



Osaamista
ja oivallusta
tulevaisuuden
tekemiseen

Katja Kaikko

Rakentamisen prosessi sähköautojen latauspisteille Lehto Asunnot Oy:llä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

7.4.2021

Tekijä Otsikko	Katja Kaikko Rakentamisen prosessi sähköautojen latauspisteille Lehto Asunnot Oy:llä
Sivumäärä Aika	47 sivua + 2 liitettä 7.4.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	Sähköprojektipäällikkö Sauli Ojala Lehtori Jarmo Tapio
<p>Tässä työssä kerrotaan Lehto Asunnot Oy:n sähköauton latauskonseptista. Sen tarkoituksena on ohjeistaa latauslaitteiston rakentamisessa läpi Lehto Asuntojen rakentamisen prosessin, johon kuuluu hankekehitys, suunnittelu ja toteutus.</p> <p>Työn aikana tutustuttiin Lehto Asuntojen sisäisiin dokumentteihin ja ohjeistuksiin sekä laitevalmistajien esitteisiin ja koottiin niiden perusteella ohjeistus latauslaitteiden rakentamiselle. Työssä esitellään teorian tukena latausratkaisut kahdessa Lehto Asunnoilla rakenteilla olevassa kohteessa.</p> <p>Työssä muodostui latausasemien toteuttamiseen pääpiirteittäin seuraavanlainen ohjeistus.</p> <p>Hankekehityksessä myydään Lehto Asuntojen sähköauton latauskonseptin mukainen autopaikoitusalue asiakkaalle Harju Elekterin tuotteilla ja IGL-Technologiesin järjestelmällä. Hankekehityksessä määritellään varustuksen taso asiakkaan toiveiden mukaisesti mutta autopaikoitusalueelle kaapeloidaan vähintään varaukset latauslaitteistoille.</p> <p>Suunnittelussa lasketaan autopaikoitusalueen aiheuttama kuorma ja otetaan se huomioon rakennuksen liittymässä. Poikkeuksia lukuun ottamatta autopaikoitusalueen syöttö tulee kiinteistökeskukselta ja syöttöryhmien kaapelointi toteutetaan PEX-eristeisellä kaapelilla. Laitteita ei ketjuteta peräkkäin kuutta autopaiikkaa enempää ja johdon ylikuormitussuojana käytetään mahdollisuuksien mukaan tulppasulakkeita.</p> <p>Toteutuksen työmaalla hoitaa sähköurakoitsija laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Kuormien tasaamiseksi vaiheita tulee laitteissa kierrättää ja vaihejärjestys kirjata kuormanhallinnan ohjelmaan käyttöönotossa. Käyttöönotossa määritetään älykäskuormanhallinta.</p> <p>Yhtenäistetyt toimintatavat ja sopimuslaitteistot ovat yksi keino Lehto Asunnoilla rakentaa kustannustehokkaasti. Tässä työssä yhteen koottu ohjeistus sähköauton latausjärjestelmien rakentamisesta tulee ohjaamaan Lehto Asunnoilla rakentamisprosessin eri vaiheissa työskentelevien ammattilaisten toimintaa. Koska sähköauton latauslaitteistojen rakentaminen on vielä hyvin uutta lainsäädännöltään ja kysynnältään, tulee tämä ohjeistus vielä muokkaantumaan useaan otteeseen kokemuksen ja tietämyksen kasvaessa.</p>	
Avainsanat	Sähköauto, Sähköauton lataus, Latauspiste, Rakentamisprosessi, Sähköurakointi

Author Title	Katja Kaikko The Construction Process of Residential Charging Points for Electric Vehicles in Lehto Asunnot Oy
Number of Pages Date	47 pages + 2 appendices 7 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Sauli Ojala, Electrical Project Manager Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>This thesis is a description of the Lehto Asunnot Oy's concept in residential charging point installations for electrical vehicles. The main purpose of this thesis is to combine the instructions for selling, planning, and installing charging points throughout the entire construction process that includes project development, electrical planning, and implementation.</p> <p>The methods used were familiarizing with the existing instructions, manufacturer's datasheets, and blueprints of the two construction projects introduced in this thesis.</p> <p>The results describe what must to be considered in each part of the construction process and how the process works in Lehto Asunnot Oy. The different parties involved and their role in the process are also discussed. The thesis introduces guidelines for the electrical planning of residential charging points for electric vehicles and describes different installation options.</p> <p>Lehto Asunnot Oy aims to build cost effectively by standardising its products, services, and construction work. This thesis functions as an instruction manual for the construction of residential charging points for electrical vehicles and, thus, is an important part of those aims of standardisations in Lehto Asunnot Oy. The thesis can also be utilised for the building and planning of smart residential charging points by other electrical contractors.</p>	
Keywords	Electrical Vehicle, Charging Point, Construction process, Electrical Contractor

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Sähköauton latausjärjestelmä Lehdolla	2
2.1	Latauslaitteisto	3
2.2	Latauksen ja lämmityksen käyttöjärjestelmä	7
3	Rakentamisen prosessi Lehdolla	9
4	Hankekehitys	11
4.1	Hankekehitystä ohjaava lainsäädäntö	12
4.2	Latauslaitteiden myyminen asiakkaalle	14
4.2.1	Latauskentän määrittäminen	15
4.2.2	Sähköauton latauspisteen hinnoittelu	19
5	Suunnittelu	20
5.1	Esimerkkikohteet	21
5.2	Latauspaikkojen sijoittelu, ryhmittely ja kaapelointireitit	22
5.3	Kaapeleiden ja latauskentän tehontarpeen määrittäminen	27
5.4	Keskukset ja keskuslähdet	32
5.5	Tehotakuu	34
6	Toteutus	35
6.1	Laitteiston asentaminen	36
6.2	Käyttöönottotarkastukset ja ohjelmointi	39
6.3	Hahmotelma sähköauton latauskonseptista kokonaisuutena	42
7	Yhteenveto	43
	Lähteet	45
	Liitteet	
	Liite 1. Elvakin sähköpiirustukset pysäköintialueen suunnitteluohjeesta Lehdolle	
	Liite 2. Sähköauton latauskonsepti Lehto Asunnot Oy:llä	

Lyhenteet

A	Ampeeri.
AS Oy	Asunto-osakeyhtiö.
DC	Tasavirta (<u>D</u> irect <u>C</u> urrent).
ECU	Latausaseman ohjauslaite (<u>E</u> ngine <u>C</u> ontrol <u>U</u> nit).
GRYNDAUS	Perustajaurakointi.
KVR	Kokonaisvastuu rakentaminen.
kW	Kilowatti.
NFC	Langaton tiedonsiirtoprotokolla (<u>N</u> ear <u>F</u> ield <u>C</u> ommunication).
OCPP	Avoin kommunikointiväylä (<u>O</u> pen <u>C</u> harge <u>P</u> oint <u>P</u> rotocol).
PEX	Ristisilloitettu polyeteeni (käytetään muun muassa kaapelieristeenä).
PVC	Polyvinyylidikloridi (käytetään muun muassa kaapelieristeenä).
Schuko	Suojamaadoitettu pistorasia kotitalouskäytössä.

1 Johdanto

Tässä opinnäytetyössä rakennettiin Lehto Asunnot Oy:lle yrityksen sisäinen opas heidän sähköauton latauskonseptiinsa tutustumalla Lehto Asuntojen sisäisiin ohjeistuksiin, talotekniikkarakentamisen kehittämiseen, sähkösuunnittelun ohjaukseen, yhteistyökumppaneiden tuote-esitteisiin sekä keskustelemalla asiantuntijoiden kanssa aiheesta. Työssä kerrotaan, mitä tulee ottaa huomioon sähköautonlatauspisteiden rakentamisprosessin eri vaiheissa. Työssä on käytetty lähteinä pääasiassa Lehdon sisäisiä dokumentteja, prosessiohjeita ja kehitystyöryhmän päätelmiä. Näiden perusteella on koottu yhtenäinen ohjeistus sähköauton latausjärjestelmien toteuttamiselle Lehto Asuntojen rakennuskohteissa.

Lehto Asunnot Oy on osa Lehto Group konsernia ja sen päätoimialana on uudisasuinrakentaminen. Lehdon arvomaailmaan kuuluvat muun muassa vastuullisuus ja ekologisuus, ja he pyrkivät talousohjattuun rakentamiseen suunnittelun johtamisella, suunnittelun ja prosessien vakioimisella sekä teollisen valmistamisen lisäämisellä. [1.] Lehdon vuosille 2021 vuoteen 2023 strategian pääpainopisteinä ovat suunnittelu ja tuotteistaminen, kestävä rakentaminen, tuotteiden mukaistaminen konseptiin sekä ammattitaidon kehittäminen [2].

Lehdon arvoihin sekä strategiaan mukautuu myös tällä hetkellä vahvasti kasvava tarve uudistaa Suomen autokantaa fossiilisten polttoaineiden käyttövoimasta kohti sähköautoilua, ja näin ollen löytää ratkaisuja sähköauton latausjärjestelmille myös osana asuamista. Suuntausta ohjaa myös uudistunut lainsäädäntö, jolla pyritään motivoimaan rakentamista ekologisempaan suuntaan. Perinteiset autonlämmitystolpat eivät oikein sovellu sähköauton lataamiseen. Syinä ovat muun muassa autopaikoituskentän kuormanhallinnan puuttuminen ja täten sähkömitoitus, joka monessa rakennuksessa ei kestäisi useampaa autoa ladattavan yhtäaikaaisesti. Toisena rajoittavana tekijänä on lämmitystolpan sähkön saannin aikarajoitus kahteen tuntiin kerrallaan. Pistorasiasta lataaminen on hidasta ja kahden tunnin lataaminen on tuskin riittävä lataamaan auton akkuja. Jos taas lämmitystolpan aikarajoituksen saa ohitettua tulee vastaan pistorasian virrankestoisuus. Perinteiset pistorasiat eivät tyypillisesti kestä 16 ampeerin yhtäaikaista kuormittamista

vaan lämpenevät vaarallisesti aiheuttaen tulipaloriskin. Paras sähköauton latausratkaisu on siihen tarkoitettu latauspiste.

Sähköauton latauspisteiden rakentamiselle Lehdolla on jo innovoituna oma konseptinsa, jonka mukaan tarjotaan asiakkaille erilaisia latausratkaisuja osana Lehdon rakennusprojekteja. Jotta mahdollisimman optimoituun rakentamiseen päästään, tulee kaikkia rakentamisprosessin eri vaiheita, hankekehitystä, suunnittelua ja toteutusta ennalta suunnitella ja organisaation tasolla ohjeistaa. Yhteiset sähköiset ohjeet eri prosessin vaiheista ja siitä, mitä niissä tulee tehdä ja ottaa huomioon, parantavat prosessin sujuvuutta, asiakastyytyväisyyttä sekä lopputuotetta.

Tässä opinnäytetyössä kerrotaan ensin yleisesti Lehdon sähköauton latauslaitteistojen rakentamiseen valituista tuotteista ja itse rakentamisen prosessista. Tämän jälkeen paneudutaan tarkemmin autopaikoitusalueen rakentamiseen ja suunnitteluun kaikissa rakentamisprosessin eri vaiheissa siinä järjestyksessä kuin niitä Lehto Asunnoilla tehdään. Työssä teorian tukena esitellään kaksi Lehto Asunnot Oy:n rakenteilla olevaa kohdetta ja niiden sähkösuunnittelussa tehtyjä ratkaisuja sähköauton lataukselle.

2 Sähköauton latausjärjestelmä Lehdolla

Lehto Asunnot Oy:llä on sopimus Harju Elekter Oy:n ja IGL-Technologies Oy:n kanssa sähköauton latausjärjestelmien toimittamisesta. Lehto Asunnot Oy rakentaa latauspisteet kohteeseen, Harju Elekter Oy tuottaa ja toimittaa kohteeseen latauslaitteistot ja IGL-Technologies Oy hallinnoi latauspisteiden taustalla toimivaa ohjelmistojärjestelmää palveluntuottajana. Yhteistyöllä saadaan asiakkaille räätälöityjä ja toimivia yksilöratkaisuja.

Harju Elekter Oy on yksi Suomessa toimivista kansainvälisistä sähkö- ja automaatioalan yrityksistä. Se on osa Tallinnan pörssiin noteerattua Harju Elekter Group -yhtiötä, joka työllistää Virossa, Suomessa, Liettuassa ja Ruotsissa lähes 800 työntekijää. Suomessa Harju Elekterin toimipaikat sijaitsevat Ulvilassa, Keravalla ja Kurikassa. [3.]

Harju Elekterin autonlämmitys- ja latausratkaisut tunnetaan paremmin rakentajien keskuudessa Harju Elekterin entisen tytäryhtiön Satmatic Oy:n tuotteina. Harju Elekter on

suomalaisen Satmatic Oy:n pitkäaikainen omistaja, ja vuoden 2021 alusta Harju Elekter päätti fuusioda suomalaiset tytäryhtiönsä, Satmatic Oy:n ja Finnkumu Oy:n, yhden nimen, Harju Elekterin, alle. [4.] Satmaticin nimi tulee tulevaisuudessa väistymään tuotteissa kokonaan Harju Elekter -nimen alta.

IGL-Technologies Oy on vuonna 2009 perustettu tamperelainen ohjelmistoyritys. He tuottavat ainakin osaan Garo Finland Oy:n ja Harju Elekter Oy:n sähköauton lataustuotteeseen eTolppa-palvelua, jossa latauspisteitä pystytään etäohjaamaan ja laskuttamaan käyttäen IGL-Technologies Oy:n eParking-sovellusta. [5.]

2.1 Latauslaitteisto






Lehto Asunnoilla on Harju Elekterin kanssa neuvoteltuna ostohinnat viidelle erilaiselle tuotteelle. Osaa näistä perustuotteista pystytään muokkaamaan erilaisiin asennuspaikoihin sopiviksi ja näin ollen toisistaan eroavia latausratkaisuja on asiakkaan valittavissa useita erilaisia. Erilaisia asennustapoja ovat esimerkiksi tolppaan, seinälle, selät vastakkain tai maanvarainen asennus. Jossain latausasemissa type-2-liitännän puolisuus pystytään tehtaalla määrittämään joko oikealle tai vasemmalle puolelle. [6.]

Kesän ja syksyn 2020 aikana Harju Elekteriltä on tullut uudet tuotteet, jotka heidän ilmoittamansa mukaan eroavat vanhoista malleista profiililtaan mutta eivät niinkään tekniikaltaan [7]. Näitä uusia tuotteita ei ole vielä myynnissä Harju Elekterin nettikaupassa eikä tietoa niistä ole saatavilla heidän nettisivuiltaan. Lehto Asunnoille tuotteista on kuitenkin lähetetty esite, joista ilmenee laitteiston perustietoja. Lehto Asunnoille tarjotut tuotteet kuuluvat Harju Elekterin uusiin ElektrA-tuotteisiin, joiden sähkötekniisiä perustietoja on koottu taulukkoon 1.

Lehto Asuntojen valikoimaan sähköautojen latauslaitteiksi tulee vaihtoehtoja 3,7 kW:n laitteistoista hidasta 1,8 kW:n latausta tai 3,7 kW:n auton lämmitystä varten, 11 kW:n laitteistoista asukaslataukseen ja 22 kW:n laitteistoista ensisijaisesti vieraspaikoilla lataamiseen. Taulukossa 1 olevassa Schuko-pistorasioilla varustetussa lämmitysasemassa on latausteho rajoitettu 1,8 kW:n jatkuvana kuormana mutta lämmitystä varten laitteesta saa otettua kellokytkimellä 3,7 kW kaksi tuntia kerrallaan. [8.] Varsinaiset latausasemat on varustettu sähköauton lataamiseen tarkoitetuilla Type 2 -pistokkeilla.

Vaikka Type 2 -latauslaitteisto pystyy syöttämään autoille teoriassa 11 kW tai 22 kW:a kolmella vaiheella, eivät läheskään kaikki markkinoilla olevat ladattavat autot pysty tätä hyödyntämään.

Taulukko 1. Lehto Asunnot Oy:n valikoimaan tulevia Harju Elekterin ElekrA-tuotteiden teknisiä tietoja [6; *8].

	Lämpöasema	11kW Latausasema	2 x 11 kW Latausasema	22 kW Latausasema	2 x 22 kW Latausasema
Profilikuva					
Latausliitäntä	2x Schuko	11kW Type 2 + Schuko	11 kW 2xType 2 + Schuko	22 kW Type 2 + Schuko	22 kW 2xType 2 + Schuko
Latausteho [kW]	*1,8 (3,7)	11	11	22	22
Latausvirta [A]	*8 (16)	16	16	32	32
Vikavirta	*B-tyyppi	A-tyyppi + 6mA DC	A-tyyppi + 6mA DC	A-tyyppi + 6mA DC	A-tyyppi + 6mA DC
Latausliittimien määrä	-	1	2	1	2
Asennustapa	Putki/ Seinä/ Selät vastakkain	Putki/ Seinä/ Selät vastakkain	Putki/ Seinä/ Selät vastakkain	Maa	Maa
Paino [kg]	-	13	18	20	24
Mitat [mm]	-	250 x 600 x 200	250 x 600 x 200	250 x 1500 x 200	250 x 1500 x 200

Webasto on kerännyt internetsivuilleen kattavan listan eri valmistajien sähköautomalleista ja niiden lataustehoista. Heidän sivuilleen listatuista autoista vain alle neljäsosa pystyy hyödyntämään kolmivaihelatausta. [9.] Tästä aiheutuu se, että kuormitus latauslaitetta syöttävän kaapelin vaiheille riippuu täysin latauslaitteeseen liitetystä autosta. Vaihekuorma ei ole tasaista, jos auto lataa vain yhdestä tai kahdesta vaiheesta. Koska auto ei lataa kaikilta vaiheilta, on sen latausteho pienempi kuin 11kW, jolloin auton latausaika kasvaa. 11 kW:n asemassa, jossa syöttövirta on kolme kertaa 16 ampeeria, yhdeltä vaiheelta lataava auto lataa noin 3,7 kW:n teholla, kahdelta vaiheelta lataava auto noin 7,4 kW:n teholla ja kaikilta kolmelta vaiheelta lataava auto noin 11 kW:n teholla.

ST-kortissa 51.90 ”Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteuttaminen” [10, s. 6] on esiteltynä kaava, jolla pystyy määrittämään latausjärjestelmälle tarvittavan tehon, jotta sillä voidaan ladata autolle tarvittava toimintasäde tietyssä ajassa. Kaavalla pystyy siten myös laskemaan sen, miten pitkään autolla kestäisi milläkin latauslaitteen teholla ladata toimintasäteeksi 100 kilometriä. Kaava olettaa, että auton energiankulutus on 0,20

kWh/km. Jotta latauslaitteiden eri tehojen kykyä ladata missäkin ajassa olisi helpompi ymmärtää, on kaavasta muokattu tähän sopiva muoto kaavaan 1.

$$h_{\text{lataus}} = \frac{\text{toimintasäde} * 0,2 \text{ kWh/km} * n_{\text{auto}}}{P_{\text{lataus}}} \quad (1)$$

Kaavassa 1 h_{lataus} tarkoittaa latausaikaa tunteina, n_{auto} samasta laturista ladattavien autojen määrä ja P_{lataus} laturin lataustehoa kilowatteina [10, s. 6]. Jos yhtä autoa ladataan 2 kW:n teholla ja toimintasäteeksi halutaan 100 kilometriä, menee auton lataukseen noin 10 tuntia. Jos lataus tapahtuu 11 kW:lla, menee 100 kilometrin säteen saavuttamiseen latauksessa noin yksi tunti 50 minuuttia ja 22 kW:lla noin yksi tunti. Koska kuitenkin iso osa autoista pystyy lataamaan vain yhdellä vaiheella, tarkoittaa se sitä, että Schuko-pistorasiasta lataaminen 1,8 kW:lla kestäisi 100 kilometrin toimintasäteen saaminen 11 tuntia 7 minuuttia ja 11 kW:n laturilla 3,68 kW:lla ladattaessa 5 tuntia 26 minuuttia ja 22 kW:n laturilla 7,36 kW:lla ladatessa 2 tuntia ja 43 minuuttia. Voidaan siis huomata se, että mitä tehokkaampi laturi on kyseessä, sitä nopeammin auton saa ladattua. Tällöin oletetaan, ettei auton sisäisessä laturissa ole erillistä virtarajoitinta.

Taulukosta 1 voidaan nähdä, että jokaisesta latausyksiköstä löytyy oma vikavirtasuojakytkin. Todellisuudessa kaikki ”äly” löytyy itse laitteesta. Laitteissa on omat vikavirtasuojakytkimet, johdonsuojakytkimet, energiamittari sekä radiovastaanotin tai modeemi (OCPP-toipat) [11]. Energiamittarit ovat MID-hyväksytyt, jotka pystytään lukemaan laitteiston kannessa olevan ikkunan läpi. Latauksen indikointi tapahtuu RGB-LED:illä. [6.] Vikavirtasuojakytkimet ovat ensisijaisesti 30 mA:n A-tyyppin suoja ja niiden lisäksi latauslaitteissa on 6 mA:n tasasähkövikavirran poiskytkentälaitte. ST-kortin 51.90 [10, s. 4] mukaan jokainen Type 2 -latauspiste tulee suojata vähintään 30 mA:n B-tyyppin vikavirtasuojakytkimellä tai vaihtoehtoisesti, kuten Harju Elekterin tuotteissakin, 30 mA:n A-tyyppin vikavirtakytkimellä yhdessä 6 mA:n tasasähkövikavirran poiskytkennän kanssa.

Tasasähkövirran poiskytkentä tarvitaan auton akun vikatilanteita varten, joissa akku voi mahdollisesti syöttää verkkoon tasavirtaa. Vaatimus on esitetty myös sähköstandardissa, jossa myös vaaditaan, että jokainen latauspiste on syötetty omalla ylivirtasuojatulla ryhmäjohdolla. Toisin sanottuna, jollei laitteistossa olisi jokaiselle latauspistokkeelle omaa johdonsuojakatkaisijaa, ei latauspisteitä voisi ketjuttaa laitteelta toiselle vaan jokaiselle tulisi tuoda oma kaapelinsa. Sähköauton latausaseman jokainen

liitäntäpiste on suojattava omalla ylivirtasuojallaan. Sähköstandardi esittää myös erityisvaatimuksena latauslaitteiston IP-luokitukselle. Ulos sijoitettavalta latauslaitteelta vaaditaan IP44-luokitus ja sisään sijoitettavalta poikkeuksellisesti IP41-luokitus. [12, s. 201, 204, 202.]

Koska vikavirtasuojakytkimet, johdonsuojakytkimet ja sähkönmittaus sijaitsevat itse ”tolpassa” eli latauslaitteistossa (tai autonlämmitystolpassa), voidaan latausasemille tuoda pelkkä suora sähkönsyöttö syöttävältä keskukselta. Autopaikoituskentän lähtöön laiteetaan Lehto Asunnoilla kuitenkin koko kenttää mittaava energiamittari. Kaapelointia ja lähtöjen määrää syöttävällä keskuksella vähennetään ketjuttamalla syöttöä asemalta toiselle. Jotta laitteita syöttävän kaapelin koko pysyy järkevänä, ei laitteita ketjuteta 3 laitetta enempää. [13.] Liitteessä 1 on nähtävillä Lehto Asuntojen sähköauton latauskentän kaapelointisuunnitelma sekä keskuksien esimerkkilähdöt kentälle.

Jotta Lehto Asunnoille tulevien latausasemien etäohjaus toimisi, tarvitaan latauskentälle eTolppa-tukiasema nimeltään Xodem. Latauskenttä tarvitsee yleensä yhden Xodem-moodeemin, joka tulee sijoittaa mahdollisimman lähelle latauslaitteistoja: enintään 25 metrin päähän, näköetäisyydelle lähimmästä tolpassa. Laitteistot ketjuuntuvat toisiinsa langattomasti. Harju Elekterillä on saatavana myös OCCP-tolppia, jotka toimivat langattomasti omalla 4G-yhteydellä tai kiinteällä internetyhteydellä. OCCP-tolpat eivät tarvitse Xodem-asemaa eikä Lehto Asunnot aio käyttää niitä valikoimassaan. [11.] Lehto Asunnoilla latauskentälle tuodulle Xodem-asemalle kaapeloidaan CAT6-kaapelilla kiinteä internetyhteys talojakamolta [13]. Näin varmistetaan kuuluvuuden säilyminen tukiasemalla.

Latausasemissa on dynaaminen kuormanhallinta. Lehto Asuntojen sopimukseen IGL-Technologiesin kanssa kuuluu 1-tason kuormanhallinta, jossa järjestelmään syötetään syöttävän sähköryhmän, sähkökeskuksen tai lataustolpan maksimirajat. Järjestelmä valvoo jatkuvasti näitä arvoja. [11.] Käytännössä järjestelmä antaa lataajien ladata autoa maksimivirralla niin pitkään kuin järjestelmälle määritetyt maksimiarvo ei ylitetä. Kun lataajia kentällä on tarpeeksi maksimiarvojen ylittymiseen alkaa järjestelmä rajoittamaan latausvirtaa aina niin alas, etteivät maksimirajat ylity. Lehto Asunnot antaa asiakkaille vähintään 2 kW/h minimilataustehotakuun, joka on ST 51.90 -kortin mukainen suositeltu minimilatausteho älykkäällä kuormanhallintajärjestelmällä oleville latausasemille. [14; 10, s. 5.]

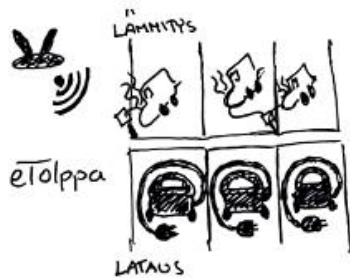
Dynaamisen kuormanhallinnan lisäksi kaapelien vaihekuormia pyritään tasaamaan kierrättämällä vaiheita. Esimerkiksi, jos ketjussa ensimmäinen latauslaite kytketään järjestyksessä L1, L2 ja L3 kytketään seuraava järjestyksessä L3, L1 ja L2 ja sitä seuraava L2, L3 ja L1 ja niin edelleen. Tällä pystytään tasaamaan vaihekuormaa silloin, kun laitteistossa on latautumassa useampi yksivaiheista tai kaksivaiheista latausta hyödyntävä auto. Lämmitystolpat ja Schuko-latauslaitteet ovat yksivaiheisia ja niissä kuormaa tasaataan kierrättämällä syöttävää vaihetta ketjutetuissa laitteissa samalla periaatteella kytkeväällä ensimmäiselle laitteelle L1 ja toiselle L2 ja niin edelleen.

2.2 Latauksen ja lämmityksen käyttöjärjestelmä

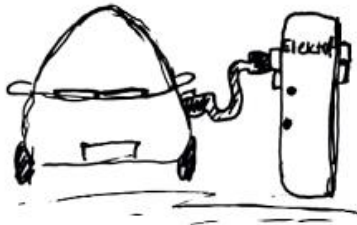
eTolppa on tiedonsiirtoprotokolla latauslaitteen ja IGL-Technologiesin palvelimen välillä. eTolppa-lataus- ja lämmityslaitteita voidaan ohjata paikallisesti tai etänä internetin välityksellä. Lataus- ja lämmityspisteiden etäohjaus sekä autopaikoituskentän hallinnointi toimii eParking-sovelluksen kautta. Kuvassa 1 on kuvattu IGL-Technologiesin eTolppa-palvelu asiakkaan ja käyttäjän näkökulmasta.

Ensiksi Lehto Asunnot rakentaa asiakkaalle sähköauton latauskonseptinsa mukaisen autopaikoituskentän, mihin heillä on neuvoteltuna IGL-Technologiesin kanssa peruspalvelupaketti hintoineen. Lehdon neuvottelemaan pakettiin kuuluu eParking-sovelluksen käyttö, kaikki ohjelmistot ja käyttäjätunnukset, palvelimien ylläpito, laskutus taloyhtiön puolesta sekä laskutussaatavien tilitys taloyhtiölle, asiakaspalvelu ja laitehuollon tuki, latauskentän 1-tason kuormanhallinta sekä rajapinta mahdollistamaan pysäköinnin hallinta [15].

Käyttöönoton yhteydessä asiakas tekee sopimuksen suoraan IGL-Technologies-yhtiön kanssa. Lehto Asunnot ohjelmoi älykkäät lataus- ja lämmitystolpat yhdessä IGL-Technologiesin kanssa eTolppa-järjestelmään. Lataus- ja lämmityslaitteet yhdistyvät ketjuuntamalla toisiinsa ja siitä edelleen Xodem-modeemiin, joka taas yhdistyy verkkoon internetiyhteydellä. Tämän jälkeen toisistaan eriteltyjä laitteita pystytään ohjaamaan eParking-sovelluksen kautta. [11.] Kun sopimus on tehty ja autopaikoituskenttä yhdistetty palvelimeen, asiakas pystyy pääkäyttäjätunnuksia käyttäen lisäämään käyttäjiä yksilöiduille lämmitys- ja latauspaikoille hyväksymällä paikoituksen käyttäjien lähettämiä käyttöoikeuspyyntöjä [16].



- ➔ Lehto Asunnot rakentaa Harju Elekterin tuotteista etäohjattavan eTolppa -latausjärjestelmän.
- ➔ Asiakas tekee IGL-Technologiesin kanssa sopimuksen haluamastaan sähköisenhallinnan tasosta sekä palveluista.



- ➔ Kaikki "äly" ja kulutuksen mittaus sijaitsee itse laitteessa. Jokainen laite on siis yksilöitävissä erikseen muista.
- ➔ Käyttäjä ajaa auton parkkiin ja kytkee sen joko latautumaan tai lämpiämään.



- ➔ Käyttäjä rekisteröityy eParking sovellukseen, jossa hän pääsee tekemään sopimuksen parkkipaikkaa hallinnoivan osapuolen kanssa ja ohjaamaan omaa laitettaan.
- ➔ Sovellus kerää kulutustiedot ja laskuttaa käyttäjää niiden mukaan. Kustannuksia tulee vain käyttäjille.

Kuva 1. IGL-Technologies Oy:n tuottaman etähallintapalvelun toimintaperiaate asiakkaan näkökulmasta.

Autopaikotuskentän käyttäjälle autopaikan hallinta on erittäin helpokäyttöinen. Käyttäjän tarvitsee rekisteröidä itselleen tunnukset eParking.fi-sivustolle tai sovellukseen, ellei hänellä jo ole niitä [16]. Osalla sähköauton omistajilla saattaa jo olla käytössä eParking-sovellus, koska sovelluksen kautta pystyy maksamaan sähköauton latauksen 5820 eri julkisella latausasemalla [17]. Yksityisillä parkkialueilla käyttäjä joutuu pyytämään

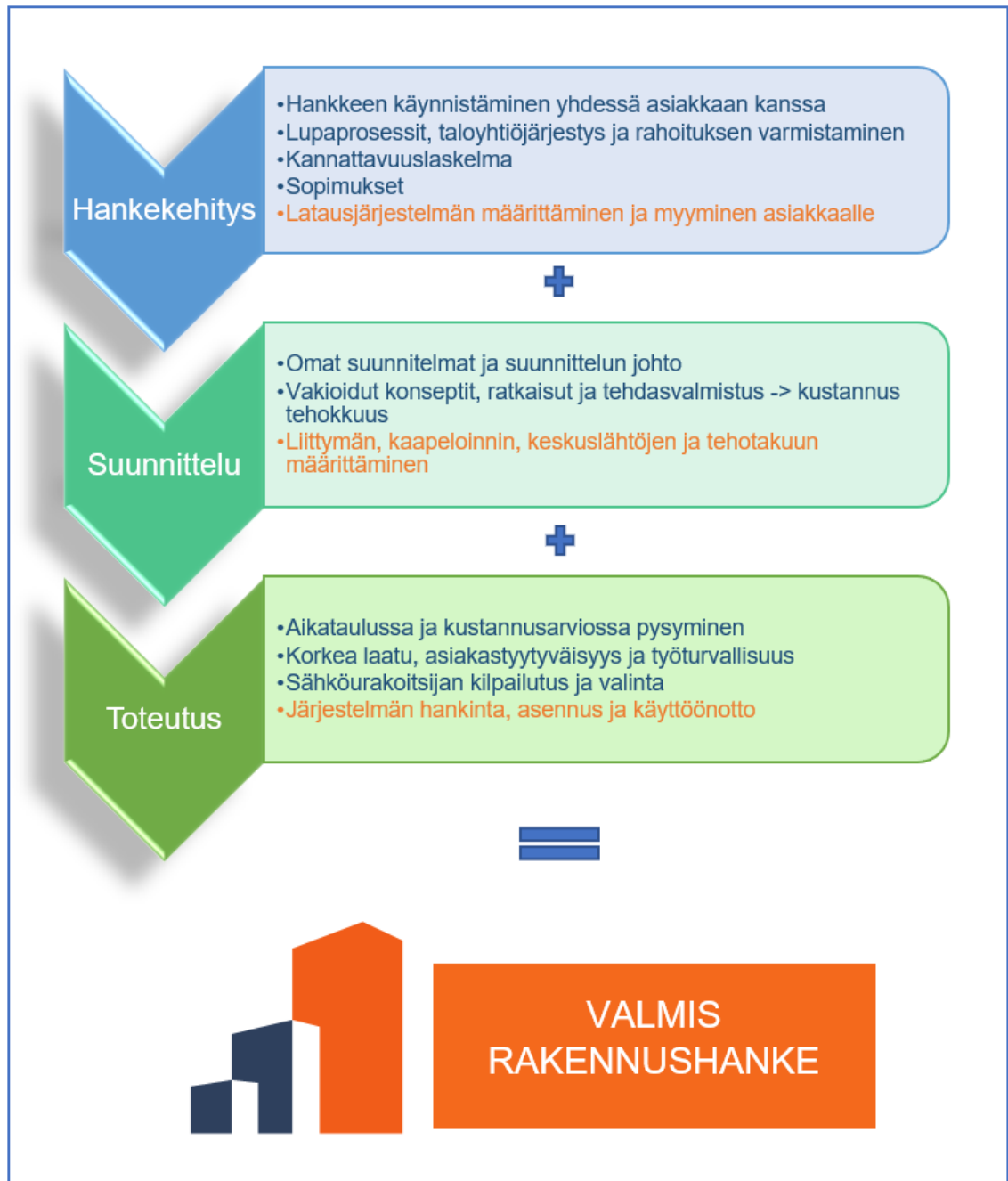
autopaikoitusalueetta hallinnoivalta osapuolelta laitteiston käyttöoikeutta. Kun käyttöoikeus paikoitusalueelle on hyväksytty, voi käyttäjä sen jälkeen tehdä sovelluksen kautta pysäköintisopimuksen autopaikoitusalueen hallitsijan kanssa ja ohjata sovelluksella sopimusta koskevaa lämmitys- tai latauslaitteistoa. Parkkialueen käyttöoikeuden myöntäminen on ainut manuaalista hyväksyntää vaativa toimenpide eParking-sovelluksessa. Kaikki muu tapahtuu automaattisesti ennalta määritettyjen vaihtoehtojen mukaisesti. [16.]

Laskutus tapahtuu IGL-Technologiesin toimesta perustuen autopaikan käyttäjän sähkönkulutukseen. IGL-Technologies laskuttaa myös autopaikan hallitsijaa, sopimuksen mukaisesti, palvelupaketistaan. Nämä kulut menevät suoraan autopaikkojen käyttömaksujen tilityksestä. [15.] Autopaikoituskenttää hallinnoiva osapuoli kuitenkin määrää, millä hinnalla he haluavat myydä sähköä käyttäjälle. Näin ollen he pystyvät leipomaan sähkön myyntihintaan myös eTolppa-järjestelmästä aiheutuneet kulut. Tällä tavalla kaikki järjestelmän kustannukset pystytään ohjaamaan suoraan autopaikoituskentän käyttäjille eikä esimerkiksi taloyhtiön autottomille osakkaille.

3 Rakentamisen prosessi Lehdolla

Rakentaminen Lehto Asunnot Oy:llä toimii kolmessa eri vaiheessa, jotka ovat hankekehitys, suunnittelu ja toteutus. Nämä prosessin eri vaiheet eivät ole täysin itsenäisiä eivätkä toisistaan rajattuja kokonaisuuksia. Esimerkiksi toteutuksen osa-alueella työskentelevät sähköprojektipäälliköt ohjaavat sähkösuunnittelua koko prosessin ajan. Lehto Groupilla on toimintakäsikirja [18], jossa on selitettyä Lehdon työntekijöille koko Lehto Groupin toimintamalli yrityksen toimintaperiaatteesta, johtamisesta sekä eri toimialueiden vakioiduista toimintaprosesseista. Toimintakäsikirja on jatkuvasti päivittyvä tietopankki lehtolaisille, jossa käsitellään muun muassa rakentamisen erivaiheita ja eri ihmisten rooleja ja vastuualueita niissä.

Kuvaan 2 on kerätty toimintakäsikirjasta rakentamisprosessin eri vaiheisiin kuuluvia työvaiheita. Sinisellä värillä kirjoitetut ovat yleisesti asioita, joita rakennushankkeessa kyseisessä vaiheessa tulee tehdä. Oranssilla värillä on kirjoitettu sähköauton latauskentän rakentamiseen liittyviä tehtäväosa-alueita.



Kuva 2. Rakentamisen prosessin erivaiheet Lehto Asunnot Oy:llä. Tietoa kerätty Lehto Groupin toimintakäsikirjasta [18, osio 3.3].

Hankekehitysvaiheessa hanke pyöräytetään käyntiin, sen kannattavuus arvioidaan, asiakkaan kanssa tehdään sopimukset ja rakentamiseen vaadittavat luvat haetaan. Sähköautojen latauspisteiden suhteen hankekehityksessä keskustellaan asiakkaan kanssa siitä, millaiset tarpeet heillä latauspisteiden suhteen on: tuleeko kohteeseen pelkät

varaukset tulevaisuuden varalle vai haluaako asiakas kuinka laajan valmiin järjestelmän. Kun latauskenttä on määritelty, myydään se asiakkaalle Lehdon hinnoittelua noudattaen.

Suunnitteluvaiheessa piirretään kohteen tekniset kuvat ja suunnitellaan rakentamisen aikataulu. Lehto Groupilla on jonkin verran omaa suunnittelua, mutta sähkösuunnitelmat tilataan ulkopuoliselta toimijalta. Sähkösuunnitelmien tilauksesta kohteelle vastaa suunnittelupäällikkö, mutta suunnittelua ohjaavat talotekniikkaosasto ja sähköprojektipäälliköt läpi koko projektin. Rakentamisen kustannustehokkuutta pyritään lisäämään käyttämällä vakioituja ratkaisuja ja moduulirakentamista. Sähköauton latauspisteiden osalta suunnittelussa keskitytään järjestelmän yksityiskohtiin, lasketaan sen sähkötekniset arvot ja suunnitellaan käytännön toteutus mukauttaen siihen valmista sähköauton latauspisteiden suunnitteluohjetta (suunnitteluohjeesta katso liite 1 ja lähde 13).

Toteutusvaiheessa alkaa itse kohteen rakentaminen. Työnjohdon toimihenkilöt seuraavat jatkuvasti rakentamisen laatua, kustannuksia, aikataulua ja työturvallisuutta. Heti kun suunnittelusta on saatu kohteelle kunnolliset sähkösuunnitelmat, voidaan niiden perusteella alkaa kilpailuttamaan sähköurakkaa sekä ulkopuolisilla tekijöillä että Lehdon omilla asentajilla. Lehto Asunnoilla on Etelä-Suomessa rakennusprojektien määrään nähden pieni omien sähköasentajien joukko, joten osa urakoista kilpailutetaan ulkopuolisilla urakoitsijoilla. Sähköauton latauspisteiden osalta toteutusvaiheessa Lehto Asunnot hankkii latausjärjestelmän Harju Elekteriltä, ja sähköurakoitsija asentaa laitteiston kohteeseen. Tämän jälkeen Lehto Asunnot käyttöönottaa latausjärjestelmän yhteistyössä IGL-Technologiesin kanssa.

Rakentamisen prosessin tukena Lehdolla toimii erilaisia kehitystiimejä sekä muuta toimintaa tukevaa henkilöstöä. Hankkeita pystytään kehittämään prosessin eri vaiheissa saadun palautteen perusteella paremmin palvelemaan organisaation tarpeita. Lehto Asuntojen sähköauton latauskonsepti on syntynyt talotekniikan kehitystiimin toimesta.

4 Hankekehitys

Hankekehityksen aikana on tarkoitus määritellä yhdessä asiakkaan kanssa heidän sähköauton lataus- sekä autopaikoitustarpeensa. Lehto Asuntojen asiakas voi olla

kokonaisvastuurakentamista eli KVR-urakkaa Lehdolta ostamassa oleva ulkopuolinen rakennuttaja tai vaihtoehtoisesti Lehto Asunnot Oy itse. Omat taloprojektinsa Lehto Asunnot rakentaa valmiiksi ja myy osakkeina yksityisille tai sijoitusostajille. Lehto Asunnoilla on oma asuntomyyntiyksikkönsä, joka vastaa asunto-osakkeiden myynnistä. Asiakas voi olla myös rakennuttaja tai isompi sijoittaja, joka ostaa Lehto Asunnoilta sen alun perin itselleen suunnitteleman rakennusprojektin. Tällaisiin tilanteisiin voidaan päätyä, jos hankekehitysvaiheessa tullaan siihen tulokseen, että projekti ei ole kannattavaa myydä osake kerrallaan eri tahoille vaan yhtiölle sinä hetkenä parempi vaihtoehto on myydä koko taloyhtiö kerralla yhdelle ostajalle. Erilainen asiakas määrittää sen, miten ja millaisen sähköauton latauslaitteiston Lehto Asunnot pystyy kohteeseen myymään ja mitä sopimuksellisia asioita tulee ottaa huomioon.

Sähköjärjestelmän osalta hankekehityksessä luodaan pohja sähkösuunnittelulle ja myydään sen perusteella asiakkaalle järjestelmä. Koska Lehdolla on vakioidut ratkaisut ja konseptit sekä valmiiksi kilpailutetut tai vaihtoehtoisesti omalla tehtaalla pitkälle rakennetut tuotteet, voidaan asiakkaalle antaa jo hankekehitysvaiheessa hyvin tarkkaa hintaa toteutuksesta. Kun asiakas tietää laitteiston kokonaiskustannuksen asennuksineen, on asiakkaalla paremmat edellytykset harkita investoinnin tarpeellisuutta. Tällä voi olla isokin merkitys, siinä saadaanko kohteeseen myytyä latausjärjestelmää vai ei, sillä niitä ei pidetä mitenkään asuinrakentamisessa välttämättöminä sähköjärjestelminä vaan enemmänkin eräänlaisena luksustuotteena.

Kaikkea ei asiakas kuitenkaan voi itsenäisesti määrätä vaan rakentamista ohjaa myös lainsäädäntö. Marraskuussa 2020 tuli voimaan ympäristöministeriön laatima laki [18], joka määrittelee uusissa rakennus- ja saneerausprojekteissa sähköauton latausjärjestelmien vähimmäisvaatimukset. Laissa käsitellään myös rakennuksien sähköjärjestelmien energiankulutuksen mittausta ja kiinteistöautomaatiikan uusia vaatimuksia.

4.1 Hankekehitystä ohjaava lainsäädäntö

29. lokakuuta 2020 on Finlexissä julkaistu laki 733/2020 [19], joka tuli voimaan 11. marraskuuta 2020. Lakia sovelletaan 11. maaliskuuta 2021 eteenpäin sellaisissa uudisrakennus- ja saneerauskohteissa, joihin joutuu hakemaan viranomaiselta maankäyttö- ja rakennuslain pykälän 125 mukaisen rakennusluvan. Laissa kerrotaan, että sitä

sovelletaan muun muassa rakennuksiin, joissa sähköisesti ylläpidetään sisäilmastoa. [19, 23 §, 5–6 §, 2 §.] Toisin sanoen sitä sovelletaan asuinrakentamisessa lähes kaikkien kerrostalorakentamiseen, sillä uudisasuinrakentamisessa painovoimainen ilmanvaihto on siirtynyt koneellisen ilmanvaihdon tieltä. Myös huoneilman lämmittäminen esimerkiksi kaukolämmöllä kuluttaa energiaa, joten lakia lienee sovellettava myös kaukolämpökohteissa. Ainakin tämä laki on osa rakennuksien energiatehokkuusdirektiivin muutosta, ja tässä direktiivin lakiesityksessä kaukolämpö on otettu osaksi lämmitys- ja ilmastointijärjestelmien neuvontamenettelyä. Lakia ainakin sovelletaan rakennuksiin, joissa ilmaa jäähdytetään ilmastoinnilla. Lain tarkoitus on vähentää rakennusten hiilidioksidipäästöjä ja parantaa niiden energiatehokkuutta. [20.] Näin ollen Lehto Asunnot projektien rakentamista ja suunnittelua ohjailee kyseisen lain pykälä 5 ja joissain tapauksissa myös pykälä 8.

Laissa määritellään, että hankkeeseen ryhtyvän on huolehdittava, että kohteeseen tuleville autopaikoille tulee rakentaa joko latauspiste tai vaihtoehtoisesti valmius latauspisteen varaukselle myöhempää rakentamista varten. Laki ei siis velvoita asuinrakentamisessa vielä rakentamaan yhtään latauspistettä, vaan niihin on vasta varauduttava vähintään putkituksilla tai muilla sopivilla kaapelireiteillä. Latauspisteisiin voidaan varautua myös kaapeloimalla autopaikat sähköauton lataukseen sopivalla kaapeloinnilla. Tosin laki ei velvoita menemään näin pitkälle. Asuinrakennuksissa eli rakennuksissa, joiden kerrospinta-alasta asumiskäytössä on ainakin puolet, tulee sähköauton latauspistevarauksin varautua niin että rakennuksissa, joissa on yli neljä autopaikkaa, tulee rakentaa latauspistevalmius jokaiseen autopaikkaan. [19, 3 §, 5 §; 20.] Laissa ei mainita, että latauspistevarausta tulisi rakentaa silloin, kun autopaikkoja tulee neljä tai vähemmän. Kaupungit ja kunnat määrittävät, kuinka paljon autopaikkoja on rakennettava asuntoja kohden mutta huolimatta kaupunkien eriävistä säännöksistä autopaikkojen suhteen kerrostalorakentamisessa tuskin nykyään tullaan missään rakentamaan autopaikoitus alle viidelle autolle.

Joissain tapauksissa Lehto Asuntojen rakentamisessa kerrostaloissa on päädytty rakentamaan asukkaille erillinen useamman taloyhtiön autopaikoitukselle pysäköintitalo, jota hallinnoi pysäköintiyhtiö. Tässä tapauksessa lain 8. pykälän mukaan on jokaiseen pysäköintitalon pysäköintipaikkaan rakennettava varaus latauspisteelle [19, 8 §]. Laki on siis

lähes sama riippumatta siitä, rakennetaanko autopysäköinti rakennuksen yhteyteen vai tuleeko sille erillinen parkkitalo.

Laki 733/2020 määrittää myös kolmannessa luvussaan rakennukselle vaadittavan automaatiojärjestelmän. Automaatiojärjestelmää ei kuitenkaan vaadita asuinrakennuksissa. [19, 11 §.] Autopaikoitusalueella on kuitenkin hyvä käyttää kuormanhallintaa, sillä kuormanhallinnalla saadaan paikoituskentän kaapeleiden ja liittymän kokoa pienennettyä ja näin ollen järjestelmää järkevöityä. Talotekniikan automaatiojärjestelmät asuinrakentamisessa ovat viime vuosina yleistyneet ja järjestelmäkokonaisuudet laajentuneet. Siksi onkin mielenkiintoista, ettei minkään tason automaatiota vaadita asuinrakentamisessa vielä tässä lainsäädännössä.

Tämä laki määrittää vähimmäisvaatimukset sille, millaisen sähköauton latausjärjestelmän asiakkaan on hyväksyttävä hankekehitysvaiheessa. Periaatteessa asiakkaan on ostettava sähköauton latausvaraus jokaiseen autopaikkaan, mutta laitteistoa heidän ei tarvitse kuitenkaan hankkia.

4.2 Latauslaitteiden myyminen asiakkaalle

Tärkein osa latauslaitteiden myymisestä on hankekehitysvaiheessa latauskentän määrittäminen asiakkaan toiveiden mukaisesti. Latauskentän määrittämisellä tarkoitetaan tässä vaiheessa pelkästään sitä, millaisen järjestelmän asiakas haluaa ostaa. Järjestelmä voi olla pelkkä kaapeloinneilla varautuminen tulevaisuutta varten, yhden tai useamman autopaikan varustaminen joillakin latauspisteillä tai kaikkien autopaikkojen varustaminen latauspisteillä. Lähtökohtaisesti, riippuen asiakkaasta, jokaisen rakennettavan kerrostalon yhteyteen tulee asukaspysäköintiin pysäköintipaikkoja. Joissakin asumisen muodossa, esimerkiksi palveluasumisessa, voi asukkaiden pysäköinti olla järjestetty muulla tavoin, kuten vaikkapa erillisellä pysäköintiyhtiöllä. Tämä muulla tavoin järjestetty pysäköiminen ei välttämättä kuulu Lehto Asunnoille tarjottuun rakennusprojektiin.

Autopaikoitusalue on aikaisemmin nähty välttämättömänä paheena, koska niiden rakentamisesta ei rakennusyhtiö ole saanut suhteessa tarpeeksi hyvää tuottoa eivätkä asiakkaat ole olleet valmiita maksamaan pysäköinnistään. Autopaikkoja on tällöin rakennettu monesti kunnan tai kaupungin määräämä minimimäärä. Sähköauton latauspisteen

lisääminen autopaikalle nostaa autopaikan arvoa rakentajan näkökulmasta enemmän kuin autopaikan rakennuskustannukset nousevat. Tämän takia sähköauton latauspisteiden markkinointiin asiakkaille kannattaa panostaa, koska se parantaa projektin kokonaiskannattavuutta. Tosin se, onko asiakas edelleenkin valmis maksamaan pysäköintistään, varsinkin älyllisestä lämmityspaikasta, jää vielä nähtäväksi. Sähköautojen määrä polttomoottoriautoihin nähden on kuitenkin vielä marginaalista, joten latauslaitteistoa tarvitsevien määrä on suhteellisen pieni. Pääkaupunkiseudun kalliiden tonttineloiden takia asiakkaat tuskin ovat tulevaisuudessakaan valmiita rakentamaan enemmän kuin minimimäärän autopaikkoja.

4.2.1 Latauskentän määrittäminen

Niille asiakkaille, joiden hankkeisiin tulee asukaspysäköintiä, tullaan tarjoamaan Lehto Asuntojen sähköauton latauskonseptia. Autopaikoitusalueen määrittämisessä lähdetään siitä, että kaikki autopaikat pyritään rakentamaan sähköistetyiksi. Lehto Asunnot tulee kaapeloimaan jokaisen sähköistetyn autopaikan siten, että niihin voidaan myöhemmin rakentaa 1,8–11 kW:n sähköauton latauspiste älykkäällä kuormanhallinnalla vaihtamalla pelkkä latauslaitteisto lämmitysrasian tilalle ilman, että kaapelointeja täytyy muuttaa. Huonona puolena tällaisessa todelliseen käyttöön nähden järjestelmän ylivoimaisuudessa on se, että todennäköisesti kiinteistön sähköliittymää joudutaan hieman korottamaan. Liittymän korotus tarkoittaa isompaa rakennuskustannusta rakennuttajalle ja käyttökustannusta asunto-osakeyhtiölle. Tällä tavalla autopaikoituskentän rakentaminen on kuitenkin viisain vaihtoehto kaikille, sillä latauspisteiden kysyntä on koko ajan kasvavaa ja niiden rakentamisen tarve tulee olemaan koko ajan todennäköisempää. Jos järjestelmä on jo mitoitettu niin, ettei kaapelointeja tarvitse vaihtaa, mukaan lukien kiinteistön liittymäkaapeli, on latauspisteiden jälkikäteen lisääminen asukkaille tällöin edullisempaa ja helpompaa. Edullisinta asiakkaalle olisi kuitenkin rakentaa latauspisteitä jo heti rakennuksen rakentamisvaiheessa eikä vasta silloin kun niiden olemassaoloon tulee pakottava tarve.

Se millaisen latauskentän Lehto Asunnot pystyy myymään asiakkaalle ja mitä asioita tulee ottaa huomioon, riippuu siitä, millainen asiakas on kyseessä. Lehto Asunnoilla rakentaminen tapahtuu periaatteessa joko KVR-urakkana tai sitten gryndauksena eli itselle rakentamisena. Gryndauksella, tai työmaapuhekielenä ”gryndirakentamisella”,

tarkoitetaan perustajaurakointia. Perustajaurakoinnissa urakoitsija perustaa asunto-osa-
keyhtiön, rakentaa talon ja myy huoneistot osakkeina [21].

4.2.1.1 KVR-urakka

KVR-urakassa Lehto Asuntojen näkökulmasta on vain yksi asiakas. Yhdelle asiakkaalle latauskentän myyminen on hyvin suoraviivaista, koska päätöksiä on tekemässä yksittäinen taho. Yhdelle asiakkaalle myytäessä tärkeää on pystyä perustelemaan latauslaitteiston tärkeys. KVR-asiakkailta voi olla myös omat rakentamisohjeensa, joissa on voitu jo määritellä, että rakennettavaan taloyhtiöön on rakennettava myös sähköauton latauspisteitä.

Auton latauslaitteet nähdään vielä luksustuotteina, joista käyttäjät ovat valmiita maksamaan ekstraa. Tämän lisäksi tuote nähdään myös ympäristöystävällisenä sekä aktiivisena osallistumisena ilmastonmuutoksen pysäyttämiseen, mikä myös lisää laitteiston arvoa ihmisten silmissä ja on osa tämän hetken trendiä. Tämä tarkoittaa suoraan sitä, että sähköauton latausjärjestelmän olemassaolo kiinteistössä voi potentiaalisesti nostaa kiinteistön arvoa. Tällöin myös ihmiset, jotka eivät itse välttämättä omista ladattavaa autoa tai autoa ollenkaan, kiinnostuvat kohteesta. Kiinnostusta lisää osana myös se, ettei järjestelmästä aiheudu kuluja muille kuin sen käyttäjille. Kohde nähdään trendikkäänä, älykkäänä, ympäristöystävällisenä sekä erilaisena muista kohteista. Se nähdään kohteena, jossa asumisesta kannattaa maksaa. Nyky-yhteiskunnassa ihmiset etsivät älykkäitä ratkaisuja, jotka helpottavat heidän arkeaan. Sähkö- ja hybridiautojen käyttäjäryhmä on kasvanut tasaisesti Suomessa, ja tämä käyttäjäryhmä todennäköisesti valitsee asuntoa etsiessään asunnon sellaisesta kohteesta, jossa he voivat vaivattomasti ladata autoaan kotonaan.

Lehto Asunnot tarjoaa myös eTolppa-järjestelmään liitettäviä auton lämmitystolppia. Niiden kysyntä on ollut vähäisempää kuin edullisempien perinteisten järjestelmien. Yhtenä myyntivalttina niille on se, että jos kohteeseen tulee jo latauslaitteistoa, niin eTolppalämmitystolpat pystytään liittämään samaan laskutusjärjestelmään latauslaitteiden kanssa. Käyttäjämukavuutta lisää myös se, että eTolppat ovat digitaalisesti aikaohjelmoitavissa omalta kotisohvalta ja käyttäjä maksaa vain omasta sähkönkulutuksestaan. Perinteisissä autolataustolpissa on yleensä koko kentälle yhteinen sähkönkulutuksen

mittaus, joten sähköstä maksaa joko kaikki asukkaat tai kaikki autopaikan käyttäjät riippumatta siitä, miten paljon kukin sähköä todellisuudessa käyttää. Joku käyttäjä voi lämmitellä tolpastaan autoa useampaan kertaan päivässä, kun taas toisella käyttäjällä voi olla autossaan polttoainekäyttöinen lämmitin, jolloin hän ei käytä sähköä ollenkaan. Kumpikin käyttäjä kuitenkin maksaa autopaikastaan saman verran, koska käytössä ei ole paikkakohtaista energiamittausta.

Jos latauskentän rakentamisesta aiheutuvat kustannukset askarruttavat, voidaan autopaikoituskentän yhteyteen rakentaa latausasema tai asemia, jotka laitetaan eTolppa-järjestelmässä julkiseen käyttöön. Tällaisia paikkoja voisivat olla esimerkiksi vieraspaikat. Näiden laitteiden kautta kiinteistöstä voidaan myydä sähköä ulkopuolisille, ja sähkömyynnistä saaduilla voitoilla kompensoida rakentamiskustannuksia tai käyttää niitä, mihin ikinä asiakas haluaakaan. Järjestelmää siis pystytään muokkaamaan hyvin paljon asiakkaan tarpeiden ja toiveiden mukaan. Asiakkaan vaakakupissa latauslaitteiston käyttöarvon lisäksi painaa tietysti rakennusprojektin kokonaiskustannuksien nousu. Lehto Asunnoilla on käytössä Microsoft Excel -pohjainen laskentaohjelma, jolla hankekehitys pystyy laskemaan helposti ja nopeasti, millä hinnalla asiakkaalle pystytään rakentamaan millainenkin autopaikoitusratkaisu.

4.2.1.2 Gryndaus

Lehto Asuntojen rakentaessa itselleen taloa joudutaan talolle perustamaan taloyhtiö. Siinäkin tämä ei eroa mitenkään järjestelyistä, joita monet Lehto Asuntojen KVR-urakoiden asiakkaatkin joutuvat tekemään. Eroa on kuitenkin se, että Lehto Asunnot ennakkomyy osan asunto-osakkeista asiakkaille ennen rakentamisprojektin aloittamista, ja nämä osakkaat sekä kaikki muutkin osakkaat, jotka tulevat mukaan rakennusprojektin edetessä, ovat Lehto Asuntojen asiakkaita tässä rakentamisprojektissa. Osakkaat pystyvät jossain määrin muokkaamaan niitä rakennusratkaisuja, joita he haluavat käytettäväksi omassa osakkeessaan. Toisin sanottuna päätöksenteon prosessi ei ole yhtä suoraviivaista kuin yhden asiakkaan kanssa.

Pääsääntöisesti yleensä rakennusvaiheessa taloyhtiön osakkeet omistaa rakennuttaja itse. Ennakkomyynnissä rakennusyhtiö kuitenkin myy pois omistamiaan osakkeita jo rakennusvaiheessa. Kun osakkeita on myyty 25 prosenttia, on kutsuttava koolle

ensimmäinen osakkeiden omistajien kokous, jossa jokaisella osakkeella on yksi ääni. Kaikki mikä poikkeaa alkuperäisestä sopimuksesta, eli toteutusratkaisusta ja kustannuksista, tulee hyväksyttäväksi taloyhtiön osakkailla. [22.] Eli jos alun perin kohteeseen ei ole suunniteltu rakennettavaksi yhtään sähköauton latauspistettä, niin niiden sisällyttäminen projektiin siinä vaiheessa, kun osakkeita on myyty tuo 25 prosenttia, voi olla hyvinkin hankalaa. Pahimmassa tapauksessa muutoksista aiheutuvat kustannukset jäävät Lehto Asunnoille maksettaviksi. Toisena käänköpuolena on se, että autopaikkaosakkeen ostaja voi haluta muuttaa autopaikkansa sähköistysratkaisua kesken rakennusprojektin. Hän voi haluta lisätä paikalleen sähköauton latauslaitteen (tai poistaa sellaisen). Autopaikoitusalue määriteltäessä on tähän syytä varautua.

Gryndikohteissa onkin erityisen tärkeää hankekehityksessä paneutua autopaikoituskentän määrittämiseen sekä autopaikoituksen kirjaamiseen osakejärjestyksessä. Sanotaan esimerkiksi, että kiinteistön autopaikoitusalue kirjataan asunto-osakejärjestykseen taloyhtiön hallinnoimaksi alueeksi, jota se voi jakaa asukkailleen. Kiinteistölle määritetään halvin autopaikoitusratkaisu eli käytetään autolämmitykseen laitteistona halvinta tuottajaa ilman eTolppa-järjestelmää. Jos joku osakas haluaakin parkkipaikalleen rakennettavan latauslaitteiston, mutta muut osakkaat eivät ole valmiita maksamaan järjestelmän muutoksen takia nousseita rakennuskustannuksia, ei tällöin latausratkaisua haluava asukas saa latauspaikkaa. Tämä voi potentiaalisesti karsia asunto-osakkeiden ostajaehdokkaita. Pahimmassa tapauksessa osakkeet voivat jäädä Lehto Asunnoille käsiin pitkäksi aikaa rakennusprojektin loppumisen jälkeen, jolloin kiinteistöön sijoitettua pääomaa ei saada irrotettua yhtiön tuleviin projekteihin.

Toisena ääripäänä Lehto Asunnot voisi määritellä hankekehityksessä taloyhtiön hallinnoimalle paikoitusalueelle rakennettavan 11 kW:n latauspisteet jokaiselle autopaikalle. Tällöin vaarana on, että autopaikoitusalueen rakennuskustannukset nostavat osakkeiden hintaa niin paljon, että ne ovat markkinan kysyntään nähden liian kalliita. Jälleen seurauksena olisi se, ettei osakkeita saada myydyksi tavoite hintaan eikä tavoiteajassa.

Tavoitteena onkin siis vielä löytää Lehto Asuntojen rakennuttamiin kohteisiin soveltuvaa konseptia autopaikoitusalueen määrittämiseen hankekehitysvaiheessa, mikä ottaa huomioon myös osakejärjestykseen kirjattavat pykälät. Kysyntä ja tarjonta olisi saatava kohtaamaan. Yksi vaihtoehto voisi olla se, että autopaikat olisivat omia osakkeitaan ja että

niiden osakejärjestykseen kirjattaisiin pykälä, joka mahdollistaisi sen, että autopaikkaosakkeen omistaja pystyisi omakustanteisesti vaihtamaan autopaikalleen järjestelmään yhteensopivan latauslaitteen ilman, että siihen tarvitaan muiden taloyhtiön osakkaiden suostumus. Tämä tarkoittaisi sitä, että autopaikoitusalueelle tulisi melkein pä minimisään rakentaa älykäs eTolppa-järjestelmä lämmitystolpilla. Tällä saataisiin latauslaitteistoja tarvitsevat ihmisetkin harkitsemaan osakkeen ostoa ja osakkeiden hinnat kuitenkin pysymään tarpeeksi alhaisina kaikille osakkeen ostoa harkitseville osapuolille. Tällä tavalla saadaan myös paikoitusalueen rakennuskustannuksia siirrettyä enemmän niille, jotka paikoitusalueita tulevat jatkossa käyttämään.

4.2.2 Sähköauton latauspisteen hinnoittelu

Sähköauton latausjärjestelmän määrittämisen eli myymisen yhtenä isona osana on sen nopea, yhdenmukainen ja helppo hinnoittelu. Lehto Asunnoilla on tällä hetkellä käytössä Microsoft Exceliin rakennettu laskentaohjelma. Ohjelmaan on syötetty sopimuksessa olevat Harju Elekterin latauslaitteet ja niiden sisäänostohinnat Lehto Asunnolle [23]. Lehdon hinnasto ei ole julkista materiaalia, joten vaikkakin hinnoitteluohjelma on yksi tärkeimmistä työkaluista hankekehityksessä, ei sitä tässä työssä tulla esittelemään yksityiskohtaisesti.

Lehto Asuntojen laskentaohjelmaan syötetään haluttujen laitteiden määrät, ja ohjelma laskee niiden perusteella koko paikoitusalueen autopaikkojen määrän. Ohjelma laskee myös kyseisten laitteiden yhteenlasketun hinnan, koko parkkialueen yhteenlasketun hinnan sekä hinnan jokaista autopaikkaa kohden. [23.]

Tämä laskentaohjelma on erittäin yksinkertainen, mutta se nopeuttaa ja helpottaa tuotteiden hinnoitteluprosessia hankekehitysvaiheessa suunnattomasti. Hankekehityksessä pystytään ohjelmaa käyttäen suoraan laskemaan, miten paljon minkäkin järjestelmän rakentaminen Lehto Asunnoille kustantaa. Ohjelma ei laske suoraan asiakashintaa, joten ohjelman antamaan hintaan pitää vielä lisätä mahdollinen arvonnalisävero ja tuotto. Ilman niitä laskentaohjelma palvelee laajempaa käyttötarkoitusta Lehto Asunnoilla. Laskentaohjelma ei myöskään ota huomioon laitteiston asennuskustannuksia eikä kaapelointeja. Ohjelmassa ajatuksena lähdetään siitä, että autopaikoitusalue rakennetaan joka tapauksessa ja ohjelmalla on vain tarkoitus hinnoitella paikoituskentän varustelutaso. Myynnin

kannalta lienee kaikkein tärkeintä, että ohjelmalla pystytään antamaan asiakkaalle autopaikotusalueen hinta perinteisillä autonlämmitystolpilla ja hinta latauspisteillä, jolloin asiakas näkee näiden kahden vaihtoehdon hinnanerotuksen ja näin ollen pääsee paremmin vertailemaan vaihtoehtoja.

Tämänhetkinen ohjelma laskee myös autopaikotuskentän liittymän tehon noususta aiheutuvat kulut kymmenellä eri jakeluverkkoyhtiöllä [23]. Aikaisemmin Lehto Asunnoilla autopaikotuskentän teho mitoitettiin pienemmäksi, mutta koska Lehto Asuntojen uusien ohjeistuksien mukaisesti autopaikotusalueella vähintään varaudutaan kaapeloinneilla sähköauton latauspisteisiin, tulee tällöin liittymän tehossa varautua latauslaitteisiin, rakennettiin niitä tai ei. Näin ollen liittymän kulujen kasvu ei riipu rakennettavien sähköauton latauslaitteiden määrästä vaan rakennettavien autopaikkojen määrästä. Täten liittymä tehon noususta aiheutuvien kulujen huomioiminen laskentaohjelmassa on turha ominaisuus. Laskentaohjelmaa tullaan muokkaamaan tulevaisuudessa ainakin tämän suhteen. Laskentaohjelman yksinkertaisuus ja ohjelma-alusta takaavat sen, että ohjelmaa on helppo muokata sitä mukaan, kun muokkaustarvetta ilmenee.

5 Suunnittelu

Hankekehityksestä tulevien tietojen pohjilta voidaan aloittaa sähkösuunnittelu. Hanke-suunnittelusta saatujen lähtötietojen lisäksi tarvitaan tietoa siitä, miten autopaikat sijoituvat kiinteistössä ja miten niiden sähkönsyöttö tulee järjestää. Suurimmassa osassa projekteissa autopaikotusalueen syöttö tulee rakennuksen kiinteistökeskuksesta, mutta se voidaan järjestää myös omalla ryhmäkeskuksellaan tai omalla sähköliittymällään. Oma sähköliittymä autopaikotusalueelle voisi olla ratkaisu tapauksessa, jossa paikotus-alueetta hallinnoitaisiin erillisellä parkkiyhtiöllä. Paikotusalue omalla ryhmäkeskuksella taas tulisi kysymykseen tapauksessa, jossa rakennettaisiin asuinrakennuksen yhteyteen parkkihalli tai jos paikotusalueelle on pitkä matka kiinteistökeskuksesta.

Lähtökohtaisesti Lehto Asunnot ei itse suunnittele rakennuksiensa sähköjärjestelmiä, vaan suunnittelun suorittavat ulkopuoliset yhteistyökumppanit. Lehto Asunnot kuitenkin ohjaa ja ohjeistaa suunnittelua koko prosessin ajan. Näin ollen onkin välttämätöntä tietää, miten sähköauton latauskentän toteutuksen eri osiot määräytyvät sähköteknisesti ja

standardin mukaan. Suunnitteluvaiheessa Lehto Asuntojen sähköosasto tarkistaa ja tarvittaessa korjauttaa sähkösuunnitelmat niin, että autopaikoitusalue on mitoitettu ohjeistuksen mukaan ja se täyttää sähköstandardin vaatiman.

Sähköauton latauskentän suunnittelu ja piirtäminen kannattanee aloittaa sijoittamalla asiakkaalle myydyt tuotteet ensin parkkialueen kuvaan. Sen jälkeen voidaan miettiä mahdollisten keskuksien sijoittamista, kaapelointireittejä ja sitä, mitkä latauslaitteet ketjutetaan yhteen samaksi ryhmäksi. Kun ryhmät ovat selvillä, pystytään laskemaan niiden vaatima teho sekä koko latauskentän teho. Tehoarvojen pohjalta taas pystytään määrittämään vaadittavat kaapelityypit ja koot sekä niihin tarvittavat johdonsuojat ja sulakkeet. Tässä vaiheessa saadaan jo hyvä kuva siitä, miltä keskuslähdet vaikuttavat. Lisäämällä näihin tietoihin vielä koko muun rakennuksen tehontarpeet voidaan määrittää syöttävien keskuksien nimellisarvot, pääsulakkeet ja syöttökaapelit.

5.1 Esimerkkikohteet

Sähkösuunnitteluvaiheessa huomioitavia asioita on helpompi havainnollistaa esimerkein. Lehto Asunnot ovat rakentamassa tällä hetkellä sähköauton latauskonseptinsa tuotteita muutamaan rakenteilla olevaan taloyhtiöön. Näiden rakenteilla olevien kohteiden suunnittelu ja hankekehitysvaiheet on tehty ennen kuin sähköauton latauskonsepti on ollut valmis. Näin ollen kohteissa on ratkaisuja, jotka eroavat hieman latauskonseptin tämänhetkisestä ohjeistuksesta. Latauskonseptia tietenkin hienosäädetään koko ajan sen mukaan, mitä rakentamisen erivaiheissa opitaan kokemuksen kautta. Sitä on hiottu muun muassa näiden kohteiden pohjalta.

Esimerkkikohteet ovat kummatkin Lehto Asuntojen rakennuttamia kohteita. Kohteet ovat kesällä 2021 valmistuva As Oy Helsingin Darwin Helsingin Myllypurossa ja vuoden 2021 loppuun valmistuva As Oy Espoon Leppärastas Espoon Vallikalliossa. Kummassakin kohteessa autopaikat myydään omina osakkeinaan, ja autopaikoitusalueelle tulee 11 kW:n sähköauton latauspisteitä, joihin tulee käyttöön eTolppa-palvelu. Auton lämmitystolppina kohteissa ei käytetä eTolppa-yhteensopivia laitteita eikä niitä näin ollen liitetä palveluun.

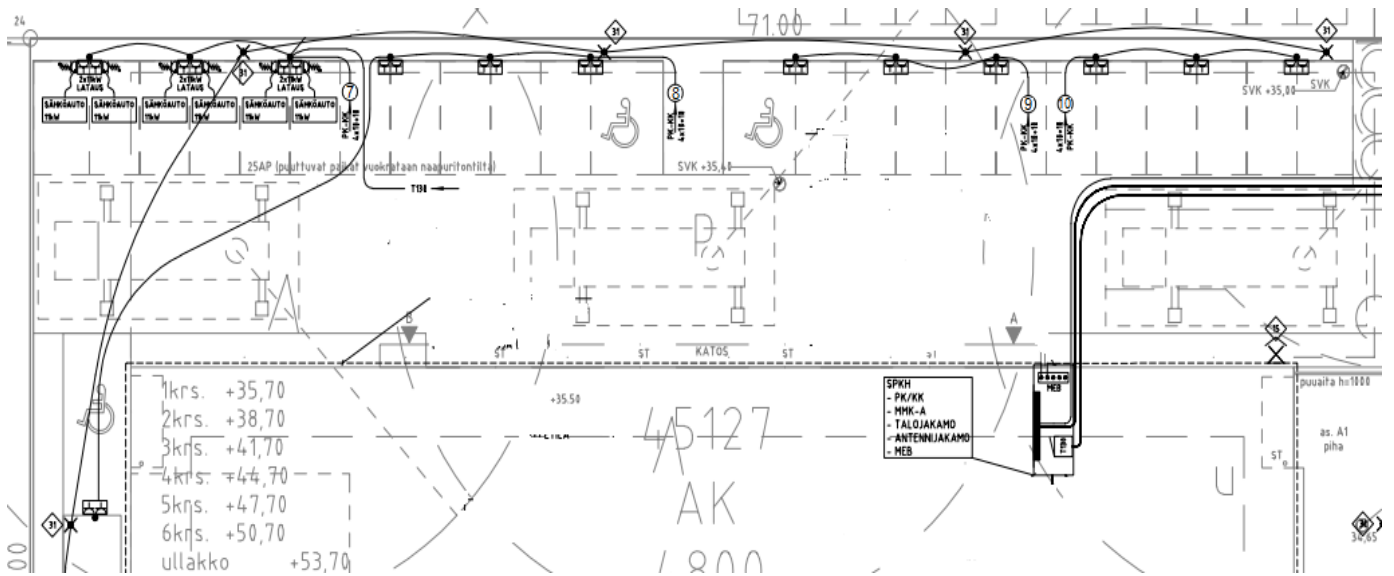
Helsingin Darwin on 72 asunnon asuinkerrostalokohde, jonka yhteyteen rakennetaan 33 autopaikkaosaketta, joiden lisäksi taloyhtiön käyttöön vuokrataan naapuritontilta 11 autopaikkaa. Näistä osakepaikoista 8 on rakennuksen ensimmäisessä kerroksessa sijaitsevia lämmitettyjä erillisautotalleja. Ulkona tontilla sijaitsee 19 lämmitystolppa paikkaa ja 6 sähköauton latauspaikkaa. [24.]

Espoon Leppärastas on 65 asunnon asuinkerrostalokohde, joka rakennetaan rinnetontille. Talon alimpaan kerrokseen tulee 23 autopaikan autokellari. Paikoista 6 on sähköauton latauspisteitä ja 17 autolämmitystolppia. Toiseen kerrokseen autokellarin kannelle tulee vielä 8 auton lämmityspaikkaa lisää. [25]. Helsingin Darwinissa sähkösuunnitelmat on toimittanut Optiplan Oy ja Espoon Leppärastaassa Sweco Talotekniikka Oy.

5.2 Latauspaikkojen sijoittelu, ryhmittely ja kaapelointireitit

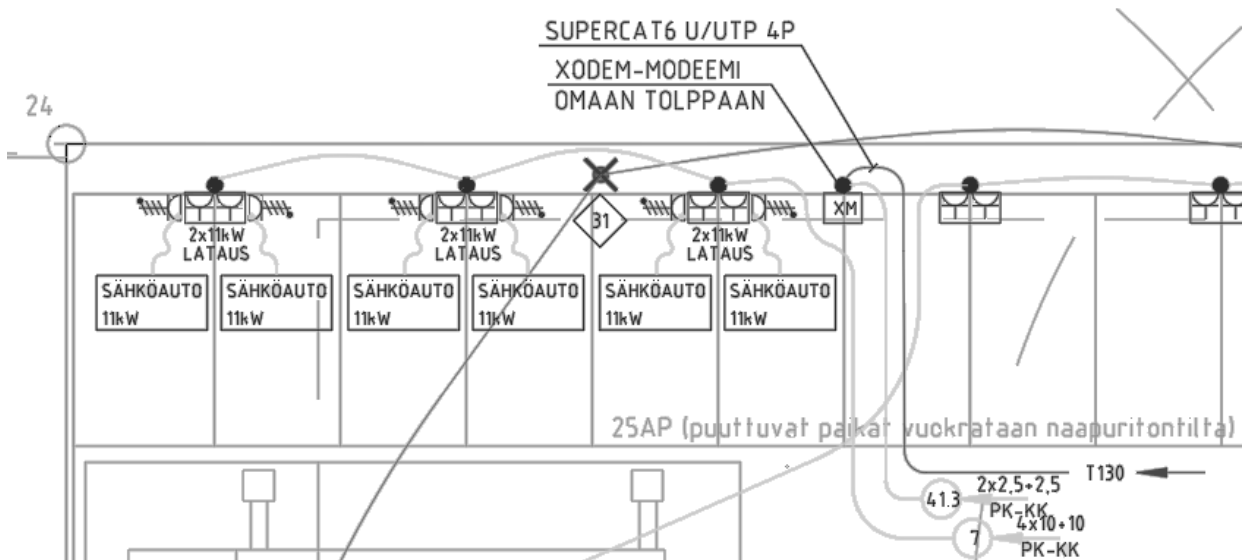
Ensimmäisenä suunnittelussa olisi hyvä sijoitella hankekehityksessä määritelty sähköauton latauskenttä autopaikoitusalueelle. Sähköstandardi ottaa kantaa latausasemien sijoitteluun hyvin vähän. Standardissa vaaditaan, että latausaseman on oltava vähintään 10 metrin päässä räjähdysvaarallisesta tilasta, siihen on oltava helppo pääsy ja se on sijaittava siten, ettei latauskaapelin päälle voi ajaa eikä se voi puristua mihinkään [12, s. 205]. Helsingin Darwinissa ulossijoitettavat autopaikoitusalueen lataus- ja lämmitystolpat näkyvät kuvassa 3. Helsingin Darwinissa autopaikoitusalue tulee talon etupuolelle ulkovieiden ja autotallien edustalle. Lehto Asuntojen pysäköintialueen suunnitteluohjeessa [13] ohjeistetaan ryhmittämään lämmitys- ja latauslaitteet eri ryhmiin toisistaan. Helsingin Darwinissa sähköauton latauslaitteet syötetään omana ryhmänään.

Sähköauton latauslaitteiston tasokuvapiirroksesta on lähiotos kuvassa 4, josta näkyvät yksityiskohdat paremmin. Sähköauton latausryhmään on ketjutettu kolme latauslaitetta eli siinä on paikat kuudelle ladattavalle autolle. Autolämmitystolpat on jaettu kolmeen eri ryhmään, joista ryhmissä 9 ja 10 on kolme lämmitystolppaa ja ryhmässä 8 neljä lämmitystolppaa. Yhdestä tolppasta voidaan lämmittää kahden autopaikan autoja. [24.]



Kuva 3. Ote As Oy Helsingin Darwinin autopaikoituskentästä ja sähköauton latauspisteiden sijainneista. Kuva on osa kohteen asemapiirrosta [24, piirustusnumero S01 0001].

Lehto Asunnot pyrkii siihen, ettei lataus- tai lämmitystoppia ketjutettaisi peräkkäin kolmea tolppaa enempää. Poikkeuksena on tapaukset, jotka ovat samantyyppisiä kuin kuvassa 3 ryhmän 8 kaapelointi. Ryhmässä 8 olevalle INVA-autopaikalle ei ole ollut järkevää viedä omaa erillistä syöttöä, joten se on otettu mukaan ryhmään 8. Pitämällä ketjutukset lyhyinä pystytään myös pitämään kaapelin poikkipinta-alaa pienenä.



Kuva 4. Ote As Oy Helsingin Darwinin sähköauton latauslaitteistosta tasokuvassa. Kuva on osa kohteen asemapiirrosta [24, piirustusnumero S01 0001].

Kaapelinpoikkipinta-alaa voidaan mahdollisesti saada pienennettyä valitsemalla kaapeliksi PEX-eristeinen kuparikaapeli, sillä PEX-eristetyillä kaapeleilla on korkeampi kuormitettavuus [26, s. 255—256]. Lehto Asunnot ohjeistaakin, että autopaikoitusalueen kaapelointiin käytettäisiin esimerkiksi Nexanssin valmistamaa FXQ Easy -kaapelia. Kaapeli on XLPE eli PEX-eristeinen kuparikaapeli, jota on saatavana viisijohdinkaapelina johtimien poikkipinta-alana 1,5–16 neliömillimetriä [27].

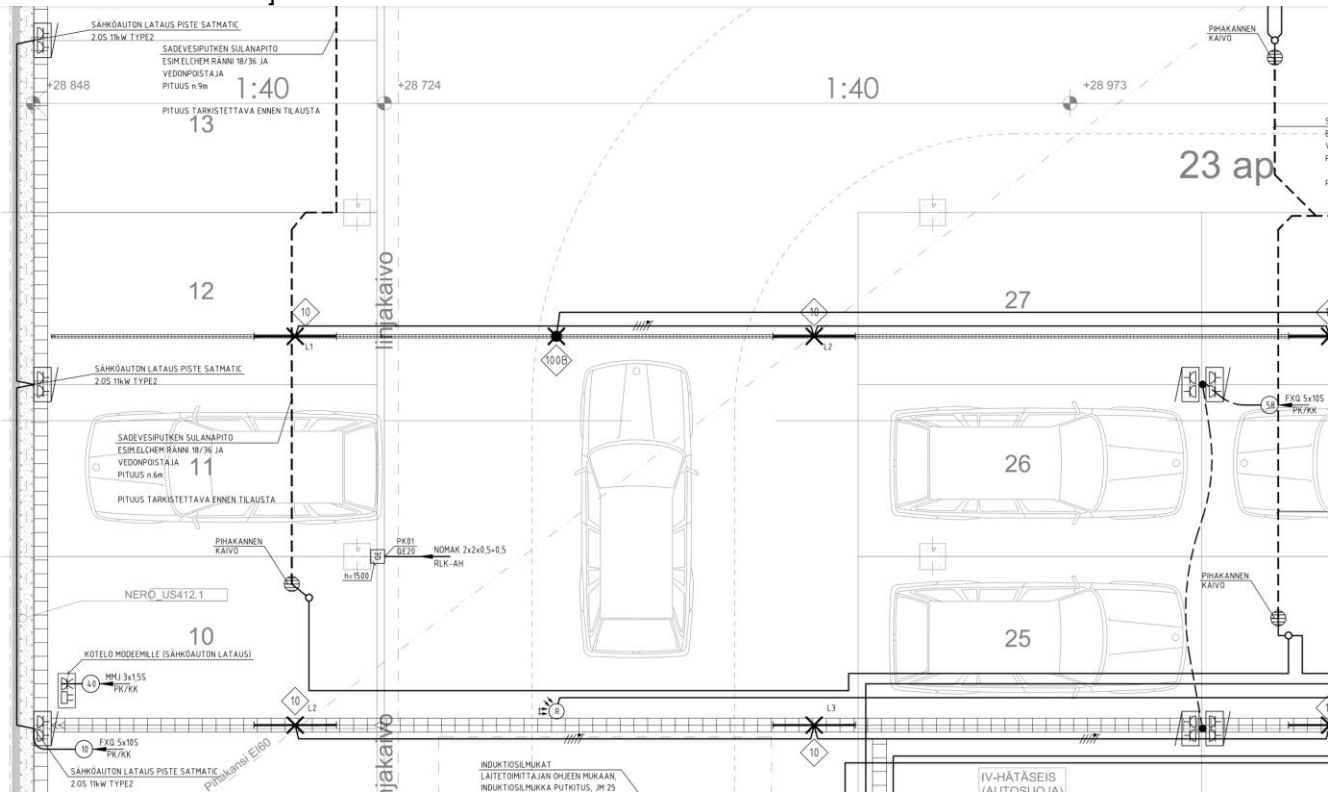
Jotta latauslaitteet pystytään helposti ketjuttamaan toisiinsa, tulee ne sijoittaa mahdollisimman lähekkäin. Lähekkäin sijoittelulla pyritään pitämään kaapelointimatkat lyhyinä. Lyhyet kaapeloinnit säästävät rahaa ja kaapelointiaikaa sekä mahdollistavat riittävän oikosulkuvirran ja pienemmän jännitteenaleneman ohuemmillä kaapeleilla. Kaapelointimatkan kasvaessa tulee kaapelin poikkipinta-alaa kasvattaa myös, jotta ryhmän oikosulkuvirta ja jännitteenalenema pysyvät raja-arvoissa. Toisin sanottuna lyhyet ketjutukset ja kaapelointi matkat tarkoittavat ohuempaa kaapelia, joka taas tarkoittaa rahallista säästöä tarvikkeissa. Koska ohuemat kaapelit ovat helpompia käsitellä ja kytkeä, tulee rahallista säästöä myös niiden asentamisesta.

eTolppa-järjestelmä tarvitsee latauslaitteiden lisäksi myös Xodem-modeemin toimiakseen. Modeemi on sijoitettava mahdollisimman lähelle latauskenttää, ja Helsingin Darwinissa se sijaitsee omassa tolpassaan latauslaitteiden vieressä, kuten kuvasta 4 voidaan nähdä. Espoon Leppärastaassa on päädytty samanlaiseen ratkaisuun. Siellä modeemi on sijoitettu erilliseen rasiaan, jonka sijainnin suhteessa latauslaitteisiin näkee kuvan 5 vasemmasta alalaidasta.

Modeemi tarvitsee sähkön ja internetyhteyden. Kummassakin kohteessa modeemeille on ohjeistuksen [13] mukaisesti viety kiinteä internetyhteys kaapelilla ja sähkönsyöttö omasta ryhmästä kiinteistökeskukselta. Kuvassa 3 on aikaisempi versio Helsingin Darwinin asemapiirustuksesta, jossa ei modeemin erillistä asennusrasiaa ja syöttöä näy. Kuvan 4 suurennos on kuitenkin päivitetystä versiosta, jossa todellinen toteutus on kuvattuna. Helsingin Darwinissa modeemin syöttö tulee kiinteistökeskuksen ryhmästä 41.3 ja on toteutettu MCMK 2x2,5+2,5. Valittu kaapeli on sinällään hieman liian paksua modeemin aiheuttamaan kuorman nähden, mutta Lehto Asuntojen ohjeistus on, ettei ulkokaapelointeja tehdä kaapeleilla, joissa on alle 2,5 neliömillimetrin paksuiset johtimet. Tällä pystytään paremmin varmistamaan, etteivät jännite ja oikosulkuvirta alene pitkällä

matkoilla liikaa. Kuvasta 5 näkyy, että Espoon Leppärastaassa Xodem-modeemin syöttö tulee kiinteistökeskuksen ryhmästä 40 ja on tuotu MMJ 3x1,5S -kaapelilla. MMJ-kaapeli soveltuu hyvin asennuksiin autohalleissa, joissa kaapeli voidaan tuoda perille kaapeli-hyllyjä pitkin.

Kuva 5. Ote As Oy Espoon Leppärastaan sähköauton latauslaitteistosta autokellarissa. Kuva on osa kohteen kellarin sähköpiirustuksista [25, piirustusnumero S20000—SAH—KELLARI]



Espoon Leppärastaassa käytettiin saman tyyppisiä ratkaisuja laitteiden sijoittelussa ja ryhmittelyssä kuin Helsingin Darwinissa. Kaapelointireitit määräytyvät sen mukaan, minne ja mille alustalle autopaikotusalue rakennetaan. Kaapelointi voidaan toteuttaa putkittamalla tai asentamalla hyllylle. Kaapeloinnin sijasta voidaan sähköauton latauslaitteistolle tuoda sähkö myös virtakiskojärjestelmällä. Helsingin Darwinissa on tyypillinen kaapelointiratkaisu ulkona sijaitsevalle autopaikotuskentälle. Kaapeloinnit on kaivettu maahan, missä ne viedään suojaputkissa kiinteistökeskukselta (kuva 3 oikealla alhaalla rakennuksen sisällä) laitteistolle asti [24]. Kuva 5 on Espoon Leppärastaan autokellarista, missä suurin osa kaapeloinneista on viety auton lataus- ja lämmityslaitteille kaapeli-hyllyjä pitkin [25]. Kaapelit putkitetaan alumiiniputkella hyllyltä alas laitteelle.

Kuvassa 5, oikea alareuna, voidaan myös nähdä, että Espoon Leppärastaassa joutuu osan kaapeloinneista putkittamaan lattialle paikalla tehtävään betonivaluun [25].

Virtakiskojärjestelmällä "kaapelointi" olisi tapahtunut samalla tyylillä kuin kaapelihyllyä pitkin. Tällöin kaapelihyllyn tilalla olisi kulkenut virtakisko, josta sähkönsyöttö olisi viety laitteelle kaapelilla. Mainittavin ero virtakiskojärjestelmällä sähkönsyöttämiseen kaapelien sijaan on se, että laitteen virtakiskoon yhdistävän kaapelin ja virtakiskon väliin tulee laittaa johdonsuojakatkaisija tai sulake ellei kaapelin maksimaalinen kuormituskestävyys ole vähintään sama kuin virtakiskon. Ilman johdonsuojia kaapelin kytkeminen virtakiskoon on kuitenkin vain teoreettinen ajatus sillä kaapelin poikkipinta-ala kasvaisi liian suureksi. Johdonsuoja tarvitaan jokaiselle kiskoon liitettävälle laitteelle. Näin ollen virtakiskojärjestelmään tarvitaan enemmän johdonsuojia, ja ne sijaitsevat kentällä eivätkä keskitetysti syöttävällä keskuksella kuten johtojärjestelmässä. Toisaalta, jos latauskenttää ajatellaan joskus tarvittavan laajentaa uusilla latauslaitteilla, on se helpompaa tehdä olemassa olevaan kiskojärjestelmään kuin mahdollisten uusien kaapeleiden vetäminen kentälle keskukselta.

Kiskojärjestelmän kuormitettavuus on myös yleisesti ottaen kaapelointia parempi. Kiskojärjestelmän rakennushinta on kuitenkin paljon kalliimpi kuin järjestelmän toteuttaminen kaapeloinneilla. Tukkuhintoja vertaillessa samalla hinnalla kuin 100 ampeerin kiskojärjestelmä viidelle vierekkäiselle 11 kW:n autolatauspaikalle saisi kaapelia vedettyä yli 500 metriä. Hinnat ovat kuitenkin suhteellisia ja täysin riippuvaisia yritysten välisistä sopimuksista sekä käytetyistä tuotteista, ja näin ollen vain todella karkea arvio todellisista kustannuksista. Tästäkin huolimatta uskaltaisin arvata, että jos virtakiskoa on tarkoitus rakentaa esimerkiksi koko autohallin ympäri, tulee latauspaikkavarausten toteuttaminen monin kertaisesti halvemmaksi toteuttaa valmiilla kaapeloinneilla. Virtakiskojärjestelmä lienee varteen otettava vaihtoehto vain saneerauskohteissa, joissa kaapelien vaihtamiseen tarvittaisiin maanrakennustöitä tai rakenteiden purkua. Maanrakennus- ja purkutyöt voivat tulla kalliimmaksi kuin kattavan kiskojärjestelmän rakentaminen.

Joskus asiakas haluaa varautua sähköauton latauslaitteen tai laitteiden asentamiseen myöhemmin. Lähtökohtaisesti Lehto Asunnot kaapeloivat kaikki sähköistetyt autopaikat siten, että niihin voi halutessaan myöhemmin asentaa latauslaitteen. Kuitenkin asiakas voisi haluta varautua siihen, että myöhemmin esimerkiksi sähköistämättömälle

vieraspaikalle voitaisiin asentaa nopea 22 kW:n latauslaite. Tällaisessa tapauksessa varauksen voi toteuttaa pelkällä tyhjällä putkella. Tosin tätä parempi ratkaisu olisi, jos asiakas suostuisi maksamaan pysäköintipaikan kaapeloinnin. Tällöin kaapeli vedettäisiin varausputkeen jo valmiiksi ja päätettäisiin syöttävällä keskuksella liittimiin ja parkkipaikalla jakorasiaan.

5.3 Kaapeleiden ja latauskentän tehontarpeen määrittäminen

Kaapeleiden kuormitusta valvoo älykäs dynaaminen kuormanhallinta. Käytännössä kun laitteisto otetaan käyttöön, määritetään kuormanhallintaan ryhmien ehdottomat maksimikuormitukset, joita laitteiston käytössä ei saa ylittää. Tällöin kaapeleiden kokoa ei tarvitse mitoittaa siihen liitettyjen laitteiden maksimi tehon mukaan vaan järjestelmälle voidaan määrittää mitkä tahansa maksimirajat. Näin ollen latauslaitteen voi jälkiasennuksessa lisätä mihin tahansa järjestelmän kohtaan lämmitystolpan paikalle

Lehto Asunnoilla autolämmityskentän mitoitustehona on aikaisemmin käytetty autopai-koitusalueen koosta riippumatta kaavaa 2, jossa P_{ak} on autolämmityskentän mitoitusteho kilowatteina ja n_{ap} on autopaikkojen määrä. Kaava 2 on myös esiteltyä ST-kortissa 13.31, jossa sitä käytetään paikoitusalueen autolämmityspaikkojen huipputehon määrittämiseen kiinteistön liittymää varten [28, s. 4].

$$P_{ak} = 10kW + 0,5 * n_{ap} \quad (2)$$

Nykyisen ohjeistuksen mukaan älykkäällä kuormanhallinnalla varustetun latauskentän kiinteistön ryhmäkeskukselta lähtevät kaapeloinnit. Ylivirtasuojaukset mitoitetaan Lehto Asunnoilla kaavalla 3 [8], jossa P_{SR} on syöttöryhmän teho kilowatteina.

$$P_{SR} = 3,7 kW * n_{ap} \quad (3)$$

Kaavaa 3 käytetään myös mitoittaessa sähkökeskukselta lähtevät lämmityskentän kaapeloinnit. Autolämmityskenttä mitoitetaan liittymässä kaavalla 4. Kaavalla 4 mitoitetaan myös lämmityskentän kaapelointien ylivirtasuojat. [8.]

$$P_{ak} = 10kW + 1,2 kW * n_{ap} \quad (4)$$

Autopaikoituskenttää syöttävän keskuksen syöttökaapeli tai jos kenttää syöttää kiinteistökeskus, niin silloin kenttää syöttävä etukoje sekä latauskentän mitoitus liittymässä mitoitetaan kaavalla 5 [8].

$$P_{ak} = 2 kW * n_{ap} \quad (5)$$

ST kortti 13.31 esittää paikoitusalueen tehon laskemiseen kaavaa 6, jossa on huomiotuna sähköasemien vähimmäisvaraus 2 kW per autopaikka [28, s. 4].

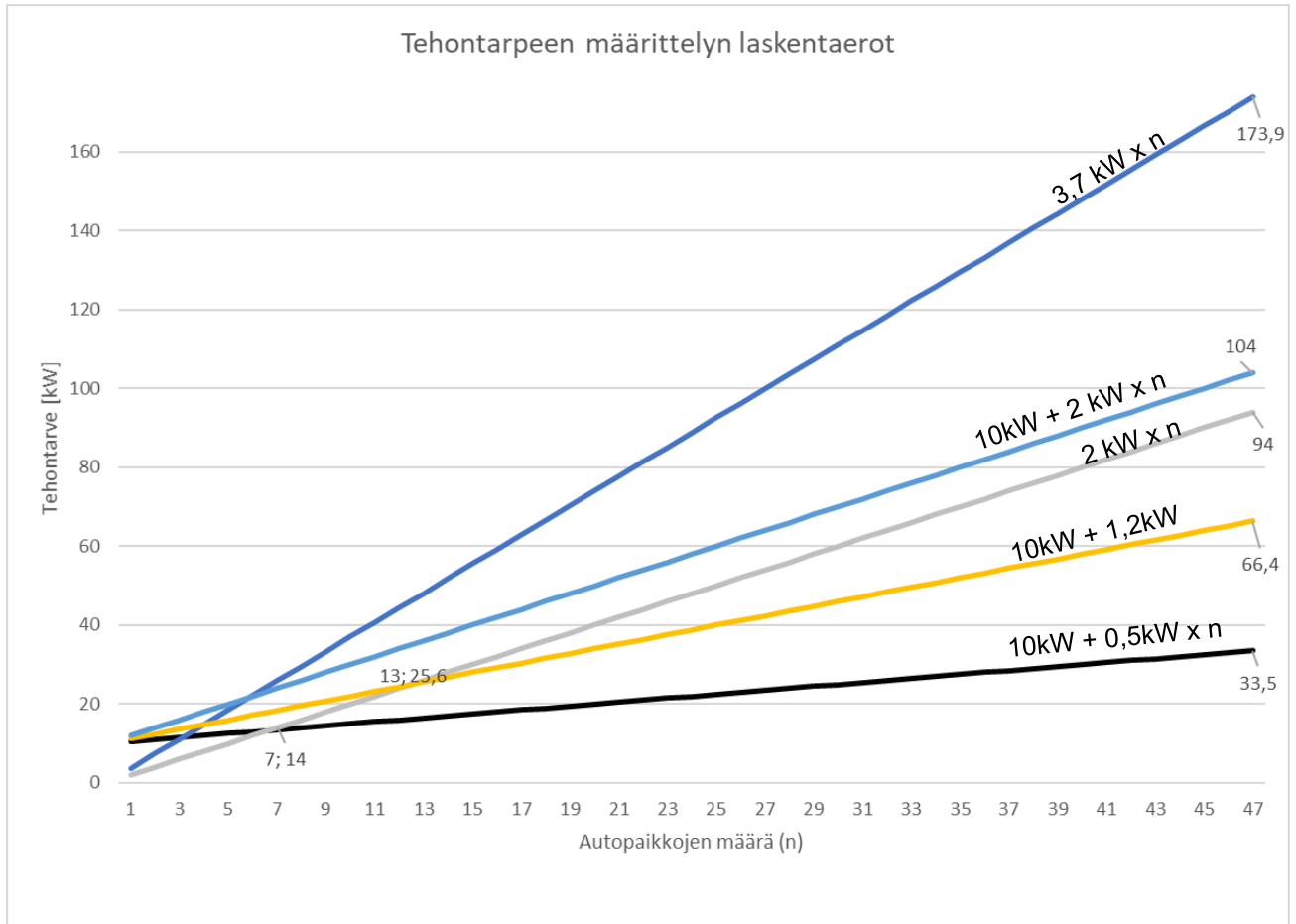
$$P_{ak} = 10kW + 2kW * n_{ap} \quad (6)$$

Yllä olevista kaavoista kaava 2 antaa luultavasti todellisemmän kuvan autopaikoitusalueen kulutuksesta nykyisellä käytöllä, kun taas 2 kW per autopaikka -kaavalla saadaan minimi suositusteho silloin, kun kaikissa autopaikoissa on sähköauton latauspaikka. Todellisuudessa olemme vielä kaukana sellaisesta päivästä, jolloin jokaiselle autopaikalle rakennettaisiin vakiona autolatauslaitteisto. Jos autopaikkoja on vähän, ei autopaikoituskentän ylimitoittaminen nosta kiinteistöä syöttävän liittymän kokoa valtavasti. Kun autopaikkojen määrä kasvaa, kasvaa samalla myös liittymän koko suhteessa. Kun liittymän koko kasvaa, kasvavat myös sen kulut ja syöttävän kaapelin koko.

Kuvassa 6 on havainnollistettu sitä, kuinka tehontarve autopaikoituskentällä nousee suhteessa autopaikkojen määrään laskettuna näillä viidellä eri mitoituskaavalla. Kuvasta voidaan huomata, että oikean laskentakaavan käytön merkitys kasvaa sitä mukaan, mitä enemmän kohteeseen on tulossa autopaikkoja.

Isoilla parkkipaikoilla kaapeloinnin ylimitoittamisesta aiheutuvat kulut nousevat suhteettomiksi verrattuna siitä saatavaan hyötyyn. Kuitenkin uuden lain (733/2020) sähköautojen latausjärjestelmistä tultua voimaan on Lehto Asunnoilla päätetty, että autopaikoitusalue kaapeloidaan valmiiksi siten, että paikoitusalueella olevia autolämmitystolppia pysytään vaihtamaan latausasemiksi ilman, että kaapelointeja joudutaan vaihtamaan. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, ettei kaavan 2 mukainen mitoittaminen autopaikoituskentälle enää riitä, vaan kentälle pitää mitoittaa varaus myös niille latausasemille, joita

ei ole vielä olemassa eikä välttämättä koskaan tulossa. Näin ollen kiinteistön liittymän koko kasvaa, ja tältä osin rakennuskustannukset kasvavat myös.



Kuva 6. Havainnekaavio sähköauton lataus kentän tehontarpeen määrittelystä kentän syötölle eri laskentakaavoilla.

ST-kortti 13.31 [28] suosittelee mitoittamaan sähköauton lataus kentän tehon tarpeen kaavalla 6. Lehto Asunnot käyttää tähän kaavaa 5. Kaavojen 5 ja 6 ero on 10 kW, joka on sinällään tehon tarpeena aika pieni muutos suuntaan tai toiseen. Tuolla 10 kW:lla lienee tarkoitus kattaa mahdollisia järjestelmästä, esimerkiksi kaapeloinnista, aiheutuvia häviöitä. Tehohäviöitä saadaan minimoitua myös paksummilla ja lyhyemmillä kaapeloinneilla.

Taulukkoon 2 on laskettu Helsingin Darwinin ja Espoon Leppärastaan autopaikoitusalueiden syöttöryhmille laitteiston tehontarve ja kaapeleille aiheutuva kuorma. Taulukkoon on myös valikoitu kuormaan sopivat kaapelit SFS-käsikirjan taulukoiden mukaisesti sekä

ylikuormitussuojiksi sopivat gG sulakkeet [26, s255—256, s. 291]. Kaapeleiden kuorma on laskettu kaavalla 7.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos(\varphi)} \quad (7)$$

Kaavassa 7 I on kaapelin kuorma ampeereina, P on teho watteina ja U on kolmivaihejärjestelmän nimellisjännite voltteina (400V). Cos(φ) on käytetty arvoa 0,96, joka on ST-kortissa 13.31 mainittu hyväksi arvioksi kohteeseen, jossa loistehon määrä on pieni [28, s. 4].

Taulukossa 2 sarakkeeseen nimeltä ”Kaapeli” on valikoitu ryhmän laskennalliseen kuormaan sopiva minimikaapelikoko sähköstandardista, mikä on kohteessa käytettyä kaapelityyppiä. Helsingin Darwinissa oli sähköauton latauslaitteille ja autolämmitystolpille valittu kaapeliksi MCMK 4x10+10 -kaapeli (katso kuva 4). Kyseessä on PVC-kaapeli, joka soveltuu maahan asentamiseen [29]. Koska PVC kaapelin kuormitus on pienempi kuin PEX-eristeisen, on Lehto Asunnot suunnittelun ohjeistuksessa siirrytty käyttämään kaapelina FXQ Easy 5x10S -kaapelia [26, s. 255—256]. Espoon Leppärastaassa kaapeliksi oli valittu FXQ 5x10S. Taulukosta 2 näkee, että Helsingin Darwinin ryhmään 7 tarvitaan kuormituksen perusteella kokoa paksumpi kaapeli, kun kaapelina käytetään PVC-kaapelia kuin mitä Espoon Leppärastaan identtiseen ryhmään 10, jossa kaapeli on PEX-eristeinen. Taulukossa 2 olevat kuormitukseen sopivat minimikaapelikoot on valittu asennustavalle D, jossa kaapeli vedetään maahan asennettuun putkeen. Hyllylle asennettuja kaapeleita voi kuormittaa hieman enemmän [26, s. 259—264].

Taulukosta 2 voidaan huomata, että kaikissa muissa ryhmissä, paitsi Espoon Leppärastaan ryhmissä 58 ja 61, voitaisiin pärjätä ohuemmilla kaapeleilla, kuin mitä niihin on valittu käytettäväksi. Tarkoitus ei ole kuitenkaan mitoittaa kaapeleita liian tiukkaan vaan antaa latauskentän käyttäjille niin iso minimitehotakuu kuin on taloudellisesti kannattavaa. Lehto Asunnoilla halutaan myös taata mahdollisimman helppo järjestelmän laajennusmahdollisuus. Tämä pystytään parhaiten takaamaan mitoittamalla järjestelmän kaapelointi niin, ettei sitä tarvitse ensimmäisenä vaihtaa, kun järjestelmään halutaan lisätä latauskuormaa. Kaapelointien valitsemisessa onkin ydinasiana tasapainottaa mahdollisimman suuri minimitehotakuu, kun pidetään samalla rakennuskustannukset alhaalla. Näin onkin päädytty siihen, että Lehto Asunnot ohjeistaa kaapelointeihin käytettävän

FXQ Easy 5x10S -kaapelia, jonka maksimikuormitus on sähköstandardin mukaan 58 ampeeria [26, s. 256].

Taulukko 2. Helsingin Darwinin ja Espoon Leppärastaan autopaikoituskentän syöttöryhmien tehontarpeiden ja kaapelien kuormien laskettuja arvoja. [24; 25; *26, s. 255—256, s.291].

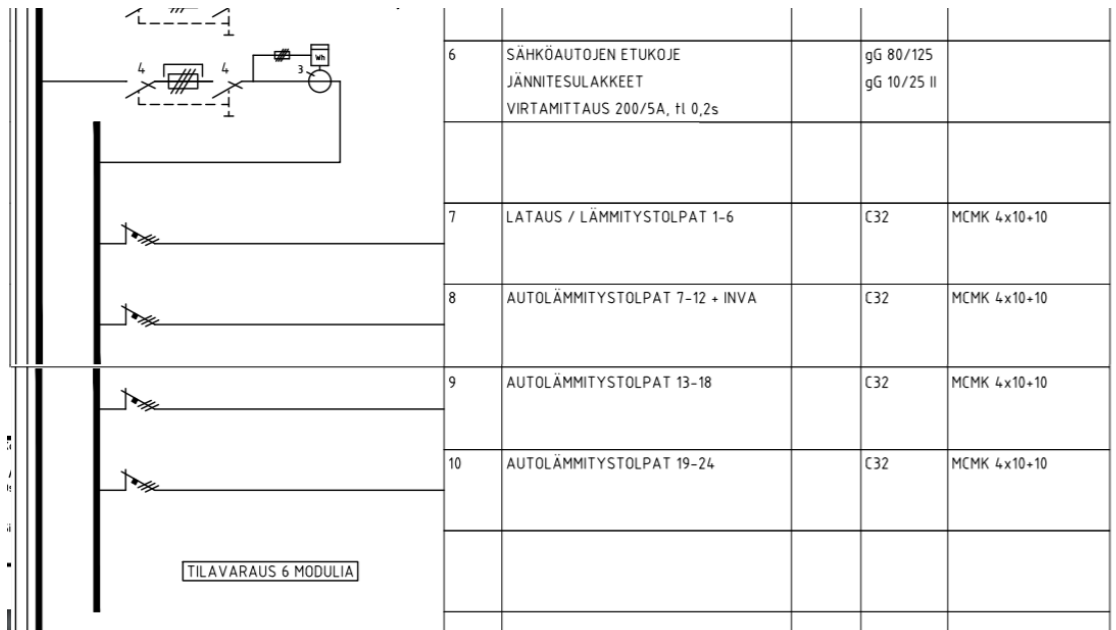
Kohde	Ryhmä numero	Tuote	Laitteiden määrä	Autopaikkojen määrä	Laskutapa	Teho [kW]	Kaapelin kuorma [A]	*Kaapeli	Ylikuormitus-suojaus [A]				
									C	*gG			
Helsingin Darwin	7	11 kW Lataus	3	6	Kaava 2	13,0	19,5						
					2 kW/paikka	12,0	18,0						
					3,7 kW/paikka	22,2	33,4	MCMK 6x6+6	32	25			
	8	Lämmitys	4	7	Kaava 2	13,5	20,3						
					Kaava 4	18,4	27,7		25	20			
					2 kW/paikka	14,0	21,0						
	9	Lämmitys	3	6	3,7 kW/paikka	25,9	38,9	MCMK 6x6+6	40	35			
					Kaava 2	13,0	19,5						
					Kaava 4	17,2	25,9		25	20			
	10	Lämmitys	3	6	2 kW/paikka	12,0	18,0						
					3,7 kW/paikka	22,2	33,4	MCMK 6x6+6	32	25			
					Kaava 2	13,0	19,5						
	Latauskenttä					2 kW/paikka	12,0	18,0					
	Lämmityskenttä					Kaava 4	52,8	79,4					
	Koko autopaikoituskenttä						64,8	97,4			80		
	Espoon Leppärastas	10	11 kW Lataus	3	6	Kaava 2	13,0	19,5					
2 kW/paikka						12,0	18,0						
3,7 kW/paikka						22,2	33,4	FXQ 5x4S	32	25			
61		Lämmitys	5	8	Kaava 2	14,0	21,0						
					Kaava 4	19,6	29,5		30	25			
					2 kW/paikka	16,0	24,1						
60		Lämmitys	2	3	3,7 kW/paikka	29,6	44,5	FXQ 5x10S	45	40			
					Kaava 2	14,0	21,0						
					Kaava 4	13,6	20,4		20	16			
59		Lämmitys	3	6	2 kW/paikka	6,0	9,0						
					3,7 kW/paikka	11,1	16,7	FXQ 5x1,5S	16	10			
					Kaava 2	14,0	21,0						
58		Lämmitys	4	8	Kaava 4	17,2	25,9		25	20			
					2 kW/paikka	12,0	18,0						
					3,7 kW/paikka	22,2	33,4	FXQ 5x4S	32	25			
58		Lämmitys	4	8	Kaava 2	14,0	21,0						
					Kaava 4	19,6	29,5		30	25			
					2 kW/paikka	16,0	24,1						
58		Lämmitys	4	8	3,7 kW/paikka	29,6	44,5	FXQ 5x10S	45	40			
	Latauskenttä					2 kW/paikka	12,0	18,0					
	Lämmityskenttä					Kaava 4	70,0	105,2		63			
Koko autopaikoituskenttä						82,0	123,3			100			

Jotta kaapelina voidaan kohteissa käyttää FXQ Easy 5x10S -kaapelia ja 3,7 kW:n per autopaikka tehoon päästään, ohjeistetaan suunnittelua ketjuttamaan maksimissaan kuusi sähköauton latauspaikkaa per syöttöryhmä, siitä huolimatta, että mitoitustehoon päästään vielä 9 autopaikallakin. Jos kuitenkin johonkin autolämmitysryhmään on syystä tai toisesta, ketjutettava yli kuusi autopaikkaa saa ryhmään ketjuttaa maksimissaan 12 autopaikkaa, jotta pysytään takaamaan kaikille laitteille vähintään 2 kW:n tehotakuu 50 ampeerin johdonsuojilla.

5.4 Keskukset ja keskuslähdöt

Esimerkkikohteissa Helsingin Darwinissa ja Espoon Leppärastaassa kummassakin syötetään autonlämmitys- ja latauskenttää kiinteistön yhdistetyltä pää- ja kiinteistökeskuksesta. Näin toimitaan Lehto Asunnoilla aina, kun autopaikoitusalue tulee asuinrakennuksen välittömään läheisyyteen. Jos paikoitusalueelle on pitkä matka ja sinne tulee useita eri syöttöjä, on silloin paikoitusalueelle hyvä sijoittaa oma ryhmäkeskus. Tällainen ratkaisu voisi tulla kyseeseen, jos piha-alueelle rakennetaan jonkinlainen piharakennus, jonka yhteyteen parkkialue tulee. Piharakennus voisi olla pyörävarasto, saunarakennus tai kerhotila. Keskukseen voisi sijoittaa tällöin piharakennukseen ja siitä syöttää sekä autopaikoitusalueen sähköt että piharakennuksen sähköt. Jos rakennuksen yhteyteen rakennetaan iso parkkihalli, otetaan parkkihalliin oma sähköliittymä. Jos autopaikoituskenttää syötetään omalla liittymällään tai muuten omalla keskuksellaan, mitoitetaan autopaikoituskentän tehontarve kaavoilla 4 ja 5 [8]. Tehon perusteella määritetään keskusta- syöttävän kaapelin koko ja keskuksen pääsulakkeet.

Liitteestä 1 löytyy kuva Lehto Asuntojen autopaikoitusalueen suunnitteluohjeen keskus- pääkaaviosta. Helsingin Darwinissa kiinteistökeskuksen lähdöt autopaikoituskentälle oli toteutettu hyvin pitkälti suunnitteluohjeen mukaisesti, joten käytetään sitä esimerkkinä. Kuvassa 7 on ote Helsingin Darwinin kiinteistökeskuksen sähkökaaviosta.



Kuva 7. Helsingin Darwinin autopaikoitusalueen lähdöt kiinteistökeskuksessa [24, piirustusnumero S222201].

Lehto Asunnot ohjeistaa, että autopaikoituslähdet tulisi toteuttaa kiinteistökeskuksella omalla etukojeellaan ja lataus- ja lämmitystolpat omilla lähdoillään [13], kuten kuvasta 7 näkyy. Paikoitusalueelle tulee oma energiamittarinsa kiinteistökeskukseen. Jotta syöttöryhmien johdonsuojien selektiivisyys toteutuu, tulee niiden täyttää kaavan 8 epäyhtälö.

$$\text{Laitteiston johdonsuoja} < \text{Syöttö ryhmän johdonsuoja} < \text{Etukoje} \quad (8)$$

Toisin sanoen koska lataus- sekä lämmitystolppien johdonsuojat ovat 16-ampeeria, tulee kiinteistökeskuksella olla syöttävien ryhmien johdonsuojat isompia kuin 16 ampeeria ja etukojeen isompi kuin syöttävien ryhmien johdonsuojat. Ryhmien kaapelina Helsingin Darwinissa oli valittuna MCMK 4x10+10, jonka kuormituskestoisuus on 50 ampeeria (PEX-eristeisen kaapelin kuormitus olisi 58 ampeeria) [26, s. 255—256]. Jotta kiinteistökeskuksen johdonsuojat toimivat myös ylivirtasuojina, tulee niiden olla 50-ampeeria tai pienempiä johdonsuojia.

Taulukon 2 kahdessa oikeanpuoleisessa sarakkeessa on ilmoitettu Helsingin Darwinin ja Espoon Leppärastaan lataus- ja lämmitysryhmien laskennallisille kuormille sopivat pienimmät johdonsuojakoot noudattaen Lehto Asuntojen laskentaohjeita. Kolmivaiheisella kytkennällä saadaan C32-johdonsuojaa kuormitettua teoreettisesti 22,2 kilowattia. Ryhmässä, jossa autopaikkoja on 6, tarkoittaisi se hieman alle 3,7 kW jokaista

autopaikkaa kohden. Tämän takia Lehto Asunnot ohjeistaa johdonsuojina käytettäväksi 32-ampeerisia suoja. C-käyrän johdonsuojaa parempi vaihtoehto olisi gG-sulake eli ”tulppasulake”, sillä se on C-johdonsuojaa nopeampi reagoimaan oikosulkuun mutta kestää paremmin ylikuormittamista.

Tämänhetkisen Lehto Asuntojen ohjeistuksen mukaan autopaikoitusalueen etukoje mitoitetaan kaavoilla 4 ja 5 [8]. Helsingin Darwinin autopaikoituksen tehontarve on laskettu tällä tavalla taulukkoon 2 kohtaan ”koko autopaikoituskenttä”, ja se on 97,4 kW, johon gG80-ylivirtasuojia on oikea valinta [26, s. 291].

5.5 Tehotakuu

Lehto Asunnot takaa latauslaitteille vähintään 2 kW jokaista sähköauton latauspaikkaa kohden tehotakuuna silloin, kun autot lataavat kaikilta 3 vaiheelta. Tehotakuu tarkoittaa sitä, että jos jokaisesta autopaikasta ladataan sähköautoa, on kaikilla latausteho kuitenkin vähintään annettu tehotakuu. Vaikka minimitehotakuu on määritelty Lehto Asunnoilla 2 kW, on tarkoitus kuitenkin antaa käyttäjille niin iso vähimmäistehotakuu, kuin on taloudellisesti järkevää.

Tehontakuu määräytyy kohteessa autopaikoitusryhmille käytettyjen johdonsuojien ja etukojeiden koosta. Taulukkoon 3 on laskettu, soveltaen kaavaa 7, Helsingin Darwinin ja Espoon Leppärastaan autopaikoitusalueen ryhmien tehotakuuta. Laskuissa ei ole huomioitu loistehon määrää, eli $\cos(\varphi)$ on valittu arvoksi 1.

Taulukosta 3 voidaan huomata, että jos pelkästään sähköauton latausryhmässä ladataan jokaisella latausasemalla, on Helsingin Darwinissa tehotakuu 3,7 kW ja Espoon Leppärastaassa 5,8 kW. Jos kuitenkin jokaista autopaikoitusalueen ryhmää kuormitetaan maksimissa, rajoittaa tämä tällöin ryhmien etukojeen koko tehotakuuta. Taulukossa 3 harmaalla maalatussa solussa on ilmoitettu etukojeen takaisten ryhmien todellinen tehotakuu autopaikkaa kohden silloin, kun sähköautonlatauspaikoilla ladataan autoja ja lämmityspaikoilla lämmitetään autoja yhtä aikaa.

Taulukko 3. Helsingin Darwinin ja Espoon Leppärastaan autopaikoitusalueen tehotakuu. [24; 25.]

Kohde	Ryhmä numero	Käyttömuoto	Autopaikkojen määrä	Johdonsuoja		Maksimi teho [kW]	Tehotakuu/ autopaikka [kW]
Helsingin Darwin	7	11 kW Lataus	6	C	32	22,2	3,7
	8	Lämmitys	7	C	32	22,2	3,2
	9	Lämmitys	6	C	32	22,2	3,7
	10	Lämmitys	6	C	32	22,2	3,7
	Etukoje				gG	80	55,4
Espoon Leppärastas	10	11 kW Lataus	6	gG	50	34,6	5,8
	61	Lämmitys	8	C	32	22,2	2,8
	60	Lämmitys	3	C	32	22,2	7,4
	59	Lämmitys	6	C	32	22,2	3,7
	58	Lämmitys	8	C	32	22,2	2,8
	Etukoje ryhmille 58-61				gG	63	43,6

Helsingin Darwinissa autopaikoitusalueen etukoje on riittävän suuri takaamaan kaikille ryhmille tehotakuuksi 2,2 kW. Espoon Leppärastaassa sähköauton latauslaitteiden syöttöryhmä ei ole lämmitysryhmien kanssa saman etukojeen takana, vaan sinne on viety kiinteistökeskukselta oma suora syöttönsä. Näin ollen latausryhmän todellinen tehotakuu on 5,8 kW. Espoon Leppärastaan autolämmitysryhmät sen sijaan ovat kaikki saman 63 ampeerin etukojeen takana. Tämän vuoksi lämmityspaikkojen tehotakuu on vain 1,7 kW. Tämä tarkoittaa sitä, että jos lämmityspaikoille myöhemmin rakennetaan latauspaikkoja, tulee ryhmien etukoje vaihtaa suurempaan, jotta vähimmäistehotakuu toteutuu.

Jokaiseen rakennettavaan kohteeseen tulee laskea erikseen latauslaitteiden tehotakuu. Jos latauslaitteet ovat saman etukojeen takana kuin lämmityspaikat, tulee tällöin laskeissa ottaa huomioon myös nämä autopaikat.

6 Toteutus

Lehto Asunnot tilaa tarvittavan laitteiston Harju Elekteriltä ja niihin eTolppa-järjestelmän IGL-Technologiesilta ja suorittaa järjestelmän käyttöönoton. Näin menetellään kaikissa

kohteissa, myös kohteissa, joissa Lehto Asunnot on myynyt sähköurakan aliurakoitsijalle kokonaisurakkana. Järjestelmän asennuksen hoitaa kuitenkin kohteen sähköurakoitsija.

Laitteiston toteutuksessa työmaalla on kaksi selkeää toisistaan eroavaa vaihetta. Ensimmäisenä laitteisto tilataan ja asennetaan kohteeseen. Kun kaikki asennustyöt on saatu suoritettua, päästään toiseen vaiheeseen, jossa tehdään laitteistolle sähköstandardin vaatiman mukaiset käyttöönottomittaukset ja ohjelmoidaan laitteet eTolppa-järjestelmään yhteistyössä IGL-Technologiesin kanssa. Tämän jälkeen laitteisto on valmis luovutettavaksi asiakkaalle. Perehdytys laitteistoon tapahtuu autopaikoitusalueen hallitsijan kohdalla pitkin projektia. Asukkaille eli käyttäjille perehdytysmateriaali jaetaan kirjallisena asunnon luovutuskansion mukana.

6.1 Laitteiston asentaminen

Harju Elekterin laitteistoista ei löytynyt asennusohjeita, enkä ole päässyt tutustumaan laitteistoon esitteitä lähemmin. Tämän takia kerron laitteiston asennuksessa huomioitava seikkoja ja asennusratkaisuja perustuen vuosien kokemukseen sähköasentajana.

Laitteiston asennuksessa on huomioitava, että laitteisto kiinnitetään tukevasti valmistajan ohjeistuksen mukaan. Pylväs- ja maa-asenteisissa laitteistoissa maahan yleensä upotetaan asennuskehikko tai niin sanottu betoniporsas, johon joko pylväs tai maassa seisova laitteisto pultataan kiinni. Kaapelointi laitteistolle tulee maasta asennuskehikon tai betoniporsaan läpi kulkevaa kaapelikanavaa pitkin. Asennuskehikkoa käytettäessä kaapelin suojaputki yleensä tuodaan kehikon läpi vähintään maan tasalle saakka, kun taas betoniporsaan juuressa on yleensä kaapeleiden sisääntuloaukot, joihin suojaputki liitetään. Näin vältetään siltä, että kaapelisuojaputki tukkeutuisi hiekalla. Kaapelin käännös maasta laitteistolle on yleensä niin jyrkkä, että kaapelit on vedettävä putkeen ennen kuin laitteistolle kaivettu kuoppa täytetään asennustelineen tai betoniporsaan ympäriltä. Näin saadaan tarpeeksi työskentely tilaa kaapelin vetämistä ja asettelua varten. Kapea ja jyrkkä käännös kaapelille maasta laitteelle tarkoittaa sitä, että vaikka putkitetut kaapelit ovat teoriassa jälkikäteen vaihdettavissa uusiin ilman maanrakennustöitä, on todellisuudessa tämä kuitenkin varsin vaikeaa ja epätodennäköistä.

Monesti kaapelin suojausputkituksen ja mahdollisesti kaapelin putkeen vetämisen, silloin kun kaapelointi tulee maahan, hoitaa maaurakoitsija. Maaurakoitsijan kanssa on sovittava kaikista maahan vedettävien kaapelointien toteuttamisesta ja ohjeistettava heitä ennen työn aloittamista. Heidän kanssaan on käytävä läpi kaapeleiden reitit, mitä suojausputkia käytetään ja töiden aikataulut. Jos maaurakoitsijan kanssa on sovittu, että sähköurakoitsija suorittaa kaapeloinnin olisi kaapelointi hyvä ajoittaa suoritettavaksi ennen putkituksien peittämistä. Välittömästi kun kaapeliojat on täytetty, alkaa työmaalla niiden päällä työskentely erilaisilla raskailla nostimilla ja koneilla. Koska maa-aines putkituksien päällä ei ole tiivistettyä, ei se kannu samalla tavalla raskaita koneita, ja varsinkin putkien liitoskohdista putket ovat vaarassa lytistyä ja täyttyä hiekalla, minkä jälkeen niihin on mahdotonta vetää kaapelia ja putki joudutaan kaivamaan takaisin ylös. Putkien päät tulee myös suojata tulpilla silloin, kun putkien päät jäävät maanpinnalle odottamaan. Suojaamattomaan putkeen voi kertyä vettä, joka voi jäätymään talvella. Umpijäätyneeseen putkeen ei saa kaapelia vedettyä, ja se voi laajentuessaan haljeta ja myöhemmin täyttyä hiekalla. Maaurakoitsijan kanssa on myös sovittava etukäteen siitä, kenelle kaapelisuojausputkien tilaaminen kuuluu.

Maa- ja pylväsasenteisia laitteita voidaan asentaa myös valetulle alustalle. Tällaisia tilanteita tulee useasti eteen pysäköintihallien yläkansilla. Kaapelointilaitteistolle voidaan joko toteuttaa putkittamalla valussa tai nostamalla syöttö valun läpi alemmasta kerroksesta suoraan laitteelle. Jälkimmäinen tapa on hyvä, jos valettavan laatan alapuolella kulkee kaapelihylly. Kaapelointi on sitä helpompaa, mitä lyhyempi osuus siitä kulkee putkituksessa valun sisällä. Putkittaessa autopaikoituksen sähköistystä on erityisen tärkeää huomioida, että suojausputki on riittävän isoa kaapelille ja että valusta nostot laitteistolle on tehty mahdollisimman loiviksi. Nexansin FXQ Easy 5x10S -kaapelin halkaisija on 19,3 millimetriä [27], joten se tulisi putkittaa valuun käyttäen vähintään ulkohalkaisijaltaan 32-millimetristä jäykkää JM-asennusputkea.

Kun kaapelointi tuodaan suoraan valun läpi alemmasta kerroksesta, tulee laitteiston oikea paikka mallintaa sähkösuunnitelmiin tarkasti, jolloin mittamies voi sen piirustusten pohjalta merkata valumuottiin. Tähän on syytä kiinnittää suunnittelussa huomiota, sillä varsinkin pylväsasenteisessa laitteessa kaapeloinnille ei pylväässä ole paljoa liikkumavaraa, vaan laitteisto on asennettava juuri siihen mistä kaapelointi nousee maan pinnalle. Merkattuihin kohtiin valumuotissa porataan reiät ja kiinnitetään kaapelille tai kaapeleille

suojaputket. Suojaputki tai -putket tulee olla riittävän pitkät, jotta ne yltyvät reilusti valun läpi. Liian pitkät suojaputket voidaan valun jälkeen lyhentää, mutta liian lyhyitä putkia on hankala korjata jälkikäteen.

Riippuen valun syvyydestä maa- ja pylväsasenteiset laitteet voidaan kiinnittää alustaan upottamalla valuun maahan suunniteltu asennusteline tai betoniporsas tai pulttaamalla laite suoraan betoniin betoniruuveilla tai kiinnikeankkureilla. Suoraan betoniin pulttaaminen onnistuu kohteissa, joissa betonivalun päälle ei tule paksuja bitumi- tai maakerroksia. Maanvaraisen laitteiston pystyy pulttaamaan suoraan betoniin samalla tavalla kuin laite pultattaisiin kiinni asennustelineeseen. Pylvään kiinnitys betonille onnistuisi esimerkiksi ylimääräisellä metallisella putkilaipalla, joka pultattaisiin betoniin ja pylväs ruuvattaisiin siihen kiinni. Laippa olisi samanlainen, jolla laitteisto kiinnitetään putkeen. Jos suoraan betoniin kiinnitys ei ole vaihtoehto ja valu on niin matala, ettei siihen saa järkevästi upotettua betoniporsasta tai perusmallista asennustelinettä, on valuun upotettavalle ankkurille mietittävä muita vaihtoehtoja. Markkinoilta on saatavissa eri valmistajien erimallisia asennustelineitä, joista voi etsiä matalampaa yhteensopivaa mallia tai ankkurin voi rakentaa itse.

Seinälle asennettaessa Harju Elekterin tuotteille on tilattava seinäasennustelineet. Seinäasennusteline näyttää esitteissä sellaiselta, että siinä olisi kaapelikanava tai ikään kuin putki ja kaapeli tulisi sitä pitkin alakautta laitteeseen sisälle. [6.] Jos kaapeli tuodaan laitteelle seinän sisällä, tulee se tuoda seinästä ulos laitteelle siten, ettei se jää näkyviin. Näin asennuksesta tulee siisti. Todennäköisempää on kuitenkin, että kaapeli tuodaan seinäasennettavalle laitteelle pintana kaapelihyllyä pitkin. Tällöin kaapeli tuodaan hyllyltä alas laitteelle käyttäen alumiinista Japp-asennusputkea ja metallisia kiinnikkeitä. Jos taas kaapeli tuodaan lattiavalussa ja nostetaan lattian ja seinän rajalla pintana ylös laitteelle, tulee se silloin suojata metallisella kaapelin suojakourulla, koska Japp-asennusputki ei ole mekaanisesti yhtä kestävä suojausmenetelmä.

Sähköstandardin mukaan latauslaitteiden liitäntäpisteet on suojattava mekaanisia iskuja vastaan luokan AG2 mukaisesti. Tämä voidaan saavuttaa muun muassa siten, että latauslaitteet sijoitetaan tai asennetaan sellaiseen asentoon, että mahdolliset iskut vältetään tai suojataan latauslaite mekaanisesti iskuilta. Latauslaitteen rakenteelle on myös asetettu kesto vaatimuksia suojauksista ulkoisia iskuja vastaan. [12, s. 202–203.]

Pylväsasenteisia laitteistoja pystytään asentamaan kaksi selät-vastakkain samaan pylvääseen. Tätä varten tarvitsee tilata Harju Elekteriltä erillinen asennussovitin. Sovitin haaroittaa pylvään kahdeksi putkeksi, joiden päihin laitteisto kiinnitetään [6]. Kaapelointi tapahtuu putkea pitkin.

Kaapelit ketjutetaan kolmivaiheisenlaitteiston sisällä olevilla liittimillä eikä niihin näin ole tarvita jakorasioita. Myös yksivaiheisissa laitteissa on ketjutusmahdollisuus kolmelle vaiheelle. Toisiinsa ketjutetuissa laitteissa vaiheita kierrätetään siten, että vaiheiden kiertosuunta säilyy samana. Eli ensimmäiselle laitteelle kytketään vaiheet järjestyksessä L1, L2 ja L3, toiselle laitteelle L3, L1 ja L2 ja kolmannelle laitteelle L2, L3 ja L1. Tätä toistetaan ketjun loppuun saakka. Kytkenällä pyritään tasaamaan vaiheiden välillä kaapelin kuormaa. Jokaisen laitteen kytkentä tapa tarvitaan tietää laitteiston käyttöönoton yhteydessä, joten kytkentä järjestys tulee kirjoittaa muistiin teipillä laitteistoon sekä työn aikaisiin sähkökuviin.

6.2 Käyttöönototarkastukset ja ohjelmointi

Kun autopaikoitusalueen laitteisto on asennettu, tulee sille suorittaa sähköstandardin velvoittamat käyttöönottomittaukset. Käyttöönototarkastuksen suorittaa kohteessa sähköurakoitsija ja varmennuksen tarkastukselle suorittaa varmennustarkastaja. Sähköauton latauslaitteiston käyttöönottomittauksille ei ole mitään erityisvaatimuksia, vaan ne ovat samanlaiset kuin muillekin sähkölaitteistoille.

Yli kahden asunnon asuinrakennuksissa tulee tehdä varmennustarkastus viimeistään kolme kuukautta siitä, kun rakennuksen sähköasennukset on luovutettu asiakkaalle. Varmennustarkastus vaaditaan myös merkittävässä laajennus ja muutostöissä, jos muutettavan alueen ylivirtasuojia on yli 35 ampeeria kohteessa, jossa ei tarvita käytönjohtajaa. [30.]

Käyttöönottomittauksissa ensin tulee suorittaa laitteiston aistinvarainen tarkastus. Aistinvaraiset tarkastukset laitteiston, kaapelointien ja laitteistoa ja kaapelointeja suojaavien laitteistojen sopivuudesta asennuspaikkaan ja järjestelmään suoritetaan jo järjestelmää suunnitellessa. Asennuksen jälkeisessä aistinvaraisessa tarkastuksessa varmistetaan, että laitteisto on loppuun asti asennettu, kaikki potentiaalisesti jännitteiset osat ovat

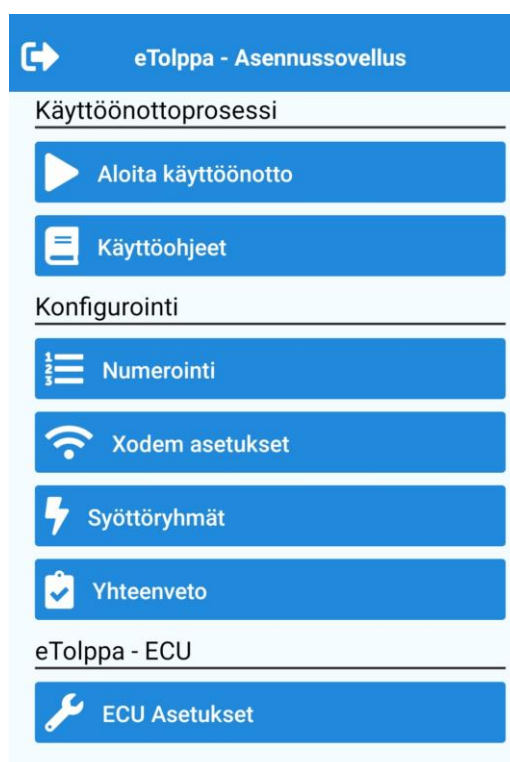
kosketussuojattuja, kaapelit ja suojalaitteet ovat silmämääräisesti ehjiä ja asianmukaisesti nimettyjä. [26, s. 441—442.] Tarkoituksena on todeta, että asennukset näyttävät valmiilta ja standardin mukaisilta.

Seuraavaksi mitataan jännitteettömät mittaukset, joita ovat suojajohtimen jatkuvuus ja järjestelmän eristysresistanssi. Suojajohtimen jatkuvuudella on tarkoitus todeta, että suojajohdin jatkuu yhtenäisenä koko matkan keskukselta laitteistolle asti. Jatkuvuus on mitattava kaikilta lataus- ja lämmityspisteiltä ja mittauksessa saatua arvoa voi verrata sähköstandardissa liitteessä 6A olevan taulukon arvoihin [26, s. 452]. Jatkuvuudelle ei ole annettu ehdotonta raja-arvoa mutta yleisesti rajana pidetään 1 ohmia, jonka yli mittausarvon ei tulisi nousta [31, s. 350]. Eristysresistanssimittaus mitataan autopaikoituskenttää syöttävältä keskukselta. Mitattaessa on varmistettava, että kaikki lataus- ja lämmitystolpissa sijaitsevat vikavirtasuoja- ja johdonsuojakytkimet ovat kiinni. Jos ketjussa on kytkin auki matkalla, ei mittausvirta etene auki olevaa kytkintä pitemmälle, ja sen takaiset osat jäävät mittaamatta. Mittauksessa mitataan eristysvastus jännitteisten johtimien (kuitenkin mittauksen aikana kaikkien johtimien tulee olla jännitteettömät) ja suojajohtimen ja nollajohtimen väliltä. Jottei laitteisto hajoa tai häiriinny mitataan eristysvastus yleensä kytkemällä vaihejohtimet ja nollajohdin yhteen ja mittaamalla eristysvastus niiden ja suojajohtimen väliltä. Mittausarvon tulee alle 500 voltin järjestelmässä olla yli 1 megaohmin. [26, s. 443.] Eristysresistanssimittauksella on tarkoitus selvittää, etteivät kaapelointien vaihejohtimet ja nollajohdin vuoda suojajohtimeen ja ettei järjestelmässä ole oikosulkua. Eristysvastusmittauksella pystytään löytämään väärinkytkentöjä ja viallisia laitteita ja kaapeleita.

Kun jännitteettömät mittaukset on suoritettu ja todettu vaatimusten mukaisiksi, voidaan järjestelmään kytkeä sähköt. Kun laitteistolle kytkee sähkön, on hyvä todeta jännitteenkoettimilla, että oikeat ryhmät ovat kytkettyinä oikeille johdonsuojakytkimille ja että jännite tulee laitteille asti. Virrallisia mittauksia ovat syötönautomaattinen poiskytkentä ja vikavirtasuojakytkimen toiminta [26, s. 444—446]. Nämä joudutaan mittaamaan jokaisesta lämmitys- ja latauspisteestä. Syötönautomaattisessa poiskytkennässä mitataan kaapelin pienin oikosulkuvirta. Pienin sallittu oikosulkuvirta määräytyy johdonsuojan tyyppin ja nimellisvirran mukaan ja niiden sallittuja arvoja on listattu taulukoihin esimerkiksi D1-asennuskirjassa. Vikavirtasuojakytkimissä testataan niiden testipainikkeet ja mitataan että suojan toimintavirta on alle laitteen nimellistoimintavirran. Myös

vikavirtakytkimen toiminta-aika olisi hyvä mitata vaikkei sitä velvoiteta. Kolmivaihe-laitteista mitataan vielä vaihejärjestys eli kiertosuunta. [31, s. 93—94, s. 357—358.] Mitastulokset liitetään kiinteistön käyttöönottotarkastuspöytäkirjaan.

Käyttöönottomittauksien jälkeen tulee Lehto Asunnot yhteistyössä IGL-Technologiesin kanssa ottamaan eTolppa-järjestelmä käyttöön. Käyttöönottaja tarvitsee järjestelmän käyttöönottamiseen älypuhelimien, jossa on NFC- tiedonsiirtomahdollisuus, kamera, GPS-paikannus ja eTolppa-asennussovellus ladattuna sekä tunnukset IGL-Technologiesilta asennussovellukseen [32]. eTolppaan on tullut uusi asennussovellus [33]. Käyttöohjeet sovellukseen löytyvät internetistä mutta ohjetta pääsee tarkastelemaan vain asennussovelluksen linkin kautta. Kuvassa 8 on kuvakaappausnäkyminen uudesta käyttöönotto-ohjelmasta. Koska en ole myöskään vielä päässyt kokeilemaan uutta asennusohjelmaa kentällä, kerron tässä työssä, kuinka käyttöönotto tapahtuu perustuen uuden asennusohjelman käyttöohjeisiin.



Kuva 8. Kuvakaappaus uuden eTolppa-asennussovelluksen päävalikosta.

Käyttöönnotossa ensimmäisenä kytetään sähkö Xodem-modeemiin ja eTolppaan liitettäviin laitteisiin. Kun modeemi on yhdistynyt internettiin, löytyy se listalta eTolppa-asennussovelluksesta. Kun modeemi on saanut ladattua asetukset palvelimelta, voidaan seuraavaksi yhdistää "tolpat" modeemiin. Lataus- ja lämmitysasemien yhdistäminen verkkoon tapahtuu manuaalisesti itse laitteelta. Näytön sisältävillä latausasemilla asema yhdistetään verkkoon painamalla näytön kahta nappia pohjassa yhtäaikaisesti 5 sekuntia. Type 2 -asemilla latausasema liitetään verkkoon laukaisemalla vikavirtakytkin kolme kertaa peräkkäin rauhallisesti vikavirtakytkimen testipainikkeesta. [32.]

Kun latausasemat ovat yhdistyneet verkkoon valitaan sovelluksesta "Aloita käyttöön-otto". Ensimmäisenä valitaan oikea Xodem listalta sekä annetaan sille nimi ja sijainti kartalla. Seuraavaksi ohjelmassa määritetään syöttävä keskus ja syöttöryhmät. Tämän jälkeen aloitetaan numeroimaan ja määrittämään latauslaitteet. Ensimmäisenä tulee joko lukea "tolpan" QR-koodi tai NFC-tagin. Tällä hetkellä kaikissa latausasemissa on NFC-tagin mutta niistä siirtyminen QR-koodien käyttämiseen on kehityksen alla. Ohjelmalle kerrotaan syöttöryhmä, syöttävä vaihe ja tieto siitä, onko laitteella ulkoinen energiamittari. Seuraavaksi numeroidaan latausliittimet autopaikkojen numeroinnin mukaan. Tämän jälkeen tulee asetukset tallentaa ja odottaa että ne siirtyvät tolppaan. Sitten voidaan toistaa sama seuraavalle "tolpalle" aina niin kauan, kunnes kaikki laitteet on liitetty järjestelmään. Latausliittimen etäohjausta pystyy testaamaan päälle ja pois jokaisen laitteen ohjelmoimisen jälkeen sekä lopuksi koko järjestelmän ohjelmoinnin yhteenvedosta. [32.]

Kun järjestelmä on otettu käyttöön, on vielä hyvä lähettää latauslaitteille ECU asetukset valitsemalla ne asennussovelluksen päävalikosta [32].

Laitteiston kuormanhallinta määräytyy syöttävän keskuksen ja syöttöryhmien tietojen perusteella.

6.3 Hahmotelma sähköauton latauskonseptistä kokonaisuutena

Liitteessä 2 on kaavio, joka kuvaa sähköauton latauskonseptiä rakennusprojektin alusta käyttäjälle saakka. Kaaviossa voidaan nähdä, että jokaiseen projektin eri vaiheeseen kuuluu paljon erilaisia asioita, joita tulee ottaa huomioon, ja jotka vaikuttavat toisiinsa.

7 Yhteenveto

Tämän työn tarkoituksena oli kertoa Lehto Asunnot Oy:n sähköauton latauskonseptin mukaisesta toiminnasta rakennusprojektin eri vaiheissa. Työssä tutustuttiin Lehto Asuntojen valitsemaan latauslaitteistoon sekä ohjeistuksiin hankekehityksessä, suunnittelussa ja toteutuksessa sekä kahteen rakenteilla olevaan kohteeseen.

Hankekehityksessä tärkeintä on pystyä myymään asiakkaalle sähköauton latauslaitteisto. Jos laitteistoa ei saada myytyä, ei sitä tulla rakentamaan. Vaikkei kohteeseen tulisi latauspisteitä, rakentaa Lehto Asunnot siitä huolimatta kohteen autopaikoille latauslaitteille varauksen kaapeloinneilla. Gryndi-kohteissa tulee osakejärjestyksen kirjoittamiseen kiinnittää erityistä huomiota. Järjestys tulisi mahdollistaa autopaikan osakkaille sähköauton latauspisteiden helpon lisäämisen jälkikäteen sekä missä tahansa rakennusprojektin eri vaiheessa. Hankekehitystiimille tärkeä työkalu on autopaikoitusalueen hinnoittelutyökalu. Hinnoittelun tulee olla nopeaa ja yksinkertaista ja sen on mahdollistettava lämmitystolppien ja latauslaitteiden hintojen vertailu. Hinnoittelutyökalun pitäminen yksinkertaisena helpottaa sen muokkaamista käyttökokemusten pohjalta.

Sähköauton latauspisteiden sähkösuunnittelua ohjaa Lehto Asunnoilla latauskentän suunnitteluohje. Laitteina käytetään Harju Elekterin laitteistoa ja käyttöjärjestelmänä on IGL-Technologiesin eTolppa-tiedonsiirtoprotokolla. Laitteistoja ketjutetaan mieluiten korkeintaan kuusi autopaikkaa samaan ryhmään. Lataus- ja lämmitystolpat sijoitetaan eri syöttöryhmiin toisistaan. Ryhmien kaapelointi matkat pidetään mahdollisimman lyhyinä. Kaapelointiin käytetään Nexansin PEX-eristeistä FXQ Easy 5x10S -kaapelia, milloin mahdollista. Yleensä laitteiston syöttö tulee rakennuksen kiinteistökeskukselta, jossa autopaikoituskenttä on saman etukojeen takana. Johdonsuojina käytetään mieluiten gG-tyyppisiä tulppasulakkeita. Myös C-tyypin johdonsuojien käyttö on mahdollista. Etukojeen sulakekoko lasketaan ennalta määrätyillä kaavoilla, jotka myös määrittävät latauskentän aiheuttaman muutoksen kiinteistön sähköliittymän kokoon. Järjestelmän kuormaa valvoo eTolpan dynaaminen kuormanhallinta. Latauslaitteiston vähimmäistehotakuu ei saa jäädä alle 2 kW autopaikkaa kohden, ja sen arvo on laskettava jokaisessa kohteessa erikseen.

Toteutuksen hoitaa työmaalla sähköurakoitsija Lehto Asuntojen tilaamilla laitteilla. Kaapeloinnit toteutetaan joko putkittamalla tai kaapelihyllyjä pitkin. Laitteiston kytkennässä on huomioitava kuorman tasaus syöttäville vaiheille vaiheita kierrättämällä, koska kaikki sähköautot eivät pysty hyödyntämään kolmivaihelatausta. Ilman vaiheiden kierrättämistä voisi tällaisten autojen lataus aiheuttaa epätasaista kuormaa järjestelmään. Latauskentän käyttöönottomittaukset suorittavat kohteissa sähköurakoitsijat, mutta järjestelmän käyttöönoton hoitaa kohteissa Lehto Asunnot. Järjestelmän käyttöönotto ja kuormanhallinnan määrittäminen tapahtuvat puhelinsovelluksella, jonka jälkeen järjestelmä on valmis luovutettavaksi asiakkaan käyttöön.

Lehto Asuntojen sähköauton latauskonsepti on vielä nuori ja hakee muotoaan. Muutamia kohteita, joihin tulee latauslaitteisto, on päästy jo rakentamaan, ja näistä opittujen perusteella on konseptia muokattu. Latauslaitteistojen rakentamisen vaatimuksiin on myös juuri valmistunut uusi laki, joka myös itsessään muokkaa sähköauton latauspisteiden sähkösuunnittelua. Näin ollen latauskonsepti tulee vielä hakemaan paikkaansa ja yksityiskohdat muokkautumaan uusien tietojen valossa. Onkin siis haastavaa koota alati muuttuvaa ohjeistusta yhteen. Haasteista huolimatta tässä työssä onnistuttiin hyvin yhdistämään erillään olleet ohjeet yhdeksi latausasemien rakennusohjeeksi Lehto Asunnoille. Ohjeistukset ovat tärkeitä, sillä yhdenmukaisella toiminnalla saadaan suunnittelu-prosessia helpotettua, nopeutettua ja kustannuksia karsittua. Lehto Asunnot pyrkii tuoman teollista sarjatuotantoa työmaarakentamiseen, johon kuuluvat valmiit, selkeät ja yhdenmukaiset konseptit, joihin rakentaminen nojaa vahvasti.

Latauskonseptia voisi vielä kehittää tarkentamalla ohjeistusta pienille, keskikokoisille ja isoille autopaikoitusalueille erikseen. Lehto Asunnot pääasiassa rakentaa saman konseptin mukaisia talokokonaisuuksia yhä uudelleen. Tämä tarkoittaa sitä, että samat asiat toistuvat projektista toiseen. Olisi hyvä miettiä, varsinkin hieman isommissa parkkialueissa, kannattaako latausasemia ja lämmityslaitteita syöttää saman etukojeen takaa. Kun autopaikkojen määrä kasvaa, kasvaa samalla myös etukojeen koko. Kun autopaikkoja on paljon, tulee edullisemmaksi syöttää lataus- ja lämmitysasemia eri etukojeiden takaa, jottei etukojeen suuruus kasvata keskuksen pääsulake kokoa liikaa. Tämänhetkinen ohjeistus on enemmän suunniteltu pienille, alle 30 autopaikan, autopaikoitusalueille. Latauskonseptia on hyvä kehittää projekti kerrallaan eteenpäin.

Lähteet

- 1 Lehdon tarina. 2021. Verkkoaineisto. Lehto Group Oyj. <<https://www.lehto.fi/yri-tys/>>. Luettu 1.2.2021.
- 2 Strategia. 2021. Verkkoaineisto. Lehto Group Oyj. <<https://www.lehto.fi/sijoitta-jille/lehto-group-sijoituskohteena/>>. Luettu 1.2.2021.
- 3 Harju Elekter. 2020. Verkkoaineisto. Harju Elekter Oy. <https://www.harjuelekter.fi/harju_elekter>. Luettu 2.2.2021.
- 4 Entistä vahvempia yhdessä. 2020. Verkkoaineisto. Harju Elekter Oy. <<https://www.harjuelekter.fi/fuusiosivut>>. Luettu 2.2.2021.
- 5 IGL-Technologies. 2021. Verkkoaineisto. IGL-Technologies. <<https://igl.fi/>>. Luettu 3.2.2021.
- 6 Harju Elekter Satmatic uusi latausmallisto Lehto Asunnot -tiedosto. 2021. Harju Elekter Oy:n Lehto Asunnot Oy:lle lähettämä tuote-esite, Lehdon sisäinen verkkoaineisto. Harju Elekter. Luettu 19.2.2021.
- 7 Rantala, Anu. 2020. Myyntipäällikkö, Harju Elekter Oy, Ulvila. Lehto asunnot autopaikoitus. Sähköpostiviesti Sauli Ojalalle 20.3.2020.
- 8 Autopaikoituksen vaatimukset -tiedosto. 2021. Lehdon sisäinen verkkoaineisto. Lehto Asunnot Oy. Luettu 19.2.2021.
- 9 Valintataulukko eri automerkeille. 2018. Verkkoaineisto. Webasto. <<https://webastolataus.fi/autot/>>. Luettu 22.2.2021.
- 10 ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 11 eTolppa suunnitteluohje. 2020. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://etolppa.fi/pdfs/Suunnitteluohje.pdf>>. Luettu 8.2.2021.
- 12 SFS-käsikirja 600–1—2. 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.
- 13 Lehto Pysäköintialueen suunnitteluohje: Sähkö- ja polttomoottoriautojen lataus- ja lämmitysjärjestelmä. 2019. Elvak Oy. Sähköpiirustus, Lehdon sisäinen verkkoaineisto. Luettu 4.2.2021.

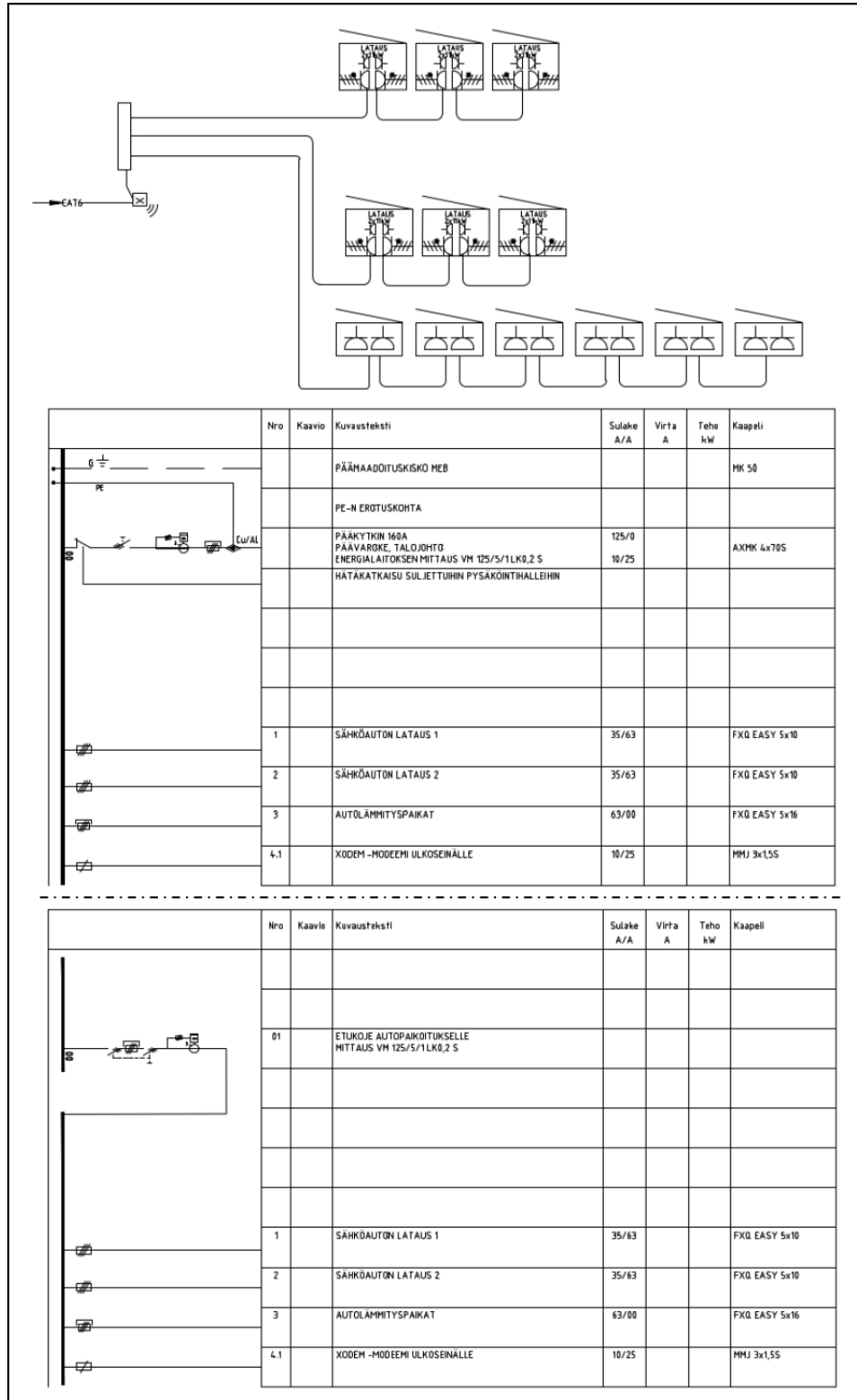
- 14 Ojala, Sauli. 2021. Sähköprojektipäällikkö, Lehto Asunnot Oy, Kempele. Teams-palaveri 25.1.2021.
- 15 Etähallittavat lämmitys- ja lataustolpat. 2020. Dia-esitys, Lehdon sisäinen verkkoaineisto. Lehto Asunnot Oy. Luettu 4.2.2021.
- 16 Käyttäjälle. 2021. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://www.eparking.fi/newuser/newuser>>. Luettu 4.2.2021.
- 17 Lataa autosi eParkingilla. 2021. Verkkoaineisto. IGL-Technologies Oy. <<https://www.eparking.fi>>. Luettu 4.2.2021.
- 18 Toimintakäsikirja. 2020. Lehto intranet aineistoa. Lehto Group Oyj. Luettu 10.2.2021.
- 19 Ympäristöministeriö. 2020. Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvojen latauspisteillä ja latauspistevalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä 733/2020. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2020/20200733>>. Luettu 10.2.2021.
- 20 Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano: kysymyksiä ja vastauksia. 2020. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/kysymyksiä-ja-vastauksia-rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-toimeenpanosta>>. Luettu 11.2.2021.
- 21 Perustajaurakointi. 2020. Verkkoaineisto. Tieteen termipankki. <<https://tieteentermipankki.fi/wiki/Oikeustiede:perustajaurakointi>>. Luettu 15.3.2021.
- 22 Siren, Jukka. 2018. Uuden taloyhtiön valmistumista odotellessa. Kiinteistölehti 23.1.2018. Verkkoaineisto. <<https://www.kiinteistolehti.fi/uuden-taloyhtion-valmistumista-odotellessa/>>. Luettu 13.2.2021.
- 23 Harju Eleker Oy (Satmatic)/IGL-Technologies Oy (eParking) autopaikkojen myynti-/määrittelylaskuri. 2021. Lehdon sisäinen verkkoaineisto. Lehto Asunnot Oy. Luettu 13.2.2021.
- 24 As Oy Helsingin Darwinin sähköpiirustukset. 2020. Optiplan Oy.
- 25 As Oy Espoon Leppärastaan sähköpiirustukset. 2020. Sweco Talotekniikka Oy.
- 26 SFS-käsikirja 600–1—1. 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

- 27 FXQ Easy™ 1 kV (CPR). 2021. Verkkoaineisto. Nexans. <https://www.nexans.fi/eservice/Finland-fi_FL/navigation_365704/FXQ_Easy_1kV_CPR_.html#characteristics>. Luettu 15.2.2021.
- 28 ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2020. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 29 MCMK. 2021. Verkkoaineisto. Reka Oy. <<https://www.reka.fi/voimakaapelit/kuparivoimakaapelit/mcmk>>. Luettu 16.2.2021.
- 30 Valtioneuvoston asetus sähkölaitteistoista. 2017. Verkkoaineisto. Työ- ja elinkeinoministeriö. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2016/20161434>>. Luettu 26.3.2021.
- 31 D1-2017 Käsikirja rakennusten sähköasennuksista. 2018. Espoo: Sähköinfo Oy.
- 32 eTolppa asennussovellus - käyttöohje. 2021. Verkkoaineisto. IGL Technologies Oy. Linkki tiedostoon saatavilla vain asennussovelluksesta. Luettu 26.3.2021.
- 33 Marku, Teemu. 2021. Myyntipäällikkö, IGL Technologies Oy, Tampere. Lehto asunnot sähköauton latauspalvelun sisältö. Sähköpostiviesti Katja Kaikolle 19.2.2021.

Elvakin sähköpiirustukset pysäköintialueen suunnitteluohjeesta Lehdolle

Liitteenä 1 on muokattu tiivistelmäkuva Elvak Oy:n Lehto Asunnot Oy:lle suunnittele-
masta ja piirtämästä sähköpiirustuksesta sähköauton latausjärjestelmien sähkötekni-
sestä rakentamisesta. Alkuperäiset kuvat ovat Lehto Asunnot Oy:n sisäistä sähköistä
materiaalia [13] ja kuvan on alkuperäisten kuvien pohjalta muokannut tähän opinnäyte-
työhön sopivaksi Katja Kaikko. Kuvassa on muokattu pelkästään kuvan ulkoasua jättä-
mällä kuvaselitteet ja alatunnisteet pois ja tiivistämällä keskuskaaviot samalle sivulle.

Kuva 1 sisältää runkokuvan autopaikoituskentän laitteistojen kaapeloinnista sekä sitä
ohjaavan sähkökeskuksen keskuskaavion. Keskuskaavioita on kaksi ja ne kuvaavat eri-
laisia autopaikoituskentän liittymätyyppejä. Kuvassa ylempi keskuskaavio kuvaa tilan-
netta, jossa autopaikoituskentälle tulee kokonaan oma sähköliittymä ja alempi kuva on
tilanteesta, jossa autopaikoituskenttää syötetään siihen kuuluvan kiinteistön kiinteistö-
keskuksesta.



Kuva 1. Lehto Asunnot Oy:n sähköauton latausentän suunnitteluohje. Alkuperäinen sähköpiirustus on Elvak Oy:n lehto Asunnoille laatima [13] ja tämän kuvan on sen pohjalta muokannut Katja Kaikko.

Sähköauton latauskonsepti Lehto Asunnot Oy:llä

