

Eero Nikkari

# PIENTEN TUOTANTOAUTOJEN TA- LOUDELLISUUSVERTAILU

Opinnäytetyö  
Logistiikka

2019



**Kaakkois-Suomen  
ammattikorkeakoulu**

| <b>Tekijä/Tekijät</b>   | <b>Tutkinto</b> | <b>Aika</b>              |
|---|-----------------|--------------------------|
| Eero Nikkari  | Insinööri (AMK) | Marraskuu 2019           |
| <b>Opinnäytetyön nimi</b>   |                 | 40 sivua<br>8 liitesivua |
| Pienten tuotantoautojen taloudellisuusvertailu  |                 |                          |
| <b>Toimeksiantaja</b>   |                 |                          |
| <b>Ohjaaja</b>  |                 |                          |
| Lehtori Raimo Päivärinta  |                 |                          |
| <b>Tiivistelmä</b>  |                 |                          |
| <p>Tässä opinnäytetyössä vertaillaan erityyppisiä henkilö- ja pakettiautoja tuotantoautokäytössä. Työn tarkoitus on löytää erilaisiin pieniä tuotantoautoja vaativiin työtehtäviin kustannustehokkain ja käytännöllisin autovaihtoehto. Autojen vertailussa keskityttiin taloudellisiin tekijöihin, kuten hankintahintaan ja polttoaineen kulutukseen, sekä työtehtävien käytännöllisyyteen liittyviin tekijöihin, jotka vaikuttavat tarkasteltavana olevan työn suorittamiseen.</p> <p>Työn teoreettisessa osassa käytiin läpi kuljetustalouden kustannuslaskennan periaatteita, joiden mukaan autojen kustannustehokkuutta tarkasteltiin. Kuljetustalouden kustannuslaskelmien lisäksi käytiin läpi itse autotyyppejä, niiden moottoriratkaisuja sekä varustelua. Työn empiirisessä osassa laskettiin valituille automalleille vuosikustannukset sopiviksi katsottujen, eri lähteistä saatujen arvojen perusteella. Lisäksi tutkittiin, millaisia vaatimuksia eri työtehtävät asettavat tuotantoautoille ja pohdittiin niiden perusteella sopiva autotyyppi laskennan tuloksia apuna käyttäen.</p> <p>Työ suoritettiin vertailevana monimuototutkimuksena. Siinä käytettiin kvantitatiivisia menetelmiä kustannuslaskennassa ja kvalitatiivisia menetelmiä tutkittaessa auton sopivuutta tehtävään tyyppinsä ja varustelunsa puolesta. Työllä ei ollut toimeksiantajaa ja sen on tarkoitus olla yleishyödyllinen, jota voidaan käyttää työkaluna ja viitteenä yritykselle sopivan tuotantoauton etsimisessä.</p> <p>Työn laskentojen tulosten ja käytännön pohdinnan tuloksena pääteltiin, että täyssähköinen monikäyttöajoneuvo tai vaihtoehtoisesti dieselpakettiauto on paras valinta työtehtäviin, joissa vaaditaan paljon tavaroiden kuljettamista ja täyssähköinen henkilöauto pääasiassa henkilökuljetuksia vaativiin tehtäviin.</p> |                 |                          |
| <b>Asiasanat</b>  |                 |                          |
| tuotantoajoneuvo, käyttöaste, polttoaine, kustannustehokkuus, taloudellisuus  |                 |                          |

|   |                         |                                   |
|---|-------------------------|-----------------------------------|
| <b>Author (authors)</b>   | <b>Degree</b>           | <b>Time</b>                       |
| Eero Nikkari  | Bachelor of Engineering | November 2019                     |
| <b>Thesis title</b>   |                         |                                   |
| Economy comparison of light production vehicles   |                         | 40 pages<br>8 pages of appendices |
| <b>Commissioned by</b>  |                         |                                   |
| <b>Supervisor</b>   |                         |                                   |
| Lecturer Raimo Päivärinta   |                         |                                   |
| <b>Abstract</b>   |                         |                                   |
| <p>This thesis compared different types of passenger cars and vans as production vehicles. The purpose of the work was to find the most cost-effective and practical vehicle option for a variety of jobs involving small production vehicles. The comparison of the vehicle focused on financial factors such as purchase price and fuel consumption, as well as factors related to the practicality of the job that affect the performance of the work under review.</p> <p>The theoretical part of the thesis dealt with the principles of cost calculation in the transport economy, according to which the cost efficiency of cars was examined. In addition to the cost calculations of the vehicle's economy, the types of vehicles themselves, their engine solutions and equipment were also examined. In the empirical part of the thesis, the annual costs of the selected car models were calculated based on the values from various sources considered suitable. In addition, the requirements set by the various work tasks for production vehicles were investigated and, based on these investigations, the appropriate vehicle type was selected with the help of calculations.</p> <p>The work was carried out as a comparative multivariate study. It used quantitative methods for cost calculation and qualitative methods for examining the suitability of a vehicle as for its type and equipment. The work had no commissioner and is meant to be a utility that can be used as a tool and a reference, for example, to find a production vehicle suitable for a company.</p> <p>As the result of work calculations and practical reflection, it was concluded that an all-electric multipurpose vehicle, or alternatively a diesel van, is the best choice for jobs requiring a large amount of material transport and a fully electric passenger car for tasks requiring mainly passenger transport.</p> |                         |                                   |
| <b>Keywords</b>   |                         |                                   |
| production vehicle, utilization rate, fuel, cost-effectiveness, economy   |                         |                                   |

## SISÄLLYS

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | JOHDANTO.....  | 5  |
| 2   | TUTKIMUS .....   | 5  |
| 2.1 | Valinnat ja rajaukset .....                            | 6  |
| 2.2 | Tarkoitus, tavoite, tutkimusongelmat ja menetelmä..... | 7  |
| 2.3 | Tutkimuksen toteutus ja tiedon hankinta.....           | 9  |
| 3   | PIENET TUOTANTOAUTOT YLEISESTI.....                    | 10 |
| 3.1 | Autotyypit.....  | 10 |
| 3.2 | Moottoriratkaisut .....                                | 16 |
| 3.3 | Varustelu .....  | 22 |
| 3.4 | Autojen käyttökohteet .....                            | 24 |
| 4   | AUTOJEN KUSTANNUKSET .....                             | 25 |
| 5   | KUSTANNUSLASKELMAT .....                               | 27 |
| 6   | AUTOJEN SOPIVUUS ERI TEHTÄVIIN.....                    | 31 |
| 6.1 | Eri polttoainetyyppien käytännönrajoitteet .....       | 31 |
| 6.2 | Tehtäväkohtainen tarkastelu.....                       | 33 |
| 7   | JOHTOPÄÄTÖKSET .....                                   | 35 |
| 8   | YHTEENVETO .....                                       | 37 |
|     | LÄHTEET.....   | 38 |

## LIITTEET

Liite 1. Autojen laskentataulukot

Liite 2. Kuvaluettelo

## 1 JOHDANTO

Yritystoiminnassa on useita erilaisia tehtäviä, joissa käytetään erilaisia pieniä tuotantoautoja. Näitä tehtäviä ovat mm.

- jakelutyö ja kuriiripalvelut
- yksityisten asiakkaiden kotona käyminen
- kiinteistönhoito ja siivous
- asennustyöt
- pintakäsittely-, rakennus- ja remontointityöt.

Yllämainituissa tehtävissä ajoneuvoilta vaaditaan erilaisia ominaisuuksia, kuten kuljetustilan kokoa, käsiteltävyyttä kaupunkiolosuhteissa ja erityisesti taloudellisuutta. Kaikki yllämainitut tehtävät voisi periaatteessa tehdä suurimman mahdollisen iskuutilavuuden ja sylinterilukumäärän omaavalla pakettiautolla, mutta se ei kaikissa tehtävissä ole välttämättä paras ratkaisu, etenkin polttoaineenkulutuksen kannalta. Polttoaineenkulutus on autoissa iso tekijä, joskaan ei kaikista olennaisin. Se on osa auton muuttuvia kustannuksia, eli kustannuksia, jotka syntyvät auton käytöstä. Sen lisäksi niihin kuuluvat esimerkiksi myös voiteluainekustannukset, renkaanvaihdot ja palkkakustannukset. Muuttuvat kustannukset yhdessä kiinteiden kustannusten kanssa muodostavat suurimman osan ajoneuvon kustannuksista, joita tässä työssä on tarkoitettu vertailla.

Autoa ei kuitenkaan valita pelkkien kustannuslaskelmien perusteella, vaan valintaan vaikuttaa myös varustelu, joka tekee kyseisestä autosta käytännöllisen työtehtävässä, johon se on valittu. Kyseessä on vertaileva tutkimus, joka on laadullista ja määrällistä tutkimusta yhdistelevä monimenetelmätutkimus. Tämän tutkimuksen on tarkoitus olla yleishyödyllinen ja toimia suuntaa antavana ajoneuvoa valittaessa yrityskäyttöön.

## 2 TUTKIMUS

Tutkimuksen tavoite on löytää taloudellisin ja käytännöllisin ratkaisu työtehtäviin, joissa käytetään pääsääntöisesti pientä tuotantoautoa. Pienellä tuotantoautolla tässä tarkoitetaan alle 3 500 kg autoa, jossa tavaratila on ohjaamon kanssa osa auton koria. Tutkimuksessa otetaan huomioon taloudellisuuden lisäksi myös ajoneuvojen kantavuus ja koko käytettävyyden kannalta työtehtävissä.

## 2.1 Valinnat ja rajaukset

Euroopan komissio on jakanut henkilöautot eri segmentteihin (Commission of European Communities 1999), jotka ovat:

- A: miniautot
- B: pikkuautot
- C: keskikokoiset autot
- D: isot autot
- E: edustusautot
- F: luksusautot
- S: urheilu-coupét
- M: monikäyttöajoneuvot
- J: crossover-autot, maastoautot ja katumaasturit.

Tarkasteluun valitaan autoja B-, C-, M- ja J-segmenteistä, joiden sisältämät automerkit ovat kaikista käytännöllisimpiä pieniksi tuotantoautoiksi. A-segmentin autot ovat liian pienikokoisia, jotta niitä pystyisi käyttämään muuhun kuin yksittäisiä henkilösiirtoja vaativissa työtehtävissä. Segmentit D–F ovat jo hankintakustannuksiltaan turhan kalliita tuotantoautotehtäviin, ja niitä nähdäänkin tyypillisesti työsuhde- ja edustuskäytössä. J-segmentillä ei ole virallista, yksinkertaista suomenkielistä termiä, joten tässä työssä siitä käytetään sen englanninkielistä lyhennettä SUV (Sports Utility Vehicle), joka kattaa kaikki J-luokan ajoneuvot.

Tutkimus suoritetaan vertailevana tutkimuksena, jossa valitaan viisi automerkkiä, joiden kustannusrakennetta analysoidaan ja vertaillaan keskenään. Vertailu tapahtuu eri autoluokkien eli segmenttien sisällä, jotka on määritellyt Euroopan komissio. Kultakin autonvalmistajalta valitaan yksi ajoneuvo jokaiseen moottorityyppiin (benssiini, diesel, hybridi, kaasua, sähkö). Tarkasteltavia autonvalmistajia on viisi. Näiden autoja näkee usein tuotantokäytössä:

- Volkswagen
- Toyota
- Nissan
- Opel
- Ford

Vuotuiseksi ajosuoritteeksi valitaan 30 000 km. Tämä kaikki katsotaan kaupunkiajoksi. Polttoaineen hintana käytetään laskennallista kevään 2019 keskimääräistä polttoaineen hintatasoa. Tutkimus toteutetaan yleisiä kuljetustalou-

den menetelmiä apuna käyttäen. Siinä huomioidaan sekä kiinteät kustannukset, joiden suuruus ei muutu auton käytön mukaan sekä auton käytöstä riippuvat muuttuvat kustannukset. Kiinteitä kustannuksia ovat muun muassa auton pääomarakenteessa hankintahinta, vakuutukset ja verot. Muuttuvia ovat mm. polttoainekustannukset, joiden suuruus riippuu työtehtävien määrästä, ajosuoritteiden pituudesta ja polttoaineen hinnasta. Huollot luetaan kuuluviksi auton kiinteisiin kustannuksiin määräaikaishuoltojen osalta. Auto myös kuluu ajettaessa, jolloin sen kulutusosat, kuten kytkin, jouset ja iskunvaimentimet kuluvat ja nivelet väljentyvät. Tämä vaihtelee jokaisella autotyypillä ja vaihtelua esiintyy myös merkkien ja mallien sisällä, joten tarkastelua yksinkertaistetaan huomioimalla vain vuosihuoltokustannukset.

Samasta segmentistä valitut autot ovat hintaluokaltaan samaa tasoa. Näin olen 25 000 euron autoa ei tietenkään voida verrata 45 000 autoon, jonka kustannukset ja varustelu ovat aivan eri luokkaa. Valitut autot ovat mallinsa edullisimmalla automaattivaihteistolla varustettuja versioita. Mikäli mallista ei ole saatavilla automaattivaihteistolla varusteltua versiota, valitaan edullisin käsi-vaihteinen versio.

Koska auton polttoainekulutus riippuu auton massasta, arvioidaan ajoneuvojen kulutusta tyhjänä ja keskikuormalla. Keskikuorma olkoon tässä tapauksessa 80 % maksimikantavuudesta. Vuotuiseksi ajosuoritteeksi valitaan kaikille ajoneuvoille sama 30 000 km. Kaikki tämä ajo on kaupunkiajoa. Autojen huollot noudattavat jokaisen automerkin ja -mallin ohjeellista määräaikaishuoltoväliä. Jokaisen auton määräaikaishuollot oletetaan tehtävän merkkihuolto-liikkeessä. Poikkeavat huollot ja korjaukset, jotka johtuvat auton kolaroinnista, varusteiden ennalta-arvaamattomista, äkkilisistä rikkoutumisista tai muusta tavallisesta poikkeavasta, jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

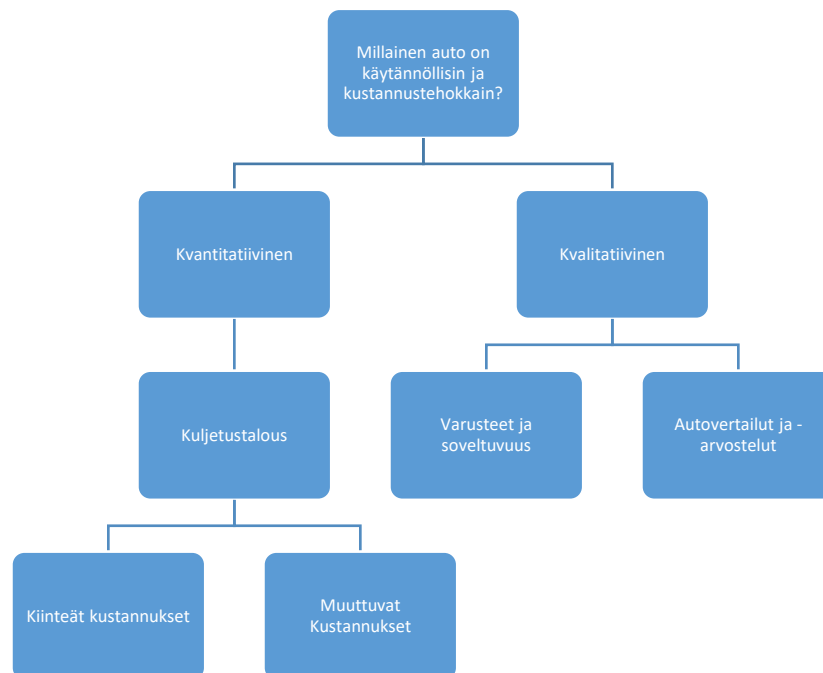
## **2.2 Tarkoitus, tavoite, tutkimusongelmat ja menetelmä**

Tutkimuskysymykset ovat seuraavanlaiset:

- Millainen auto on kustannustehokkain ja käytännöllisin vaihtoehto mihinkin työtehtävään?
- Miksi valittu auto on paras kyseisessä tehtävässä?
- Millaisia etuja ja haittoja muilla vertailtavilla autoilla on kyseiseen tehtävään nähden?

Tavoitteena on löytää kustannustehokkain vaihtoehto valittuun työtehtävään. Tutkimus on vertaileva monimenetelmätutkimus, jossa yhdistyy sekä kvantitatiivinen eli määrällinen että kvantitatiivinen eli laadullinen tutkimusmenetelmä. Kvantitatiivinen menetelmä kattaa autojen kustannuslaskelmat ja vertailun ja kvalitatiivinen menetelmä puolestaan tutkii autojen sopivuutta käytännön näkökulmasta.

Työn teoriaosiossa käydään läpi tuotantoautojen käyttökohteita, esitellään eri ajoneuvotyypit valituista automerkeistä sekä käydään läpi niiden kustannusrakennetta, tekniikkaa ja varustelua. Sen jälkeen siirrytään laskennalliseen ja kvantitatiiviseen vertailuun, jossa käydään läpi eri ajoneuvotyyppien taloudellista puolta sekä niiden sopivuutta eri tehtäviin. Tehtävään sopivin auto on sellainen, joka täyttää tehtävän työn vaatimukset ja on samalla kustannustehokkain vaihtoehto. Lopuksi käydään läpi tulokset ja yhteenveto. Kuvassa 1 on hahmotettu kaaviokuvana työn teoreettinen viitekehys.



Kuva 1: Teoreettinen viitekehys

Teoreettinen viitekehys tässä työssä sijoittuu kuljetustalouden ja kustannusrakenteiden teorioiden sisälle. Näiden teorioiden avulla voidaan hahmottaa käsiteltävänä olevien tutkimuskohteiden, eli tuotantoautojen, kustannusrakennetta, jotta siitä voidaan edelleen laskea ja arvioida tutkimuksen kvantitatiivista eli



määrällisiä tekijöitä. Kvalitatiivisessa eli laadullisessa teoriaosuudessa käytetään apuna auto- ja varustevertailuja. Niitä hyödyntämällä saadaan yleiskuva eri autojen ei-laskennallisista ominaisuuksista ja varustelumahdollisuuksista.

Työn laskennallinen osuus suoritetaan käyttämällä tiedonlähteistä hankittuja arvoja muun muassa auton hankintahinnalle, verotukselle ja vakuutusten hinnoille. Edellä mainitut arvot syötetään kustannuslaskentatyökaluun, jonka antamia tuloksia arvioidaan ja verrataan keskenään. Johtopäätöksiä ei tehdä pelkkien laskennallisten arvojen perusteella, vaan niissä analysoidaan myös muita tekijöitä, kuten käytännöllisyyttä (esim. sähköautoilla latauspaikkojen määrä).

### **2.3 Tutkimuksen toteutus ja tiedon hankinta**

Tieto hankitaan erilaisista kirjallisista lähteistä. Tuotantoautoista ja tehtävistä, joissa niitä käytetään, on saatavilla kirjallisuutta ja artikkeleita. Autojen hankintakustannukset selviävät maahantuojien ja jälleenmyyjien verkkosivuilta ja esitteistä, joissa usein on eritelty auton perushinnan lisäksi muitakin auton ominaisuuksia, kuten massa. Huoltojen hinnat ovat usein merkki- ja liikekoh- taisia, joten huoltokustannusten tarkastelu on parasta rajata siten, että huomioidaan ainoastaan perusvuosihuollot. Vuosihuoltojen hinnoista käytetään yhdessä valittujen valmistajien hinnoista laskettua keskivertoa jokaiselle moottorityypille. Polttoaineen kuluttajahintaa seuraa oil.fi -sivusto, jonne on taulukoitu eri polttoainetyyppien kuukausittainen keskihinta.

Ajoneuvon polttoaineiden keskilukutukset löytyvät myös valmistajien ja jälleenmyyjien Internet-sivuilta, joskin siellä ilmoitetut lukemat voivat tutkitusti poiketa todellisesta kulutuksesta hyvinkin paljon. Polttoaineen kulutuksen suuruusluokan määrää suurimmaksi osaksi ajoneuvon moottorin tyyppi ja koko sekä ajoneuvon paino, mutta siihen vaikuttavat myös kuljettajan ajotapa, sää, vuodenaika, renkaat ja käytetty polttoaine. Autojen keskilukutuksia tiedustellaan myös pieniä tuotantoautoja käyttäviltä yrityksiltä sähköpostin välityksellä, sikäli kun heillä on dataa saatavilla.

Ajoneuvojen verotusasteet selviävät Traficomien verkkosivujen avulla, joilta löytyy ajoneuvoverolaskuri. Ajoneuvoverolaskurilla selviää jokaisen Suomessa

myytävän auton vuosittaiset verot tarkasti. Yritysassiakkaille vakuutusyhtiöt tarjoavat niin sanotun ryhmävakuutuksen, joka kattaa kaikkien yrityksen autojen vakuutukset. Koska tässä työssä autoja vertaillaan keskenään yksilötasolla, vakuutusmaksuissa käytetään vertailussa yksittäisen auton vakuutuksia, joihin katsotaan kuuluvan liikennevakuutus, sekä laajin mahdollinen kasko. Vakuutusten bonukset riippuvat vakuutuskorvausten määrästä ja ajasta, jolloin vakuutuskorvausten tekeminen ei ole ollut tarpeellista. Näin ollen tässä työssä lasketaan kaikki vakuutusmaksut ilman minkäänlaisia bonuksia.

### 3 PIENET TUOTANTOAUTOT YLEISESTI

Pienet tuotantoautot ovat autoja, joita yritys käyttää liiketoimintansa harjoittamiseen ja sen tukemiseen. Näiden autojen kokonaismassa on alle 3 500 kg:n, eli ne voivat olla rekisteröityjä joko henkilöautoiksi tai pakettiautoiksi, auton varustelun mukaan (Traficom 2018a). Niiden ajamiseen vaaditaan siis B-ajokortti. Näiden tuotantoautojen tehtävät sisältävät useimmiten tavaroiden ja henkilöiden kuljettamista työkohteisiin. Rakennusalan yritykset siirtävät niillä työkaluja, tarvikkeita ja tavaratilaan mahtuvia koneita työmaalle, ja sosiaali- ja terveysalalla työntekijöiden täytyy siirtyä asiakkaalta toiselle pitkiäkin välimatkoja päivän aikana.

#### 3.1 Autotyypit

Autoja on erikokoisia, eripainoisia ja erityyppisiä. Alle 3 500 kg:n autot voidaan rekisteröidä joko henkilöautoiksi (ajoneuvoluokka M1) tai pakettiautoiksi (ajoneuvoluokka N1) (Traficom 2019a). Näiden ajoneuvoluokkien määritelmät tarkemmin:

Taulukko 1: Henkilöauton ja pakettiauton määritelmä (Traficom 2019a).

| <b>Luokka</b>    | <b>Selitys</b>   |
|------------------|--|
| Henkilöauto (M1) | <i>Henkilöiden kuljetukseen valmistettu ajoneuvo, jossa on kuljettajan lisäksi tilaa enintään kahdeksalle henkilölle (Traficom 2018).</i>  |
| Pakettiauto (N1) | <i>Tavaran kuljetukseen valmistettu ajoneuvo, jonka kokonaismassa on enintään 3,5 tonnia. Tavarakantavuuden tulee olla suurempi kuin henkilökantavuuden (henkilö 68 kg) (Traficom 2018).</i> |

Euroopan komissio luokittelee kyseiset ajoneuvot tarkemmin segmentteihin niiden koon ja korimallin mukaan seuraavasti (Commission of European Communities 1999.):

Taulukko 2: Autosegmentit Euroopan Komission mukaan esimerkkeineen (Commission of European Communities 1999.)

| <b>Tunnus</b> | <b>Segmentti</b>                             | <b>Esimerkkejä</b>  |
|---------------|--|---|
| A             | Miniautot                                    | Fiat 500, Skoda Citigo, Toyota iQ, Suzuki Alto                  |
| B             | Pienet autot                                 | Renault Clio, Volkswagen Polo, Toyota Yaris, Mazda2             |
| C             | Keskikokoiset autot                          | Ford Focus, Honda Civic, Toyota Auris, VW Golf                  |
| D             | Isot autot                                   | Ford Mondeo, Opel Insignia, Toyota Avensis, VW Passat           |
| E             | Edustusautot                                 | Audi A6/7, BMW 5/6, Volvo V70, Tesla Model S                    |
| F             | Luksusautot                                  | Audi A8, BMW 7, VW Phaeton, Jaguar XJ                           |
| S             | Urheilu-coupét                               | Subaru BRZ, Volkswagen Scirocco, Toyota GT86, Hyundai Veloster  |
| M             | Monikäyttöautot                              | Opel Meriva, Toyota Pro-Ace, VW Caddy, Ford Transit             |
| J             | Crossoverit, katumaasturit, maastoautot yms. | Dacia Duster, Nissan Juke/Qashqai, Subaru Forester, Toyota RAV4 |

Taulukossa 2 olevilla autosegmenteillä ei ole kiinteitä parametrejä, joiden mukaan ne luokitellaan, mutta saman segmentin automalleilla on samankaltaisuuksia esim. pituuden, moottorivaihtoehtojen suhteen ja usein myös hintaluokan suhteen. Toisaalta joidenkin autosegmenttien välillä on selkeä ero, kuten

esimerkiksi pakettiautot kuuluvat automaattisesti M-segmenttiin ja kaksipaikkaiset urheiluautot S-segmenttiin. Sen sijaan Taulukossa 1 on selkeästi määriteltä, millainen auto luokitellaan henkilöautoksi ja millainen pakettiautoksi.

### Pienet henkilöautot



Kuva 2: B-segmentin henkilöauto Opel Corsa (opel.fi)

Pieniin henkilöautoihin, eli B-segmenttiin, lukeutuvat pienempikokoiset henkilöautot. Ne ovat pienempiä kuin C-segmentin autot, mutta isompia kuin A-segmentin miniautot. Kuvassa 2 on esimerkki Opelin valmistamasta B-segmentin mallistaan, Corsasta. Miniautoista ne eroavat siten, että miniautoissa on istuinpaikat ainoastaan kuljettajalle ja yhdelle matkustajalle, kun taas pienet henkilöautot ovat viisipaikkaisia ja varustettu keskivertoa pienemmällä tavaratilalla. C-segmentin autot ovat puolestaan B-segmentin autoja hieman pidempiä ja usein myös leveämpiä. B-segmentin autojen pituus on noin 4 metriä ja niiden moottorien sylinterien iskutilavuudet ovat tyypillisesti 1,0–1,6 litraa. B-segmentin autoihin mahtuu kuljettajan lisäksi tyypillisesti neljä matkustajaa ja noin 300 litran tavaratila merkistä ja mallista riippuen. (Classora 2019.)

Pieniä henkilöautoja käytetään työtehtävissä vähän. Niitä käytetään pääsääntöisesti sellaisissa tehtävissä, joissa on tarkoituksenaan liikuttaa ainoastaan työntekijöitä ja pieniä määriä tavaraa. Tällaisia ovat esimerkiksi päivittäinen siivous ja kotihoito, joissa ei tarvita suuria määriä materiaalia mukaan.

## Keskisuuret henkilöautot



Kuva 3: C-segmentin täyssähköinen henkilöauto Nissan Leaf (nissan.fi)

C-segmentin, eli keskisuurten autojen luokkaan kuuluvat B-segmenttiä isommat, mutta D-segmenttiä pienemmät henkilöautot. C-segmentin autoja ovat esimerkiksi Toyota Auris, Volkswagen Golf ja kuvassa 3 esiintyvä sähköauto Nissan Leaf. Pituudeltaan ne ovat tyypillisesti noin 4,5 metriä pitkiä, ja niihin mahtuu kuljettajan lisäksi neljä matkustajaa. Tavaratilat niissä ovat noin 450–600 litraa, eli vaihtelu on suurempi kuin B-segmentin autoissa. (Autoindustry 2019.)

## Monikäyttöajoneuvot



Kuva 4: Monikäyttöajoneuvo Volkswagen Caddy (volkswagen.fi)

Monikäyttöajoneuvoihin, eli M-segmentin autoihin lukeutuvat autot on valmistettu tavaroiden tai ihmisten kuljettamista ajatellen. Siihen lukeutuvat pakettiautot, pikkubussit, sekä tila-autot. Jotkut M-segmentin autot voisivat muiden ominaisuuksiensa puolesta kuulua myös C-segmenttiin, kuten esimerkiksi kuvassa 4 oleva Volkswagen Caddy ja Fiat Fiorino, mutta niiden tavaratila on suunniteltu pakettiautommaksiksi. Myös niiden ulkomuoto on lähempänä pientä pakettiautoa, kuin tavallista luukkuperäistä henkilöautoa. (Autoindustry 2019.)

**SUV:t**

Kuva 5: J-Segmenttiin kuuluva katumaasturi Nissan Qashqai (nissan.fi)

J-segmentin autoihin kuuluvat maastoautot, crossoverit, katumaasturit ja avo-  
lava-autot. Kuvassa 5 oleva Nissan Qashqai kuuluu katumaastureihin. Tässä  
työssä J-segmentin autoihin viitataan käytännön syistä lyhenteellä SUV  
(Sports Utility Vehicle). Maastoautot ovat nelivetoja, joissa on muihin autoihin  
suhteessa korkea maavara. Katumaasturit ovat tieliikennekäyttöön rakennet-  
tuja myös tavallista korkeammalla maavaralla ja nelivedolla varusteltuja au-  
toja, mutta eivät kuitenkaan sovellu maastoajoon yhtä hyvin kuin maastoautot.  
Crossoverit puolestaan ovat katumaastureiden eräs alaluokka, johon kuulu-  
vissa autoissa ei välttämättä ole nelivetoa lainkaan. Lisäksi ne ovat maastoau-  
toja ja katumaastureita pienempiä. Niissä kuitenkin on joitakin maastoauton  
ominaisuuksia enemmän, kuin katumaastureissa, minkä vuoksi ne lukeutuvat  
omaan alaluokkaansa. (Autoindustry 2019.)

## Pakettiautot



Kuva 6: Pakettiauto Toyota Proace (toyota.fi)

Pakettiautot, kuten kuvassa 6 oleva Toyota Proace, ovat ensisijaisesti tavaroiden kuljetukseen suunniteltuja autoja. Niissä on tyypillisesti kuljettajan lisäksi tilaa yhdelle tai kahdelle matkustajalle, mutta lain puitteissa pakettiauton matkustajamäärää koskevat samat asetukset kuin henkilöautonkin. Ainoastaan Pakettiautojen enimmäispaino on lain mukaan rajattu 3 500 kg:n, ja sitä saa ajaa henkilöautoajokortilla, eli B-luokan kortilla. Painorajan ylittyessä, ajoneuvo luokitellaan kevytkuorma-autoksi, ja sen kuljettajalta vaaditaan C1-luokan ajo-oikeus. (Ajoneuvolaki 2017/507 § 10). Pakettiautoiksi rekisteröityjen dieselautojen verotus on huomattavasti kevyempää kuin henkilöautoiksi rekisteröityjen. Myös henkilöauto voidaan muutoskatsastaa pakettiautoksi, mutta se edellyttää ylimääräisten istuinten poistamista ja niiden kiinnityspisteiden poistamista. Lisäksi, kyseinen muutos on käytännössä mahdollinen ainoastaan farmari- ja monikäyttöajoneuvokorityypin omaaville henkilöautoille. (Autotalli.com 2019.)

### 3.2 Moottoriratkaisut

Autoja on saatavilla erilaisilla moottorivaihtoehdoilla; on olemassa muun muassa bensiini-, diesel-, kaasu-, sähkö- ja hybridautoja. Hybridautoissa auton voimantuottoon käytetään kahta eri voimanlähdettä, tyypillisesti poltto- ja sähkömoottorin yhdistelmää. Moottorin tyyppi vaikuttaa monin eri tavoin auton



käyttö- ja ajo-ominaisuuksiin. Suurempi iskutilavuus moottorissa tarjoaa enemmän vääntöä ja tehoa, mutta nostaa myös polttoaineenkulutusta, erityisesti kaupunkiolosuhteissa, joissa moottorin kierrosnopeudet vaihtelevat paljon lukuisten hidastusten, kiihdytysten ja pysähdysten vuoksi. Raskaita kuormia kuljettaessa liikkeellelähtö on tasaisempaa ja helpompaa, jos moottori vääntää tehokkaasti alhaisilla kierroksilla. Tämän ansiosta kuljettajan ei tarvitse painaa juurikaan kaasua ja kuluttaa kytkinlevyjä saadakseen raskaalla kuormalla lastattu auto liikkeelle. (Bryant Motors 2019.)

Turboahdimella auton moottorin hyötysuhde kasvaa ja nostaa suurinta tehoa, jonka moottori tuottaa. Turboahdin on kuitenkin liikkuva, mekaaninen laite, joka tarvitsee voitelua ja säännöllistä huoltoa, minkä vuoksi se nostaa auton huoltokustannuksia. Turboahdimen voiteluaine otetaan samasta kierrosta kuin moottorin, joten sellaisella varusteltuihin autoihin täytyy tehdä öljyjen vaihto useammin (Pro Car Mechanics 2019). Turboahdin kuitenkin hyötysuhdetta kasvattaessaan pienentää auton polttoaineenkulutusta ja antaa moottorista enemmän tehoa.

## **Bensiini**

Bensiinillä toimivien autojen moottorit ovat nykyisin poikkeuksetta nelitahtisia, eli ottokiertoa hyödyntäviä polttomoottoreita. Kiertoprosessi on nimetty Nikolaus Oton mukaan, joka ensimmäisenä rakensi toimivan nelitahtimoottorin. Kaksitahtisella kiertoa hyödyntävällä moottorilla toimivia moottoreita on myös ollut autoissa, kuten 1960-luvun Saab 96:ssa. Niiden valmistus ja käyttö kuitenkin lopetettiin henkilöautoissa kiristyneiden päästörajoitusten myötä. Kaksitahtisia dieselmoottoreita näkyi vielä sen jälkeen jonkin aikaa raskaan maantieliikenteen ajoneuvoissa, mutta myöhemmin nekin poistuivat käytöstä 4-tahtisten tieltä (Jensen 2011).

Nelitahtisessa Ottomoottorissa on nimensä mukaisesti neljä työtahtia: imu-tahti, puristustahti, työtahti ja pakotahti. Ideaalinen ottoprosessi on adiabaattinen prosessi, mutta todellisuudessa ei, sillä todellisessa moottorissa tapahtuu aina lämpöhäviötä. Ottoprosessin hyötysuhdetta voidaan parantaa turboahdimella, joka kasvattaa sylinterissä tapahtuvan puristuksen suhdetta. Puristus-suhteen kasvattamisella on kuitenkin yläraja. Puristussuhteen kasvattaminen

kasvattaa myös puristusilman lämpötilaa, mikä voi aiheuttaa kipinättömän syttyksen, eli seoksen syttymisen liian aikaisin. Tämän voi havaita moottorin ”nakutuksena”. Myös moottorin fyysisen ja lämmön rasituksen kesto tulevat vastaan.

Bensiinimoottorien etuna muihin moottorityyppeihin on sen ja sen laitteiden valmistuksen edullisuus, joka näkyy myös jälleenmyyntihinnassa; bensiiniautot ovat jälleenmyyntihinnastojen mukaan noin 1000 – 3000 euroa vastaavia dieselmalleja edullisempia (Volkswagen.fi 2018, Opel.fi 2018). Suurempi ero hinnoissa on hybridi-, sähkö ja kaasuautoihin verrattuna. Esimerkiksi sähköisen vuoden 2018 Volkswagen e-Golf:in jälleenmyyntihinta on 41 770 €, kun taas bensiinikäyttöisten Golfien hinnat ovat 18 180 – 27 870 € (Volkswagen.fi 2018).

### **Diesel**

Dieselmootorit perustuvat saksalaisen Rudolf Dieselin vuonna 1892 kehittämään kiertoprosessiin. Se eroaa ottoprosessista siten, että siinä polttoaineen ja ilman seos sytytetään painekammiossa (sylinterissä) painetta nostamalla, jolloin seoksen lämpötilakin nousee sen syttymislämpötilaan. Teoreettisesti dieselprosessi eroaa ottoprosessista siten, että dieselprosessissa palaminen tapahtuu vakioaineessa, kun ottoprosessissa se puolestaan tapahtuu vakiotilavuudessa. (Raiko ym. 2019, 178–180.)

Dieselmootoreiden merkittävin etu bensiinimoottoreihin on niiden tuottama vääntö, joka saa raskaatkin ajoneuvot liikkeelle sopivan vaihteiston avulla. Korkean väännön ansiosta, dieselmoottori jaksaa siirtää raskaampia kulku-  
neuvoja lasteineen tehokkaammin kuin vastaava bensiinimoottori. Lisäksi dieselmootoreiden suoraruiskutus mahdollistaa bensiinimoottoreita korkeamman ilman ahtopaineen, joka kasvattaa tehoa entisestään. (Minnesota State University 2018.)

Dieselin haittapuolina ovat sen palamisesta syntyvät päästöt. Vaikka dieselmootorit tuottavat käydessään bensiinimoottoreita vähemmän hiilen oksideja (Reşitoğlu ym. 2015), se tuottaa runsaasti pienhiukkasia. Nykyisten dieselautojen hiukkassuodattimet pystyvät kuitenkin suodattamaan tyypillisesti yli 90 %

näistä pienhiukkasista (DieselNet 2018). Nämä hiukkassuodattimet puhdistavat itseään termisen regeneraation avulla tavallisessa käytössä, mutta mikäli suodatin tukkeutuu niin paljon, ettei se pysty puhdistamaan itseään tavallisessa käytössä, se pitää vaihtaa. Hiukkassuodattimen vaihto maksaa automallista ja merkistä riippuen kymmenistä euroista jopa yli 3 000 €:oon. (Autojerry 2018.)

Dieselajoneuvoista peritään suomessa myös käyttövoimaveroa, kun taas bensiinijoneuvoista ei. Käyttövoimaveron suuruus riippuu ajoneuvon tyypistä (henkilö-, paketti- tai kuorma-auto), ajoneuvon painosta (senttiä alkavaa sataa kiloa kohden) ja perävaunun käytöstä sekä sen tyypistä. (Traficom 2019b.)

### **Maakaasu**

Maakaasuautot käyttävät polttoaineenaan joko paineistettua maakaasua Compressed Natural Gas, CNG), nestemäistä maakaasua (Liquefied Natural Gas, LNG) tai absorboitua maakaasua (ANG). Näiden kolmen vaihtoehdon eroina ovat mm. varastointi, tankkaustekniikka ja riskit. Maakaasun säilöminen on fossiilisia polttoaineita riskialttiimpaa, sillä CNG:tä pitää säilöä korkeassa paineessa ja LNG:tä kylmässä, jotta se säilyisi nestemäisenä. ANG kehitettiin ratkaisemaan edellä mainittujen vaihtoehtojen ongelma absorboimalla maakaasu absorbointiaineeseen, jolloin se voidaan säilöä suhteellisen alhaisessa paineessa ja ilman viileänä pitämisen tarvetta (Tucker 2014).

Maakaasuautojen etuna fossiilisia polttoaineita käyttäviin autoihin on polttoaineen hinta ja globaali riittävyys. Kaasu on polttoaineena kuluttajahinnaltaan vajaa kolmanneksen fossiilisia polttoaineita edullisempaa, ja maasta pumpattun metaanikaasun lisäksi CNG-autot voivat hyödyntää myös biojätteestä saatavaa biokaasua. Lisäksi maakaasuautojen päästöt ovat pienemmät kuin bensiini- ja dieselmootoreissa. Hiilidioksidipäästöt ovat yli 10 % pienemmät ja typenoksidipäästöt ovat 90 % pienemmät. Lisäksi kaasu kuluttaa auton moottori- ja polttoainejärjestelmiä fossiilisia polttoaineita vähemmän. (Eneguide.be 2018).

Huonoina puolina kaasuautoissa ovat bensa- ja dieselautoihin nähden jakelupisteiden suhteellinen harvinaisuus, varastoinnin ja tankkauksen käytäntö ja riskit, sekä auton suhteellisen kallis hankintahinta, oli kyseessä sitten uusi

auto tai muuntosarja vanhaan autoon. Gasumilla on kaasutankkausasemia Suomessa 28 ja muilla toimijoilla noin 10. Suurin osa niistä on keskittynyt Etelä- ja Länsi-Suomeen ja pohjoisin niistä sijaitsee Oulussa (Gasum 2018). Varastoinnin ongelmat selitettiin yllä; ne liittyvät joko korkeaan paineeseen tai varaston jäähtymykseen (Donev ym. 2018).

### **Hybridit**

Hybridiautoiksi kutsutaan sellaisia autoja, joissa käytetään voimanlähteenä enemmän kuin yhtä moottorityyppiä. Kahta polttoainetyyppiä, esimerkiksi bensiiniä ja maakaasua, käyttäviä autoja ei kutsuta hybrideiksi, sillä niissä on yksi moottori, joka on suunniteltu toimimaan kahdella polttoainetyypillä. Henkilöautoissa hybrideissä on polttomoottorin lisäksi myös sähkömoottori. Tällaisia autoja kutsutaan tarkemmin sähköhybridiautoiksi. Niissä sähkömoottori tuottaa liikkumiseen vaadittavaa mekaanista energiaa polttomoottorin kanssa joko rinnan, sarjassa tai virranjakovaihteiston avulla. Täyshybridit pystyvät liikkumaan polttomoottorin, sähkömoottorin tai niiden yhteistoiminnan avulla. Kevythybridit puolestaan eivät pysty liikkumaan pelkän sähkömoottorin avulla, vaan niissä sähkömoottori toimii aina polttomoottorin tukena. (Hybrid-cars.org 2019)

Maailman ensimmäisen sähköhybridiauton, Lohner-Porsche Mixten, suunnitelti ja rakensi autotekniikan insinööri Ferdinand Porsche 1800- ja 1900-lukujen vaihteessa. Autoa valmistettiin 300 kappaletta, mutta tuotanto lopetettiin kysynnän laskiessa, kun 1904 Henry Ford avasi ensimmäisen henkilöautojen tuotantolinjan kuuluisalle Fordin T-mallilleen. Kiinnostus hybridiautoja kohtaan kasvoi vasta 1990-luvun lopulla, kun Toyota toi markkinoille Prius-mallistonsa 1997. Tätä seurasi heidän kilpailijansa Hondan Insight vuonna 1999. (CarsDirect 2018).

Rinnakkain toimivassa hybridissä poltto- ja sähkömoottori ovat molemmat yhteydessä vetoakseliin vaihteiston välityksellä. Tällöin ne voivat toimia yhtäaikaan tai erikseen auton liike-energian tuotannossa. Etuna pelkkään polttomoottoriin on tehokkuus kaupunkiolosuhteissa, joissa jatkuva pysähtyminen ja liikkeellelähtö nostavat pelkällä polttomoottorilla toimivan auton keskikulutusta. Hyötysuhdetta nostaa myös regeneroiva jarrutus, jolloin auton hidastaessa vauhtia, sähkömoottori toimii sähkögeneraattorina akuilleen. (Hybrid-cars.org 2019.)

Sarjahybrideissä auton liike-energiaa tuottaa ainoastaan sähkömoottori, polttomoottorin tuottaessa sähköenergiaa sähkömoottorille. Toimintaperiaate on sama kuin dieselsähköisissä vetureissa. Sarjahybridien etuina pelkkään polttomoottoriin on se, että sähkömoottori ei vaadi erillistä vaihteistoa optimaalisen väännön tuottamiseksi ja se, että polttomoottoria voidaan käyttää jatkuvasti tasaisella kuormituksella, jolloin myös polttoaineen kulutus pysyy tasaisena. Nämä edut tosin ovat selkeästi suuremmat isommissa sovelluksissa, kuten laivoissa ja edellä mainituissa dieselsähkövetureissa. (Hybrid-cars.org 2019.)

### **Täyssähkö**

Varhainen sähkömoottori ja sen avulla liikkuvat kärryt kehitettiin jo 1800-luvun alussa, kun unkarilainen Ányos Jedlik kehitti varhaisen sähkömoottorin ja sillä liikkuvan pienoisauton 1828. 1834 hollantilainen Sibrandus Stratingh rakensi avustajansa Christopher Beckerin kanssa galvaanisella akulla liikkuvan kärryn, jota voidaan pitää sähköauton edeltäjänä. Ensimmäisen tuotannossa olleen sähköauton rakensi englantilainen Thomas Parker vuonna 1984. Tuotannosta vastasi Elwell-Parker Company. Sähköautojen varsinainen kulta-aika sijoittuu 1800- ja 1900-lukujen taitteeseen, jolloin niiden edut polttomoottoriautoihin nähden olivat merkittävät; sen aikaisissa polttomoottoriautoissa käynnistys tapahtui käsin kammien avulla, niiden pakokaasut haisivat, ne olivat äänekkäitä ja tärisivät ikävästi ajaessa. Sähköautoissa näitä ongelmia ei ollut. Polttomoottoritekniikan kehittyessä sähköautojen suosio alkoi hiipua. (Fuller 2009.)

Vasta 2000-luvun alussa täyssähköiset autot alkoivat taas ilmestyä markkinoille. Vuonna 2004 Tesla toi markkinoille Lotus Eliseen pohjautuvan Roadster-mallistonsa, joka toimi yksinomaan sähköllä. Roadsteria valmistettiin vuoteen 2012 asti. Se oli maailman ensimmäinen sähköauto, jota oli laillista ajaa moottoriteillä. Muita Teslan malleja ovat Model S ja X sekä maaliskuussa 2019 myyntiin tullut Model 3. Verrattaviin polttomoottorilla varusteltuihin kilpailijoihinsa verrattuna Tesla ei kuitenkaan ole poikkeuksellisen kallis; uusi Model S pelkillä vakiovarusteilla tilattuna maksaa 93 000 € veroineen (Tesla 2019). Model S on kuitenkin neliveto, joka kiihtyy valmistajan mukaan 0 – 100 km/h

4,4 sekunnissa. Vertailtavana autona esimerkiksi turboahdetulla dieselmoottorilla varustettu BMW 540d xDrive sedan, joka on myös neliveto ja kiihtyvyyssamaa luokkaa, maksaa veroineen uutena noin 85 000 € (BMW 2019).

Teslan ilmestyminen markkinoille ajoi myös kokeneet autonvalmistajat valmistamaan omia sähköautomallejaan. Vuonna 2010 Nissan toi markkinoille täyssähköisen Leaf-mallistonsa, joka erosi Teslan Model S:stä jo pelkältä hinnaltaan. Uuden Nissan Leafin hinta alimmillaan on 38 200 € (Nissan 2019). Siinä missä Teslan Model S kilpailee BMW:n 5-sarjan kaltaisten hintavampien isomman keskiluokan autojen kanssa, Leaf kilpailee keskihintaisten (n. 20 000 – 40 000 €) Volkswagenien ja Toyotojen kanssa.

### **3.3 Varustelu**

Autojen varusteet vaikuttavat käytettävyyteen, huoltoihin ja hankintahintaan. Eri autot ovat varusteltu erilaisilla vaihteistoratkaisuilla, elektroniikalla, renkailla, jarruilla ynnä muilla merkittävillä ja vähemmän merkittävillä ominaisuuksilla. Koska eri autoissa on paljon erilaisia varusteita, joiden erittely ja läpikäyminen tässä työssä olisi työlästä, keskitytään ainoastaan kaikista keskeisimpiin varusteisiin. Näitä ovat vaihteistoratkaisut ja renkaat.

#### **Vaihteisto**

Autoja on saatavilla käsi- automaatti- ja puoliautomaattivaihteisina. Vaihteiden tarkoitus on pitää voimansiirto moottorin ja pyörien välille tehokkaana nopeuden vaihdellessa. Auton rengas pyörii yleisimmissä tieliikennenopeuksissa (50 – 120 km/h) n. 400 – 1000 kierrosta minuutissa. Henkilö- ja pakettiautojen polttomoottorit eivät pysty tällä kierrosvälillä kuitenkaan tuottamaan tehoa kuin korkeintaan tyhjäkäyntiin. Tämän vuoksi moottorin on toimittava renkaita korkeammalla kierrosalueella (1000 – 6000 kierrosta minuutissa), jotta auto saataisiin liikkeelle ja pidettyä liikkeessä.

Auton vaihteiston tyypillä on pieni vaikutus auton polttoaineen kulutukseen. Ennen vanhaan ero automaattivaihteisten ja käsivaihteisten autojen polttoaineen kulutuksessa oli selkeämpi, sillä niissä oli tyypillisesti vähemmän vaihteita kuin käsivaihteisissa autoissa. Lisäksi automaattivaihteisissa autoissa

oleva momentinmuuntaja hukkaa pyörille menevää tehoa, poikkeuksena kaksoismassakytkinvaihteistot ja CVT (Constantly Variable Transmission, jatkuvasti vaihteleva vaihteisto). (Deaton 2015.)

Oikein käytettynä käsivaihteinen polttomoottoriauto kuluttaa vanhempia, momenttimuuntajalla varustettuja automaattivaihteistoa vähemmän, mutta nykyisissä kaksoiskytkinvaihteisissa autoissa ero on olematon tai jopa päin vastainen. Kaksoismassakytkinvaihteistot toimivat käsivaihteistojen tapaan, erona tietysti se, että se on automaattinen ja siinä on kaksoiskytkin. CVT, toimii aina optimaalisella kierrosalueella suurimman hyötysuhteen aikaansaamiseksi. Ratasvaihteiden sijaan se toimii kiilahihnavariaattorilla, jonka ansiosta voimansiirtosuhteita on rajaton määrä. Sähköautoissa vaihteistoa ei yksinkertaisemman voimansiirtotekniikan ansiosta tarvita. (Fueleconomy.gov 2019.)

Erityyppisiä vaihteistoja täytyy myös huoltaa eri lailla ja eri väliajoin (Autokorjaamo Vepsäläinen 2019):

- Käsivaihteisissa autoissa kuluvat kytkinlevyt ja synkrorenkaat
- automaattivaihteisissa pitää vaihtaa vaihteiston öljyt tasaisin väliajoin
- kaksoiskytkinvaihteisissa täytyy käsivaihteisten tapaan vaihtaa tarvittaessa kytkinlevyt ja
- CVT:ssä täytyy vaihtaa tai kiristää kiilahihnaa/ketjua tietyin väliajoin.

Vaihteistojen huoltohinnat vaihtelevat automerkin ja -mallin mukaan. Yleisin vaihteistolle tehtävä huolto on perinteisen automaattivaihteiston öljyn vaihto. Sen hinta on keskimäärin 230€ ja se suoritetaan tyypillisesti 60 tuhannen kilometrin välein. Käsivaihteisen auton kytkimen vaihto on keskimäärin 690€, mutta se suoritetaan huomattavasti harvemmin noin 300 tuhannen kilometrin välein, riippuen autosta. (Autojerry 2019.) Kaksoiskytkinvaihteistojen huollot ovat kaikista hintavimpia. Erityisesti Volkswagenin DSG-vaihteiston vauhtipyörien vaihtojen hinnat alkavat 1200 €:sta (Autokorjaamo Vepsäläinen 2019).

## **Renkaat**

Renkaiden vierintävastus vaikuttaa polttoaineen kulutukseen. Pyöriessään renkaat muuttavat muotoaan litistymällä auton painon alla ja palaamalla muotoonsa renkaan pinnan irrottua tiestä. Tätä ilmiötä kutsutaan hystereesiksi ja se aiheuttaa renkaiden pyörimistä vastustavan vierintävastuksen. Peh-

meäseoksisissa, syväkuvioisissa ja vajaapaineisissa renkaissa kuluu hystereesiin enemmän energiaa kuin kovissa, sileissä ja oikein täytetyissä renkaissa. Tämän vuoksi ne kuluttavat myös enemmän polttoainetta. Edellä mainittuja ominaisuuksia voidaan kuitenkin tietyissä ajo-olosuhteissa tarvita renkaan pidon parantamiseksi, kuten talvella ja maastossa. Tällöin ajo-ominaisuudet ovat tärkeämmät kuin polttoaineenkulutus. (Machine Design 2019.)

Renkaiden koolla on myös vaikutusta auton polttoaineenkulutukseen. Mitä korkeampi sivu renkaissa on, sitä suurempi on vierintävastus ja siten myös polttoaineen kulutus. Leveämissä renkaissa on suurempi massa, suurempi ilmanvastus ja suurempi kosketuspinta, joka aiheuttaa suuremman vierintävastuksen. Euroopan Rengas- ja Kumivalmistajien Yhdistys ETRMA on luonut renkailla energialuokitusportaot, joiden avulla kuluttajan on renkaita ostaessaan helpompi vertailla renkaiden vaikutusta polttoaineenkulutukseen. Luokituksen portaot on jaettu A:sta G:hen, joista A on kaikista energiatehokkain ja G kaikista vähiten. A-luokituksen saaneet renkaat kuluttavat polttoainetta 7,5% G-luokiteltuja vähemmän. (ETRMA 2019.)

### **3.4 Autojen käyttökohteet**

#### **Kuriiritoiminta**

Kuriiritoiminnassa kuljetetaan toimitus suoraan asiakkaalle. Kuriiritoimituksia on erilaisia, jolloin niiden suuruus voi vaihdella aina pienestä paketista satojen kilogrammojen painoiseen koneeseen. Tämän vuoksi juuri oikean kokoisen auton valinta on vaikeaa, mutta jos useamman auton hankkiminen yritykselle ei ole mahdollista, mutta halutaan mahdollisimman moniin eri kuriiritoimituksiin kykenevä auto, silloin pakettiauto on paras valinta.

#### **Keräily- ja jakeluajo**

Kuten kuriiritoiminnassakin, keräily- ja jakeluajossa kuljetettava lasti voi vaihdella tehtävän sekä keräiltävästä- ja jaettavan volyymin mukaan. Tällöin paras valinta on sama kuin kuriiritoiminnalla, eli pakettiauto. Pakettiautoon saa lisäksi mahtumaan enemmän eri lähetyksiä, kuin henkilöautoon.



### **Sosiaali- ja terveydenhoito**

Sosiaali- ja terveydenhoitotyössä, johon kuuluu kotihoito ja muut henkilökunnan kotikäynnit, ei vaadi autolta suurta tavarankuljetuskykyä, vaan tarkoituksena on siirtää ammattihenkilöitä työkohteisiin. Tällöin tuotantoautoksi riittää pienikin henkilöauto.

### **Kiinteistöhoito ja siivous**

Kiinteistöhoiton ja siivouksen tehtävissä kuljetettavan tavarán määrä vaihtelee suuresti. Erityisesti siivouksessa ja useimmissa kiinteistöhoiton töissä työvälineet ovat valmiina työkohteessa, jolloin ainoastaan työntekijän täytyy siirtyä ajoneuvolla kohteesta toiseen. Toisinaan, varsinkin kiinteistöhoiton töissä, joissa vaaditaan työkaluja tai työkoneita työtehtävän suorittamiseen, ei tarvittavia välineitä välttämättä ole saatavilla työkohteessa, varsinkin jos työtehtävä on ennalta-arvattava huoltotyö. Samoin siivoustehtävissä asiakas on voinut tilata perusteellisemmän siivouksen ja täten paikalle täytyy tuoda tarvittavia koneita ja kemikaaleja, joita ei kohteessa valmiina ole.

## **4 AUTOJEN KUSTANNUKSET**

Autojen kustannusrakenne on pääosin samankaltainen, kuin minkä tahansa työssä käytettävän omaisuuden. Autojen kustannusrakenteesta poikkeuksellisen tekee niiden jyrkästi laskeva jälleenmyyntihinta, eri tekijöistä riippuva verotus, sekä voimantuottoon käytetyn polttoaineen verotus ja hinta (tai sähkön hinta, mikäli kyse on sähköautosta tai plug-in hybridiautosta). Nämä edellä mainitut tekijät vaikuttavat auton käyttökustannuksiin ja vaihtelevat eri autojen välillä hyvinkin paljon.

Auton hankintahinta on suurin yksittäinen menoerä auton kustannuksissa. Auton hintaan vaikuttaa muun muassa auton merkki, varustelu ja moottorin ominaisuudet. Lisäksi samaa automallia voi olla saatavilla useilla eri hinnoilla, jos sitä myy useampi kuin yksi maahantuoja. Uuden auton myyntihintaan sisältyy 24 %:n arvonnlisäveron lisäksi autovero, jonka suuruus riippuu auton hiilidioksidipäästöistä. Autoveron suuruus vaihtelee 3,8 %:n ja 50 %:n välillä. (Autoalan Tiedotuskeskus 2017). Auton jälleenmyyntiarvoon vaikuttaa eniten autolla ajettu kokonaismatka, joka on ilmaistu jokaisessa autossa odometrissä, eli

matkamittarissa, sekä huoltohistoria (Partanen 2017). Siihen vaikuttavat lisäksi auton kunto, ikä ja entisten omistajien lukumäärä. Autoveroa maksetaan massaltaan alle 1 875 kg olevista henkilö-, paketti- ja linja-autoista.

Auton hankinnan jälkeen siitä maksetaan vuotuista ajoneuvoveroa, joka riippuu auton hiilidioksidipäästöjen suuruudesta. Päästön suuruutta ei mitata jokaiselta autolta erikseen, vaan sen ilmoittaa auton valmistaja. Tämän perusteella lasketaan auton perusvero. Mikäli autossa on jokin muu kuin bensiinillä toimiva moottori, siitä maksetaan lisäksi käyttövoimaveroa, joka riippuu käytetystä moottorityypistä. Korkein käyttövoimavero on dieselillä (5,5 snt/pv/alk. 100 kg) ja pienin bensiini-sähköhybridillä (0,5 snt/pv/alk. 100 kg). Myös pelkällä sähköllä toimivasta autosta maksetaan käyttövoimaveroa (1,5 snt/pv/alk. 100 kg). (Traficom 2019b). Suomessa auton hankinnan verotus on EU-maista toiseksi korkein. Korkeampi se on ainoastaan Tanskassa. Myös käytön verotus on EU-maiden korkeimpia. (Autoalan Tiedotuskeskus 2019.)

Suomen tieliikennelain mukaan tieliikenteeseen rekisteröidyllä autolla tulee olla pakollinen liikennevakuutus, josta korvataan toiselle autolle, omaisuudelle tai henkilölle onnettomuudessa koituneet vahingot. Liikennevakuutuksen lisäksi autolle voi ostaa myös ylimääräistä turvaa, jos sen kokee tarpeelliseksi. Tällainen on esimerkiksi kaskovakuutus, joka korvaa onnettomuudelle myös omalle ajoneuvolle koituneet vahingot. Vakuutusyhtiöt myyvät yrityksille ryhmävakuutuksia ajoneuvoille, joilla saadaan kaikki yrityksen tai yrityksen yksikön autot saman vakuutuksen alle, jolloin jokaiselle autolle ei sitä tarvitse ostaa erikseen. (OP 2019.) Vakuutuksen suuruuteen vaikuttaa mm. vakuutuksen kattavuus, auton merkki, malli ja vahinkohistoria sekä vakuutusyhtiö, jolta vakuutus on otettu. Yksityishenkilön kohdalla myös omistajan ikä ja ajokokemus vaikuttavat vakuutuksen suuruuteen. (LKV 2017.)

Jokaisen auton huolto- ja käyttökustannukset ovat suuruudeltaan erisuuruiset. Nämä kustannukset riippuvat mm. merkistä, mallista, varustelusta ja käytetystä polttoainetyypistä. Joissakin autoissa voi olla tiheämpi määräaikaishuolto-ohjelma kuin toisissa, jolloin auton säännöllisiä huoltoja joutuu teettämään useammin kuin väljemmän huolto-ohjelman omaavissa autoissa. Tämä huoltoväli on ilmoitettu sekä kilometreinä, että vuosina. Huolto suoritetaan, kun toinen näistä ehtii täyttymään. Määräaikaishuollot suoritetaan 30 000 –

50 000 km tai vuosina 2 – 5 vuoden välein, riippuen auton merkistä ja mallista. (Rinta-Jouppi 2019.)

## 5 KUSTANNUSLASKELMAT

Vertailun laskelmat toteutettiin Microsoft Excel -taulukkolaskentaohjelmalla. Vertailtavien autojen eri vuosikustannuserät laskettiin kukin omalle taulukolle, jotka summaamalla saatiin laskettua autojen kokonaisvuosikustannukset. Laskennoissa käytetyt alkuarvot valittiin tarkoitukseen soveltuvista lähteistä, joiden luotettavuus ja tarkkuus oli vaihtelevaa. Autojen hinnat, jotka lukevat valmistajan hinnastoissa joskus jopa sentin tarkkuudella, eivät jätä tulkinnanvaraa ja voidaan pitää kaikista luotettavimpana luotettavina. Toisessa ääripäässä ovat autojen jälleenmyyntihinnat, jotka ovat parhaillaankin vain arvioita, jotka on laskettu saman auton vanhemman vuosimallien perusteella.

### Kokonaiskustannukset

Kuvassa 7 on esitetty laskennassa tarkasteltujen autojen keskimääräiset vuosikustannukset segmenttien ja niiden käyttämän polttoaineen mukaan. Kuvassa 7 olevassa taulukossa on laskennoissa otettu mukaan myös autojen arvonalenemasta johtuvat vuosipoistot, jotka on laskettu samanmallisten autojen eri vuosimallien perusteella, sillä tarkasteluvuoden (2019) mallien käytettyjä yksilöitä ei vielä ole myynnissä tarkastelussa vaadituilla ominaisuuksilla. Tarkasteltavan auton iän pitää olla noin viisi vuotta tai noin 150 000 km ajettu. Parhaimmillaankin laskentaan valitut yksilöt olivat vain hyvin lähelle nämä vaatimukset täyttävä, eivätkä aina samalla moottorityypillä varusteltuja.

|                     | Keskiarvot segmentin mukaan [€/v] |         |         |         |         |
|---------------------|-----------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Segmentti           | Bensiini                          | Diesel  | Kaasu   | Sähkö   | Hybridi |
| <i>B-segmentti</i>  | 4 554 €                           | 3 956 € | 2 225 € | 2 687 € | 2 716 € |
| <i>C-Segmentti</i>  | 5 110 €                           | 4 956 € | 3 780 € | 3 734 € | 3 567 € |
| <i>M-Segmentti</i>  | 6 085 €                           | 6 018 € | 5 028 € | 4 279 € |         |
| <i>J-Segmentti</i>  | 5 129 €                           | 5 668 € |         |         | 4 227 € |
| <i>Pakettiautot</i> |                                   | 7 581 € |         |         |         |

Kuva 7: Autojen keskimääräiset kokonaisvuosikustannukset luokiteltuina segmentin ja polttoainetyypin mukaan.

Kuvassa 8 on esitelty autojen vuosikustannusten keskiarvo, kuten kuvassa 7, mutta ilman poistoja. Tämä taulukko luotiin vertailun vuoksi, jotta saataisiin

selville, kuinka paljon epävarmat arvonalenemat muuttavat autojen välisiä kustannuseroja. Kuten kuvia 7 ja 8 vertailemalla voidaan todeta, eroa kustannusten suhteissa on etenkin sähköautojen kohdalla.

|                     | <b>Keskiarvot segmentin mukaan<br/>(Ilman poistoja) [€/v]</b> |               |              |              |                |
|---------------------|---|---------------|--------------|--------------|----------------|
| <b>Segmentti</b>    | <b>Bensiini</b>   | <b>Diesel</b> | <b>Kaasu</b> | <b>Sähkö</b> | <b>Hybridi</b> |
| <i>B-segmentti</i>  | 3 539 €   | 3 175 €       | 1 259 €      | 1 522 €      | 2 486 €        |
| <i>C-Segmentti</i>  | 4 009 €   | 3 472 €       | 2 569 €      | 1 585 €      | 3 260 €        |
| <i>M-Segmentti</i>  | 4 522 €   | 3 752 €       | 2 926 €      | 1 699 €      |                |
| <i>J-Segmentti</i>  | 4 232 €   | 3 974 €       |              |              | 3 571 €        |
| <i>Pakettiautot</i> |   | 4 966 €       |              |              |                |

Kuva 8: Autojen keskimääräiset kokonaisvuosikustannukset luokiteltuina segmentin ja polttoainetyypin mukaan ilman vuosipoistoja.

Valittujen autojen vuosikustannusten keskiarvoksi poistojen kanssa saatiin laskelmissa hieman yli 5 000 € ja ilman poistoja n. 3 500 €. Kalleimmaksi ylläpidettäväksi osoittautui dieselpakettiauto Opel Movano sekä poistojen kanssa että ilman niitä, mikä myös osaltaan heikentää pakettiautojen asemaa näissä laskelmissa. Yleisesti ottaen kalleimmat autot löytyivät pääosin dieselkategorista. Halvimmaksi autoksi osoittautui kaasulla toimiva Volkswagen Polo, sillä oletuksella, että polttoaineena käytetään ainoastaan maakaasua. Vuosikustannuksiltaan halvimmat autot löytyivät muutenkin täyssähkö-, kaasu- ja hybridautoista. Segmenttikohtaisesti tarkastellessa edullisimmiksi autoiksi osoittautuivat pienimmän tarkasteltavan segmentin, eli B-segmentin, autot.

### **Huollot**

Huoltojen hinnat laskettiin Autojerry.fi-sivustolta saaduilla vuosihuoltojen keskiarvoilla. Selkeästi kalleimmat huollot olivat dieselpakettiautoilla. Muutoin huoltojen hinta oli enemmän riippuvainen merkistä ja mallista, minkä vuoksi polttoaineen ja segmentin mukaan ryhmittely ei anna sopivaa kuvaa asiasta. Eri autojen valmistajat käyttävät hieman toisistaan poikkeavaa tekniikkaa ja erilaisia osia, joiden huoltaminen aiheuttaa erilaisia kustannuksia. (Liite 1.)

### **Poistot**

Autojen arvonalenemissa oli suuria eroja. Viiden vuoden sisällä arvonalenemien aiheuttamat vuosipoistot vaihtelivat kahdesta-kolmestasadasta eurosta kahteen-kolmeentuhanteen euroon. Vuosipoistot laskettiin käytettyjen autojen

välittäjien käyttämiä automyyntisivustoilta, Autotalli.comista ja Nettiauto.comista, saatuja arvoja käyttäen. Koska vuoden 2019 malleja ei vielä ole myynnissä käytettynä, eikä halutun suuruisilla kilometrimäärillä, oli laskennoissa tyydyttävä käyttämään autojen aikaisempien vuosimallien jälleenmyyntihintoja. Näissäkään ei kaikissa kyetty löytämään kaikille halutunlaisia käyttövuosia ja ajokilometrejä, joten valittiin 5-6 yksilöä, joiden ikä ja ajokilometrit vastasivat lähimmäs haluttuja parametrejä. Poistolaskelmia voidaan pitää vuosikustannusten epäluotettavimpana arvona, minkä vuoksi loppulaskelmat on suoritettu myös ilman niitä (Liite 1).

### **Vakuutukset**

Vakuutusten hinnat työhön saatiin osittain LähiTapiolan asiakaspalvelun kautta ja osittain matemaattisesti interpoloimalla edellä mainittujen arvojen avulla. Autot, joille asiakaspalvelu antoi hintatarjouksensa, olivat seuraavat:

- Ford Fiesta
- Nissan NV200
- Nissan Leaf
- Opel Combo
- Opel Movano
- Toyota RAV4
- Volkswagen Crafter

Muille autoille löydettiin arvot laskennallisesti. Kaikista lineaarisin funktio vakuutusten kokonaishinnalle saatiin vertaamalla hinnan suhdetta painoon. Näin saatiin Excelin luomalla lineaarisen funktion kaavalla laskettua kokonaisvakuutusten suuruus muillekin autoille. Tämä ei ole tarkin mahdollinen laskukaava, mutta riittävän tarkka tähän laskentaan. Kalleimmat vakuutukset olivat pakettiautoilla ja halvimmat pienillä autoilla. Tämä on odotettua, johtuen käytetystä laskentatavasta, mutta pätee myös LähiTapiolalta saatujen hintojen kesken. (Liite 1.)

### **Renkaat**

Autojen renkaiden laskennassa käytettiin rengas-online.comista saatuja renkaiden hintoja. Renkaiksi valittiin toiseksi halvin malli, sillä halvin malli oli lähes aina kiinalainen Nankang, joka ei ole testeissä todettu kovin hyväksi (Tekniikan Maaailma 2018). Talvirenkaiksi valittiin nastarenkaat. Autojen vanteiksi oletettiin kaikkiin autoihin teräsvanteet. Erikokoisten teräsvanteiden hintahaa-

rukka jäi sen verran kapeaksi, että kaikissa päätettiin käyttää niiden keskimääräistä hintaa 45 €. Tämä yksinkertaistaa laskuja, muttei vaikuta laskentojen lopulliseen tulokseen. Kalleimmat renkaat olivat pakettiautoilla ja katumaastureilla, mutta yhdelläkään segmentillä ei ollut selkeästi halvimpia renkaita. Tämä johtuu siitä, että eri segmenteillä voi olla sama vanne koko. Näin todettiin olevan esimerkiksi VW Caddylla ja Opel Astralla, jotka kummatkin käyttävät vannekokoa 195/65R15. (Liite 1.)

### **Kulutus**

Sähköautojen polttoainekustannuksia laskiessa käytettiin Helenin tarjoamaa 6,43 c/kWh (alv 0 %) perussähkön tarjoushintaa yrityksille ja Caruna Oy:n 3,68 c/kWh (alv 0 %) yleissiirron siirtohintaa. Kulutuksen tai siirron perusmaksuja ei ole huomioitu, sillä yritys maksaa niitä autoista riippumatta. Muiden polttoainetyyppien kohdalla on käytetty kunkin polttoaineen vuoden 2019 arvonlisäverotonta keskihintaa. Autojen keskikulutusarvot haettiin saksalaiselta Spritmonitor.de-sivustolta, jonne autojen käyttäjät voivat lähettää omien autojensa kulutuslukemia. Suurimmat polttoainekulut olivat pakettiautoilla ja kaikilla bensakäyttöisillä autoilla, paitsi vertailun pienimmällä B-segmentillä. Näiden autojen vuosittaiset polttoainekulut olivat karkeasti 2 600 - 4 300 €. Kaikista pienimmät polttoainekulut olivat täyssähköautoilla, joiden polttoainekulut olivat 200 – 330 €. Kaasu- ja hybridautoilla polttoainekulut olivat yleisesti ottaen tasaväkiset, lukuun ottamatta hybridi-RAV4:ää, jonka vuotuiset polttoainekustannukset nousivat 2 500 €:oon. Tässä on kuitenkin huomioitavaa, että kyseisen yksilön moottorin iskutilavuus on 2,5 litraa, mikä on suurempi kuin sen bensiinimoottorisen version (2,0 litraa), mutta kulutus pienempi avustavan sähkömoottorin ansiosta. (Liite 1.)

### **Verotus**

Autojen vuosittainen kokonaisverotus saatiin laskettua verohallinnon sivuilta saatujen taulukkojen avulla. Monikäyttöajoneuvojen (Tourneo Connect, NV200, Combo ja Caddy) autojen oletettiin olevan rekisteröityjä pakettiautoiksi, sillä kyseiset variaatiot ovat suunniteltuja ensisijaisesti tavaroiden kuljettamiseen. Autojen päästöperusteisen verotuksen laskennassa käytettiin uudempiä WLTP-mittaustapaa perustuvia lukemia. Kallein verotus oli dieselhenkilöautoilla, joiden vuotuinen verotus oli 500 – 600 €, johtuen korkeasta käyttövoimaverosta. Halvimpia olivat bensiini-, täyssähkö- ja hybridautot (141

– 200 €), johtuen käyttövoimaveron pienuudesta tai bensiiniautojen kohdalla, sen olemassa olemattomuudesta. Kaasuautojen verotus oli lähes puolet siitä, mitä vastaavien dieselautojen, samaa tasoa isompien pakettiautojen kanssa (300 – 400 €). (Liite 1.)

## **6 AUTOJEN SOPIVUUS ERI TEHTÄVIIN**

Sopivaa autoa ei voida valita pelkästään laskelmilla saatujen numeroiden perusteella. Muutoin kaikilla yrityksillä olisi käytössään pieni sähköauto, joka ei ole paras mahdollinen valinta varsinkaan isojen tavaramäärien kuljetukseen. Kuten työn johdannossa jo todettiin, auton valintaan vaikuttaa hinnan lisäksi myös käytännöllisyys kantokyky ja polttoaineen tankkausmahdollisuudet.

### **6.1 Eri polttoainetyyppien käytännönrajoitteet**

Bensiini ja diesel ovat edelleen yleisimmät polttoainevaihtoehdot autoissa, joten niiden saatavuus ei tuota ongelmia. Niiden verotus Suomessa kuitenkin poikkeaa toisistaan; bensiinin kuluttajahinta on kalliimpaa johtuen sen korkeammasta polttoaineverosta. Dieselin litrahinta puolestaan on kuluttajalle edullisempi, mutta dieselautosta joutuu maksamaan käyttövoimaveroa. Käyttövoimaveron suuruus riippuu siitä, onko auto rekisteröity henkilö- vai pakettiautoksi. Kuten kappaleessa 3.2 todettiin, ero näiden välillä on suuri. Monikäyttöajoneuvot voidaan, varustelun mukaan, rekisteröidä kummaksi vaan.

Bensiinin ja dieselin lisäksi kaasulla käyvät autot alkavat yhä enenemissä määrin yleistyä tieliikenteessä (Talouselämä 2019). Kaasuautot käyttävät polttoaineenaan maakaasua, jonka tankkausasemista suurimman osan omistaa Gasum. Nämä tankkausasemat ovat vielä kuitenkin harvassa, varsinkin kun niiden lukumäärää ja levinneisyyttä verrataan bensiinin ja dieselin tankkausasemiin ja sähköautojen latauspaikkoihin. Autovalmistajista pääasiassa VAG-konsernin automerkeillä (esim. Audi, Volkswagen ja Skoda) on saatavilla kaasulla toimivia versioita olemassa olevista malleistaan. Muiden valmistajien mallien saapuminen markkinoille on vasta varsinaisesti alkamassa. Näistä esimerkkinä Opel Astra, joka lisättiin tämänkin työn laskelmien otantaan vasta sen saapuessa myyntiin kesällä 2019.

Täyssähköautojen etu on niiden pienet polttoainekustannukset ja verotus. Niiden suurin heikkous on kuitenkin ainakin vielä nykyisellä teknologialla niiden kantama. Yhdellä latauksella autot pääsevät WLTP-mittausten mukaan 300-400 km, mikä on alle puolet vastaavan polttomoottoriauton kantamasta (600 – 1000 km, autosta ja moottorista riippuen). Kaupunkiajossa tämä ei kuitenkaan ole ongelma lyhyiden kuljettujen etäisyyksien ansiosta, minkä lisäksi sähkömoottori pysähtyy, jos autokin pysähtyy, toisin kuin polttomoottoriauton moottori, joka käy myös auton ollessa pysähdyksissä.

Suomen talvipakkaset lyhentävät tätä kantamaa entisestään, sillä sähköä tarvitaan myös auton lämmitykseen, joka polttomoottoriautoissa hoidetaan moottorin palamisen hukkalämmöllä. Talvipakkaset voivat lyhentää sähköauton kantamaa 15 – 30 % (Virta 2019). Sähköautoilla on latauspisteitä runsaasti ympäri maata ja niiden sijainnit löytyvät latauskartta.fi -sivustolta. Lisäksi yrityksen on mahdollista hankkia latauspisteet sähköautoilleen omalle kiinteistölle, mikä helpottaa autojen käytettävyyttä varsinkin edellä mainituilla talvipakkasilla, jolloin akkupaketit ovat koetuksella. Yhden latauspisteen asennus tosin maksaa 500 € - 2 000 €, riippuen latauspisteen ominaisuuksista ja asennuksen vaatimista töistä, kuten kaapelin vedon vaikeudesta. Tämä maksu tosin on kertaluontoinen investointi. (Helsingin Uutiset 2018.)

Hybridiautot jakavat polttomoottori- ja sähköauton hyviä ja huonoja puolia. Hybridiautojen sähkömoottori avustaa isompaa polttomoottoria, eikä sen tarkoitus ole toimia yksinään auton pääsääntöisenä voimanlähteenä. Se voi kuitenkin toimia yksinään esimerkiksi kevyessä taajama-ajossa ja sen akun varauksen pudotessa riittävän alhaiseksi, auton polttomoottori on ohjelmoitu käynnistymään. Vanhemmissa itselataavissa hybrideissä sen akut latautuvat ainoastaan polttomoottorien avulla, eikä niissä ole pistokelatausmahdollisuutta, toisin kuin uudemmissa plug-in hybrideissä.

Sekä hybridi- että sähköautojen akut ovat kulutustavaraa, joilla on rajallinen käyttöikä, ja niiden kapasiteetti laskee ajan kanssa aivan kuten minkä tahansa muun akun. Auton valmistajat antavat tyypillisesti akuille 100 000 km kestotaakuun, mutta suurin osa sähköautoista on niin uusia, ettei vielä olla kerätty tarpeeksi tilastotietoa näiden akkujen kestosta, minkä lisäksi niidenkin tekniikka kehittyy jatkuvasti. Tässä työssä käytettyjen 5 vuoden käytön ja 30 000 km



vuosittaisen ajosuoritteen aikana oletetaan, ettei auton akkupaketteja tarvitse vaihtaa. Varhaisimmalla yleisesti markkinoilla olevalla Nissan Leafilla on testattu olevan Alaskan olosuhteissa 13 vuoden käyttökesto. Tämä tulos ei tietenkään ole suoraan sovellettavissa muihin automalleihin, etenkin uudempiin. Lisäksi tutkimuksissa on huomattu, että akun ikään eivät vaikuta yhtä paljon ajatut kilometrit, vaan äärimmäiset lämpötilat. (Jokamies 2019.)

## 6.2 Tehtäväkohtainen tarkastelu

Jakelu- ja kuriirityössä autolta vaaditaan tavaratilaa, sillä toimitukset voivat olla hyvinkin suuria tai niitä voi olla useampia samassa kuljetuksessa. Isommat toimituskuljetukset vaativatkin kuriiriyrityksiltä vähintään pienen kuorma-auton, mutta pienempiin kuljetuksiin on tehokkaampaa käyttää pienempää autoa. Esimerkiksi asiakas on tilannut Saksasta taulutelevision, koska sen hinta on kuljetuksineenkin edullisempi kuin Suomessa. Lisäksi asiakas on maksanut kuriiriyritykselle, että se toimitetaan hänelle kotiovelle. Tätä ei ole kustannustehokasta lähteä kuljettamaan kuorma-autolla, jos yrityksellä on pienempiäkin autoja saatavilla. Tällaisiin kuljetuksiin soveltuisi esimerkiksi pieni pakettiauto tai monikäyttöajoneuvo. Kaikista edullisin käytettävä tähän tehtävään olisi täyssähköinen versio, erityisesti jos yrityksellä on mahdollisuus saada kiinteistölleen latauspistokkeet. Isolla pakettiautolla pystyisi puolestaan kuljettamaan isompia ja useampia toimituksia, mutta näitä on vielä toistaiseksi saatavana vain dieselmootorilla varustettuina.

Muuhun jakelutyöhön, esimerkiksi postin kirjepostin ja sanomalehden varhaisjakeluun sähköauto soveltuisi hyvin erityisesti polttoainetaloutta ajatellen. Jatkuva piholla ja postilaatikoilla pysähtyminen perinteisellä polttomootoriautolla vaikuttaa eniten kyseisten autojen polttoaineenkulutukseen. Fysiikan lakien mukaan liikkeelle lähteminen vaatii paljon enemmän energiaa kuin liikkeessä pysyminen, joten sähkömootorillakin latauksen kantama laskee. Pysähtelyssä ja liikkeellelähdössä kulutetun sähkön ja polttoaineen välinen taloudellinen ero on kuitenkin huomattava, koska sähkö on auton energialähteenä huomattavasti halvempaa. Jakelureittien pituus vaihtelee paikkakuntien ja reittityyppien välillä 100 kilometristä 200 kilometriin, minkä vuoksi sähköautojen kantaman riittävyys on kyseenalainen, kun huomioidaan talviolosuhteiden ja ajotyylin vaikutus auton virrankulutukseen.

Työtehtävät, joissa käydään asiakkaiden luona vaativat pääsääntöisesti yhden tai kahden henkilön kuljettamista. Tällaisia töitä ovat esimerkiksi kotihoidon palvelut, kotona tehtävä puheterapia ja muut sosiaali- ja terveyspalvelut. Näihin työtehtäviin riittää B- tai C-segmentin täyssähköinen tai hybridihenkilöauto. Täyssähköisessä autossa tulevat esiin sama sähköauton heikkous, kuin jakelu- ja kuriirityössäkin, eli kantama. Hybridiautolla tämä heikkous saadaan eliminoitua, mutta hybridiauton polttoainekulut ovat korkeammat. Muita vaihtoehtoja, kun tarkastelee niin kaasuauto olisi tämän työn laskelmien mukaan dieselautoa edullisempi, mutta sen rajallisten tankkauspisteiden lukumäärän vuoksi sen käyttö olisi käytännössä mahdotonta mm. Oulun pohjoispuolella.

Kiinteistöhoito- ja siivousalalla autolta vaadittavat ominaisuudet vaihtelevat. Joskus työkohteisiin pitää kuljettaa enemmän ihmisiä ja joskus enemmän ja isompaa tarviketta. Monikäyttöajoneuvot ovat näillä aloilla yleisiä, mutta niissä, varsinkin kiinteistöhoitoalalla käytetään myös paljon pakettiautoja. Monikäyttöautot ovat kompromissi paketti- ja henkilöauton välillä, ja vaikka ne toimivat monissa asioissa yhtä hyvin kuin pakettiautot, niillä ei kuitenkaan pystytä kuljettamaan esimerkiksi isompia, päältä ajettavia siivouskoneita tai saman aikaisesti kaikkia tarvittavia piha-alueiden ja pintakäsittelytöiden vaatimia välineitä. Täysikokoiseen pakettiautoon nämä kuitenkin mahtuvat ongelmitta.

Monissa asennus- ja rakennustöissä kuljettavien tavaroiden määrä on suuri. Työmaalle tarvitsee mm. tikkaita, rakennustarvikkeita ja työkaluja. Näiden tavaroiden kuljettamiseen vaaditaan tarpeeksi iso auto, minkä vuoksi pakettiauto on välttämätön, jotta kaikki tarvittavat saadaan kerralla työkohteeseen perille. Näin ollen pakettiauto on näissä töissä välttämätön. Kaikki työt eivät välttämättä vaadi jokaista työvälinettä mukaan, mutta on helpompaa pitää autossa ylimääräisenä esimerkiksi a-tikkaita, kuin lähteä niitä yrityksen tiloista kesken töiden hakemaan, mikäli niitä sattuu tarvitsemaan. Pakettiautot ovat kuitenkin tämän työn laskelmien mukaan kalliita ylläpidettäviä, mutta polttoaine- ja työajassa säästetään, kun ei tarvitse ajaa edestakaisia tavaroidenhakumatkoja.

J-segmentin autot, eli SUV:t ja muut vastaavat erikoisajoneuvot ovat muihin autoihin verrattuna harvinaisia tuotantoautoina. Laskelmissa todettiin, että kyseiset autot ovat karkeasti yhtä kalliita pidettäviä, kuin monikäyttöajoneuvot, mutta syy niiden vähäiseen suosioon tuotantoajoneuvoina lienee se, ettei niillä nähdä olevan juurikaan etua C-segmentin henkilöautoihin tai M-segmentin monikäyttöajoneuvoihin. J-segmentin autoja käyttävät tuotantoautoina ainakin turvallisuusalan yritykset, kuten Securitas ja logistiikka-alalta VR. VR:n rautatieosuuksia ja niiden valvomoita sijaitsee päällystämättömien metsäteiden varilla ja kyseiset tiet voivat olla huoltamattomia. Varsinkin talviaikaan on siis suotavaa, että autolla on korkea maavara ja jonkinlainen neliveto-ominaisuus, jotta autolla pääsisi kyseisiin kohteisiin. Tässä työssä tarkasteltaviin tehtävätyyppeihin ei kuitenkaan löydetty perusteltua käyttökohdetta. J-segmentin autojen käyttömahdollisuudet tuotantoautoina vaatinee erillistä tutkimista, mutta se on tämän työn rajausten ulkopuolella.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jakelu- ja kuriirityöhön katsottiin teoriassa parhaaksi ajoneuvoksi täyssähköinen monikäyttöauto (M-segmentti). Täyssähköauton kustannukset ovat työn laskelmien mukaan kaikista alhaisimmat, ja niiden tavarankuljetukseen erikoistuneet variaatiot (van-mallit) pystyvät kuljettamaan kohtalaisen kokoisia kuljetuksia. Lisäksi, yrityksen on mahdollista asentuttaa latauspistokkeet omalle kiinteistölleen, jossa autojaan säilyttävät. Tällöin autot pysyvät helpommin lähtövalmiina. Täyssähköinen monikäyttöajoneuvon tavaratila ei kuitenkaan vedä vertoja ison pakettiauton omalle. Esimerkiksi monikäyttöajoneuvo Nissan NV200:n Van-mallin tavaratilan tilavuus on noin 4,1 m<sup>3</sup>, kun puolestaan ison Ford Transit pakettiauton tavaratila on 9 - 11,5 m<sup>3</sup> riippuen mallista (Ford 2019, Nissan 2019). Tämän lisäksi pakettiauton kantama on pidempi ja sen uudelleentankkaaminen on nopeampaa, kuin nykyaikaisen sähköauton lataaminen. Pakettiauto on näin ollen varmempi vaihtoehto, joskin selkeästi kalliimpi, johtuen sen polttoaineenkulutuksesta kulutuksesta. Vakavaraisella yrityksellä on tietysti varaa ostaa molemmat, ja käyttää niitä vuorotellen aina tarpeen mukaan.

Työtehtävät, joissa käydään asiakkaan luona eivät vaadi autolta korkeaa kantavuutta tai laajaa tavaratilaa. Niissä on pääasiallisena tarkoituksena yleensä

yhden tai kahden henkilön siirtyminen paikasta toiseen vähäisen tarvikemäärän kanssa. Tämän vuoksi kustannustehokkaimmaksi autoksi näihin tehtäviin katsotaan olevan täyssähköinen B- tai C-segmentin henkilöauto. Mikäli täyssähköauton valintaa vaikeuttaa kantama tai latausmahdollisuudet, suhteellisen edullinen valinta on myös samojen segmenttien hybridauto.

Kiinteistönhoidossa ja siivoustyössä tuotantoajoneuvolta vaadittavat asiat ovat yritys- ja tehtäväkohtaisia, mutta pääsääntöisesti niissäkin edullisimmat vaihtoehdot löytyvät monikäyttöajoneuvoista ja pakettiautoista. On mahdollista, että näissä töissä joskus on tarvetta kuljettaa suurempia henkilömääriä työkohteisiin, mikäli asiakas tehnyt ison työtilauksen, joka vaatii henkilöautollisen työvoimaa. Tässäkin on syytä muistaa, että yritys voi omistaa enemmän kuin yhden auton ja isot työt vaativat myös enemmän tarvikkeita, mikä lisää myös tavarankuljetuskapasiteetin tarvetta.

Asennus-, rakennus- ja huoltotyöt vaativat usein isoja tavaroita, kuten esimerkiksi tikkaita, kompressoreita ja hitsauslaitteita muiden työkalujen ja tarvikkeiden ohella. Näitä on mahdotonta kuljettaa henkilöautossa ja monikäyttöajoneuvostakin saattaa tila loppua kesken, mikäli tarvikkeita tarvitaan paljon. Pakettiauto on näin ollen paras vaihtoehto näihin työtehtäviin. Pakettiauto on kuitenkin kallis ylläpidettävä, kuten laskelmista voitiin todeta.

Jokaiselle työtehtävälle löytyi laskemalla ja työtehtäviä analysoimalla sopiva auto, jonka etuja ja heikkouksia niissä tehtävissä arvioitiin. Myös sopivia vaihtoehtoja tutkittiin. Todellisuudessa jokaisella yrityksellä on omat tarpeensa tuotantoauton suhteen eli mitään yleispäteviä nämä johtopäätökset eivät ole. Yritysten on kuitenkin hyvä tarkastella autojen laadun ja määrän tarvetta yrityksessään, jotta tuotantoautojen käyttö ja pitäminen on mahdollisimman kustannustehokasta, mutta kuitenkin vaivatta yritystä palvelevaa.

Täyssähköautot valittiin eniten parhaimmaksi vaihtoehdoksi kutakin työtehtävää tarkastellessa. Teoriassa täyssähköautojen pitäisi pystyä mihin tahansa työhön, mihin vastaava polttomoottorimallinsakin pystyisi, mutta käytännön rajoitteiden tarkempi arviointi on vaikeampaa. Täyssähköautoilla on todettu olevan polttomoottorimallejaan heikompi kantama, jota rajoittaa entisestään ajo-tyyli, äärimmäiset lämpötilat ja painavat kuormat. Täyssähköisiä Nissan e-

NV200:ia käyttää yrityksistä ainakin Coor ja Oy Selecta Ab (Liikkeellä 2019, Ammattiautot 2015). Lisäksi täyssähköisiä automalleja on saatavilla tois- taiseksi niin vähän, että kunnollisen otannan muodostaminen on nykyisestä kannasta ei ole tarkkaa, varsinkaan kun C-segmenttiä lukuun ottamatta jo- kaista täyssähköautoa oli tarkastelussa vain yksi malli.

Autotarjonta kehittyy jatkuvasti kaasu-, täyssähkö-, ja hybridiautojen saavutta- essa perinteisten bensiini- ja dieselautojen myyntiä. Tässä työssä laskemalla ja analysoimalla löydettyjen autojen sopivuus eri työtehtäviin on pidemmällä aikavälillä parhaimmillaankin suuntaa antava, eikä voida tietää, mikä on esi- merkiksi täyssähköautojen tilanne tulevaisuudessa. On mahdollista, että ne jäävät jatkuvasti kehittyvän polttomoottoriteknologian varjoon, tai niihin liittyvä akku- ja muu sähkötekniikka tekee niistä selkeästi ylivoimaisia polttomoottori- autoihin nähden. Raskaammissa ajoneuvoissa niitä on tuonut markkinoille ai- nakin Volvo, joka toimitti ensimmäiset sähkökäyttöiset kuorma-autonsa asiak- kailleen 19. helmikuuta 2019 (Volvo Trucks 2019).

## **8 YHTEENVETO**

Työssä esiteltiin aluksi työn tarkoitus, tutkimuskysymykset ja teoreettinen viite- kehys. Sen jälkeen esiteltiin työn taustalla olevaa teoriaa. Työhön valittiin tun- nettuja, työkäytössä olevia automerkkejä, joilta kultakin valittiin segmenttiin so- piva malli vuoden 2019 mallistosta. Näille tehtiin kustannuslaskelmat sopivaksi katsottujen arvojen perusteella. Laskennoissa käytettyjen arvojen varmuus vaihteli, mutta kaikki katsottiin kuitenkin riittävän tarkoiksi työn laskelmiin

Työn tarkoitus oli löytää kuhunkin työtehtävään sopiva automalli, arvioida sen etuja ja heikkouksia kyseisessä tehtävässä ja pohtia niille vaihtoehtoja. Jokai- selle työtehtävälle löytyi kustannustehokas ja yleisellä tasolla käytännöllinen ratkaisu, joka oli usein täyssähköauto. Valinnat tehtiin sekä laskentojen, että käytännön analyysin perusteella. Myös vaihtoehtoiset autotyypit näille työteh- täville löytyivät. Lopussa pohdittiin vielä tulosten tarkkuutta ja käytännöllisyyttä sekä täyssähköautojen tulevaisuutta.

## LÄHTEET

- Ammattiautot. 2015. Täysin sähköinen Nissan e-NV200. Saatavissa: <https://www.ammattiautot.fi/uutiset/taysin-sahkoinen-nissan-e-nv200-paketti-auto/>. [Viitattu 15.10.2019].
- Autoalan Tiedotuskeskus. 2017. Henkilöauton hinnanmuodostus 1.1.2017 alkaen. Saatavissa: [http://www.aut.fi/tilastot/verotus\\_ja\\_hintakehitys/henkiloauton\\_hinnanmuodostus](http://www.aut.fi/tilastot/verotus_ja_hintakehitys/henkiloauton_hinnanmuodostus). [Viitattu 24.3.2019].
- Autoalan Tiedotuskeskus. 2019. Suomen tieliikenteen verotus muihin EU-maihin verrattuna. Saatavissa: [http://www.aut.fi/tieliikenne/autoilun\\_verotus/suomen\\_tieliikenteen\\_verotus\\_muihin\\_eu-maihin\\_verrattuna](http://www.aut.fi/tieliikenne/autoilun_verotus/suomen_tieliikenteen_verotus_muihin_eu-maihin_verrattuna). [Viitattu 27.4.2019].
- Autoindustry.com. 2019. Car Classes Simplified. Saatavissa: <https://www.autoindustry.com/features/car-classes-simplified-the-euro-standard-car-segments.html>. [Viitattu 13.4.2019].
- Autojerry. 2018. Hiukkassuodattimen vaihtohintoja. Saatavissa: <https://autojerry.fi/hinnat/hiukkassuodattimen-vaihto-hinta/>. [Viitattu 16.12.2018].
- Autokorjaamo Vepsäläinen. 2019. DSG-automaattivaihteiston huolto. Saatavissa: <https://www.autokorjaamovepsalainen.net/dsg-automaattivaihteiston-huolto/>. [Viitattu: 3.2.2019].
- Autotali.com. 2019. Farmarista pakettiautoksi. Saatavissa: <https://www.autotali.com/talli/liikkuvuus/yritysleasing/farmarista-pakettiautoksi/>. [Viitattu 7.10.2019].
- BMW. 2019. Rakenna oma BMW -konfiguraattori. Saatavissa: [https://www.bmw.fi/fi/ssl/konfiguraattori.html#](https://www.bmw.fi/fi/ssl/konfiguraattori.html#/). [Viitattu: 11.1.2019].
- Bryant Motors. 2019. Basics of Horsepower and Torque – What You Need to Know. Saatavissa: <https://www.bryantmotors.com/car-buying-guide/basics-horsepower-torque.html>. [Viitattu: 20.5.2019].
- Cars Direct. 2019. A Brief History of Hybrid Cars. Saatavissa: <https://www.carsdirect.com/green-cars/a-brief-history-of-hybrid-cars>. [Viitattu 7.1.2019].
- Caruna Oy. 2019. Verkkopalveluhinnasto 1.11.2019. Saatavissa: [https://images.caruna.fi/verkkopalveluhinnasto\\_caruna\\_oy\\_1.11.2019.pdf?1Wn8AS6lczc5XKpMX\\_pPFnAcoThQcHdR](https://images.caruna.fi/verkkopalveluhinnasto_caruna_oy_1.11.2019.pdf?1Wn8AS6lczc5XKpMX_pPFnAcoThQcHdR). [Viitattu 18.11.2019].
- Classora. 2019. Ranking of the best B-segment vehicles. Saatavissa: <http://en.classora.com/reports/k68549/ranking-of-the-best-b-segment-vehicles>. [Viitattu 18.2.2019].
- Commission of the European Communities. 1999. Regulation (EEC) No 4064/89 Merger Procedure. Saatavissa: [http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m1406\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/competition/mergers/cases/decisions/m1406_en.pdf) [Viitattu 15.10.2018].

- Deaton J. 2019. Which has better fuel economy: manual or automatic? Saatavissa: <https://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/fuel-economy/better-fuel-economy-manual-or-automatic.htm>. [Viitattu 27.1.2019].
- DieselNet. 2018. Diesel Particulate Filters. Saatavissa: <https://www.dieseln.net.com/tech/dpf.php>. [Viitattu 16.12.2018].
- Donev et al. 2018. Energy Education - Natural gas vehicle fuel storage. Saatavissa: [https://energyeducation.ca/encyclopedia/Natural\\_gas\\_vehicle\\_fuel\\_storage](https://energyeducation.ca/encyclopedia/Natural_gas_vehicle_fuel_storage). [Viitattu: 22.1.2019].
- Energguide.be. 2018. Are natural gas cars a real alternative? Saatavissa: <https://www.energguide.be/en/questions-answers/are-natural-gas-cars-a-real-alternative/198/>. [Viitattu 5.12.2018].
- ETRMA. 2019. Tyre Labeling. Saatavissa: <http://www.etrma.org/tyres/tyre-labeling>. [Viitattu 14.2.2019].
- Ford. 2019. Transit-esite. Saatavissa: [https://www.ford.fi/content/dam/gu-xeu/fi/documents/brochures/commercial-vehicles/transit/BRO-ford\\_transit.pdf](https://www.ford.fi/content/dam/gu-xeu/fi/documents/brochures/commercial-vehicles/transit/BRO-ford_transit.pdf). [Viitattu 15.10.2019].
- Fueleconomy.gov. 2019. Advanced Transmission Technologies. [https://www.fueleconomy.gov/feg/tech\\_transmission.shtml](https://www.fueleconomy.gov/feg/tech_transmission.shtml). [Viitattu 29.1.2019].
- Fuller, John. 2009. History of Electric Cars. Saatavissa: <https://auto.howstuffworks.com/fuel-efficiency/hybrid-technology/history-of-electric-cars.htm>. [Viitattu 7.1.2019].
- Gasum. 2018. Tankkausasemat. Saatavissa: <https://www.gasum.com/yksityisille/tankkaa-kaasua/tankkausasemat/>. [Viitattu 5.12.2018].
- Haajanen, L.W. 2007. Illustrated Dictionary of Automobile Body Styles. McFarland, Uncorporated, Publishers. Jefferson 2017.
- Helen. 2019. Perussähkö Yrityksille. Saatavissa: <https://www.helen.fi/sahko/yritykset/sahkotuotteet-yritykselle/perussahko-yritykselle>. [Viitattu 18.11.2019].
- Hybrid-cars.org. 2019. How hybrid cars work. Saatavissa: <http://www.hybrid-car.org/hybrid-cars-work.html>. [Viitattu 13.4.2019].
- Jensen J. 2011. Detroit Diesel – North American Diesel Icon. Saatavissa: <http://www.dieselduck.info/historical/01%20diesel%20engine/detroit%20diesel/index.html> [Viitattu 22.1.2019].
- Jokamies. 2019. Sähköauton tekniikkaa osa 3: Akun elinikä. Saatavissa: <https://www.jokamies.fi/sahkoauton-tekniikkaa-osa-3-akun-elinika/>. [Viitattu 15.10.2019].
- Jyväskylän yliopisto. 2015. Vertaileva tutkimus. Saatavissa: <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimus-strategiat/vertaileva-tutkimus> [Viitattu: 17.10.2018].

Liikkeellä. 2019. Nissan e-NV200 palvelee Cooria hyvin: ”Sähköt päälle ja eteenpäin”. Saatavissa: <https://liikkeella.fi/autot-yrityksessa/nissan-e-nv200-palvelee-cooria-hyvin-sahkot-paalle-ja-eteenpain/>. [Viitattu 15.10.2019].

LKV. 2017. Vakuutusmaksun määräytyminen ja bonusjärjestelmä. Saatavissa: <https://www.lvk.fi/fi/vakuuttamisvelvollisuus/vakuutuksen-ottaminen/vakuutusmaksun-maaraytyminen-ja-bonusjarjestelma/>. [Viitattu 31.3.2019].

Machine Design. 2019. Understanding Rolling Resistance of Car Tires. Saatavissa: <https://www.machinedesign.com/automotive/understanding-rolling-resistance-car-tires>. [Viitattu 18.2.2019].

Meadows, Jordan. 2017. Vehicle Design: Aesthetic Principles in Transportation Design. Routledge. New York 2017.

Minnesota State University. 2018. Diesel Engine. Saatavissa: [http://cset.mnsu.edu/engagethermo/components\\_diesel.html](http://cset.mnsu.edu/engagethermo/components_diesel.html). [Viitattu 16.12.2018].

Nissan. 2019. Hinnat ja varustetasot. Saatavissa: <https://www.nissan.fi/ajoneuvot/henkiloautot/leaf/hinnat.html>. [Viitattu 27.4.2019].

Nissan. 2019. NV200-esite. Saatavissa: <https://www.nissan.fi/content/dam/Nissan/fi/brochures/pricelist/e-nv200-asiakashinnasto-van.pdf>. [Viitattu 15.10.2019].

Oksanen, Reijo. 2012. Kuljetusten toimintolaskennan sovellukset ja toteutus. Ekondata Oy. Hyvinkää 2012.

OP. 2019. Autovakuutus. Saatavissa: <https://www.op.fi/henkiloasiakkaat/vakuutukset/ajoneuvovakuutus/autovakuutus-henkiloautolle>. [Viitattu 13.4.2019].

Opel.fi. 2018. Opel Astra Hinnasto (WLTP). Saatavissa: [https://www.opel.fi/content/dam/Opel/Europe/finland/nscweb-site/fi/11\\_Brochure\\_Library/Astra\\_MV19\\_01092018.pdf](https://www.opel.fi/content/dam/Opel/Europe/finland/nscweb-site/fi/11_Brochure_Library/Astra_MV19_01092018.pdf). [Viitattu 18.11.2018].

Partanen, Juha. 2017. Mitkä ovat himotuimpia käytettyjä autoja? Saatavissa: <https://www.taloustaito.fi/vapaalla/mitka-ovat-himotuimpia-kaytetyja-autoja/>. [Viitattu 21.4.2019].

Pro Car Mechanics. 2019. Do turbocharged vehicles need more maintenance? Saatavissa: <https://procarmechanics.com/do-turbocharged-vehicles-require-more-service/>. [Viitattu 18.2.2019].

Raiko ym. 2019. Energiatekniikan Perusteet. Saatavissa: <https://tuppu.fi/wp-content/uploads/2017/02/Energiatekniikan-perusteet.pdf>. [Viitattu 24.3.2019].

Reşitoğlu ym. 2015. Clean Technologies and Environmental Policy.

Rinta-Jouppi. 2019. Milloin huolto on ajankohtainen? Saatavissa: <https://www.rinta-jouppi.com/faq/milloin-huolto-on-ajankohtainen/>. [Viitattu 27.4.2019].



STEK. 2019. Miten ja missä sähköauto ladataan ja mitä lataaminen maksaa? Saatavissa: <https://stek.fi/energiatehokkuutta-sahkolla/sahkoautoilu>. [Viitattu 30.10.2019].

Talouselämä. 2019. Biokaasuautojen myynti ohitti jo sähköautojen myynnin. Saatavissa: <https://www.talouselama.fi/uutiset/biokaasuautojen-myynti-ohitti-jo-sahkoautomyyntin-uskon-etta-ne-yleistyvat-nopeasti-myos-pitkien-etaisyyksien-pohjois-suomessa-sanoo-autokauppias/a023cd91-1f52-4de8-835f-13cde4fe838c>. [Viitattu 14.10.2019].

Tekniikan Maailma. 2018. TM-vertailu: Kesärenkaat 2018.

Tesla. 2019. Suunnittele Model S. Saatavissa: [https://www.tesla.com/fi\\_FI/models/design](https://www.tesla.com/fi_FI/models/design). [Viitattu 11.1.2019].

Traficom. 2019. Ajoneuvoluokat. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoluokat>. [Viitattu 18.3.2019].

Traficom. 2019. Veron rakenne ja määrä. Saatavissa: <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/tieliikenne/ajoneuvoveron-rakenne-ja-maara>. [Viitattu 18.3.2019].

Tucker, Joanne. 2014. NW Natural to Test 'Absorbed' Storage Systems. Saatavissa: <https://www.greenfleetmagazine.com/155615/nw-natural-to-test-absorbed-storage-systems>. [Viitattu 5.12.2018].

Virta. 2019. Näin sähköauto toimii talvella. Saatavissa: <https://www.virta.global/fi/blogi/n%C3%A4in-s%C3%A4hk%C3%B6auto-toimii-talvella>. [Viitattu 14.10.2019].

Volkswagen.fi. 2018. Volkswagen Golf Hinnasto (WLTP). Saatavissa: [https://www.volkswagen.fi/content/dam/vw-ngw/vw\\_pkw/importers/fi/hinnastot/ha\\_vw\\_2018\\_10\\_02\\_golf\\_nro\\_107\\_wltp.pdf/jcr\\_content/renditions/original/ha\\_vw\\_2018\\_10\\_02\\_golf\\_nro\\_107\\_wltp.pdf](https://www.volkswagen.fi/content/dam/vw-ngw/vw_pkw/importers/fi/hinnastot/ha_vw_2018_10_02_golf_nro_107_wltp.pdf/jcr_content/renditions/original/ha_vw_2018_10_02_golf_nro_107_wltp.pdf). [Viitattu 18.11.2018].

Volvo Trucks. 2019. Ensimmäiset sähköiset Volvo-kuorma-autot toimitettu asiakkaille. Saatavissa: <https://www.volvotrucks.fi/fi-fi/news/press-releases/2019/feb/lehdistotiedote-19022019.html>. [Viitattu 13.11.2019].

## Liite 1: Autojen laskentataulukot

| <b>KOKONAISVUOSIKUSTANNUKSET</b> |                        |                                     |         |         |         |         |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| alv 0 %                          |                        | Ajosuorite 30 000 km/v, pitoaika 5v |         |         |         |         |
|                                  | Auto                   | Bensiini                            | Diesel  | Kaasu   | Sähkö   | Hybridi |
| <b>FORD</b>                      | <i>Fiesta</i>          | 4 182 €                             | 3 229 € |         |         |         |
|                                  | <i>Focus</i>           | 5 255 €                             | 5 106 € |         |         |         |
|                                  | <i>Tourneo Connect</i> | 6 223 €                             | 6 458 € |         |         |         |
|                                  | <i>Ecosport</i>        | 5 114 €                             |         |         |         |         |
|                                  | <i>Transit</i>         |                                     | 7 311 € |         |         |         |
| <b>NISSAN</b>                    | <i>Micra</i>           | 4 813 €                             |         |         |         |         |
|                                  | <i>Leaf</i>            |                                     |         |         | 3 228 € |         |
|                                  | <i>NV200</i>           |                                     | 5 976 € |         | 3 998 € |         |
|                                  | <i>Qashqai</i>         | 6 816 €                             | 5 992 € |         |         |         |
|                                  | <i>NV400</i>           |                                     | 7 508 € |         |         |         |
| <b>OPEL</b>                      | <i>Corsa</i>           | 5 049 €                             |         |         | 2 451 € |         |
|                                  | <i>Astra</i>           | 4 968 €                             | 4 600 € | 3 198 € |         |         |
|                                  | <i>Combo Cargo</i>     |                                     | 6 106 € |         |         |         |
|                                  | <i>Crossland X</i>     | 4 685 €                             | 5 334 € |         |         |         |
|                                  | <i>Movano</i>          |                                     | 8 448 € |         |         |         |
| <b>TOYOTA</b>                    | <i>Yaris</i>           | 4 094 €                             |         |         |         | 2 716 € |
|                                  | <i>Corolla</i>         | 4 751 €                             |         |         |         | 3 567 € |
|                                  | <i>RAV4</i>            | 4 532 €                             |         |         |         | 4 227 € |
|                                  | <i>ProAce</i>          |                                     | 6 795 € |         |         |         |
| <b>VW</b>                        | <i>Polo</i>            | 4 634 €                             | 4 683 € | 2 225 € |         |         |
|                                  | <i>Golf</i>            | 5 465 €                             | 5 161 € | 4 363 € | 3 846 € |         |
|                                  | <i>Caddy</i>           | 5 947 €                             | 5 531 € | 5 028 € |         |         |
|                                  | <i>Tiguan</i>          | 6 183 €                             | 5 678 € |         |         |         |
|                                  | <i>Crafter</i>         |                                     | 7 841 € |         |         |         |

| alv 0 %       |                        | Vuosihuollot €/v |        |       |       |         |
|---------------|------------------------|------------------|--------|-------|-------|---------|
|               | Auto                   | Bensiini         | Diesel | Kaasu | Sähkö | Hybridi |
| <b>FORD</b>   | <i>Fiesta</i>          | 201 €            | 210 €  |       |       |         |
|               | <i>Focus</i>           | 173 €            | 155 €  |       |       |         |
|               | <i>Tourneo Connect</i> | 177 €            | 177 €  |       |       |         |
|               | <i>Ecosport</i>        | 135 €            |        |       |       |         |
|               | <i>Transit</i>         |                  | 140 €  |       |       |         |
| <b>NISSAN</b> | <i>Micra</i>           | 165 €            |        |       |       |         |
|               | <i>Leaf</i>            |                  |        |       | 129 € |         |
|               | <i>NV200</i>           |                  | 250 €  |       | 161 € |         |
|               | <i>Qashqai</i>         | 177 €            | 198 €  |       |       |         |
|               | <i>NV400</i>           |                  | 282 €  |       |       |         |
| <b>OPEL</b>   | <i>Corsa</i>           | 137 €            |        |       | 149 € |         |
|               | <i>Astra</i>           | 145 €            | 156 €  | 150 € |       |         |
|               | <i>Combo Cargo</i>     |                  | 186 €  |       |       |         |
|               | <i>Crossland X</i>     | 117 €            | 117 €  |       |       |         |
|               | <i>Movano</i>          |                  | 254 €  |       |       |         |
| <b>TOYOTA</b> | <i>Yaris</i>           | 157 €            |        |       |       | 160 €   |
|               | <i>Corolla</i>         | 141 €            |        |       |       | 141 €   |
|               | <i>RAV4</i>            | 199 €            |        |       |       | 178 €   |
|               | <i>ProAce</i>          |                  | 214 €  |       |       |         |
| <b>VW</b>     | <i>Polo</i>            | 149 €            | 186 €  | 185 € |       |         |
|               | <i>Golf</i>            | 137 €            | 161 €  | 181 € | 248 € |         |
|               | <i>Caddy</i>           | 190 €            | 190 €  | 190 € |       |         |
|               | <i>Tiguan</i>          | 167 €            | 185 €  |       |       |         |
|               | <i>Crafter</i>         |                  | 230 €  |       |       |         |

|               | Vuosipoisto €/v        |          |         |         |         |         |
|---------------|------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|
|               | Auto                   | Bensiini | Diesel  | Kaasu   | Sähkö   | Hybridi |
| <b>FORD</b>   | <i>Fiesta</i>          | 425 €    | 255 €   |         |         |         |
|               | <i>Focus</i>           | 1 101 €  | 1 555 € |         |         |         |
|               | <i>Tourneo Connect</i> | 1 238 €  | 2 249 € |         |         |         |
|               | <i>Ecosport</i>        | 787 €    |         |         |         |         |
|               | <i>Transit</i>         |          | 2 556 € |         |         |         |
| <b>NISSAN</b> | <i>Micra</i>           | 1 492 €  |         |         |         |         |
|               | <i>Leaf</i>            |          |         |         | 1 853 € |         |
|               | <i>NV200</i>           |          | 2 201 € |         | 2 580 € |         |
|               | <i>Qashqai</i>         | 2 474 €  | 2 270 € |         |         |         |
|               | <i>NV400</i>           |          | 2 952 € |         |         |         |
| <b>OPEL</b>   | <i>Corsa</i>           | 1 052 €  |         |         | 1 165 € |         |
|               | <i>Astra</i>           | 878 €    | 1 179 € | 795 €   |         |         |
|               | <i>Combo Cargo</i>     |          | 2 679 € |         |         |         |
|               | <i>Crossland X</i>     | 746 €    | 1 253 € |         |         |         |
|               | <i>Movano</i>          |          | 2 373 € |         |         |         |
| <b>TOYOTA</b> | <i>Yaris</i>           | 1 090 €  |         |         |         | 230 €   |
|               | <i>Corolla</i>         | 1 064 €  |         |         |         | 307 €   |
|               | <i>RAV4</i>            | 602 €    |         |         |         | 656 €   |
|               | <i>ProAce</i>          |          | 2 169 € |         |         |         |
| <b>VW</b>     | <i>Polo</i>            | 1 017 €  | 1 307 € | 967 €   |         |         |
|               | <i>Golf</i>            | 1 360 €  | 1 718 € | 1 629 € | 2 445 € |         |
|               | <i>Caddy</i>           | 1 887 €  | 1 933 € | 2 102 € |         |         |
|               | <i>Tiguan</i>          | 1 563 €  | 1 559 € |         |         |         |
|               | <i>Crafter</i>         |          | 3 021 € |         |         |         |

| alv 0 % | Kokonaisvakuutusmaksu €/v |          |         |       |       |         |
|---------|---------------------------|----------|---------|-------|-------|---------|
|         | Auto                      | Bensiini | Diesel  | Kaasu | Sähkö | Hybridi |
| FORD    | <i>Fiesta</i>             | 544 €    | 544 €   |       |       |         |
|         | <i>Focus</i>              | 665 €    | 676 €   |       |       |         |
|         | <i>Tourneo Connect</i>    | 723 €    | 740 €   |       |       |         |
|         | <i>Ecosport</i>           | 634 €    |         |       |       |         |
|         | <i>Transit</i>            |          | 962 €   |       |       |         |
| NISSAN  | <i>Micra</i>              | 580 €    |         |       |       |         |
|         | <i>Leaf</i>               |          |         |       | 658 € |         |
|         | <i>NV200</i>              |          | 702 €   |       | 702 € |         |
|         | <i>Qashqai</i>            | 661 €    | 682 €   |       |       |         |
|         | <i>NV400</i>              |          | 1 049 € |       |       |         |
| OPEL    | <i>Corsa</i>              | 615 €    |         |       | 557 € |         |
|         | <i>Astra</i>              | 662 €    | 662 €   | 550 € |       |         |
|         | <i>Combo Cargo</i>        |          | 700 €   |       |       |         |
|         | <i>Crossland X</i>        | 614 €    | 614 €   |       |       |         |
|         | <i>Movano</i>             |          | 1 049 € |       |       |         |
| TOYOTA  | <i>Yaris</i>              | 556 €    |         |       |       | 584 €   |
|         | <i>Corolla</i>            | 645 €    |         |       |       | 645 €   |
|         | <i>RAV4</i>               | 597 €    |         |       |       | 611 €   |
|         | <i>ProAce</i>             |          | 953 €   |       |       |         |
| VW      | <i>Polo</i>               | 578 €    | 578 €   | 578 € |       |         |
|         | <i>Golf</i>               | 631 €    | 631 €   | 631 € | 631 € |         |
|         | <i>Caddy</i>              | 696 €    | 696 €   | 696 € |       |         |
|         | <i>Tiguan</i>             | 712 €    | 712 €   |       |       |         |
|         | <i>Crafter</i>            |          | 929 €   |       |       |         |

| Renkaiden kustannukset €/v |                        |                  |       |       |
|----------------------------|------------------------|------------------|-------|-------|
| alv 0 %                    | Auto                   | Nasta +<br>vanne |       | YHT   |
|                            |                        | Kesä             |       |       |
| <b>FORD</b>                | <i>Fiesta</i>          | 45 €             | 84 €  | 128 € |
|                            | <i>Focus</i>           | 62 €             | 95 €  | 157 € |
|                            | <i>Tourneo Connect</i> | 54 €             | 78 €  | 132 € |
|                            | <i>Ecosport</i>        | 54 €             | 78 €  | 132 € |
|                            | <i>Transit</i>         | 60 €             | 99 €  | 159 € |
| <b>NISSAN</b>              | <i>Micra</i>           | 45 €             | 84 €  | 128 € |
|                            | <i>Leaf</i>            | 71 €             | 86 €  | 157 € |
|                            | <i>e-NV200</i>         | 35 €             | 57 €  | 92 €  |
|                            | <i>NV200</i>           | 41 €             | 65 €  | 106 € |
|                            | <i>Qashqai</i>         | 60 €             | 99 €  | 159 € |
|                            | <i>NV400</i>           | 60 €             | 99 €  | 159 € |
| <b>OPEL</b>                | <i>Corsa</i>           | 41 €             | 65 €  | 106 € |
|                            | <i>Astra</i>           | 36 €             | 61 €  | 97 €  |
|                            | <i>Combo Cargo</i>     | 62 €             | 95 €  | 157 € |
|                            | <i>Crossland X</i>     | 36 €             | 61 €  | 97 €  |
|                            | <i>Movano</i>          | 60 €             | 99 €  | 159 € |
| <b>TOYOTA</b>              | <i>Yaris</i>           | 41 €             | 65 €  | 106 € |
|                            | <i>Yaris Hybrid</i>    | 37 €             | 57 €  | 95 €  |
|                            | <i>Corolla</i>         | 71 €             | 86 €  | 157 € |
|                            | <i>RAV4</i>            | 74 €             | 121 € | 195 € |
|                            | <i>ProAce</i>          | 60 €             | 99 €  | 159 € |
| <b>VW</b>                  | <i>Polo</i>            | 35 €             | 57 €  | 92 €  |
|                            | <i>Golf</i>            | 71 €             | 86 €  | 157 € |
|                            | <i>Caddy</i>           | 41 €             | 61 €  | 102 € |
|                            | <i>Tiguan</i>          | 72 €             | 119 € | 192 € |
|                            | <i>Crafter</i>         | 77 €             | 104 € | 181 € |

|                     |                        | Polttoainekulut yhden vuoden ajosuoritteen (30 000 km) aikana €/v |          |         |         |           |
|---------------------|------------------------|---|----------|---------|---------|-----------|
| Keskihinta (alv 0%) |                        | 1,28  | 1,13     | 1,05    | 0,10    | 1,28      |
| Auto                |                        | Bensiini 95E €  | Diesel € | Kaasu € | Sähkö € | Hybridi € |
| FORD                | <i>Fiesta</i>          | 2 725 €   | 1 607 €  |         |         |           |
|                     | <i>Focus</i>           | 2 985 €   | 2 005 €  |         |         |           |
|                     | <i>Tourneo Connect</i> | 3 782 €   | 2 892 €  |         |         |           |
|                     | <i>Ecosport</i>        | 3 234 €   |          |         |         |           |
|                     | <i>Transit</i>         |   | 3 173 €  |         |         |           |
| NISSAN              | <i>Micra</i>           | 2 307 €   |          |         |         |           |
|                     | <i>Leaf</i>            |   |          |         | 484 €   |           |
|                     | <i>NV200</i>           |   | 2 531 €  |         | 613 €   |           |
|                     | <i>Qashqai</i>         | 3 223 €   | 2 174 €  |         |         |           |
|                     | <i>NV400</i>           |   | 2 700 €  |         |         |           |
| OPEL                | <i>Corsa</i>           | 2 893 €   |          |         | 516 €   |           |
|                     | <i>Astra</i>           | 3 012 €   | 1 951 €  | 1 290 € |         |           |
|                     | <i>Combo Cargo</i>     | 2 997 €   | 2 194 €  |         |         |           |
|                     | <i>Crossland X</i>     | 2 882 €   | 2 693 €  |         |         |           |
|                     | <i>Movano</i>          |   | 4 310 €  |         |         |           |
| TOYOTA              | <i>Yaris</i>           | 1 997 €   |          |         |         | 1 441 €   |
|                     | <i>Corolla</i>         | 2 637 €   |          |         |         | 2 227 €   |
|                     | <i>RAV4</i>            | 2 867 €   |          |         |         | 2 525 €   |
|                     | <i>ProAce</i>          |   | 2 926 €  |         |         |           |
| VOLKSWAGEN          | <i>Polo</i>            | 2 560 €   | 1 937 €  |         |         |           |
|                     | <i>Golf</i>            | 3 035 €   | 1 974 €  | 1 434 € | 378 €   |           |
|                     | <i>Caddy</i>           | 2 951 €   | 2 420 €  | 1 755 € |         |           |
|                     | <i>Tiguan</i>          | 3 380 €   | 2 444 €  |         |         |           |
|                     | <i>Crafter</i>         |   | 3 193 €  |         |         |           |

|                   |                        | Autojen kokonaisverotus €/v |        |       |       |         |
|-------------------|------------------------|-----------------------------|--------|-------|-------|---------|
|                   | Auto                   | Bensiini                    | Diesel | Kaasu | Sähkö | Hybridi |
| <b>FORD</b>       | <i>Fiesta</i>          | 159                         | 486    |       |       |         |
|                   | <i>Focus</i>           | 173                         | 558    |       |       |         |
|                   | <i>Tourneo Connect</i> | 170                         | 269    |       |       |         |
|                   | <i>Ecosport</i>        | 192                         |        |       |       |         |
|                   | <i>Transit</i>         |                             | 322    |       |       |         |
| <b>NISSAN</b>     | <i>Micra</i>           | 141                         |        |       |       |         |
|                   | <i>Leaf</i>            |                             |        |       | 168   |         |
|                   | <i>NV200</i>           |                             | 200    |       | 132   |         |
|                   | <i>Qashqai</i>         | 175                         | 562    |       |       |         |
|                   | <i>NV400</i>           |                             | 366    |       |       |         |
| <b>OPEL</b>       | <i>Corsa</i>           | 192                         |        |       | 141   |         |
|                   | <i>Astra</i>           | 165                         | 546    | 307   |       |         |
|                   | <i>Combo Cargo</i>     |                             | 249    |       |       |         |
|                   | <i>Crossland X</i>     | 169                         | 499    |       |       |         |
|                   | <i>Movano</i>          |                             | 366    |       |       |         |
| <b>TOYOTA</b>     | <i>Yaris</i>           | 135                         |        |       |       | 141     |
|                   | <i>Corolla</i>         | 157                         |        |       |       | 141     |
|                   | <i>RAV4</i>            | 173                         |        |       |       | 161     |
|                   | <i>ProAce</i>          |                             | 376    |       |       |         |
| <b>VOLKSWAGEN</b> | <i>Polo</i>            | 134                         | 479    | 300   |       |         |
|                   | <i>Golf</i>            | 143                         | 518    | 330   | 157   |         |
|                   | <i>Caddy</i>           | 131                         | 201    | 194   |       |         |
|                   | <i>Tiguan</i>          | 204                         | 621    |       |       |         |
|                   | <i>Crafter</i>         |                             | 366    |       |       |         |



**Liite 2: Kuvaluettelo**

Kuva 1. Teoreettinen viitekehys -kaavio. Nikkari, E. 10.11.2018.

Kuva 2. Kuvakaappaus Opel Corsa:n mainosesitteestä. Opel. Saatavissa: <https://www.opel.fi/autot/corsa/5-door/mallisto-yhteen-veto.html> [Viitattu 24.3.2019].

Kuva 3. Nissan Leafin mainoskuva. Nissan. Saatavissa: <https://www.nissan.fi/ajoneuvot/henkiloautot/leaf.html> [Viitattu 8.10.2019].

Kuva 4. Volkswagen Caddy'n mainoskuva. Volkswagen. Saatavissa: <https://www.volkswagen.fi/fi/mallit/caddy.html> [Viitattu 8.10.2019].

Kuva 5. Nissan Qashqain mainoskuva. Nissan. Saatavissa: <https://www.nissan.fi/ajoneuvot/henkiloautot/qashqai.html> [Viitattu 8.10.2019].

Kuva 6. Toyota Proacen mainoskuva. Toyota. Saatavissa: <https://www.toyota.fi/autot/proace/index.json> [Viitattu 8.10.2019].

Kuva 7. Autojen keskimääräiset vuosikustannukset. Nikkari, E. 10.10.2019.

Kuva 8. Autojen keskimääräiset vuosikustannukset ilman poistoja. Nikkari, E. 10.10.2019.