta huolimatta olisi ollut tietopankin tietojen tehtäväkohtaisen täsmällisyyden lisäämiseksi hyvä suorittaa enemmän haastatteluja ajoneuvo- ja kuljetusalan toimijoilta. Suurimmalta osin työn tekemistä helpotti mielestäni omakohtainen ajoneuvoalan tuntemus ja kokemus. Opinnäytetyön aiheen rajauksen ollessa melko laaja oli hyvistä lähteistä paljon apua, joita

asiakasyritys osakseen pystyi tarjoamaan työn tueksi. Opin paljon uutta ja mielenkiintoista tietoa työn avulla sekä laajensin ja tarkensin osaamis- sekä ymmärrysaluetani myös raskaamman ajoneuvokaluston tietoihin, sillä oma kokemukseni rajautuu enemmän pienemmän kaluston tuntemukseen.

Työn tuloksena olevasta Excel-taulukosta muodostui lopulta noin 500 rivin ja usean kolumnin kokoinen tietopankki. Se sisältää ajoneuvoluokittain ja ajotehtävien mukaan luokiteltua tietoa yhteensä noin 1500 tietosolun edestä. Tietopankin avulla Vedia pystyy hyödyntämään sitä oman Clean Vehicle Wizard -työkalun kehityksessä ja sitä kautta tarjoamaan asiakkailleen enemmän ja parempia mahdollisuuksia. Työkalun avulla tähdätään kokonaisvaltaiseen tiedon hallitsemiseen helposti ja samasta paikasta, jolloin tiedon keskittämällä on suuri positiivinen vaikutus.

Työtä voisi jatkaa teoriassa loputtomasti, sillä eri ajoneuvoluokista saatavilla olevan tietomäärän laajuus on erittäin suuri. Tietopankissa keskityttiin enemmän tiedon laatuun eikä määrään ja huomioitiin pääsääntöisesti vain merkityksellinen tieto. OBD-järjestelmien sekä sensoritietojen hyödyntäminen CVW-työkalussa olisi hyvä seuraava kehitysalue, mutta nykyiset standardit, lainsäädäntö ja ajoneuvomaailman tietojen hajanaisuus tekevät siitä erittäin haastavaa nykypäivänä.

## Lähteet

- 1 Smart Mobility selvitys puhtaan kaluston direktiivin (CVD) kustannustehokkaasta kansallisesta täytäntöönpanosta. 2020. Raportti. Ramboll Finland Oy. <<https://fi.ramboll.com/Media/rfi/julkiset-ajoneuvohankinnat-va-hapaastoisiksi-ramboll-selvitti>>. Luettu 10.2.2021.
- 2 Eilittä, Eleonoora. 2021. Hallituksen esitys laiksi ajoneuvo- ja liikennepalveluhankintojen ympäristö- ja energiatehokkuusvaatimuksista. Webinaari. Liikenne- ja viestintäministeriö. <<https://www.youtube.com/watch?v=lq5O-MGmx0A>>. Katsottu 12.2.2021.
- 3 Liikenne- ja viestintäministeriö LVM. 2021. Verkkoaineisto. Liikenne- ja viestintäministeriö. <<https://www.lvm.fi/ministerio>>. Luettu 12.2.2021.
- 4 Autovertaamo. 2021. Verkkoaineisto. Traficom, Liikenne- ja viestintävirasto. <<https://autovertaamo.traficom.fi/>>. Luettu 17.2.2021.
- 5 Neste MY uusiutuva diesel soveltuu raskaan kaluston päästöjen vähentämiseen myös jatkossa – puhtaiden ajoneuvojen direktiivi voimaan elokuussa 2021. 2021. Verkkoaineisto. Neste Oy. <<https://www.neste.fi/tiedotteet-ja-uutiset/uusiutuvat-ratkaisut/neste-my-uusiutuva-diesel-soveltuu-raskaan-kaluston-paastojen-vahentamiseen-myos-jatkossa-puhtaiden-ajoneuvojen-direktiivi-voimaan-elokuussa-2021>>. Luettu 17.2.2021.
- 6 Kysymyksiä ja vastauksia kaasuautoilusta. 2021. Verkkoaineisto. Gasum. <<https://www.gasum.com/yksityisille/valitse-kaasuauto/kysymyksiä-kaasuautoilusta/>>. Luettu 17.2.2021.
- 7 Green Lahti, Euroopan ympäristöpääkaupunki 2021. 2021. Verkkoaineisto. Green Lahti. <<https://greenlahti.fi/>>. Luettu 17.2.2021.
- 8 Helsingin seudun linjoille tulee 30 uutta täyssähköbussia. 2019. Verkkoaineisto. HSL. <<https://www.hsl.fi/hsl/uutiset/uutinen/2019/08/helsingin-seudun-linjoille-tulee-30-uutta-tayssahkobussia>>. Luettu 17.2.2021.
- 9 Vediafi Oy esittely. 2021. Verkkoaineisto. Vediafi Oy. <<https://www.vedia.fi/fi/meista/>>. Luettu 9.2.2021.
- 10 CVW - Clean Vehicle Wizard. 2021. Verkkoaineisto. Vediafi Oy. <<https://www.vedia.fi/fi/cvw-clean-vehicles-wizard-2/>>. Luettu 9.2.2021.
- 11 Cheat sheet: What is Digital Twin. 2020. Verkkoaineisto. IBM. <<https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-cheat-sheet-digital-twin/>>. Luettu 23.2.2021.
- 12 What Is Digital Twin Technology And How It Benefits Manufacturing In The Industry 4.0 Era? 2020. Verkkoaineisto. SL

- Controls.<<https://slcontrols.com/what-is-digital-twin-technology-and-how-can-it-benefit-manufacturing/>>. Luettu 23.2.2021.
- 13 Mercedes car PNG. 2021. Verkkoaineisto. Pngimg. <<http://pngimg.com/image/80138>>. Luettu 22.2.2021.
- 14 Canva design editor. 2021. Verkkoaineisto. Canva. <<https://www.canva.com/>>. Luettu 22.2.2021.
- 15 Traficom ajoneuvoluokat. 2021. Verkkoaineisto. Traficom. <<https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoluokat?toggle=Auto>>. Luettu 25.2.2021.
- 16 Ajoneuvovarustelut. 2021. Verkkoaineisto. Verhoomo Sorsa. <<https://www.verhoomosorsa.fi/varustelut/>>. Luettu 25.2.2021.
- 17 Vito-pakettiauto. 2021. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <<https://www.mercedes-benz.fi/vans/fi/vito/panel-van>>. Luettu 25.2.2021.
- 18 Iveco Daily-pakettiauto. 2021. Verkkoaineisto. Iveco. <<https://www.iveco.com/finland/tuotteet/pages/uusi-iveco-daily-pakettiauto-paketit.aspx#overview>>. Luettu 25.2.2021.
- 19 Tuulilaseja rikkoutuu eniten kiireisissä ohituksissa. 2018. Verkkoaineisto. IF vakuutusyhtiö. <<https://www.mynewsdesk.com/fi/ifvakuutus/pressreleases/tuulilaseja-rikkoutuu-eniten-kiireisissae-ohituksissa-2460025>>. Luettu 26.2.2021.
- 20 Linnapuomi, Sirkka. 2021. Kuljettajan haastattelu. 15.3.2021. VS Bussipalvelut, Hoyer Group. Helsinki.
- 21 Iveco Bus. 2021. Verkkoaineisto. Iveco. <[https://www.iveco.com/iveco-bus/gr-gr/Documents/IvecoBus\\_range\\_handbook.pdf](https://www.iveco.com/iveco-bus/gr-gr/Documents/IvecoBus_range_handbook.pdf)>. Luettu 2.3.2021.
- 22 The New Sprinter Transfer. 2021. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <[https://www.mercedes-benz-bus.com/en\\_GB/models/new-mini-buses/facts/equipment.html](https://www.mercedes-benz-bus.com/en_GB/models/new-mini-buses/facts/equipment.html)>. Luettu 2.3.2021.
- 23 VDL MidCity. 2021. Verkkoaineisto. VDL Bus & Coach. <<https://www.vdl-buscoach.com/en/products/other-products/midcity#midcity>>. Luettu 2.3.2021.
- 24 Fire Safety & Regulation 118.02: Everything you need to know. 2018. Verkkoaineisto. Ventac. <<https://ventac.com/fire-safety-2/>>. Luettu 3.3.2021.
- 25 Lähiliikenne- ja kaupunkilinja-autot. 2021. Verkkoaineisto. Volvo buses. <<https://www.volvobuses.fi/fi-fi/our-offering/buses.html>>. Luettu 5.3.2021.

- 26 Citaro linja-autot. 2021. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <[https://www.mercedes-benz-bus.com/fi\\_FI/models/citaro.html](https://www.mercedes-benz-bus.com/fi_FI/models/citaro.html)>. Luettu 5.3.2021.
- 27 Atego jakeluliikenne 6,5-16t. 2021. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <[https://www.vehotrucks.fi/globalassets/trucks/kuorma-autot/2019\\_atego\\_jakeluliikenne.pdf](https://www.vehotrucks.fi/globalassets/trucks/kuorma-autot/2019_atego_jakeluliikenne.pdf)>. Luettu 8.3.2021.
- 28 Iveco Eurocargo 6,5-18t. 2021. Verkkoaineisto. Iveco. <<https://www.iveco.com/finland/tuotteet/pages/uusi-eurocargo.aspx>>. Luettu 8.3.2021.
- 29 Actros kaukoliikenne. 2021. Verkkoaineisto. Mercedes-Benz. <<https://www.iveco.com/finland/tuotteet/pages/uusi-eurocargo.aspx>>. Luettu 9.3.2021.
- 30 Scania trucks. 2021. Verkkoaineisto. Scania. <<https://www.scania.com/fi/fi/home/products-and-services/trucks.html>>. Luettu 9.3.2021.
- 31 JOAB jätepakkaajat. 2021. Verkkoaineisto. JOAB. <<https://www.scania.com/fi/fi/home/products-and-services/trucks.html>>. Luettu 10.3.2021.
- 32 Mönkkönen, Jarmo. 2021. Hallituksen puheenjohtajan ja kuljettajan haastattelu. 17.3.2021. Kuljetusliike V. Mönkkönen Oy. Helsinki.
- 33 What is OBDII. 2020. Verkkoaineisto. Geotab. <<https://www.geotab.com/blog/obd-ii/>>. Luettu 22.3.2021.
- 34 OBD2 Explained. 2021. Verkkoaineisto. CSS Electronics. <<https://www.csselectronics.com/screen/page/simple-intro-obd2-explained/language/en>>. Luettu 22.3.2021.
- 35 White paper, Review of LDV OBD requirements under the European, Korean, and Californian emission programs. 2016. Verkkoaineisto. ICCT, The international council on clean transportation. <<https://theicct.org/sites/default/files/publications/LDV%20OBD%20China%20White%20Paper%20vFinal.pdf>>. Luettu 22.3.2021.