



Satakunnan ammattikorkeakoulu
Satakunta University of Applied Sciences

TIMO SIPPOLA

Sähköajoneuvojen investoinnin kannattavuuden arviointi

LOGISTIIKAN TUTKINTO-OHJELMA
2023

TIIVISTELMÄ

Sippola, Timo: Sähköajoneuvojen investoinnin kannattavuuden arviointi
Opinnäytetyö, AMK
Logistiikka
Marraskuu 2023
Sivumäärä: 34

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin sähköajoneuvojen investoinnin kannattavuutta. Tutkimuksen tavoite oli selvittää, onko yrityksen käytössä olevat polttomoottoripakettiautot kannattavaa vaihtaa sähkömoottoreilla toimiviin pakettiautoihin. Myös ajoneuvojen vaihdon ympäristövaikutuksia tutkittiin ja käytiin läpi. Tutkimuksessa vertailtiin neljää erilaista yrityksen käytössä olevaa polttomoottoriajoneuvoa kahteen kooltaan ja ominaisuuksiltaan erilaiseen sähkömoottoriajoneuvoon.

Vertailussa tarkasteltiin ajoneuvojen kulutuksia ja ympäristövaikutuksia, sekä arvioitiin sähköajoneuvojen ja latausaseman hankinnan kustannuksia. Tutkimuksessa hyödynnettiin vertailevaa tutkimusotetta. Tietoa kerättiin eri lähteistä, kuten esimerkiksi ABAX-ajonhallintajärjestelmästä sekä Traficomin julkisista ajoneuvotiedoista. Tiedot koottiin taulukoihin, jotta analysointi ja vertailu olisi selkeämpää. Ajoneuvojen perustiedot, kulutukset, CO₂-päästöt ja energiatehokkuudet vertailtiin keskenään ja näiden vertailutulosten perusteella huomattiin eroavaisuuksia, jotka auttoivat määrittämään millainen ajoneuvo olisi parempi vaihtoehto yritykselle.

Tutkimuksen tulosten perusteella todettiin polttomoottoriajoneuvojen olevan hankinta- ja huoltokustannuksiltaan edullisempi vaihtoehto kuin sähkömoottoriajoneuvojen. Sähkömoottoriajoneuvojen eduksi todettiin huomattavasti edullisemmat ajokilometrit sekä vähäpäästöisyys. Polttomoottoriajoneuvot olivat tutkimuksen perusteella hankinta- sekä korjauskustannuksiltaan edullisemmat. Polttomoottoriajoneuvojen eduksi luettiin myös pidemmät toimintamatkat sekä tiheämpi tankkausverkosto.

Avainsanat: Sähköajoneuvot, Vihreä siirtymä, Vertaileva tutkimus, Päästöt, ISO-standardit

Abstract

Sippola, Timo: The evaluation of the profitability of electric vehicle investments
Bachelor's thesis

Degree programme: Logistics

November 2023

Number of pages: 34

In this thesis, the profitability of investing in electric vehicles was examined. The objective of the study was to determine whether it is profitable for a company to replace its conventional internal combustion engine vans with electric motor-powered vans. The environmental impacts of the vehicle replacement were also investigated and analyzed. The study compared four different conventional internal combustion engine vehicles used by the company to two electric motor-powered vans with different sizes and specifications.

The comparison examined the vehicles' fuel consumption, environmental impacts, and assessed the costs of acquiring electric vehicles and charging infrastructure. A comparative research approach was employed in the study. Data was collected from various sources, including the ABAX fleet management system and public vehicle data from Traficom. The data was organized into tables to facilitate analysis and comparison. The basic vehicle information, consumption, CO₂ emissions, and energy efficiency were compared, and based on these comparative results, differences were identified to determine which type of vehicle would be a better choice for the company.

Based on the research findings, it was concluded that conventional internal combustion engine vehicles are a more cost-effective option in terms of acquisition and maintenance costs compared to electric motor-powered vehicles. Electric vehicles were found to have significantly lower operating costs and lower emissions. Conventional internal combustion engine vehicles were determined to be more cost-effective in terms of acquisition and repair costs. They also had the advantages of longer driving ranges and a more extensive refueling network.

Keywords: Electric vehicles, Green transition, Emissions, Comparative research, ISO-standards

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	5
2 TOIMEKSIANTAJAYRITYKSEN ESITTELY	6
3 TUTKIMUS.....	7
3.1 Tutkimustavoite ja aineisto	8
3.2 Tutkimusmenetelmät	9
3.3 Opinnäytetyön rajaukset.....	9
4 TALOUDELLINEN INVESTOINTI	10
5 ISO-14001 YMPÄRISTÖSERTIFIKAATTI	12
5.1 Vaatimukset.....	12
5.2 Muutoksen vaikutus sertifikaattiin	14
6 NYKYTILANNE	14
6.1 Sähköauto	16
6.2 ABAX-ajonhallintajärjestelmä	17
6.3 Yrityksen ajotavat	18
7 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS	20
7.1 Polttomoottorin ja sähkömoottorin kulutuksen vertailu.....	20
7.2 Sähköajoneuvon hankintahinta	22
7.3 Sähköauton latausasema	23
7.3.1 Latauslaskuri.....	24
7.3.2 Latausaseman asennus.....	25
7.4 Ylläpitokustannukset.....	27
7.5 Ympäristövaikutusten vertailu.....	27
7.6 Kustannus-vaikuttavuus-analyysi	28
7.6.1 Kustannus-vaikuttavuus laskelma.....	29
8 YHTEENVETO JA TULOKSET	31
LÄHTEET	33

1 JOHDANTO

Yhteiskunta sähköistyy kovaa vauhtia. (Aalto yliopisto, 10.5.2023.) Tämä muutos ulottuu monille elämän osa-alueille, mutta yksi keskeisimmistä muutoksen kohteista on liikenne. Polttomoottoriajoneuvojen kulta-ajan uskotaan olevan takana päin, kun sähköiset ajoneuvot ovat kehittyneet viime vuosina huomattavasti. Polttoaineiden jatkuvasti kohoavat kustannukset vaikuttavat myös yritysten toimintaan, jolloin siirtyminen sähköajoneuvoihin on houkutteleva vaihtoehto.

Vuodesta 2014 lähtien niin täyssähköautot kuin myös hybridit ovat vuosittain keskimäärin tuplanneet määränsä Suomen liikenteessä. Vuoden 2022 lopussa Suomen liikenteessä oli 44 889 täyssähköajoneuvoa ja 104 039 hybridiajoneuvoa. Kokonaisuudessaan Suomen liikenteessä oli vuoden 2022 lopulla 2 740 393 ajoneuvoa, jolloin täyssähkö- ja hybridiajoneuvojen osuus oli noin 5,5 prosenttia kaikista ajoneuvoista. (Autoalan Tiedotuskeskus, 2023.)

Osaa polttomoottoreiden ja sähkömoottoreiden eroista on haastava verrata suoraan keskenään. Myös näkökulma voi vaikuttaa asiaan, esimerkiksi latausinfrastruktuurin rakentamisella on sähköalalle hyvin työllistävä vaikutus. Objektiivisuuden haastavuus kuitenkin korostuu esimerkiksi huoltovarmuuteen sekä tuotantoon liittyvissä eroissa, kuten akkujen raaka-aineiden louhinnan ja polttoaineen tuotannon ympäristövaikutuksista, sekä näiden muista geopoliittisista näkökulmista. (Korhonen ym., 2019, s, 28–29.)

Sähköajoneuvoilla on kuitenkin kiistattomia kilpailuetuja polttomoottorikäyttöisiin ajoneuvoihin verrattuna, kuten ympäristöystävällisyys ja alhaisemmat käyttökustannukset. Kuitenkin sähköautojen käytön laajentamiseen liittyy edelleen muutamia kysymysmerkkejä, kuten ajoneuvon toimintasäteen riittävyys ja latausinfrastruktuurin kattavuus. Tämä luo tarpeen

luotettavalle ja ajankohtaiselle tiedolle sekä vertailudatalle, jotta yritykset voivat tehdä perusteltuja päätöksiä investoinnin kannattavuudesta, ympäristövaikutuksista ja taloudellisuuden näkökulmasta. (Korhonen ym., 2019, s. 28–29; Sperling, 2018, s. 21.)

Tässä opinnäytetyössä keskitytään nimenomaan yrityksen polttomoottorikäyttöisten pakettiautojen mahdolliseen vaihtoon vastaavan kaltaisiin, sähkömoottorikäyttöisiin ajoneuvoihin. Tutkimuksessa painotetaan erityisesti investoinnin taloudellista kannattavuutta, sillä tämä on keskeinen tekijä yrityksen päätöksenteossa. Lisäksi huomioidaan vaihdon vaikutuksia yrityksen vihreisiin arvoihin, kuten ympäristöystävällisyyteen ja kestävään liikkumiseen. Näiden näkökohtien perusteellinen selvittäminen auttaa yrityksiä tekemään tietoon perustuvia päätöksiä siirtymisestä sähköajoneuvoihin, edistäen samalla kestävää kehitystä ja taloudellista tehokkuutta.

2 TOIMEKSIANTAJAYRITYKSEN ESITTELY

Notra Oy on raumalainen yritys, joka perustettiin vuonna 2019. Notra on erikoistunut teollisuuden kunnossapitoon sekä muihin teollisuuden projekteihin. Notra on vahvasti juurtunut Länsi-Suomeen, mutta toteuttaa kunnossapidon projekteja ympäri Suomen. Notran menestyksen taustalla on sitoutunut ja kokenut henkilöstö, johon kuuluu noin 135 kunnossapidon ammattilaista. Notra on paitsi taloudellisesti menestyvä yritys myös omistautunut vihreille arvoille. Yritys huomioi ympäristövaikutukset toiminnassaan ja tarjoaa ratkaisuja kestävään kunnossapitoon. (Notran [www](#) sivut, 2023.)

Notra Oy:n arvomaailma on kirkas ja johdonmukainen. Yritys korostaa aitoutta, rehellisyyttä ja työntekijöidensä näköistä toimintaa. Notra on monipuolinen toimija, joka palvelee useilla eri teollisuudenaloilla ja se tarjoaa laajan valikoiman palveluita, kuten esimerkiksi sopimuskunnossapitoa, laitehuoltoa,

sähköautomaatiota, nosturihuoltoja ja -tarkastuksia, sekä projekteja ja modernisointitöitä. Notra on ylpeä siitä, että sen asiakaskunta koostuu erikokoisista teollisuuden yrityksistä. Yritykset kattavat monipuolisesti muun muassa elintarviketeollisuuden tuotantolaitokset laivanrakennusteollisuuteen saakka. (Notran www sivut, 2023.)

3 TUTKIMUS

Tämä opinnäytetyö perustuu vertailevaan tutkimusmenetelmään, jonka avulla pyritään objektiivisesti vertailemaan sähkömoottoriajoneuvojen investointien kannattavuutta. Vertaileva tutkimus on tehokas tapa hankkia syvempää ymmärrystä eri vaihtoehtojen ominaisuuksista ja niiden vaikutuksista.

Vertaileva tutkimus perustuu sekä kvantitatiivisiin että kvalitatiivisiin analyysimenetelmiin. Tämä mahdollistaa laajan näkökulman saamisen aiheeseen, kattavien tietojen keräämisen ja monipuolisten tulosten tuottamisen. Tutkimusaineisto kattaa toimeksiantajayrityksen dokumentit, alan kirjallisuuden, julkaisut ja internetlähteet, mikä takaa laadukkaan ja monipuolisen datan. (Jyväskylän yliopisto, 2005.)

Vertailevan tutkimuksen tulosten perusteella pyritään muodostamaan selkeitä johtopäätöksiä siitä, kumpi voimanlähde on taloudellisempi vaihtoehto eri tilanteissa. On tärkeää huomata, että päätöksenteko ei perustu ainoastaan taloudellisiin seikkoihin vaan myös ympäristövaikutuksiin ja kestävyYTEEN. Tutkimuksen aiheen ollessa investoinnin kannattavuus, tutkimuskysymyksiksi muodostuivat seuraavat kysymykset:

1. Onko sähköajoneuvoihin kannattavaa investoida?
2. Kuinka polttomoottoriajoneuvo ja sähkömoottoriajoneuvo eroavat käyttökustannuksiltaan toisistaan?
3. Mitä kustannuksia sähköajoneuvojen hankinnasta syntyy?

3.1 Tutkimustavoite ja aineisto

Tämän opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on arvioida sähköajoneuvojen investointien kannattavuutta. Investoinnin kannattavuutta tarkastellaan tutkimalla polttomoottoriajoneuvojen ja sähkömoottoriajoneuvojen välisiä kulutuksia sekä vaikutuksia ympäristöön. Tutkimus perustuu laajaan ja monipuoliseen aineistoon, johon sisältyy toimeksiantajayrityksen dokumentteja, alan kirjallisuutta, muita julkaisuja sekä internetlähteitä.

Opinnäytetyön lopputulos tarjoaa arvokasta tietoa päätöksentekijöille, yrityksille ja yksityishenkilöille, jotka harkitsevat siirtymistä sähkömoottoriajoneuvoihin. Lisäksi se tarjoaa panoksen laajempaan keskusteluun kestävästä liikkumisesta, pyrkien edistämään vihreiden arvojen omaksumista sekä ympäristöystävällisiä päätöksiä yhteiskunnassa.

Opinnäytetyön tutkimusaineisto koostuu monipuolisesta materiaalista, joka on kattavasti kerätty useista eri lähteistä. Keskeisenä osana aineistoa ovat toimeksiantajayrityksen dokumentit, jotka muodostavat perustan tutkimuksen empiiriselle osuudelle. Toimeksiantajayrityksen dokumentteihin kuuluvat ABAX-ajonhallintajärjestelmästä saatu data, jota hyödynnetään vertailussa sähköajoneuvojen ja polttomoottoriajoneuvojen välillä.

Lisäksi aineistoon kuuluu laaja kirjallisuusvalikoima, joka keskittyy opinnäytetyön aiheeseen. Kirjallisuus kattaa alan viimeisimmät tutkimukset, teorat ja käytännöt, jotka toimivat vertailukohtana toimeksiantajayrityksen tilanteeseen. Kirjallisuus antaa mahdollisuuden teoreettisen kehityksen muodostamiseen ja auttaa tunnistamaan niin tutkimuksen haasteet kuin myös mahdollisuudet.

Verkkolähteet ja muut julkaisut tuovat ajantasaista ja laajempaa kontekstia tutkimukselle. Internet tarjoaa nopeasti päivittyvää tietoa ja erilaisia näkökulmia, jotka voivat täydentää tutkimuksessa käytettyä aineistoa. Kokonaisuudessaan tämä monipuolinen aineisto antaa perustan laajaan ja

syvälliseen analyysiin, joka pyrkii vastaamaan opinnäytetyön keskeisiin tutkimuskysymyksiin.

3.2 Tutkimusmenetelmät

Tässä opinnäytetyössä tehdään vertailevaa tutkimusta yrityksen polttomoottoriajoneuvojen sekä vastaavien markkinoilta löytyvien sähköajoneuvojen välillä. Yrityksen käytössä olevasta ABAX-ajonhallintajärjestelmästä saadaan tietoa polttomoottoriajoneuvojen kulutuksista ja kustannuksista, ja tätä dataa verrataan sähköajoneuvojen valmistajien antamaan tietoon sähköajoneuvojen kustannuksista. Vertailussa huomioidaan polttomoottoriajoneuvojen ja sähköajoneuvojen kulutuksien kokonaiskustannukset.

Tutkimusmenetelmät ovat pääosin kvantitatiivisia. Esimerkiksi ABAX -ajonhallintajärjestelmästä saatu data koostuu numeroista ja tilastollisesta tiedosta. Tätä dataa ja tietoa voidaan analysoida numeerisesti ja hyödyntää hyvin vertailussa sähköajoneuvoihin. Lisäksi alan kirjallisuudesta on lähteenä käytetty numeerista dataa, joka on myös kvantitatiivista tietoa. Kvalitatiivisiin aineistoihin kuuluvat alan kirjallisuudesta ja internetistä löytyvät kuvailevat tekstit ja asiantuntijoiden mielipiteet, kuten esimerkiksi asiantuntijoiden haastattelut, lehtiartikkelit ja muut kuvailevat ja laadulliset tiedot. (Jyväskylän yliopisto, 2005.)

3.3 Opinnäytetyön rajaukset

Opinnäytetyö on rajattu Rauman aluehuoltoon sekä neljään ajoneuvoon, joissa on käytössä ABAX-ajonhallintajärjestelmä. Näiden rajausten avulla tutkittava kohde saatiin pieneksi ja helposti hahmotettavaksi. Opinnäytetyön rajaukset on määritelty tarkasti, jotta tutkittava kohde saataisiin selkeästi määritellyksi, ymmärrettäväksi ja helposti hahmotettavaksi. Ajonhallintajärjestelmästä tutkimukseen on valittu neljä kappaletta ajoneuvoja, joita käytetään huoltotoissa. Aluehuolto käsittää tärkeitä logistiikan toimintoja,

kuten kuljetuksia ja materiaalihuoltoa, joilla on merkittävä vaikutus yrityksen toimintaan ja ympäristöön.

ABAX-ajohallintajärjestelmä tarjoaa kattavaa tietoa ajoneuvojen liikkeistä, ajetuista kilometreistä, ajojen kappalemääristä, ajojen kestoista sekä ympäristövaikutuksista. Aineiston avulla voidaan tarkastella sähköisten ajoneuvojen käyttöönoton vaikutuksia verrattuna perinteisiin polttomootoriajoneuvoihin ja analysoida niiden suorituskykyä sekä energiatehokkuutta osana eri prosesseja.

Rajaus Rauman aluehuoltoon ja neljään ajoneuvon auttaa tarkastelemaan tutkimuksen aihetta tarkasti ja antaen samalla luotettavia tuloksia rajoitetummassa mittakaavassa. Tutkimuksen tarkka rajaus antaa myös mahdollisuuden saada yksityiskohtaista ja yksilöityä tietoa aluehuollon käyttämistä ajoneuvoista ja niiden toiminnasta.

4 TALOUDELLINEN INVESTOINTI

Investoinnilla tarkoitetaan yleisesti taloudellista sijoitusta, jossa yritys tai yksilö käyttää varojaan tai muita resurssejaan hankkiakseen jotain, jonka odotetaan tuottavan tulevaisuudessa jonkinlaista hyötyä tai tuottoa. Investoinnit voivat kohdistua erilaisiin kohteisiin, kuten laitteisiin, kiinteistöihin, varastoon, koulutukseen, tutkimukseen tai muuhun omaisuuteen. Investointien tavoitteena on yleensä saada aikaan positiivisia taloudellisia vaikutuksia, esimerkiksi tuottoa tai kustannusten säästöjä. Investoinnit ovat tärkeitä päätöksiä yrityksen strategiassa, ja ne voivat vaikuttaa yrityksen pitkän aikavälin menestykseen. (Pellinen, 2019, s. 172–173.)

Yritysten strategiset investoinnit voidaan jakaa kolmeen kategoriaan, lyhyen, keskipitkän sekä pitkän aikavälin investointiin. Näillä investoinneilla on eroja niin ajan kuin myös tarkoituksen mukaan. Lyhyen aikavälin investoinnit liittyvät

yleensä lähitulevaisuuteen, normaalisti alle yhden vuoden sisään. Näiden tarkoitus on parantaa tehokkuutta, vähentää kustannuksia tai lisätä tulosta lyhyellä aikavälillä. Lyhyen aikavälin investointeja ovat esimerkiksi pienet laitehankinnat. (Pellinen, 2019, s. 172–173.)

Keskipitkän aikavälin investoinnit kattavat aikavälin yhdestä viiteen vuoteen. Keskipitkän aikavälin investoinnit ovat yleensä laajempia hankkeita, kuten tuotantolaitosten rakentamisia ja ne voivat vaatia enemmän suunnittelua ja rahoitusta kuin lyhyen aikavälin investoinnit. Näiden investointien tarkoitus on tukea yrityksen kasvua ja kilpailukykyä. (Pellinen, 2019, s. 172–173.)

Pitkän aikavälin investoinnit sijoittuvat useiden vuosien ja jopa vuosikymmenien ajanjaksolle. Tällaiset investoinnit voivat sisältää strategisia päätöksiä, kuten uusien markkinoiden valtaamisia, tutkimus- ja kehityshankkeita tai laajamittaisia yrityskauppoja. Pitkän aikavälin investoinnit liittyvät yrityksen pitkän aikavälin kasvuun ja kilpailuedun rakentamiseen. (Pellinen, 2019, s. 172–173.)

Investointipäätösten arvioinnissa voidaan käyttää investointilaskentamenetelmiä ja kustannus-hyöty-analyysijä. Arviointimenetelmiä on useita erilaisia ja usein yritykset käyttävät muutamaa eri menetelmää arvioidessaan investointeja. Oikea menetelmä valitaan aina tapauskohtaisesti investoinnin luonteen mukaisesti. (Pellinen, 2019, s. 173–174.)

Päätösten valmistelussa on myös tärkeää tietää vaihtoehtoisten ratkaisujen kustannukset. Investointilaskenta mahdollistaa erilaisten investointien vertailun keskenään, kun taas kustannus-hyöty-analyysi ottaa huomioon investointien laajat ja pitkäaikaiset vaikutukset päätöksenteossa. Eri menetelmien avulla yritys voi selvittää, ovatko investoinnit taloudellisesti kannattavia ja millä aikavälillä ne tuottavat voittoa. (Pellinen, 2019, s. 173.)

Investointilaskennan eri menetelmillä on kuitenkin paljon rajoitteita. Tulevaisuuden mittaaminen on mahdotonta, mutta esimerkiksi lisäämällä

laskelmiin todennäköisyyksiä ja arvioimalla riskejä laskelmien ulkopuolelta, saadaan päätöksenteon tueksi enemmän huomioitavia asioita. Myös rahoitusmarkkinat vaikuttavat investointilaskentaan. Laskelmissa usein oletetaan lainan koron pysyvän samana, joten korkojen noustessa investoinnin takaisinmaksuaika voi venyä huomattavasti. (Pellinen, 2019, s. 177–178.)

Investoinnin arviointi vaatii kuitenkin jonkinlaisia tulevaisuuden näkymiä yritykselle. Laskemalla useita eri skenaarioita voidaan riskejä tunnistaa paremmin. Epävarmuus on silti kaikissa laskelmissa aina läsnä, koska todennäköisyyksiä ei voi tarkasti määritellä. (Pellinen, 2019, s. 177–178.)

5 ISO-14001 YMPÄRISTÖSERTIFIKAATTI

ISO 14001 -ympäristösertifikaatti on kansainvälinen standardi, joka auttaa yrityksiä ja organisaatioita kehittämään ja toteuttamaan ympäristöön liittyviä tavoitteitaan ja politiikkaansa. ISO 14001 -standardi on työkalu ympäristöystävällisemmän toiminnan kehittämiseksi ja ympäristövaikutusten hallitsemiseksi. Sertifikaatti edellyttää, että yritys sitoutuu jatkuvaan parantamiseen ja ympäristövastuullisuuteen kaikilla tasoilla organisaatiossa. (SFS 14001:2015, 2015, s. 5.)

Tässä tutkimuksessa sivutaan myös polttomoottorien poisvaihdon vaikutusta ympäristösertifikaattiin. Asiaa käsitellään vain lyhyesti yleisellä tasolla. Tutkimuksessa huomioidaan vain polttomoottoriajoneuvojen vaihdon vaikutus, muita yrityksen toimia tai toimintoja ei huomioida.

5.1 Vaatimukset

Sertifikaattia varten on täytettävä useita vaatimuksia (SFS 14001:2015, 2015, s. 13–24). ISO 14001 -sertifikaatin saaminen ja sen vaatimusten täyttäminen ovat liiketoiminnalle tärkeitä toimia ympäristövastuullisuuden edistämässä,

riskien vähentämisessä ja mahdollisesti kilpailuedun saavuttamisessa. Keskeiset vaatimukset ovat seuraavat:

1. **Ympäristöpolitiikka:** Yrityksen on laadittava suunnitelma ja sitouduttava kestäväälle toiminnalle ja sen kehitykselle. Suunnitelman tulee olla kirjallinen sekä sen tulee olla kaikkien nähtävillä organisaatiossa.
2. **Ympäristöjärjestelmän suunnittelu:** Yrityksen tulee suunnitella ympäristöjärjestelmä, joka ottaa huomioon organisaation ympäristövaikutukset, sekä asettaa tavoitteet näiden ympäristövaikutusten vähentämiseksi. Suunnitelmassa määritellään myös vastuuhenkilöt ja resurssit ympäristötavoitteiden saavuttamiseksi.
3. **Toimintojen toteutus ja toimintaohjeet:** Yrityksen on toteutettava suunnitellut ympäristötoimet ja luotava toimintaohjeet ympäristönäkökohtien huomioon ottamiseksi kaikessa toiminnassaan. Tämä sisältää esimerkiksi koulutuksen henkilöstölle, jotta he ymmärtävät ympäristöpolitiikan ja tavoitteet.
4. **Mittaus, valvonta ja korjaavat toimet:** Yrityksen on seurattava ja mitattava ympäristösuoritustaan säännöllisesti tavoitteiden saavuttamiseksi. Tarvittaessa on tehtävä korjaavia toimenpiteitä, jos tavoitteita ei saavuteta.
5. **Jatkuva parantaminen:** ISO 14001 edellyttää yritykseltä jatkuvaa parantamista ympäristötoiminnassaan. Tämä sisältää esimerkiksi tavoitteiden päivittämistä, uusien ympäristötoimien käyttöönottoa ja prosessien tehostamista.
6. **Sidosryhmien osallistuminen:** Yrityksen on otettava huomioon myös sidosryhmien mielipiteet ja tarpeet ympäristöjärjestelmässä. Sidosryhmien kuuleminen ja osallistuminen ovat tärkeä osa sertifikaatin saavuttamiseksi.

Sertifikaatin hankkiminen ei ole yksinkertainen prosessi. Sertifikaatin myöntämiseen liittyy tarkastus ja arviointi, jossa varmistetaan, että yritys täyttää standardin vaatimukset. Yrityksen on myös sitouduttava ylläpitämään ympäristöjärjestelmää ja täyttämään sertifikaatin uusimisen vaatimukset tietyn ajanjakson jälkeen. (SFS 14001:2015, 2015, s. 5.)

5.2 Muutoksen vaikutus sertifikaattiin

Sähköisten ajoneuvojen käyttöönotto vaikuttaa positiivisesti yrityksen ympäristövaikutuksiin ja se voi tuoda mukanaan useita ympäristöhyötyjä. Näitä hyötyjä ovat esimerkiksi hiilidioksidipäästöjen vähentyminen ja ilmanlaadun parantuminen, kun polttomoottoriajoneuvojen pakokaasupäästöt loppuvat. Myös meluhaitat vähenevät, koska sähköajoneuvot ovat hiljaisempia kuin polttomoottoriajoneuvot. Lisäksi sähköajoneuvot ovat energiatehokkaampia kuin polttomoottoriajoneuvot, joten yritys säästää myös energiakustannuksissa.

Polttomoottoriajoneuvojen vaihtaminen sähkömoottoreilla toimiviin ajoneuvoihin ei yksinään ole riittävä toimi, jolla yritys voi saada ISO-14001 ympäristösertifikaatin. Kun tarkastellaan vaihdosta saatavia edellä mainittuja hyötyjä ja verrataan niitä vaatimuksiin, joita sertifikaatin myöntämiseen vaaditaan, on ajoneuvojen vaihdolla kuitenkin positiivisia ja myötävaikuttavia vaikutuksia sertifikaatin myöntämiseen yhdessä muiden toimien kanssa.

6 NYKYTILANNE

Yrityksen ajoneuvoista 13 kappaletta on rekisteröity ABAX-ajonhallintajärjestelmään. Näistä ajoneuvoista valittiin satunnaisesti neljä kappaletta vertailuun, joita käytetään säännöllisesti huoltoajoissa. Lisäksi ajoneuvojen vertailussa huomioitiin vain 1.7.2023-31.7.2023 välisenä aikana

tehdyt matkat. Yrityksen ajonhallintajärjestelmästä saatiin yksityiskohtaiset tiedot ajetuista kilometreistä, ajoihin käytetystä ajasta ja matkojen kappalemääristä.

Traficomin verkkosivustolta julkisista ajoneuvotiedoista (Traficom, 2023) saatiin tiedot käyttövoimasta, moottorilavuudesta, yhdistetyistä CO₂-päästöistä sekä yhdistetystä kulutuksesta. Alla olevassa taulukossa on esitetty vertailussa käytettävät ajoneuvot.

Taulukko 1. Ajoneuvotiedot

	Nissan NV250	Peugeot Expert	Nissan NV400	Opel Vivaro
Käyttövoima	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel
Moottorilavuus (l)	1.5	2.0	2.3	2.0
CO₂-päästöt (yhdistetty, g/km)	149	139	183	227
Kulutus (yhdistetty, l/ 100 km)	6,2	7	7,2	8,6
Ajokilometrit	553,2	743,3	2657,1	412,2
Ajoaika	26 h 37min	26 h 24min	33 h 58min	19h 20min
Matkat (kpl)	382	183	60	232

Taulukosta 1 voidaan todeta, että jokaisen vertailuun osallistuvan ajoneuvon käyttövoimana toimii dieselöljy. Moottorilavuus NV250 mallissa on 1.5, Expert sekä Vivaro malleissa 2.0 ja NV400 mallissa 2.3. CO₂-päästöt ovat kilometriä kohden suurimmat Vivarossa (227 g/km) ja NV400:ssa (183 g/km), ja pienimmät Expertissä (139 g/km) sekä NV250:ssa (149 g/km). Yhdistetty kaupunki- ja maatienajon kulutus on myös suurin Vivarossa (8,6 litraa/100 kilometriä), toiseksi suurin NV400:ssa (7,2 litraa/100 kilometriä), kolmanneksi suurin Expertissä (7 litraa/100 kilometriä), pienin kulutus löytyy NV250 mallista (6,2 litraa/100 kilometriä).

Ajokilometrejä taulukon 1 perusteella enintään kertyi tarkastelujakson aikana NV400 mallille, 2657,1 kilometriä. Expertille kilometrejä kertyi 743,3, NV250:lle kilometrejä kertyi 553,2 ja Vivarolle kilometrejä kertyi 412,2. Ajoaika oli suurin

NV400:lla, 33 tuntia ja 58 minuuttia ja toiseksi suurin NV250:lla, 26 tuntia ja 37 minuuttia. Expertillä ajoaika oli 26 tuntia ja 24 minuuttia ja vähiten ajoaikaa sai Vivaro, 19 tuntia ja 20 minuuttia. Kappalemääränä matkoja oli eniten NV250:lla (382), toiseksi eniten Vivarolla (232), kolmanneksi eniten Expertillä (183) ja vähiten NV400:lla (60). Taulukon tietojen perusteella voidaan todeta, että NV400 käytetään huomattavasti enemmän pitkillä matkoilla verrattuna muihin vertailun kohteina oleviin ajoneuvoihin.

6.1 Sähköauto

Sähköauto tarkoitetaan ajoneuvoa, joka käyttää sähkömoottoria voimanlähteenään liikkuakseen. Tällaiset autot saavat tarvittavan sähköenergian sähköisestä akusta tai akkupaketista, joka varastoi sähköä ulkoisesta lähteestä, kuten sähköverkosta tai uusiutuvista energialähteistä, kuten aurinkopaneeleista tai tuulivoimaloista. Sähköautot ovat tunnettuja ympäristöystävällisyydestään, sillä ne eivät tuota päästöjä ajon aikana ja voivat edistää vähäpäästöistä liikkumista ja energiankäyttöä, kun ne ladataan uusiutuvalla energialla. (Sperling, 2018, s. 24–26.)

Sähköautot voivat vaihdella kooltaan ja tarkoitukseltaan. Sähköautoja löytyykin useista ajoneuvoluokista, kuten henkilöautoista, pakettiautoista, ja jopa raskaimmista kuorma-autoista ja linja-autoista. Ne ovat osa laajempaa siirtymää kohti kestävämpiä liikkumisratkaisuja ja vähäpäästöistä liikennettä. Verrattuna polttomoottoriautoihin, sähköautot ovat energiatehokkaampia ja hiljaisempia. Sähköautojen toimintasäde vaihtelee suuresti akun mukaan, aina 150 kilometristä jopa yli 500 kilometriin. (Motiva, 2023.)

Kuluttajilla on usein erilaisia ennakkoluuloja ja uskomuksia sähköajoneuvoja kohtaan. Artikkelin Key Factors Influencing Consumers' Purchase of Electric Vehicles (Tu & Yang, 2019, kohta 5.2) mukaan tärkeimmät kuluttajien sähköajoneuvojen hankintapäätöksiin vaikuttavat tekijät ovat latauspisteiden riittävyys ja riittävä kattavuus sekä ajoneuvojen akkujen hinta ja käyttöikä. Toisaalta kuluttajat kokevat, että ympäristönsuojelun kannalta

sähköajoneuvoilla on positiivinen vaikutus. Kuluttajien on myös usein vaikeaa nähdä ja ymmärtää esimerkiksi polttomoottori- ja sähkömoottoriajoneuvojen toimintatapojen eroja, jolloin kuluttaja voi ajatella ajoneuvojen erojen olevan pienempiä kuin ne todellisuudessa ovat.

Tässä tutkimuksen vertailussa käytetään kahta sähköistä pakettiautoa. Ensimmäinen on Renault Kangoo L2. sähköajoneuvo. Kangoo L2. valikoitui vertailuautoksi, koska se on kooltaan ja tavaratilaltaan yrityksen nykyisten ajoneuvojen kaltainen. Kangoon akkuna toimii 45 kWh:n litium-ioniakku nestejäähdytyksellä ja sen moottori tuottaa tehoa 90 kW (120 hp). WLTP-toimintamatka ajoneuvolla on valmistajan mukaan 269–285 kilometriä perusvarustein. WLTP (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure) tarkoittaa testimenetelmää, jonka avulla saadaan ajoneuvojen CO₂- ja kulutuspäästöt tutkittua yhdenmukaisesti. Renault Kangoo L2 kuluttaa valmistajan ilmoituksen perusteella 8,3 kWh sadalla kilometrillä testiolosuhteissa. (Renault, 2023.)

Toinen vertailussa käytetty pakettiauto on Ford E-Transit Trend. Ford tarjoaa useita variaatioita pakettiautosta, joten se on helposti muokattavissa yrityksen tarpeiden mukaisesti. Tutkimukseen valitussa automaattivaihteisessa E-Transitissa on 68 kWh:n akku, joka tuottaa tehoa 200 kW (269 hp). Valmistajan ilmoittama WLTP-toimintamatka kyseisellä mallilla on 317 kilometriä, kulutuksen ollessa 21,5 kWh sadalla kilometrillä. (Ford, 2023, E-Transit Trend - esite.)

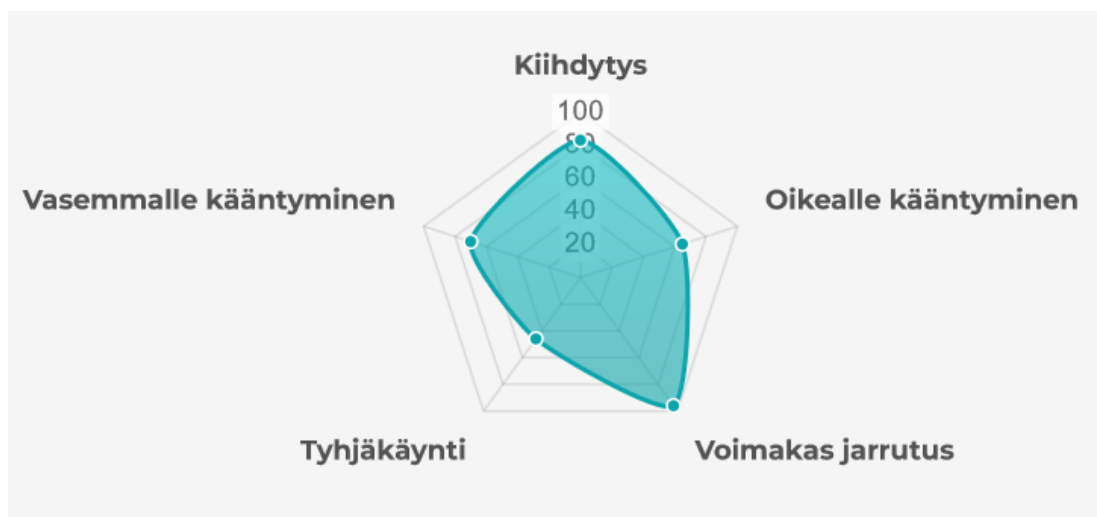
6.2 ABAX-ajonhallintajärjestelmä

ABAX on ajoneuvojen seuranta- ja ajonhallintajärjestelmä, joka tarjoaa yrityksille työkaluja ajoneuvojen ja kuljettajien seurantaan, analysointiin ja hallintaan. Tämä järjestelmä auttaa yrityksiä tehostamaan ajoneuvojen käyttöä, parantamaan ajoturvallisuutta, vähentämään kustannuksia ja hallitsemaan ympäristövaikutuksia. Lisäksi se tarjoaa reaaliaikaista ajoneuvon seurantaa ja tietoa kuljettajan ajotavoista.

Ajonhallintajärjestelmästä saadun datan perusteella voidaan analysoida neljää valittua ajoneuvoa. Tämä data käsittää esimerkiksi ajoneuvojen polttoaineenkulutusta, ajomääriä kilometreiltään ja kuljettajien ajotapoja. Analysoinnin tuloksena saadaan käsitys ajoneuvojen kustannuksista ja toiminnasta, ja tätä tietoa voidaan hyödyntää vertailussa sähköajoneuvojen valmistajan ilmoittamiin suorituskykytietoihin.

6.3 Yrityksen ajotavat

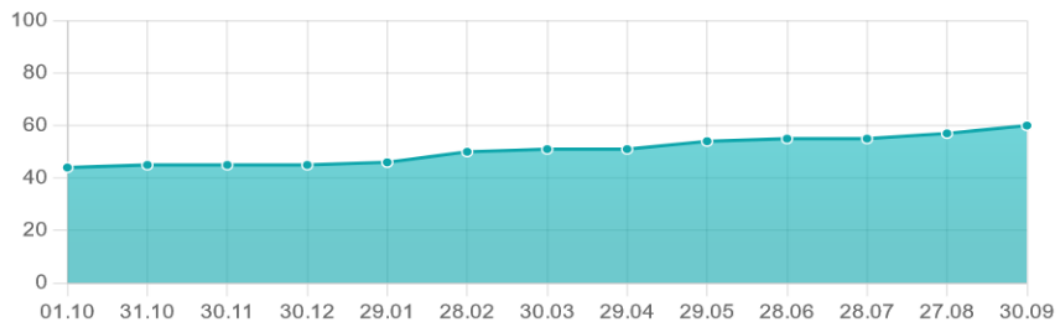
ABAX-laitteen ajotapamittari on hyvä tapa seurata yrityksen työntekijöiden ajotapoja. ABAX-laite hyödyntää GPS-paikannusta, g-voiman tunnistamista sekä edistyneitä algoritmeja tunnistamaan kuljettajan nopeita kiihdytyksiä, äkkiäisiä jarrutuksia, jyrkkiä käännöksiä sekä tyhjäkäyntejä. Ajotapamittari pisteyttää edellä mainitut toiminnot muodostaen kokonaispistemäärän, jonka avulla voidaan verrata työntekijöiden ajotapoja toisiinsa, sekä yrityksen ajotapoja kokonaisuudessaan muihin yrityksiin. Ajotapamittarin avulla voi tarkastella kokonaistilannetta (kuva 1), tai esimerkiksi tarkastella lähemmin tiettyä toimintaa (kuvat 2–3).



Kuva 1. Kooste ajotapahtumista



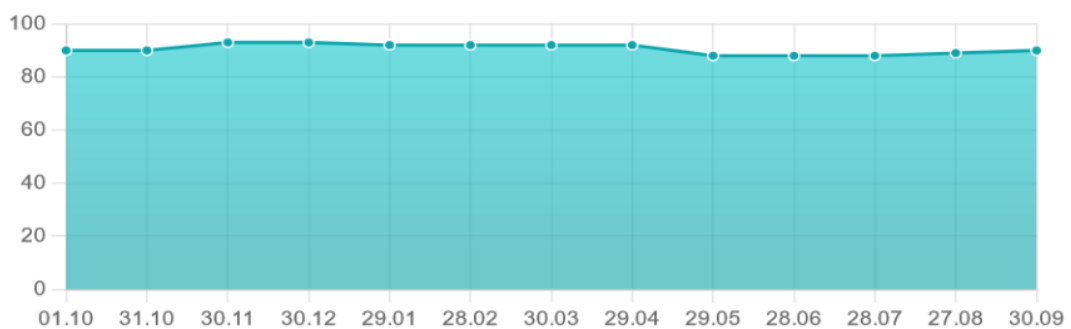
Tyhjäkäynti



Kuva 2. Tyhjäkäynti



Voimakas jarrutus



Kuva 3. Voimakkaat jarrutukset

Ajotapamittari pisteyttää toiminnat nollan ja sadan välillä, sadan pisteen ollessa paras ja nollan huonoin pistemäärä. Pisteytys jaetaan kolmeen kategoriaan, 0–40 pistettä, 41–80 pistettä ja 81–100 pistettä. Pistekategorioista pienin tarkoittaa merkittäviä huolto- ja polttoainekustannuksia, sekä voi olla merkki kuljettajan vaarallisista ajotavoista. Toinen pistekategoria tarkoittaa vain hieman kohonneita kustannuksia huolto- ja polttoainekustannuksissa. Kolmas pistekategoria tarkoittaa turvallista, taloudellista ja vihreät arvot täyttävää ajotapaa, johon tulisi pyrkiä. (ABAX, 2023, Miten ajotapapisteen liittyvät kaluston kustannuksiin ja turvallisuuteen?.)

Kuljettajan ajotavoilla on suuri merkitys turvalliseen ja taloudelliseen ajoon. Oli kyseessä polttomoottori- tai sähkömoottoriajoneuvo, pienilläkin muutoksilla on vaikutusta ajoneuvon kulutukseen. Välttämällä äkillisiä kiihdytyksiä ja jarrutuksia, ennakoimalla ja ajamalla sopivalla ajonopeudella, vähentämällä tyhjäkäyntiä ja huolehtimalla renkaiden ilmanpaineesta voidaan saada huomattavia säästöjä pitkällä aikavälillä.

7 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS

Taloudellinen vertailu eri ajoneuvotyyppien välillä koostuu useista eri seikoista. Tässä tutkimuksessa keskitytään eri ajoneuvotyyppien käyttökustannuksiin, hankintakustannuksiin sekä latausinfraan asennuksesta tuleviin kustannuksiin. Valmistukseen ja muuhun liittyviä kustannuksia tai ympäristövaikutuksia ei huomioida tässä tutkimuksessa.

Polttomoottoriajoneuvot ovat yleensä halvempia hankkia verrattuna sähköajoneuvoihin. Sähköajoneuvojen hinnat ovat kuitenkin laskeneet viime vuosina, ja tuki- sekä kannustinpaketit voivat vaikuttaa merkittävästi hankintakustannuksiin. Sähköajoneuvojen käyttökustannukset ovat yleensä alhaisemmat kuin polttomoottoriajoneuvojen. Sähköautojen lataaminen on edullisempaa kuin polttoaineen tankkaaminen, ja sähköajoneuvot vaativat vähemmän huoltoa, mikä voi säästää kustannuksia pitkällä aikavälillä. Toisaalta sähköautojen huollot voivat olla huomattavasti kalliimpia kuin polttomoottoriautojen huollot.

7.1 Polttomoottorin ja sähkömoottorin kulutuksen vertailu

Tässä vertailussa huomioidaan vain valmistajan ilmoittavat tiedot kulutukselle, joilla voidaan laskea ajoneuvojen kulutuskustannukset. Keliolosuhteita, kuljettajan ajotapaa tai muita muuttuvia tekijöitä ei huomioida vertailussa. Vertailussa verrataan yrityksen käytössä olevia ja tutkimukseen mukaan

valittuja polttomoottoriajoneuvoja kahteen sähkömoottorilla varustettuun ajoneuvoon.

Taulukossa 2 on esitetty jokainen tutkimukseen mukaan valittu ajoneuvo. Taulukossa annetaan arvot kulutukselle per 100 kilometriä (polttomoottoriajoneuvoille litraa / 100 km, sähkömoottoreille kWh / 100 km), polttoaineen hinta arvioituna keskimääräisistä viimeaikaisista hinnoista, sähköenergian hinta keskimääräisistä viimeaikaisista hinnoista, sekä lopuksi on laskettu kustannukset sadalle sekä 10000 kilometrille hyödyntäen taulukossa esitettyjä arvoja. Polttomoottoriajoneuvot ovat taulukossa sinisellä värillä ja sähkömoottoriajoneuvot ovat vihreällä värillä.

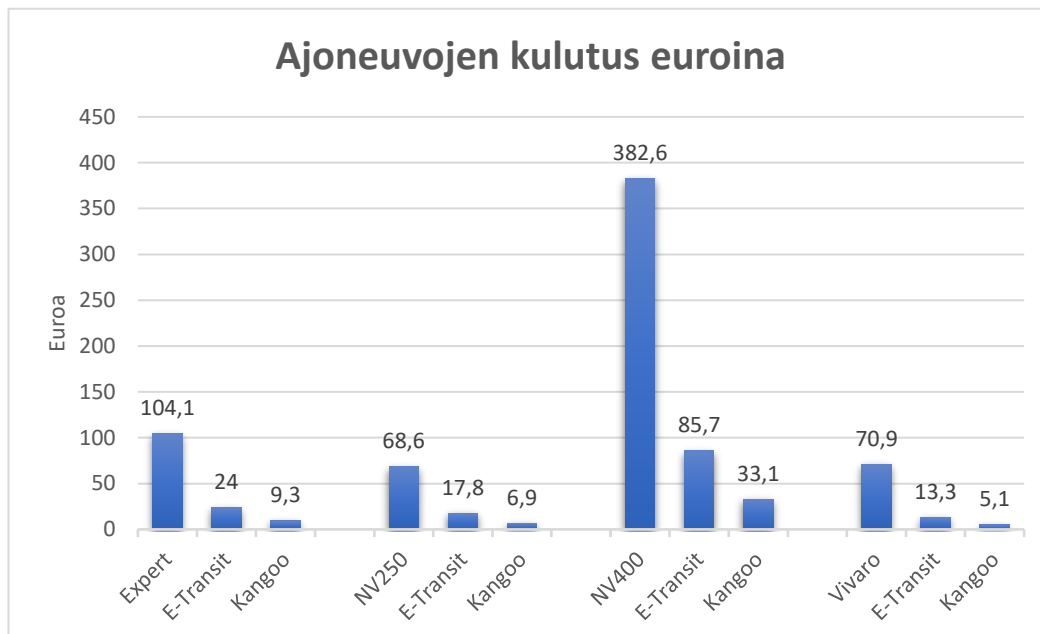
Taulukko 2. Ajoneuvojen kulutus

	Expert	NV250	NV400	Vivaro	E-Transit	Kangoo
Kulutus / 100 km	7 l	6,2 l	7,2 l	8,6 l	21,5 kWh	8,3 kWh
Polttoaineen hinta € / litra	2	2	2	2	-	-
Sähkön hinta € / kWh	-	-	-	-	0,15	0,15
Kustannukset € / 100 km	14	12,4	14,4	17,2	3,225	1,245
Kustannukset € / 10000 km	1400	1240	1440	1720	322,5	124,5

Taulukosta 2 voidaan todeta, että sinisellä merkityt dieselpakettiautot ovat kustannuksiltaan huomattavasti kalliimmat enemmän kuin vihreällä merkityt sähkömoottoriajoneuvot. Annetuilla kulutusarvoilla sekä polttoaineen ja sähkön hinnoilla, esimerkiksi sähköllä toimivan Kangoon kulutuskustannukset ovat noin kymmenen prosentin luokkaa NV250:n kulutuskustannuksista. NV250:n kulutuksen ollessa 6,2 litraa sadalla kilometrillä litrahinnan ollessa 2 euroa, saadaan kulutuskustannukseksi kertomalla kulutus polttoaineen hinnalla. Tällöin polttoainekustannukset sadalla kilometrillä ovat 12,4 euroa.

Renault Kangoo kuluttaa sadalla kilometrillä 8,3 kWh. Sähkön hinnan ollessa 15 senttiä per kWh, saadaan kulutuskustannus laskemalla samoin kuin edellä, eli kulutus kerrottuna sähkön hinnalla. Näin saadaan laskettua Kangoon kulutukseksi 1,245 euroa sadalla kilometrillä.

Taulukko 3. Ajoneuvojen kulutus euroina



Taulukossa 3 on vertailtu tarkkailuaikana (1.7.2023-30.7.2023) polttomoottoriajoneuvojen arvioituja euromääräisiä kustannuksia. Nämä kustannukset on laskettu taulukoissa 1 ja 2 käytetyillä tiedoilla (kulutus, ajatut kilometrit, polttoaineen hinta). Arvioidut sähköajoneuvojen kustannukset on laskettu samalla tavalla taulukoista 1 ja 2 saaduilla tiedoilla (kulutus, ajatut kilometrit, sähkön hinta).

Taulukossa 3 esitetyt tiedot perustuvat eri lähteiden arvioihin, kuten oletettuun ajoneuvojen kulutukseen, sähkön ja polttoaineen hintaan, eikä ajotapojen ja muiden muuttuvien tekijöiden vaikutusta ole huomioitu. Annetuilla oletusarvoilla olisi ero polttomoottori- ja sähkömoottoriajoneuvojen välillä tarkastelujaksona ollut huomattava. Kustannukset sähkömoottoriajoneuvojen ajossa ovat huomattavasti alhaisemmat kuin polttomoottorien vastaavat.

7.2 Sähköajoneuvon hankintahinta

Sähköajoneuvojen hankintahinnat ovat yleisesti ottaen korkeampia kuin vastaavien polttomoottoriajoneuvojen. Sähköajoneuvojen hankinta voi olla merkittävä kustannuserä, erityisesti mikäli yritys hankkii useamman

sähköajoneuvon. On tärkeää punnita tätä kustannusta muiden hyötyjen, kuten pienentyneiden polttoainekustannusten ja ympäristöystävällisyyden kanssa.

Renaultin suositushinnaston perusteella (Renault, 17.5.2023) yhden Kangoo L2 mallin, perusvarusteilla varustettuna, kokonaishinnaksi muodostuu 46 290 euroa. Mikäli neljä kappaletta polttomoottoriajoneuvoja korvattaisiin sähköisillä, muodostuisi kokonaishankintahinnaksi 185 160 euroa. Kokonaishankintahinnassa ei ole huomioitu mahdollisia hankintatukia tai vanhojen autojen myynnistä saatavia tuloja.

Fordin suositushinnaston perusteella E-Transit N2 pakettiauto 68 kWh akulla perusvarusteilla varustettuna kustantaa 74 140 euroa. Neljän polttomoottoriajoneuvon korvaaminen E-Trend pakettiautolla kustantaisi yritykselle 296 560 euroa. (Ford, 2023, suositushinnasto.). Kokonaishankintahinnassa ei ole huomioitu mahdollisia hankintatukia tai vanhojen autojen myynnistä saatavia tuloja. E-Transit mallisto tulisi näin ollen kustannuksiltaan 111 400 euroa kalliimmaksi kuin Renault Kangoo.

7.3 Sähköauton latausasema

Sähköauton latausasemalla tarkoitetaan fyysistä laitetta tai rakennetta, jolla tarjotaan mahdollisuus käyttäjälle ladata sähköauton akkua. Latausasemat voivat vaihdella yksinkertaisista kotitalouksien seinäasennuksista monimutkaisiin julkisiin latauspisteisiin, ja niitä voidaan asentaa niin yksityiskoteihin, kuin myös esimerkiksi yritysten parkkipaikoille, julkisille pysäköintialueille, huoltoasemille ja ostoskeskuksiin. Latausasemien tarkoitus on helpottaa sähköautojen omistajien arkea tarjoamalla kätevä tapa ladata autojaan, edistää sähköautojen käyttöönottoa sekä vähentää perinteisten polttomoottoriautojen ympäristövaikutuksia. (Nordic Plug, 2023.)

Latausasemien päätyyppejä on kaksi: vaihtovirtalatauksella toimivat AC-latausasemat ja tasavirtalatauksella toimivat DC- pikalatausasemat. AC-latausasema tarjoaa kohtuullisen latausnopeuden ja sopii hyvin esimerkiksi

kotien tai työpaikkojen latauspisteeksi. DC- latausasema on huomattavasti nopeampi latausvaihtoehto ja se sopii erityisesti julkisiin latausasemiin, tienvarsilatauspisteisiin ja matkustusreittien varrelle. (Nordic Plug, 2023.)

Kokonaisuutena sähköauton latausinfra hankinnassa on tärkeää suunnitella huolellisesti ja ottaa huomioon niin yrityksen tarpeet, mahdolliset tulevaisuuden muutokset kiinteistössä, kuin myös muut tekniset yksityiskohdat ja vaatimukset.

7.3.1 Latauslaskuri

Latauslaskurina on käytetty Nordic Plug -verkkosivustolta löytyvää laskuria, jonka avulla voidaan arvioida latauksen kestoa ja hintaa. Taulukossa 4 ladattavana autonä on käytetty Renault Kangoo Z.E. sähköautoa, jonka akun kapasiteetti on 45 kWh. Taulukossa 5 ladattavana autonä käytettiin Ford E-Transit sähköautoa, jonka akun kapasiteetti on 68 kWh. Laturina vertailussa käytetään 22KW:n DEFA Power laturia. Akun varaus ladataan nolasta prosentista täyteen, eli sataan prosenttiin. Sähköenergian hinnaksi on määritetty 15 senttiä kilowattitunnilta, joka on ollut keskihinta sähkölle viime aikoina.

Taulukko 4. Renault Kangoo latauslaskuri

Latausaika	2 tuntia
Ladattu	45 kWh
Lisätty toimintamatka	225 km
Latauksen kustannus	3,75 €
Vastaava matka polttomoottorilla	31,50 €

Taulukosta 4 voidaan todeta, että Kangoon akun varaus ladataan nolasta sataan prosenttiin kahdessa tunnissa. Auton toimintamatka kasvaa kahdessa tunnissa 225 kilometriä ja lataus kustantaa 3,75 euroa sähkön hinnan ollessa 0,15 € / kWh. Vastaavan matkan kulkeminen bensiinillä toimivalla polttomoottoriautolla, joka kuluttaa seitsemän litraa sataa kilometriä kohden ja bensiinin litrahinnan ollessa kaksi euroa, kustantaisi 31,50 euroa.

Taulukko 5. E-Transit latauslaskuri

Latausaika	3.1 tuntia
Ladattu	68 kWh
Lisätty toimintamatka	340 km
Latauksen kustannus	10,20 €
Vastaava matka polttomoottorilla	47,60 €

Taulukosta 5 voidaan todeta, että E-Transitin akun latausaika täyteen 100 prosenttiin on 3.1 tuntia, eli 1.1 tuntia kauemmin kuin Renault Kangoolla. E-Transitin akun lataus täyteen maksaa 10,20 euroa, eli 6,45 euroa enemmän kuin Kangoon lataus. Latauslaskurin mukaan E-Transitin toimintamatka kasvaa latauksen aikana 340 kilometriä.

Tulee kuitenkin huomata, että latausnopeudet ovat arvioita ja ne perustuvat oletuksiin ja valmistajien ilmoittamiin suorituskyyarvioihin, joten ne tulisi ottaa huomioon lähinnä yleisiä vertailutarkoituksia varten. Ajoneuvon todelliset latausnopeudet riippuvat laturin latauskapasiteetista, auton akun tilasta, energian menetyksestä ja sen hetkisestä varaustasosta, koska latausnopeus saattaa vähentyä noin 80 prosentin varaustason kohdalla. (Nordic Plug, 2023.)

7.3.2 Latausaseman asennus

Latauspisteen asennuksesta syntyy luonnollisesti kustannuksia. Asennettavana latausasemana toimii tässä esimerkissä 22kW:n DEFA Power. Latausasemia asennetaan neljä kappaletta. Lisäksi asennetaan dynaaminen kuormanhallintajärjestelmä, joka lisää sähköturvallisuutta kiinteistössä. Kuormanhallintajärjestelmän avulla säädellään ja tarkkaillaan sähköliittymän kuormitusta. Kun kiinteistössä käytetään sähköä vähän, dynaaminen kuormanhallinta nostaa sähköautojen lataustehoa. Lataustehoa toisaalta lasketaan, mikäli kiinteistössä käytetään sähköä paljon. (Korhonen ym., 2019, s. 53–54.)

Latausaseman hintalaskurina käytetään Nordic Plugin verkkosivuilta löytyvää laskuria. Kohteen sijainniksi valitaan Satakunta ja valitaan asennettava latausteho 22 kW. Lisäksi asennetaan dynaaminen kuormanhallinta. Näillä tiedoilla saadaan yhden latausaseman hinnaksi 790 euroa. Neljän vastaavan latausaseman hinnaksi muodostuu näin ollen Nordic Plugin verkkokaupan mukaan 3 160 euroa. (Nordic Plug, 2023, sähköauton latausaseman asennus.)

Asennuksen sisältöön kuuluvat seuraavat asiat: ennakkokartoitus, matkakulut, ryhmäjohto, tarvittavat kiinnikkeet, vikavirtasuoja ja johdonsuojakatkaisija, läpiviennit, käyttöönottomittaukset, asennuspöytäkirja sekä käyttöönoton opastus. Ara myöntää yrityksille latauspisteavustusta, jolla voi pienentää asennuksesta koituvia kustannuksia. (Nordic Plug, 2023, sähköauton latausaseman asennus.)



Kuva 4. DEFA Power latausasema (Nordic Plug, 2023)

7.4 Ylläpitokustannukset

Ajoneuvojen ylläpitokustannukset käsittävät kaikki ne kulut, jotka liittyvät ajoneuvon pitämiseen kunnossa ja liikenteessä turvallisena. Ylläpitokustannuksiin sisältyvät muun muassa seuraavat tekijät: huollot, korjauskulut, vakuutukset ja verot. Ylläpitokustannusten vertailu on vaikeaa eri ajoneuvotyyppien välillä, johtuen kustannusten yksilöllisistä tekijöistä, kuten ajotavoista, ajo-olosuhteista, käytetyistä varaosista ja korjaamopalveluista.

Vakuutukset vaihtelevat myös suuresti ajoneuvojen välillä, riippuen niin ajoneuvon omistajasta kuin vakuutusyhtiöstä. Verojen osalta vertailu on helpompaa, koska esimerkiksi Traficom -palvelusta on saatavilla ajankohtaista tietoa ajoneuvoverosta.

7.5 Ympäristövaikutusten vertailu

Tutkimuksessa vertaillaan myös eri ajoneuvotyyppien ympäristövaikutuksia. Vertailussa huomioidaan CO₂-päästöt sekä energiatehokkuus. Ajoneuvojen CO₂-päästöt ovat noudettu Traficomien julkisesta tietokannasta. CO₂-päästöt ilmoitetaan grammoina kilometriä kohden (g/km).

Energiatehokkuus lasketaan kilowattitunteina kilometrin ajomatkalla (kWh/km). Sähkömootoriajoneuvojen energiatehokkuus on laskettu seuraavalla tavalla: $\text{Energiatehokkuus (kWh/km)} = \text{Sähköenergian kulutus (kWh)} / \text{Ajettu matka (km)}$.

Polttomootoriajoneuvojen energiatehokkuuden laskemisessa on hyödynnetty samaa kaavaa, hyödyntäen dieselin energiasisältöä, joka on 9,86 kWh / litra. Polttomootorien energiatehokkuus on laskettu seuraavalla tavalla: $\text{Energiatehokkuus (kWh/km)} = \text{Kulutus (l / 1 km)} * \text{dieselin energiasisältö (kWh/l)}$.

Taulukko 6. CO₂-päästöt ja energiatehokkuus

Ympäristövaikutus	Expert	NV250	NV400	Vivaro	E-Transit	Kangoo
CO ₂ -päästöt (g/km)	139	149	183	227	0	0
Energiatehokkuus (kWh/km)	0,69	0,62	0,69	0,85	0,22	0,08

Taulukosta 6 voidaan todeta, että Vivarolla on suurimmat CO₂-päästöt ajon aikana. Toiseksi suurimmat päästöt ovat NV400:lla, kolmanneksi suurimmat NV250:lla ja pienimmät päästöt polttomoottoreista ovat Expertillä. Sähkömoottoriajoneuvoilla ei synny CO₂-päästöjä ajon aikana.

Energiatehokkuudella tarkoitetaan energiamäärää, joka vaaditaan ajoneuvon kuljettamiseen kilometrin matkalla. Pienin energiatehokkuus on Kangoolla (0,08) ja suurin energiatehokkuus Vivarolla (0,85). Taulukon 5 mukaan sähkömoottoreilla on huomattavasti parempi energiatehokkuus kuin tutkimukseen valituilla polttomoottoriajoneuvoilla.

7.6 Kustannus-vaikuttavuus-analyysi

Kustannus-vaikuttavuus-analyysi on yksi investoinnin kannattavuuslaskelmien menetelmistä. Koska kaikkia investoinnin tavoitteita ei voida mitata rahassa, kustannus-vaikuttavuus-analyysissä tavoitteet mitataan omina yksikköinä ilman niiden muuttamista rahamääriksi. Kustannus-vaikuttavuus-analyysi ei anna suoraan valmista lopputulosta, joten tämän menetelmän tulosten arvioinnissa joudutaan käyttämään omaa harkintaa eri tekijöiden välillä kuin myös lopputuloksen arvioinnissa. Päätöksentekijöiltä vaaditaan ymmärrystä ja kykyä tarkastella lopputulosta monia eri näkökulmia hyödyntäen, jotta tästä menetelmästä saadaan suurin mahdollinen hyöty yritykselle. Pellinen, 2019, s. 181–182.

Yksi tämän tutkimuksen tavoitteista on laskea sähköajoneuvojen ympäristövaikutuksia verrattuna polttomoottoriajoneuvoihin. Kustannus-

vaikuttavuus-analyysi on joustava ja käytännöllinen menetelmä investoinnin kannattavuuden arvioimiseen, koska menetelmässä voidaan ottaa huomioon myös ympäristövaikutukset. Kustannus-vaikuttavuus-analyysi muodostuu Pellisen (2019, s. 181) mukaan seuraavien vaiheiden kautta:

1. Tavoitteiden määrittely
2. Vaihtoehtojen määrittely
3. Vaikuttavuuden mittareiden valinta
4. Ennakoidut kustannukset
5. Päätöksentekokriteerien valinta
6. Valintamallin määrittely

Tavoitteiden määrittelyllä luodaan tavoite, joka halutaan saavuttaa investoinnilla. Vaihtoehtojen määrittelyllä rajataan investoinnin kohteet muutamaa eri vaihtoehtoon. Vaikuttavuuden mittareiden valinnassa päätetään investointiin vaikuttava ja mitattava asia. Ennakoiduissa kustannuksissa arvioidaan investoinnin tulevia ja tiedossa olevia kustannuksia. Päätöksenteon kriteerit ovat kriteerejä, joiden perusteella päätetään investoinnin kannattavuudesta.

7.6.1 Kustannus-vaikuttavuus laskelma

Tässä kustannus-vaikuttavuus-analyysissä on vertailtu Nissan NV250 -mallia Renault Kangoon. Laskelmissa on käytetty tutkimuksessa aikaisemmin esitettyjä perustietoja kyseisistä malleista. Lisäksi laskelmiin on lisätty oletus vuodessa ajetuista 20000 kilometristä. Vuosittainen kulutus on laskettu kulutus kerrottuna vuodessa ajetuilla kilometreillä. Vuosittainen polttoaine- ja sähkönkustannus on laskettu kertomalla vuosittainen kulutus polttoaineen oletetulla litrahinnalla NV250 mallille ja Kangoolle oletetulla sähkön hinnalla.

NV250 mallilla hiilidioksidipäästöt syntyvät polttoaineen kulutuksesta. Vuosittaiset päästöt laskettiin kertomalla ajatut kilometrit ajoneuvolle ilmoitetulle CO₂-päästöjen määrällä. Sähköajoneuvot eivät tuota ajon aikana

CO2 päästöjä. NV250 mallille on myös annettu oletettu hankintahinta 18 000 euroa laskelmien pohjatiedoksi.

NV250:

- Vuosittainen polttoaineenkulutus: 1240 litraa
- Vuosittainen polttoainekustannus: 2480 euroa
- Vuosittainen hiilidioksidipäästö: 4540 kg CO2
- Arvioitu hankintahinta: 18 000 euroa
- Vuosittaiset kustannukset yhteensä: 20 480 euroa

Kangoo:

- Vuosittainen sähkönkulutus: 1660 kWh
- Vuosittainen sähkönkustannus: 249 euroa
- Vuosittainen hiilidioksidipäästö: 0 kg CO2
- Arvioitu hankintahinta: 46 290 euroa
- Vuosittaiset kustannukset yhteensä: 46 539 euroa

Laskelman vaikuttavuusmittarina käytetään hiilidioksidipäästöjen vähentämistä. Hiilidioksidipäästöjen vuosittainen vähennys käyttämällä sähköajoneuvoa polttomootoriajoneuvon sijaan on 4540 kiloa. Vuosittainen polttoaineen säästö on sähköajoneuvon hyväksi 2231 euroa. Mikäli oletetaan ajoneuvojen käyttöikäksi kymmenen vuotta, säästyy CO2-päästöjä 45 400 kiloa ja polttoainekustannuksia 22 310 euroa. Vaikka Kangoo on hankintahinnaltaan kaksi kertaa kalliimpi kuin NV250, polttoainekustannusten vuosittaisilla säästöillä päästään arvioidun käyttöiän loppupuolella lähes samoihin kokonaiskustannuksiin. Huomioimalla CO2-päästöjen vaikutus laskelmiin mukaan, tulee Kangoon hankinta kuitenkin kokonaisuudessaan paremmaksi vaihtoehdoksi.

8 YHTEENVETO JA TULOKSET

Tässä tutkimuksessa vertailtiin sähkömoottoriajoneuvojen ja polttomoottoriajoneuvojen kulutuksia, CO₂-päästöjä ja energiatehokkuutta, sekä käytiin läpi sähkömoottoriajoneuvojen hankintahintoja, latausaseman hankinnan kustannuksia ja ajoneuvojen ympäristövaikutuksia. Tutkimuksessa käytettiin vertailevaa tutkimusotetta, jolloin sähkömoottorin ja polttomoottorin erot saatiin selkeästi ja ymmärrettävästi esille. Tutkimuksen tuloksia tutkittaessa selkeys ja ymmärrettävyys ovat tärkeitä, jolloin pienenevät myös virheiden ja väärinkäsityksien mahdollisuudet.

Tuloksia vertaillessa tuli selväksi sähkömoottorien edullisuus ajon aikana verrattuna polttomoottoriin. Ajon aikana sähkömoottoriajoneuvot ovat hiljaisempia, vähäpäästöisempiä sekä energiatehokkaampia. Polttomoottoriajoneuvojen etuna on pidempi toimintamatka, joka usein on kaksin- tai kolminkertainen verrattuna sähkömoottoriajoneuvoihin. Polttomoottoriajoneuvojen etuna on lisäksi huomattavasti nopeampi tankkaus kuin sähkömoottoriajoneuvoilla, kuin myös yleisesti halvemmat hankintahinnat, vakuutukset sekä korjaus- ja huoltokustannukset.

Tutkimukseen valittujen ajoneuvojen vertailun sekä tutkimuksen sähkön ja polttoaineen vertailuhintojen perusteella voidaan päätellä ja todeta, että sähköajoneuvot ovat kustannustehokkaampia ajon aikana kuin polttomoottoriajoneuvot. Ympäristön näkökulmasta katsottuna sähkömoottoriajoneuvot ovat myös parempi vaihtoehto kuin polttomoottoriajoneuvot. Sähkön alkuperällä on mahdollista vaikuttaa sähköajoneuvojen kokonaispäästöihin, esimerkiksi valitsemalla uusiutuvaa sähköenergiaa tuottavan sähköntoimittajan tai asentamalla aurinkopaneelit yrityksen toimitiloihin.

Tutkimukseni valossa suosittelen vaihtamaan polttomoottoriajoneuvot sähköajoneuvoihin. Sähköajoneuvot ovat ominaisuuksiltaan pitkällä tähtäimellä parempi vaihtoehto yritykselle, sillä niiden käyttökustannukset ovat

matalammat ja niiden käyttöön siirtymisestä vähennetään ympäristölle aiheutuvia haittoja. Lisäksi jos ajomatkat eivät ole kovinkaan pitkiä, on kustannustehokkaampaa ajaa ne sähköllä.

Valitsemalla kestävän kehityksen mukaisesti tuotettua uusiutuvaa energiaa sähköajoneuvojen lataamiseen, tai esimerkiksi omien aurinkopaneelien avulla, pienennetään huomattavasti sähköajoneuvon elinkaaren aikana syntyviä CO₂-päästöjä. Mielestäni vaihto sähköajoneuvoihin on ympäristön, nykyisessä yhteiskunnassa yleistyvän asenteen ja arvojen vuoksi on perusteltu ratkaisu. Vaikka puhtaasti investoinnin kannattavuuden näkökulmasta investointi sähköajoneuvoon on kustannuksiltaan suurempi kuin investointi polttomoottoriajoneuvoon, huomioimalla myös CO₂-päästöt mukaan laskelmiin, kääntyy mielestäni kannattavuus vahvasti sähköajoneuvojen puolelle.

LÄHTEET

Aalto yliopisto. (10.5.2023). Sähköistyvä yhteiskunta. Haettu 23.7.2023 osoitteesta <https://www.aalto.fi/fi/sahkoistyva-yhteiskunta>

ABAX. (2023). Ajoneuvojen paikannus. Haettu 28.8.2023 osoitteesta <https://www.abax.com/fi/ajoneuvojen-paikannus>

ABAX. (2023). Ajotapapalvelu. Haettu 28.8.2023 osoitteesta <https://www.abax.com/fi/ajotapapalvelu>

ABAX. (2023). Miten ajotapapisteet liittyvät kaluston kustannuksiin ja turvallisuuteen? Haettu 30.9.2023 osoitteesta <https://www.abax.com/fi/kb/user-guides/driving-behaviour/miten-ajotapapisteet-liittyvat-kaluston-kustannuksiin-ja>

ABAX www-sivut 2023, haettu 28.8.2023 osoitteesta <https://www.abax.com/fi>

Autoalan Tiedotuskeskus. (2023). Henkilöautokanta vuoden lopussa käyttövoimittain. Haettu 24.9.2023 osoitteesta https://www.aut.fi/tilastot/autokannan_kehitys/autokanta_kayttovoimittain/henkilöautokanta_kayttovoimittain

Ford. (2023). E-Transit Trend – esite. Haettu 7.9.2023 osoitteesta <https://www.ford.fi/content/dam/guxeu/fi/documents/feature-pdfs/FT-E-Transit.pdf>

Ford. (2023). Suositushinnasto. Haettu 7.9.2023 osoitteesta <https://www.ford.fi/content/dam/guxeu/fi/documents/pricelists/cv/transit-van/PL-ford-e-transit.pdf>

Jyväskylän yliopisto (2005). Koppa – Määrällinen tutkimus. Haettu 10.9.2023 osoitteesta <https://koppa.jyu.fi/avoimet/hum/menetelmapolkuja/menetelmapolku/tutkimusstrategiat/maarallinen-tutkimus>

Korhonen, E., Linja-Aho, V., Mäkinen, J., Orrberg, M. (2019). Sähköautot ja latausjärjestelmät (2. painos). Sähköinfo.

Motiva. (9.6.2023). Sähköautot. Haettu 7.9.2023 osoitteesta https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottoritekniikka/sahkoautot

Nordic Plug. (2023). Mikä on latausasema? Haettu osoitteesta <https://nordicplug.fi/pages/sahkoautojen-lataus-pikaopas>

Nordic Plug. (2023). Sähköauton latausaseman asennus. Haettu 14.9.2023 osoitteesta <https://nordicplug.fi/products/latausaseman-asennus?variant=47077661376856>

Nordic Plug. (2023). DEFA Power 22kw latausasema [valokuva]. Haettu osoitteesta <https://nordicplug.fi/collections/all/products/defa-power-22kw-latausasema>

Notran www-sivut 2023, haettu 10.7.2023 osoitteesta <https://www.notra.fi/>

Pellinen, J. (2019). Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu (3. uudistettu painos). Alma.

Renault. (17.5.2023). Suositushinnasto. Haettu 3.9.2023 osoitteesta <https://www.renault.fi/wp-content/uploads/2022/08/hinnasto-kangoo-electric.pdf>

Schmidt, T. (2023). Hybridi- ja sähköajoneuvot (4. päivitetty painos). Suomen Autoteknillinen Liitto.

SFS 14001:2015. (2015). Ympäristöjärjestelmät. Suomen standardisoimisliitto.
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/394293.html.stx#>

Sperling, D. (2018). Three Revolutions: Steering Automated, Shared, and Electric Vehicles to a Better Future. Island Press.

Traficom. (2023). Julkiset ajoneuvotiedot ja veron maksu. Haettu 2.9.2023 osoitteesta <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/ajoneuvotiedot-ja-veron-maksu>

Tu, J., & Yang, C. (2019). Key Factors Influencing Consumers' Purchase of Electric Vehicles. Sustainability (Basel, Switzerland), 11(14).
<https://doi.org/10.3390/su11143863>