

Opinnäytetyö AMK

Energia- ja ympäristötekniikka

2023

Jalmari Kortekangas

Millä kriteereillä sähköisen liikenteen latausasemia tulisi sijoittaa

– Näkemyksiä kirjallisuudesta ja latausoperaattoreilta



Opinnäytetyö AMK | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Energia- ja ympäristötekniikka

2023 | 48 sivua

Jalmari Kortekangas

Millä kriteereillä sähköisen liikenteen latausasemia tulisi sijoittaa

- Näkemyksiä kirjallisuudesta ja latausoperaattoreilta

Autoliikenteessä on meneillään yksi merkittävimmistä muutoksista sitten T-Fordin sähköistymisen ja hiilineutraalien polttoaineiden myötä. Sähköistyvä liikenne vaatii uudenlaisen käyttövoiman jakeluinfrastruktuurin ja muutosta helpottamaan sekä ohjaamaan Turun kaupunki tekee vuosina 2022–23 sähköisen liikenteen yleissuunnitelman.

Opinnäytetyön tavoitteena oli ilmentää ja kuvata sähköisen liikenteen julkisten latausasemien sijoittamiseen vaikuttavia tekijöitä. Tekijöitä haettiin kirjallisuudesta sekä haastattelemalla seitsemää Suomessa toimivaa latausoperaattoria. Haastattelut toteutettiin osana Turun kaupungin alustavia markkinavuoropuheluita yhdessä kaupungin sähköisen liikenteen yleissuunnitelman projektityöntekijän, Jussi Saaren kanssa.

Tuloksissa ei syntynyt suurta ero teoriaosuuden ja haastatteluiden välillä, mutta operaattorien välillä esiintyi eroa liiketoimintamalleissa. Sähköautojen latauspalveluiden tarjoaminen ei ole vielä kannattavaa Suomessa suuressa mittakaavassa, mutta kannattavuuden uskottiin syntyvän lähitulevaisuudessa, mikäli sähköautokanta kehittyy ennusteiden mukaisesti. Tuloksissa sivutaan myös tulevaisuuden lataustekniikoita ja raskaan liikenteen latausta.

Asiasanat: Sähköauto, latausverkko, sähköautojen latausasemat

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Energy and environmental engineering Bachelor's Thesis | Abstract

2023 | number of pages 48

Jalmari Kortekangas

Criteria's that are used to locate optimal areas for electric car chargers

- Views from literature and charging station operators

Car traffic is undergoing one of the most significant changes since the T-Ford through electrification and carbon neutral fuels. Electrified vehicle fleets require a new type of motive power distribution infrastructure. To facilitate and guide the change, the City of Turku will draw up an Electric Transport Master Plan in 2022–23.

The aim of the thesis was to illustrate the factors affecting the placement of public electric transport charging stations. The factors were mapped from literature and by interviewing seven charging operators operating in Finland. In the theoretical part, four articles are reviewed, which creates a picture of the reference groups for charging operations, economic factors, indicators of sustainable operation, and the practices of different European cities for implementing charging stations. The interviews were carried out as part of the city of Turku's preliminary market dialogues together with Jussi Saari, project worker for the city's Electric Transport Master Plan.

No major differences in the results between the theory part and the interviews were found, but there was a deviation in business strategies between the operators. Offering charging services for electric cars is not yet profitable in Finland on a large scale, but it was believed that profitability would arise in the near future if the electric car fleet will develop according to forecasts. The results also address future charging technologies and charging of heavy traffic.

Keywords: Electric car, charging network, electric car charging station

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
1.1 Turun kaupunki ja sähköistyvä liikenne	7
1.2 Tutkimusmenetelmät	8
2 Kirjallisuuskatsaus	10
2.1 Sähköautoista ja niiden lataustyypeistä	11
2.2 Katsausartikkeli: Optimal location of electric vehicle charging station and its impact on distribution network: A review (Ahmad ym. 2022)	12
2.3 Analysis of factors affecting economic operation of electric vehicle charging station based on DEMATEL-ISM (Liang ym. 2021)	15
2.4 On sustainable positioning of electric vehicle charging stations in cities: An integrated approach for the selection of indicators (Carra ym. 2022)	17
2.5 Efficient planning and implementation of public chargers: Lessons learned from European cities (Bernard & Hall 2021)	20
2.5.1 Amsterdam	21
2.5.2 Suur-Lontoo	21
2.5.3 Oslo	22
2.5.4 Pariisi	23
2.5.5 Tukholma	24
2.5.6 Toimintatavan valitseminen	24
2.5.7 Poimintoja parhaista käytänteistä	26
3 Latausoperaattorien haastattelut	28
3.1 Kysymykset ja vastausten tiivistelmät	29
4 Kirjallisuuskatsauksen ja haastattelujen tulosten yhteenveto	40
5 Yhteenveto	43
Lähteet	46

Liitteet

Liite 1. Latausoperaattoreille esitetyt kysymykset

Kuvat

Kuva 1. Tärkeimmät indikaattorit kolmella eri arviointimetodilla (Carra ym. 2022.)	19
Kuva 2. Tarkistuslista latausaseman perustamista varten. (Bernard & Hall 2021.)	23
Kuva 3. Tukholman latausaseman hakuprosessi (Bernard & Hall 2021.)	24

Taulukot

Taulukko 1. Koontitutkimuksessa havaitut sidosryhmät ja näiden intressit sähköautojen lataamisessa. (Ahmad ym. 2022)	13
Taulukko 2. Taloudellisten tekijät ja niiden merkitys (Liang ym. 2021)	16
Taulukko 3. Vaaditut ominaisuudet indikaattorit (Carra ym. 2022)	18
Taulukko 4. Parhaat käytänteet sidosryhmien kanssa	27
Taulukko 5. Haastatellut yritykset ja haastattelujen päivämäärät	28

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

TEN-T	Trans-European transport network.
Horisontti 2020	EU:n tutkimuksen ja innovoinnin rahoitusohjelma vuosiksi 2014–2020
ICCT	The International Council on Clean Transportation.
TfL	Transport for London. Suur-Lontoon alueella joukkoliikenteen suunnittelusta ja järjestämisestä vastaava viranomainen.
UKPN	United Kingdom's Power Network. Lontoossa, Lounais- sekä Itä-Englannissa toimiva verkonhaltija.
SESKO ry	Suomen sähkötekniikan alan standardointijärjestö.
V2G	Vehicle to grid. Lataustekniikka, jossa sähköä voidaan siirtää ajoneuvosta sähköverkkoon eikä ainoastaan verkosta ajoneuvon.
Latausasema	Yhden tai useamman latauspisteen muodostama kokonaisuus.
Latauspiste	Piste, jossa sähköauto on liitetty kiinteään asennukseen. Liitäntäpiste voi olla pistorasia tai pistoke
AC-lataus/laturi	Sähkö siirtyy laturista ajoneuvon vaihtovirtana
DC-lataus/laturi	Sähkö siirtyy laturista ajoneuvon tasavirtana
CCS-pistoke	Combined Charging System. Mahdollistaa sähköauton lataamisen kolmivaihevirralla.
CHAdeMO-pistoke	Charge de Move. Teholatauksessa käytetty pistoke.

1 Johdanto

1.1 Turun kaupunki ja sähköistyvä liikenne

Turun kaupunki on mukana vuonna 2020 alkaneessa USER-CHI hankkeessa. Hankkeen tarkoituksena on kehittää ja testata älykkäitä liikenneratkaisuja seitsemässä TEN-T-tieverkon solmukohtan kaupungissa vuosien 2020–2024 aikana sähköisen liikenteen kasvun mahdollistamiseksi. Hanke saa rahoitusta EU:n Horisontti 2020 - ohjelmasta, on teollisuuden tukema, kaupunkien ajama, käyttäjäkeskeinen sekä ratkaisuja tavoitteleva kokonaisuus. (USER-CHI 2020a.)

Turun kaupunki on pohjoisin ja asukasluvultaan pienin seitsemästä hankkeessa mukana olevasta kaupungista, mutta samalla yksi kunnianhimoisimmista sitoutuessaan testaamaan ja kehittämään seitsemää kahdeksasta hankkeen puitteissa toteutettavasta strategisesta tavoitteesta (USER-CHI, 2020b). Yhtenä tavoitteena on toteuttaa sähköisen liikenteen yleissuunnitelma, jonka yhteydessä tämä opinnäytetyö tehdään.

Turussa oli vuoden 2022 joulukuussa kuusi katualueella sijaitsevaa julkista latauspistettä, joista ensimmäiset on avattu 2015. Latausasemat eivät kuitenkaan riitä määrältään eivätkä teholtaan muodostamaan riittävää latausverkostoa nykyhetken, kuin myöskään tulevaisuuden lataustarpeita varten. Marinin hallituksen (2019-2023) tavoitteena oli hiilineutraali Suomi vuoteen 2035 mennessä ja tämän tavoitteen saavuttamiseksi valtioneuvosto teki periaatepäätöksen 6.5.2021 kotimaan liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämisestä (Valtioneuvosto 2021).

Periaatepäätöksessä tavoitteina vuoteen 2045 mennessä ovat: Fossiilisten liikennepolttoaineiden myynnin loppuminen kotimaan liikenteeseen vuonna 2045, nestemäisten biopolttoaineiden absoluuttinen määrä tieliikenteessä ei nouse enää vuoden 2030 jälkeen, vaikka niiden suhteellinen osuus käytetystä (nestemäisestä) polttoaineesta kasvaa. Vuonna 2045 % liikenteen jäljellä olevasta kokonaisenergiankulutuksesta vähintään noin 35 % hoidettaisiin sähköllä, 8 % biokaasulla ja sähköpolttoaineilla ja/tai suoralla vedyn käytöllä 5 % (Jääskeläinen 2021).

Kansainväliset sopimukset ja sitoumukset, kuten Pariisin ilmastosopimus ja EU:n sitoutuminen hiilineutraaliuteen vuoteen 2050 mennessä, ohjaavat kuitenkin kaikkea

päätöksentekoa niin yksityisellä kuin julkisellakin sektorilla kohti fossiilittomia polttoaineita. Marinin hallituksen periaatepäätöksen ohessa luotu tiekartta ohjaa investointeja sekä kehitystä kohti periaatepäätöksen tavoitteita. Vaikka vaalikauden 2023–2027 hallitus ei tavoittelisi vuoden 2035 hiilineutraaliutta, pitkän aikavälin tavoitteet tuskin merkittävästi muuttuvat. Suomen autokannan keski-ikä kasvu (Traficom 2023) luo kuitenkin haasteita liikenteen kasvihuonepäästöjen vähentämiselle, ja vuoden 2045 tavoitteet tulevat vaatimaan suuria muutoksia tieliikenteessä, sen käyttövoimassa sekä käyttövoiman jakelussa.

Vuoden 2021 lopussa Turun seudulla oli lähes tuhat täyssähköautoa (Kokkonen ym. 2022) ja latauspisteitä noin 200 (Saari 2021). Valtioneuvosto on arvioinut Suomessa olevan vuonna 2030 ainakin 100 000 täyssähköautoa ja 150 000 ladattavaa hybridiä (Pihlatie ym. 2019). Mikäli täyssähköautojen jakautuminen alueittain noudattaisi nykyistä jakaumaa, tarkoittaisi se noin 36 000 täyssähköautoa Turun alueella. Motivan arvioihin liittyen Suomen hallituksen esitykseen HE 23/2020 vp, oli Turun kaupunki arvioinut Turussa olevan ainakin 3400 latauspistettä ja noin 12 000 latauspistevalmiutta (Saari 2021). Arviot on tehty ennen helmikuussa 2022 alkanutta Venäjän hyökkäystä Ukrainaan, ja arvioiden valmistumisen jälkeen on noussut yleisemmäksi huolenaiheeksi kriittisten maametallien riittäminen energianmurroksessa (International Energy Agency 2021). Näistä huolimatta Suomi, sekä Turku, ovat sitoutuneet hiilineutraaliin tulevaisuuteen, jonka vuoksi kehitys kohti sähköistä liikennettä ei liene hidastumassa merkittävästi lähiaikoina (Ilmastolaki 2022/423 1:2.1), (Turun kaupunki 2022).

1.2 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyössä tehtiin kirjallisuuskatsaus sekä haastattelututkimus sähköisen liikenteen latausasemien sijoitteluun vaikuttavista tekijöistä. Kirjallisuuskatsauksella muodostettiin opinnäytetyön teoreettinen pohja ja katsauksessa käydään läpi yksityiskohtaisesti neljä artikkelia sähköautojen latausasemista. Artikkeleilla luotiin kattava kuva lataustoiminnan viiteryhmistä, taloudellisista tekijöistä, kestävän toiminnan indikaattoreista sekä eri eurooppalaisten kaupunkien käytännöistä latausasemien toteuttamiseksi.

Opinnäytetyön varsinainen tutkimus toteutettiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna Suomessa toimiville sähköisen liikenteen lataamista tarjoaville latausoperaattoreille.

Haastattelut toteutettiin osana Turun kaupungin alustavia markkinavuoropuheluita yhdessä kaupungin sähköisen liikenteen yleissuunnitelman projektityöntekijän, Jussi Saaren kanssa etäkokouksien muodossa Microsoft Teams -ryhmätyösovelluksella. Haastattelun kysymykset laadittiin kirjallisuuskatsauksen pohjalta ja haastattelun aikana noudatettiin ennalta määritettyä runkoa (Liite 1).

2 Kirjallisuuskatsaus

Kirjallisuuskatsaus perustuu sekundaariaineistoon. Sähköautojen latausasemien sijoittaminen on suhteellisen uusi aihealue tieteellisen tutkimuksen piirissä. Merkittävä osa analyttisistä julkaisuista on julkaistu 2010-luvun loppupuoliskolla ja sen jälkeen. Opinnäytetyön teoriaosuutta luodessa ilmeni, että sähköautojen latausasemien sijoittamista koskevissa tutkimuksissa oli usein käytetty olemassa olevia kaupunkeja, niiden sähköverkkoja ja liikennettä. Näiden tietojen pohjalta oli tietokonemallinnuksella luotu latausverkosto ja haettu sijainnit latausasemille. Lähestymistavassa on puolensa, mutta lokalisointi rajoittaa oppien soveltamista muissa ympäristöissä. Esimerkiksi, Turun kaupunki eroaa merkittävästi Pekingistä, jolloin Wang ym. (2022) tutkimusartikkelissa tekemät havainnot syntyvät eri realiteeteista kuin mitä taksiliikenne Turun seudulla kohtaa. Kokoamaan sekä yleistämään tietokonemallinnuksiin perustuvien artikkelien havaintoja valittiin Ahmad ym. 2022 katsausartikkeli, jossa on käsitelty ansiokkaasti laaja määrä eri tutkimuksia ja myös arvioitu näissä toistuvia heikkouksia. Katsausartikkelissa käsiteltiin hyvin eri sidosryhmät ja miten näiden näkökulmat ovat tulleet esiin aiemmissa tutkimuksissa.

Sähköautojen lataustoiminnan pohjana on alueella olevat ja käyvät sähköautot. Sähköautojen vähäinen määrä Suomessa (Kokkonen ym. 2022) luo haastavat olosuhteet kannattavan latausliiketoiminnan luomiseksi. Sähköautojen määrän kasvaminen luoda tulevaisuudessa suuret markkinat latauspalveluille, mutta yritysten tulee ensin pysyä toiminnassa sinne saakka. Pienen markkinan kohdalla investointeja tehtäessä on erityisen tärkeää tunnistaa toimintaa koskevat taloudelliset tekijät sekä ymmärtää niiden väliset vuorovaikutussuhteet. Taloudellisia tekijöitä havainnoimaan valittiin Liang ym. (2021) tutkimus. Artikkelissa esitetään taloudelliset tekijät selkeästi ja erityisen arvokasta on näiden tekijöiden vuorovaikutussuhteiden arviointi. Vaikutusten avulla investointeja kohdennettaessa tiedetään niiden vaikutusten rajat ja mahdollinen hyöty.

Liikenne sähköistyy, kun tavoitellaan päästöttömiä ja kestävän kehityksen mukaisia yhteiskuntia, jolloin myös liikenteen lataamisen tulee tukea tätä muutosta. Jotta latausverkosto kykenee tukemaan liikenteen muutosta kohti kestävä kehitystä, on verkostoa voitava arvioida yleisten ja yhteisten kestävyden indikaattorien avulla. Carra ym. (2022) tekemässä artikkelissa haettu kestävyden indikaattoreja, ja vaikka nämä

eivät suoraan nimetty kestävä kehityksen indikaattoreiksi, ovat ne yhdenmukaisia päämääriltään.

Suomessa sähköautojen lataustoiminta on vasta lapsen kengissä, mutta Euroopan monessa suurkaupungissa julkisia latausverkkoja on toteutettu jo useiden vuosien ajan. Eri kaupungit ovat luoneet eri käytäntöjä ja toimintamalleja, joita on kasattu yhteen Bernard & Hall (2021) tekemässä raportissa. Raportin sisältö perustuu puhtaasti käytännön toimiin joita kaupungit ovat tehneet, jolloin se luo erinomaisen vastaparin aiemmin käsiteltyjen artikkelien lähinnä teoriaan pohjautuviin tuloksiin.

2.1 Sähköautoista ja niiden lataustyypeistä

Sähköauton erottaa muista autoista voimanlähteenä käytettävä yksi tai useampi sähkömoottori sekä latausominaisuus, jossa liikkumiseen tarvittava energia ladataan ulkopuolisesta sähkönlähteestä autossa oleviin akkuihin (Sähköautosanasto - Sesko ry 2021). Ladattavat autot voidaan voimalähteen mukaan vielä jakaa kahteen pääryhmään: Täyssähköautot, jossa voima tuotetaan pelkästään sähkömoottorilla, sekä ladattaviin hybridautoihin, joissa on sähkömoottorin lisäksi polttomoottori (Motiva, 2017). Näistä jälkimmäisessä on huomattavasti pienemmät ajoakustot sekä latausteho. Tässä opinnäytetyössä keskitytään täyssähköautoihin ja niistä käytetään termiä sähköauto. Sähköautojen latureiden pistokkeita on yleisessä käytössä tyyppi 1, tyyppi 2, CCS-pistoke sekä CHAdeMO-pistoke (Sähköautosanasto - Sesko ry 2021).

Sähköisen liikenteen lataustavat jaetaan neljään tyyppiin:

Lataustapa 1, jossa lataaminen tapahtuu hyväkuntoisesta kotitalouspistorasiasta ja on tarkoitettu lähinnä kevyen liikenteen lataamiseen. (Sähköajoneuvojen lataussuositus - Sesko Ry 2021.)

Lataustapa 2 eli hidaslataus. Lataaminen suoritetaan kotitalouspistorasiasta tai teollisuuspistorasiasta, kuten auton lämmitysrasiasta. Tässä latausteho on rajoittunut joko kotitalouspistorasian kestävyuden takia tai teollisuuspistorasian sulakkeiden koon vuoksi. (Sähköajoneuvojen lataussuositus - Sesko Ry 2021.)

Lataustapa 3 eli peruslataus. Lataus tapahtuu standardin SFS-EN 62196-2 mukaisesti tyyppin 2 sähköautopistorasiasta. Pistorasia on yhdistetty useimmiten suoraan sähköpääkeskukseen omakotitaloissa, ja siitä saadaan huomattavasti suurempi latausteho mitä lataustavoista 1 tai 2. Suurimmillaan latausteho on 43 kW, mutta riippuu käytettävissä olevasta sähkötehosta. (Sähköajoneuvojen lataussuositus - Sesko Ry 2021.) Lataustapa 3 tulee mahdollistaa jokaiselle julkiseksi latausasemaksi luokiteltavalla asemalla (Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta 2017/478, 1:3.1).

Lataustapa 4 eli tehollataus. Lataustavasta käytetään myös nimeä pikalataus, mutta tässä opinnäytetyössä mukaillaan SESKO ry:n sähköautosanastoa ja käytetään termiä tehollataus tai lataustapa 4 jatkossa. Sähkön syöttö, muista lataustavoista poiketen, tapahtuu ajoneuvoon tasasähköllä ja teho on 50–150 kW. Tätä suuremmalla teholla tapahtuvaa lataamista kutsutaan suurteholataukseksi. (Sähköajoneuvojen lataussuositus - Sesko Ry 2021.)

2.2 Katsausartikkeli: Optimal location of electric vehicle charging station and its impact on distribution network: A review (Ahmad ym. 2022)

Käsiteltävä katsausartikkeli on julkaistu Elsevier Oy:n kustantamassa Energy report - aikakauslehdessä. Artikkelissa pääasiallinen tarkoitus on arvioida eri ongelmanmuodostuksia ja niiden ratkaisumetodeja, joista tunnistetaan parhaat ratkaisut sähköisen liikenteen latausasemien sijaintien selvittämiseksi. Kyseessä on systemaattinen katsaus. Tätä opinnäytetyötä varten on luettu katsausartikkelissa

käsittlemättömiä latauspisteiden sijoitteluongelmaa simulaatio- ja matemaattisilla mallinnuksilla ratkovia artikkeleita (Xu ym. 2022), (Phonrattanasak & Leeprechanon 2014), (Gong ym. 2019). Näitä ei käsitellä tässä kappaleessa sen tarkemmin, mutta katsausartikkelin havainnot ovat linjassa näiden kanssa.

Katsauksessa tunnistettiin kolme eri viiteryhmää, joiden näkökulmasta ongelmaa voidaan lähestyä: verkonhaltijat, latausasemien omistajat sekä sähköautoilijat. Verkonhaltijoiden intresseissä on vähentää sähkön siirrosta johtuvia häviöitä ja minimoida lataustoiminnan vaikutukset verkkoon. Latausoperaattoreilla kulujen karsiminen sekä potentiaalinen asiakasmäärä ovat avainasemassa, kun taas sähköautoilijat haluavat mahdollisimman nopeaa, saavutettavaa ja halpaa palvelua. Taulukossa 1 on esitetty viiteryhmät ja ryhmien merkittävimmät kiinnostuksen kohteet sähköauton lataamisessa. (Ahmad ym. 2022.)

Taulukko 1. Koontitutkimuksessa havaitut sidosryhmät ja näiden intressit sähköautojen lataamisessa. (Ahmad ym. 2022)

Verkonhaltija	Latausoperaattori	Sähköautoilija
Tehonmenetykset	Rakennuskustannukset	Matkustuskulut
Energiahäviö	Laturin asennus	Odottamisen hinta
Jännitehäviö	Käyttökustannukset	Lataamisen hinta
Luotettavuus	Yhteyskulut	Nettotuotto V2G lataamisesta
Verkon muutokset	Ylläpitokulut	Sähkön hinta
Nettotuotto V2G	Maankäytön kulut	
	Työvoimakulut	
	Sähköautojen liikennemäärä	

Sähköauton lataamisesta syntyvällä kuormalla havaittiin olevan niin negatiivisia, kuin myös positiivisia vaikutuksia. Lataamisesta aiheutuva kuorma voi ajoittua sähkönkäytön huipputunteihin nostaen verkon kapasiteettivaatimusta entisestään ja lyhentää mahdollisesti verkon komponenttien elinikää. Haitallisia vaikutuksia lataamisesta syntyy sähkön laatuun luomalla harmonisia yliaaltoja, jakoaseman jännitehäviötä, tehohäviöitä Latausasemille voi olla vaikutus jakeluverkon luotettavuuteen, sillä luotettavuuden mittaindeksiin voi vaikuttaa negatiivisesti yhden laturin toimimattomuus, mutta tämä riippuu käytetyn luotettavuusindeksin laskutavasta. Positiivisina vaikutuksina nostettiin ajoneuvosta verkkoon (V2G) lataaminen, jolla voidaan vähentää lataamisesta syntyvää kuormaa etenkin sähkönkäytön huipputuntien

aikana. Tästä saatava taloudellinen hyöty riippuu hinnoittelusta ja sopimuksellisista elementeistä. Toinen positiivinen verkkovaikutus on uusiutuvan energian taltioiminen, sillä uusiutuvan energian haasteena on sen tuotannon hallitsematon ajankohta. Tämä tuotannon ja kulutuksen yhteensovittaminen tarvitsee energian varastointia, minkä V2G-tekniikka mahdollistaa. Ympäristöllisistä vaikutuksista mainittiin hiukkaspäästöjen vähäisyys sähköautoissa ja hiilidioksidipäästöt ovat pienemmät kuin polttomoottoriautoissa, varsinaisten lukujen riippuen kuitenkin paljon sähköntuotannon muodosta. Taloudellisina vaikuttimina mainittiin sähköautojen korkea hinta, mutta sähkömoottorin paremman hyötysuhteen takia energian kokonaiskulutus on matalampi kuin polttomoottorissa. (Ahmad ym. 2022.)

Sidosryhmien eri tarpeet ilmenevät myös kuudessa heikkoudessa, joita katsauksen kirjoittajat näkevät aiemmassa aiheeseen liittyvissä tutkimuksissa. Havaitut heikkoudet olivat:

- Suurimmassa osassa tutkimuksia on käytetty vain yhtä tai kahta lähestymistapaa ongelmanmuodostuksessa, jolloin ei voida huomioida kaikkien sidosryhmien tarpeita,
- Sähköisen lataamisen tuottaman kuorman mallinnukset eivät huomioi lataamiskäyttäytymisen ailahtelua,
- Kysyntäjoustop hallinta ja ajoneuvosta verkkoon -lataaminen eivät ole huomioituina latauspaikan sijoittelussa,
- Uusiutuvien energialähteiden sisällyttämistä latausasemaan ei huomioida,
- Lataamisen ajallista sijoittumista ei oteta ongelman muodostamisessa huomioon
- Yleensä latausasema on sijoitettu arvioimalla sen kulujen muodostumista, eikä aseman vaikutusta jakeluverkkoon.

Näistä heikkouksista kaikki eivät ole yhtä oleellisia kuin toiset. Kaupungin keskusta-alueella esimerkiksi uusiutuvien energialähteiden sijoittaminen latausaseman yhteyteen ei ole yleensä mahdollista. Kaksisuuntainen lataaminen on ollut Helenillä mahdollista jo vuodesta 2017 osassa latausasemista ja kaksisuuntaisen lataamisen mahdollistava tekniikka alkaa yleistymään uusissa sähköautoissa (Rouhiainen 2022).

Katsausartikkelin havainto sidosryhmien painottumisesta tutkimuksissa on merkittävä, sillä latausverkon tulee palvella yhtä lailla nykyisiä kuin tulevia sähköautoilijoita, kaupunkien ja kuntien omia liikenteellisiä strategioita sekä latausasemia pyörittäviä, voittoa tavoittelevia yrittäjiä ja yrityksiä. (Ahmad ym. 2022.)

2.3 Analysis of factors affecting economic operation of electric vehicle charging station based on DEMATEL-ISM (Liang ym. 2021)

Artikkelissa arvioitiin sähköautoiluun vaikuttavia taloudellisia tekijöitä ja niiden keskinäisiä vuorovaikutussuhteita. Taloudelliset tekijät kerättiin alan kirjallisuudesta sekä Delfoi-metodilla energiajärjestelmien ja latausoperaattorien asiantuntijoilla. Näiden tekijöiden välisiä vuorovaikutussuhteita selvitettiin ensin myös Delfoi-metodilla, jonka jälkeen niiden tarkemmat suhteet ja hierarkiat arvioitiin DEMATEL-ISM (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory-Interpretative Structural Modeling) metodilla. Taloudelliset tekijät olivat jaettavissa neljään eri osa-alueeseen, jotka on koostettu taulukkoon 2.

Taloudelliset tekijät jaettiin neljään tasoon, jotka kuvaavat tekijöiden välistä hierarkiaa, jossa alempi taso vaikuttaa aina ylempään ja alin taso on merkittävin tekijä. Ylimmällä tasolla ovat lataushinta, bensiinin hinta, sähköauton akku, sähkönsyötön luotettavuus ja varaosien hallinta. Toisella tasolla ovat lataamisen hallintajärjestelmä sekä riskinhallinta, jotka vaikuttavat suoraan ensimmäiseen tasoon mutta vähäinen välitön vaikutus taloudelliseen kannattavuuteen. Kolmannella tasolla ovat latauskentän sijainti, latauskentän koko, paikallisverkon tilanne, julkisvallan toiminta, tekninen valvonta, käyttödatan hyödyntäminen ja henkilöstön kouluttaminen. Kolmas taso vaikuttaa toisen tason tekijöihin, jota kautta niiden vaikutus näkyy myös ensimmäisessä tasossa. Neljännessä tasossa on vain yksi tekijä, sähköautojen määrä, mutta se on kaikkein merkittävin tekijä latausaseman kannattavuuden kannalta. Sähköautojen osuuden autokannassa tulee olla merkittävä ennen kuin lataustoiminta on varmalla kannattavuuspohjalla. (Liang ym. 2021.)

Taulukko 2. Taloudellisten tekijät ja niiden merkitys (Liang ym. 2021)

Suunnittelu	
Latausaseman sijainti	Autoilijan latausaseman valintaan vaikuttaa useita tekijöitä, kuten miten asema sijoittuu matkan varrelle, kuinka helpoksi sinne ajaminen koetaan, millainen lataustarve alueella on ja kuinka suuret liikennevirrat aseman ohi menevät. Suuremmat latausmäärät luovat suuremmat rasitteen verkkoon, joka voi tuottaa luotettavuusongelmia eri asuinalueiden välillä, sillä vauraammilla asuinalueilla infrastruktuuri on tyypillisesti paremmassa kunnossa kuin köyhillä alueilla.
Latauskentän koko	Mitä suurempi kenttä, sitä suuremmat kulut. Toisaalta latauskentän kapasiteetin tulee olla suhteessa lataustarpeeseen, jotta lataamiseen pääsyä ei tarvitse odottaa, mikä puolestaan vähentää autoilijan kustannuksia ja parantaa käyttökokemusta.
Ulkoiset tekijät	
Lataushinta	Lataushinta on operaattorin kuluttajalta laskuttama summa, eli se käsittää niin sähkön hinnan kuin myös latausaseman omistajan palvelumaksun. Hinta ohjaa kuluttajien latausaseman valinnassa, aseman omistajan toiminnan kannattavuutta sekä investoinnin takaisinmaksua. Hinnalla voidaan myös ohjata sähköautoilijoiden latauskäyttämistä, esimerkiksi jos halutaan ohjata lataamista pois sähkökäytön huipputunneista, voidaan lataamisesta tehdä tällöin kalliimpaa.
Sähköautojen määrä	Sähköautojen määrä vaikuttaa suoraan lataustarpeeseen ja latauksesta syntyvän kuorman suuruuteen.
Alueellisen sähköverkon kapasiteetti	Sähköverkon kapasiteetti ja kunto vaikuttavat latausaseman turvallisuuteen ja vakauteen.
Bensiinin hinta	Bensiinin hinta ja sen ennustettu kehityssuunta vaikuttavat kuluttajien halukkuuteen hankkia sähköauto. Kasvava sähköautojen määrä taasen vaikuttaa latausasemien kannattavuuteen ja määrän tarpeeseen.
Julkisen vallan toimet	Julkinen valta, kuten valtio, voi erinäisten tukien ja verohelpotusten kautta vaikuttaa sähköauton hankinnan kannattavuuteen, sen hintaan sekä latausasemien kustannuksiin. Kunta tai kaupunki voi taasen erinäisin maanvuokran alennuksin, lupakäytännöin ja parkkipolitiikan kautta kannustaa sähköautoon siirtymistä.
Tekniset tekijät	
Sähköauton akku	Akun ominaisuudet, kuten koko, latautumisen/purkautumisen tahti ja latautumisen/purkautumisen kuvaaja määrittävät lataamisessa käytettävän tehon sekä kuorman jakautumisen ajallisesti. Nämä määrittävät lataamisen määrällisen tarpeen ja lataamisessa käytettävän tehon suuruuden.
Lataamisen hallintajärjestelmä	Hallintajärjestelmään yleensä kuuluu latausaseman käyttöjärjestelmä, lataamisen hallinta, tehon jakautumisen valvonta, mittari ja laskutus, turvajärjestelmä ja viestintärajapinta.
Vakaa sähkönsyöttö	Sähköliittymän mitoitettu kapasiteetti tulisi vähintään latausaseman maksimaalinen tehontarve. Liittymän tulisi myös kestää mahdollinen sähkön syöttö latauskentältä siirtoverkkoon, mikäli V2G-lataaminen halutaan mahdollistaa.
Hallinnolliset tekijät	
Riskinhallinta	Sähkötekniikassa ja liikenteessä on oleellista ottaa turvallisuusasiat huomioon toiminnan jokaisessa vaiheessa, jonka vuoksi toiminnan tulee toimia periaatteella: "Turvallisuus ensin ja ennaltaehkäisy painottaminen".
Tekninen valvonta ja hallinnointi	Kansalliset sekä toimialan vaatimukset standardeista määräävät pohjan, josta luodaan mittarit, joiden avulla voidaan valvoa latauspisteen kuntoa, turvallisuutta, laatua ja taloudellista toimintakykyä. Näin voidaan varmistua kannattavasta toiminnasta.
Käyttödatan analysointi ja hallinta	Latausaseman toiminnan alkamisen jälkeen asemasta voidaan kerätä suuri määrä erinäistä tietoa, kuten lataamisen ajallinen sijoittuminen, energian määrä per lataus, lataamiseen käytetty aika sekä paljon muuta. Tämä tieto on ensiarvoisen tärkeää aseman kannattavuuden arvioimiseksi, tulevien investointitarpeiden määrittelyssä ja sähköautoilijoiden käyttäytymisen ymmärtämiseksi.
Varaosien hallinta	Käytöstä syntyvän tiedon perusteella voidaan arvioida varaosien tarve, määrä ja osien vaihtoväli. Tällöin voidaan vähentää varastokustannuksia sekä tehostaa asemien huoltoa.
Henkilöstön jatkuva kouluttaminen	Sähköautojen latausasemissa on jatkuvaa kehitystä, joten on ensiarvoisen tärkeää, että henkilöstö osaa käyttää ja hyödyntää uusinta tietoa. Tämä tehostaa huoltoa ja ylläpitoa, kun mahdollisen ongelman selvittäminen ja ratkaiseminen nopeutuvat.

Artikkeli suosittelee kolmea toimea tulosten pohjalta:

1. Latausasemien henkilöstön tulisi muodostua monialaisesta ryhmästä, jossa yhdistyvät niin johtaminen, päivittäinen toiminta ja tekninen osaaminen, jotta laitteita osataan katsastaa sekä erinäisiä pieniä vikoja osataan paikantaa ja korjata ilman erillistä huoltoryhmää.
2. Latausoperaattorien tulisi keskittyä toiminnassaan ylimmän tason tekijöihin, sillä nämä ovat merkittävimmät taloudelliset tekijät toiminnan kannattavuudessa.
3. Sähköautokannan koon ollessa merkittävin tekijä kannattavassa lataustoiminnassa, hallintojen tulisi luoda kannustimia sähköautojen hankintaa, omistamiseen ja älykkäiden kaupunkien kehittymiseen.

2.4 On sustainable positioning of electric vehicle charging stations in cities: An integrated approach for the selection of indicators (Carra ym. 2022)

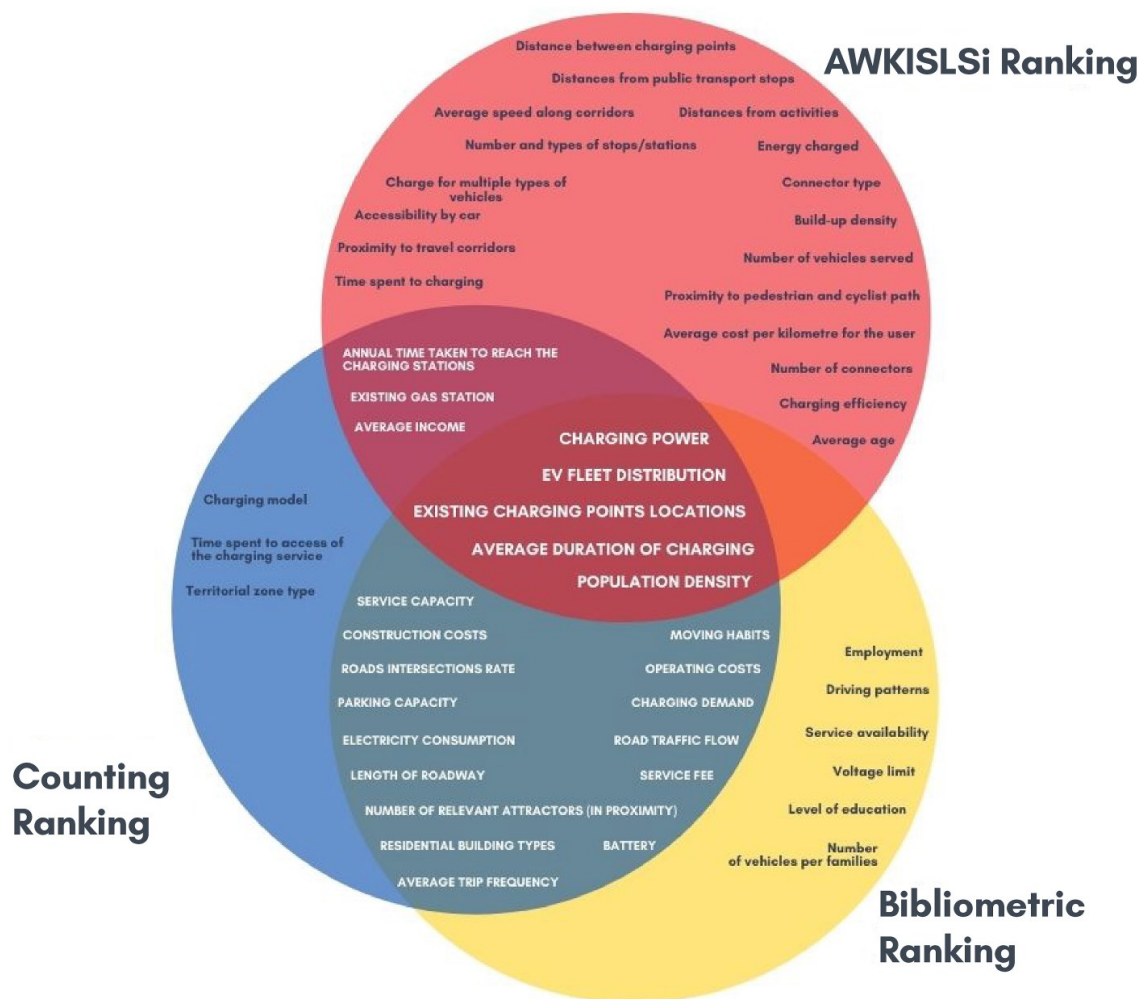
Tutkimus on Elsevier Oy:n julkaisema ja osittain Brescian yliopiston rahoittama. Tutkimuksessa selvitettiin viisi oleellisinta indikaattoria ilmaisemaan kannattavia ja kestäviä sijainteja sähköisen liikenteen latausasemille. Työssä kerättiin ensin kirjallisuuskatsauksien avulla suuri joukko indikaattoreita. Saadut indikaattorit arvioitiin ja painotettiin alan asiantuntijoille suunnatun kyselyn avulla, jonka tulokset taasen painotettiin Monte Carlo -simulaatiolla. Simulaatiolla saadut merkittävimmät indikaattorit vertailtiin vielä keskenään erinäisin metodein. Tutkimuksen heikkoutena on sen kyvyttömyys huomioida eroja eri lataustapojen ja sähköautojen välillä. Tutkimuksen tuottamat indikaattorit eivät ole myöskään poissulkevia eivätkä siinä muodostuneet arvotukset indikaattorien välillä ole ehdottomia, vaan eri tilanteet voivat vaatia eri painotuksia. (Carra ym. 2022.)

Tärkeimmiksi indikaattoreiksi muodostuivat latausteho, sähköautojen alueellinen jakautuminen, olemassa olevien latausasemien sijainnit, latauksen keskimääräinen kesto sekä väestötiheys. Aiemmat tutkimukset aihealueesta ovat keskittyneet enemmän kysymykseen: Miten arvioida kestävyys avainindikaattoreita, eivätkä ole etsineet vastausta kysymykseen: Mitkä ovat kestävyys avainindikaattorit. Tämän vuoksi tutkimus ei myöskään ota kantaa, miten saatuja indikaattoreita tulee hyödyntää reaali maailmassa. Saadut indikaattorit kuitenkin kuvastavat sitä tiedon tarvetta, joka

sähköisen liikenteen latausaseman suunnittelussa on taustalla. Tutkimuksessa kerättyjen indikaattorien eri arviointimetodien tulokset havainnollistettiin Venn-diagrammilla, joka on esitetty myös kuvassa 1. (Carra ym. 2022.). Indikaattoreiden ominaisuuksien arviointi oli myös oleellista indikaattorien käytettävyyden kannalta ja ne ovat esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Vaaditut ominaisuudet indikaattorit (Carra ym. 2022)

Metodologiset ominaisuudet	Mittaaminen	Indikaattorien tulee olla mitattavissa teoreettisen kehyksen mukaisesti pätevällä, luotettavalla ja ymmärrettävällä tavalla.
	Helppo saatavuus	Datan tulee olla helposti ja kustannustehokkaasti kerättävissä ja laskettavissa.
	Nopea saatavuus	Indikaattorien taustatietojen tulee olla jatkuvan päivittämisen kohteena, jotta mittauksen ja tulkinnan väli ei veny.
	Tulkittavuus	Indikaattorien tulisi olla universaalisti ymmärrettäviä, jolloin numerolliset arvot kuten prosentit ovat suosittavia ilmaisuja.
Kestävyiden kannalta merkittävät ominaisuudet	Taloudellinen kasvu ja tehokkuus	Kestävä sijainti latausasemalle edistää taloudellista kasvua ja tukee markkinakehitystä kohti halvempaa ja optimoidumpaa latausta.
	Ympäristön suojele ja parantaminen	Kestävä sijainti suoraan suojelee ja epäsuorasti parantaa ympäristöään. Sijainnin tulee suojata ympäristöään, minimoida jätteet, kasvillisuuden vahingoittuminen ja vesien pilaantuminen. Epäsuorasti latausaseman tulisi palvelun laadulla ja tehokkuudella lisätä kysyntäänsä, josta seuraa ympäristöllisiä hyötyjä perinteisten autojen muuttuessa vähäpäästöisemmiksi.
	Sosiaalinen oikeudenmukaisuus ja turvallisuus	Latausaseman tulee olla saavutettavissa mahdollisimman monille huolimatta käyttäjän liikunnallisista rajoitteista tai sosio-ekonomisesta asemasta huolimatta.
	Elävät kaupungit ja naapurustot	Latausaseman tulee tukea liikenteen ja maankäytön integraatiota lisäämällä alueen yhteisöllistä, kulttuurin ja vapaa-ajan käyttöä.



Kuva 1. Tärkeimmät indikaattorit kolmella eri arviointimetodilla (Carra ym. 2022.)

Indikaattorit jaoteltiin kuuteen osa-alueeseen, jotka olivat seuraavat: Ympäristölliset-, taloudelliset-, väestölliset-, teknologiset-, logistiset- ja kaupunkisuunnitelmalliset indikaattorit. Lopullisissa tuloksissa ei ole yhtäkään ympäristöllistä indikaattoria. Tämän arvioitiin johtuvan siitä, etteivät asiantuntijat pidä näitä tekijöitä niin oleellisena latausaseman suunnitteluvaiheessa ja että niiden merkitys korostuu käyttöönoton jälkeisessä valvonnassa. Tulosten analysointi osoitti myös dikotomian arviointimenetelmien välillä. AWKISLSi arvioinnissa kaupunkisuunnittelulliset indikaattorit ovat suuremmissa roolissa, kuin bibliometrisessä arvioinnissa. Jakautuminen osoittaa vastakkainasettelun kestävässä suunnittelussa ja yksityisautoilussa. Latausverkko ja sen asemien suunnittelu tulee olla yhdenmukaista maankäytön tavoitteiden kanssa. Julkisen ja kevyen liikenteen kehittämisen tavoitteet tulee huomioida sijainneissa, jotta latausverkko ei kannusta yksityisautoilun lisääntymistä. Ollakseen kestävä, latausasemien määrän ja jakautumisen

suunnittelussa tulee huomioida, minkä halutaan olevan kysynnän määrä, mistä mihin liikkuminen tapahtuu ja taloudellista kannattavuutta taloustieteestä tunnettujen periaatteiden mukaan. (Carra ym. 2022.)

2.5 Efficient planning and implementation of public chargers: Lessons learned from European cities (Bernard & Hall 2021)

Artikkeli on International Council on Clean Transportation (ICCT) järjestön tuottama katsaus viiden eurooppalaisen kaupungin toiminnasta ja käytännöistä sähköisen liikenteen vaatiman infrastruktuurin edistämiseksi sekä lupakäytäntöjen selkeyttämiseksi. Tarkastellut kaupungit olivat Lontoo, Pariisi, Amsterdam, Oslo ja Tukholma. (Bernard & Hall 2021.)

Sähköauton latausaseman kustannukset voidaan jakaa kahteen osaan: välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Välittömät kulut syntyvät latauslaitteen hinnasta, latauksen hallintaohjelmista, laskutuksesta ja sopimuksista. Välilliset kustannukset koostuvat taasen sidosryhmien välisestä kommunikoinnista, sopivan sijainnin löytämisestä, rakennusmääräyksien toteuttamisesta, aseman yhdistämisestä kunnallistekniikkaan ja rakennusluvista (Nelder and Rogers, 2019). Näistä välillisistä kustannuksista muodostuu merkittävä osa latausaseman alkukustannuksista ja esimerkiksi Oslolla nämä välilliset kustannukset ovat nousseet merkittävästi vuosien 2017–2020 välillä. Näillä välillisillä kustannuksilla on myös ajallinen vaikutus, sillä esimerkiksi lupien saaminen ja sidosryhmien välinen kommunikointi voivat vaikuttaa merkittävästi latausaseman toteutumisen aikatauluun. (Bernard & Hall 2021.)

Käytetyt lähestymismallit latausinfrastruktuurin kehittämiseksi on kategorisoitu raportissa kolmeen eri malliin: kysyntä edellä, suunnittelupainotteinen ja markkinaehtoisesti tapahtuvaan. Jaottelu perustuu tapaan, jolla latausaseman sijainti päätetään. Kysyntä edellä -lähestymismallissa latausasemien sijainteja haetaan sähköautoilijoiden ehdotusten perusteella. Suunnittelupainotteisessa päätöksenteossa aluehallinto paikallistaa mahdolliset latausasemien sijainnit, joihin alan toimijat voivat hakea lataustoimintaa. Markkinaehtoisessa mallissa yksityissektori saa varsin vapaasti hakea paikkoja latausasemille ja paikallishallinnon rooli on lähinnä toimia valvojana sekä sujuvoittaa lupaprosessia. Jaottelu ei kuitenkaan ole poissulkeva ja kaupungeilla oli usein näiden mallien yhdistelmiä. Eroja saattoi olla niin normaalin lataamisen ja

teholatauksen välillä, kuten myös toimijoiden määrissä ja kustannusten jakamisessa kaupallisten toimijoiden ja kaupungin välillä. (Bernard & Hall 2021.)

2.5.1 Amsterdam

Amsterdamissa on käytössä kysyntä edellä -malli ja kaupunki maksaa yksityisille toimijoille latausaseman asennuksesta, mutta asemat jäävät kunnan omistamiksi. Latausasemien käyttömäärää tarkkaillaan Amsterdamin yliopiston kanssa yhteistyössä ja mikäli huomataan aseman olevan erityisen suosittu, alueelle asennetaan kolme latauspistettä lisää. 2016 kaupunki aloitti seitsenvuotisen yhteistyön entisen NUON NV, nykyisen Vattenfall AB kanssa nopeuttaakseen latausaseman asentamiseen kuluvaan aikaa. NUON ja sen laitetoimittaja EVBox Oy arvioivat autoilijoiden hakemukset ja tekevät projektisuunnitelman liikennesuunnittelun kanssa yhteistyössä. Lopullisen luvan asemalle antaa lopulta kuitenkin kunta suunnitelmien perusteella. Viestintä toimijoiden ja kunnan välillä on yksi toiminnan pullonkaloista, jota on tällä yhteistyöllä saatu nopeutettua. (Bernard & Hall 2021.)

2.5.2 Suur-Lontoo

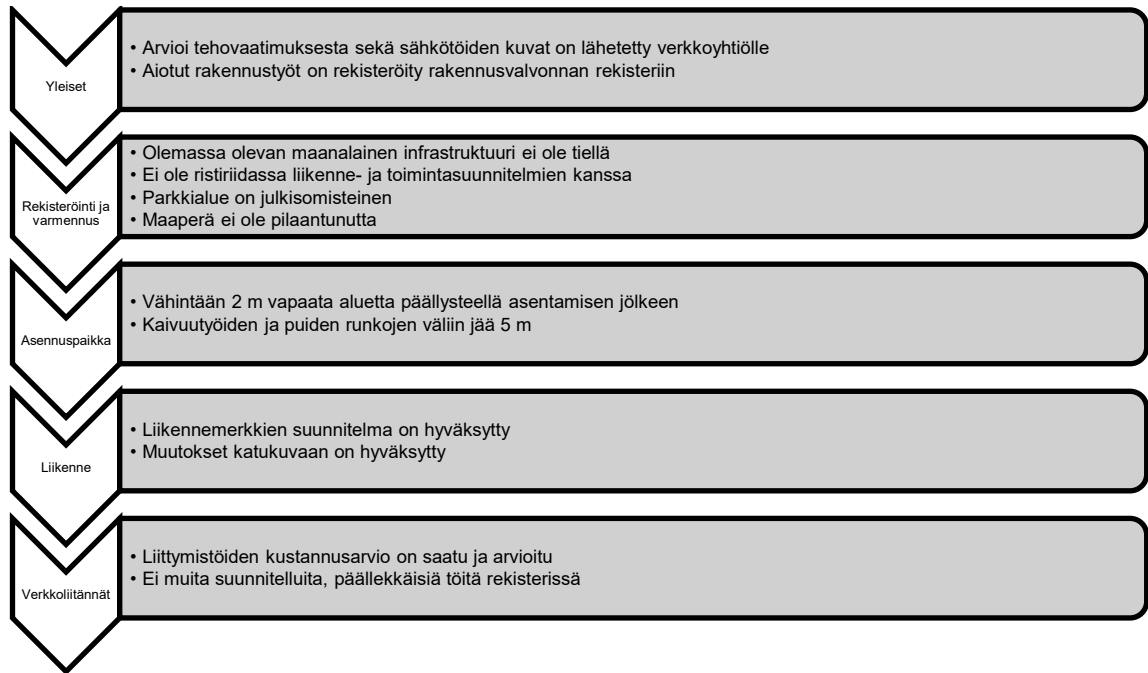
Suur-Lontoo koostuu 32 kunnallishallinnollisesta kaupunginosasta sekä Lontoon kaupungista, ja näiden toimijoiden muodostamaa hallintoaluetta johtaa Suur-Lontoon yleishallintoviranomainen. Vuonna 2018 Suur-Lontoo kokosi työryhmän sähköisen liikenteen, energia-alan, rakennusalan sekä suunnittelun toimijoista sekä paikallishallinnon edustajista. Työryhmä loi sähköisen liikenteen strategian yhtenäistämään käytäntöjä sekä edistämään sähköiseen liikenteeseen siirtymistä Suur-Lontoon alueella. Työryhmään osallistuneet toimijat ovat strategian lisäksi tuottaneet ohjeistusta ja käytäntöjä helpottamaan latausinfrastruktuurin kehittymistä. Transport for London (TfL) on julkaissut sähköajoneuvojen latauspisteiden asennusohjeen, jossa käsitellään katunäkymää, sijainnin valintaa ja ohjeessa on asennuksen tarkastuslistan. Paikallinen verkonhaltija, UK Power Networks (UKPN), on luonut lämpökartan sähköverkon kapasiteetista suuria energiamääriä vaativia latausasemia varten. Lämpökartan avulla paikallishallinto päättää mahdollisia sijainteja lämpökartan ja sähköautoilijoiden ehdotusten perusteella. Latausaseman toteutus joko kilpailutetaan tai annetaan suoraan yhdelle yritykselle. TfL on myös luonut toiminnallisen kehikon 22

kWh lataustehoon saakka kaupunginosien hyödynnettäväksi. Kehikko määrittää sopimuskauden pituutta, infrastruktuurin omistajuutta sekä kustannusten jakautumista paikallishallinnon ja latausyrityksen välillä. Malliesimerkkinä latausyritys etsii sijainteja latauspisteille ja maksaa kaikki asentamiseen liittyvät kulut. Paikallishallinto puolestaan tarjoaa parkkipaikat latauspisteille. Käyttödata latausasemilta tulee jakaa TfL:n, Lontoon kaupunginosa- ja Suur-Lontoon yleishallintoviranomaisen kanssa. Tämä mahdollistaa lataustarpeiden kehittymisen ennustamisen ja antaa osviittaa missä asemia tarvitsee laajentaa. (Bernard & Hall 2021.)

Teholatauksessa TfL on vastuussa mahdollisten latausasemien/pisteiden sijaintien etsimisestä, infrastruktuurin muokkaamisesta sekä verkkoliitännöistä. Rahoitus saadaan Suur-Lontoon yleishallintoviranomaiselta. Aseman pyörittäminen kilpailutetaan pikalatausyritysten välillä kahdeksan vuoden sopimuskaudella ja yritys maksaa kiinteää vuokraa sekä osuuden liikevaihdosta paikallisviranomaiselle. Tämä koskee vain julkiselle alueelle tulevia latausasemia. Noin puolet Suur-Lontoon teholatausasemista on yksityisellä maalla. (Bernard & Hall 2021.)

2.5.3 Oslo

Norjassa 64 % uusista myydyistä autoista 2019 oli sähköautoja. Norjan valtio on jo pitkään tukenut sähköautojen hankintaa rahallisesti, ja Oslon kaupunki on panostanut sähköautojen julkiseen lataamiseen, kuten mahdollistamalla kadunvarsilataamista jo vuodesta 2008 alkaen. Oslossa kaupungin kaupunkiympäristön organisaatio määrittää mahdolliset latausasemien sijainnit sähköautoilijoiden ehdotusten sekä latausverkon ilmeisten katvealueiden perusteella. Kaupunkiympäristön organisaatio sekä toteuttaa että toimii latausasemien toiminnanharjoittaja. Lad i Oslo -ohjelma kehitti tarkistuslistan kaupunkiympäristön organisaatiolle varmistamaan tehokkaan ja kattavan arvioinnin jokaiselle mahdolliselle latausasemalle, ennen aseman toteuttamista. Artikkelissa on M. Mølmen haastatteluun perustuva kopio tarkistuslistasta sekä arvio, että 12 kappaletta 7 kW laturia maksaa kokoanisuuudessaan n. 51 000 €, josta arviolta puolet muodostuu välillisistä kuluista. Tarkistuslista on esitetty suomeksi käännettynä kuvassa 2.



Kuva 2. Tarkistuslista latausaseman perustamista varten. (Bernard & Hall 2021.)

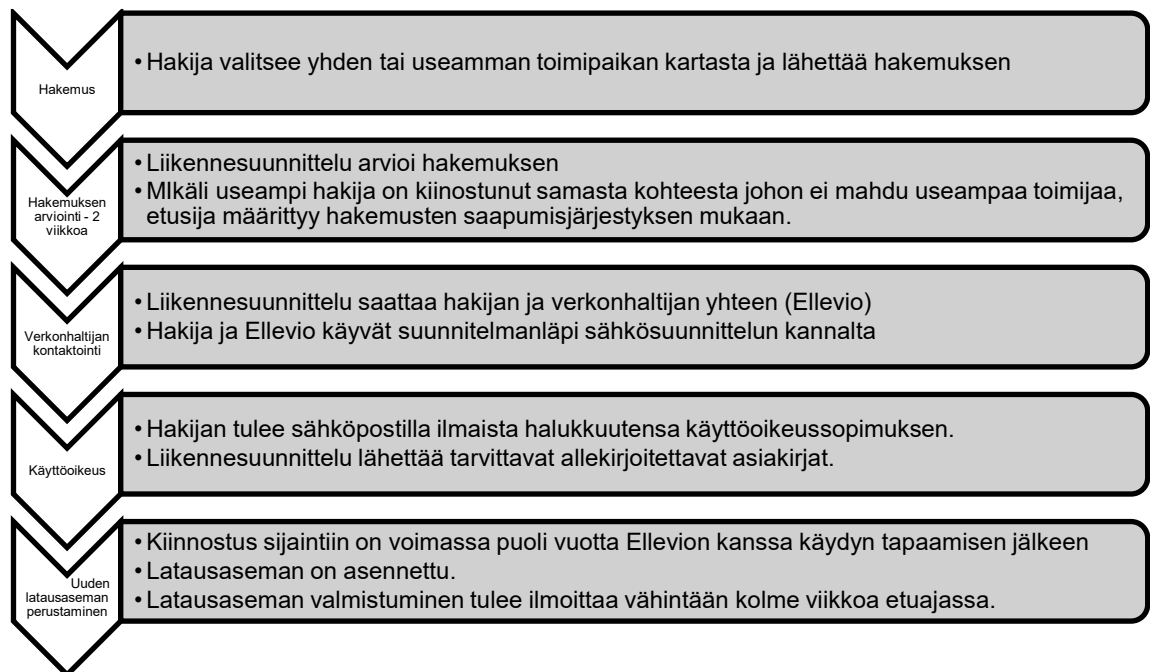
2.5.4 Pariisi

Pariisissa on kaupunkijohtoinen lähestyminen peruslatausverkon syntyyn, jossa kaupunki määrittelee sijainnit latausasemille verkonhaltijan, kaupunkitekniikan ja kaupunkikuva-arkkitehtien kanssa. Aseman toteutus on ulkoistettu latausyrittäjille, joiden tehtävä on viestintä eri sidosryhmien välillä, kunnallistekniikan asentamisen pyytäminen viranomaisilta sekä tarkastusviranomaisen ajan tasalla pitäminen. Yrittäjän ja kaupungin välillä on viikoittain palaveri toiminnan sujuvoittamiseksi. Yhden AC-laturin hinta vaihtelee 9 000 € ja 12 000 € välillä, josta kaksi kolmasosaa muodostuu asennuskustannuksista. (Bernard & Hall 2021.)

Asemien verkkoiliäntöjen vaaditaan olevan erilliset latauspisteestä, jotta pisteen huolto ja vaihto onnistuvat ilman jakeluasemaan koskemista. Teholataus on keskitetty pois tienvarsilta, muun muassa bensa-asemille. Polttoainejakeluaseman toimilupaa hakiessa tai uudessa aseman tulee asentaa joko tasavirtaa käyttävä teholaturi tai maakaasun tankkauspaikka. (Bernard & Hall 2021.)

2.5.5 Tukholma

Tukholmassa kaupunki on määritellyt mahdolliset sijainnit latausasemille ja yksityiset toimijat hakevat toimitilua yhdelle tai useammalle tällaiselle sijainnille. Kaikki aseman perustamisesta ja toiminnasta koituvat kustannukset ovat toiminnan harjoittajan vastuulla, mutta vastineeksi toimija ei joudu maksamaan vuokraa alueen käyttöoikeudesta. Tukholman kaupunki on vastuussa tieviitoituksesta ja merkinnöistä sekä latauspisteen parkkialueen kunnossapidosta. Latausaseman käyttötiedot tulee toimittaa kaupungille vuosineljänsittäin tai puolivuositain. Kuvassa 3 on kuvattu prosessin vaiheet:



Kuva 3. Tukholman latausaseman hakuprosessi (Bernard & Hall 2021.)

2.5.6 Toimintatavan valitseminen

Julkisen latausverkon kehittäminen voidaan karkeasti jakaa kahteen eri tapaan: kysyntä- tai suunnittelu edellä tapahtuvaan. Jaottelu ei ole sitovaa ja kaupunki voi esimerkiksi antaa joillain alueilla latausasemien sijaintien määrityä hakemusten perusteella, kun taas joillain alueilla kaupunki voi valmiiksi määritellä sijainnit latauspisteille. Tämä toimintatapa mahdollistaa myös hankalampien alueiden, kuten tiiviiden keskusta-alueiden latausverkon kehittymisen. (Bernard & Hall 2021.)

Kysyntä edellä -toimintatavassa asemien latausasemien käyttöaste on todennäköisesti korkea, mikä luo varmuutta latausyrittäjälle toiminnan kannattavuudesta. Tämä on erityisen tärkeää sähköautokannan ollessa vielä suppea ja markkinoiden vasta syntyessä. Suurin heikkous toimintatavassa on se, ettei siinä reagoida ennakkollisesti tulevaan kysyntään, eikä kannusta hankkimaan sähköautoa alueilla, joissa ei autokanta ole jo vahvasti sähköistynyt. Toimintatavan hyödyntämiseksi olisi tärkeää, että on käytettävissä lämpökartta sähköverkon kapasiteetista sekä liikennesuunnittelun kartta latauspisteille mahdollisista sijainneista. On merkittävää, että sähköautoilijoiden lisäksi taksi- kuljetus- ja yhteiskäyttöautoyritykset pääsevät esittämään toiveita tulevien latausasemien sijainneista. Viestintä eri sidosryhmille ja asuinalueille on oleellista, jotta ei synny väärinymmärryksiä julkisen tilan käytöstä, muutoksista liikennesuunnittelussa sekä alueen arvonkehityksessä. (Bernard & Hall 2021.)

Suunnittelu edellä -toimintatavassa alkukustannukset ovat suuremmat, kun kaupunki suunnittelee ja päättää mahdolliset sijainnit latausasemille, mutta säästää aikaa ja rahaa aseman suunnittelu- ja asennusvaiheessa. Sijainteja päätettäessä on tärkeää, että eri sidosryhmien, kuten verkonhaltijan, kuljetusalan yritysten ja kaupungin suunnitteluryhmän välillä on tiivis yhteistyö, jotta löydetään kustannustehokkaimmat ja suurimman kysynnän omaavat sijainnit. Sähköautojen nykyinen määrä eri alueilla sekä ennusteet tulevista määristä ovat oleellista tietoa tässä vaiheessa. Suunnittelussa pääpainona on julkisessa omistuksessa olevat maa-alueet, mutta yksityisetkin maanomistajat voivat osallistua ja tarjota maataan julkisen latausaseman perustamiseen. Esimerkiksi huoltoasemat, parkkihallit ja kauppakeskukset sijaitsevat usein jo valmiiksi liikenteen solmukohtissa tai ovat luonnollisia matkakohteita, mikä tekee niistä erinomaisia sijainteja latausasemille. (Bernard & Hall 2021.)

Teholataus on suositeltavaa sijoittaa katualueiden ulkopuolelle latureiden suuren tilantarpeen vuoksi. Kaupungin katuihin kohdistuu jo merkittävää käyttötarvetta esteettömän liikkumisen, kevyen liikenteen, julkisen liikenteen pysäkkien ja logistiikan suunnalta. Teholatausverkon syntyminen on joissain kaupungeissa, kuten Pariisissa, jätetty markkinaehtoisen kehittymisen varaan. Tässä lähestymistavassa kaupungin tarvitsee vain luoda lupa- ja toimintakehikko yrityksille, jotka haluavat perustaa teholatausaseman. Lähestymistavassa latausasemien perustamista voidaan kuitenkin kannustaa erinäisin taloudellisin tuin tai helpotuksin, kuin myös sitomalla esimerkiksi polttoainejakelun toimiluvan teholatausaseman perustamiseen, kuten Pariisi on tehnyt. (Bernard & Hall 2021.)

2.5.7 Poimintoja parhaista käytänteistä

Sähköisen liikenteen kehittämisen strategia kannattaa toteuttaa sidosryhmien kanssa yhteistyössä, kuten Suur-Lontoo teki vuonna 2018. Taulukossa 5 on esitetty joukko eri sidosryhmiä, mitä heiltä voidaan saavuttaa ja mikä on paras toimintatapa ryhmän kanssa. (Bernard & Hall 2021.)

Selkeän ohjeistuksen luominen lupakäytännöistä sekä prosessin etenemistä on ensiarvoisen tärkeää. Yksi yleisimmistä valituksen aiheista latausasemayrittäjiltä on epäselvä ohjeistus lupien hakemisesta, vaatimuksista luvan saamiseksi sekä prosessin etenemisen hitaus ja hahmottaminen. Viestintää varten on suotavaa nimittää tietyt henkilöt tai tahot, jotta yhteyden ottaminen on helppoa ja mahdollisten ongelmien tiedottaminen tehokasta. (Bernard & Hall 2021.)

Rakennusmääräysten ja latausstandardien asettaminen nopeuttaa hakemusten arviointia ja varmistaa riittävien sähköpääkeskusten rakentamisen, jolloin tulevat laajennukset latauskapasiteettiin eivät vaadi sähkötöitä. Latausasemien yhdistäminen verkkoon on yksi merkittävistä kustannustekijöistä latausasemien perustamisessa. (Bernard & Hall 2021.)

Peruslatausta ja teholatausta varten voi olla eri lähestymistavat. Hinnan, verkko vaikutusten, ajallisen ulottuvuuden ja vaaditun tilan takia monet kaupungit ovat ottaneet eriyttäneet peruslataamisen ja teholatauksen omien käytäntöjen taakse. Esimerkiksi Amsterdam on valinnut peruslataamista varten kysyntä edellä - lähestymistavan, kun taas teholataus on jätetty pitkälti markkinaehtoisen kehittymisen varaan ja kaupunki tuottaa vain ohjeistusta sekä kannustimia toimintaan liittyen. (Bernard & Hall 2021.)

Taulukko 4. Parhaat käytänteet sidosryhmien kanssa

Sidosryhmä	Saatava hyöty	Miten saada hyöty
Verkonhaltija	Lämpökartta sähköverkon kapasiteetista ja soveltuvista jakoasemista. Kartan tulee olla ajantasainen, dynaaminen ja hakutoiminnollinen. Tulevien parannusten tulisi näkyä kartasta. Ohjeistus verkkoon liittymisestä ja siihen liittyvistä lupahakemuksista	Verkonhaltijaan tulee olla aikaisessa vaiheessa yhteydessä lämpökartan saamiseksi. Yhteyshenkilön luominen, joka hoitaa sidosryhmien kysymykset ja verkon parantamiseen liittyvät pyynnöt.
Kaupungin viranomaiset	Kartta mahdollisista, ennakkoon valituista sijainneista latausasemille. Kartassa oltava tiedot mahdollisista rajoitteista saavutettavuudessa, putki- ja johtotiedot, kaupunkikuvalliset rajoitteet sekä tulevat työmaat alueella.	Julkisomisteisten maa-alueiden haltijoihin tulee olla yhteydessä mahdollisuudesta sijoittaa latausasema alueelle.
Yksityiset maanomistajat ja yritykset	Voivat tarjota alueitaan julkisesti saavutettavan latausverkon perustamista varten.	Latausaseman mahdollistavat yksityiset toimijat tulee saattaa latausyritysten tietoon Yksityisten toimijoiden määriteltävä, millaisen aseman voi heidän mailleen perustaa (latureiden määrä, lataustyyppi, sopimustyyppi ja tarkka sijainti).
Latausasemayrittäjät	Tuottavat tietoa latausasemien tyypeistä, sijainneista ja käyttöasteista Mahdollistavat yhteisen käyttöliittymän ja mahdollisuuden maksaa useammalla eri tavalla.	Latausasemilta tulee vaatia tiedot latureiden käyttöasteesta, latausajoista sekä muusta oleellisesta tiedosta. Tämä voi olla esimerkiksi vaatimus toimiluvan saamiseksi, etenkin mikäli asema on yleisellä alueella. Vaaditaan yhtenäiset käytänteet asiakaan näkökulmasta ja mahdollisuuden useampaan eri maksutapaan.
Taksi, kuljetuspalvelut ja yhteiskäyttöautopalvelut	Tuottaa tietoa oman autokannan sähköistymisasteesta, yleisten nouto- ja jättöpaikkojen sijainnista, autojen säilytyspaikoista sekä kotilataamisen mahdollisuudesta. Mahdollisesti osallistua kustannuksiin, jotta kuljettajat pääsevät käsiksi latausverkkoon.	Yhtiöt tulee ottaa mukaan asemien sijainteja suunnitellessa ja autokannan sähköistämisen tavoitteissa.
Yleisö	Liittyvät sähköautoilijoiden järjestöihin, jotta saavat äänensä ja näkemyksensä julki. Tuottavat toiveita mahdollisista sijainneista latureille sekä niiden tyypeistä.	Järjestöt tulee olla kuultuina huolista sekä näihin huoliin on vastattava. Mahdollistettava hakemukset latauspisteille/asemille. Selkeä tiedottaminen liikenteen sähköistymisestä.
Kaupungin ulkopuolinen julkishallinto (valtio, maakunta, lähikunnat)	Yhteistyö kattavan, muttei päällekkäisen latausverkon syntymiseksi. Rahoitus.	Kommunikointi käytännöistä ja tarjottavista taloudellisista kannustimista, sekä latausverkon yhtenäisten käytäntöjen luominen.

3 Latausoperaattorien haastattelut

Tässä luvussa käsitellään tutkimushaastattelujen tulokset. Puolistrukturoitu haastattelu valittiin haastattelututkimuksen muodoksi, sillä se palveli parhaiten markkinavuoropuhelun tarkoituksena. Haastateltavia vastaukset eivät rajoitu esittäjän tietoon, vaan alan toimijat kykenivät laajentamaan vastauksiaan ja tätä kautta antamaan paremman kokonaiskuvan sähköisen liikenteen latausasemien sijoitteluun liittyvistä haasteista sekä rajoitteista. Haastatteluiden tuloksia käsiteltiin anonymisti opinnäytetyössä. Anonymiteetti mahdollisti kattavat vastaukset, joissa saattoi olla liiketoimintamallin kannalta arkaluontoista tietoa. Haastattelut toteutettiin etähaastatteluina yhdessä Turun kaupungin sähköisen yleissuunnitelman työryhmän Jussi Saarin järjestämien alustavien markkinavuoropuheluiden kanssa Microsoft Teams -viestintä- ja yhteistyöalustassa. Haastateltavat ja haastattelujen päivämäärät on listattu taulukkoon 5. Laadun varmistamiseksi haastattelut tallennettiin ja näiden tallenteiden pohjalta tehtiin kattavat tiivistelmät. Haastattelujen analysoinnissa käytettiin tiivistelmiä sekä tallenteita.

Taulukko 5. Haastatellut yritykset ja haastattelujen päivämäärät

Haastateltava yritys	Päivämäärä
ReCharge Oy	14.4.2023
ABC-lataus	17.4.2023
Neste Oy	18.4.2023
NDM Group Oy	18.4.2023
Turku Energia	19.4.2023
AL-lataus	19.4.2023
Plugit Oy	21.4.2023

Haastattelujen rakenne oli seuraava: Osapuolet esittäytyivät, Jussi Saari esitteli sähköisen yleissuunnitelman, haastateltavan yrityksen edustaja esitteli yrityksen toimintaa, opinnäytetyön tekijä esitti haastateltavalle ennalta suunnitellut kysymykset (kts. liite 1.). Kysymysten esittämisen ja vastaamisen jälkeen oli vielä vapaan keskustelun osio. ReChargen haastattelussa ilmeni, ettei kysymyksissä käsitellä raskasta liikennettä, minkä vuoksi lisättiin kysymys 7 b. ReChargen kohdalla näkemyksiä raskaasta liikenteestä saatiin vapaan keskustelun aikana.

Haastattelun puolistrukturoidun rakenteen ja markkinavuoropuhelun vapaan keskustelun vuoksi asiat ilmenivät sekalaisessa järjestyksessä ja ne on koottu kysymysten aiheitten mukaan tässä osiossa.

3.1 Kysymykset ja vastausten tiivistelmät

1. Mitkä tekijät luovat hyvän sijainnin latausasemalle (esimerkiksi liikennemäärät tai ympäröivät palvelut)?

Sijainnit, jotka kokoavat ihmisiä yhteen, toistuivat jokaisen vastauksissa. Esimerkkeinä nousivat liikenteiden solmukohtat, liittymäparkit juna-asemilla, valtatie, sairaalat ja urheilukentät. Yrityksen näkökulmasta on kuitenkin oleellista määrittää oma asiakaskunta, jota kautta syntyy tarkempi määritelmä hyvälle sijainnille. Yritys, joka haluaa palvella matkalaisia matkan aikana, arvioi hyvän sijainnin kriteerejä eri tavoin kuin raskaan liikenteen lataamiseen keskittyvä operaattori. Kahden operaattorin vastauksista ilmeni, että syrjäseudulla voi olla potentiaalisia kohteita lataustoiminnalle, mikäli tarkoitus on tarjota latausta osana suurempaa palvelukokonaisuutta.

Latausasema ei välttämättä ole tällöin rahallisesti kannattava, mutta sen luoma arvo ei tällöin perustu suoraan latauksesta saatavaan rahaan. Latausasemien tulisi sijaita, kuten eräs latausoperaattori mainitsi, ”pysähtymiseen luonteivissa kohteissa”.

Merkittävä tekijä lataustehon määrittelyssä on kohteessa vietettävä aika, joka puolestaan vaikuttaa hyvän sijainnin määrittelyyn. AC-latauksessa tarvitaan pitkiä pysäköintiaikoja eikä vaihtuvuutta ole paljoa vuorokauden aikana. DC-latauksen yhteydessä olisi suotavaa olla mahdollisuus pysähtyä noin puolesta tunnista tuntiin, joka menee akun lataamiseen teholatauksessa. Mahdollisuus käyttää vessaa latauksen aikana mainittiin yhden operaattorin toimesta erinomaisena asiana.

Liikennemäärä oli jokaisen toimijan mielestä oleellinen tekijä kannattavassa toiminnassa ja puolet operaattoreista mainitsi suoraan julkiset pysäköintialueet hyvinä kohteina latausasemia varten.

Yksi operaattori nosti esiin ammattiliikennettä. Taksiliikennettä ei olisi hyvä ladata taksitolpilla, vaan taksiautojen lataamista tulisi suunnitella kutsualueiden ja ajoruudukkojen pohjalta. Kohteet, joihin ja joista tehdään paljon kelakorvattuja matkoja ovat takseja kokoavia kohteita. Oleellista on kohteessa vietetty aika, jottei

pysähtymiseen käytetty aika mene pelkästään lataamisen aloittamiseen ja lopettamiseen.

2. Mistä etsitte uusia sijainteja sähköautojen latausasemille?

Vastauksissa heijastuu liiketoimintamalli vahvasti. Osa operaattoreista toimii pyyntöjen perusteella, osa etsi paikkoja oman konsernin sisällä ja osa etsii laajasti oman yrityksen strategian rajoissa. Yksikään ei ollut poissulkevia liiketoiminnan laajentamiseksi nykyistä monipuolisempiin kohteisiin, kuten keskustalataamiseen. Kohdeasiakasryhmä oli tässä kuitenkin hillitsevä tekijä ja voi rajata innokkuutta julkisiin kilpailutuksiin osallistumista. Matkalataamiseen keskittyvillä yrityksillä luontaisia kohteita ovat maanteiden solmukohdat, taukopaikat sekä matkojen määränpäättäjät, kuten Ähtärin eläinpuisto.

a. Näettekö kaupunkien keskusta-alueet houkuttelevina toimintaympäristöinä?

Keskusta nähtiin yleisesti mahdollisena toimintaympäristönä, muttei välttämättä ensisijaisena toiminta-alueena. Kadunvarsilataamiseen ei ilmennyt kiinnostusta, sillä yhden tai kahden latauspisteen kokonaisuuksia ei pidetä taloudellisesti kannattavina. Keskustassa tiheä rakennuskanta luo tarvetta julkiselle lataukselle, kun jokaisella taloyhtiöllä ei ole omia parkkialueita lataustoiminnan perustamista varten. Lisäksi keskustassa on palveluiden tuomaa liikennettä, sekä kaupungin sisäistä tavaraliikennettä, joka sähköistyttyään tarvitsee lataamista.

b. Onko maan omistajalla merkitystä, vai haetaanko sijainteja yhtä lailla yksityisomisteiselta- kuin myös julkisen sektorin maalta?

Mikäli on yrityksen liiketoimintamallin mukaista toimia muillakin kuin omistamillaan tonteilla, ei maanomistajalla ollut varsinaisesti merkitystä. Yksi yritys mainitsi mieltävänsä yksityiset omistajat hieman helpompina sopimuskumppaneina. Yksi operaattori nosti esiin eroa julkisen ja yksityisen tekemissä sopimuksissa. Yksityisten kanssa tehdään operaattorin mukaan usein lokaatiosopimus, kun taas julkisella puolella sopimuksen perustaksi riittää oikeaoppinen päätös ja vuokrasopimus pysäköintipaikasta. Sopimusten teon kannalta huonona pidetään tilannetta, jossa samalla tontilla on useita eri haltioita ja omistajia. Tällainen tilanne voi syntyä esimerkiksi, kun tontin omistaja on myynyt kiinteistön omistuksen, joka puolestaan on hankkinut tiloihin vuokralaisia. Vuokralaiset voivat vuokrata näitä vielä eteenpäin, tai luoda käyttöoikeussopimuksia ja lopulta yhden latausaseman perustamiseksi neuvotteluita on käytävä monien eri tahojen kanssa. Toriparkki nostettiin yhden operaattorin toimesta positiivisena esimerkkinä, jossa sopimuksia tehdään per ruutu - hinnoittelulla ja ympäröivän infrastruktuurin omistaa yksi taho jonka kanssa neuvotella.

Kaksi operaattoria sanoi kaupungin koon vaikuttavan päätöksentekoprosessiin. Pienissä kaupungeissa nähtiin toiminnan olevan vikkelmämpiä sillä niissä hankinnat eivät mene yhtä helposti kilpailutukseen kuin suuremmissa kaupungeissa ja latausaseman kannalta myönteinen poliittinen tahtotila saattoi vaikuttaa prosessia jouduttavasti. Julkisen omistajan ongelmana voi olla heikosti kannattavien sijaintien kilpailuttaminen, joissa kysyntää ei vielä ole mutta alueelle halutaan latausmahdollisuus kattavan latausverkon luomiseksi. Näissä tilanteissa kilpailutus voi entisestään tehdä kannattavan liiketoiminnan hankalaksi.

3. Mikäli latausasemia rakennetaan julkisesti omistetulle maalle tai katujen varsille, toiminta saatetaan kilpailuttaa kunnan tai kaupungin toimesta. Onko teillä toiveita, tarpeita tai ehtoja näihin kuntien järjestämiin kilpailutuksiin ja käytettyihin kilpailutusmalleihin liittyen (Esimerkiksi kuinka pitkiä sopimuskausia toivotte tai miten toiminnan aloittamisesta koituvat kulut tulisi jakautua)?

Sopimuskaudessa pidempi on parempi kaikkien operaattorien mukaan. 10 vuoden koettiin olevan lähtökohta, jota lyhyemmät kaudet luovat ongelmia laitteiden päivittämiseksi ja voitolliselle liiketoiminnalle. Suurin osa piti 10–15 vuotta parhaana pituutena, mutta yksi mainitsi jopa 20 vuoden sopimuskauden mahdollisuuden. Operaattorien ehdottamat sopimusmallit voidaan jakaa karkeasti kolmeen eri muotoon: Ensimmäisessä mallissa tehdään pitkämittaiset sopimukset, joissa sähköliittymän omistajuus ja muut yksityiskohdat määrittävät tarkemmin lopullisen pituuden. Lähtökohta on 10 vuoden sopimuksissa ja tätä pidemmissä. Toisessa mallissa sopimuskausi on lyhyempi, mutta sisältää jatkosopimuksen mahdollisuuden ennalta sovittujen ehtojen täytyessä. Mallissa on kuitenkin riski yritykselle, joten jatkosopimuksen saamisen ehtojen tulee olla uskottavat ja realistiset. Kolmannessa mallissa latauslaitteet ohjelmistoinen on vain vuokrattu asiakkaalle. Vuokraus mahdollistaa lyhyemmät, jopa viiden vuoden sopimukset operaattorin vähäisten investointien vuoksi. Vuokrasopimuksia ei ole kuitenkaan jokaisen yrityksen mahdollista tehdä mikä rajoittaa sen hyödynnettävyyttä julkisissa kilpailutuksissa.

Kilpailutuksessa toivottiin useamman operaattorin osalta tarkkoja tietoja lataustehoista ja tyypeistä, oletetuista käyttöasteista, laadullisista kriteereistä sekä AC- ja DC-latauksen eriyttämisestä omiin kilpailutuksiinsa. Tarkkuudesta huolimatta yksi operaattori nosti esiin toiveen, että laturin valinta jätettäisiin operaattorille. Syynä oli, että eräs suomalainen kaupunki oli rajannut kilpailutuksessaan pois erään laturimallin, jota Invalidiliitto puolestaan oli pitänyt esteettömimpänä vaihtoehtona.

Kilpailutukset eivät saisi olla liian suuria kokonaisuuksia, jotta pienemmilläkin toimijoilla on realistiset mahdollisuudet osallistua. Yksittäisiä latureita ei pidetä kannattavana eikä autoilija voi luottaa pääsevänsä lataamaan, kun latauspisteitä on vain muutama. Sopimuksien tulisi mahdollistaa latureiden päivittämisen uudempiin ja tehokkaampiin malleihin sopimuskauden aikana, sillä tekniikka kehittyä vauhdilla ja vaatimukset kiristyvät. Lataustehon tulisi määrittyä kohteen lataustarpeiden mukaan, tosin tässä oli eroja haluavatko operaattorit vähimmäistehovaatimuksia. 50 kW lataustehoa pidettiin hyvänä vähimmäisvaatimuksena poikkeuksetta niiden toimesta, jotka vähimmäistehoon

ottivat kantaa. Raskaassa liikenteessä lataustehon tulisi olla nostettavissa ainakin yhdessä pistokkeessa yhteen MW tehoon per laturi.

Kilpailutuksen ja toiminnan valvonnassa haluttaisiin huomioitavan latausnopeuden lisäksi käyttökokemus, onnistuneiden lataustapahtumien osuus, ylläpitosuunnitelma, korjaustoiminnan nopeus, yhteistyön sujuvuus sekä viestintä asiakkaalle.

Onnistuneiden latausten määrästä kommentoi vain yksi operaattori ja niiden tulisi olla vähintään 95 % kaikista lataustapahtumista, mutta tarkkaa lukua ei osattu mainita.

Tämä riippuu latausaseman koosta ja latauspisteiden määrästä.

Kulujen jakautumisessa ei ollut selkeää yhtä suosittua mallia ja joillain operaattoreilla toiminnan peruseriaate oli täysimääräinen oma investointi. Tätä tarjottiin myös kilpailuetuna, kun asiakas saa koko palvelun yhdeltä toimijalta. Käytetty sopimusmalli sekä latauskentän ovat kuitenkin merkittävimmät tekijät kulujen jakautumisessa. sopimuskauden pituus oli suoraan verrannollinen operaattorille koituihin kuluihin eli mitä pidempi sopimus, sitä suuremmat voivat operaattorin alkuinvestoinnit olla. Sopimuksen päätyttyä infrastruktuuri joka lataustoimintaa varten tarvitsi perustaa, jää lähtökohtaisesti kiinteistön tai tontin omistajalle, jonka vuoksi osa toimijoista näki perusteltuna aseman tilanteen asiakkaan maksavan nämä työt.

Sähköliittymän omistajuus riippuu tilanteesta. Operaattorit voivat hankkia liittymän nimiinsä. Sähköliittymät latauskenttiä varten ovat usein järeitä ja vaativat sijainnin nykyisen liittymän sekä sähkökeskuksen päivittämistä. Päivitysten tuoma arvonnousu jää kiinteistön omistajalle, jonka vuoksi osa operaattoreista näki suotavana, että kiinteistön tai tontin omistaja maksaa muutostyöt ja ottaa sähköliittymän omiin nimiinsä. Esimerkiksi kun lataustoiminta perustetaan kaupungin maalle, kaupunki voi saada sähköä halvemmalla mitä latausoperaattori. Tällöin lataamisen hinta saattaa muodostua alhaisemmaksi loppukäyttäjälle. Toisaalta koska lataushinnoittelu on tällä hetkellä valtakunnallista, nykykäytännöllä ainoa hyötyjä olisi latausoperaattori. Kaupunki saa voittoa tällöin, mikäli se ottaa osuuden sähköä välittämisestä. Suurissa, usean toimijan jakamassa latauskentässä on operaattorille helpointa, kun tontin omistaja ottaa liittymän nimiinsä ja operaattorit ovat liittymässä käytösopimuksella.

Julkisten latausasemien ollessa kyseessä, on myös suotavaa huomioida esteettömyys niin latauslaitteen käytössä, maksamisessa kuin myös latausruudun koossa. Opasteet parantavat käyttökokemusta etenkin suuremmilla latausasemilla helpottamalla latureiden ja maksuautomaattien löytämistä.

4. Näettekö, että latauspisteet ja sen lisäpalvelut ovat yritystoiminnallisesti kannattavia nyt? Entä tulevina vuosina? Mikä tai mitkä asiat ovat suurimmat kannattavuuden ajurit?

Kaikki paitsi yksi operaattori eivät pitäneet toimintaa vielä kannattavana kokonaisuudessaan. Tässä voi heijastua kuitenkin kannattavuuden määritelmä, sillä kahdella toimijalla vastauksissa heijastui toiminnasta haettavan näkyvyyden- ja palvelun mahdollistamisen olevan selkeitä arvoja itsessään. Sähköautokannan ennustetun vahvan kasvun nähtiin kuitenkin muuttavan tämän vielä 2020-luvun kuluessa. Tilanteesta nostettiin esimerkkinä Norja, jossa vastauksen antaneella yrityksellä oli takana vasta yksi voitollinen vuosineljännes Norjan suuresta sähköautokannasta huolimatta. Samassa vastauksessa arvioitiin, että sähköautojen osuuden autokannasta tulisi olla noin 20 % jotta lataustoiminta on kannattavaa. Kannattavuutta haluttiin tarkasteltavan pitkällä, jopa kymmenen vuoden, aikavälillä alan nopeasti muuttuvan tilanteen vuoksi. Vaihtuvuus latauspisteellä on tärkeää tuoton kannalta, mikä luo paremmat edellytykset tehollataukselle kuin hidas- ja peruslataukselle. Yksi toimija uskoi taloyhtiöillä olevan suuri merkitys kysynnän kasvussa. Mikäli taloyhtiöt haluavat tuottaa voittoa asukkaiden lataamisesta, tulee latausoperaattorien julkisista latausasemista kilpailukykyisempiä.

Hidas- ja peruslataus on kannattamattominta. Tämä mainittiin suoraan kahden operaattorin toimesta ja näiden lisäksi kolmen muun operaattorin vastauksissa painotettiin nopeaa ja tehokasta lataamista kannattavimpana myös tulevaisuudessa.

Kannattavuuden haasteista suurin on sähköautojen vähäinen määrä ja uusien kallis hinta. Ratkaisuna nähtiin yhden operaattorin vastauksessa autojen hankinnan tukemista ja suurien kaupunkien proaktiivisuutta, jotta syntyisi käytettyjen sähköautojen markkinat, mikä taas mahdollistaa keski- ja pienituloisten sähköauton hankinnan.

b. Näettekö että latauspisteet kaupungin lähiöissä tai yleisesti keskustan ulkopuolella ovat yhtä lailla kannattavaa verrattuna keskustan latauspisteisiin? Mikä voisi tehdä niistä kannattavampia/houkuttelevampia

Keskustan ulkopuolisissa alueissa on suuri ero, puhutaanko maanteiden ja valtaväylien solmukohdista, joihin sopii mainiosti matkalaisia palvelevia tehollatureita ja taukoasemia, vai enemmän asumiseen painottuvista taajamista. Taajamissa rakennuskanta on merkittävä tekijä, sillä omakotitalovaltaisella alueella ihmiset hankkivat lähtökohtaisesti oman laturin sähköauton yhteydessä ja lataavat kotonaan. Kotilaturi kuitenkin maksaa ja on hidas, joten tämä ei suoraan poissulje tarvetta lähellä

olevalle sähköhuoltoasemalle. Sähköautokanta ei kuitenkaan vielä ole tarpeeksi suuri, että tällaisille alueille kannattaisi alkaa suurissa määrin rakentamaan.

Jaottelua keskustan sisä- ja ulkopuolisiin alueisiin myös kyseenalaistettiin epäolennaisena. Sijainnin tarkastelussa merkityksellisempää on kohteen palvelut ja onko luontevaa pysähtyä sinne. Lataaminen tapahtuu tällöin luonnostaan. Yksi operaattori mainitsi havainneensa sähköautojen lataamisen tapahtuvan vähän väliä, eikä kerralla tyhjästä täyteen, kuten polttomoottoriautoja.

5. Latausasemien yhteydessä voi olla mahdollista toteuttaa ”lisäpalveluita”, kuten kevyen liikenteen lataamista, mainostauluja, pakettiautomaatteja yms. Onko teillä jotain lisätoimintoja, jotka koette tärkeiksi, tai kannattavuuden kannalta merkittäviksi ja haluaisitte toteuttaa latausasemienne yhteyteen?

Lisäpalveluiden tarjoaminen nähtiin mielenkiintoisena ideana, mutta yhdelläkään ei ollut tiukkoja vaatimuksia tai haluja asian suhteen. Muutamat jopa karsastivat ideaa ja pitivät huolestuttavana, mikäli operaattori joutuisi tällaisia tarjoamaan toimiakseen voitollisesti.

Lisäpalvelu käsitettiin laajasti ja jopa hidas AC-lataaminen miellettiin yhdellä lisäpalveluna. Latausasemia perustetaan yleensä palveluiden keskelle, joten itse asemalle ei välttämättä muuta tarvita.

Erinäisten sähköisten näyttöjen sisällyttäminen latureihin tai asemille nähtiin hyvänä mainostamiseen ja tiedottamiseen.

6. Tulisiko hinnoittelulla ohjata asiakkaita osallistumaan joustavaan lataamiseen, jotta kuormitusta saataisiin ohjattua sähkönkäytön huipputuntien ulkopuolelle?

Tällä hetkellä Suomessa ainoastaan Teslalla on vuorokaudenajasta riippuvaa hinnoittelua. Dynaamisen hinnoittelun nähtiin olevan tulevaisuutta ja yleistyvän lähitulevaisuudessa. Tanskassa lataamisessa käytettävän sähkön hinta määrittyy jo nyt lataamisen aloittaneen tunnin spot-hinnan mukaan.

Joustavassa lataamisessa nähtiin yhden operaattorin toimesta enemmän potentiaalia ammattiliikenteen puolella, jossa aikataulut ovat ennalta tiedettyjä. Joustavan lataamisen lisäksi tehopiikkien tasaamiseksi energian välivarastointi nostettiin tärkeäksi toimeksi. Asia nousee esille etenkin maissa, joissa sähköverkko ei kykene samanlaiseen kapasiteetiltaan joustoon kuten Suomessa ja EU onkin aloittanut selvitystyön liittyen sähkönsä välivarastointiin.

a. Millä tavoin asiakas voi joustaa lataamisessaan nykyään ja mitä keinoja on tulossa?

Operaattorit eivät juuri joustoa tarjonneet eikä tällaisia keinoja ihan lähitulevaisuudessa ole tulossa dynaamisen hinnoittelun lisäksi. Nykyinen sähköautokanta ei suurta vaikutusta tuo, mutta tulevaisuudessa kun ammatti- ja raskas liikenne sähköistyy, asian merkitys nousee akkukapasiteetin nousun myötä. Yksi operaattori suunnittelee jo nyt raskaan liikenteen liittämistä nopeaan taajuusreserviin, mikä vaatii todella kehittyneet taustajärjestelmät sekä laitteet. Henkilöliikenteessä hidaslataus antaa ajallisesti parhaat edellytykset laajalle joustamiselle, mutta tässä olevan pienen kapasiteetin vuoksi merkitys on vielä pientä. Autojen akut voivat luoda rajoitteita joustavuudessa, esimerkiksi kuinka nopeasti niitä voidaan irrottaa verkosta.

Erot keinoissa joita operaattorit jo tekivät tai näkivät mahdollisina muodostuivat selkeästi taustajärjestelmistä ja hallintasovelluksista. Osalla nämä olivat selkeästi kehittyneempiä kuin toisilla.

7. Millaisia lataustarpeita olette havainneet? Eli voidaanko havaita erilaisissa kohteissa, kuten kauppakeskuksissa tai huoltoasemilla, erilaiset lataustarpeet.

Teholatausta pidettiin hyvänä valintana lähes jokaisessa sijainnissa.

Kauppakeskuksissa yhdistyy monia eri käymisen syitä, jolloin niissä on hyvä olla eri tehoisia latureita. Huoltoasemat tarvitsevat tehokkaita latureita lyhyiden pysähdysten vuoksi.

a. Voidaanko luoda eri kohteille lataajan arkkityyppiä, jonka tarpeet tyydyttämällä saadaan katettua valtaosa kyseisen sijainnin lataustarpeista?

Asiakasprofileja voi luoda ja osa yrityksistä näin tekikin. Liiketoimintastrategia heijastui vastauksista, kun osa mietti toimintaa asiakaskuntansa kautta, yksi operaattori uskoi toimintamallinsa houkuttelevan ihmiset asemilleen.

b. Oletteko kiinnostuneita ammatti- ja raskaan liikenteen lataamisesta? Onko teillä huomioita ammatti- ja henkilöliikenteen eroista?

Ainoastaan yksi operaattori ei ollut kiinnostunut, mutta tämä oli perusteltua heidän liiketoimintansa tavoitteiden vuoksi. Raskaan liikenteen asemat ovat merkittävästi kalliimpia kuin henkilöliikenteen asemat, joten ne eivät markkinaehtoisesti synny. Raskaan liikenteen sähköistymisessä tunnistetaan muna- kana -ilmiö jossa toinen ei synny ilman toista. Valtion avokätinen avustus näiden perustamiseen on lähes välttämätöntä. Asemat vaativat suuret pinta-alat yhdistelmäajoneuvoja varten, mitä voidaan hieman helpottaa läpiajon mahdollistavilla latauspisteillä.

Raskaan liikenteen lataaminen nähtiin järkeväksi ajoittaa tavaran lastauksen ja purun yhteyteen, joka vähentää tarvetta ladata matkan aikana.

Ammattiliikenteen asemia suositeltiin erottamaan henkilölataamisesta muutamasta syystä. On havaittu, että taksiliikenne vie joillain asemilla lähes koko latauskapasiteetin. Vaikka korkea käyttöaste on haluttua, edellä mainittu ilmiö heikentää kuluttajien luottamusta latauksen saatavuudesta ja tätä kautta voi hidastaa liikenteen sähköistymistä. Esiin nousi myös huoli, että yrityksille voi syntyä mainehaittoja, mikäli työautoja ladatessa syntyy konflikteja tai onnettomuuksia yksityishenkilöiden kanssa. Ammattiliikenteen on yleensä päästävä lataamaan välittömästi asemalle saapuessaan aikataulujen vuoksi, jolloin henkilöliikenteen arvaamattomat aikataulut ovat ongelma.

Latauksen maksaminen tapahtunee yritysasiakkailta laskutuksen kautta, joka on jo mahdollistettu muutamalla operaattorilla.

8. Vaikuttaisiko lähimaksuvaihtoehdon asentaminen latauspisteisiin latauspisteen kustannuksiin merkittävästi? Onko teillä mahdollisuutta hallinnoida ja asentaa latauspisteitä, jossa maksu onnistuu myös lähimaksulla?

Kustannusten merkittävyys riippuu laturin tyyppistä. AC-laturissa lähimaksuautomaatin osuus kokonaiskustannuksista on huomattavasti suurempi kuin DC-laturissa, mutta uusissa laitteissa tämä ei muodostu ongelmaksi kummassakaan. Maksupisteiden jälkiasentaminen voi muodostua merkittävän suureksi suhteessa latausaseman tuottoon, mutta keskitetyillä maksupisteillä tätä kustannusta voidaan hillitä.

Keskitettyjen maksukioskien ongelmana pidettiin niiden etäisyyttä latauspisteistä, jolloin laturin ja auton välinen ”kättely” umpeutuu ennen kuin lataaja kerkeää aloittamaan maksamista.

Suurimmalla osalla oli mahdollisuus maksupäätteellisten latureiden asentamiseen ja noin puolet tiesi Euroopan komission ehdottamasta AFIR-asetuksesta, joka loisi veloitteen tällaisen mahdollistamisesta latureille (Euroopan komissio, 2021).

9. Olisiko teillä kiinnostusta tai/ja mahdollisuutta avata latausapplikaatiota myös pysäköinnin maksamiseen, eli toimia pysäköintioperaattorina?

Lähtökohtaisesti nähtiin parempana, että lataus onnistuu pysäköintisovelluksen kautta, eikä toisinpäin. Muutama operaattori ilmaisi yskantaan, ettei halua toimia pysäköintioperaattorina.

10. Onko latauspisteen brändäys ja ulkonäkö teille oleellinen osa latauspisteitä? Jos kaupunki vaatisi yhtenäistä latauspisteen ilmettä riippumatta latausoperaattorista ja brändäystä pienennetään, olisiko se yritykselle kynnyskysymys?

Kahdelle operaattorille oman brändin näkyminen oli erittäin tärkeää, mutta hekin olivat valmiita harkitsemaan yhtenäistettyä ulkonäköä. Kolme operaattoria piti suotavana yhteneväistä ulkonäköä julkisilla latureilla tunnistettavuuden ja käytettävyyden helpottamiseksi. Tunnistettavuuden nähtiin parantavan asiakaskokemusta ja helpottavan yhteydenottoa ongelmatilanteessa. Yritykset ovat hyvin joustavia asian suhteen ja osa jopa toivoi yhteistyötä ulkonäön suunnittelussa.

11. Useammassa eurooppalaisessa kaupungissa on nähty tarpeellisena luoda verkonhaltijan toimesta kartta, josta selviää sähköverkon vapaa kapasiteetti, jotta nähdään nopeasti verkon kannalta suotuisimmat ja kustannustehokkaimmat alueet latausasemille. Onko teillä tarvetta tällaiselle kartalle, tai tietoa sellaisten olemassaolosta Suomessa?

Sähköverkon kapasiteettia näyttävä lämpökartta nähtiin hyödyllisenä työkaluna, mutta tällaista ei tiedetty Suomesta löytyvän. Suomi eroaa siirtoverkon kunnon ja laadun osalta, sekä lainsäädännöltään monesta eurooppalaisesta maasta. Fingrid on säännöllisesti tehnyt parannuksia kantaverkkoon ja paikallisverkkoja rakennetaan sekä ylläpidetään korkein standardein. Tämän vaikutus voidaan nähdä sähkön spot-hinnassa, mikä on koko Suomen alueella sama, kun taas esimerkiksi Ruotsi jakautuu useampaan hintavyöhykkeeseen (Svenska Kräftnät 2021). Huomionarvoista on myös, että sähkömarkkinalaki velvoittaa verkonhaltijaa vetämään liittymän kohtuullisella korvauksella, minne sitä pyydetään (Sähkömarkkinalaki 2013/588, 4:20). Samanlaista veloitetta ei välttämättä ole kaikkialla, jolloin liittymän perustamisen hinta on merkittävämpi tekijä toiminnan aloittamiseksi.

12. Muuta, jota tulisi huomioida latauspisteiden kilpailutuksessa katualueille?

Kilpailutuksissa tulisi olla tarkat tiedot sijainneista, kustannuksista, ennuste tuloista ja tieto niiden jakautumisesta vuokranantajan ja operaattorin välillä. Tällä helpotetaan operaattorien kannattavuuslaskelmia sekä toimintasuunnitelmien tekemistä.

Vierekkäiset latausasemat eivät suoraan ole ongelma, mikäli lataaminen tarjotaan osana palvelukokonaisuutena. Kyse on kuitenkin erityisestä tilanteesta eikä lähtökohtaisesti kannata latausverkon muodostumisen alkuvaiheessa asemia sijoittaa vierekkäisille tonteille tai kortteleihin.

Teknisen tuen merkitys on huomattavasti suurempaa kuin polttonestemyynnissä, sillä laturit, autot ja taustajärjestelmät ovat kaikki erillisiä tietokoneita, joiden tulee toimia yhteen. Mikäli tukea ja huoltoa on ketjutettu pitkiin alihankintaketjuihin, voi syntyä vikatilanteissa ongelmia. Kolme operaattoria piti tällaisissa tilanteissa ongelmallisena liian tiukkoja toimivuusehtoja ja toivoivat tämän huomioitavan kilpailutusten kriteereissä.

4 Kirjallisuuskatsauksen ja haastattelujen tulosten yhteenveto

Autoilijan arkielämän kannalta sähköautojen lataamisessa on eroja polttoaineiden tankkaamiseen verrattuna ja yksi merkittävimmistä näistä eroista on lataamisen hitaus.

Ajallisesti tyhjästä täyteen tankkaaminen kestää polttomoottoriautossa enintään noin viisi minuuttia, kun taas sähköauton akun lataaminen vie noin 30 minuuttia jopa tehollatauksessa. Tämä luo erilaiset tarpeet käyttövoiman hankinnan ajaksi, jolloin latausasemia on perusteltua rakentaa palvelukeskittymiin. Sähköautojen yleistymisen uskottiin luovan tarvetta myös ”kylmäsähköasemille” kaupunkien keskustaan sekä taajamiin palvelemaan autoilijoita, joilla ei ole mahdollisuutta tai halua hankkia omaa kotilaturia. Yksi operaattoreista mainitsi havainneensa, että sähköautoja ladataan usein, mutta pieniä määriä, eikä kerralla tyhjästä täyteen kuten polttoaineita usein tankataan. Käyttövoimaa ei voida myöskään realistisesti varastoida latausasemille suurissa määrissä nykyisten akkukennojen polttoaineita heikomman energiatihedden vuoksi, joten asemat ovat suorassa yhteydessä siirtoverkkoon, kuten muutkin sähkölaitteet. Sähköautojen lataus painottuu lähelle sähkönkäytön huipputunteja (Morrissey ym. 2015) jolloin latauksen verkkovaikutukset korostuvat entisestään. Latauksen aiheuttaman kuorman vaikutuksen hillitsemiseksi onkin tehty ohjeistusta, esimerkiksi kirjallisuuskatsauksessa esiin noussut UKPN:n tuottama lämpökartta sähköverkon kapasiteetista, jolla ohjataan latausasemien sijoittumista verkon kannalta suotuisiin sijainteihin. Lataamisen vaikutusta halutaan myös hillitä EU:n tasolla, mikä nousi esiin erään latausoperaattorin haastattelussa. Euroopan komissio julkaisi 14.3.2023 lehdistötiedotteen ehdotuksistaan sähkömarkkinoiden rakennemuutoksista, joiden tavoitteena on ”nopeuttaa uusiutuvien energialähteiden käyttöönottoa ... ja tuodaan sähköjärjestelmään lisää puhtaita joustavia ratkaisuja, kuten kysyntäjoustoa ja varastointia” (Euroopan komissio 2023). Haastatteluissa nousi esiin, että verkkovaikutusten merkitys on Suomessa pienempi kuin monessa muussa maassa, sillä siirto- ja paikallisverkkoja parannetaan jatkuvasti. Jatkuvan parantamisen sekä kehittämisen vuoksi sähköverkoissa on suurta toleranssia muutoksien varalta. Verkkovaikutusten minimointi ei ole latausoperaattoreilta vaadittua. Tästä huolimatta kahdella operaattorilla nousi esiin tulevia toimia verkkovaikutusten vähentämiseksi, energian välivarastointi sekä nopeaan taajuusreserviin liittymistä.

Suomessa sähkömarkkinalaki 588/2013 velvoittaa verkkohaltijaa tuomaan sähköliittymän pyydettyyn kohteeseen kohtuullista korvausta vastaan.

Latausoperaattoreiden ei siis tarvitse arvioida, kieltäytykö verkkohaltija sähköliittymän rakentamisesta tai parantamisesta kustannuksiin vedoten. Haastatteluissa muutama operaattori mainitsi liittymien kustannusten olevan vaihtelevia, mikä luo haastetta kustannusarvioinnille. On perusteltua suunnitella latausasemien sijainteja paikallisen verkkohaltijan kanssa yhdessä niin latausoperaattoreille kuin myös verkkohaltioille muodostuvien kustannusten hillitsemiseksi.

Sähköauton latausaseman sijaintia tulisi arvioida käytetyn lataustehon mukaan, joka määrittyy puolestaan alueella esiintyvän lataustarpeen pohjalta. Lataustapa 2 ja 3 eivät tarjoa yksityisille toimijoille houkuttelevaa liiketoiminnan pohjaa nykyisten lataushinnoittelujen vuoksi, eikä tällaisille nähty myöskään tarvetta markkinoilla. Lataustapa 3:ssa tehovaatimukset voivat vaatia sähköpääkeskusten uusimista, jolloin ei ole järkevää investoida lähitulevaisuudessa pienitehoiseksi muuttuviin latureihin. Ainoastaan pitkäaikaisen pysäköinnin, kuten työpaikkapysäköinnin yhteydessä, on järkevää toteuttaa edellä mainittuja lataustapoja. Kyseisissä tilanteissa laturit tulevat useimmiten lataamisen tarjoavan yrityksen toimesta, jolloin voittoa tavoittelevalla välikädelle ei välttämättä ole toimintaedellytyksiä.

Lataustapa 4 tulee olemaan lähitulevaisuudessa yleisin lataustapa julkisilla latausasemilla. Tämä johtuu lataamisen nopeudesta, sekä lataustavan mahdollistamasta paremmasta katteesta latausoperaattorille. Suurteholataus tulee yleistymään tulevaisuudessa etenkin raskaan liikenteen lataamisessa ja yksi latausoperaattori tiesi autovalmistajien kanssa käymien keskustelujen pohjalta, että vuonna 2025 valmistettaisiin autoja, jotka kykenevät vastaanottamaan sähköä 1 MW teholla.

Lataamisen hitaus mainittiin muutaman operaattorin toimesta merkittävänä pullonkaulana raskaan liikenteen sähköistymisessä, sillä ammattiliikenteessä aika on rahaa, eikä sitä haluta käyttää ajoneuvojen käyttövoiman hankintaan. Lataaminen tulee tapahtumaan luultavasti rahdin lastaamisen yhteydessä logistiikkakeskuksissa, mutta tällöinkin tarvitaan suurteholatausta. Haastatteluissa muutama operaattori kehotti osoittamaan ammattiliikenteelle omat asemat, jotta esimerkiksi taksit eivät vie koko aseman kapasiteettia eikä synny riskiä imagohaitoista

Lataustehosta puhuttaessa on eroteltava laturin, joissa yleensä on kaksi latauspistettä per latauslaite, vähimmäisteho ja ylipäänsä teho. Latausasemien tehoa voidaan joutua

rajoittamaan dynaamisesti suuren yhtäaikaisen käytön, sähkön saatavuuden tai sähköliittymän koon vuoksi. Tehon rajoittaminen on välttämätöntä joissain tilanteissa, mutta käyttökokemus heikkenee, mikäli latausta ei rajoittamisen vuoksi saada suoritettua loppuun tarvitussa ajassa. Latausteho määritetään usein per laturi ja laturissa on usein kaksi latauspistettä. Haastatteluissa toivottiin, että julkisten latausasemien kilpailutusten ehdoissa huomioitaisiin vähimmäisteho per latauspiste eikä ainoastaan koko latausaseman vähimmäisteho.

Kirjallisuudessa langatonta- sekä kaksisuuntaista lataamista on käsitelty useammassa tutkimuksessa, mutta todellisuutta ne eivät tule olemaan vielä tällä vuosikymmenellä. Latausoperaattorien haastatteluissa esiin nousseita ongelmia kaksisuuntaisessa lataamisessa olivat tekniikkaa tukevien automallien vähäisyys ja sähkön omistajuuteen liittyvä sopimuskehikon puuttuminen. Erityisen hankala sopimustilanne olisi, mikäli autoista voitaisiin ottaa energiaa verkkoon. Ratkaistavia kysymyksiä olisi tällöin muun muassa millä hinnalla sähköä siirretään verkkoon, meneekö sähkö auton välittömässä yhteydessä olevan kiinteistön käyttöön vai verkon tasapainottamiseen, onko mahdollista tyhjentää akkua kokonaan sekä onko latauskentässä edes teoriassa niin suuria energiamääriä, että kaksisuuntaisen latauksen mahdollistamisen kulut ovat järkeviä maksaa. Induktiolatauksessa ongelmia ovat haastatteluiden perusteella tekniikan alhainen teho, hyödynnettävien kohteiden vähäisyys ja Suomessa sääolot, sillä vähäinenkin määrä jäätä tai sohjoa induktiolaturin ja vastaanottimen välissä heikentää latauksen hyötysuhdetta.

Taloudellisia tekijöitä tarkastelevan tutkimuksen tulokset ovat yhdenmukaisia haastattelujen tulosten kanssa. Sähköautojen määrä on merkittävin tekijä lataustoiminnan kannattavuudessa. Latausaseman sijainti ei myöskään esiintynyt haastatteluissa pääasiallisena kannattavuuden veturina, vaan kysymys on moniulotteisempi ja monin tavoin ratkaistavana. Yhdellä operaattorilla lähtökohta olikin, että palvelu houkuttelee asiakkaat sijainnille.

5 Yhteenveto

Opinnäytetyössä tehtiin kirjallisuuskatsaus sähköautojen latausasemien sijoittamisesta tehtyihin tutkimuksiin ja käytäntöihin. Kirjallisuuskatsauksen lisäksi toteutettiin haastattelututkimus sähköautojen latauspalvelua tarjoaville latausoperaattoreille osana Turun kaupungin sähköisen liikenteen yleissuunnitelman työryhmän järjestämiä alustavia markkinavuoropuheluita latausoperaattoreille.

Kirjallisuuskatsauksessa nousi nopeasti esille, ettei ole yhtä universaalista tekijää, jota arvioimalla sähköautojen latausasemia voitaisiin sijoittaa. Lähtökohtaisesti asemalle otollinen sijainti riippuu käytetystä lataustehosta ja käytetty latausteho määrittyy puolestaan alueella esiintyvistä lataustarpeista. Suomessa, kuten koko maailmassa, autokanta sähköistyy, minkä takia nykyiset lataustarpeet eivät heijastele lähitulevaisuuden tarpeita. Haastatteluissa nousi ilmi, että lataustoiminnan kannattavuutta on tarkasteltava pitkällä, jopa 10 vuoden, aikavälillä. Liiketoiminnassa on kuolettava mahdolliset alkuinvestoinnit, mutta kysynnän olevan vasta tulossa, on pitkä tarkasteluväli perusteltua. Alan nopeasti muuttuvan luonteen vuoksi latausaseman mitoituksessa on suositeltavaa mitoittaa ainakin sähköliittymän koko nykytarvetta suuremmaksi, mikä mahdollistaa lataustehon nostamisen myöhemmin ilman merkittäviä muutostöitä.

Haastatteluissa ilmeni hyvin teorian ja käytännön ero. V2G-tekniikkaa on käsitelty jo useamman vuoden aikana yksittäisissä artikkeleissa ja taloudellista kannattavuutta on Kauppalehdessäkin jo spekuloitu (Rouhiainen 2022). Kaksisuuntainen lataaminen ei kuitenkaan tule olemaan ainakaan henkilöautojen puolella todellisuutta lähivuosina ja jopa yleistyessään tekniikan tuoma hyöty jää rajalliseksi verkkovaikutusten hillitsemisessä henkilöautojen akkujen pienehkön kokonaiskapasiteetin vuoksi. Raskaassa liikenteessä V2G-tekniikka voi olla hyödyllisempää suurempien energiamäärien vuoksi ja yksi operaattori onkin kokeilemassa tätä tulevilla raskaan liikenteen latausasemallaan. Latausasemien yhteyteen luotavat energian välivarastot lienevät kuitenkin yleistymässä V2G-tekniikkaa nopeammin ja yksi latausoperaattoreista on kokeilemassa tällaista käytännössä vielä vuoden 2023 aikana. Välivarastojen hyödyntäminen ei vaadi yhtä laajoja muutoksia sähköverkon topografiaan kuin V2G-latausasemat, mikä tekee tekniikasta sovellettavampaa heikkokuntoisten sähköverkkojen alueella. Edellä mainitun puolesta puhuu myös Euroopan komission ehdottamat sähkömarkkinoiden rakenneuudistukset.

Latauspalveluiden tarjoaminen ei ole vielä kannattavaa liiketoimintaa suuressa mittakaavassa Suomessa keväällä 2023. Yksittäiset latausasemat ja -pisteet voivat olla kannattavia, mutta nykyinen sähköautokanta ei riitä liiketoiminnan pohjaksi.

Sähköautojen latauksessa on monia eroja tankkaamiseen verrattuna: Lataaminen on hitaampaa, asemat ovat teknisesti merkittävästi vaativampia, keskustoissa latauspisteiden arvioitiin tulevan kokemaan ilkeävaltaa, maksaminen on hankalaa, kun jokaisella operaattorilla on omat sovelluksensa latauksen hallitsemiseksi sekä sähköverkon tila heijastuu suoraan autokannan käytettävyyteen. Maksaminen on helpottumassa AFIR-asetuksen vaatiman korttimaksamisen kautta (Euroopan komissio, 2021). Liikenteen huoltovarmuus muuttuu sähköistymisen myötä radikaalisti, kun autoja ei voi ladata ilman toimivaa sähkön jakelua. Normaaliaikoina tämä ei Suomessa ole jokapäiväinen ongelma verkon hyvän kunnon vuoksi, mutta kriisiaikoina sähköverkko on hyvin luonnollinen ensimmäisiä sabotoinnin kohteita. Sähköistyminen sekä hiilineutraalien polttoaineiden yleistymisen ovat globaaleja muutoksia, joten Puolustusvoimat sekä Huoltovarmuuskeskus joutuvat huomioimaan nämä suunnittelussa.

Tuloksia voidaan hyödyntää latausasemien perustamisessa käytettävien toimintamallien luonnissa. Haastatteluissa nousseita asioita tullaan käyttämään sähköisen yleissuunnitelman perusteella mahdollisesti toteutettavissa kilpailutuksissa. Erityisesti sopimusten kestossa tullaan huomioimaan operaattorien toiveita.

Opinnäytetyön aihe oli huomattavasti laajempi kuin alussa ajateltiin ja kirjallisuuskatsausta tehdessä artikkelit rajattiin koskemaan yleisiä ohjeistuksia ja universaaleja tekijöitä. Laaja lähestyminen oli perustelua, etteivät paikalliset olosuhteet vaikuttaisi esiin nouseviin tekijöihin, mutta tämä aiheutti lieviä ongelmia haastattelukysymysten muodostamisessa. Haastattelulla tavoiteltiin tarkkoja tuloksia yleissuunnitelman muodostamisen tueksi, jolloin kysymyksiä oli tarkennettava. Haastattelun ollessa opinnäytetyöntekijän ensimmäinen haastattelututkimus ja puolistrukturoidun haastattelumuodon kysymykset saivat hieman eri painotuksia eri haastateltavien välillä. Haastattelun 7b kysymys lisättiin vasta ensimmäisen haastattelun jälkeen, jolloin raskas liikenne saatiin sisällytettyä haastattelukysymyksiin. Ensimmäisessä haastattelussa asia nousi esiin vasta lopussa, vapaan keskustelun aikana.

Selkein jatkotutkimuksen aihe on Turun kaupungin sähköisen yleissuunnitelman kautta syntyvien latausasemien käytön seuranta ja analysointi. Yleissuunnitelma on tietävästi

ensimmäinen Suomessa ja se tulee varmasti olemaan malli muiden kaupunkien vastaaviin suunnitelmiin. On niin kaupungin, kuin myös latausoperaattorien kannalta järkevää tarkastella asemien käyttöasteita, käytön muuttumista, käyttömäärien suhdetta sähköautokantaan ja sen kehittymiseen, asemien toimivuutta sekä verkkovaikutuksia. Tiedolla mahdollistetaan latausasemien kehittäminen ja helpotetaan tulevien asemien sijoittamista Turun seudulla.

Lähteet

Ahmad, F., Iqbal, A., Ashraf, I., Marzband, M. and Khan, I. (2022). Optimal location of electric vehicle charging station and its impact on distribution network: A review. *Energy Reports*, 8, pp.2314–2333 Verkossa: <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.01.180>. [Viitattu 8.5.2023]

Bernard, M. and Hall, D. (2021). Efficient planning and implementation of public chargers: Lessons learned from European cities. [online] ICCT. Verkossa: <https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/European-cities-charging-infra-feb2021.pdf> [Viitattu 8.5.2023].

Carra, M., Maternini, G. and Barabino, B. (2022). On sustainable positioning of electric vehicle charging stations in cities: An integrated approach for the selection of indicators. [online] Elsevier. Verkossa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670722003857> [Viitattu 8.5.2023].

Euroopan komissio (2023). Komissio ehdottaa EU:n sähkömarkkinoiden rakenneuudistusta uusiutuvien energialähteiden käytön lisäämiseksi, kuluttajien suojelemiseksi ja teollisuuden kilpailukyvyyn parantamiseksi. [online] Verkossa: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/fi/ip_23_1591 [Viitattu 8.5.2023].

Euroopan komissio (2021). EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON ASETUS Vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöönotosta ja Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2014/94/EU kumoamisesta. [online] Verkossa: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/Fi/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021PC0559> [Viitattu 5.5.2023].

Gong, D., Tang, M., Buchmeister, B. and Zhang, H. (2019). Solving Location Problem for Electric Vehicle Charging Stations—A Sharing Charging Model. *IEEE Access*, 7, pp.138391–138402. Verkossa: <https://doi.org/10.1109/access.2019.2943079>.

Ilmastolaki 2022/423.

International Energy Agency (2021). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. [online] Verkossa: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ffd2a83b-8c30-4e9d-980a-52b6d9a86fdc/TheRoleofCriticalMineralsinCleanEnergyTransitions.pdf> [Viitattu 9.5.2023].

Jääskeläinen, S. (2021). Fossiilitoman liikenteen tiekartta. [online] Julkaisut - Valtioneuvosto, Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö, p.54. Verkossa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/163258> [Viitattu 2.5.2023].

Kokkonen, M.K., Lahtinen, S. and Maunula, N. (2022). Sähköautojen ensirekisteröinnit kasvussa, mutta sähköautoja vielä harvoilla | Tieto&trendit. [online] <https://www.stat.fi/>. Verkossa: <https://www.stat.fi/tietotrendit/artikkelit/2022/sahkoautojen-ensirekisteroinnit-kasvussa-mutta-sahkoautoja-viela-harvoilla/> [Viitattu 2.5.2023].

Laki liikenteessä käytettävien vaihtoehtoisten polttoaineiden jakelusta 478/2017.

- Liang, Y., Wang, H. and Zhao, X. (2021). Analysis of factors affecting economic operation of electric vehicle charging station based on DEMATEL-ISM. [online] Elsevier, pp.1, 11. Verkossa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360835221007221> [Viitattu 8.5.2023].
- Morrissey, P., Weldon, P. and O'Mahony, M. (2015). Future standard and fast charging infrastructure planning: An analysis of electric vehicle charging behaviour. [online] Science Direct. Elsevier. Verkossa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421515302159> [Viitattu 5.5.2023].
- Motiva. (2017). Sähköauton ostajan ABC. [online] Verkossa: https://www.motiva.fi/ajankohtaista/julkaisut/liikenne/sahkoauton_ostajan_abc.10750.shtml [Viitattu 28.11.2022].
- Nelder, C. and Rogers, E. (2019). REDUCING EV CHARGING INFRASTRUCTURE COSTS. [online] RMI, Rocky Mountain Institute, pp.1–49. Verkossa: <https://rmi.org/insight/reducing-ev-charging-infrastructure-costs/> [Viitattu 7 Dec. 2022].
- Phonrattanasak, P. and Leeprechanon, N. (2014). Optimal placement of EV fast charging stations considering the impact on electrical distribution and traffic condition. [online] IEEE Xplore. Verkossa: <https://ieeexplore.ieee.org/document/6828981?arnumber=6828981> [Viitattu 14.11.2022].
- Pihlatie, M., Paakkinen, M., Laurikko, J., Laurikkala, M., Ylén, M., Peltola, V. and Pyly, P. (2019). Sähkö- ja kaasautojen kustannustehokkaat edistämiskeinot - GASELLI loppuraportti. [online] Valtioneuvosto.fi. Verkossa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/161364> [Viitattu 17.5.2023].
- Rouhiainen, N. (2022). Kaksisuuntainen lataus mahdollistaa sähkön myymisen sähköautosta verkkoon – mutta voiko sillä tienata? [online] Kauppalehti. Verkossa: <https://www.kauppalehti.fi/uutiset/kaksisuuntainen-lataus-mahdollistaa-sahkon-myyminen-sahkoautosta-verkkoon-mutta-voiko-silla-tienata/c7e0cb11-ac6f-48e6-b4f6-ad7c62eefe84> [Viitattu 14.11.2022].
- Saari, J. (2021). Sähköautojen Latauspisteet Turussa. [online] Turku.fi, p.6. Verkossa: https://www.turku.fi/sites/default/files/atoms/files/selvitys_latauspisteista_turussa.pdf [Viitattu 2.5.2023].
- Suomen Sähköteknillinen Standardoimisyhdistys ry (2021a). Sähköajoneuvojen lataussuositus. [online] Sähköajoneuvojen lataussuositus - Sesko Ry. Verkossa: <https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/lataussuositus/> [Viitattu 28.11.2022].
- Suomen Sähköteknillinen Standardoimisyhdistys ry (2021b). Sähköautosanasto. [online] Sähköautosanasto - Sesko ry. Verkossa: <https://sesko.fi/standardointi/sahkoautot-ja-latausjarjestelmat/sahkoautosanasto/> [Viitattu 28.11.2022].

Suomen Standardisoimisliitto SFS ry (2021). Sähköautot. Langattoman latauksen magneettikenttä. Turvallisuutta ja yhteentoimivuutta koskevat vaatimukset. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto.

Svenska Kräfnät (2021). Operations and Electricity Markets. [online] www.svk.se. Verkossa: <https://www.svk.se/en/national-grid/operations-and-electricity-markets/> [Viitattu 5.5.2023].

Sähkömarkkinalaki 9.8.2013/588.

Traficom (2023). Henkilöautojen keski-ikä. [online] Tieto Traficom. Verkossa: <https://tieto.traficom.fi/fi/tilastot/henkiloautojen-keski-ika> [Viitattu 16.5.2023].

Turun kaupunki (2022). Turun ilmastosuunnitelma päivittyi maltillisilla tavoitekorotuksilla. [online] www.turku.fi. Verkossa: https://www.turku.fi/uutinen/2022-04-21_turun-ilmastosuunnitelma-paivittyi-maltillisilla-tavoitekorotuksilla [Viitattu 11.5.2023].

USER-CHI (2020a). The Project. [online] USER-CHI. Verkossa: <https://www.userchi.eu/the-project/> [Viitattu 10.5.2023].

USER-CHI (2020b). Turku. [online] Verkossa: <https://www.userchi.eu/wp-content/uploads/2020/10/Turku.pdf> [Viitattu 10.5.2023].

Valtioneuvosto (2021). Valtioneuvoston periaatepäätös kotimaan liikenteen kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä. [online] Verkossa: <https://valtioneuvosto.fi/paatokset/paatos?decisionId=0900908f807239ad> [Viitattu 2.5.2023].

Wang, L., Yang, C., Zhang, Y. and Bu, F. (2022). Research on multi-objective planning of electric vehicle charging stations considering the condition of urban traffic network. [online] Science Direct. Verkossa: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484722016869> [Viitattu 26.5.2023].

Ward, G.G. (2016). Ideal site selection of fast electrical vehicle charging stations within urban environments:a GIS-AHP approach : solidifying electric vehicle charging infrastructure in the city of Amsterdam with fast-charging stations. [online] undefined. Verkossa: <https://www.semanticscholar.org/paper/Ideal-site-selection-of-fast-electrical-vehicle-%3A-Ward/0306d1c8c137b2b9c2cf4e96ef7137ad67fee460> [Viitattu 23.11.2022].

Xu, D., Pei, W. and Zhang, Q. (2022). Optimal Planning of Electric Vehicle Charging Stations Considering User Satisfaction and Charging Convenience. *Energies*, [online] 15(14), pp.1–16. Verkossa: <https://ideas.repec.org/a/gam/jeners/v15y2022i14p5027-d859247.html> [Viitattu 14.11.2022].

Liite 1 Latausoperaattoreille esitetyt kysymykset

Haastattelukysymykset ja – runko

1. Mitkä tekijät luovat hyvän sijainnin latausasemalle (esimerkiksi liikennemäärät tai ympäröivät palvelut)?

2. Mistä etsitte uusia sijainteja sähköautojen latausasemille?
 - a. Näettekö kaupunkien keskusta-alueet houkuttelevina toimintaympäristöinä?
 - b. Onko maan omistajalla merkitystä, vai haetaanko sijainteja yhtä lailla yksityisomisteiselta- kuin myös julkisen sektorin maalta?

3. Mikäli latausasemia rakennetaan julkisesti omistetulle maalle tai katujen varsille, toiminta saatetaan kilpailuttaa kunnan tai kaupungin toimesta. Onko teillä toiveita, tarpeita tai ehtoja näihin kuntien järjestämiin kilpailutuksiin ja käytettyihin kilpailutusmalleihin liittyen (Esimerkiksi kuinka pitkiä sopimuskausia toivotte tai miten toiminnan aloittamisesta koituvat kulut tulisi jakautua)?

4. Julkiset latauspisteet on nähty usein vain lisäpalveluna muun pääasiallisen liiketoimen sivussa, kuten kauppojen ja liikenneasemien pihoilla. Sähköautojen määrä ja latauksen tarve nostavat latauspisteiden käyttöastetta tulevina vuosina huomattavasti.
 - a. Näettekö, että latauspisteet ja sen lisäpalvelut ovat yritystoiminnallisesti kannattavia nyt? Entä tulevina vuosina? Mikä tai mitkä asiat ovat suurimmat kannattavuuden ajurit?
 - b. Näettekö että latauspisteet kaupungin lähiöissä tai yleisesti keskustan ulkopuolella ovat yhtä lailla kannattavaa verrattuna keskustan latauspisteisiin? Mikä voisi tehdä niistä kannattavampia/houkuttelevampia?

5. Latausasemien yhteydessä voi olla mahdollista toteuttaa ”lisäpalveluita”, kuten kevyen liikenteen lataamista, mainostauluja, pakettiautomaatteja yms. Onko teillä jotain lisätoimintoja, jotka koette tärkeiksi, tai kannattavuuden kannalta merkittäviksi ja haluaisitte toteuttaa latausasemienne yhteyteen?
6. Tulisiko hinnoittelulla ohjata asiakkaita osallistumaan joustavaan lataamiseen, jotta kuormitusta saataisiin ohjattua sähkönkäytön huipputuntien ulkopuolelle?
 - a. Millä tavoin asiakas voi joustaa lataamisessaan nykyään ja mitä keinoja on tulossa?
7. Millaisia lataustarpeita olette havainneet? Eli voidaanko havaita erilaisissa kohteissa, kuten kauppakeskuksissa tai huoltoasemilla, erilaiset lataustarpeet.
 - a. Voidaanko luoda eri kohteille lataajan arkkityyppiä, jonka tarpeet tyydyttämällä saadaan katettua valtaosa kyseisen sijainnin lataustarpeista?
 - b. Oletteko kiinnostuneita ammatti- ja raskaan liikenteen lataamisesta? Onko teillä huomioita ammatti- ja henkilöliikenteen eroista?
8. Vaikuttaisiko lähimaksuvaihtoehdon asentaminen latauspisteisiin latauspisteen kustannuksiin merkittävästi? Onko teillä mahdollisuutta hallinnoida ja asentaa latauspisteitä, jossa maksu onnistuu myös lähimaksulla?
9. Olisiko teillä kiinnostusta tai/ja mahdollisuutta avata latausapplikaatiota myös pysäköinnin maksamiseen, eli toimia pysäköintioperaattorina?
10. Onko latauspisteen brändäys ja ulkonäkö teille oleellinen osa latauspisteitä? Jos kaupunki vaatisi yhtenäistä latauspisteen ilmettä riippumatta latausoperaattorista ja brändäystä pienennetään, olisiko se yritykselle kynnyskysymys?

11. Useammassa eurooppalaisessa kaupungissa on nähty tarpeellisena luoda verkonhaltijan toimesta kartta, josta selviää sähköverkon vapaa kapasiteetti, jotta nähdään nopeasti verkon kannalta suotuisimmat ja kustannustehokkaimmat alueet latausasemille. Onko teillä tarvetta tällaiselle kartalle, tai tietoa sellaisten olemassaolosta Suomessa?

12. Muuta, jota tulisi huomioida latauspisteiden kilpailutuksessa katualueille?

13. Saammeko tallentaa yhteystietonne yleissuunnitelman teon ajaksi mahdollisia yhteydenottoja varten? (rekisteri.turku.fi -> "Sähkölataussuunnitelman työpajojen henkilörekisteri").