

# Sähköautot liikenneonnettomuuspaikalla

Sähköautojen tunnistaminen ja vaaratilanteet  
Reima Hyvönen

5/2021

# TIIVISTELMÄ

**Reima Hyvönen: Sähköautot liikenneonnettomuuspaikalla**

**Opinnäytetyön muoto:** Tutkimuksellinen

**Julkisuusaste:** Julkinen

**Ohjaaja:** Mika Kyyrö & Jyrki Marttila

**Tutkinto:** Poliisi (AMK)

---

Sähköautoja on ollut olemassa jo 1900-luvulla, mutta ne poistuivat liikenteestä ensimmäisen maailmansodan jälkeen. 1990-luvulla ensimmäiset hybridit tekivät paluun liikenteeseen, jonka jälkeen sähköautojen määrä on ollut jatkuvassa nousussa. Sähköautojen määrä on Suomessa kasvanut vuodesta 2007 alkaen. 2014 rekisteröitiin ensimmäiset ladattavat hybridit, joita on Suomen nykyisestä sähköautokannasta jopa 4 kertaa enemmän kuin täyssähköautoja. Auton käyttövoima on mahdollista selvittää rekisteritunnuksen, pelastuskortin tai ISO 17840 standardin mukaisilla värikoodatuilla tarroilla avulla.

Työ on tehty käyttäen kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä hyödyntäen keräämällä aineistoa sähköautoihin liittyvästä kirjallisuudesta, mukaan lukien lehtiartikkeleita. Työtä varten on haastateltu Etelä-Karjalan pelastuslaitoksen vuoromestaria ja haastattelua on referoitu muiden lähteiden tavoin.

Onnettomuuksissa sähköautoista on huomioitava, että niissä oleva korkeajänniteakusto pystyy antamaan sähköiskun, vaikka auto olisikin virraton. On varottava koskemasta useita sähköauton korkeajännitteisiä osia, jotka on usein merkitty oranssilla kaapeloinnilla tai sähköstä varoittavalla merkillä. Tulipalo on vaarallinen tavallisessa tieliikenneonnettomuudessa, mutta sähköautojen akustoissa oleva tulipalo on vielä vaarallisempi. Yksittäinen rikkoutunut akkukenno akustossa voi käynnistää ketjureaktion, jonka seurauksena yhä useampi akku vaurioituu ja tuottaa lämpöä. Akkuparosta varmin merkki on valkoinen savu ja sammutusohjeena on upottaa auto veteen.

Lähes äänettömän moottorinsa ja hyvän tehosuhteen johdosta, sähköauto pystyy liikkumaan todella herkästi kaasupoljinta painettaessa. Sähköauton liikkuminen tulee pyrkiä estämään kiilojen avulla ja poistamalla autosta avain tai käynnissä pitävä esine, kuten esimerkiksi matkapuhelin, yli 10 metrin päähän. Turvatyyny muodostavat myös oman vaaran. Sähköauton sisälle ei saa laittaa päätä, jotta turvatyyny ei laukea 300 kilometrin tuntivauhtia kohti. Mikäli turvalaite ei ole onnettomuudessa lauennut, on sitä pidettävänä aktiivisena koko toiminnan ajan riippumatta siitä, onko ajo-neuvo virraton.

---

**Sivumäärä:** 43 + 1 liite

**Tarkastuskuukausi ja vuosi:** Toukokuu 2021

**Avainsanat:** Sähköauto, ladattava hybridi, liikenneonnettomuus

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO .....	4
1.1 Opinnäytetyön aihe ja rajaus .....	4
1.2 Tutkimuskysymykset .....	5
2 TIETOPERUSTA .....	6
2.1 Kirjallisuuskatsaus .....	6
2.2 Tieliikenneonnettomuus .....	6
2.2.1 Poliisin velvollisuudet tieliikenneonnettomuuksissa .....	7
2.2.2 Poliisin toiminta tieliikenneonnettomuuksissa .....	8
2.3 Sähköauto .....	9
2.3.1 Sähköautojen historia .....	10
2.3.2 Sähköautot Suomessa .....	10
2.4 Sähkö .....	13
2.4.1 Sähkövirta .....	13
2.4.2 Sähköjännite .....	14
3 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSOSAN TOTEUTUS .....	14
3.1 Tutkimusmenetelmä .....	14
3.2 Asiantuntijahaastattelu .....	16
3.3 Tiedon analysointi .....	16
4 SÄHKÖAUTOT ONNETTOMUUSPAIKALLA .....	17
4.1 Tunnistaminen .....	18
4.2 Sähköisku .....	21
4.3 Litiumioniakuston tulipalo .....	25
4.4 Sähköauton äänetön liikahtaminen .....	26
4.5 Turvatyyny .....	29
5 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	31
5.1 Ajoneuvon yksilöiminen sähköautoksi .....	31
5.2 Sähköauton vaarat, niiden havainnointi ja välttäminen .....	32
5.3 Yhteenveto .....	34
6 POHDINTA .....	35
6.1 Opinnäytetyön eettisyys .....	35
6.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja itsearviointi .....	36
6.3 Jatko- ja kehittämisideat .....	39
LÄHTEET .....	41
Liite 1: Haastattelukysymykset .....	44

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Opinnäytetyön aihe ja rajaus

Opinnäytetyön aiheena ovat sähköautot liikenneonnettomuuspaikalla, johon kuuluu niiden tunnistaminen ja mahdolliset vaaratilanteet. Tarkoituksena on antaa ymmärrystä, kuinka poliisin tulisi mukauttaa omaa toimintansa sähköautojen kanssa tieliikenneonnettomuuspaikalla. Työ on ensisijaisesti suunnattu poliiseille, jotka joutuvat tehtävänkuvansa mukaisesti menemään tieliikenneonnettomuuspaikoille. Työssä kuvatut ilmiöt on pyritty avaamaan mahdollisimman tarkasti, mutta niiden täydellinen ymmärtäminen edellyttää ymmärrystä sähköfysiikan perusteista.

Opinnäytetyö on rajattu koskemaan vain sellaisia sähköautoja, jotka on mahdollista ladata verkkovirralla. Opinnäytetyössä sähköautolla katetaan sekä ladattavat hybridit, että täysin sähköllä toimivat autot. Ei-ladattava hybridi on rinnastettavissa perinteiseen polttomoottorilliseen autoon, jolloin ne on jätetty aiheen ulkopuolelle. Rajaamalla aihetta niin, on opinnäytetyöllä mahdollista yleistää tilanteita ja käsitellä kokonaisuutta sähköautoista. Sähköllä toimivat autot ovat ilmestyneet Suomen tieliikenteeseen vasta viimeisen kymmenen vuoden aikana, ja niiden aiheuttamia potentiaalisia vaaroja ei ole juurikaan tutkittu.

Vaikka sähkömoottoreita on ollut olemassa huomattavasti pidemmän aikaa kuin sähköautoja, ovat ne tehneet läpilyöntinsä liikenteen sekaan vasta 2000-luvulla. Sähköautot on mahdollista jakaa useaan eri kategoriaan, kuten täyssähköauto, ladattava hybridi ja ei-ladattava hybridi. Lisäksi markkinoilla on muita määritelmiä myynnin edistämiseksi. Kaikkia näitä yhdistää se, että niillä on mahdollista liikkua täysin sähkömoottorin avulla jonkin matkaa.

Ladattavissa hybrideissä ja täyssähköautoissa on sähkön ja akuston tuomat lisävaarat onnettomuuspaikoille. Koska autoissa sähkön käyttö liikenteessä lisääntyy jatkuvasti, poliisin on vuosi vuodelta todennäköisempää kohdata onnettomuuspaikalla sähköä jollain tapaa käyttövoimanaan hyödyntävä auto. Jotta poliisin toiminta pysyy turvallisena, on poliisiakin alettava kouluttamaan toimimaan sähköautojen kanssa. Pelastuslaitosta koulutetaan toimimaan sähköautojen kanssa, poliisin suhteen koulutus on vähäistä.

Opinnäytetyössä analysoidaan, miten onnettomuustilanteessa on mahdollista tunnistaa onnettomuudessa ollut auto sähköä voimanlähteenään käyttäväksi. Tämän lisäksi kerrotaan, mitä eri vaaratilanteita sähköautot tuovat onnettomuuspaikalle, mistä vaara aiheutuu ja miten vaaratilanteet on mahdollista välttää. Opinnäytetyön johtopäätökset on toteutettu poliisin näkökulmasta siten, että minkälaiseen vaaraan on poliisin mahdollista joutua omalla toiminnallaan. Lisäksi näkökulmassa huomioidaan se, kuinka poliisi voi vaikuttaa omaan turvallisuuteensa onnettomuuspaikalla.

Ilmastonmuutoksen seurauksena aihe on jatkuvasti ajankohtainen, sillä liikenteen päästöjä pyritään laskemaan siirtymällä polttomoottoreista sähkömoottoreihin. Lisäksi akkuteknologia on kehittynyt jo niin paljon, että uusimmat sähköautot pystyvät kilpailemaan polttomoottorillisten autojen kanssa nopeuden, tehojen ja toimintasäteen suhteen. Sähköautojen määrän kasvaessa ja niiden tekniikan kehittyessä, on poliisin oltava valmis toimimaan tässä muuttuvassa ympäristössä.

Sähköautoista on tehty useampiakin pelastuslaitokselle suunnattuja opinnäytetöitä. Poliisille suunnattua opinnäytetyötä sähköautojen tunnistamisesta ja niiden vaaroista ei ole aiemmin tehty. Kuitenkin poliisin toimintaa tukevaksi työksi voi mainita Janne Vuorelan 2015 tekemän palopäällystön opinnäytetyö ”Hybridi- ja sähköauto, toiminta ja työturvallisuus liikenneonnettomuustilanteessa”. Opinnäytteessään Vuorela huomioi pelastuslaitoksen näkökulmasta niitä vaaroja, joihin poliisinkin on mahdollista törmätä. Opinnäytetyössä käydään läpi sähkö- ja hybridiautojen tunnistusta, rakennetta, sekä niihin liittyviä vaaratilanteita erityisesti palokunnan näkökulmasta. Kuitenkin autoteknologia on sähköautojen osalta kehittynyt paljon, jolloin tällä opinnäytetyöllä on tarkoitus tuoda lisää tietoa sähköautojen vaaroista. Erityisesti ladattavat hybridit ovat ilmestyneet opinnäytetyön jälkeen tieliikenteeseen.

Pääsääntöisesti kaikki sähköautojen vaaroihin keskittyvät opinnäytetyöt on tehty pelastuslaitoksen näkökulmasta sellaisiksi, joissa tarjotaan toimintamalleja pelastusalalle. Vaaratilanteiden perusteellinen analysointi on jäänyt vähemmälle.

Tässä työssä käydään ensin läpi teoriaa, jota opinnäytetyössä käytetään. Tämän jälkeen esitellään valittu tutkimusmenetelmä ja muut tutkimusta ohjaavat toimintamallit. Varsinainen tutkimusosa on lähteisiin perustuva analyysi mahdollisista vaaranpaikoista onnettomuuspaikalla ja minkälaiseen vaaraan on mahdollista siten joutua. Lopuksi selvitetyn tiedon pohjalta luodaan johtopäätökset tutkittavasta asiasta ja arvioidaan opinnäytetyötä henkilökohtaisella tasolla. Viimeisenä on esitelty mahdollisia jatkotutkimuksiin sopivia aiheita.

## **1.2 Tutkimuskysymykset**

Opinnäytetyön tarkoituksena on antaa vastaus seuraaviin kysymyksiin.

1. Miten tunnistaa sähköauto?
2. Mitä lisävaaraa sähköauto tuo onnettomuuspaikalle?
3. Millä keinoin on mahdollista havaita vaaratilanne?
4. Miten vaaratilanne vältetään tai muutetaan vaarattomaksi?

Näiden kysymysten avulla on tarkoitus analysoida sähköautojen tunnistamista ja avartaa sähköauton tuomaa lisävaaraa tieliikenneonnettomuuksissa toimiville. Tavoitteena on tuottaa yleistyksiä poliisin toiminnan kannalta siihen, miten liikenneonnettomuuspaikalla on tulevaisuudessa ruvettava huomioimaan sähköautot poliisin työturvallisuuden ylläpitämiseksi.

## 2 TIETOPERUSTA

### 2.1 Kirjallisuuskatsaus

Opinnäytetyön lähteinä on käytetty ainoastaan avoimia lähteitä ja yksittäistä asiantuntijahaastattelua. Kuvilla on pyritty havainnollistamaan konkreettisesti todellisuutta. Kirjallisen aineiston on sähkö- ja hybridautoihin ja tieliikenneonnettomuuksiin perehtyvää kirjallisuutta. Pääosa tästä materiaalista on peräisin sähköisistä lähteistä, sillä painettua materiaalia on todella vähän. Kirjastojen tietokannoista selviää, ettei sähköautoihin liittyvää painettua kirjallisuutta ole kovinkaan paljoa saatavilla.

Vesa Linja-ahon vuonna 2012 kirjoittama ”Sähkö- ja hybridaajoneuvojen sähkötyöturvallisuus” on työssä vahvasti esillä oleva teos. Teoksessa käydään tarkasti läpi tarkasti sähköautoihin liittyviä termistöä ja yleisiä säädöksiä. Kirja on ensisijaisesti tarkoitettu käsi- ja oppikirjaksi sellaisille henkilöille, jotka työskentelevät erityisesti huoltotöissä sähköautojen suhteen. Teoksessa oleva sähköön ja sähköautojen tekniikkaan liittyvä osiot ovat yleispätevää tietoa, joskin lukijalla on oltava jo jotain kokemusta sähkötekniikasta.

Opinnäytetyössä on käytetty kahta eri pelastusoppasta, Teslan Model 3 ja Toyotan pelastusoppasta. Pelastusoppaiden tarkoitus on antaa tietoa ajoneuvoista siten, että pelastuslaitos pystyy toimimaan työturvallisesti onnettomuuspaikalla. Oppaissa esitellään pelastuksen kannalta olennaisimmat seikat, kuten vaarat. Teslan vuonna 2019 tekemässä pelastusoppaassa käydään tarkasti täyssähköautoihin ja liittyvää asiaa läpi, kun Toyotan 2018 tekemässä oppaassa on myös huomioitu ladattavat hybridit.

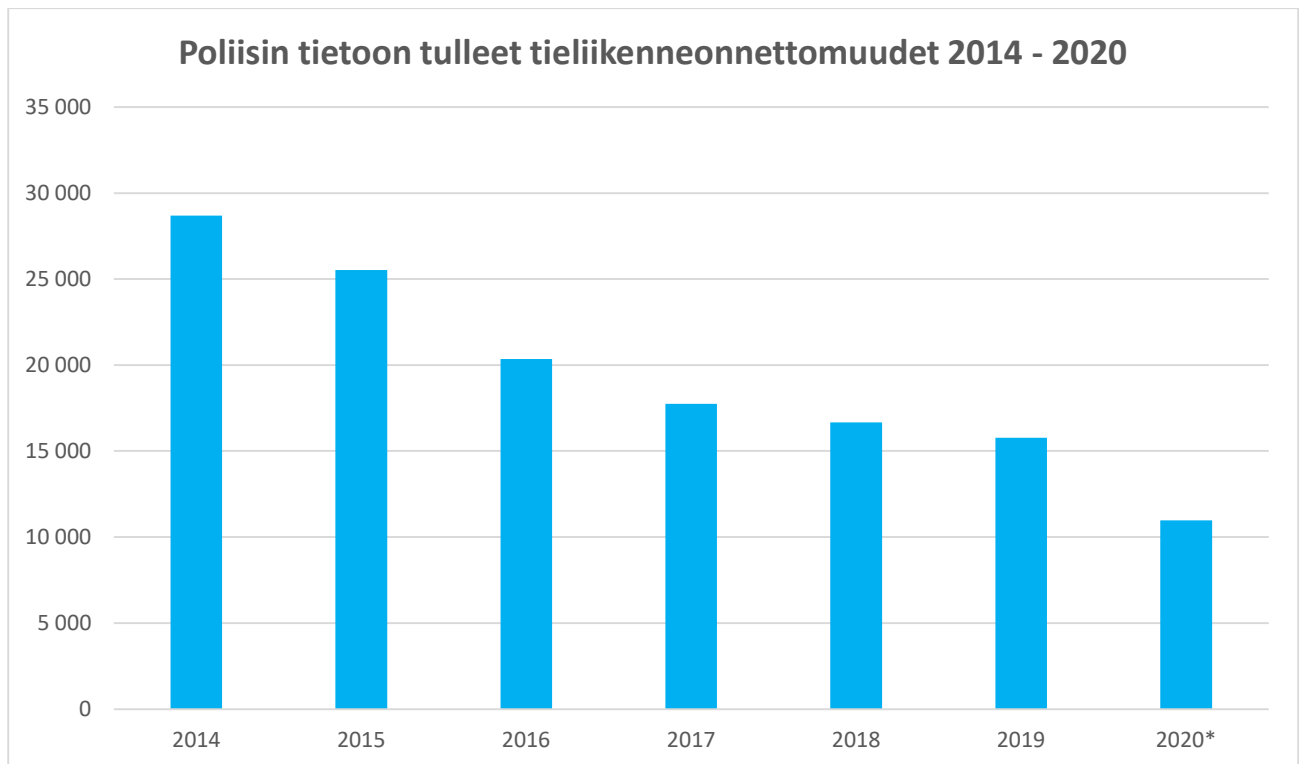
Erinäisiä uutisartikkeleita työssä sähköautoista on paljon. Pelastusalan ammattilehden Pelastustiedon useaa artikkelia on käytetty avoimina lähteinä. Artikkeleissa on käsitelty sähköautojen huomioimista pelastuslaitoksen näkökulmasta. Pelastustiedosta valituissa artikkeleissa on kiinnitetty huomiota sähköautojen tulipaloon vaikuttaviin seikkoihin ja niiden vaarallisuuteen. Muut kuin Pelastustiedon artikkelit käsittelevät sähköautojen ominaisuuksia tai historiaa.

Muu teoriaperustan aineisto on niin voimassa olevaa lainsäädäntöä, hallituksen esityksiä kuin Euroopan unionin asetuksia seikoista, joissa sähköautot ovat osallisena. Tieliikenneonnettomuuksien tietopohjana ovat onnettomuuksien erikoistuneet kirjat, tilastot, sekä poliisille suunnatut ohjeet onnettomuuksien ja liikennerikosten tutkinnasta. Työssä käytetään myös liikenne- ja viestintävirasto Traficom:n avoimista lähteistä saatavaa tietoa, kuten myös Tilastokeskuksen ylläpitämiä tilastoja.

### 2.2 Tieliikenneonnettomuus

Tieliikenneonnettomuus on *”henkilö- tai omaisuusvahinkoon johtanut tapahtuma, joka on sattunut tieliikennelain mukaan yleiselle liikenteelle tarkoitettulla tai yleisesti liikenteeseen käytetyllä alueella ja jossa on osallisena ainakin yksi liikkuva kulkuneuvo”* (Liikenneturva, Tieliikenneonnettomuustilastojen määritelmät).

Tieliikenneonnettomuuden sattuessa, tieto siitä kulkeutuu jotakin kautta poliisille. Todennäköisin tiedonkulkukanava on hätäkeskus. Kaaviosta 3 voi nähdä, että vaikka poliisille ilmoitetut tieliikenneonnettomuudet ovat olleet laskemaan päin, niitä kuitenkin tapahtuu tuhansia vuosittain.



Kaavio 3. Poliisin tietoon tulleet tieliikenneonnettomuudet (Tilastokeskus)

Kaavion 3 mukaisesti tieliikenneonnettomuuksien määrä on ollut laskussa. Vuoden 2020 luku on opinnäytetyön kirjoitusvaiheessa ennakkotieto, mutta kuitenkin suuntaa antava. Ennakkotiedon mukaan Suomessa tapahtui vuonna 2020 yhteensä 10 964 tieliikenneonnettomuutta. Taulukossa ei kuitenkaan erotella onnettomuuksien vakavuutta. Vuoden 2020 luvun pienuudessa on huomioitava Covid-19 pandemian vaikutus Suomessa ja työmatkaliikenteen vähentyminen etätyösuosituksen seurauksena. Tilastoista ei käy ilmi, minkä tyyppinen auto on ollut mukana onnettomuudessa.

### 2.2.1 Poliisin velvollisuudet tieliikenneonnettomuuksissa

Poliisin verkkosivujen mukaan ”*poliisilla on velvollisuuksia onnettomuuksien estämiseksi, vahinkojen torjumiseksi ja onnettomuuksien selvittämiseksi*” (Poliisin verkkosivut, Onnettomuudet). Osa onnettomuuksista myös tutkitaan. Tutkinnalla on tarkoitus selvittää, että onko jotain lakia rikottu ja lain rikkomisen seurauksena tilanne on päässyt muodostumaan onnettomuudeksi. Liikenneonnettomuudessa on mahdollisuus rikokseen siinä mielessä, että liikennesääntöjen rikkominen on johtanut onnettomuuteen.

Poliisilain (872/2011) 1§ ensimmäinen momentti määrittää poliisin tehtäväksi muiden tehtävien ohella rikosten paljastamisen ja selvittämisen. Tieliikenneonnettomuutta edeltää lähes aina rikos, teko tai

laiminlyönti tai ainakin sellaisen epäily (Luntiala 1997, 1). Mikäli onnettomuustilanteessa on pienikin epäily tai edes pohdinta siitä, että onko tässä nyt tapahtunut rikosta, on esitutkintalain (805/2011) 3 luvun 3§ 1 momentin mukaisesti toimitettava esitutkinta.

Onnettomuuksia ei tule sivuttaa, vaan ne on selvitettävä mahdollisuuksien mukaan. Onnettomuuksien selvittämiseksi on paikalle mentävä mahdollisimman pian onnettomuuden jälkeen. Rikoslain 23 luvun 1 pykälä (545/1999) määrittää liikenneturvallisuuden vaarantamisen siten, että *”tienkäyttäjänä tahallaan tai huolimattomuudesta rikkoo tieliikennelakia tai ajoneuvolakia taikka niiden nojalla annettuja säännöksiä tai määräyksiä tavalla, joka on omiaan aiheuttamaan vaaraa toisen turvallisuudelle”*. Mikäli onnettomuudessa on loukkaantuneita tai kuolleita, on toisen turvallisuus rikottu ja poliisin on mentävä onnettomuuspaikalle.

## 2.2.2 Poliisin toiminta tieliikenneonnettomuuksissa

Tieliikenneonnettomuuksissa poliisin ensisijainen tehtävä tultaessa onnettomuuspaikalle on pelastustoiminnan turvaaminen. Tätä varten on tehtävä tilanearvio siitä, mitä on tapahtunut ja minkälaisessa vaarassa henkilöt ovat. Kun tilanne rauhoittuu ja kiireellisimmät alkutoimet saadaan tehtyä, tulee onnettomuusjäljet suojata. (Luntiala 1997, 55.)

Kun tilanne ei enää onnettomuuspaikassa ole akuutti, poliisi voi aloittaa oman paikkatutkintansa. Paikkatutkinnan keskeisimmissä tapahtumissa on valokuvaaminen mahdollisimman kattavasti, jotta tilannetta voidaan jälkikäteen tarkastella. Valokuvilla on todella suuri merkitys jutun jatkon kannalta. *”Onnettomuuspaikalta otetuista valokuvista ulkopuolinen tarkkailija, kuten jutun tutkija – syyttäjä sekä tuomioistuimien pystyvät hahmottamaan tilanteen huomattavasti paremmin kuin pelkkien asiakirjojen perusteella”* (Luntiala 1997, 88).

Poliisihallitus on tiedottanut poliisin verkkosivuilla 10.3.2021 poliisin ottavan haalarikamerat käyttöön kevään 2021 aikana. Onnettomuuspaikalla tämä tarkoittaa sitä, että jatkossa on mahdollista aloittaa tapahtumapaikalla kuvaaminen heti sinne saavuttaessa ja sitä kautta kuvata kaikki mahdollinen jatkoa ajatellen. Tiedotteessa Sanna Heikinheimo kertoo, että haalarikameroita *”voidaan käyttää kaikenlaisilla poliisitehtävillä, joissa kuvaaminen on tarpeellista.”* Lisäksi haalarikameroilla voidaan Heikinheimon mukaan hankkia tietoa, jota voidaan myöhemmin käyttää esimerkiksi näyttönä liikenneasioissa. Kuvien lisäksi on mahdollista hankkia näyttöä auton järjestelmistä.

Mekaanisen kojetaulun neulat voivat jämähtää siihen asentoon, jossa ne olivat törmäyshetkellä. Vuoden 1995 jälkeen olevissa autoissa kojetaulun neulat liikkuvat täysin sähkömoottorilla. Virran katkessa myös neula jää siihen kohtaan, missä se oli törmäys hetkellä. Nykyisin autoissa kojetaulu on tietokoneen näytön tyyppinen ja tieliikenneonnettomuuksissa voi autossa olla vielä virta päällä törmäyksenkin jälkeen. Mikäli autossa on sähköinen kojetaulu, vaatii informaation saaminen erityisen

ohjelman työkaluineen ja ei ole varmaa, mitä tietoja autosta on mahdollista pelastaa. (Goddard yms. 2017, 73–74 & 136.)

### 2.3 Sähköauto

Suurin ero sähköauton ja polttomoottorillisen auton välillä on käyttövoima. Muut toiminnot autossa ovat samankaltaisia. Sähköautoja on kahdenlaisia, täysin sähköllä toimivia tai verkkovirrasta ladattavia hybridejä. Täyssähköautot toimivat vain ja ainoastaan sähköllä. Niissä ei ole polttomoottoria ollenkaan vaan niiden voimanlähteenä toimii sähkömoottori, joka saa energiansa ulkoisesti ladattavasta akustosta (Linja-aho 2012, 44). Myös ladattavissa hybrideissä on ulkoisesti ladattava akusto ja sitä kautta sähkömoottori lyhyttä siirtymää varten. Polttomoottori on pidempiä matkoja varten.

Ladattavan hybridin on polttomoottorillinen ajoneuvo, jossa on myös sähkömoottori ja verkkovirralla ladattava akku. Sähkömoottorin avulla on mahdollista ajaa 30–80 kilometriä. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Ladattava hybridi.) Koska sähkömoottorin toimintasäde on jo kymmeniä kilometrejä, on ladattava hybridi rinnastettavissa sähköautoon. Ladattavia hybridejä on olemassa sekä bensiini että diesel moottorilla.

Huomattavana erona ladattavien hybridien pääkäyttövoimassa on ajoneuvoverolain (1281/2003) 11§:n (943/2018) mukainen käyttövoimavero. Taulukossa 1 on esitetty käyttövoimaveron määrä päivää kohden jokaiselta kokonaismassan alkavalta sadalta kilogrammalta.

Taulukko 1. Ajoneuvoveron suuruus sähköä käyttäville ajoneuvoille.

Ajoneuvon käyttövoima	Veron määrä / päivä / alkava 100 kg kokonaismassa
Sähkö	1,5 snt
Bensiini & sähkö	0,5 snt
Diesel & sähkö	4,9 snt

Kuten taulukosta 1 näkee, niin dieselin käyttäminen nostaa auton käytön hintaa huomattavasti. Esimerkiksi 2 500 kg kokonaismassaisen henkilöauton vuosittainen verotus täyssähköautolla on 136,88 euroa, bensiiniä käyttävillä hybrideillä 45,63 euroa ja dieseliä käyttävillä hybrideillä 447,13 euroa.

Sähköä käyttävissä autoissa käytetään pääosin kahdentyyppisiä akkuja. Nikkelimetallihydridi (NiMH) tai litiumioniakkuja. NiMH-akut soveltuvat lähinnä jarrutusenergian talteenottoon ja kiihdytyksissä

avustamiseen hyvin, jolloin niitä voi käyttää polttomoottorilla ladattavissa hybrideissä. Sähköautot käyttävät litiumioniakkuja koska ne painavat vähemmän. (Linja-aho 2012, 45.)

### **2.3.1 Sähköautojen historia**

Sähköautojen teknologia ei ole uutta, vaan se on ollut olemassa yli 100 vuotta. Sähköautoilla oli vahva markkinaosuus vuonna 1900, jolloin osuus oli 38 %. Muita olivat höyrymoottori 40 % osuudella ja polttomoottori 22 % osuudella. Kuitenkin 1920-luvun alkupuolella öljyn ollessa halpaa ja ihmisten tietämättömyys ilmansaasteista vaikutti polttomoottorin suosioon, ja sähkömoottorit autoilussa jäivät sadaksi vuodeksi unholaan. (Luukkanen 2020, 31–32.)

Sähköautoja oli Yhdysvalloissa 1900-luvun alussa kymmeniä tuhansia. Moottoritekniikat niin sähkön kuin polttomoottorin suhteen oli silloin vielä epäkypsiä. Loppujen lopuksi hallitsevaksi nousi se, joka oli kehittyneempi. Ensimmäisen maailmansodan jälkeen sähköautot katosivat lähes täysin. (Varho 2015.)

Vaikka sähköautot olivat toimivia kulkuneuvoja, niin polttomoottorista tuli kuitenkin hallitseva moottorityyppi autoilussa noin sadaksi vuodeksi. Autoteollisuuden ohella polttomoottoreista hyötyy myös öljyteollisuus. Auto- ja öljyteollisuus nousivatkin sadan vuoden aikana suurimmiksi teollisuuden haaroiksi (Varho 2015). Koska auto- ja öljyteollisuudet ovat niin suuria teollisuuden haaroja, niin valmistajilla on enemmän kiinnostusta kehittää polttomoottorillisia autoja. Kun kehityksen painopisteessä on vain polttomoottoritekniikka, niin sähköautojen tekniikka oli pitkään täysin kehittymätöntä. Kuitenkin nykyisin sähköautojen tekniikkaa kehitetään yhä tehokkaampiin sähköautoihin.

Sähköautot saivat vuonna 1990 uuden mahdollisuuden, kun Kaliforniassa säädettiin laki autojen päästöttömyystavoitteesta. Lain seurauksena General Motors valmisti EV1-sähköauton, jota tuotettiin kaikkiaan 1 117 kappaletta. Kuitenkin autonvalmistajat haastoivat Kalifornian liittovaltion oikeuteen aiemmin mainitusta saastelaista ja loppujen lopuksi oikeus kumosi lain. Sähköä käyttäviä autoja kuitenkin alkoi ilmestymään markkinoille vuosikymmenen loppuun mennessä. Ensimmäisenä hybridiautona oli Toyotan Prius 1997 ja pari vuotta myöhemmin Honda Insight 1999. Hybridiautot olivat edelleen polttomoottoritekniikkaan perustuvia, mutta ne varastoivat jarrutuksessa syntyneen energian pieneen akkuun. Sähkömoottori hyödyntää akkuun varastoituneen sähköenergian ja avustaa liikkeellelähdessä. (Luukkanen 2020, 32–33.)

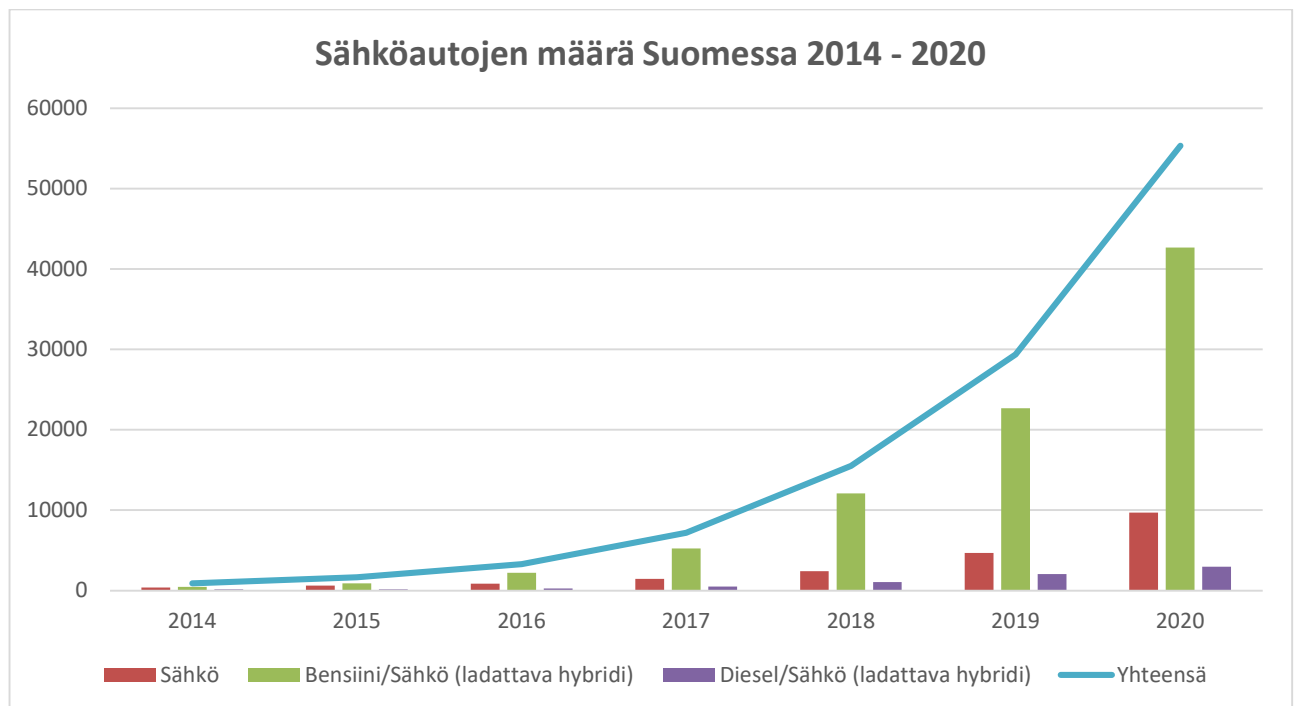
### **2.3.2 Sähköautot Suomessa**

Sähköautojen määrä tällä hetkellä Suomen tieliikenteessä on vähäinen, mutta määrä tulee nousemaan tulevaisuudessa. Valtioneuvoston selonteossa kansallisessa energia- ja ilmastostrategiassa (2016, 33) esitetään tavoitteeksi sähköautojen määrän nostoa 250 000 kappaleeseen vuoteen 2030 mennessä. Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmäntyöryhmän raportissa tavoitteena vuoteen 2030

mennessä on peräti 670 000 sähköautoa, mikäli liikenteen kasvihuonepäästöt pyritään poistamaan kokonaan vuoteen 2045 mennessä (Särkijärvi yms. 2018, 12).

Sähköautojen määrän kasvua edesauttaa niiden latausmahdollisuus. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä (733/2020) 5 § mukaan uusiin rakennushankkeisiin on asennettava sähköautolle sopivia latauspistokkeita mahdollisesti jopa 50 prosenttiin latauspaikoista. 7 § mukaan olemassa oleviin rakennuksiin, joissa on vähintään 20 autopaikkaa, on asennettava vähintään yksi latauspiste viimeistään 31 päivänä joulukuuta 2024. Lisäksi 8§ määrittää, että yhden tai useamman uuden asuinrakennuksen pysäköinnin järjestämiseen tarkoitetut uudet pysäköintitalot on suunniteltava siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan on mahdollista myöhemmin asentaa sähköautolle sopiva latauspiste.

Liikenne- ja turvallisuusvirasto Traficom ylläpitää tilastokantaa, josta on mahdollista saada eri käyttövoimalla toimivien autojen lukumäärä Suomessa. Tilastokanta alkaa vuodesta 2007. Tietokannasta ei kuitenkaan ole mahdollista löytää ei-ladattavien hybridien määrää. Vuonna 2007 täyssähköautoja oli yhteensä 3 kappaletta. Vuonna 2014 ladattavat hybridit ilmestyivät tilastoihin, jonka jälkeen sähköautojen määrä Suomen teillä on kasvanut vuosi vuodelta. Kaavion 1 mukaan sähköautojen määrä on voimakkaassa kasvussa.



Kaavio 1. Suomessa käytössä oleva sähköautot 31.12.2014 – 31.12.2020 (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Tilastotietokanta).

Vaikka sähköautoja on ollut liikennekäytössä jo vuodesta 2007 lähtien, eivät ne ole saaneet suurta suosiota. Kaaviosta 1 on jätetty pois sähköautojen määrät vuosina 2007–2013, sillä sähköautoja on

ollut äärimmäisen vähän. Sähköautojen määrä nousi 3 kappaleesta vuonna 2007 yhteensä 169 kappaleeseen vuonna 2013. Ladattavien hybridien myötä vuonna 2014, sähköautojen määrä nousi jyrkästi Suomessa.

Jo ensimmäisenä vuonnaan ladattavien hybridien määrä ylitti täyssähköautojen määrän tieliikenteessä. Täyssähköautojen määrä on vuodesta 2007 alkaen kasvanut 3 kappaleesta 9 697 kappaleeseen vuonna 2020. Benssiinillä ja sähköllä toimivia hybridejä oli vuonna 2014 yhteensä 449 kappaletta ja vuonna 2020 luku oli jo 42 658 kappaletta. Sähköä käyttäviä autoja oli vuonna 2020 yhteensä 55 317 kappaletta. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Tilastotietokanta.)

Sähköautojen määrä ei toistaiseksi kuitenkaan ole Suomen tieliikenteessä ollut kovinkaan suuri suhteutettuna koko Suomen kaikkiin tieliikennekäytössä oleviin ajoneuvoihin. Kaaviosta 2 ilmenee, että Suomen tieliikenteessä on vuosi vuodelta enemmän ajoneuvoja tieliikennekäytössä.



Kaavio 2. Suomessa liikennekäytössä olevien autojen määrä 31.12.2014 – 31.12.2020. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom, Tilastotietokanta).

Kaaviosta 2 näkee, että Suomessa liikennekäytössä olevien ajoneuvojen määrä on kasvanut joka vuosi. Vuoden 2020 loppuun mennessä autoja oli rekisteröitynä Suomeen lähes 2,75 miljoonaa kappaletta. Sähköautojen osuus vuoden 2020 liikennekäytössä olevien autojen kokonaismäärästä oli noin 2,01 %.

## 2.4 Sähkö

Sähköä esiintyy pääsääntöisesti kahdessa eri muodossa, tasa- ja vaihtosähköinä. Tasasähkö on sitä, että jännite kahden pisteen välillä on ei muutu tai muuttuu hyvin vähän ja virta kulkee virtapiirissä aina samaan suuntaan. Tasasähkö on myös esimerkiksi lyijyakkujen latureissa, joissa jännite vaihtelee 0 V ja 18 V välillä. Virran suunta pysyy kuitenkin samana. Vaihtosähkö on sen sijaan sitä, että jännite muuttuu kahden pisteen välillä ja virran suunta muuttuu. Akuissa ja paristoissa oleva jännite on tasasähkö, kun pistorasiasta saatava sähkö on vaihtosähköä. Pistorasiassa oleva jännite on 230 V ja jännite muuttuu 50 kertaa sekunnissa siniaaltoisena. (Linja-aho 2012, 16).

### 2.4.1 Sähkövirta

Sähkövirta on fysikaalinen suure, jossa sähkövaraus siirtyy korkeammassa jännitteessä olevasta osasta matalampaan jännitteeseen. Sähkövirran yksikkönä on ampeeri ja yksikön lyhenne on A. Sähkövirtaa on mahdollista verrata suljetussa putkistossa kulkevaan nesteeseen. Mikäli jossain kohtaa putkistoa nestettä liikkuu tietty tilavuus, niin toisessa kohtaa on liikuttava saman verran. Sähkövirtaan pätee sama. Se ei häviä johtimesta mihinkään. (Linja-aho 2012, 9–10.)

Taulukko 2. Arvio virran vaikutuksesta ihmiskehoon (Saarelma 2021)

Virran voimakkuus (mA = milliampeeri)	Vaikutus ihmiskehoon
1 mA	Ei juuri tunnettavissa, mahdollisesti pistelevä tunne
3–5 mA	Lapsi pystyy itse irrottautumaan sähkövirrasta
6–9 mA	Aikuinen pystyy itse irrottautumaan sähkövirrasta
16–20 mA	Lihasten kouristelu
20–50 mA	Hengityslihasten lamautuminen (hengityspysähdys)
50–100 mA	Sydämen kammiovärinä
Yli 2 A	Sydämen sähköinen toiminta pysähtyy

Taulukosta 2 voi nähdä virran vaikutukset ihmiskehoon. Hyvinkin pienellä määrällä virtaa on mahdollista saada aikaan vaarallisia tilanteita. On kuitenkin huomioitava, että taulukko on suuntaa antava. Pelkän virran suuruuden suhteen vahvasti vaikuttava tekijä on sähkövirralle altistumisen kesto ja se, onko kyseessä vaihto- vai tasavirta. Vaihtovirta on vaarallisempaa, mutta vammojen kannalta olennaista on virran voimakkuus (Saarelma 2021, Sähkön aiheuttamat vammat.)

## **2.4.2 Sähköjännite**

Sähköjännite on sähköinen potentiaaliero kahden pisteen välillä. Jännitteen yksikkö on voltti ja yksikön lyhenne on V. Jännite on mahdollista luoda kemiallisesti kuten akuissa ja paristoissa on tehty. Toisin kuin virta, jännite ei siirry kahden pisteen välillä vaan se on kahden pisteen välillä (Linja-aho 2012, 13). Sähkötekniikassa maan jännitteen oletetaan olevan 0 V.

Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) sääntö nro 100 kohdan 2.1.4 mukaan (2011), mikäli toimintajännite on jossain sähkökomponentissa tai virtapiirissä yli 60 volttia tasajännitettä tai yli neliöllinen keskiarvo 30 volttia vaihtojännitettä, voidaan puhua suurjännitteestä. Suurjännitteen sijaan käytetään termiä korkeajännite (Linja-aho 2012, 18).

# **3 OPINNÄYTETYÖN TUTKIMUSOSAN TOTEUTUS**

Tutkimusaiheen valinnan jälkeen opinnäytetyölle on valittava tietyt linjat, joita se noudattaa. Aiheen ympärille on valittava opinnäytetyön tyyppi ja opinnäytetyössä käytettävät menetelmät. Näin teemmällä opinnäytetyö rakentuu pala palalta lopulliseen muotoonsa.

## **3.1 Tutkimusmenetelmä**

Opinnäytetyöt voidaan jakaa kahteen pääosaan, tutkimustöiksi tai kehittämistöiksi. Tutkimustyössä selvitetään tietoa keräämällä esimerkiksi haastattelemalla ihmisiä tutkimusaiheesta. Tämän jälkeen tieto analysoidaan ja lopputuloksena on selvitys nykytilanteesta. Kehittämistyössä taas pyritään luomaan jotain uutta. Kehittämistyönä voisi olla uusi ohjelma, tapahtuma tai jokin muu vastaava, josta sitten kirjataan raportti. (Hakala 2004, 21–29.)

Opinnäytetyön aiheen ollessa sähköautojen tunnistaminen ja vaarat liikenneonnettomuuspaikalla, on opinnäytetyön tyyppinä siten tutkimustyö. Kehittämistyönä samasta aiheesta voisi olla koulutuspaketti sähköautoihin liittyen, mutta se edellyttäisi saman tietoperustan etsimistä. Valitsemalla tutkimustyön opinnäytetyön perustaksi on mahdollista enemmän perehtyä sähköautojen tekniikkaan ja sitä kautta ammentaa omaa ymmärrystäni niistä.

Koska opinnäytetyössä on tarkoitus kerätä tietoa sähköautoista ja tiivistää selvitetty tieto johtopäätösten avulla, niin tutkimustyö sopii opinnäytetyön muodoksi paremmin. Tutkimustyössä keskitytään sel-

vittämään eri lähteistä olevaa tietoa, jolloin varsinaista kokeellista tutkimusta ei toteuteta. Tutkimustyöllä on helpompi jäsenellä tutkimuskohdetta. Johtuen myös aiheen monimutkaisuudesta, on tutkimuksellisen työn lopputulos helpommin ymmärrettävissä kuin erillisen kehittämistyön.

Tutkimustyö antaa mahdollisuuden tarkasti analysoida eri asioita sähköautoista ja niiden huomioimisesta onnettomuuksissa. Tutkimuksellinen työ tarjoaa lukijalle ymmärryksen siitä, mistä sähköauton tunnistaa, mitä vaaroja se tuo onnettomuuteen ja miksi. Koska tarkoituksena on analysoida sähköautoja, tutkimuksellisella työllä pystyy sitä tekemään tehokkaammin kuin kehittämistyöllä. Kun opinnäytetyön tyypiksi on valittu tutkimuksellinen työ, on valittava eri tutkimusmenetelmistä parhaiten aiheeseen sopiva menetelmä.

Tutkimusmenetelminä työssä on mahdollista käyttää määrään perustuvaa kvantitatiivista tutkimusmenetelmää tai laatuun perustuvaa kvalitatiivista tutkimusmenetelmää. Kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä perustuu suureen määrään tutkittavaa aineistoa, jossa satunnaisesti valitun otoksen avulla pyritään kuvaamaan ilmiö numeerisesti. Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä sen sijaan pyrkii ymmärtämään tutkittavaa kohdetta tarkemmin pienellä määrällä tutkittavia kohteita. Aineisto on tarkkaan valittua ja tavoitteena on ymmärtää tutkittavaa asiaa. (Heikkilä 2014, 6–8.)

Lukuihin perustuva kvantitatiivinen tutkimusmenetelmä ei sovellu sähköautojen tunnistamista ja vaarallisuutta koskeväksi tutkimusmenetelmäksi, sillä tunnistaminen tai vaaran analysoinnin ilmoittaminen lukuina on hankalaa, muutoin kuin todennäköisyyksinä. Todennäköisyyksien määrittäminen ei palvele ymmärrystä sähköautoista liikenneonnettomuuksissa. Kvantitatiivisessa tutkimusmenetelmässä on olennaista seurata objektiivisesti jotakin ja siinä pääasiallisena tietona ovat erinäiset luvut, kun taas kvalitatiivinen tutkimuksen tieto on subjektiivista ja tieto on tekstinä (Kananen 2008, 27).

Kvalitatiivinen tutkimusmenetelmä optimaalinen ratkaisu opinnäytetyölle, koska tarkoituksena on analysoida hyvin tarkasti rajattua aihetta tavoitteena ymmärtää asian syy. Tarkoituksena on kerätyn materiaalin pohjalta kuvailla sähköautojen tunnistamista ja vaaratilanteita. Kvalitatiivisen tutkimuksen tavoitteena on karakterisoida, luonnehtia tai kuvailla ilmiötä (Anttila 2014, luku 9.2 Ilmiön kuvaus). Opinnäytetyössä tiivistetään useasta eri lähteestä hajallaan oleva tieto, jotta saadaan kuva mahdollisista vaaroista ja täydennettyä ymmärrystä sähköautoista.

Koska työssä ei toteuteta toiminnallista tutkimusta, on materiaalin oltava täysin lähteisiin perustuvaa tutkittavasta aiheesta, jotta on mahdollista luoda johtopäätökset. Tämän johdosta opinnäytetyössä on paljon kirjalliseen materiaaliin pohjautuvaa tietoa siitä, miten erinäiset tapahtumat saavat syntynsä, miten niille voi altistua ja minkälaisen vaaran tapahtumalle altistuminen aiheuttaa. Kirjalliset lähteet kattavat niin painetut kuin sähköiset lähteet.

### 3.2 Asiantuntijahaastattelu

Kirjallisten lähteiden lisäksi opinnäytetyössä hyödynnetään asiantuntijahaastattelua. Haastattelu muotona on puolistrukturoitu, jossa kysymykset ovat valmiiksi mietitty. Puolistrukturoidun haastattelun etu strukturoituun haastatteluun on se, että kysymykset ovat avoimia kysymyksiä (Kananen 2008, 73). Avoimiin kysymyksiin perustuva haastattelu myös ohjaa tutkimustyötä kvalitatiivisen suuntaan, koska haastattelusta saatavat vastaukset ovat yksittäisen henkilön antamia. Vastauksilla tuetaan muista lähteistä saatavaa informaatiota.

Avointen kysymysten esittämisellä on mahdollista saada haastateltavalta myös sellaista tietoa, jota ei tarkkaan mietityillä suljetuilla kysymyksillä saisi. Haastattelun avulla on tarkoitus saada lisää analysoitavaa tietoa ja haastattelussa saatua tietoa referoidaan muiden lähteiden tavoin. Haastattelua ei ole tarkoitus analysoida sen tarkemmin, vaan pitää sitä luotettavana tietona sähköautoista.

Haastateltavana on Etelä-Karjalan vuoromestari Mikko Saastamoinen, jolla on vankka tietämys sähköautoista ja 20 vuoden kokemus pelastuslaitoksen toiminnasta. Vuoromestarina toimimisen ohella Saastamoinen on mukana Comité Technique International de prevention et d'extinction de Feu (CTIF) organisaatiossa Suomen edustajana. CTIF on kansainvälinen asiantuntija- ja informaatioverkosto palo- ja pelastusalan saralla, jossa on mukana yli 30 jäsenmaata ja 5 miljoonaa palomiestä.

Haastattelu on toteutettu puhelinhaastattelulla, jonka tulokset on kirjattu muistiinpanoina erilliselle paperille. Haastateltavalta on kysytty lupa käyttää hänen nimeään ja tittelään opinnäytetyössä. Liitteessä 1 on haastattelua varten pohditut avoimet kysymykset, joiden avulla haastattelu on toteutettu. Haastattelusta saatava tieto on referoitu haastattelun aikana tehtyjen muistiinpanojen avulla. Haastattelu on pilkottu selvityksen yhteyteen käsiteltävän asian mukaan.

### 3.3 Tiedon analysointi

Tiedon analyysiä varten on mahdollista käyttää empiiristä tai teoreettista analyysia. Empiirisessä analyysissä korostuu aineiston keräämis- ja analyysimetodit, kun teoreettinen analyysissä kuka on sanonut mitä ja milloin (Tuomi & Saarijärvi 2009, 20–21). Opinnäytetyölle sopivassa tiedon yhdistelyssä ei ole tarkoitus nostaa erikseen esille kuka on sanonut, vaan esittää yleisenä tietona lähdeviite huomioiden. Niin haastattelusta kuin muista lähteistä saatava tieto yhdistetään yhdeksi isoksi yleistykseksi. Näin ollen opinnäytetyön analyysimenetelmänä käytetään empiiristä analyysiä teoreettisen analyysin sijaan.

Teoriaan pohjautuvana opinnäytetyönä, lopputuloksena on kooste eri lähteistä saatavasta tiedosta. Koosteesta luodaan johtopäätökset opinnäytetyön tutkimuskysymyksiin peilaten. Näin ollen tuloksien sijaan opinnäytetyössä esitellään vahvasti teoriapohjan ja oman ymmärryksen poliisin toiminnasta perusteella tehty analyysi tutkimuskysymysten näkökulmasta.

Tiivistetysti tämä opinnäytetyö on tutkimustyö, jossa käytetään kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Sekä kirjallisista lähteistä että puolistrukturoidun haastattelun avulla saatu informaatio analysoidaan empiirisesti.

## 4 SÄHKÖAUTOT ONNETTOMUUSPAIKALLA

Sähköautot joutuvat samalla lailla onnettomuuksiin kuin muutkin ajoneuvot. On mahdollista, että autossa on onnettomuuden pelastustyön turvaamiseksi erilaisia keinoja saada autosta tietoja.

Onnettomuuspaikalla on mahdollista, että autossa on pelastuskortti pelastamisen helpottamiseksi. Pelastuskortti suositellaan sijoittamaan kuljettajan häikäisysuojaan. Kortin ideana on antaa pelastajalle tietoa siitä, minkälainen auto on kyseessä ja mitä ominaisuuksia kyseisestä autosta löytyy. Koska kortit ovat valmistaja ja mallikohtaisia, on niissä olemassa sitä kautta eroja. Kuitenkin ne kertovat, mikäli autossa on korkeajännitteisiä komponentteja ja erityisesti komponenttien sijainnin. Tiedon siitä, että autosta löytyy pelastuskortti voi havaita ajoneuvon tuulilasista, mikäli siihen on liimattu erillinen tarra ilmoittamaan pelastuskortista. (Autoliitto, Pelastuskortti.)

Pelastuskortin ohella on myös olemassa Euro Rescue sovellus Android ja Apple älypuhelimille. Sovellus on täysin vapaasti ladattavissa kaikille. Tarkoituksena on tarjota pelastuskortit eri autoihin merkin ja mallin mukaan. Kyseessä on siten vaihtoehtoinen keino pelastuskortin tilalle. Sovellus on suunniteltu sitä varten, että pelastuskortin tiedot voi saada menemättä auton luokse ja riskit selviävät ennen ajoneuville menoa. (Gentilleau 2020, 5.)

Kohdatessa sähköauto onnettomuuspaikalla, on olemassa neljän ohjeen sääntö. Ensimmäinen ohje on löytää auton virtanappi tai vastaava, jolla tehdään auto virrattomaksi. Toinen ohje on estää auton liikkuminen kääntämällä vaihdekeppi P-asentoon, mahdollisen käsijarrun aktivoiminen ja rengaskiilojen käyttö tasaisella maalla. Kolmantena ohjeena on virta-avaimen poisto autosta yli 10 metrin päähän, jottei auto aktivoidu uudestaan. Neljäs ohje on pyrkiä tekemään auton turvatyyny turvallisesti eristämällä 12 voltin akku järjestelmästä. Mikäli akkuun ei pääse käsiksi, on ohjeena irrottaa auton sulakkeet. (Honkanen 2012.)

Liikenneonnettomuudessa on kaikkein tärkeintä huomioida kaikkien paikalla olijoiden turvallisuus. Tämä koskee niin viranomaisia kuin liikenneonnettomuudessa olevia ihmisiä. Mikäli liikenneonnettomuuden uhri ei poistu spontaanisti ulos autosta ennen viranomaisten saapumista paikalle, ei onnettomuuden osallista saa kehottaa tai repiä autosta ulos. Tulipalo on ainoa tilanne, jossa osallisen voi kehottaa poistumaan tai poistaa voimalla auton sisältä. Mikäli osallinen ei pysty itse poistumaan autosta ilman kehotusta tai voimalla poistamista, voidaan olettaa hänen loukkaantuneen vakavasti. Poistuminen autosta saattaisi aiheuttaa vakavimmat vammat kuin itse onnettomuus. (Saastamoinen 2021.)

#### 4.1 Tunnistaminen

Sähköautojen tunnistaminen voi olla erittäin vaikeata. Mikäli kyseessä ei ole ainoastaan sähköautoja tuottava valmistaja, sähköauto ja polttomoottorillinen auto voivat olla lähes identtisiä. Suosituimmista malleista voi olla mahdotonta ilman lähempää tarkastelua nähdä, onko kyseessä sähköauto vai ei (Saastamoinen 2021).

Ulkoisten merkkien avulla sähköauto on mahdollista tunnistaa. Toyotan logon ympärillä oleva sininen väri kertoo, että kyseinen ajoneuvo on sähkökäyttöinen tai ainakin omaavan sähkökäyttöisen moottorin (Toyota Motor Corporation 2020).



Kuva 1. Toyotan logo sinisellä hehkulla. (Kuva: Enni Hakkarainen)

Kuvan 1 mukainen sinisen värin lisääminen logon ympärille on käytössä myös BMW:llä. Jotkin automerkit keskittyvät täysin vain sähköautojen valmistamiseen, kuten Tesla tai Polestar. Näiden kohdalla on tunnistettava sähkön käyttäminen täysin valmistajasta. Myös sähkөөn viittaavia sanoja, kuten "hybrid", "plug-in" tai vastaavia on mahdollista nähdä autojen koreista.

Traficomin sähköisestä "Oma asiointi" palvelusta on mahdollista noutaa autosta tekniset tiedot maksutta. Hakuehtona on oltava henkilöauton rekisteritunnus, joka palauttaa kuvien 2 ja 3 mukaisesti auton moottorin tiedot. On kuitenkin huomioitava, että tietosisältö vaihtelee ajoneuvolajin ja rekisteröinnin ajankohdasta riippuen. (Traficom, Ajoneuvotiedot ja veron maksu.)

Moottorin tiedot	
Iskutilavuus (cm <sup>3</sup> )	1398
Käyttövoima	Bensiini
Suurin nettoteho (kW)	63
Teho/omamassasuhde (kW/kg)	0,036
Sähköhybridi	Kyllä
Sähkökäyttöisen hybridiajoneuvon luokka	Sähköverkosta ladattava
Sähköenergian kulutus (Wh/km)	130,0
Sähkomoottorin suurin teho (kW)	111,00
Sähkökäytön toimintasäde (km)	83

Kuva 2. Traficom:n sivuilta saatu tieto ladattavasta hybridistä rekisteritunnuksen perusteella.

Moottorin tiedot	
Käyttövoima	Sähkö
Sähköhybridi	Ei
Sähköenergian kulutus (Wh/km)	127,0
Sähkomoottorin suurin teho (kW)	100,00
Sähkökäytön toimintasäde (km)	300

Kuva 3. Traficom:n sivuilta saatu tieto täyssähköautosta rekisteritunnuksen perusteella.

Kuten kuvista 2 ja 3 on mahdollista nähdä, niin Traficom:n palvelusta on mahdollista saada paljon informaatiota auton käyttövoimasta. Kuvista on selkeästi nähtävissä auton pääkäyttövoima, mutta ladattava hybridi määritellään erikseen. Tämän lisäksi, mikäli kyseessä on polttomoottorilla ladattava perinteinen hybridi, niin sähkökäyttöisen hybridiajoneuvon luokaksi määritellään ”Pelkästään polttomoottorilla ladattava”. Muutoin tiedot vastaavat kuvan 2 mukaista tapausta. Mikäli kyseessä on vain polttomoottorillinen auto, ei sähköä mainita mitenkään.

Tunnistusta helpottamaan CTIF on luonut ISO 17840-standardin. Standardi määrittelee, kuinka autoista voi tulevaisuudessa havaita käyttövoiman nopeasti tarraa vilkaisemalla. Toistaiseksi suositus on voimassa raskaassa liikenteessä, pelastusliikenteessä, sekä julkisessa liikenteessä. Kuvissa 4 ja 5 näytetään, miten on eri väreillä ja symboleilla suositellaan merkittäväksi ajoneuvon käyttövoima.

GREY	DIESEL
RED	GASOLINE
GREEN	GAS
WHITE	CRYOGEN LNG
BLUE	HYDROGEN
ORANGE	HIGH VOLTAGE

Kuva 4. Tarrojen värit ISO 17840 mukaan (Kuva: CTIF, ISO-standardi 17840 Rescue Information).



Kuva 5. ISO 17840 mukaiset tarrat (Kuva: CTIF, ISO-standardi 17840 Rescue Information).

Kuvassa 4 on huomioitava, että ladattavat hybridit kuuluvat oranssiin väriin. Kuvan 5 alemmalla rivillä toiseksi viimeinen tarra tarkoittaa ladattavaa hybridiä, jossa salaman päällä on polttoainepumppu. Raskaisiin ajoneuvoihin suositellaan sijoittamaan käyttövoimaa vastaavat tarrat auton eteen, taakse, molemmille sivuille ja katolle. Suomessa ensimmäinen tarroitettu auto on Etelä-Karjalan pelastuslaitoksen auto EK102, joka otettiin käyttöön huhtikuussa 2020. Toistaiseksi standardi on suositus, eikä pakollinen kaikkiin autoihin. (CTIF, ISO-standardi 17840 Rescue Information.)

Suomen palopäällystiliiton verkkokaupasta selviää, että tarran koko on raskaissa ajoneuvoissa 200 x 150 mm. Tämän lisäksi tarroja on mahdollista ostaa henkilöautoon, jolloin tarran koko on 100 x 75 mm. Henkilöautojen suhteen sijoittelussa suositellaan samaa kuin raskaassa liikenteessä.

Mikäli ajoneuvosta on konepelti irronnut, oranssi väri moottoritilassa indikoi sähköautoa. Sähköauton korkeajännitekaapelit, jotka eivät ole koteloiden sisällä on varustettava oranssilla ulkokuorella (Linjaho 2012, 51). Kuvassa 6 on ladattavan hybridin moottoritila.



Kuva 6. Ladattavan hybridin, Ford Kuga, moottoritila. (Kuva: Reima Hyvönen)

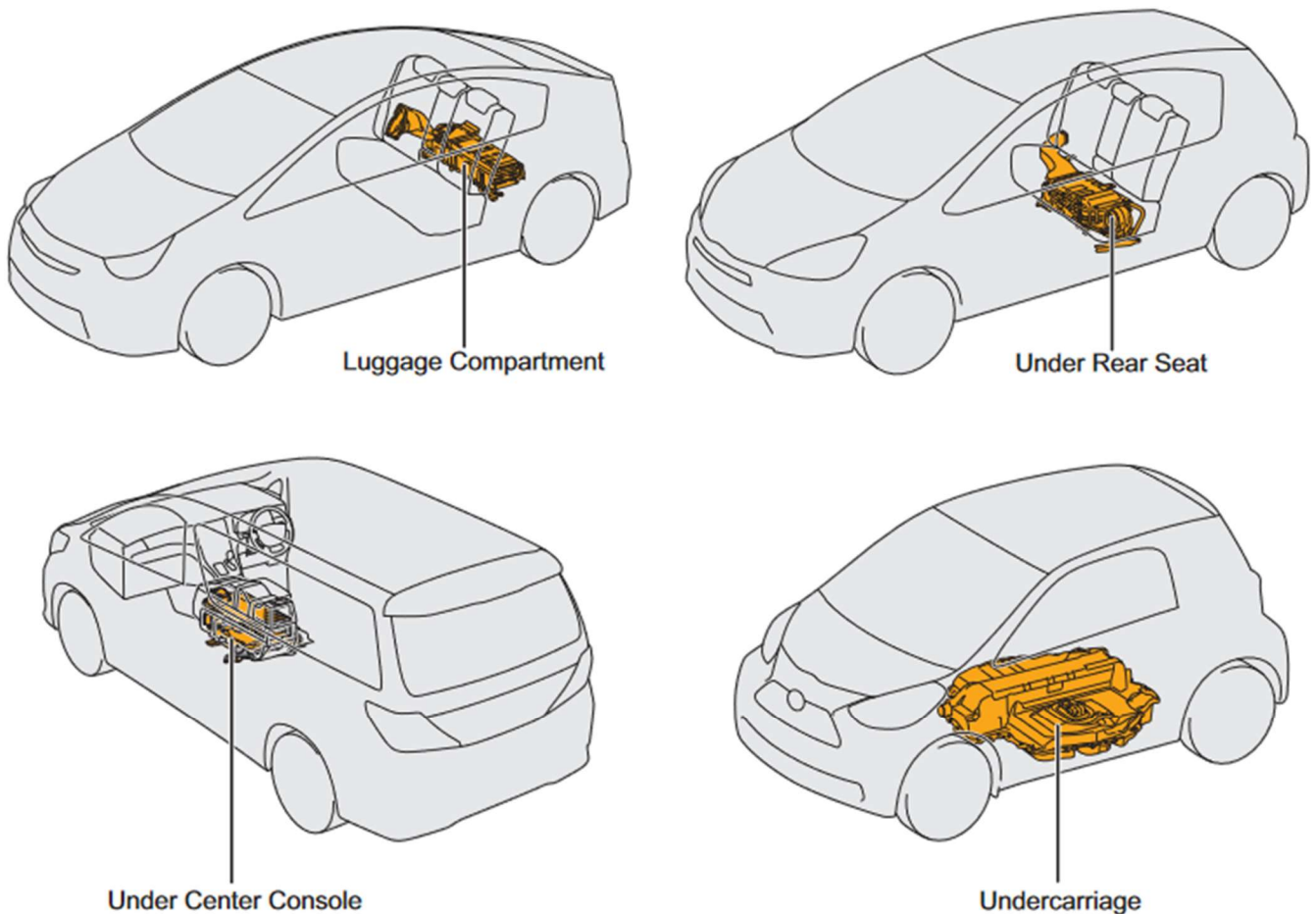
Kuten kuvasta 6 on nähtävissä, niin oranssia kotelointia on vähän. Kaapelit on sijoitettu sellaisiin paikkoihin, joihin ei normaalissa huollossa tarvitse koskea.

## 4.2 Sähköisku

Sähköiskun saaminen ei ole harvinaista normaalissa arjessa. Staattinen sähköisku on mahdollista saada mistä tahansa, kuten esimerkiksi hinkkaamalla villasukkia mattoon ja koskettamalla tämän jälkeen esimerkiksi keittiön hanaan. Tällöin sähköisku välähtää sinisenä ja sattuu.

Jotta sähköautoilla on mahdollista päästä pitkiäkin matkoja, on niissä oltava paljon energiaa. Energia on varastoitu auton akkujärjestelmään ja ladattavassa hybridissä myös polttoaineeseen. Hybridiautossa oleva 2 kWh korkeajänniteakusto voi sisältää energiaa 7,2 megajoulea. Verrokkina 1 kilo dynamiittia sisältää 7,5 megajoulea energiaa. Täyssähköautossa voi olla energiaa jopa kymmenkertainen määrä verrattuna ladattavaan hybridiin. (Linja-Aho 2012, 47).

Jännite sähköauton akustossa voi olla jopa yli 400 voltia, kuten esimerkiksi Volkswagenin ID.3 mallissa se on 408 voltia täyteen ladattuna (Kokkonen 2019). Akuston sijainti vaihtelee auton merkin ja mallin mukaan. Kuvassa 7 on Toyotan ratkaisut korkeajänniteakkujen sijoittelusta, jossa korkeajänniteakku voi olla sijoitettuna takakonttiin, takapenkin, keskikonsolin tai koko auton alle.

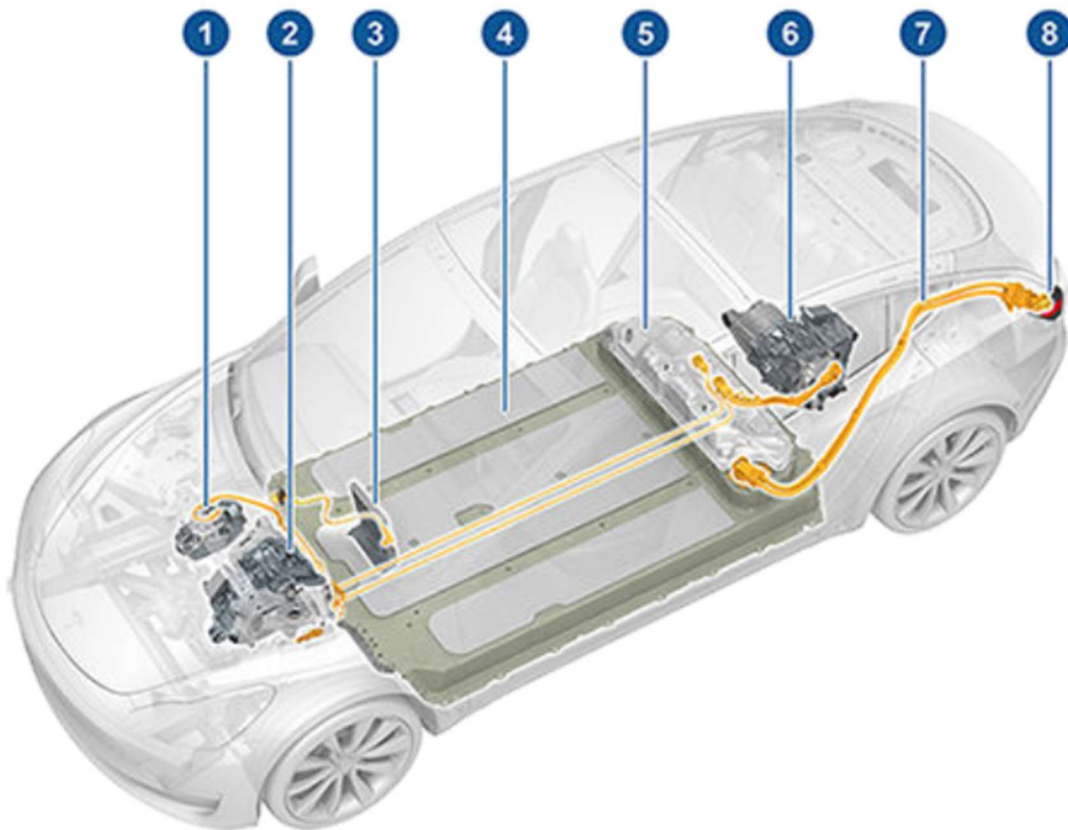


Kuva 7. Korkeajänniteakuston mahdollisia sijaintipaikkoja. (Kuva: Toyota Motor Corporation 2018, 26)

Kuten kuvasta 7 voi nähdä, niin autossa voi olla korkeajänniteakku sijoitettuna mihin vain ajoneuvoa. Täyssähköautoissa on usein akku auton pohjassa ja ladattavissa hybrideissä akusto sijoitetaan sinne, missä on tilaa. Kuitenkaan ennen varmaa havaintoa auton akuston sijainnista, on oletettava akuston sijaitsevan missä tahansa auton rakenteissa.

Korkeajännitteisiä komponentteja on autossa kuitenkin enemmän kuin pelkästään akku. Sähköajoneuvoissa on korkeajännitekondensaattoreita, joissa voi olla jännitettä vielä 10 minuutin kuluttua akun irrottamisen jälkeen (Linja-aho 2012, 29). Koska kondensaattorien toiminta perustuu niiden liittämiseen jännitelähteen kanssa rinnakkain tasaamaan jännitevaihtelua, kaikki sähköajoneuvon akustoon jollain tavalla liitetyt osat voidaan lukea korkeajännitteisiksi onnettomuustilanteessa. Kuvan 8 mukaisesti korkeajännitteisiä osia on sijoitettu eri puolille autoa.

## KORKEAJÄNNITEKOMPONENTIT



1. Ilmastointikompressori
2. Etuvoimansiirtoyksikkö (jos varusteena)
3. Ohjaamon lämmitys
4. Korkeajänniteakku
5. Korkeajänniteakun sähkötaulu
6. Takavoimansiirtoyksikkö
7. Korkeajännitekaapelointi
8. Latausportti

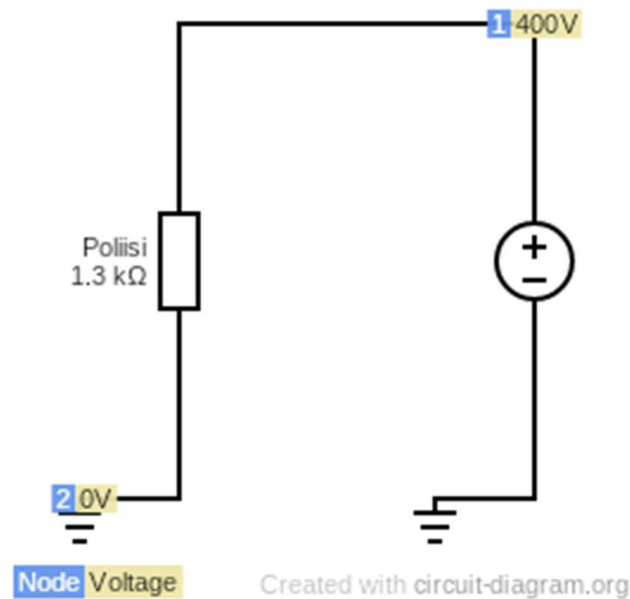
Kuva 8. Teslan Model 3 ajoneuvosta löytyvät korkeajännitekomponentit. (Kuva: Tesla INC 2019, 6)

Kuvasta 8 näkee, että pelkästään Teslan Model 3 autossa on 8 eri osaa, jotka voivat olla korkeajännitteisiä akuston lisäksi ja siten aiheuttaa mahdollisen sähköiskun vaaran onnettomuuspaikalla. Sähköauton runko sen sijaan ei aiheuta suurta vaaraa sähköiskulle. Sähköiskun saaminen auton rungosta on äärimmäisen epätodennäköistä (Saastamoinen 2021).

Sähköiskun saaminen sähköauton rungosta vaatii, että auton korkeajänniteakku hajoaa esimerkiksi rajussa kolarissa tai tulipalossa. Koska korkeajännitteisiä akkuja ei ole maadoitettu vaan ne ovat kelpuvia, vaatii akustosta sähköiskun saaminen fyysisistä kosketusta akun plus- ja miinusnapaan. Sitä ennen on rikottava akkukotelo, jotta napoihin on edes mahdollisuus päästä käsiksi. (Wennberg 2020.)

Mikäli onnettomuuspaikalla korkeajännitteisen osan toinen napa on maadoittanut itsensä ja seurauksena muodostuu avoin virtapiiri, on sähköiskun vaara korkeampi. Jotta virtapiiri muodostaa suljetun

silmukan, on koskettava korkeajännitteisen osan toista napaa. Kuvassa 9 on esitetty virtapiiri, jossa korkeajännitteisen osan toinen napa on maadoitettu toiseen napaan koskettaessa, syntyy suljettu virtapiiri poliisin ja korkeajännitteisen osan välille.



Kuva 9. Yksinkertaistettu kuva siitä, minkälainen virtapiiri voi syntyä koskettaessa sähköauton korkeajännitteiseen osaan, jonka toinen napa on maadoittanut itsensä. (Kuva: Reima Hyvönen)

Kuvassa 9 poliisi on kuvattu vastuksena ja korkeajännitteinen osa jännitelähteellä. Ihmisen resistanssi kädestä jalkaan on noin 1300 ohmia jännitteen ollessa alle 500 voltia (Helsingin yliopiston fyysikan laitos 2016). Kun tiedetään, että poliisin ”alapuolella” on jännite 0 voltia maasta johtuen ja yläpuolella 400 voltia, niin voidaan laskea poliisin läpi menevä virta. Koska akku tuottaa jännitettä, on kaiken jännitteen poliisin ja maan välillä kuluttava poliisissa.

Ohmin lain mukaisesti jännite on virran ja resistanssin tulo (Linja-aho 2012, 19). Näin ollen virta voidaan määrittellä olevan jännitteen ja resistanssin osamäärä. Poliisin läpi kulkevan virran suuruudeksi tulee silloin noin 307 milliampeeria. Verrattaessa pistorasiasta saatavaan 230 voltin verkkovirtaan, samoilla parametreillä virran suuruus on 177 milliampeeria. Virtojen suuruudet ovat päteviä vain tilanteissa, joissa virran määrää ei ole rajoitettu millään laitteella.

Akut eivät pysty tuottamaan muuta kuin tasavirtaa, mutta auton moottorit toimivat vaihtovirralla. Sähköautossa oleva invertteri muuntaa akustosta saatavan tasavirran vaihtovirraksi. Muunnos tehdään sen vuoksi, että vaihtovirtatoimiset moottorit ovat huomattavasti tehokkaampia kuin tasavirtamoottorit (Linja-aho 2012, 47).

Sähköautojen korkeajännitteiset osat on pääsääntöisesti merkitty kuvan 10 mukaisella varoitusmerkillä. Symbolin on oltava näkyvissä myös koteloissa ja suojuksissa, joiden poistaminen paljastaisi suurjännitepiirien jännitteellisiä osia (Linja-aho 2012, 52).



Kuva 10. Korkeajännitteen varoitusmerkki. (Kuva: Reima Hyvönen)

Kuvan 10 mukainen kolmio, jonka sisällä on salama, on hyvin yleinen merkki korkeajännitteestä kansainvälisesti. On kuitenkin mahdollista, että autossa ei ole korkeajännitemerkintöjä (Tesla INC 2019, 33).

Huolimatta siitä, että sähköautojen turvallisuusstandardi ei määrittele turvatyynyn laukeamisen olevan velvollinen katkaisemaan autosta virrat, käytännössä jokainen autonvalmistaja ilmoittaa niin tapahtuvan. On myös mahdollista etsiä autosta korkeajännitepiirin sulake, mutta pääsulaketta ei ole usein merkitty mitenkään. Lisäksi sähköisissä ajoneuvoissa on myös hätäkytkimiä tai -silmukoita, joiden avulla on mahdollista tehdä auto virrattomaksi. (Wennberg 2020.)

Suomessa ei ole raportoitu vielä sähköautojen sähköstä johtuvaa kuolemaan johtanutta tapaturmaa (Tukes, Sähkötapaturmissa kuolleet 1980-). Vaikka turvamekanismi voi katkaista virrat auton korkeajännitekomponenteista, niin auton akuissa oleva jännite ei häviä.

### **4.3 Litiumioniakuston tulipalo**

Sähköautoissa oleva litiumioniakusto on pakattu tiiviisti, jolloin yksittäisen kennon vioittuminen voi johtaa ketjureaktioon. Kyseessä on akun kennojen oikosulusta aiheutuva lämpökarkaaminen, jossa lämpö siirtyy viallisesta kennosta ehjään. Ehjän kennon vaurioituminen synnyttää se lisää lämpöä ja

vaurioittaa viereisiä kennoja, jolloin lopputuloksena on lämpökarkaamisen ketjureaktio. Litiumioniakkupalo sisältää tai voi synnyttää itse palon kolme edellytystä. (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes, Litiumioniakkujen elinkaari.)

Litiumioniakkupalo voi palaa jopa 1500 celsiusasteen lämpötilalla, vaikka siinä ei ole kovinkaan suuria liekkejä. Litiumioniakun käyttölämpötila on enintään 60 celsiusastetta, mutta ne on suunniteltu kestämaan pitkiä aikoja 70–75 celsiusasteen lämpötilassa tai lyhyitä aikoja 130 celsiusasteessa. Mikäli akun kennon lämpötila nousee yli 150 celsiusasteen, se alkaa kuumeta itsestään. Yksittäinen kuumeneva kenno voi saavuttaa jopa 650 celsiusasteen lämpötilan. (Lautkaski 2016.)

100 celsiusasteessa litiumioniakuissa alkaa muodostua metallista litiumia, joka veden kanssa kosketuksiin joutuessaan alkaa muodostamaan vetyä (Puranen 2021). Vety on syttymisherkkää 4–75,6 % pitoisuuksilla ja lämpötilan ylittäessä 560 celsiusastetta (Työterveyslaitos, 1.3 Reaktiivisuus). Näin ollen veden lisääminen akkupaloon kiihdyttää paloa, mikäli akuston lämpötila on noussut jo vedyn syttymispisteen yläpuolelle. Veden käyttäminen voi johtaa ehjien kennojen oikosulkuun, jolloin niissä alkaa uusi lämpökarkaamisreaktio (Puranen 2021). Akkupalon sammuttamiseen voidaan tarvita jopa 11 356 litraa vettä (Tesla INC 2019, 22).

Akkupalo on mahdollista havaita, mikäli onnettomuuspaikalla nousee valkoista savua autolta. Sammutusohjeena akkupalon kohdalla on upottaa auto kokonaan veteen, jolla pyritään jäähdyttämään akustoa. Mikäli onnettomuuspaikalla on tapahtunut akkupalo, ei vaara ole kuitenkaan ohi sammutuksen jälkeen. Sähköauton litiumioniakusto voi syttyä jopa kolmen päivän päästä uudestaan. (Saastamoinen 2021.)

#### **4.4 Sähköauton äänetön liikahminen**

Sähköauton yksi ominaisuuksista on, että se on todella hiljainen. Tämä johtuu siitä, että sähkömoottorin ei tarvitse käydä tyhjäkäyntiä, vaan kaasua painettaessa virtaa siirtyy akuista moottorille ja pysähtyneenä virtaa ei siirry. Näin ollen sähkömoottori ei pidä mitään ääntä, kun auto on liikkeellelähtövalmiudessa. Polttomoottorin suhteen tilanne on taas se, että tyhjäkäynnistä syntyvä ääni indikoi auton liikkumavalmiuden.

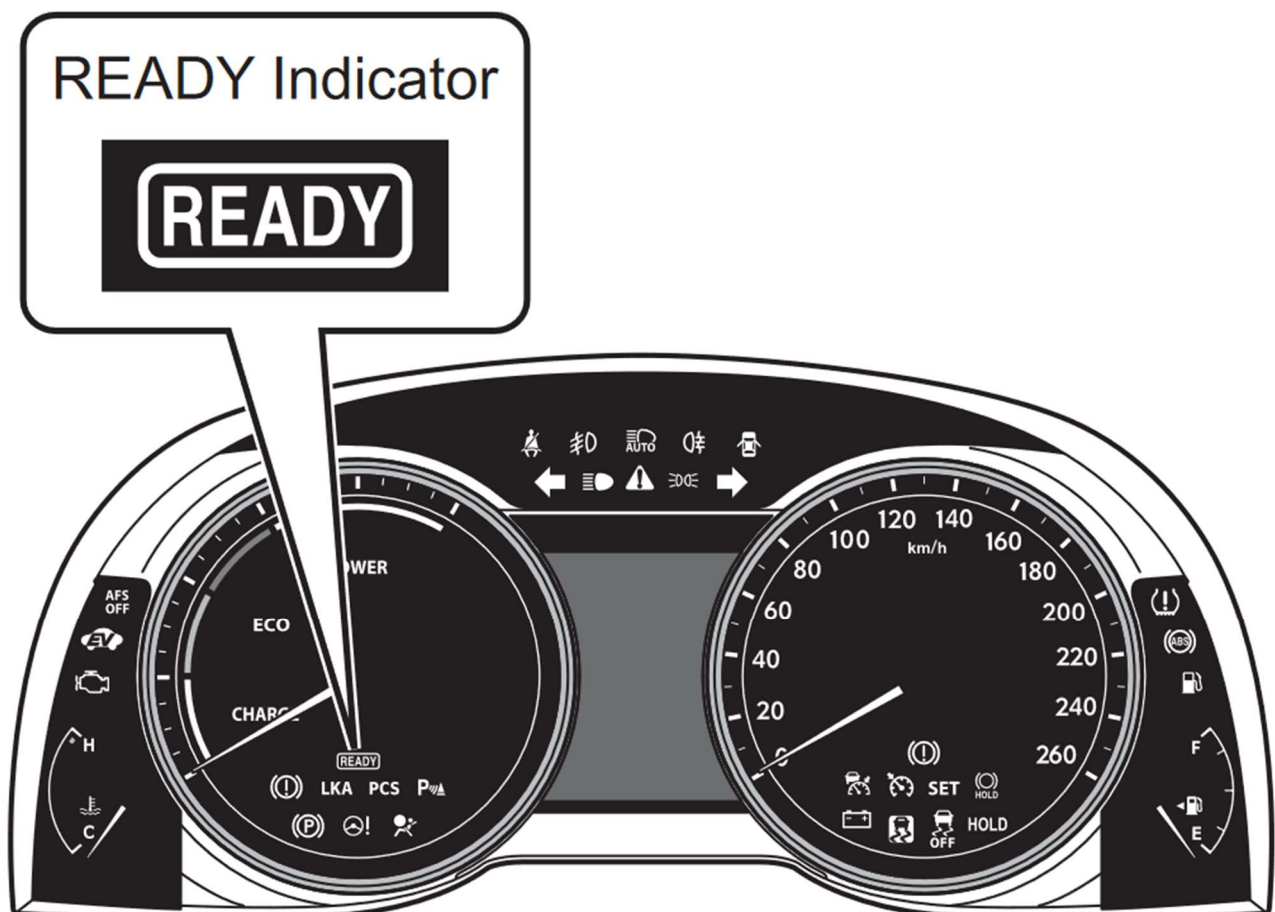
Euroopan unionin asetuksen 2017/1576 mukaan sähköautojen on tulevaisuudessa pidettävä jonkinlaista ääntä liikuttaessa alle 20 km/h nopeudella tai peruutettaessa. Kyseessä on Acoustic Vehicle Alerting System (AVAS) -järjestelmä. Asetus astuu voimaan 1.7.2021 alkaen ja se koskee vain sen jälkeen ensirekisteröitäviä sähköautoja. Asetuksessa myös mainitaan Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomissio UNECE:n säädös 138, josta käy ilmi autosta lähtävä minivoimakkuus. UNECE:n 138 säädöksen (2017) kohdan 6.2.8 mukaan äänenvoimakkuuden tulisi olla 10 kilometrin tuntinopeudella vähintään 50 desibeliä, 20 kilometrin tuntinopeudella vähintään 56 desibeliä ja peruutettaessa 47 desibeliä. Suomen Kuuloliiton mukaan 50 desibelin ääni vastaa normaalin keskustelun

tasoista äänenvoimakkuutta. Mikäli autossa on AVAS-järjestelmä, pakin ollessa päällä autosta kuuluu jatkuvasti ääntä (Korhonen 2021). Isoissa kuorma-autoissa ja vastaavissa on jo piipittävä varoitusääni, joka aktivoituu peruuttaessa.

Autovalmistajat saavat kuitenkin melko vapaasti päättää auton tuottaman äänen. Tietty parametrit äänestä on määritelty, kuten Hanna Kalenoja on Korhosen tekemässä uutisessa kertonut: ”Varoitusääninä ei voi laittaa tulemaan orkesterimusiikkia eikä laulua.” (Korhonen 2021.)

Auton liikahtaminen edellyttää, että auto on käynnistetty esimerkiksi avaimilla. On jo olemassa älypuhelin sovelluksia, jotka korvaavat auton älyavaimen (Wennberg 2018). Ennen avaimen tai avainta vastaavan esineen poistoa on jatkuva mahdollisuus auton liikkeelle lähtöön. Mikäli kuljettaja on vielä omalla paikallaan, voi hän epähuomiossa painaa kaasupoljinta ja sitä kautta auto lähtee liikkeelle.

Kojetaulua tutkittaessa auton liikkeellelähtövalmiuden selvittämiseksi on etsittävä mahdollisia liikkumista indikoivia sanoja. Esimerkiksi ”ready”, ”start” tai jokin muu sana. Monet uudemmat autot toimivat nykyisin älyavaimilla, jolloin ne toimivat etäällä. Avain tuleekin poistaa autosta ja se on vietävä yli kymmenen metrin päähän. Tällöin on epätodennäköisempää, että auto lähtee yllättäen liikkeelle. (Saastamoinen 2021.)



Kuva 11. Liikkumisvalmiutta indikoivan valon mahdollinen koko ja sijainti. (Kuva: Toyota Motor Corporation 2018, 23)

Kuvassa 11 on yksi versio siitä, missä "ready" valo löytyy ja mistä sitä voi etsiä kojetaulussa. Valoa ei toistaiseksi ole määritelty olevan tietyn mukainen, joten on osattava päätellä kojetaulussa näkyvistä vihjeistä. Moni muu kojetaulusta löytyvä valo on eri valmistajien autoissa samanlainen. Kuvassa 12 on Hyundai Ioniq henkilöauton kojetaulussa palavan valon tyyppi.



Kuva 12. Hyundai Ioniqista löytyvä liikkeellelähdön valmiutta indikoiva valo. (Kuva: Reima Hyvönen)

Koska sähköautot ovat suurimmilta osin automaattivaihteisia, on huomioitava mahdollinen jatkuva eteneminen. Täyssähköautoista jätetään vaihdelaatikko kokonaan pois, sillä sähkömoottorilla on tasainen vääntökäyrä alkaen nollasta (Linja-aho 2012, 41).

Auton omien liikkumisen estämisen lisäksi on auto pyrittävä pitämään paikallaan muilla keinoin. Liikkeellelähtö voidaan estää sijoittamalla kuvan 13 mukaisesti kiilat auton eturenkaiden eteen ja takarenkaiden taakse.



Kuva 13. Esimerkki kiilojen sijoittelusta. (Kuva: Tesla INC 2019, 11)

Kuvan 13 menetelmä toimii vain, ajoneuvon ollessa suhteellisen tasaisella maalla. Näin ollen se ei painovoiman vaikutuksesta pysty liikkumaan. Toimintaideana on sama, kuin asetettaessa peräkärren eteen ja taakse kiilat liikkumisen estämiseksi.

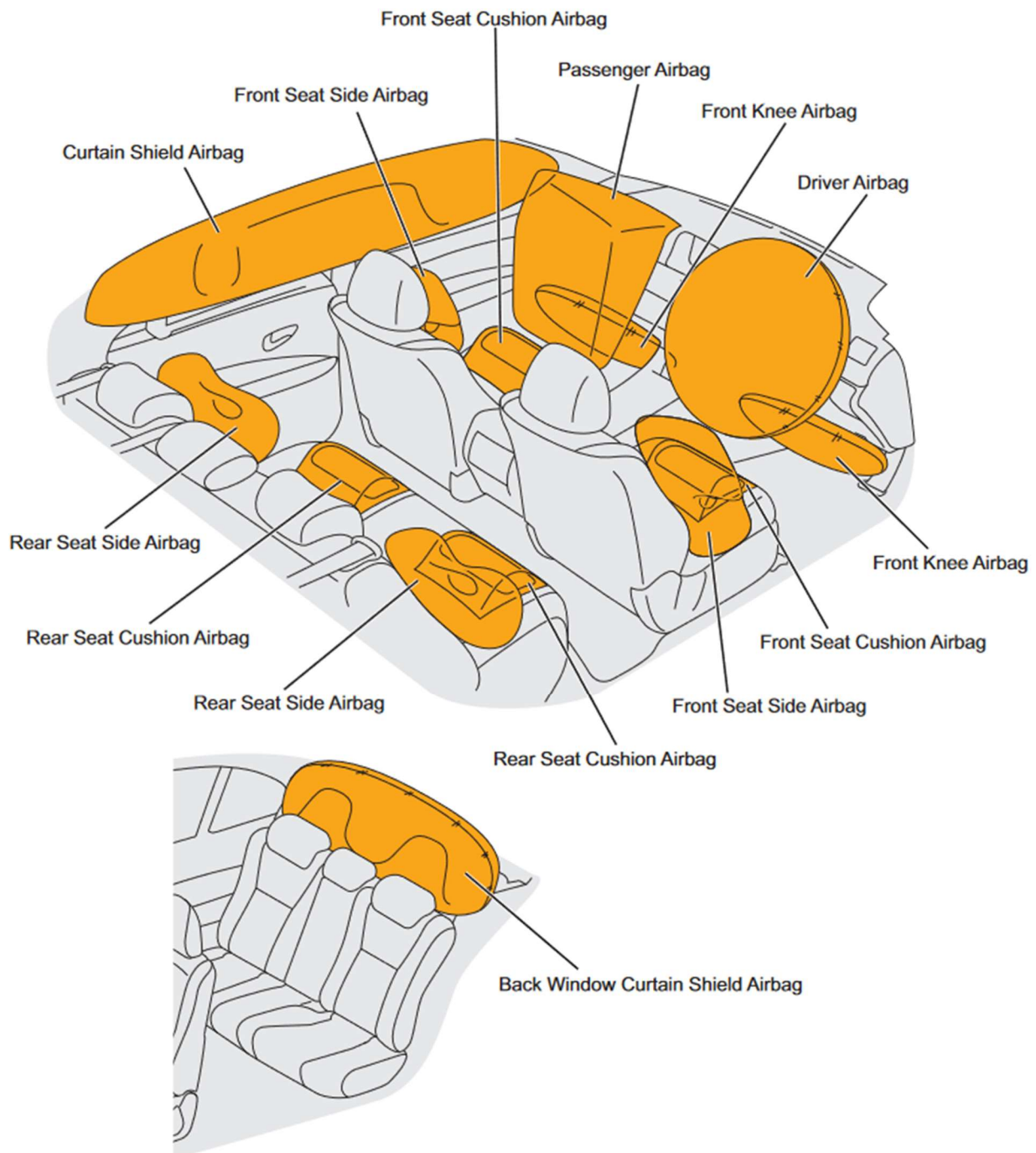
#### 4.5 Turvatyyny

Autojen sisälle on asennettu jo 1950-luvulta lähtien turvalaitteita suojaamaan auton sisällä olijoita (Sulander & Tervo 1999, 724). Uusimpien autojen kohdalla on mahdollista itse valita turvalaitteet, jolloin kaksi ulkopäin samannäköistä autoa voivat sisältää eri turvalaitteet (Saastamoinen 2021). Tiedetyt turvalaitteet, kuten turvatyyny, ovat melkein jokaisessa autossa nykyisin. Turvatyynyjen puuttuminen on peruste hylätä ajoneuvon määräaikaikatsastus Traficomien määräyksen (TRAFICOM/540030/03.0.4.00/2019) mukaan.

Turvatyynyjen idea alkoi 1930-luvulta lentokoneissa ja autoihin niitä alettiin sijoittamaan 1950-luvulla. Turvatyynyjä on perinteisesti auton kuljettajan ja apukuljettajan edessä, mutta niitä on myös mahdollisesti sijoitettuna auton sivuissa. Yksittäisen turvatyynyn tilavuus voi olla 40–120 litraa ja se täyttyy muutaman sekunnin sadasosan kuluessa. (Sulander & Tervo 1999, 725.)

Turvatyynyjen suhteen on ajateltava aina siten, että ne ovat virittyneitä onnettomuuspaikalla. On siis aina oletettava, että mikäli jokin turvatyyny ei ole aktivoitunut törmäyksen seurauksena, voi se aktivoidua täysin yllättäen. Ajoneuvon sisäpuolelle ei missään välissä saa laittaa päätä tai muita kehon osia kuin kädet. Vasta siinä vaiheessa, kun ajoneuvon katto on mahdollisesti leikattu auki, voi harkita muiden kehon osien kuin käsien laittamista auton sisään. On kuitenkin huomioitava, että päätä ei missään vaiheessa saa laittaa turvatyynyn eteen. (Saastamoinen 2021.)

Turvatyynyjä on mahdollista olla missä tahansa auton sisäosissa. Kuvassa 14 on esitetty, kuinka monen eri paikkaan on turvatyyny mahdollista sijoittaa.



Kuva 14. Turvatyynyjen sijainteja (Kuva: Toyota Motor Corporation 2018, 8)

Kuvan 14 mukaisesti, auton sisätilassa on mahdollista olla turvatyynyjä jokaiseen mahdolliseen liikkumissuuntaan. Turvatyyny voi täytyä jopa 300 kilometrin tuntinopeudella (Liikenneturva, Turvatyyny). Turvatyynyjä ei kuitenkaan ole ainoastaan kuljettajan ja matkustajien edessä, vaan niitä on mahdollista olla ympäri auton sisätilaa. Mikäli auton turvatyyny ei ole lauennut onnettomuudessa, kuljettajan ja ratin väliin meneminen on auton käyttövoimasta riippumatta vaarallista (Honkanen 2012).

Sähköautojen turvalaitteiden kohdalla ei saa luottaa siihen, että virraton auto on turvallinen. Mikäli jokin turvalaite ei ole lauennut onnettomuuden seurauksena, on sitä pidettävä aktiivisena koko toiminnan ajan, vaikka auto olisikin virraton (Saastamoinen 2021).

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Koska sähköautoja on liikenteessä, niitä joutuu myös onnettomuuksiin. Tästä johtuen on poliisin tunnistettava, että onnettomuuspaikalla todella on sähköauto ja mitä vaaroja on mahdollista kohdata normaalin poliisitoiminnan ohella.

### 5.1 Ajoneuvon yksilöiminen sähköautoksi

Matkalla liikenneonnettomuuspaikalle on mahdollista tehdä kysely Liikenne- ja turvallisuusviraston tietokannasta, josta rekisteritunnuksen perusteella saa moottorin tiedot todella tehokkaasti ja varmasti. Kuitenkin on huomioitava, että järjestelmät voivat ruuhkautua tai muutoin olla epäkunnossa. Sieltä saatava tieto ajoneuvon käyttövoimasta on kuitenkin melko luotettavaa tietoa. Parhain tieto onnettomuuspaikalla on kuitenkin ajoneuvon kuljettaja itse. Kuljettajan voi olettaa ymmärtävän, minkälaisella ajoneuvolla hän on liikenteessä. Mikäli kuljettaja on itse ilmoittajana onnettomuudessa, on hänelle mahdollista soittaa ja kysyä lisätietoja.

Liikenneonnettomuudessa muistettavia asioita on paljon ja helposti unohtuu selvittää onnettomuusauton käyttövoima. Selvityksen teon vähäisyys voi osaltaan johtua siitä, että pääsääntöisesti liikenteessä on polttomoottorilla toimivia autoja. Kun jokainen mahdollinen tieliikenneonnettomuus noudattaa samaa kaavaa käyttövoiman suhteen, siihen jää tietty toimintamalli. Toimintamalliksi tulisi opettaa, että jo matkalla tapahtumapaikalle selvittää auton mahdollinen käyttövoima, mikäli se on mahdollista.

Poliisin mennessä tehtäviensä puolesta tutkimaan tieliikenneonnettomuutta, tulisi olla keskeistä tunnistaa onnettomuudessa olevien ajoneuvojen tyypit käyttövoiman mukaan. Niin ikään merkin ja mallin perusteella on mahdollista ymmärtää, että onko kyseessä sähkökäyttöinen ajoneuvo. Koska suosittuja malleja kuitenkin rakennetaan niin sähkö- kuin polttomoottorilla, tunnistaminen ei aina ole helppoa. Havaittavimpia keinoja ajoneuvon käyttövoiman tunnistamiseen ovat ISO 17840 mukaiset tarrat.

Toistaiseksi tarroja ei kuitenkaan ole juurikaan autoissa, joten sähköauton tunnistaminen perustuu muihin merkkeihin, joista on osattava päätellä ajoneuvon sähkökäyttöisyys. Vaihtoehtona sähköauton tunnistamiseen on usein sähköön viittaavat termit. Tämän lisäksi ladattavissa hybrideissä on mahdollista olla kaksi "polttoainetankkia". Autossa on siis erillinen luukku sähkövirralle ja toinen luukku muulle polttoaineelle. Täyssähköautoissa sen sijaan puuttuu pakoputki kokonaan, sillä auto ei tuota pakokaasuja. Näin ollen pakoputkettoman auton voi olettaa sähköautoksi.

Poliisin tulee olla valppaana onnettomuuspaikalla ja etsiä sieltä eri värejä käyttövoiman tunnistamiseksi. Siniseen tai oranssiin väriin tulee kiinnittää erityistä huomiota, sillä pääsääntöisesti näiden kahden värin avulla ilmoitetaan ajoneuvon sähkökäyttöisyys. Auton logo on syytä tarkastaa sinisen hehkun löytämiseksi, kun oranssia muovia on pyrittävä löytämään maasta tai auton moottoritilasta.

Molemmat värit on mahdollista havaita onnettomuuspaikasta riippuen ilman, että auton luokse on mentävä. Värien löytämättömyys voi osaltaan tarkoittaa, että kyseessä ei ole sähköauto.

Keinoja tunnistamiseen on useita, on vain osattava paikan päällä huomata ne pienet vihjeet autosta. Tilannetta vaikeuttaa mahdollinen usean muunkin asian tekeminen, kuten mahdollinen pelastustyö, tapahtumapaikan kuvaaminen, liikenneväylän avaaminen, sivustakatsojien siirtäminen muualle, asiansaisten alustava puhuttaminen ja niin edelleen. Ottaen huomioon joidenkin paikkakuntien vähäiset poliisiresurssit, käyttövoiman selvittäminen ei mahdollisesti ole korkealla selvitystyössä, vaikka työturvallisuuden puolesta se olisi tärkeää.

## **5.2 Sähköauton vaarat, niiden havainnointi ja välttäminen**

Sähköauton ollessa onnettomuuspaikalla, on todella monta pientä seikkaa huomioitava niiden kohdalla. Autoteknologian kehityksen myötä, autot muuttuvat yhä turvallisemmiksi myös liikenneonnettomuuksissa. Kuitenkaan ei voi luottaa täysin siihen, että vaaraa ei ole. Vaara on aina olemassa ja poliisin työssä se on hyväksyttävä. Vaikka vaara on hyväksyttävä, niin sen tunnistaminen on ensimmäinen tapa turvallisempaan toimintaan. Ehdoin tahdoin ei itseään vaaraan tule asettaa.

Sähköauton tunnistamisen jälkeen, on huomioitava sen aiheuttamat lisävaarat. Näitä lisävaaroja ovat sähköisku, äänetön liikahtaminen ja tulipalo litiumioniakuston vaurioitumisen seurauksena. Turvalaitteiden laukeaminen yllättäen on myös polttomoottorillisissa autoissa täysin mahdollista, mutta koska sähköautoissa voi olla jännitettä vielä usean minuutin jälkeen, on se erikseen huomion arvoinen. Jokaiseen vaaranpaikkaan on omat keinonsa niiden havaitsemiseen ja sen myötä niiden vaarattomaksi tekemiseen tai välttämiseen. On kuitenkin muistettava, että onnettomuustilanteessa tilanne voi eskaloitua nopeasti.

Sähköautojen vaatiman korkeajännitteen vuoksi, on sähköautossa muitakin korkeajännitekomponentteja akuston lisäksi. Erityisesti tulee huomioida, että kaikki korkeajännitekomponentit ovat jollain tapaa yhteydessä sähköauton akkujärjestelmään. Mihin tahansa korkeassa jännitteessä olevaan osaan koskeminen esimerkiksi kuvaamisen tai auton tarkastuksen yhteydessä voi altistaa sähköiskulle, mikäli olosuhteet ovat juuri oikeat virtapiirin muodostumiselle. Pahimmillaan osaan koskemisen seurauksena on sydänpysähdys.

Sähköiskun välttämiseen onnistunein keino on välttää sähköautoon koskemista. Koska sähkö kulkee vain suljetussa virtapiirissä, niin estämällä sen muodostumisen ei sähköiskulle voi altistua. Johtuen lukuisista erinäisistä turva mekanismeista ja muista ratkaisuista, on sähköisku erittäin epätodennäköinen. Epätodennäköisyys ei kuitenkaan poista sähköiskun mahdollisuutta.

Auton akuista aiheutuva tulipalo on kaikkein vaarallisin tilanne, joka on mahdollinen kaikilla onnettomuuspaikoilla. Savuun tulee aina kiinnittää huomiota ja ilmoittaa siitä muille paikalla olijoille. Johtuen akkupalon vaarallisuudesta ja sammuttamisen vaikeudesta, on savuun reagoitava entistä herkemmin.

Nykysähköautojen käyttämien litiumioniakkujen yksittäisen kennon kytkeytyminen oikosulkuun onnettomuuden seurauksena aiheuttaa akustossa lämpötilan nousun, joka johtaa hallitsemattomaan lämmöntuottoon eli lämpökarkaamisen. Lämpökarkaamisen seurauksena akustossa oleva kenno kuumeenee entisestään, aiheuttaen vaurioita viereisiin kennoihin.

Useassa poliisiautossa on mukana käsisammutin, mutta akkupalossa ne ovat riittämättömiä. Poliisin kohdatessa akkupalon, on parempi joko antaa palon palaa kokonaan tai antaa pelastuslaitoksen hoitaa sammutus. Akkupalosta tekee erityisen vaarallisen litiumioniakun palamislämpötilan suuruus. Kuumuuden lisäksi savu tuo tulipaloihin lisää vaaraa. Savun hengittämistä on pyrittävä välttämään siirtymällä sivummalle, jotta kuuma savu ei pääse keuhkoihin aiheuttamaan vammoja. Poliisin ei kannata pyrkiä sammuttamaan sähköauton tulipaloa, ellei palavaa autoa ole mahdollista upottaa kokonaan veteen.

Sähköauto tulisi siirtää mahdollisimman nopeasti sammuttamisen jälkeen pois alueelta ja sitä tutkittaessa tulee ymmärtää uudelleen syttymisen riski. Mahdollisen uuden tulipalon leviämisen estämiseksi optimaalisin paikka on ulkona aukealla kentällä. Autotalli tai muu katettu rakennus muodostaa vaaran siihen, että tulipalo pääsee leviämään autosta rakenteisiin ja sitä kautta vaarantaa ihmisten turvallisuuden. Mikäli sähköauto syttyy uudelleen avoimessa tilassa, tulipalosta aiheutuvat vahingot on mahdollista minimoida.

Sähköautojen äänettömyys omalta osaltaan luo sen, että koskaan ei voi olla varma siitä, onko onnettomuudessa oleva sähköauto päällä. Sähköauto voi lähteä yllättäen liikkeelle aiheuttaen vaaratilanteen. Äkillisen liikahtamisen seurauksena on mahdollisuus jäädä auton alle tai kaatua. Parhaimmillaan kaatumisesta ei aiheudu mitään, mutta epäedullisessa kaatumisessa on mahdollisuus vammautumiseen. Turvallisuuden ylläpitämiseksi tulee varmistaa auton liikkumattomuus, jonka johdosta on mentävä auton luokse. On työturvallisempaa olettaa auton olevan vielä liikkeellelähtövalmiudessa, joten autoa tulee lähestyä sivuilta. Ajoneuvon lähestyminen sivuilta tulisi olla poliisille normaali toimipide muutoinkin. Sivuilta lähestyttäessä on mahdollista siten myös nähdä auton sisälle ja havaita kojetaulussa palavat valot tai avainten roikkumisen virtalukossa.

Parhaimpana merkinä liikkeellelähtövalmiudesta poliisille on päästä näkemään suoraan sähköauton kojetauluun. Kojetaulussa olevien valojen avulla on mahdollista nähdä sähköauton liikkeellelähtövalmius. Kojetaulun valojen näkeminen edellyttää kuitenkin auton lähestymistä. Autoa lähestyttäessä on mahdollisuus sijoittaa kiiloja renkaiden kohdalle liikkumisen estämiseksi. Kiilojen sijoittamisen suhteen tulee huomioida, ettei mikään ruumiinosa ole vaarassa joutua renkaan alle. Kiilojen tulee myös olla tarpeeksi leveitä, jotta niiden sijoittaminen aiotuille paikoilleen on turvallista. Lisäksi kiilojen on oltava tarpeeksi isoja, jotta ajoneuvo ei jaksa nousta niiden yli, vaikka moottori pyrkisi liikuttamaan sähköautoa.

Mikäli sähköauto on päällä ja liikkeellelähtövalmiina, tulee sähköauton avain pyrkiä poistamaan sähköauton välittömästä läheisyydestä. Tämä voi olla hankalaa, johtuen älyavaimista ja avaimen korvaavista mobiilisovelluksista, joilla auto pysyy päällä ilman virtalukkoon sijoitettua avainta. Tulee siis pyrkiä poistamaan kaikki sellaiset laitteet, joilla sähköauto on mahdollista pitää käynnissä. Liikkuminen on mahdollista estää auton omilla järjestelmillä. Näin tehdessä virta on ensin pyrittävä katkaisemaan, mahdollinen vaihdevipu saatava P-asentoon ja mikäli autossa on käsijarru, niin myös sen aktivoiminen. Automerkestä riippuen, kyseessä voi olla yksinkertainen nappi tai vedettävä mekaaninen vipu.

Sähköauton sisällä vaaraa aiheuttavat turvatyynyt, jotka voivat olla virrattomassakin autossa aktiivisia. Turvatyynyt on huomioitava niiden räjähdysnopeuden ja mahdollisen yllättävän laukeamisen vuoksi. Erityisesti päähän osuessaan voi isku aiheuttaa aivotärähdyksen tai muita pään alueen vammoja. Poliisin kannalta vaarallinen tilanne on silloin, kun ajoneuvoon mennään sisälle esimerkiksi auton sammuttamiseksi tai kuvaamaan kuljettajan näkymää. Tällöin tulisi pyrkiä pitämään pää koko kuvauksen ajan ajoneuvon ulkopuolella, jotta turvatyyny ei pääse laukeamaan päätä kohti. Sekä auton sammuttaminen, että kuvaaminen ovat täysin mahdollisia tehdä laittamalla ainoastaan kädet auton sisälle.

Auton sammuttaminen onnistuu helposti joko ikkunan tai avoimen oven kautta, jolloin käden pituuden pitäisi riittää ratin ohi virtapainikkeelle tai -lukolle, josta se useimmiten löytyy. Mikäli näin ei ole, niin ulkoisesti autoon sisälle katsomalla tulee etsiä vaihdekeppi tai käsijarru ja niiden aktivointi. Päättä ei tarvitse laittaa sisälle, vaan ovelta on mahdollista nähdä. Kuvaamista varten ei tarvitse istua autossa, vaan pitämällä kameraa käsissään halutussa kohtaa saa tarvittavat kuvat. Koska turvatyynyjä voi olla auton sisätiloissa missä vain, niin välttämällä sisätilaan menemistä välttää myös turvatyynyn mahdollisen laukeamisen aiheuttaman loukkaantumisen.

### **5.3 Yhteenveto**

Auton käyttövoiman selvittäminen tieliikenneonnettomuudessa tulisi olla yksi ensimmäisiä asioita, jotta kaikki paikalla olijat osaavat varautua mahdollisimman hyvin potentiaalisiiin vaaranpaikkoihin. Selvityksen jälkeen tieto tulee jakaa kaikkien paikalla olijoiden kesken, jotta on yhteisymmärrys siitä, minkälaisen auton ympäristössä on tarkoitus toimia. Siten tulisi olla myös ymmärrys vaaratilanteista. Ymmärtämällä minkälaisia vaaroja onnettomuuspaikalla on, pystyy niihin ennalta varautumaan ja sitä kautta estämään lisävahinkojen syntymisen.

Onnettomuuksissa tulee rakentaa autojen kohtaan samanlainen ajatusmaailma kuin aseiden kanssa. Niitä tulee käsitellä aina varojen ja sellaisella mentaliteetilla, että kaikki vaarat ovat yhä aktiivisina taustalla. Riippumatta siitä, mitä on tehty, on aina mahdollisuus uuteen vaaraan. Niin kauan, kun ajoneuvoa ei tarvitse lähestyä, on mahdollista minimoida riskit. Poliisin tehtäviin kuitenkin kuuluu mennä juuri sinne, mistä muut haluavat pois. Näin ollen sähköautoista aiheutuvat riskit on jatkuvasti huomioitava, kun ajoneuvon lähellä operoidaan. On myös huomioitava, että sähköauton sisälle menemistä

tulee mahdollisuuksien mukaan välttää, sillä melkein kaikki toimenpiteet ovat tehtävissä ulkopuolelta käsin.

Vaaran välttämisen tehokkain keino on ymmärrys vaaranpaikoista ja kiireetön tekeminen. Kun tieliikenneonnettomuuspaikka on eristetty ja ajoneuvo ei aiheuta vaaraa muille, ei tulisi olla kiire. Kiireettömällä toiminnalla myös on helpompi varmistua siitä, että kaikki tarvittava tulee tarkasti dokumentoitua mahdollista jälkikäsitteilyä varten. Ja tärkeimpänä on, että kaikki tehtävälle osallistuneet poistuvat tehtävältä terveinä.

Jotta sähköautojen suhteen poliisien ymmärrys aiheesta lisääntyy, on poliiseja ruvettava kouluttamaan jo perusopintojen aikana. AMK-opiskelijoiden osatehtävänä on viedä Poliisiammattikorkeakoulun osaamista ja tietoa laitoksille, joten myös sähköautoihin tutustuminen toisi lisää vietävää tietoa.

## **6 POHDINTA**

### **6.1 Opinnäytetyön eettisyys**

Opinnäytetyö noudattaa sille tarkoitettuja eettisiä periaatteita. Opinnäytetyössä pyritään tuomaan alkuperäinen lähde esiin ohjatun tekniikan mukaisesti. Mitään tietoa ei pyritä esittämään omanaan, ellei se ole muutoin yleismaallista. Käytetyt kuvat on otettu itse, niiden käyttöön on saatu lupa tai niiden alkuperäinen lähde on merkittynä kuvan yhteyteen. Useassa kuvassa on kuvakaappaus, josta on karsittu muut osat pois. Kuitenkin kuvakaappauksissa ei ole jätetty mitään olennaista tietoa pois. Kuvissa 6 ja 12 on erikseen pyydetty lupaa saada nähdä auton moottoritilaan ja pääsyä näkemään kojetaulua. Mitään kuvaa varten ei ole toimitettu luvanvastaisesti.

Opinnäytetyössä esitettyjä tietoja ei pyritä keksimään, vaan kaikki pohjautuu havaittuun tietoon. Tietoja ei myöskään ole poimittu siten, että niistä muovautuisi vääränlainen ajatus kirjoittajan tarkoittamasta näkemyksestä. Tutkimuksen haastateltavalta on erikseen pyydetty lupa hänen nimensä käyttämiseen ja varmistettu tämä vielä ennen lopullista julkaisua.

Haastattelussa ei yritetty vaikuttaa haastateltavan antamiin vastauksiin omiin näkemyksiin sopivaksi, vaan opinnäytetyössä on referoitu asiat kuten ne on haastattelussa sanottu. Haastateltavan omat näkemykset on tuotu opinnäytetyössä esille viittaamalla haastatteluun samalla lailla kuin muihinkin lähdeviitteisiin.

Työssä pyritään tuomaan muiden havainnot sähköautoista yhteen johtopäätöksiä varten. Johtopäätöksillä on tavoitteena antaa poliisille ymmärrystä sähköautoista onnettomuuspaikalla, jolloin sinne on pyritty tuottamaan vain sellaista materiaalia, josta on poliisille hyötyä. Tämän lisäksi johtopäätöksissä on huomioitu se, että poliisissa ymmärrys sähköautoista paranisi ja sitä kautta myös turvallisuus.

Vaikka opinnäytetyö koskeekin sähköautojen vaarallisuutta, niin missään vaiheessa ei opinnäytetyön vaiheessa ole kukaan ollut vaarassa. Kaikki kerätty tieto on muiden tekemiä havaintoja ja kirjauksia mahdollisista vammoista ja vaaratilanteista, erityisesti sähköiskun kohdalla.

## 6.2 Opinnäytetyön luotettavuus ja itsearviointi

Opinnäytetyön alkuperäistä aihetta oli rajattava, sillä alun perin oli ideana tutustua sähkö- ja hybridi ajoneuvoihin tieliikenneonnettomuuksissa. Ymmärtäessä, että ladattava hybridi voidaan jollain tapaa rinnastaa sähköautoon, oli luonnollista pudottaa ei-ladattavat hybridit aiheen ulkopuolelle. Rajaus oli tarpeen, sillä ei-ladattavia hybridejä ei ole huomioitu tilastokannassa.

Materiaalin kerääminen sinällään ei muodostanut ongelmaa, kun hyväksyi ettei painettuna materiaalia juurikaan löydy. Sähköisiä lähteitä oli tarjolla runsaasti, kunhan alkoi ymmärtää tarvittavat hakusanat. Moni lehti tai vastaava sijoittaa materiaalinsa nykyään internettiin kaikkien luettavaksi. Koska useassa artikkelissa oli paljon yhtäläisyyksiä muuhun materiaaliin, ei ollut syytä epäillä artikkeleiden paikkansa pitävyyttä. Vaikka artikkeleissa on valittu vain kirjoittajan mielestä olennaisimmat asiat, niin kaikki artikkelit olivat luotettavaksi pidettäviltä sivustoilta. Kirjoitusasut olivat selkeitä ja artikkeleilla ei haluttu myydä juuri tiettyä asiaa. Niissä oli yleisellä tasolla kerrottua aiheesta. Myöskään autonvalmistajien luomat pelastusoppaat eivät antaneet syytä epäillä niiden luotettavuutta. Niiden tarkoituksena on antaa sellaista tietoa, jonka avulla on mahdollista pelastaa ihmisen henki. Väärän tiedon antaminen sellaisessa tapauksessa oli äärimmäisen epäeettistä valmistajalta.

Teoriaosuudessa on puhuttu myös sähköautojen historiasta, niiden määrästä Suomessa ja tieliikenneonnettomuuksissa. Ne ovat kuitenkin osaltaan olennaisia asioita tiedostaa. Tällä tavalla selkiytyy, että miten vähän sähköautoja todella on ja kuinka paljon poliisille ilmoitetaan eri onnettomuuksia. Ne luovat pohjaa itse opinnäytetyölle siten, että lukijalle syntyy ymmärrys tieliikenneonnettomuuksien nykyisestä määrästä. Vaikka ne hieman sivuavatkin opinnäytetyön aiheen vierestä, niin suoraan kertominen ainoastaan sähköautojen tunnistamisesta ja vaaroista jättäisi avoimeksi, kuinka todennäköistä edes on kohdata sähköauto tai miten paljon poliisille ilmoitetaan liikenneonnettomuuksia.

Vaikka opinnäytetyö perehtyykin enemmän sähköautojen vaaroihin ja sitä kautta pelastuslaitosta enemmän koskevaksi, on poliisinkin syytä ymmärtää sähköautojen vaarat työtehtävällä. Johtopäätöksissä on pyritty pitämään ajatusmaailma poliisin toiminnassa. Opinnäytetyö onnistuu omasta mielestäni vastaamaan tutkimuskysymyksiin. Sähköautojen tunnistaminen ei ole helppoa, mutta opinnäytetyön antamalla mahdollisilla keinoilla se on helpompi tunnistaa tieliikenneonnettomuuspaikalla. Tulipalon, auton liikkumisen ja turvatyynyjen kohdalla on jätetty analysoimatta mahdolliset jälkiseuraukset, koska niiden kohdalla vaikuttavia tekijöitä on useita. Sähkön kohdalla oli sen sijaan tarpeen esitellä virran vaikutus, sillä ainoa muuttuja on jännite.

Sähköauton tuomat lisävaarat on käyty perusteellisesti läpi ja tapoja havaita vaarojen syntyminen. Lisäksi vaaroista on selitetty keinoja vaaran välttämiseen tai muuttamiseen vaarattomaksi. Koska aihe oli tarkkaan rajattu, antoi se mahdollisuuden hyvinkin kattavaan analyysiin. Analyysiä varten oli mahdollisuus laajaltikin yhdistellä eri lähteiden tietoja, samalla yleistäen sähköautoihin liittyvää informaatiota.

Alkuperäisenä ideana oli haastatella poliisia sähköautoista, mutta pohtiessa omaa ymmärrystä sähköautoista, karsiutui poliisin haastattelu pois. Koska omien opintojeni aikana ei ollut massakoulutusta sähköautoihin liittyen, niin olisi epätodennäköistä sellaista olevan juurikaan muualla. Hyödyntämällä kontakteja pelastuslaitoksen henkilökuntaan tuli tietoon Suomen yksi eniten sähköautoista tietävä henkilö pelastusalalta. Pelastuspuolella on ollut jo pidemmän aikaa koulutusta sähköautoihin liittyvistä vaaroista, joten kokemusta ja ymmärrystä siltä puolelta oli hyvä tuoda poliisin tietoon. Useampaa henkilöä olisi voinut haastatella sähköautojen vaaroista. Kuitenkin selvittelyn perusteella kävi ilmi, että yksittäinen haastattelu on riittävä, sillä tarkoituksena oli selvittää faktoja sähköautoista ja siitä, kuinka pelastuspuolella on niihin varauduttu. Tutkimuksellisella työllä ei ollut tarkoitus kerätä mielipiteitä sähköautoista, vaan saada niistä faktatietoa.

Haastattelussa Saastamoinen mainitsi, että paikallisesti joillakin alueilla poliisia koulutetaan sähköautojen kanssa toimimiseen. Lisäksi poliisin henkilöstön haastatteluun vaadittavan byrokratian määrä suhteessa mahdollisiin hyötyihin tuki osaltaan päätöstä jättää poliisin haastattelu pois. Poliisin näkökulma jäi siten oman henkilökohtaisen ymmärryksen varaan, mutta todennäköisesti se oli aloittaessa melko samanlainen kuin muillakin poliiseilla. Johtopäätöksissä on huomioitu yleismaallinen näkemys tehtäväpaikalta.

Yksittäisen henkilön haastattelu on aina hänen näkemyksensä asiasta, mutta haastattelussa saatu informaatio oli myös kirjallisuudesta selvinnyttä tietoa tukevaa ja laajentavaa. Haastattelulla oli tarkoitus hankkia lisää tietoa analyysiä varten. Näin ollen haastattelun referoiminen suoraan opinnäytetyöhön ilman erillistä lukua haastattelusta toi selkeämmin kuvan saadusta informaatiosta. Erillinen haastattelun analysointi olisi tuonut turhaa toistoa, sillä haastattelussa käytiin läpi samat asiat kuin mitä kirjallisista lähteistä oli kerätty. Koska haastattelumuotona oli puhelinhaastattelu, olisi sen voinut nauhoittaa ja litteroida jälkikäteen. Muistiinpanojen avulla kuitenkin onnistui kuitenkin melko hyvin referoimaan.

Opinnäytetyö olisi täysin voinut olla pelkästään kirjallinen katsaus, jossa yhdistellään yksittäisissä lähteissä oleva informaatio yhteen dokumenttiin. Kuitenkin haastattelu toi oman lisänsä siihen, sillä sen avulla oli mahdollista selvittää, miten pelastusalalla huomioidaan sähköautot ja ISO 17840-standardi tuli vasta sitä kautta selville. Kun odotuksena oli saada vastaus liitteessä 1 oleviin kysymyksiin, joten tietoa tuli rutkasti enemmän. Haastattelu sujui siis odotettua paremmin.

Tutustumalla sähköautoihin ja lähestymällä niitä pelastuslaitoksen näkökulmasta, paljastui huomattavasti informaatiota, joka olisi hyvä olla myös poliisikoulutuksessa. Esimerkkinä jo pelastuskortin olemassaolo, että sellainen on mahdollista olla autossa. Lisäksi pelastuskortista oleva älylaitteille sopiva sovellus oli täysin uutta, joka selvisi myöhemmin Saastamoisen kanssa sähköpostin välityksellä. Tietysti on huomioitava, että sovellus on julkaistu vasta 2020.

Ongelmaksi kirjoittamisvaiheessa muodostui se, että keskittyi enemmän asiapuoleen ja vähemmän itse opinnäytetyön muotoon ja tutkimusmenetelmien tarkkaan analyysiin. Olikin helpompi pohtia erilaisia variaatioita sähköautojen vaaroista ja osaltaan materiaali vei mukanaan. Niin ikään opinnäytetyön muut osat jäivät vähäisemmälle panostukselle. Tämä taas aiheutti sitä, että opinnäytetyön palautuksen takarajan ollessa lähellä, tutkimukseen liittyvä teoriapohja ja tulokset olivat erittäin hyvällä mallilla, kun taas opinnäytetyön tutkimusmenetelmien perustelu oli vielä alkuvaiheilla.

Samaten opinnäytetyön rakenteen selkiytyminen tapahtui vasta aivan kirjoittamisen loppuvaiheilla. Perehtymällä muiden opiskelijoiden jo julkaisemiin opinnäytetöihin huomasi itse tehneensä alusta alkaen opinnäytetyötä väärällä rakenteella. Perehtymällä aikaisempien töiden rakenteeseen ja vertaamalla sitä omaan työhönsä pystyi toteamaan, että oma työ on virheellisesti koottu. Ratkaisuna oli kuitenkin siirtää väärässä paikassa oleva luku oikeaan sijaintiinsa. Teksti oli oikeata, mutta vain väärässä paikassa. Opinnäytetyö koki useamman uudelleenjärjestelyn aivan viime metreillä.

Verrattaessa tätä opinnäytetyötä Vuorelan tekemään opinnäytetyöhön, niin vaaranpaikat ovat molemmissa samat. Kuitenkin tässä opinnäytetyössä perehdytään enemmän vaarojen analyysiin ja siihen, miksi ne ovat vaarallisia. Voisi sanoa, että tämä opinnäytetyö tukee Vuorelan tekemää opinnäytetyötä ja tarjoaa lisäinformaatiota. Erityisesti tunnistamisessa on tapahtunut kehitystä, jota ei Vuorelan opinnäytetyön aikaan ollut vielä saatavilla.

Opinnäytetyön aiheen ympärillä oli ensi alkuun epäily, että sopiiko sähköautojen tunnistamisesta ja vaaroja koskeva tutkimustyö poliisille. Kirjoittamisen jälkeen voi todeta, että sopii oikein hyvin. Sähköautot ovat osa tulevaisuutta ja ennen pitkää poliisinkin on niistä ymmärrettävä muutakin kuin niiden käyttövoima. Kahvipöydässä opinnäytteestä keskusteleminen nosti esiin sen, että poliiseilla on kiinnostusta sähköautoihin liittyen.

Opinnäytetyössä on paljon sähköön liittyvää analyysiä, mutta omasta mielestäni ei kuitenkaan liikaa. Sähkössä on useampi mitattava fysikaalinen suure, joita on tutkittu jo pidemmän aikaa. On hyvä ymmärtää sähkön vaarat, sillä sähköä on todella vaikea havainnoida ennen altistumista. Tietysti valokaari on havaittava ilmiö, mutta valokaarien muodostuminen vaatii huomattavasti enemmän jänniteeroa kuin sähköautosta on mahdollista saada irti. Näin ollen sähkö on onnettomuuksissa vaaran paikana, jota ei voi havaita vaan se on tiedostettava. Kuitenkaan kaikkea mahdollista sähköstä ei opinnäytetyössä ole avattu, sillä sähkö on melko monimutkainen tekniikan ala.

Tekstistä huomaa kyllä oman ymmärryksen ja kiinnostuksen erityisesti fysiikkaan liittyvissä ilmiöissä. Koska oma ymmärrys on sähkötekniikasta laajahko, niin tuntui luonnolliselta käyttää sähköön liittyvää termistöä kuitenkin mahdollisimman hyvin sen selittävänä. Myös tutkimuksen edetessä huomasin, että omalle tekstilleen tulee helposti sokeaksi. Mitä enemmän materiaalia luki, sitä helpompaa oli pitää teoriassa esiteltyjä asioita selkeinä. Myös osaltaan aiemmat opinnot sähkötekniikan alalla loivat iluusiota tekniikan ymmärtämisessä.

Opinnäytetyöstä tuli kuitenkin tekijänsä näköinen. Omasta mielestäni opinnäytetyössä on selkeästi esitettyä eri tunnistamismenetelmiä ja vaaranpaikkoja. Tietysti osa tekstistä on vaikeaselkoista, johon tuen tarkemmasta analyysistä. Kuitenkin uskon, että lukemalla opinnäytetyön jää jonkinlainen näkemys sähköautoista onnettomuuspaikalla. Työ on onnistunut analyysi sähköautoista ja niiden vaaratilanteista liikenneonnettomuuspaikalla.

### **6.3 Jatko- ja kehittämisisideat**

Sähköautojen yhä kehittyessä ne tulevat tarjoamaan uuden syyn tutkia niiden kanssa toimimista. Olisi mahdollista tehdä toiminnallinen opinnäytetyö, jonka tarkoituksena olisi luoda poliisin käyttöön oma koulutusmateriaali. Tulevaisuudessa sähköautoista on todennäköisesti olemassa huomattavasti enemmän kirjallisuutta ja tutkimuksia, joihin voi pohjustaa koulutuksen. Samalla koulutuspaketilla olisi mahdollista kouluttaa niin tulevaisuuden poliiseja kuin pelastajia. Vetyteknologiaan perustuvien polttokennojen mahdollinen yleistymisen voisi tuoda uutta näkökulmaa liikenteen uusiin innovaatioihin. Toistaiseksi polttokennot ovat suhteellisen uutta tekniikkaa, joten niitä on liikenteessä äärimmäisen vähän.

On tietysti totta, että liikenneonnettomuuksissa paikalle hälytetään kaikki viranomaiset. Jokaisella on oma tehtävänsä, jota saavutetaan tekemään. Mutta siirryttäessä pohjoisempaan ja harvemmalle asutulle alueelle, voi poliisi ollakin ensimmäisenä paikalla ja pelastuslaitosta voi joutua odottamaan pitkään. Tuolloin olisi syytä ymmärtää, miten sähköautojen kanssa tulee toimia, jotta ei aiheuta lisävaa-  
raa muille. Niin ikään poliiseille annettava koulutus, vaikka pelkästään syrjäisemmällä seudulla, kehittäisi poliisin valmiuksia toimia turvallisesti. Opetusmateriaalina voisi toimia pelkästään tulostettava muistivihko, josta selviää nopeasti sähköauton tunnistaminen. Lisäksi siinä tulisi olla tunnistusmenetelmät vaaroista ja pieni yhteenveto jokaisesta vaarasta.

Opetusmateriaalin ohella myös kokonainen kurssi voisi olla jatkoideana. Kurssilla olisi tarkoitus päästä tutustumaan sähköautojen moottoritilaan ja harjoitella ihan käytännössä, miten sähköauton kanssa tulee toimia. Näin ollen opinnäytetyö olisi Poliisiammattikorkeakoululle tehtävä työ, jossa luodaan kurssiin sopiva materiaali ja harjoitukset. Kyseinen kurssi voisi olla opettajien kanssa yhteistyössä tehty. Yhteistyö Pelastusopiston kanssa toisi mahdollisuuden toteuttaa harjoitus, jossa poliisille näytetään, kuinka sähköautojen kanssa pelastuspuolella toimitaan eri tilanteissa.

Sähköautojen ohella myös muita sähkökulkuneuvoja voisi tutkia. Sähköisiä moottoripyöriä ja mopoja on jo olemassa, joskin ne ovat suhteellisen kalliita. Koska sähkömoottorit ovat vaihteettomia, niin enemmän voisi tutkia siitä, kuinka sähköinen moottoripyörä näkyy liikenteessä ja miten siinä on ratkaistu mahdollinen äänen muodostuminen. Sähköisten mopojen suhteen taas selvittäminen siitä, kuinka niistä on mahdollista ohittaa rajoittimet ja sitä kautta kouluttaa poliisia uusiin viritettyihin sähkömopoihin.

Johtuen sähköautojen jatkuvasta yleistymisestä, niin tulevaisuudessa olisi mahdollista tehdä analyysjä niiden onnettomuuksista ja onnettomuuden syistä, mikäli jatkossa rekisteröidään myös osallisten ajoneuvojen käyttövoima. Mikä tahansa sähköistyvään liikenteeseen liittyvä tutkimusaihe on osa tulevaisuutta, sillä sähköiset liikennevälineet tulevat lisääntymään.

## LÄHTEET

- Anttila, Pirkko 2014: Tutkimisen taito ja tiedon hankinta, Luettavissa: <https://metodix.fi/2014/05/17/anttila-pirkko-tutkimisen-taito-ja-tiedon-hankinta/#6.4.2%20M%C3%A4%C3%A4r%C3%A4llinen%20kuvaus>. Luettu 31.3.2021.
- Autoliitto: Pelastuskortti. Luettavissa: <https://www.autoliitto.fi/tietoa-tienkayttajalle/pelastuskortti>. Luettu 31.3.2021.
- CTIF, ISO-standardi 17840 Rescue Information. Luettavissa: <http://ctif.fi/iso17840>. Luettu 30.3.2021.
- Gentileau, Michel 2020: CTIF- EuroNCap partnership. EuroRESCUE: Rescue sheets app. Luettavissa: [https://www.ctif.org/sites/default/files/news\\_files/2020-06/EuroNCap%20app%20.pdf](https://www.ctif.org/sites/default/files/news_files/2020-06/EuroNCap%20app%20.pdf). Luettu 7.5.2021
- Goddard, Chris & Hansen, Per Bo 2017: Finding Order in Chaos: The Manual of Collision Scene Evidence. First edition. Collision Science and DanCrash.
- Hakala, Juha T. 2004: Opinnäyteopas ammattikorkeakouluille. Gaudeamus, Helsinki 2004.
- Heikkilä, Tarja. Tilastollinen tutkimus, verkkomateriaali. 2014. Luettavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>. Luettu 31.3.2021.
- Helsingin Yliopisto, fysiikan laitos 2016. Opettajien laboratorioskurssit kevät 2016: Sähköturvallisuus fysiikan opetuksessa. Sähkövirran fysiologiset vaikutukset ihmiseen. Luettavissa <http://www.courses.physics.helsinki.fi/ope/opelab/turva/sahkoturva.htm>. Luettu 9.3.2021.
- Honkanen, Juha-Pekka 2012: Mitä jos onnettomuuspaikalta löytyy hybridauto? Pelastustieto 2/2012.
- Inkinen, Pentti & Manninen, Reijo & Tuohi, Jukka 2002: Momentti 2: Insinöörifysiikka. 2.-4 painos. Kustannusyhtiö Otava Oy 2011.
- Kananen, Jorma 2008: Kvali. Kvalitatiivisen tutkimuksen teoria ja käytänteet. Jyväskylän ammattikorkeakoulun julkaisuja -sarja. Jyväskylän ammattikorkeakoulu 2008.
- Kokkonen, Eetu 2019: Tiedätkö miten sähköauton akut toimivat? Volkswagen kertoo. Luettavissa <https://moottori.fi/ajoneuvot/jutut/tiedatko-miten-sahkoauton-akut-toimivat-volkswagen-kertoo/>. Luettu 8.3.2021.
- Korhonen, Antti-Jussi 2021: Ovatko sähköautot liian hiljaisia? Yleisradio. Luettavissa: <https://yle.fi/uutiset/3-11804559>. Luettu 18.3.2021.
- Lautkaski, Risto 2016: Litiumioniakut autopalossa. Pelastustieto 30.3.2016. Luettavissa: <https://pelastustieto.fi/pelastustoiminta/operatiivinen-toiminta/litiumioniakut-autopalossa/>. Luettu 30.3.2021.
- Linja-aho, Vesa 2012: Sähkö- ja hybridi ajoneuvojen sähkötyöturvallisuus. 1. painos. Autoalan Koulutuskeskus Oy, Saarijärven Offset Oy 2012.
- Liikenneturva: Turvatyyny. Luettavissa: <https://www.liikenneturva.fi/fi/liikenteessa/turvatyyny>. Luettu 24.3.2021.

Liikenneturva: Tieliikenneonnettomuustilastojen määritelmät. Luettavissa: <https://www.liikenneturva.fi/fi/osio/etusivu/tieliikenneonnettomuustilastojen-maaritelmat>. Luettu 20.4.2021.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom: Ajoneuvotiedot ja veron maksu. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/asioi-kanssamme/ajoneuvotiedot-ja-veron-maksu>. Luettu 20.4.2021.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2019: Ajoneuvojen määräaikaikatsastuksen arvosteluperusteet. TRAFICOM/540030/03.04.03.00/2019.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom: Ladattava hybridi. Luettavissa: <https://www.traficom.fi/fi/ajavaihtoetoa/ladattava-hybridi>. Luettu 19.3.2021.

Liikenne- ja viestintävirasto Traficom: Tilastotietokanta. Liikennekäytössä olevat henkilöautot 31.12.2007 – 31.12.2020. Luettavissa: [https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi\\_Liikennekaytossa\\_olevat\\_ajoneuvot/030\\_kanta\\_tau\\_103.px/table/tableViewLayout1/](https://trafi2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/TraFi/TraFi_Liikennekaytossa_olevat_ajoneuvot/030_kanta_tau_103.px/table/tableViewLayout1/). Luettu 24.2.2021.

Luntiala, Pertti 1997: Tieliikenneonnettomuuksien esitutkinta. Sisäasiainministeriö, poliisiosasto, poliisin oppikirjasarja. Oy Edita Ab, Helsinki 1997

Luukkanen Joose 2020: Sähköautot: lataus – matka-ajo – valinta. Alfamer. Tallinna Raamatutrükikoda. Tallinna 2020.

Poliisi: Onnettomuudet. Luettavissa: <https://poliisi.fi/onnettomuudet>. Luettu 3.3.2021.

Poliisi, 2021: Poliisi ottaa haalarikamerat käyttöön koko maassa tänä keväänä. Luettavissa: <https://poliisi.fi/-/poliisi-ottaa-haalarikamerat-kayttoon-koko-maassa-tana-kevaana>. Luettu 13.3.2021.

Puranen, Kaisu 2021: Litiumioniakkupaloissa vesi on hyvä jäähdytin, mutta voi aiheuttaa jopa myrkyllisiä reaktioita. Pelastustieto 4.3.2021. Luettavissa: <https://pelastustieto.fi/pelastustoiminta/tyoturvallisuus/litiumioniakkupaloissa-vesi-on-hyva-jaahdytin-mutta-voi-aiheuttaa-jopa-myrkyllisia-reaktioita/#020563ef>. Luettu 19.3.2021.

Saastamoinen, Mikko 2021: Vuoromestari, Etelä-Karjalan pelastuslaitos. Puhelinhaastattelu 4.3.2021.

Saarelma, Osmo 2021: Sähkön aiheuttamat vammat (sähköisku). Lääkärikirja Duodecim. Luettavissa: [https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00334#T1](https://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00334#T1). Luettu 9.3.2021.

Sulander, Pekka & Tervo, Timo 1999: Autojen turvarakenteita kehittämällä vammautuminen vähäisemmäksi. Duodecim 6/1999. Luettavissa <https://www.duodecimlehti.fi/xmedia/duo/duo90182.pdf> (Luettu 24.3.2021)

Suomen Kuuloliitto ry: Vapaa-ajan melu. Luettavissa: <https://www.kuuloliitto.fi/vapaa-ajan-melu/>. Luettu 18.3.2021.

Suomen palopäälystöliitto: Verkkokauppa, käyttövoimatarrat. Luettavissa: [https://www.sppl.fi/verkkokauppa/kayttovoima- ja\\_arvotarrat](https://www.sppl.fi/verkkokauppa/kayttovoima- ja_arvotarrat). Luettu 30.3.2021.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Tieliikenneonnettomuustilasto [\[https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin\\_lii\\_ton/statfin\\_ton\\_pxt\\_11bh.px/\]](https://pxnet2.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin_lii_ton/statfin_ton_pxt_11bh.px/).

ISSN=1798-758X. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 1.4.2021]. Saantitapa:

<http://www.stat.fi/til/ton/meta.html>

Särkijärvi, Johanna & Jääskeläinen, Saara & Lohko-Soner Katja 2018: Toimenpideohjelma hiilettömään liikenteeseen 2045Liikenteen ilmastopolitiikan työryhmän loppuraportti. Liikenne- ja viestintäministeriö. Liikenne- ja viestintäministeriön julkaisuja 13/2018.

Tuomi, Jouni & Sarajärvi, Anneli 2009: Laadullinen tutkimus ja sisällönanalyysi. 11. uudistettu laitos. Hansaprint Oy, Vantaa 2013.

Tesla INC 2019: Model 3, Pelastustyöntekijän opas. Luettavissa [https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/Model\\_3\\_Emergency\\_Response\\_Guide\\_fi.pdf](https://www.tesla.com/sites/default/files/downloads/Model_3_Emergency_Response_Guide_fi.pdf). Luettu 10.3.2021.

Toyota Motor Corporation 2020: Do Toyota hybrid models have a different emblem? Luettavissa: <https://www.toyota-slo.com/blog/what-does-it-mean-when-the-toyota-logo-is-blue/>. Luettu 29.3.2021.

Toyota Motor Corporation 2018: Emergency Response Guide. Luettavissa: [https://www.toyota.de/download/cms/dede/Toyota\\_Rettungsleitfaden\\_2018\\_engl\\_tcm-17-21658.pdf](https://www.toyota.de/download/cms/dede/Toyota_Rettungsleitfaden_2018_engl_tcm-17-21658.pdf). Luettu 31.3.2021.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Tukes: Litiumakkujen elinkaari. Luettavissa: <https://tukes.fi/litiumioniakkujen-elinkaari>. Luettu 30.3.2021.

Turvallisuus- ja kemikaalivirasto, Tukes: Sähkötapaturmissa kuolleet 1980-. Luettavissa: <https://tukes.fi/onnettomuudet/sahkokuolemat>. Luettu 6.5.2021.

Työterveyslaitos: OVA-ohje: Vety. Luettavissa: <https://www.ttl.fi/ova/vety.html>. Luettu 19.3.2021.

Valtioneuvosto 2016: Valtioneuvoston selontekokansallisesta energia- ja ilmastostrategiasta vuoteen 2030.

Varho, Esko 2015: Sähköautoilla huristeltiin jo 100 vuotta sitten. Yleisradio. Luettavissa <https://yle.fi/uutiset/3-8042447>. Luettu 3.3.2021.

Vuorela, Janne 2015: Hybridi- ja sähköauto, toiminta ja työturvallisuus liikenneonnettomuustilanteissa. Savonia-ammattikorkeakoulu-tekniikka, Kuopio. Palopäälystytön koulutusohjelma, opinnäyte-työ.

Wennberg, Iiro 2020: Sähköistetyt ajoneuvot palokunnan näkökulmasta – osa 2. Palokuntalainen 2020, nro 98 Luettavissa: <https://palokuntalainen.fi/wp-content/uploads/2020/08/Sahkoautot-2.pdf>. Luettu 30.3.2021.

Yhdistyneiden Kansakuntien Euroopan talouskomission (UNECE) 2011: Sääntö nro 100 – Yhdenmukaiset vaatimukset, jotka koskevat ajoneuvojen hyväksyntää sähköiseen voimajärjestelmään sovellettävien erityisvaatimusten osalta. Luettavissa [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02011X0302\(01\)-20110302](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:02011X0302(01)-20110302). Luettu 14.5.2021.

## LIITE 1: HAASTATTELUKYSYMYKSET

1. Mitä lisävaaroja sähkö- tai hybridiajoneuvo tuo onnettomuustilanteisiin?
2. Miten pelastuspuolella on varauduttu sähkö- ja hybridiajoneuvoihin onnettomuustilanteissa?
3. Mitä eroa on sillä, että onko onnettomuuspaikalla täyssähkö tai ladattava hybridi?
4. Mitä merkkejä autosta on etsittävä, jotta ymmärtää potentiaaliset vaarat?
5. Minkälaiset varusteet paloautossa on, jotta pelastushenkilöstön työturvallisuus on mahdollista taata?
6. Milloin Suomessa aloitettiin koulutus sähkö- ja hybridiautojen huomioimiseen?
7. Missä vaiheessa pelastushenkilöstö saa tiedon, että kohteessa on sähkö- tai hybridiauto?
8. Miten tieto sähköautosta tieliikenneonnettomuuspaikalla muuttaa pelastuslaitoksen toimintaa?
9. Missä vaiheessa voi todeta ajoneuvon olevan turvallinen?
10. Onko olemassa jokin "kultainen sääntö" joka tulisi olla mielessä aina sähköautojen suhteen pitää mielessä? Mikä?
11. Mitä muuta tulee huomioida onnettomuuksissa?