



Petri Jukarainen, Jesse Savolainen ja Matti Vimpari

Sähköisten ambulanssien hyödyntäminen operatiivisessa toiminnassa

Kirjallisuuskatsaus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Sosiaali- ja terveystieteiden ammattikorkeakoulututkinto

Sairaanhoito- ja ensihoitotyön tutkinto ohjelma S XK22K2, SXO22S2B, 2406640

Opinnäytetyö

9.5.2024



Metropolia

Tiivistelmä

Tekijät:	Petri Jukarainen, Jesse Savolainen, Matti Vimpari
Otsikko:	Sähköisten ambulanssien hyödyntäminen operatiivisessa käytössä
Sivumäärä:	30 sivua + 2 liitettä
Aika:	9.5.2024
Tutkinto:	Sosiaali- ja terveystieteiden ammattikorkeakoulututkinto
Tutkinto-ohjelma:	Sairaanhoito- ja ensihoitotyön tutkinto-ohjelma
Ohjaaja:	Lehtori Eini Koskimies

Sähköiset ajoneuvot ovat kasvava trendi maailmanlaajuisesti ja myös Suomessa. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on syventyä sähköisten ambulanssien hyödyntämiseen operatiivisessa käytössä kirjallisuuskatsauksen keinoin. Tutkimuksen taustalla on tarve selvittää mitä on raportoitu aiheesta tutkimusten tai muun kirjallisuuden perusteella. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa Helsingin Kaupungin Pelastuslaitoksen käyttöön heidän mahdollista tulevaa selvitystyötä varten.

Opinnäytetyö toteutettiin kirjallisuuskatsauksena scoping-menetelmää käyttäen. Tiedonhaku suoritettiin maaliskuun 2024 aikana. Lopullisina aineistojen tietokantoina toimivat Cinahl, Pub Med, Pro Quest, Medline, Google scholar ja Theseus. Aineistoksi kertyi 11 teosta, jotka olivat 3 tutkimusta, 1 diplomityö, 1 opinnäytetyö ja 6 artikkelia. Lopullinen aineiston analysointi suoritettiin tutkimuskysymysten kautta.

Opinnäytetyöhön mukaan otettujen tutkimusten pohjalta kävi ilmi, että sähköisten ambulanssien käyttöönottoa on pohdittu ja simuloitu eri puolilla maailmaa. Vaikkakin tiedossa on, että sähköisiä ambulansseja on otettu käyttöön, tutkimuksia niiden operatiivisesta käytöstä ja toimintavarmuudesta käytännössä ei ole. Tutkimusten pohjalta huolta herättää sähköisten ambulanssien toimintamatka, suorituskyky esimerkiksi talvella ja taloudellinen näkökulma.

Johtopäätöksenä voidaan todeta, että sähköisten ambulanssien käyttöönotosta on uutisoitu ympäri maailmaa, mutta käyttökokemuksista ei löytynyt raportoitua tutkimustietoa. Mahdollisia syitä tähän voi olla kolme: joko sähköambulanssit ovat toimineet hyvin ja niistä ei ole moitteita, ne ovat olleet pettymys ja niistä vaietaan, tai niiden käyttöönotto on niin uusi ilmiö, ettei käyttökokemuksia ole vielä raportoitu. Tämä opinnäytetyö arvioi sähköisten ambulanssien toimivuutta Helsingin kaupungin perspektiivistä ja suosittelee pilotointia ennen varsinaista käyttöönottoa.

Avainsanat: Sähköinen ambulanssi, sähköinen operatiivinen ajoneuvo

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

Abstract

Authors: Petri Jukarainen, Jesse Savolainen, Matti Vimpari
Title: Utilisation of electronic ambulances in operational use
Number of Pages: 30 pages + 2 appendices
Date: 9 May 2024

Degree: Bachelor's degree in Social and Health Sciences
Degree Programme: Degree programme in nursing and emergency care
Instructor: Lecturer Eini Koskimies

Electric vehicles are a growing trend worldwide and also in Finland. The intention of this thesis is to explore the use of electric ambulances in operational use through a literature review. The background of the research is the need to find out what has been reported on the subject based on research or other literature. The aim of this thesis is to provide information for the Helsinki City Rescue Department for their possible future investigation.

The thesis was conducted as a literature review using the scoping method. The data search was carried out during March 2024. Cinahl, Pub Med, Pro Quest, Medline, Google scholar and Theseus served as the final databases. The data set consisted of 11 works: 3 studies, 1 thesis, 1 dissertation and 6 articles. The final analysis of the data was performed through research questions.

The studies included in the thesis showed that the introduction of electronic ambulances has been considered and simulated in different parts of the world. Although it is known that electric ambulances have been deployed, there are no studies on their operational use and reliability in practice. On the basis of these studies, there are concerns about the operating distance, the performance of electric ambulances, for example in winter, and the economic aspect.

In conclusion, the use of electronic ambulances has been reported around the world, but no reported research data on user experience could be found. There are three possible reasons for this: either they have worked well and have not been criticized, they have been a disappointment and have been kept quiet, or their introduction is so recent that no user experience has yet been reported. This thesis evaluates the performance of electronic ambulances from the perspective of the City of Helsinki and recommends piloting before actual deployment.

Keywords: Electric ambulance, Electric vehicle in operational use

The originality of this thesis has been checked using Turnitin Originality Check service.

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ensihoitopalvelu Helsingissä	2
2.1	Ensihoito, riskialueluokat ja kiireellisyysluokat	2
2.2	Operatiivinen toiminta ensihoidossa	4
3	Ambulanssi työvälineenä ensihoidossa	5
3.1	Ambulanssi	5
3.2	Ambulanssilta vaadittavat tekniset ominaisuudet	7
3.3	Tehtäväsidonnaisuus ambulanssilla	7
3.4	Ambulanssilta vaadittavia ominaisuuksia, toimintavarmuus ja toimintasäde	10
3.4.1	Sähkö ajoneuvon käyttövoimana	10
3.4.2	Sähkön kulutus	11
4	Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset	12
5	Scoping-katsaus opinnäytetyön menetelmänä	12
5.1	Scoping-katsaus	12
5.2	Tiedonhaku ja aineistovalinta	13
5.3	Analyysi	16
6	Tulokset	16
6.1	Minkälaisia tuloksia tai tietoa on raportoitu sähköisistä ambulansseista tai muista operatiivisista yksiköistä	16
6.2	Taloudellinen näkökulma	18
6.3	Miten on tarkasteltu eri sähköisten operatiivisten yksiköiden toimintavarmuutta operatiivisessa käytössä	19
7	Pohdinta	20
7.1	Tulosten tarkastelu	20
7.2	Eettisyys ja luotettavuus	24
7.3	Johtopäätökset ja jatkokehittämissuhteet	25
	Lähteet	28
	Liitteet	

1 Johdanto

Vihreä siirtymä ja EU komission päästörajoitteet kohdistuvat suoraan autokantaamme. Päästörajoitteet ja etenkin paine vähentää päästöjä ja toimia ympäristövastuullisemmin koskettaa myös pelastuslaitoksia. Ajoneuvojen sähköistyessä yleisesti on syytä tutkia myös ambulanssien sähköistymisen mahdollisuuksia ja edellytyksiä operatiivisessa käytössä. Täyssähköisellä ambulanssilla tarkoitamme autoa, jonka voimanlähteenä on pelkästään (yksi tai useampi) sähkömoottori, jonka ainoana energiavarastona toimii akusto, superkondensaattori tai vastaava ladattava energiavarasto (Sähköautostasto).

Helsingin Kaupungin Pelastuslaitos toimii palveluntarjoajana tuottaessaan Helsingin kiireellisen ensihoitopalvelun Helsingin ja Uudenmaan sairaanhoitopiirille. Tällä hetkellä Helsingin Kaupungin Pelastuslaitoksella ei ole aktiivisessa käytössä täyssähköisiä ajoneuvoja ensihoidon tai pelastuksen operatiivisessa käytössä. Nykyinen kalusto koostuu täysin polttomoottorikäyttöisistä ajoneuvoista. Helsingin Kaupungin Pelastuslaitoksella on useita ympärivuorokauden ajossa olevia ambulansseja, mutta myös 12 h yksikköjä eli ns. päiväautoja. Autot on sijoiteltu eri asemille Helsingin kaupungin sisällä. Kalusto pyritään uusimaan tasaisin väliajoin kolmen vuoden välein. Käytöstä poistuneet ambulanssit siirtyvät tämän jälkeen vara-autoiksi ja vanhat vara-autot myydään ja/tai laiteaan eteenpäin. (Ensihoito. Pelastustoimi.)

Tutkittua tietoa täyssähköisistä autoista operatiivisessa käytössä on vähän. Niiden käyttöönotto vaatii tietoa, valmistelua ja mahdollisen pilottikokeilun. Muutos polttomoottorikäyttöisistä autoista täyssähköisiin tuo uudenlaisia kysymyksiä. Akkujen kesto, latausajat, toimintasäde, henkilöstön koulutus, korjaamon toiminta, rakenteellinen varustaminen ja monta muuta kysymystä itse jo tekniikkaan ja henkilöstöön liittyen. Hälytysajoneuvojen osalta on huomioitava myös toimivuutta poikkeusoloissa.

Opinnäytetyön tavoitteena on tuottaa tietoa kirjallisuuskatsauksen keinoin Helsingin Kaupungin Pelastuslaitokselle, joka tulee tekemään selvitystyön koskien uusia, täysin sähkökäyttöisiä ambulansseja. Tämä opinnäytetyö tulee kirjallisuuskatsauksena tarkastelemaan ja tukemaan tätä selvitystyötä keskittyen eniten kysymykseen toimintasädestä, sekä kuinka paljon täyssähkökäyttöisiä autoja maailmalla on operatiivisessa käytössä ja mitä niistä tiedetään. Opinnäytetyö tehdään tilaustyönä Helsingin Kaupungin Pelastuslaitokselle.

2 Ensihoitopalvelu Helsingissä

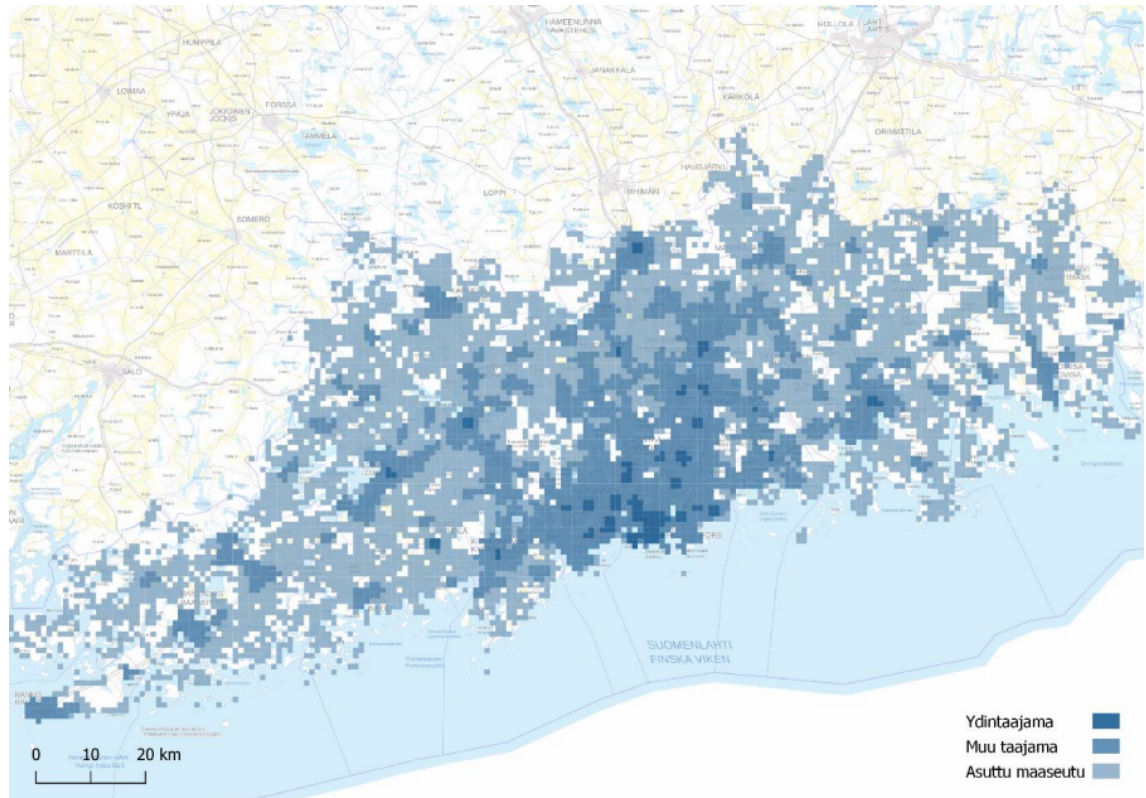
2.1 Ensihoito, riskialue luokat ja kiireellisyysluokat

Ensihoidon tehtävä usein saa alkunsa puhelusta hätäkeskukseen, joka arvioidaan ja ohjataan ensihoidolle, jolloin yksikkö vastaanottaa tehtävän ja lähtee liikkeelle (Ensihoito. Pelastustoimi). Ensihoito on äkillisesti sairastuneen tai loukkaantuneen potilaan hoidon tarpeen arviointia ja kiireellistä hoitoa ensisijaisesti sairaalan ulkopuolella. Potilasta joko hoidetaan kohteessa, informoidaan jatkohoidosta tai tarvittaessa kuljetetaan päivystykselliseen hoitoon tai arviointiin. Lisäksi tehtäviin kuuluu omaisten ohjaaminen ja tukeminen, ja psykososiaalisen tuen tarjoaminen. Ensihoitopalvelun on myös osallistuttava alueelliseen varautumis- ja valmiussuunnitelmien laatimiseen, suuronnettomuoksien toiminnan suunnitteluun ja valmisteluun yhteistyössä muiden viranomaisten ja toimijoiden kanssa. Ensihoitopalvelun yhä on tarjottava virka-apua poliisille, pelastusviranomaisille, rajaviranomaisille ja merivartiostolle. Ensihoitopalveluun kuuluu ensivaste, ensihoito perus- ja hoitotasolla, kenttäjohtaminen ja ensihoidon lääkärin toiminta. (Terveydenhuoltolaki 2010/1326, tarkennukset 1516/2016 40 §.)

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksessa ensihoitopalvelusta hyvinvointialueen on vastattava ensihoitovalmiuden ylläpitämisestä. Helsingissä Helsingin pelastuslaitos tuottaa kiireellisen ensihoidon palvelun. Asetuksen mukaan hyvinvointialueen on myös vastattava ja tarkistettava ajoneuvojen soveltuvuus ensihoitoon. Ajoneuvojen tulee olla soveltuvia suoriutumaan niille määritellyistä asetuksista ja edellytyksistä operatiivisessa toiminnassa. Ensihoitopalvelun on laadittava hälytysohjeet ja muut ensihoitopalvelua koskevat ohjeet, jotka erityisvastuualueen ensihoitokeskus sovittaa yhteen hätäkeskuksen kanssa. Ensihoitopalvelun on myös sovittava poliisilaitosten kanssa siitä, miten yhteistoiminta ensihoitoa edellyttävissä vaativissa poliisin johtamissa tilanteissa järjestetään = (taktinen ensihoito), ja sovittava meripelastusviranomaisten kanssa toteutettavasta yhteistoiminnasta ensihoidon kanssa. (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017 2 §.)

Kunkin ensihoitopalvelun toiminta-alue jaetaan neljään eri riskialue luokkaan, jotka ovat ydintaajama, muu taajama, asuttu maaseutu ja muut alueet (Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017 5 §). Alla olevassa kuvassa (kuva 1) on

esitetty Uudenmaan riskialueluokkia. Riskialueluokat liittyvät tavoiteaikoihin. Tavoiteaika muodostuu ensihoidon tehtävän alkamisesta, ja potilaan luokse saapumisen välistä ajasta, jolloin ensimmäinen yksikkö on paikalla. Mitä tiheämpään asuttua, sitä lyhyemmät ovat tavoiteajat Kuvasta näkyy, että Helsinki kuuluu lähestulkoon kokonaan muuhun taajamaan, tai ydintaajamaan. (Sosiaali- ja terveysministeriö 585/2017 7 §.)



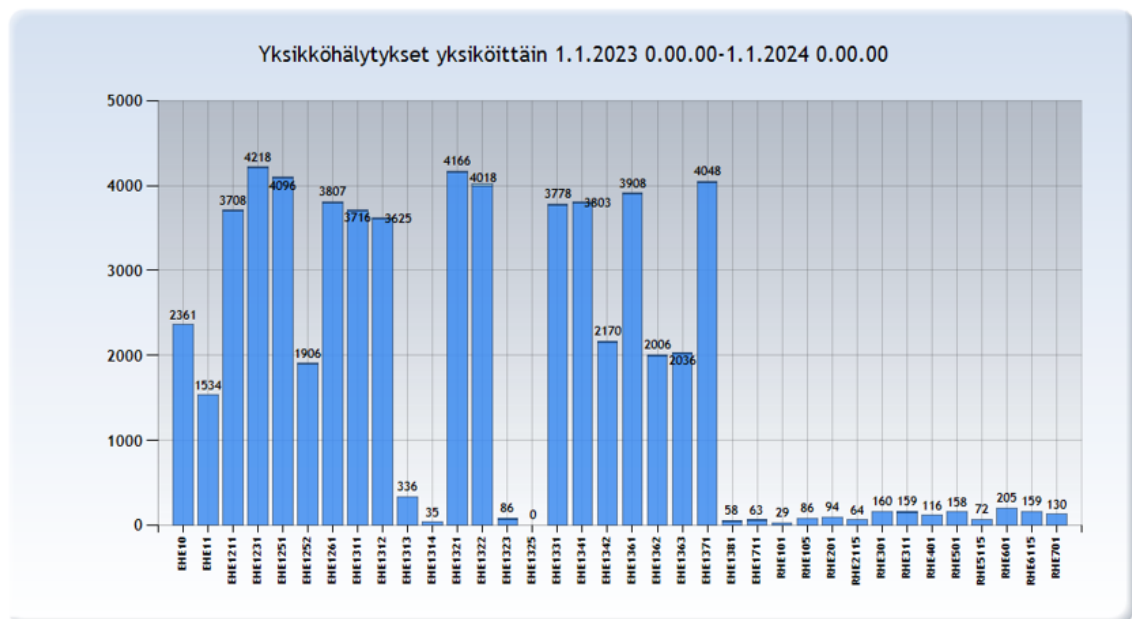
Kuva 1. Kartta HUS- alueen riskiluokituksesta (HUS yhtiön ensihoidon palvelutason päätös vuodelle 2024).

Ensihoidon hälytystehtävät jaetaan hätäkeskuksessa tehtävän riskinarvioinnin perusteella neljään tehtäväkiireellisyyssluokkaan seuraavasti: Tavoiteajat A- ja B-tehtäville on kuusi minuuttia. *A-luokan tehtävä* on korkeariskiseksi arvioitu ensihoitotehtävä, jossa esi- tai tapahtumatietojen perusteella on syytä epäillä, että avuntarvitsijan peruselintoiminnot ovat välittömästi uhattuna. *B-luokan tehtävä* on todennäköisesti korkeariskinen ensihoitotehtävä, jossa avuntarvitsijan peruselintoimintojen häiriön tasosta ei kuitenkaan ole varmuutta. *C-luokan tehtävässä* avuntarvitsijan peruselintoimintojen tila on arvioitu vakaaksi tai häiriö lieväksi, mutta tila vaatii ensihoitopalvelun nopeaa arviointia. Tavoiteaika tälle on 30 minuuttia. *D-luokan tehtävässä* avuntarvitsijan tila on vakaa, eikä hänellä ole peruselintoimintojen häiriötä, mutta ensihoitopalvelun tulee tehdä hoidon tarpeen arviointi. Tavoiteaika tälle on kaksi tuntia. (Sosiaali- ja terveysministeriön

asetus ensihoitopalvelusta 585/2017 6-7 §.)

2.2 Operatiivinen toiminta ensihoidossa

Operatiivinen toiminta ambulanssilla on pelastuslaitoksella ympärivuorokautista ensihoidon tehtävien suorittamista. Tehtäville lähdetään tehtävän saatua 60 sekunnin lähtöviiveellä. Tehtävät tulevat hätäkeskuksesta, joka lähettää tehtävään lähimmän ensihoidoyksikön, eli ambulanssin. Tätä seurataan tarkoin tilastoin yksikkökohtaisesti. Tässä työssä esitettävien tilastokuvien tarkoitus on osoittaa ensihoidon tehtävien arvaamattomuus tehtävien jakaantumiselle. Keskeytymättömän ympärivuorokautisen valmiuden varmistamiseksi autojen toimintavarmuus ja ylläpito ovat olennaisen tärkeitä, myös täyssähköisissä ambulansseissa. Helsingin kaupungin pelastuslaitos toimittaa palvelun tarjoajana kiireellisyysluokkien A, B ja C ensihoidon palvelun. Satunnaisesti se myös avustaa D-tehtävien jonon purussa erikseen sovitusti. D-tehtävien ensihoidon palvelun tuottaa toinen yksityinen palveluntarjoaja hyvinvointialueelle. (Ensihoito. Pelastustoimi.)



Kuva 2. Vuoden 2023-2024 yksikköhälytykset yksiköittäin.

Yllä olevassa kuvassa (kuva 2) vuoden 2023 kokonaistilasto ensihoidon tehtäville yksiköittäin. Tämä tilasto ei tarkemmin määrittele, mikä tehtävä on ollut kyseessä vaan se on kokonaiskatsaus tehtävämääristä.

3 Ambulanssi työvälineenä ensihoidossa

3.1 Ambulanssi

Ensihoitopalvelun yksiköllä tarkoitetaan ensihoitopalvelun operatiiviseen toimintaan kuuluvaa kulkuneuvoa ja sen henkilöstöä. Ensihoitopalvelun yksiköitä ovat ambulanssien lisäksi erilaiset ensihoitoajoneuvot ja lääkäri- ja lääkintähelikopterit, sekä muut tarpeelliset kulkuneuvot (Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017 8 §). Ambulanssi toimii sairaalan ulkopuolella potilaan hoidon työvälineenä. Sen tarkoitus on tuoda henkilöstö ja ensihoidon välineistö kohteeseen potilaan luokse. Tämän jälkeen riippuen tehtävän kulusta, sen tehtävänä voi olla myös toimia kuljetusvälineenä sairaalaan, jos potilaan tila sitä vaatii. Ambulansseja on kahta eri tasoa: perustaso ja hoitotaso. Niiden eroavaisuudet ovat henkilökunnan koulutuksen tasossa ja välineistössä. Hoitotason ambulanssissa on enemmän välineistöä ja lääkkeitä potilaan hoitamiseen ja elintoimintojen turvaamiseen, ja siellä on aina vähintään yksi ammattikorkeakoulun käynyt terveydenhoidon ammattilainen, kun taas puolestaan perustason autossa voi toimia lähihoitajakoulutuksen omaavat henkilöt. Ensihoidon kenttäjohtaja johtaa ja koordinoi ensihoidon tehtäviä yhteistyössä hätäkeskuksen kanssa ja osallistuu ennalta määriteltyihin monipotilastilanteisiin, suuronnettomuuksiin ja moniviranomaistehtäviin. Ensihoidon lääkäryksikön tehtävä on tuoda lääkäritason hoitoa potilaiden luo - ja vaikka lääkäri ei olisi paikalla voivat ensihoitajat olla yhteydessä lääkäriin hoidon aikana mm. puhelimitse. (Ensihoito. Pelastustoimi.)



Kuva 3. Käpylän pelastusaseman ensihoitoyksikkö

Ensihoitopalvelulla on Helsingissä käytössään vain autoja kulkuneuvoinaan. Tähän on päädytty sen takia, että ne palvelevat parhaiten Helsingin kaupunkiympäristössä väli-matkojen ja tavoitettavuuden kannalta. Yllä olevassa kuvassa (kuva 3) on Käpylän pe-lastusaseman, perustason yksikkö EHE1342.

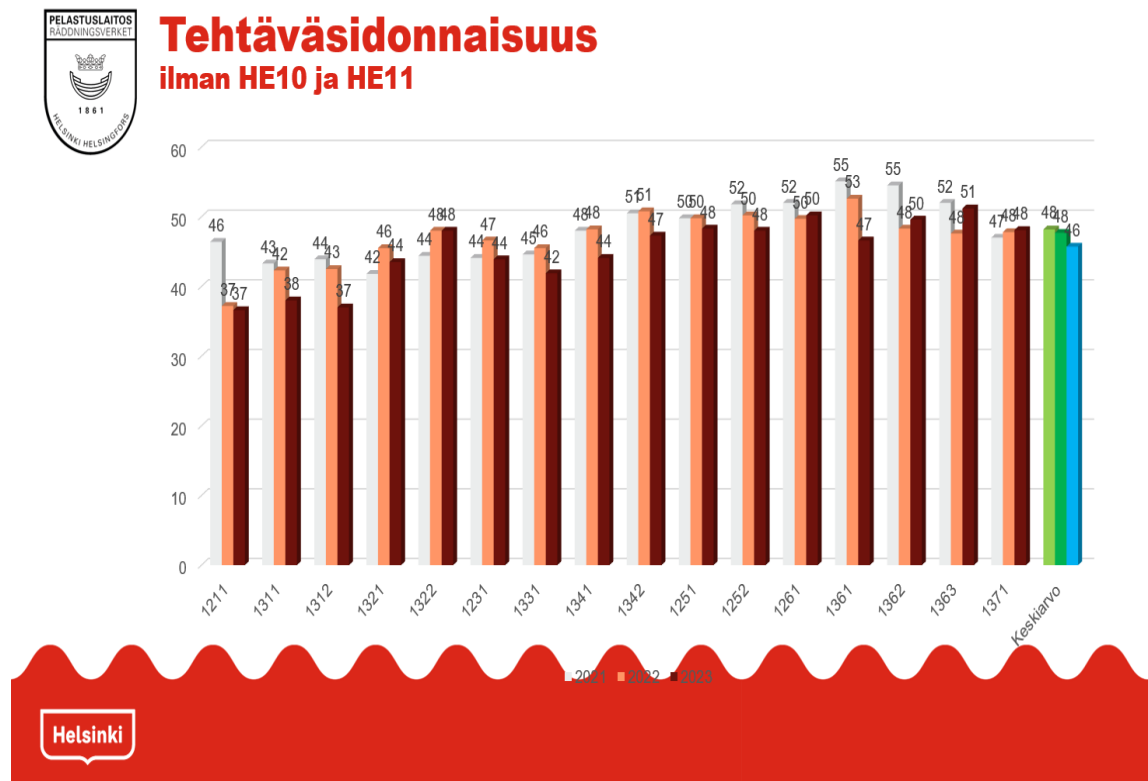
3.2 Ambulanssilta vaadittavat tekniset ominaisuudet

Kaikkia ambulansseja Euroopassa sitoo standardi EN 1789:2007+A1:2010 "Medical vehicles and their equipment – Road ambulances". Suomen standardisoimisliitto SFS on vahvistanut sen kansalliseksi standardiksi Suomessa. Kyseisessä standardissa esitetään vaatimukset tieliikenteessä kulkevien potilasta kuljettavien ambulanssien suunnittelulle, testaukselle, suorituskyvyille ja varustukselle. Se sisältää myös vaatimuksia potilastilan suhteen (SFS-EN 1789 + A1: 8). Standardi ottaa kantaa mm. Ambulanssin mittoihin, kiihtyvyyteen, paloturvallisuuteen, ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmiin, valaistuksiin, sekä melutasoon. Standardi antaa lisäksi ohjeet, joiden mukaan ambulansseja tulee testata ennen käyttöönottoa. Standardin tavoitteena on, että ambulanssit ovat riittävän tehokkaita hälytysajoon (kiihtyvyydesti), mahtuvat ajamaan ulkomittojensa puolesta pelastusteille (ulkomittamaksimit). Ambulansseissa tulee myös olla tarpeeksi tilaa, sekä turvallista hoitaa potilasta ambulanssin sisällä (sisätilan mitoitus ja lääkitäilaitteiden kiinnitys auton sisälle huomioiden käytettävyyden). Standardi on kuitenkin 14 vuotta vanha, eikä ota mitään kantaa ambulanssin käyttövoimaan tai toimintamatkaan. (SFS-EN 1789 + A1: 66.) Tämän lisäksi pelastuslaitos voi kilpailuttaessaan ambulanssihankintoja esittää omat vaatimuksensa kalustolle. Helsingin Kaupungin Pelastuslaitos on viimeisimmässä ambulanssikilpailuksessaan vaatinut mm. Diesel-moottoria, jonka teho on vähintään 135kW ja vääntö vähintään 430 Nm. Lisäksi ajoneuvon vaihteiston tulee soveltua vaativaan kiireelliseen hälytysajoon ja kestää sitä vähintään 4 vuotta ja 140 000 km. Myös ajoneuvon paino on rajoitettu 4100 kiloon, korkeus 2740 millimetriin, sekä sisätilan mitoista ja koritöistä on annettu erikseen omat tarkat ohjeet ja mitat, jotka tulee täyttyä, jotta ambulanssi on käytettävyydeltään ja suorituskyvyltään sellainen, että se suoriutuu tehtävistään Helsingissä. (Julkiset hankinnat.)

3.3 Tehtävisidonnaisuus ambulanssilla

Tässä opinnäytetyössä on tuotu esille Helsingin Kaupungin Pelastuslaitoksen ylläpitämiä tilastoja vuoden 2023 tehtävisidonnaisuuksista. Tehtävisidonnaisuus koostuu yksikön tehtävän saannista, liikkeelle lähtöön, kohteeseen saapumiseen, kuljetukseen tai kuljettamatta jättämiseen, matkasta sairaalaan tai kohteesta takaisin aina asemalle asti takaisin. Tieto on oleellinen ja osoitettu ennalta-arvaamattomaksi, sillä autojen käyttöä rytmittää tehtävät, jotka tulevat hätäkeskuksesta. Ajat eivät tilastollisesti ole yhtäjaksoisia. Esimerkiksi, jos yksikön vuorokauden tehtävisidonnaisuus kahdenkymmenen neljän tunnin sisällä on 50 %:ia, se ei tarkoita, että se jakautuu tasaisesti vuorokaudelle. Esimerkkinä se voi tarkoittaa yhtäjaksoista ja tasaista asemalta poissaoloaika

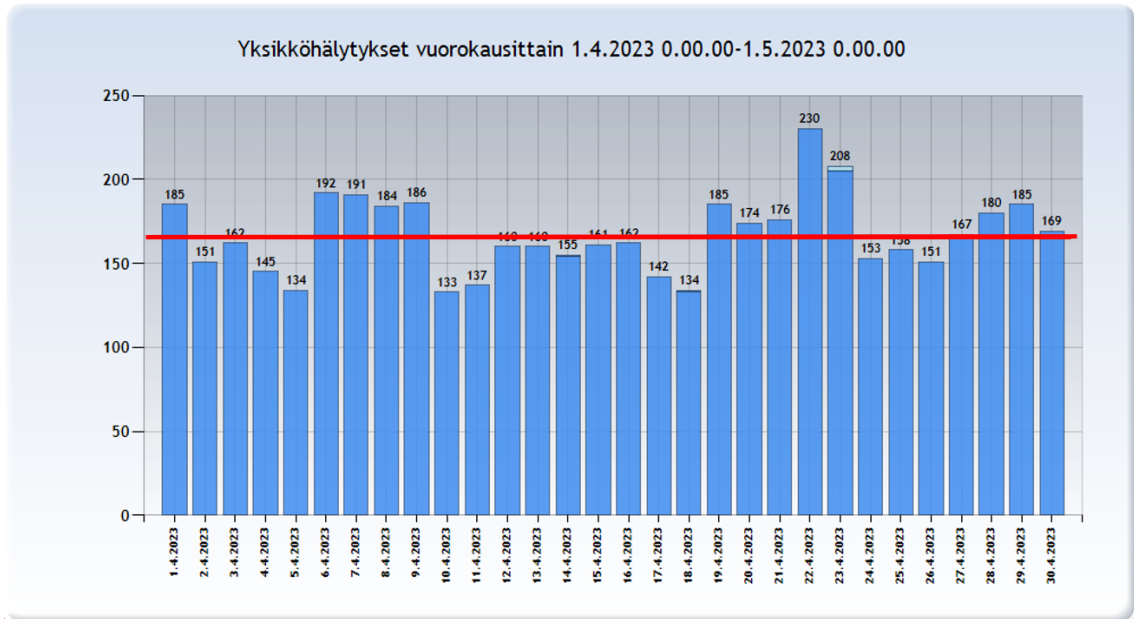
esimerkiksi kahdeksan tunnin ajan. Tämän osoitetun seikan takia toimintasäde ja lausajat autolle ovat oleellisia toiminnan varmistamisen takia.



Kuva 4. Vuoden 2023 tehtäväsidonnaisuus yksiköittäin. Ilman HE10 = lääkäriambulanssi ja HE11 = ensihoidon kenttäjohtajan yksikkö.

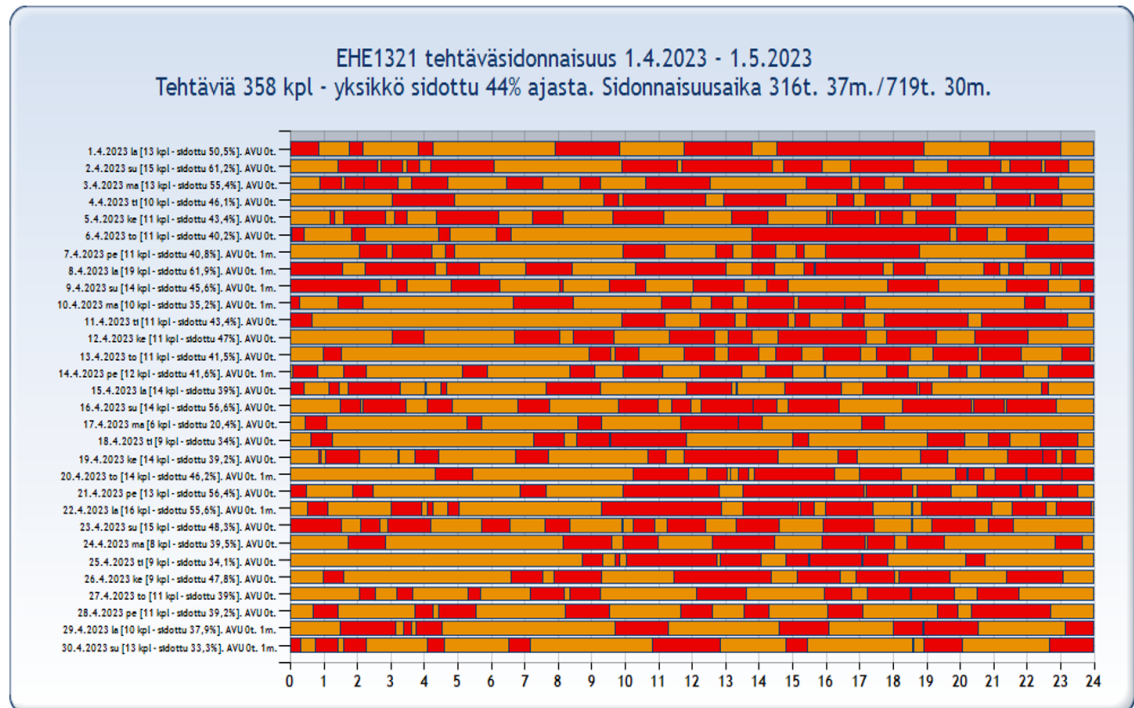
Yllä on osoitettuna yksikkökohtaisia tilastoja aikavälillä 1.4.-30.4.2023 (kuva 4). Kyseinen kuukausi sisältää yhden ruuhkahuippuisimmista päivistä keskiarvoisesti koko vuonna: vappupäivän ja vapun aaton. Mahdollisesti tulevien täyssähköisten autojen tulisi suoriutua sekä pyhäpäivistä ja tavanomaisemmista arkipäivistä. Ennakoon tiedetyille kiireisille päiville ei ole tarkoituksen mukaista hankkia tai säilyttää erikseen omia autoja, vaan kaikki tulevat hankinnat on suunniteltu jokapäiväiseen käyttöön tehtäväsidonnaisuuksien ja hälytysmäärien huomattava vaihteluväli huomioiden.

Vaikka kiireiset päivät tiedetään etukäteen ja niihin myös varaudutaan ennakoon mahdollisesti jo etukäteen perustamalla lisäyksiköitä tai ylityöautoja, voi tavanomainenkin päivä osoittautua tehtäväsidonnaisuudeltaan tai tehtävämäärältään korkeaksi.



Kuva 5. 1.4-30.4.2023 Vuorokausittaiset hälytykset. Oranssi poikkiviiva kuvaa keskiarvoa

Yllä olevassa kuvassa (kuva 5) on koko Helsingin pelastuslaitoksen ensihoitopalvelun tehtävämäärät vuorokausittain koko huhtikuulta. Vuorokausittaisten hälytysten vaihteluväli on huomattava mikä osaltaan asettaa vaatimuksia täyssähköambulanssin korkeajänniteakun latauskapasiteetille ja toimintasäteelle.



Kuva 6. EHE1321 tehtäväsidonnoisuus ja yksikköhälytykset.

Yllä oleva kuva (kuva 6) on huhtikuun 2023 tehtävisidonnaisuuden visuaalinen kuvaus EHE1321 yksikölle. Kuvan vasemmassa reunassa numeerisesti kunkin päivän osalta hälytysmäärät ja tehtävisidonnaisuus prosentteina. Oikealla olevassa graafissa miten tehtävisidonnaisuus on jakautunut vuorokaudelle. Punainen palkki kuvaa tehtävälle sidottua aikaa, oranssi puolestaan ns. vapaana oloa. Esimerkiksi 8.4.2024 EHE1321:llä on ollut 19 hälytystä ja yksikön tehtävisidonnaisuus 24H aikajaksolle on ollut 61,9 %.

3.4 Ambulanssilta vaadittavia ominaisuuksia, toimintavarmuus ja toimintasäde

Ambulanssin tulee kyetä suoriutumaan hätäkeskuksen sille antamista tehtävistä ympäri vuorokauden. On siis syytä arvioida, kykeneekö sähköinen ambulanssi suoriutumaan sille annetuista tehtävistä yhtä luotettavasti kuin polttomoottorikäyttöinen ambulanssi. Polttomoottorikäyttöisen ambulanssin tankkaaminen kestää kuitenkin vain parisen minuuttia, kun taas sähkökäyttöisen lataaminen useita kymmeniä minutteja (Sähköautot. Motiva). Nykyisessä maailmantilanteessa on myös syytä ottaa huomioon poikkeusolot. Sähköverkon mahdollisessa toimintahäiriöissä ei pelastuslaitoksen käytössä olevien varavoimageneraattoreiden kapasiteetti tule riittämään sähköautojen lataamiseen. Dieselpolttoöljyä voi sen sijaan varastoida poikkeusoloissakin normaaliin tapaan. (Polttoaineensaannin varmistaminen ja mitoitusperiaatteet pelastustoimessa 2020: 18)

Toimintamatkalla tarkoitetaan enimmäismatkaa, jonka sähköautolla voi ajaa täyteen ladatulla akulla (Sähköautosanasto). Operatiivisessa käytössä olevien ambulanssien toimintasäde on oleellinen toimintavarmuuden kannalta. Ambulanssien toimintaympäristö on sidottu tehtävisidonnaisuuteen ja niiden käyttö pääosin tapahtuu tankkaus- ja latauspisteiden ulkopuolella kaupunkiympäristössä.

3.4.1 Sähkö ajoneuvon käyttövoimana

Sähköautossa kaikki ajamiseen käytettävä energia varastoidaan akkuihin. Tarkemmin sanottuna suljettuihin kennoihin, jotka ladataan ulkopuolisesta lähteestä saatavan sähköenergian avulla. Tavallisten jarrujen lisäksi sähköautoa hidastetaan sen omalla moottorilla. Tällöin moottori toimii generaattorina ja auto kykenee kierrättämään osan auton kiihdyttämiseen kulutetusta energiasta. Jarrutusenergiaa voidaan myös varastoida kondensaattoreihin, jotka ovat akkua nopeampia ottamaan energiaa vastaan ja purkamaan suuriakin sähkövarauksia nopeasti. Sähkömoottoreita on erilaisia ja eri kokoisia. Sähköautosta riippuen, siinä voi olla yksi suuri moottori tai useampia pienempiä sähkö-

moottoreita. Sähkömoottoreita voi sijoittaa esim. pyörän napoihin, jolloin saadaan mahdollistettua helposti erilaisia vetotapoja. Napamoottorit antavat myös huomattavia vapauksia auton alustarakenteen suunnitteluun, sekä lisäävät sähköauton jousittamantonta massaa. Sähköautot ovat suurelta osin automaattivaihteisia ja sähkömoottori tarjoaa siitä huolimatta laajan kierroslukualueen käyttöön. Sähköauton ohjauselektronikka huolehtii järjestelmän toiminnan ohjaamisesta ja tehonsäädöstä (Sähköautot. Motiva).

3.4.2 Sähkön kulutus

Sähköauto on energiatehokkuudeltaan paljon polttomoottoriautoja parempi, vaikka sen kulutuksessa on suurta olosuhdevaihtelua, johtuen eritoten ulkoilman lämpötilasta. Sähköhenkilöauton kulutus mahtuu kuitenkin aina ympärivuoden välille 15–35 kWh/100 km. Kun taas dieselauto, joka kuluttaa 5 l/100 km, tarvitsee noin 50 kWh/100 km ja bensiiniauto 8 l/100 km kulutuksella noin 72 kWh/100 km. Sähköauto jää kuitenkin toimintasäteeltään vielä polttomoottoriautojen varjoon, johtuen energiavaraston energiatiheydestä. Dieselpolttoaineen energiatiheys on noin 12 kWh/kg, joten 50 litralla dieseliä voi ajaa noin 1000 km. Kun taas litiumakun energiatiheys on noin 0,1 kWh/kg, jolloin 1000 km:n toimintasädettä varten tarvittaisi noin 1000 kg:n painoinen akku. (Sähköautot. Motiva.)

Kaikki apulaitteet mm. Ohjaus- ja jarrutehostin, sekä ilmastointi- ja lämmityslaitteet toimivat sähköautossa luonnollisesti sähköllä. Sähköautoihin voi myös asentaa polttoainekäyttöisiä lisälämmittimiä. Kuljettaja voi seurata informaationäytöiltä, kuinka ajotapa ja apulaitteiden käyttö kuluttaa akkua, sekä paljonko jäljellä oleva toimintamatka on. (Sähköautot. Motiva.)

Litium/grafiittikennon suorituskyky ja energian siirto laskee lämpötilan pudotessa, lähtökohtana huoneenlämpötila, joka on noin 20 Celsius astetta. Varastointi ja energian siirtokyky heikkenee noin 12 % laskennallisesti, lämpötilan laskiessa 0 Celsiusukseen. Kyseessä pelkkien irrallisten akkujen testaus, ei sähköautoissa kiinni olevien (Zhang & Xu & T.R. 2002: 246.) Yhden tutkimuksen osoitus energian kulutuksen kasvusta lämpötilan vaihtelun vaikutuksesta.

4 Opinnäytetyön tarkoitus, tavoite ja tutkimuskysymykset

Opinnäytetyö toteutetaan yhteistyössä Helsingin Kaupungin Pelastuslaitoksen kanssa. Opinnäytetyön tarkoituksena on scoping-katsauksen keinoin tarkastella sähköisten ambulanssien tai muiden vastaavien operatiivisten yksiköiden (hälytysajoneuvojen) hyödyntämistä operatiivisessa toiminnassa kansainvälisesti ja kansallisesti. Tavoitteena on tuottaa tietoa aiheeseen liittyen Helsingin Kaupungin Pelastuslaitoksella myöhemmin toteutettavan selvitystyön pohjaksi/tueksi.

Opinnäytetyötä ohjaavat seuraavat tutkimuskysymykset:

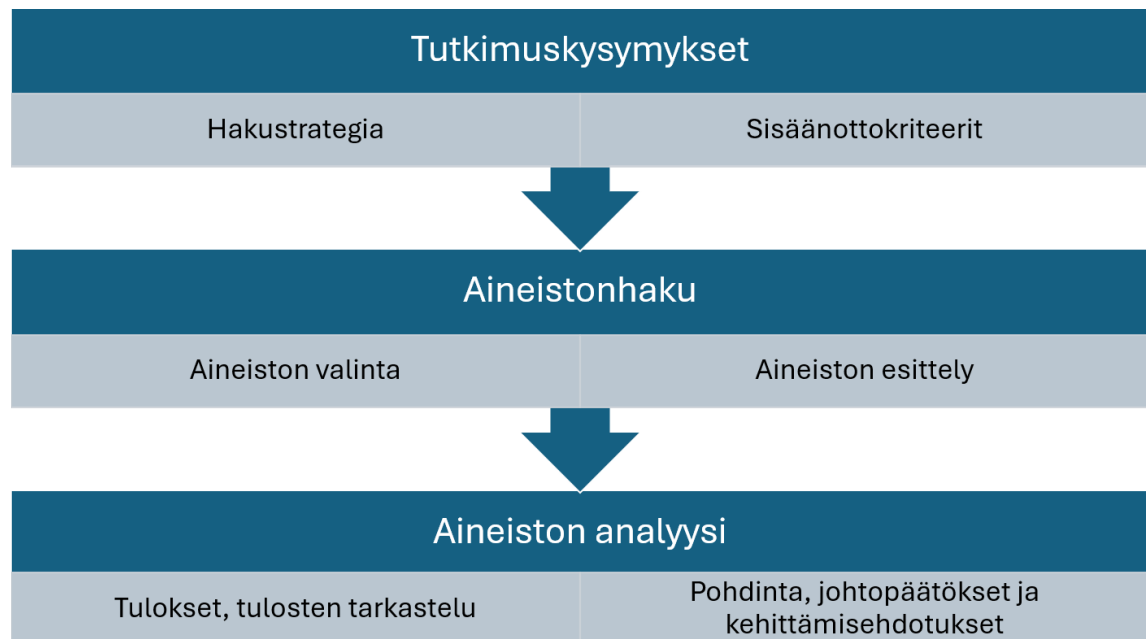
1. Millaisia käytössä olevia sähköisiä ambulansseja tai operatiivisia yksiköitä on raportoitu aiempien tutkimusten tai muun kirjallisuuden perusteella?
2. Miten eri sähköisten operatiivisten yksiköiden toimintavarmuus on tarkastettu operatiivisessa käytössä?

5 Scoping-katsaus opinnäytetyön menetelmänä

5.1 Scoping-katsaus

Opinnäytetyön menetelmänä on scoping-katsaus. Katsauksella kuvaillaan aikaisempia tutkimuksia, niiden laajuuksia, syvyyksiä ja määrää. Scoping-katsaus pyrkii kuvailemaan viimeaikaista tai aikaisemmin tiettyyn aihealueeseen kohdistuneita tutkimuksia ja artikkeleita (Axelin & Stolt & Suhonen 2016: 9). Scoping-mallin mukaisesti pyrimme tarkastelemaan kaikkea olemassa olevaa kohdealueeseen kuuluvaa tutkimuksia ja artikkeleita, huolimatta siitä millaisia asetelmia on käytetty. Hyödynnettävänä voi olla myös menossa olevia osittain raportoimattomiakin lähteitä. Tällainen menetelmä ei tyypillisesti sisällä alkuperäisen aineiston laadun arviointia. Katsauksen mallille ei ole asetettu tiukkoja rajoituksia. Ongelmallista tässä on, että katsauksen tekijät tekevät johtopäätökset tutkimusten määrän ja tarkastelunäkökulman perusteella, ja vähemmälle jää tutkimusmenetelmät ja edellä mainittu laadun arviointi. Tämä malli kuitenkin sopi täyssähköisten operatiivisten autojen kirjallisuuskatsauksen tekemiseen, sillä tiedon määrä on tällä hetkellä vähäistä ja rajallista. (Axelin ym. 2016: 10). Menetelmää varten on laadittu tavoite, tarkoitus ja tutkimuskysymykset ja suoritettu tiedonhaku ja valittu aineisto. Laadun arviointi on kuitenkin osoittautunut jokseenkin haastavaksi, sillä aineisto koostuu

myös artikkeleista ja opinnäytetöistä. Lähdeaineistoa valittaessa arvioitiin kuitenkin kä-sillä olevan aineiston laatua, luotettavuutta ja lähdettä. Aineiston valinnan jälkeen sen sisällöstä koottiin tutkimuskysymyksiä vastaavat tulokset, tulosten tarkastelu ja poh-dinta ja jatkoehdotukset alla olevan kaavion mukaisesti (kuvio 1). Prosessia taltioitiin vaihe vaiheelta läpinäkyvyyden ja toistettavuuden lisäämiseksi (Godfrey & Khalil & McI-nerney & Munn & Peters & Tricco 2020).

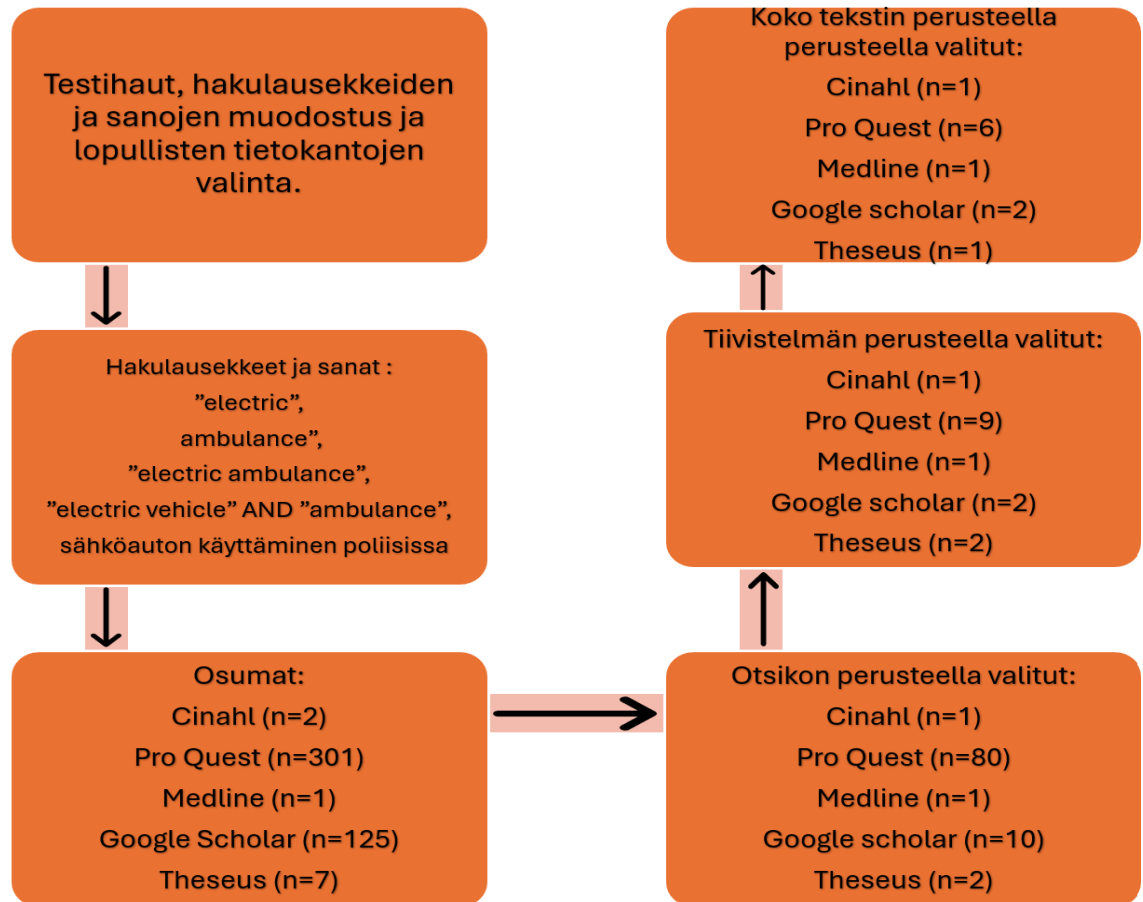


Kuvio 1. Jukarainen & Savolainen & Vimpari 2024, Power point -kaavio mukaillen Godfrey ym. 2020

5.2 Tiedonhaku ja aineistovalinta

Tähän opinnäytetyöhön on käytetty useampaa kansainvälistä ja kansallista tietokantaa eri tieteenaloilta. Käytössä alustavasti oli sosiaali- ja terveysalan tietokannat, joissa suoritettiin lukuisia testihakuja. Cinahl, Pub Med, Science direct, Pro Quest, Medline, Medic. Lisäksi hakua jo testivaiheessa täydennettiin manuaalisilla hauilla, Finnasta, MetCat finnasta, Google scholarista ja Theseuksesta. Sillä jo testihakuvaiheessa ja hakusanojen ja lausekkeiden muodostamisen vaiheessa havaittiin tiedon rajallisuus. Lopullisina aineistojen tietokantoina toimivat Cinahl, Pub Med, Pro Quest, Medline ja manuaalisen haun puolelta Google scholar ja Theseus. Lopulliset käytetyt tietokannat on esitetty kappaleen alla olevassa taulukossa 1. Testihakujen perusteella muodostettiin lopulliset hakusanat ja hakulausekkeet. Hakusanat ja lausekkeet muodostuivat englanninkielisistä sanoista ja Theseuksessa suomenkielisistä sanoista. Hakusanojen muo-

dostaminen oli haastavaa ja aikaa vievää. Niiden kokeileminen ja löytäminen tuotti vaikeuksia, sillä sanat itsessään liittyvät myös tekniikan alan sanastoon, kuten ajoneuvoihin. Hakusanat ja lausekkeet muodostuivat “electric”, “ambulance”, “electric ambulance”, “electric vehicle” AND “ambulance” ja suomenkielinen hakulauseke oli, sähköauton käyttäminen poliisissa. Englanninkielisiin hakulausekkeisiin ja sanoihin ei haluttu lisätä police, sillä aineistoa saatiin jo näillä keinoin riittävästi tuloksien saamiseksi. Hakusanat ja niiden tulokset on esitetty liitteessä 1 (tiedonhaun taulukko). Haun rajauksena muut kuin suomen- ja englanninkieliset. Haussa etsittiin operatiivista toimintaa ja täyssähköisiä ambulansseja sisältävää aineistoa. Sisäänottokriteerinä tutkimukset ja artikkelit koskevat operatiivista toimintaa, sisältävät tietoa täyssähköisistä autoista operatiivisessa toiminnassa ja sisältävät tietoa niiden käytöstä, tutkimisesta tai tiedottamisesta. Poissulun kriteerit, eivät sisällä tietoa täyssähköisistä autoista operatiivisesta toiminnasta ja eivät sisällä tietoa operatiivisesta toiminnasta ensihoidossa tai poliisissa (Taulukko 1). Aihe on tällä hetkellä uusi ja kaikki tutkimuskysymyksiä vastaava aineisto pyrittiin ottamaan mukaan. Haut tuottivat yhteensä 436 viitettä, joista otsikon perusteella mukaan valikoitui 116 tutkimusta ja artikkelia. Seuraavaksi tiivistelmän perusteella 22. Ja koko tekstin perusteella 11. Alla olevassa kuviossa esitettyä tiedonhaun tulokset (Kuvio 2). Manuaalisella haulla aineistoa täydennettiin jo alkuvaiheessa aineiston saatavuuden haasteellisuuden takia, siitä huolimatta yhtään varsinaista käyttökokeusta sisältävää tietoa emme löytäneet. Työn tekohetkellä ja tekijöiden tiedossa oli työn aloitusvaiheessa jo, että poliisilla on Suomessa yksi käytössä oleva sähköinen ajoneuvo operatiivisessa käytössä. Täten Theseuksesta opinnäytetyö otettiin mukaan, joka sisältää tietoa käyttökokeuksista. Tutkimukset, artikkelit ja diplomityö ovat englanninkielisiä ja opinnäytetyö suomenkielinen.



Kuvio 2. Tiedonhaun aineiston valinta (Jukarainen & Savolainen & Vimpari power point mukailen Salminen 2011: 16–20).

Taulukko 1. Sisäänoton- ja poissulun kriteerit.

Sisäänottokriteerit	Poissulun kriteerit
Sisältävät tietoa operatiivisesta toiminnasta JA täyssähköisistä autoista JA niiden tutkimisesta tai tiedottamisesta operatiivisessa käytössä	Eivät sisällä tietoa täyssähköisistä autoista operatiivisesta toiminnasta JA eivät sisällä tietoa operatiivisesta toiminnasta ensihoidossa tai poliisissa (siirtoambulanssit, hallinnollisessa toiminnassa käytettävät autot yms. operatiiviseen toimintaan kuulumattomat tutkimukset/artikkelit/tiedotteet ja sähköverkoston laskennalliset kattavuuden tutkielmat)

5.3 Analyysi

Scoping-katsaus on usein valittu arvioimaan, onko ylipäätään systemaattinen katsaus mahdollista ja onko kirjallisuus riittävää systemaattisen katsauksen tekemiseksi. Usein saadulle aineistolle tullaan tekemään kriittisempi uudelleen analysointi ja tarkastelu (Axelin ym. 2016: 11). Analysointi ja tarkastelu toteutettiin tutkimuskysymysten pohjalta, verraten kerättyyn tietoon ja peilaten operatiiviseen toimintaan Helsingin kaupungin ensihoidossa. Aineisto luettiin useamman kerran läpi ja perehdyttiin teoksiin. Tämän jälkeen aineistosta koottiin ja nostettiin esille tutkimuskysymyksiä vastaava tieto, josta tulokset koottiin.

6 Tulokset

Lopullinen aineisto koostui 11 erinäisestä teoksesta. Kolmesta kansainvälisestä tutkimuksesta (n=3), yhdestä suomalaisesta opinnäytetyöstä (n=1), yhdestä hollantilaisesta diplomityöstä (n=1) ja kuudesta kansainvälisestä aihealuetta käsittelevästä muusta kuin tutkimusartikkelista (n=6). Aineisto edusti kaikkeaan kahdeksaa eri maata. Brittiläinen haastattelututkimus pohti jo vuonna 2013 ambulanssien sähköistymistä (Baker & Hignett & Mansfield 2013) Yhdysvaltalainen, San Fransisco (Rottkamp & Schubert, & Strauß 2023) tutkimus, sekä hollantilainen (Hessel 2017) diplomityö puolestaan perehtyivät tietokonesimulaatiomallien avulla tutkimaan mahdollisuutta siirtyä täyssähköisiin ambulansseihin. Näiden lisäksi kreikkalainen tutkimus pohti tekoälyn merkitystä siirryttäessä sähköisiin ambulansseihin (Bamidis & Billis & Rigas 2022). Taiwanilainen tutkimus perehtyi laskelmissaan tarkastelemaan taloudellista näkökulmaa sähköambulanssiin siirryttäessä (Chien-Chin & Rong-Ceng & Yih-Her 2024). Tutkittua tietoa sähköisten operatiivisten ensihoitoyksiköiden käyttökokemuksista ei löytynyt, joten työhön valikoitui Poliisiammattikorkeakoulun opinnäytetyö, jossa haastateltiin sähköisellä poliisiautolla operatiivista työtä tehneitä henkilöitä (Helin & Heikinheimo 2020). Artikkeleita sähköisten ambulanssien käyttöönotoista ja hankinnoista löytyi puolestaan runsaasti ympäri maailmaa.

6.1 Minkälaisia tuloksia tai tietoa on raportoitu sähköisistä ambulansseista tai muista operatiivisista yksiköistä

Sähköautojen historia alkaa 1830-luvulta, jolloin skotlantilainen Robert Anderson kehitti ensimmäisen sähköauton. Ladattavat akut kuitenkin keksittiin vasta 1859, joten Andersonin keksintö ei tuolloin saanut tuulta purjeisiin. 1900-luvulla kolmannes Yhdysvaltojen

autokannasta oli kuitenkin jo sähköistä. Vuonna 1897 parhaiten myynyt auto oli sähköinen ja kun Presidentti McKinleytä ammuttiin 1901 hänet kuljetettiin sairaalaan sähköambulanssilla. Sähköautojen tulevaisuus näytti lupaavalta ja sähkötakseja oli ajossa Lontoossakin. Vuonna 1908 Berliinin paloautotkin kulkivat sähköin voimin. 1930-luvulla sähköstartin keksiminen mullisti polttomoottoriautojen käytön ja näin polttomoottoriautoon verraten lyhyt toimintamatka ja epäkäytännöllinen lataamisaika ajoi sähköautojen suosion alas. (Beddington 2023).

Journal of Paramedic Practice julkaisi vuonna 2013 brittiläisen tutkimuksen, jossa kohteena oli yhden ensihoitajan sähkökäyttöinen ambulanssi. Mallikappaleeksi rakennettua Nissan NV200-täyssähköautoa esiteltiin viidessä eri sairaanhoitopiirissä ja sen tulevaisuutta pohdittiin yhdessä paikallisten ensihoitajien kanssa. Sähköautojen toimintamatka ja tehokkuus olivat suurena huolenaiheena, kyseisen auton toimintamatkan ollessa 70–130 mailia (110–210 km) ja huippunopeuden rajoituttua 90 mailiin tunnissa (144 km/h). Tällöin osattiin jo kuitenkin ennustaa akkuteknologian kehittyvän nykyiselleen. Tutkimukseen osallistuneet ensihoitajat olivat kuitenkin vuonna 2013 sitä mieltä, että jo sen aikaista em. Nissan NV200-täyssähköautoa voisi käyttää kokeilumielessä kaupunkien keskustoissa ja esim. yleisötapahtumissa. Akkujen kehittyttyä ja toimintamatkan noustessa 300 mailin tasolle (480 km) olivat tutkimuksen ensihoitajat valmiita siirtymään täyssähköisten ambulanssien käyttöön täysin. (Baker ym. 2013.)

Vaikka uutisia uusista käyttöön otetuista sähköambulansseista on ympäri maailmaa ei varsinaisia tutkimusraportteja, tai muuta tutkimuksellista näyttöä niiden käytöstä kuitenkaan löydy. Iso-Britannian ensimmäinen sähköambulanssi otettiin käyttöön lokakuussa 2020 Birminghamin keskustan alueelle (Press Association Limited 2020). Yhdysvalloissa ensimmäiset Ford T350 –merkkiset sähköambulanssit tulivat käyttöön Kaliforniassa huhtikuussa 2022 (News Bites Pty Ltd 2021). Kanadan ensimmäisistä, Demerssin valmistamista sähköisistä ambulansseista uutisoitiin puolestaan 18.10.2021. Ambulansseja oli kehitetty viisi vuotta puhtaasti ensihoitajien tarpeita ajatellen. Demerssin ja Lion Electricin sähköambulanssin hehkutettiin olevan maailman ensimmäinen sähköauto, joka on kehitetty pelkästään ambulanssi käyttöön. (Virgie 2021.) New Jersey osavaltio on tilannut kaksi kappaletta kyseisiä Demerssin sähköambulansseja, korvaamaan kaksi dieselkäyttöistä ambulanssia (US Fed News Service 2022).

Poliisiammattikorkeakoulun opinnäytetyöhön haastateltiin vuonna 2022 Hämeen poliisilaitoksella operatiivisessa työssä olleita henkilöitä, joilla on käyttökokemusta sähköisen poliisiauton käyttämisestä operatiivisessa työssä. Tutkimuksen Mercedes-Benz eVito

on ollut käytössä Hämeen poliisilla vuodesta 2021 ja sitä on arvioitu sekä talvi- ja kesäkäytössä. Arvion mukaan suurimmat epävarmuustekijät liittyvät sähköauton suoriutumiseen talviolosuhteissa, sekä toimintavarmuuteen toimintamatkan osalta. (Helin & Heikinheimo 2022.)

Opinnäytetyön haastattelututkimuksessa kaikki haastatellut ilmaisivat huolensa auton toimintamatkasta ja sen riittävydestä hälytystehtäviin. Erityisesti huolta herätti auton toimintakyky tehtäville lähdeettäessä, koska todellista toimintamatkaa ei voi arvioida tarkasti. Auton suorituskyky erityisesti talviolosuhteissa mainittiin lisäksi yhtenä epävarmuustekijänä ja ongelmana, koska kylmällä auton toimintamatka oli tippunut merkittävästi kasvaneen sähkön kulutuksen vuoksi. Myös hälytysajon normaalia korkeampi ajonopeus oli haastateltujen mukaan tiputtanut toimintamatkaa reilusti. Kaikki kolmesta haastatelluista kertoivat joutuneensa kieltäytymään hätäkeskuksen antamasta tehtävästä tai lopettamaan työvuoronsa kesken, koska auton toimintamatka ei ollut riittävä, ja akkuja olisi täytynyt ladata. Päästöjen vähentämistä pidettiin vähemmän merkityksellisenä verrattuna auton toiminta- ja suorituskykyyn, jotka koettiin keskeisiksi tekijöiksi poliisin työssä. Lisäksi huolta herätti latausinfrastruktuurin riittävyys työtehtävien suorittamiseen. Tässä tutkimuksessa käytettyä poliisiautoa oli mahdollista ladata vain poliisiasemalla ja tutkimuksessa todetaan, että käyttöönotto edellyttäisi koko maan kattavaa latausverkkoa. (Helin & Heikinheimo 2022.)

6.2 Taloudellinen näkökulma

Taiwanilaisessa tutkimuksessa selvitettiin taloudellista mahdollisuutta korvata Kaohsiung Cityn kolme dieselkäyttöistä ambulanssia sähköambulansseilla. Tutkimuksessa esitettiin laajoja laskelmia sähkönhinnan vaihtelusta, ja siitä kuinka tämä vaikuttaisi sähköambulanssin käyttökuluihin ja toisi säästöä kustannuksissa. Tutkimuksessa pohdittiin myös sähköverkon kestämistä kulutuspiikkien aikaan. Kaohsiung Cityn ambulanssit ajavat kuitenkin niin vähän tehtäviä, että lataamisen voisi tutkimuksen mukaan suorittaa yöaikaan. Tästä huolimatta sähköambulanssien tulisi tutkimuksen mukaan laskennallisesti suoriutua tehtävistään perinteisten polttomoottorikäyttöisten tapaan. Tutkimuksen sähköambulanssit ovat kuitenkin noin 38 %:ia kalliimpia hankintahinnaltaan kuin polttomoottoriversionsa, sekä tarvitsevat tuhansien eurojen latausasemien hankinnan, ja ovat vain hieman edullisempia huoltokuluarvioiltaan. Näin ollen ne eivät tutkimuksen mukaan toisi säästöä vuositasolla, verrattuna jo olemassa oleviin poltto-

moottoriambulansseihin. Tässä tulee toki ottaa huomioon, että kaupungin kolme ambulanssia ajavat yhteensä vain noin 25000 km vuodessa. Huomion arvoista on myös se, että tutkimuksen laskelmien polttoainekulut perustavat toteutuneisiin ajomääriin, mutta sähköambulanssien kulutus lasketaan suoraan valmistajan ilmoittamien lukemien mukaan, eikä se siten ota huomioon hälytysajon vaikutusta kulutukseen. (Chien-Chin ym. 2024.)

6.3 Miten on tarkasteltu eri sähköisten operatiivisten yksiköiden toimintavarmuutta operatiivisessa käytössä

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa ja hollantilaisessa diplomityössä käytettiin tietokonepohjaista simulaatiomallia, kun tutkittiin sähköambulanssien mahdollisuutta selviytyä laskennallisesti tutkittujen kaupunkien ensihoitotehtävistä. Lähtökohtainen näkökulma molemmissa oli, se että riittävätkö toimintamatkat, suorituskyky, akkujen kesto ja latausmahdollisuudet ylläpitämään ensihoitopalvelun tason nykyisellään. (Rottkamp ym. 2023; Hessel 2017.)

Yhdysvaltalaisessa tutkimuksessa luotiin simulaatiossa onnistuneesti uusi näkökulma, jossa ambulanssien tehtävien välinen palaaminen asemalle luotiin täysin uusiksi sähköambulansseja varten. Tutkijat loivat DEAR eli Dynamic electric ambulance redeployment-mallin, jota tutkijat testasivat tietokonesimulaatiossa. Tarkoituksena oli "ajattaa" sähköambulansseja täysin uudella tavalla. Tutkimuksessa havaittiin, että nykyisen San Franciscon-mallin sijaan, jossa tehtävältä paluun jälkeen palataan aina samalle tukiasemalle, täyssähkökäyttöisiä autoja varten tarvittaisiin uudistettu malli, jossa autot voisivat vaihtoehtoisesti palata mille tahansa tukiasemalle. Tällä mallilla he onnistuivat luomaan järjestelmän, joka mahdollistaisi siirtymän täyssähköisiin ambulansseihin San Franciscon kaupungissa, säilyttäen nykyisen palvelun tasonsa. Mikäli he vaihtoehtoisesti pysyvät nykyisessä staattisessa mallissa, jossa ambulanssit palaavat samalle asemalle mistä lähtivät tehtävälle, ei siirtyminen polttomoottorikäyttöisistä ambulansseista täyssähköisiin ambulansseihin onnistuisi, sillä akkujen kantama ja latausajat heikentäisivät huomattavasti nykyistä operatiivista tasoa ja tarvittavien ambulanssien määrä kasvaisi kolmesta viiteen, ja tästä huolimatta vasteajat kasvaisivat. (Rottkamp ym. 2023.)

Hollantilaisessa diplomityössä testattiin samaa ongelmaa lähes identtisellä tavalla. Tietokonepohjaisessa simulaatiossa käytettiin nykyistä toimintatapaa, mutta tässäkin tutkimuksessa jouduttiin kehittelemään uusi sähköambulansseille suunniteltu tapa palata

tehtävältä. Se tarjosi tehtävältä palaavalle sähköambulanssille vaihtoehdon ajaa toiselle tukiasemalle, vaihtaa auto toiseen täyssähkökäyttöiseen tarvittaessa ja palata sillä lähdeTTYyn tukiasemaan. Tällä laskelmalla ja simulaatiomallilla tekijä onnistui säilyttämään nykyisen palvelun tason, joskin ajokilometrit jokaista autoa kohden kasvoivat 730 km viikossa. (Hessel 2017.)

Kreikkalainen tutkimus puolestaan tarkastelee, kuinka tekoälyä voitaisiin käyttää apuna siirryttäessä sähköisiin ambulansseihin. Tekoäly voisi auttaa suunnittelemaan lataustarvetta ja tehtävien jakautumista yksiköiden välillä. Tutkimuksessa todetaan, että sähköambulanssien tullessa käyttöön, tarvitsee sähköautojen teknisten ominaisuuksien parantamisen lisäksi kehittää nopea ja tehokas järjestelmä, joka pystyy arvioimaan ja oppimaan tilastoista ambulanssien tehtäväsidonnaisuutta ja resursseja. Tekoäly voisi siis toimia keskeisessä roolissa varmistamassa sähköambulanssien toimintavarmuutta operatiivisessa käytössä. (Bamidis ym. 2022.)

7 Pohdinta

7.1 Tulosten tarkastelu

Vaikka Helinin ja Heikinheimon (2022) opinnäytetyössä tutkittiin sähköautoa poliisin työssä, voidaan tehdyn tutkimuksen perusteella tehdä alustavia arvioita myös sähköisten ambulanssien soveltuvuudesta operatiiviseen hälytystyöhön. Ambulansseille ja poliisipartioille tulevat tehtävät ovat samankaltaisia muun muassa niiden vaikean ennakoitavuuden osalta. Täytyy muistaa, että poliisin ja ensihoidon työssä erona on se, että poliisin työskentely tapahtuu useasti päivystäessä tien päällä ja poliisissa on mahdollista usein ladata sähköistä autoa vain tauoilla. Vaikea ennakoitavuus heijastuu helposti kysymykseen auton toimintamatkasta sekä suoritus- ja toimintakyvystä. Ensihoidon tehtävät ovat toimintamatkojen osalta usein helpommin määriteltävissä, mutta haasteita voisi tulla esimerkiksi siinä, mikäli toinen hälytys tulisi samalle ajossa olevalle yksikölle ennen kuin se on päässyt lataamaan autoa edellisen hälytyksen jälkeen. Tähän haasteeseen voisi vastata edellä esitetyn mukaisesti esimerkiksi latausinfraa laajentamalla. Sähköisten ambulanssien käyttöönottoon liittyen tämä on mielenkiintoinen ja tiedostettava haaste. Hyvinvointialueella pitäisi pilotoinnin jälkeen kenties rakentaa uutta latausinfraa sairaaloihin, jotta ambulanssia voisi ladata myös potilaan luovutuksen aikana, eikä pelkästään asemalla ollessa.

Simulaatiomallisissa tutkimuksissa (Rottkamp ym. 2023; Hessel 2017) jo pohjustuksessa todetaan, että nykyisellä operatiivisella mallilla eivät sähkökäyttöisten ambulanssien käyttö riittäisi ilman päivystävien autojen lukumäärän lisäämistä. Kehitellyissä mallissa kylläkin löydettiin tähän ratkaisu optimistisessä mielessä. Pohdittavaksi tulisi, että mitä muutoksia nämä uudet mallit toisivat käytäntöihin operatiivisen toimintaan. Nykyinen monialainen organisaatio joutuisi muuntautumaan melko suuresti, uusia ohjelmistoja ja koulutusta vaadittaisiin runsaasti. Tätä ei edellytettäisi pelkästään pelastuslaitoksen henkilökunnalle, vaan myös hätäkeskuksen toimijoille. Asemien ja sairaaloiden rakennuksien infra tulisi huomioida ennen siirtymää, sillä molemmissa oli ehdotettu ja laskettu, että pikalatauspaikat ovat lähestulkoon pakolliset niin asemille kuin sairaaloihin. Tämä johtuu siitä, että toimintavarmuus on todettu laskennallisesti autoilla mitä ei todellisuudessa ole olemassa. (Rottkamp ym. 2023; Hessel 2017).

Muutos itsessään ei tietysti aina ole huono asia, mutta oleellista siinä olisi myös huomioida se, että kuinka henkilöstö siihen suhtautuisi ja kuinka kuormittava toimintaympäristön muutos olisi henkilöstölle. Hollantilaisessa tutkimuksessa ehdotettiin esimerkiksi, että henkilöstö vaihtaisi täysin toiseen autoon toisella asemalla (Hessel 2017). Tällöin tulisi huomioida myös henkilökohtaisten varusteiden siirto, sekä auton täydentäminen välittömästi asemalla joka tehtävän jälkeen, sillä se saattaa päätyä jonkun toisen käyttöön. Lisäksi tulisi ottaa huomioon kaluston ja pientarvikkeiden tarkka sijoittelu ja tiedottaminen niiden paikoista. Tämä ei sallisi mitään henkilö- tai asemakohtaisia eroavaisuuksia, sekä tulisi kuormittamaan henkilöstöä totuttua enemmän.

Kahden em. tutkimuksen johtopäätöksissä todettiin, etteivät ne kykene laskemaan jo edellä mainittuja todellisia kuluksia ajolle (Rottkamp ym. 2023; Hessel 2017). Ne eivät myöskään huomioi muuta kalustoa, kuten potilaiden hoitamiseen tarvittavaa kalustoa ja auton teknisiä päätelaitteita, jotka vaativat jatkuvasti energiaa ylläpitämiseen. Nämä seikat tietysti herättävät allekirjoittaneissa kysymyksiä, joihin ei vastauksia löydy. Todellisilla käyttökokemuksilla olisi enemmän arvoa, mutta niitä ei ole ambulanssien osalta saatavilla.

Tärkeää Helinin ja Heikinheimon (2022) opinnäytetyön mukaan ottamiseen liittyen on myös se, että niin ambulanssien kuin poliisin työssä käytettävien ajoneuvojen on oltava nopeasti lähtövalmiita kaikissa olosuhteissa ja niiden toimintavarmuuteen ja kestävyyskykyyn on voitava luottaa myös kovissa nopeuksissa. Sähköautokokeilu poliisin työssä jätti sen käyttäjille epävarmuuden siitä, että nopeuden noustessa auton toimintamatka laski jyrkästi. Tämä voisi olla haaste myös sähköisten ambulanssien osalta, koska hälytysajoa ajetaan myös ensihoitopalvelussa. Poliisiammattikorkeakoulun tutkimus on

tehty Lahdessa Hämeen poliisilaitoksella. Helsingissä pilotoidessa olisi hyvä ottaa huomioon nimenomaan Helsingin erityistarpeet mm. lyhyet etäisyydet ja iso tehtävämäärä.

Sähköambulansseja on otettu viime vuosina käyttöön ympärimaailmaa, sekä niitä kehitellään jatkuvasti lisää sähköautoilun yleistyessä globaalisti. Tutkimuksia tai raportteja niiden käytöstä ei kuitenkaan juuri löydy. Taiwanilaisen tutkimuksen mukaan siirtyminen sähkökäyttöisiin ambulansseihin ei ole myöskään siellä taloudellisesti kannattavaa, kunnes sähköautojen hinnat tulevat alaspäin. Taiwanilaisen tutkimuksen (Chien-Chin ym. 2024) laskelmien perusteella kolmen sähköambulanssin lataamiskulut heidän kilometreillään ovat lataustavasta riippuen vain 300–400 dollaria vuodessa, kun taas polttoainekulut ovat noin 2000 dollaria vuodessa. Autot itsessään maksavat 30 000 dollaria diesel- ja 48 500 dollaria sähköajoneuvo. Näin ollen, vaikka ambulanssit olisivat Taiwanin mallin mukaan 10 vuotta käytössä, ei sähköambulansseihin siirtyminen toisi säästöä. Kokonaiskustannuksia täytyy kuitenkin tarkastella maa- ja aluekohtaisesti. Suomessa polttoaine on puolestaan sähköä kalliimpaa. Helsingin Mercedes-Benz Sprinter-malliset dieselambulanssit ovat kuitenkin hintaluokaltaan noin 160 000 euroa ilman arvonlisäveroa, ja painavat 3-4 kertaa enemmän kuin Taiwanin Opel Vivarot. Kilometrejä niihin kertyy myös 4-5 kertaa enemmän vuodessa ja käyttöikä on nykyisellään 3 vuotta. Edellä mainitut seikat tulisi ottaa huomioon arvioitaessa taloudellista hyötyä siirtymästä sähköisiin ambulansseihin. On myös täysin mahdotonta arvioida luotettavasti sähköambulanssin energiankulutusta ilman pilotointia, sillä hälytysajo poikkeaa suuresti normaaliajosta. Pidämmekin Taiwanilaisen tutkimuksen laskelmia puutteellisina, koska polttoainekulut perustavat toteutuneisiin ajomääriin, mutta sähköambulanssien kulutus lasketaan suoraan valmistajan ilmoittamien lukemien mukaan, eikä se siten ota huomioon hälytysajon vaikutusta kulutukseen. Tämä tulisi kuitenkin ehdottomasti ottaa huomioon sähköambulanssien toimintavarmuutta arvioitaessa. (Chien-Chin ym. 2024.)

Kumpikaan tietokonesimulaatiomalleilla suoritetuista tutkimuksista (Rottkamp ym. 2023; Hessel 2017) ei sisältänyt käytössä olevaa autoa, vaan simulaatiomalleja varten oli luotu virtuaaliautot. Molemmissa tutkimuksissa todettiin lyhyesti, että todellista kulutusta ja käyttöaikaa ei voida arvioida ja luoda simulaatiomalleihin, sillä todellisuudessa autot jarruttelevat ja kiihdyttelevät paljon enemmän, kuin simulaatiomalliin on mahdollista luoda. (Rottkamp ym. 2023; Hessel 2017.) Hollantilaisessa tutkimuksessa myös mainitaan, että keliolosuhteet etenkin pakkasen, vaikuttavat akkujen kykyyn varastoida energiaa negatiivisesti ja ilman todellista käytössä olevaa autoa ei voi tätä todeta kuin teoriapohjaisesti. Tutkimus sisältää myös paljon oletuksia, kuten sen että sairaalat sisältäisivät latauspisteitä täyssähkökäyttöisiä autoja varten, joita se ei kuitenkaan vielä vuonna 2017 sisältänyt. (Hessel 2017.)

Varsinaisia käyttökokemuksia operatiivisesta käytöstä sähköautoille on löytynyt vain yksi (Helin & Heikinheimo 2022). Vaikkakin se on opinnäytetyö, niin siitä saatu tieto nostaa itsensä suureenkin arvoon, sillä se vastaa useaan kysymykseen. Opinnäytetyö vastaa kysymyksiin liittyen suorituskykyyn, matkoihin, toimintavarmuuteen, ajonopeuksiin ja käyttäjien kokemuksiin. Muut aiheesta tehdyt tutkimukset ovat laskennallisia ja simuloituja. Vaikkakin ne tarjoavat uudistettuja ratkaisuja, eivät ne tuo suoria vastauksia tähän hetkeen. Muuten kahden tutkimuksen perusteella toimintamalli Yhdysvalloissa ja Hollannissa operatiivisessa ensihoitotyössä tuntuu olevan hyvin samanlaista kuin Helsingissä, joten lähtökohtaisesti voisi ajatella Helsinkiin tarvittavan vähintäänkin joitain samoja uudistuksia kuin esitellyissä malleissa on tarjottu, kuten latauspisteitä. (Rottkamp ym. 2023; Hessel 2017.) Näiden lisäksi kreikkalainen tutkimus suosittelee, että siirryttäessä sähköambulansseihin olisi kannattavaa kehittää tekoälyä hyödyntävä järjestelmä, joka auttaisi suunnittelemaan lataustarvetta ja tehtävien jakaantumista yksiköiden välillä (Bamidis ym. 2022).

Poliisiammattikorkeakoulun opinnäytetyön mukaan eVito ei sovellu vielä tällä hetkellä operatiiviseen työskentelyyn tai ainakaan se ei vielä tällä hetkellä ole järkevää puutteellisen latausinfra ja toimintamatkan vuoksi. Valmistajan mukaan tässä tutkimuksessa mukana olevassa autossa on ollut 360 km:n toimintamatka, mutta tähän ei ole käyttäjäkokemusten perusteella voinut kuitenkaan luottaa. Suurimpana ongelmana tässä tutkimuksessa on ollut auton toimintamatka ja sen huomattava putoaminen eri sääolosuhteiden, hälytysajon ja muiden muuttujien johdosta. Tutkimuksessa eräs haastateltava kertoo testanneensa kyseistä eVitoa eri nopeuksilla kehätietä ajettaessa ja huomannut toimintamatkan lyhenevän kovilla nopeuksilla moninkertaisesti.

”Eräs haastateltava oli työvuoronsa aikana tehnyt omatomaisen testin eVitolle, jossa oli ajanut Lahden eteläistä kehätietä 6 kilometrin matkan nopeudella 100–110 km/h. Matkan aikana ajoneuvotietokoneen ilmoittamasta toimintamatkasta oli hävinnyt 11 kilometriä. Haastateltava oli toistanut saman testin ja ajanut 6 kilometrin matkan nopeudella 140 km/h, jolloin toimintamatkasta oli hävinnyt 22 kilometriä. Nämä olivat haastateltavan mielestä epävarmuutta lisääviä tekijöitä, kun hälytystehtävälle lähtiessä todellista toimintamatkaa ei voinut laskea ajonopeuksien noustessa varsinkin hälytysajoa ajettaessa.” (Helin & Heikinheimo 2022: 23.)

Sääolosuhteet ovat vaikuttaneet merkittävästi myös täyssähköauton toimintamatkaan, kesällä viilennys on syönyt auton toimintamatkaa ja talvella taas lämmitys. Näin ollen erityisen kylmät ja kuumat sääolosuhteet heikentävät toimintavarmuutta ja kykyä operatiiviseen työskentelyyn. (Helin & Heikinheimo 2022.)

Helinin ja Heikinheimon opinnäytetyön johtopäätöksenä todetaan, että sähköauton käyttö poliisitehtävissä vaatii edelleen kehitystyötä, jotta se voisi olla täysin toimiva vaihtoehto polttomootoriautoille, erityisesti hälytystehtävien suorittamisen osalta. Suurimpana haasteena koettiin epävarmuus auton toimintamatkasta, joka teki siitä sellaisenaan epäsovivan muuttuvien hälytystehtävien ja ennakoimattomien matkojen takia. Tutkimuksessa todetaan myös, että tämä sähköinen eVito on ollut ensimmäistä laatuaan Suomessa ja tutkimuksia tullaan varmuudella tekemään jatkossa lisää. (Helin & Heikinheimo 2022.)

7.2 Eettisyys ja luotettavuus

Työssä on käytetty TENK 2012 /HTK-ohjeen mukaisia hyväksytyjä eettisiä periaatteita tieteellisen tutkimuksen tekoon ja käyttöön. Tutkimuksessa käytetään huolellisuutta, rehellisyyttä ja tarkkuutta tulosten tallentamisessa ja esittämisessä. Kaikkia tutkijoita on asianmukaisesti lähdeviitattu heidän ansaitsemallaan kunnioituksella. Tutkimuksessa on käytetty eettisesti kestäviä tiedonhankinta-, arviointi- ja tutkimusmenetelmiä. Tähän työhön ei tarvittu tutkimuslupia, se ei sisällä salassa pidettävää tietoa, eikä henkilötietoja. Työn tilaaja on mainittu ansaitsemallaan kunnioituksella ja huomioitu työtä tehdessä. Kuvat ja tilastot on hyväksytetty tilaajalla ennen työn julkaisua. Ulkopuolista rahoittajaa tai rahoitusta ei tähän työhön sisällynyt. Nämä seikat ovat pitäneet tämän työn tekijöillä mahdollisimman neutraalin kannan työn tuloksien osalta. Tutkimus on eettisesti hyväksyttävää ja tulokset uskottavia, kun on noudatettu hyvää tieteellistä käytäntöä ja suoritettu tutkimus sen mukaisesti. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013: 6.)

Luotettavuudeltaan scoping-malli jättää paljon tekijöiden varaan. Tutkimuksen tavoite ja tarkoitus laadittiin, jotta se on luotettavasti ja realistisesti toteutettavissa. Tutkimuskysymykset asetettiin vastaamaan työn tarkoitusta, ja siten tuottamaan mahdollisimman luotettavaa tietoa. Aineistoa haettaessa ja tuloksia laadittaessa käytettiin Metropolia ammattikorkeakoulun hyväksymiä tiedonlähteitä. Tiedonhaku ja aineiston valinta taulukoitiin luotettavuuden ja työn toistettavuuden lisäämiseksi. Lopulliset tietolähteet olivat Cinahl, Pro Quest, Medline ja avoimen haun puolelta Google scholar ja Theseus. Theseus päädyttiin poikkeuksellisesti lopulta ottamaan tähän työhön mukaan sen sisältämän relevantin ja tarpeellisen teoksen takia. Tämän lisäksi kaikki mukaan otetut tieteelliset artikkelit ja julkaisut on hyväksytty työhön, sillä aihe on niin uusi, että tutkittua tietoa on erittäin vähän saatavilla. Tutkimustietoa ja artikkeleita tarkasteltiin kriittisesti ja valittu aineisto otettiin työhön tutkimuskysymysten sisäänottokriteerien kautta. Tulokset tehtiin yhteistyössä kaikkien työn tekoon osallistuvien kesken, ja niistä koostettiin yksi

yhtenäisyys. Tämä työ on läpikäynyt plagioinnin tarkistusohjelman turnit:in. (Tutkimus-eettinen neuvottelukunta 2013: 6-7.)

7.3 Johtopäätökset ja jatkokehittämisehdotukset

Uutisointia sähköisistä ambulansseista löytyy ympäri maailmaa laajasti viimeisen neljän vuoden sisään. Niistä on puhuttu innolla ja markkinoitu intohimoisesti, mitään tutkimuksia, raportteja tai uutisointia niiden käyttökokemuksista ei kuitenkaan löydy. Näyttöön perustuvat tutkimustulokset sähköambulanssien suorituskyvystä ja toimintavarmuudesta ovat vasta tulossa ja tällä hetkellä emme voi kuin arvailla miten sähköambulanssit ovat suoriutuneet tehtävistään. Nähdäksemme on olemassa kolme vaihtoehtoa miksi näistä ei vielä löydy tutkimuksia. Ensimmäinen on se, että joko sähköambulanssit ovat olleet toimivia ja niistä ei löydy moitittavaa, toiseksi joko ne ovat olleet iso pettymys, josta ei haluta puhua tai raportoida, tai kolmanneksi ne ovat ilmiönä niin uusi asia, ettei raportteja ole vielä julkaistu. Mikäli ne olisivat olleet todella hyviä ja toimivia, on siinänsä erikoista, ettei löydy uutisia siitä, että laitokset ostaisivat lisää sähköambulansseja tai siirtäisivät käyttämään enemmän. Mikäli sähköambulanssien käyttökokemukset olisivat osoittautuneet huonoiksi, herää kysymys siitä, että onko asiasta päätetty tietoisesti vaieta ilman mitään tiedottamista ulospäin. Ensimmäiset raportit käyttöönotoista ovat kuitenkin tehty jo neljä vuotta sitten, joten tuntuu uskomattomalta, ettei mitään tietoa käyttökokemuksista ole raportoitu.

Ambulanssien toimintasäde on hyvin erilainen maaseudulla kuin kaupungeissa. Tässä opinnäytetyössä keskitymme arvioimaan ambulanssien toimintasädettä Helsingin kaupungin sisällä. Tätä täytyy arvioida hyvin paikkakohtaisesti. Hollantilainen tutkimuskin suosittelee onnistuneen simulaation perusteella aluksi vain yhden pilottiauton kokeilua Roden kaupunkiin Hollannissa. Vasta pilotoinnin onnistuessa voisi täyssähköistymistä laajentaa. (Hessel 2017.)

Sähköautot ja myös sähköambulanssit ovat varmasti osa tulevaisuutta, mutta kehitystyötä tulisi jatkaa, sekä latausinfraa tulisi kehittää, jotta siirtyminen sähköisiin ambulansseihin olisi mahdollisista. Tuloksien mukaan sähköisen ambulanssin pilotointi olisi Helsingissä kannattavaa, jotta saataisiin lisää tietoa sähköisen ambulanssin ominaisuuksista ja miten ne soveltuvat meidän hyisiin ja pohjoisen olosuhteisiin. Virrankulutuksen kasvu lienee myös merkittävä tekijä siinä, miten sähköinen ambulanssi soveltuu

operatiiviseen käyttöön. Hälytysajoa tulee kyetä ajamaan ja tehtäville pitää pystyä lähemmään vuoden jokaisena päivänä ja kellon ajasta riippumatta. Helsingissä lämpötila voi vaihdella aina +30 celsiusasteesta –30 celsiusasteeseen. Pilotoinnissa tulee selvittää miten virrankulutus ja akunkapasiteetti kestää operatiivisen työskentelyn erilaisissa olosuhteissa.

Toimintasäde täyssähköisissä pakettiautoissa valmistajien mukaan ovat esimerkiksi eVitossa 310 km (Wetteri) ja eSprinter 432 km (Mbvans) optimiolosuhteissa. Se, mikä puolestaan on todellisuus operatiivisessa käytössä, sekä talviolosuhteissa täydellä varustuksella, on iso kysymysmerkki, ja tätä tulisi pilotissa selvittää. Toimintamatkan, virrankulutuksen ja latausaikojen suhdetta tulisi pilottiprojektissa myös tarkastella. Helsingin Kaupungin Pelastuslaitos on monessa teknologiassa edelläkävijä ja suunnannäyttäjä, ja uskoisimme, että myös tämä pilottiprojekti olisi järkevin toteuttaa juuri Helsingissä. Perusteena tälle on se, että kuljetusmatkat ja tehtävämatkat ovat Helsingissä suhteellisen lyhyitä, siitäkkin huolimatta, että yksiköiden tehtäväsidonnaisuus on välillä todella suurta.

Sähköisten ambulanssien hankinta ja käyttöönotto edellyttää huolellista suunnittelua ja monialaista yhteistyötä, jossa huomioidaan useita näkökulmia sujuvan ensihoidon toiminnan optimoimiseksi. Olennainen osa tätä projektia on pilottiprojekti, jonka avulla voidaan arvioida sähköisten ambulanssien käytännön toimivuutta ja kerätä käyttäjäkokemukseen perustuvaa palautetta ennen kuin sähköiset ambulanssit otetaan täysimittaisesti käyttöön. Pilottiprojektin avulla voidaan myös arvioida niiden suorituskykyä niiden oikeassa käyttöympäristössä ja käyttötavassa.

Huoltovarmuuden arviointi on myös keskeinen osa sähköisten ambulanssien hankintaprosessia, koska kyseessä on pelastuslaitoksen operatiivisessa käytössä olevat ajoneuvot. Huoltovarmuutta arvioitaessa on tärkeää varmistaa, että tarvittava huolto-osaminen, varaosat, sekä polttoaineen eli sähkön saatavuus tulee olla taattu myös poikkeusoloissa. Tämä sisältää myös suunnitelman poikkeusoloja varten, jotta ambulanssit säilyttävät kriittisen toimintakykynsä kaikissa tilanteissa.

Turvallisuus on myös huolenaiheena aina kun otetaan uutta tekniikka käyttöön, huomioiden vielä, että varsinkin sähköambulansseista ja niiden turvallisuudesta on tietoa vielä niukasti saatavilla. Erityistä huomiota on kiinnitettävä sähkön varastointiin käytettävien akkujen ja muiden sähkölaitteiden turvallisuuteen siirryttäessä sähköisiin ambu-

lansseihin. Lisäksi olisi aiheellista kehittää asianmukaista koulutusta ennen käyttööntoa, jotta henkilöstö olisi tietoinen sähköisten ambulanssien erityispiirteistä ja osaisivat toimia turvallisesti kaikissa tilanteissa.

Ympäristöystävällisyys, ekologisuus ja tiivis yhteistyö sidosryhmien kanssa ovat myös tärkeitä tekijöitä sähköisten ambulanssien hankinnassa ja käyttöönotossa. Pitkällä aikavälillä ekologiset vaihtoehdot voivat tarjota paljon etuja ympäristölle, sekä terveydenhuollon kustannuksille. Sidosryhmien kanssa tiivis yhteistyö edistää myös tulevaisuuden kehittämistä, sillä saadaan esille enemmän näkökulmia ja tarpeita, mitä tulisi ottaa huomioon, ja se on olennaista käyttöönoton ja hankinnan onnistumisen kannalta.

Lähteet

Axelin, Anna & Stolt, Minna & Suhonen, Riitta 2016. Kirjallisuuskatsaus hoitotieteessä. Hoitotieteen laitoksen julkaisuja. Tutkimuksia ja raportteja. Sarja A73. Turku : Turun yliopisto. 9-11

Baker, William & Hignett, Sue & Mansfield, Neil. 2013, Future electric vehicles for ambulances, Journal of Paramedic Practice, Iso-Britania <<https://web-p-ebshost-com.ezproxy.metropolia.fi/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=3&sid=3f894ec0-d22b-4b63-bb15-c1d7843b73b8%40redis>> Viitattu 15.4.2024

Bamidis, Panagiotis & Billis, Antonis & Rigas, Emmanouil 2022. Can Artificial Intelligence Enable the Transition to Electric Ambulances? 73-77 32nd Medical Informatics Europe Conference (MIE2022) Kreikka. <<https://ebooks.iospress.nl/volume/challenges-of-trustable-ai-and-added-value-on-health-proceedings-of-mie-2022>> Viitattu 15.4.2024

Beddington, Emma 2023. Shock of the old: the amazing, infuriating history of the electric car – in pictures. The Guardian. Lontoo. Päivitetty 24.10.2023 <<https://www.proquest.com/docview/2880748626/citation/238F43A730CB42B8PQ/1?accountid=11363&sourcetype=Newspapers>> Viitattu 20.4.2024

Chien-Chin, Ko & Rong-Ceng, Leou & Yih-Her, Yan 2024, MDPI AG(publisher), A Model for Electrifying Fire Ambulance Service Stations Considering Practical Service Data and Charging Strategies, Energies, Swizerland. Basel. <<https://www.proquest.com/docview/3000732772/1EAC8C5C48E142BCPQ/3?accountid=11363&sourcetype=Scholarly%20Journals>> Viitattu 16.4.2024

Ensihoito. Pelastustoimi. < <https://pelastustoimi.fi/pelastustoimi/ensihoito>> Viitattu 28.4

Godfrey, Christina & Khalil, Hanan & McInerney, Patricia & Munn, Zachary & Peters, Micah & Tricco, Andrea 2020. Chapter 11: Scoping Reviews. Aromataris E, Munn Z (Editors). JBI Manual for evidence synthesis. <https://edisciplinas.usp.br/plu-ginfile.php/7315963/mod_resource/content/1/manual_capitulo_revisao_escopo_JBI-MES_2021April.pdf> Viitattu 28.4.2024

Helin, Elias & Heikinheimo, Lilli, 2022. Mercedes benz eViton käyttäjäkokemukset Hämeen poliisilaitoksella. Tampere. Poliisiammattikorkeakoulu. AMK- opinnäytetyö.

Hessel, Jonker 2017. Electric ambulances. Master thesis business analytics. Vrije universitet Amsterdam. < https://vu-business-analytics.github.io/internship-office/reports/report-jonker_h.pdf> Viitattu 9.4.2024

Julkiset hankinnat. Tarjouspyyntö Hel 2020–012077 Ambulanssien hankinta 2020–2023. <<https://www.hankintailmoitukset.fi/fi/public/procurement/43492/notice/69274/contact>> Viitattu 8.5.2024

Mbvans <<https://www.mbvans.com/en/esprinter>> viitattu 2.5.2024

News Bites Pty Ltd, 2021, News bites – Private companies, AMR Awards electric ambulances order REV group company, American medical response Inc, Australia, Melbourne. Päivitetty 4.11.2023 <<https://www.proquest.com/docview/2604942457/fulltext/E8078415357E4E92PQ/223?accountid=11363&sourcetype=Wire%20Feeds>> Viitattu 17.4.2024

Polttoaineensaannin varmistaminen ja mitoitusperiaatteet pelastustoimessa 2020: 18. Pelastuslaitosten kumppanuusverkoston julkaisu 4/2020. <<https://www.pelastuslaitokset.fi/sites/default/files/2020-12/POLTTOAINESAANNIN%20VARMISTAMINEN%20JA%20MITOITUSPERIAATTEET%20PELASTUSTOIMESSA%2012%202020.pdf>> viitattu 30.4.2024

Press Association Limited 2020. Päivitetty 8.6.2021. <<https://www.proquest.com/docview/2538036304/fulltext/E8078415357E4E92PQ/265?accountid=11363&sourcetype=Wire%20Feeds>> Viitattu 17.4.2024

Rottkamp, Lukas & Schubert, Matthias & Strauß, Niklas 2023. SSTD 18TH international symposium on spatial and temporal data. DEAR : Dynamic electric ambulance redeployment. ACM New york, New york. 11-20

Salminen, Ari 2011. Johdatus kirjallisuuskatsauksen tyyppeihin ja hallintotieteellisiin sovelluksiin. Vaasan yliopiston julkaisuja. Vaasa. <https://www.uwasa.fi/materiaali/pdf/isbn_978-952-476-349-3.pdf> Viitattu 2.5.2024

SFS-EN 1789 + A1 8, 66. Suomen standardisoimisliitto SFS, Standardi SFS-EN 1789:2007+A1:2010 "Medical vehicles and their equipment – Road ambulances" vahvistettu 21.6.2010 Viitattu 3.3.2024

Sosiaali- ja terveysministeriö. Ensihoito. Päivitetty 27.10.2023 <<https://stm.fi/ensihoito>> Viitattu 22.2.2024

Sosiaali- ja terveysministeriön asetus ensihoitopalvelusta 585/2017. Annettu Helsingissä 24.8.2017 <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170585>> 6§-7§. Viitattu 22.2.2024

S.S. Zhang & K. Xu & T.R. Jow. Electrochimica Acta 48. Low temperature performance of graphite electrode in Li-ion cells. 2002. 241-246

Sähköautosanasto. Sesko. Päivitetty 8.4.2021 <<https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/sahkoautosanasto/>> Viitattu. 22.2.2024.

Sähköautot. Motiva Päivitetty 20.2.2024 < https://www.motiva.fi/ratkaisut/kestava_liikenne_ja_liikkuminen/valitse_auto_viisaasti/ajoneuvotekniikka/moottorittekniikka/sahkoautot> Viitattu 28.2.2024

Terveydenhuoltolaki 1326/2010, tarkennukset 1517/2016. Annettu 30.12.2010 < <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2010/20101326#a15.12.2023-1139>> 40§. Viitattu 28.4.2024

Tutkimuseettinen neuvottelukunta 2013: 6. Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkaus-
epäilyjen käsitteleminen suomessa. Päivitetty 9.10.2023 < https://tenk.fi/sites/tenk.fi/files/HTK_ohje_2012.pdf> viitattu 11.2.2024

US Fed News Service 2022, Commissioner Latourette attends facility opening for all-
electric ambulances coming to New Jersey. Yhdysvallat. Washington. Päivitetty
18.6.2022 <[https://www.pro-
quest.com/docview/2678028087/fulltext/E00CC70FE71A47C3PQ/2?accoun-
tid=11363&sourcetype=Wire%20Feeds](https://www.proquest.com/docview/2678028087/fulltext/E00CC70FE71A47C3PQ/2?accountid=11363&sourcetype=Wire%20Feeds)> Viitattu 17.4.2024

Virgie, Ann 2021. Two Quebec companies unveil all-electric ambulance with eye to
global market. The Canadian Press. Kanada, Toronto. Päivitetty 16.10.2022.
<[https://www.pro-
quest.com/docview/2583697934/fulltext/E8078415357E4E92PQ/222?accoun-
tid=11363&sourcetype=Wire%20Feeds](https://www.proquest.com/docview/2583697934/fulltext/E8078415357E4E92PQ/222?accountid=11363&sourcetype=Wire%20Feeds)> Viitattu 17.4.2024

Wetteri <<https://www.wetteri.fi/uudet-autot/mercedes-benz/mercedes-benz-evito.html>>
viitattu 2.5.2024

Liite 1. Tiedonhaun taulukko

Tietokanta	Hakusana	Rajaukset	Osumat	Otsikon perusteella valitut	Tiivistelmän perusteella valitut	Koko tekstin perusteella valitut
CINAHL complete	"electric" "ambulance"	Ei rajoituksia	2	1	1	1
ProQuest	"electric vehicle" AND "ambulance"	Ei rajoituksia	301	80	9	6
MEDLINE	"electric vehicle" AND "ambulance"	Ei rajoituksia	1	1	1	1
Google scholar	"electric ambulance"	Ei rajoituksia	125	10	2	2
Theseus	Sähköauton käyttäminen poliisissa	Ei rajoituksia	7	2	2	1

Aineiston tekijät, vuosi, maa	Aineiston nimi	Aineiston tarkoitus/sisältö	Aineistolaji	Tulokset/johtopäätökset
Helin Elias & Heikinheimo Lilli, 2022, Suomi	Mercedes-Benz eViton käyttäjäkokemukset Hämeen poliisilaitoksella	Kyseisen opinnäytetyön tarkoituksena on ollut selvittää käyttäjäkokemusten perusteella sähköauton soveltuvuutta poliisin tehtäviin	Haastattelututkimus, sähköisen eVito pakettiauton käyttäjäkokemuksista operatiivisessa käytössä poliisilla Lahdessa.	Haastattelututkimuksen perusteella eVito ei ole soveltuva poliisitoimintaan tämän hetkisen heikon toimintamatkan vuoksi
Rottkamp, Lukas & Schubert, Matthias & Straus, Niklas, 2023, Kanada	DEAR: Dynamic electric ambulance redeployment	Tutkijoiden tarkoituksena ja tavoitteena oli tutkia polttomoottori-käyttöisten ambulanssien korvaamisen mahdollisuutta täyssähköisillä ambulansseilla operatiivisessa käytössä Yhdysvalloissa ja luoda	Tiedekongressissa raportoitu tutkimus. Tutkimus oli suoritettu tietokonesimulaatiota hyödyntäen. Tietokonesimulaatiota varten luotuja virtuaalisia sähköisiä	Nykyisellään suora siirtyminen polttomoottori-käyttöisistä ambulansseista täyssähköisiin ei onnistu, ilman uutta dynaamista mallia. Malli perustuu tutkimuksessa kehitettyyn DEAR:iksi

		niille soveltuva uusi tehtävältä paluu malli.	ambulansseja laskelmoitu ja sen tuottamaa dataa analysoitu.	nimettyyn tehtävältä palaamisen malliin.
Hessel, Jonker, 2017 Hollanti	Electric ambulances	Tutkijan tarkoituksena oli tarkastella Hollanissa mahdollisuutta siirtymistä polttomoottorikäyttöisistä ambulansseista täyssähköisiin, ja kehittää toimiva operatiivinen malli niitä varten.	Kirjallinen diplomityö. Diplomityötä varten kehitettiin tietokonesimulaatio malli, johon luotiin virtuaalisia ambulansseja. Tietokonesimulaation tuottamaa dataa analysoitiin, ja sen kautta luotiin tulokset.	Uudella operatiivisella mallilla onnistuttiin luomaan uusi tehtävältä paluun malli, joka mahdollistaisi siirtymän täyssähköisiin autoihin. Siitä huolimatta tietokonesimulaatiomalli ei pysty tarpeeksi kattavasti tuottamaan tietoa virtuaalisilla autoilla, joten tutkija suosittelee yhden pilottiauton kokeilua ennen varsinaista isoa siirtymää.

<p>Baker, William & Hignett, Sue & Mansfield, Neil & Storer, Ian 2013, Iso-Britannia</p>	<p>Future electric vehicles for ambulances (FEVA)</p>	<p>Selvittää sähköisten ambulanssien mahdollisuuksia suoritua Ison-Britannian ensihoidossa</p>	<p>Haastattelututkimus, jossa selvitettiin ensihoitajien asenteita sähköisiä ambulansseja kohtaan</p>	<p>Sähköisten ambulanssien toimintamatkojen(akkukapasiteetin) tulee vielä kehittyä, jotta niitä voidaan hyödyntää kautta maan</p>
<p>Billis, Antonis & D. Bamiadis Panagiotis</p> <p>S. Rigas Emmanouil, 2022, Kreikka</p>	<p>Can artificial intelligence enable the transition to electric ambulances?</p>	<p>Keskeiset kysymykset sähköambulansseihin siirryttäessä ja kuinka tekoäly voisi auttaa/olla mukana siirtymässä</p>	<p>Tutkimus/seminaariesitys</p>	<p>Siirryttäessä sähköisiin ambulansseihin olisi syytä kehittää sähköinen järjestelmä, joka osaisi tekoälyn avulla huomioida autojen lataustarpeen ja hälyttää oikean yksikön tehtävälle</p>
<p>Beddington, Emma, 2023, Iso-Britannia</p>	<p>Shock of the old: amazing, infuriating history of electric car – In pictures</p>	<p>Uutinen, jossa käsitellään sähköautojen historiaa</p>	<p>Lehtiartikkeli</p>	<p>Sähköautot ovat käyneet jo kertaalleen 1900 luvun</p>

				alussa vahvasti markkinoilla
Cooper, Matthew, 2020, Iso-Britannia	UK's first all- electric emergency ambulance launched to cut carbon	Uutinen Iso-Britannian ensimmäisestä sähköambulanssin käyttöönotosta	Lehtiartikkeli	Isossa-Britanniassa on otettu maan ensimmäinen sähköambulanssi käyttöön
News Bites – Private Companies, 2020, Australia	AMR Awards electric ambulances order REV group company	Uutinen Yhdysvaltojen ensimmäisestä sähköambulanssin käyttöönotosta	Lehtiartikkeli	Yhdysvaltojen ensimmäiset sähköiset ambulanssit on otettu käyttöön Kaliforniassa
Virginie, Ann, 2021, Kanada	Two Quebec companies unveil all-electric ambulance with eye to global market	Uutinen Kanadassa kehitetyistä täyssähköisistä ambulansseista, jotka ovat juuri tulleet myyntiin	Lehtiartikkeli	Kanadalaiset firmat ovat yhteistyössä kehittäneet 5 vuoden ajan, puhtaasti ambulanssikäyttöön suunnitellun täyssähköisen ambulanssin

US Fed News Service, 2022, Yhdysvallat	Commissioner Latourette attends facility opening for all-electric ambulances coming to New Jersey	Uutinen New Jersey osavaltion päätöksestä hankkia kaksi täyssähköistä ambulanssia	Lehtiartikkeli	New Jersey osavaltio on tilannut kaksi sähköambulanssia korvaamaan kaksi dieselkäyttöistä ambulanssia
Chien-Chin, Rong-Ceng, Yih-Her, 2024, Taiwan	A model for electrifying fire ambulance service stations considering practical service data and charging strategies	Selvitettiin voisiko Kaohsiung Cityn ambulanssit korvata sähköisillä ambulansseilla, sekä olisiko se taloudellisesti kannattavaa	Tutkimus, jossa selvitetiin tarkkojen laskelmien kautta taloudellista näkökulmaa ambulanssien sähköistämisestä	Nykyhintatasolla siirtymisen sähköisiin ambulansseihin ei ole taloudellisesti kannattavaa