



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Rasmus Mikkonen

# Sähköautojen latausjärjestelmän valinta saneerauskohteessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

26.11.2019

Tekijä Otsikko	Rasmus Mikkonen Sähköautojen latausjärjestelmä saneerauskohteessa
Sivumäärä Aika	28 sivua + 3 liitettä 26.11.2019
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat	lehtori Jarno Nurmio
<p>Insinööriyössä suunniteltiin saneerauskohteeseen sähköautojen latausjärjestelmä LVIS-saneerauksen lopussa. Latausjärjestelmän tuli käyttää kiinteistön tehokapasiteettia todellisen kulutuksen mukaan ja järjestelmän mitoituksen tuli olla skaalautuva vastaavien kohteiden suunnittelun helpottamiseksi. Latausjärjestelmän toteutukseen oli määritelty lataustavaksi tyyppi 2 ja budjetti, jonka puitteissa järjestelmä toteutettiin.</p> <p>Kohteen sähkösuunnitelmaa käytettiin latausjärjestelmän suunnitteluun sekä toteutusvaihtoehtojen kartoitukseen ja sähkösuunnitelman laskennalliset arvot tarkistettiin työn ohella latausjärjestelmän oikein mitoituksen varmistamiseksi. Latausjärjestelmän toteutusvaihtoehtoja kartoitettiin latauspisteiden osalta sähkötukun laitevalikoimalla, jolle tehtiin hintaverailu laitetyyppien mukaan, ja asennusten osalta urakkalaskentaohjelmalla.</p> <p>Laitekokoonpanoon liittyen yksittäisistä osista koottu kokonaisuus oli halvin, mutta ei esteettisin eikä käytännöllisin ratkaisu. Kohteeseen valittiin kahden latauspisteen latauslaite, johon oli integroitu lämmityspistorasiat, ja jonka lataus-teho oli 22 kW/latauspiste. Parhaiten käytävissä olevaa tehokapasiteettia onnistuttiin hyödyntämään dynaamisella kuormanohjauksella, joka saatiin laitteeseen optiona. Syöttökeskukseen tuotiin pääkeskukseen lisätyltä lähdöltä voimakaapeli.</p> <p>Integroitujen lataus- ja lämmityslaitteiden hinta saattaa mahdolliselle ostajalle olla iso kynnyks, mutta yksittäisten latauspisteiden toteutuksen kulut ovat murto-osan isomman latausjärjestelmän latauspistekohtaisista kustannuksista. Latausjärjestelmän saa räätälöityä omiin tarpeisiin ja omalle budjetille sopivaksi laitevalikoiman ollessa jo huomattava ja kasvaessa jatkuvasti.</p>	
Avainsanat	Sähköauto, lataaminen, laitevertailu, sähkösuunnittelu, saneeraus

Author Title	Rasmus Mikkonen Electrical Vehicle Charging System in a Renovation Property
Number of Pages Date	28 pages + 3 appendices 26 November 2019
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Electrical Power Engineering
Instructors	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>In this Bachelor's thesis study, a charging system for electric vehicles was designed during the final stages of a PHSE-renovation. The charging system was to use the power capacity of the estate according to the real consumption, and the proportioning had to be scalable to ease the planning of similar renovations. For the implementation of the system, a charging type (Type 2) and a budget were defined.</p> <p>The estate's new electric plan was used for designing the charging system and the screening of implementation options. Calculations of the electric plan were checked during research for the correct proportioning of the of the charging system. For the implementation options regarding recharging points, a palette of available devices and a price comparison were screened from a wholesale supplier and installation options were calculated with a bid calculation program.</p> <p>Regarding the device configuration, building the charging stations with individual devices is the cheapest option, but not the most aesthetic, nor the most practical solution. For the estate, a charging station was chosen with two charging points of 22 kW and integrated sockets for heating. Available power capacity was best utilized with dynamic load control, which was an added option to the charging stations. A power cable was brought from an added output in the main switchboard to the supply switchbox of the charging system.</p> <p>The price of integrated charging and heating stations may be too much for a possible buyer but compiling the charging system with individual devices brings the price per a charging point to a fraction compared to the price per a charging point for a bigger charging system. A charging system can be tailored according to needs and a budget, with the palette of available devices being substantial and ever growing.</p>	
Keywords	Electric vehicle, charging, device comparison, electrical wiring design, renovation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Saneerauskohteen lähtötiedot	2
3	Huipputeholaskelma	4
3.1	Kiinteistön huipputeho	4
3.2	Kiinteistön huippuvirta-arvo ja vaadittu liittymäkoko	6
4	Kuormanhallinta	7
5	Latauslaitteiden vertailu	8
6	Latauslaitteiden käyttö	9
7	Latausjärjestelmän mitoitus	10
7.1	Latauslaitteiston tehon tarve	10
7.2	Kaapeleiden mitoitus	11
7.3	Kuormitettavuuslaskelma	12
8	Latausinfraan kannustimet	13
8.1	Hankintatuet	13
8.2	Velvoitteet	14
9	Kustannuslaskenta	15
9.1	Laitekoonpano	16
9.2	Urakkalaskenta	18
10	Toteutetut ratkaisut	23
11	Yhteenveto	25
	Lähteet	27

Liitteet

Liite 1. Latauslaitteiden tukkuhintoja

Liite 2. Piharasioiden tukkuhintoja

Liite 3. Kustannuslaskenta ECOM-ohjelmalla postikohtaisesti eriteltynä

## Lyhenteet

CCS	Combined charging system. Yhdistetty latausjärjestelmä mahdollistaa pikalatauksen.
LVIS	Lämpö, vesi, ilmanvaihto ja sähkö.
NFC	Near field communication. Lyhyen matkan langaton teknologia, joka hyödyntää RFID-tekniikkaa.
RFID	Radio Frequency IDentification. Radiotaajuinen etätunnistus.

## 1 Johdanto

Sähköautot yleistyvät tasaisella tahdilla ja sähköautojen latausmahdollisuudet alkavat olla olennainen kysymys asuinkiinteistöissä. Latauslaitteistojen hankinta on huomattava investointi, mutta se nostaa kiinteistöjen arvoa ja varmistaa kilpailukyvyn uusien kiinteistöjen kanssa, joihin direktiivit määräävät sähkölatauksen mahdollisuuden pakolliseksi.

Insinööriyössä tarkasteltavaan saneerattavaan kerrostaloon haluttiin sähköjärjestelmän saneerauksen yhteydessä suunnitella 24 autopaikan sähköauton latauspisteet. Latauspisteiden suunnittelussa tuli ottaa huomioon järjestelmän esteettisyys, kohtuulliset kustannukset sekä latauslaitteiden helppokäyttöisyys.

Mitoitettaessa sopivia latauslaitteistoja käytetään viitteellisenä vaaditun tehon arvona keskimääräistä ladattavan hybridin ja täyssähköauton kulutusta 20 kWh/100 km, joka on ST-käsikirjassa 41 [1, s. 15] määritelty suunnitteluun sopivaksi mitoitusarvoksi. Laskennallisena työmatkana on 100 km/päivä, mutta Tekniikan maailman mukaan suomalaisen keskimääräinen ajomatka vuorokaudessa on 52 km. [2, r. 1-3.] 100 km kattaa siis hyvin keskivertoa pidemmät päivittäisajot.

Suunnittelun yhteydessä oli tarkoituksena selvittää saneerauskohteen tehon käyttökapasiteetti ja parhaiten kapasiteettia hyödyntävä latausjärjestelmä. Sähköautojen latausjärjestelmän tulisi hyödyntää kaikkien kiinteistön rakennusten käytettävissä olevan sähkötehon kapasiteetti. Lisäksi suunnittelussa tulisi vertailla erilaisia toteutusvaihtoehtoja kustannusten ja kannattavuuden kartoittamiseksi.

Lopullinen toteutus tulee valikoitumaan käytettävissä olevan budjetin mukaan ja käytettävä lataustapa on tiedossa. Työstä haluttiin skaalaukelpoinen vastaavien, eri kokoluokissa olevien saneerauskohteiden suunnittelun ja hahmottelun avuksi.

Työn aikana törmättiin käytännön haasteisiin, jotka eivät olleet teoreettisella tasolla tulleet esiin. Haasteiden ja vaihtoehtojen selvittelyssä käytettiin hyväksi laitteistoja myyviä tahoja sekä kiinteistön sähkösuunnitelmaa ja urakkalaskenta -ohjelmistoa.

## 2 Saneerauskohteen lähtötiedot

Kerrostalokohde sijaitsee pääkaupunkiseudulla keskellä kaupunkia ja koostuu kolmesta rakennuksesta, joissa on yhteensä 213 huoneistoa. Huoneistojen yhteenlaskettu pinta-ala on 12355 m<sup>2</sup>. Sähkölatauslaitteistot sijoitettiin parkkipaikoille, jotka on sijoitettu rakennusten väliin. Kohteessa on myös liiketiloja, sauna jokaisessa rakennuksessa sekä hissit että kylmiöt ja LVIS-saneerauksen yhteydessä liittymää oli kasvatettu 3 x 3 x 200 A:iin.

Latausjärjestelmän suunnitelmaa lähdettiin tekemään LVIS-suunnitelman mitoituslaskelmien pohjalta, jotka tarkastettiin tämän työn yhteydessä. Laskettujen viitearvojen lisäksi käytettiin standardien määrittelemiä taulukoita. Tiedossa olivat myös käytettävät johtotiet kiinteistössä.

Kohteessa oli 60 kW:n tehovaraus, jota käytettiin sähköautojen latausjärjestelmän mitoittamiseen. Käytettävän tehovaruksen lisäksi hyödynnettiin dynaamista kuormanhallintaa käytettävän latauskapasiteetin kasvattamiseksi. Kiinteistössä oli paljon hetkellistä kuormaa, jonka hyödyntäminen onnistuisi parhaiten dynaamisella kuormanhallinnalla. Hetkellisen kuorman suuruus otettiin huomioon huipputeholaskelmassa.

### Lataustyyppi

Lataustyyppinä on erilaisia, ja jotkut niistä ovat yhteensopivia keskenään. Lataustyyppit vaihtelevat alueittain hieman, mutta sähköautojen hiljalleen yleistyessä ovat tietyt lataustyyppit alkaneet vakiintumaan toisia paremmin. Hankkeeseen valitusta lataustyyppistä (tyyppi 2) kerrotaan seuraavasti:

3-vaiheista pistoketta käytetään pääasiassa Euroopassa. Yksityisissä tiloissa latausteho on 22 kW luokkaa, kun taas julkisilla latausasemilla on mahdollista saada lataustehoa jopa 43 kW (400 V, 63A, AC) asti. Useimmat julkiset sähköauton latausasemat on varustettu tyyppin 2 liitännällä. Kaikki mallin 3 latauskaapelit ovat yhteensopivia näiden latausasemien kanssa ja sähköautoja on mahdollista ladata molemmilla, sekä tyyppin 1, että tyyppin 2 liitännöillä. Kaikissa mallin 3 kaapeleissa, latausasemaan tuleva liitäntä kutsutaan Mennekes pistokkeeksi (tyyppi 2). [3.]

Tyyppin 1 sähkölatausliitäntä on yksivaiheinen ja sitä käytetään pääasiassa alkuperältään Aasian alueen automalleissa (kuva 1)



Kuva 1. Tyypin 1 pistoke. [3.]

Edellä mainittu tyypin 2 lataus on kolmivaiheinen (kuva 2).



Kuva 2. Tyypin 2 pistoke [3.]

CCS-pistoke (CCS eli yhdistetty latausjärjestelmä) mahdollistaa nopean latauksen kahden li-  
säkontaktin ansiosta (kuva 3).



Kuva 3. CCS-pistoke. [3.]

Lataustyyppistä riippuen on mahdollista saada latauskaapeli kiinteänä osana latauslaitetta tai erikseen. Vaihtoehtoja kannattaa harkita käyttötarkoituksen ja -paikan perusteella. Kiinteä latauskaapeli on osa latauslaitteistoa [4, s. 2] ja siksi julkisilla latauspaikoilla palveluntarjoajan vastuulla. Tästä syystä laitteistot on usein varustettu latauspistorasioilla, joihin palvelun käyttäjä kytkee oman latauskaapelin. Lisäksi erillinen latauskaapeli ei ole sään ja mahdollisten mekaanisten rasitusten armoilla. Latausjärjestelmä tarkistaa turvallisuuden takaamiseksi latauspiirin kunnon ennen latauksen aloittamista. Kohteeseen valittiin latauslaitteet ilman kiinteää latauskaapelia.

### 3 Huipputeholaskelma

Suomessa sähköjärjestelmien, -asennusten ja kunnossapidon turvallisuutta pidetään yllä velvoittamalla alalla toimivia tahoja lakien ja asetusten avulla. Kiinteistön huipputehon laskennassa käytetään laskennallisia viitearvoja ja kertoimia sähköverkon todellisen tehontarpeen arvioimiseksi. Huipputeholaskenta perustuu ST-kortin 13.31 rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen taulukoihin ja yhtälöihin. [5, s. 4.]

Huipputeholaskennassa tulee ottaa huomioon huipputehot ja käytettävän tehon kokonaiskapasiteetti sekä kiinteät ja vaihtelevat kuormat. Kiinteistöissä kiinteäksi kuormaksi lasketaan asuntojen tehojen viitearvot ja kylmälaitteet/kylmiöt. Valaistus, hissit, toimistotilat ja kiukaat ovat vaihtelevia kuormia.

Laskennallisesti tässä tapauksessa kiukaat olivat suurin vaihteleva kuorma (11 kW / kiuas). Muiden kuormien suuruudet vaihtelivat enemmän isoihin yhteiskäytössä oleviin kiukaisiin näiden ja niiden käyttäjät, sekä pituudet vaihtelivat enemmän. Huipputeholaskelmassa autolämmitys sisällytettiin lataustehon varaukseen liittymän kasvattamiselta välttymiseksi, sillä vaihtelevaa kuorman osuus käytetystä tehokapasiteetista oli asuinkiinteistöissä merkittävä, ja dynaamisen kuormanhallinnan ansiosta latausjärjestelmä olisi joustava.

#### 3.1 Kiinteistön huipputeho

Kiinteistöissä ei ole asuntokohtaisia kiukaita ja kerrosala on 12 355 m<sup>2</sup>. Huipputeho ilman muita kuormia laskettiin kaavalla 1.

$$P_h = B + \frac{17 \cdot A_{krs}}{1000} \quad (B = 65 \text{ kW}) \quad (1)$$

B on tehoarvo kohteille, joissa on vähintään 15 asuntoa ja kerrosala on vähintään 2500 m<sup>2</sup>. [5, s. 4.] Pienemmissä taloissa B korvataan arvolla  $B_x = A_{tod}/2500 \times B \geq 30$ .

$$P_h = 65 \text{ kW} + \frac{17 \cdot 12355 \text{ m}^2}{1000} = 275,035 \text{ kW}$$

Kiinteistön huipputeho oli ilman kiinteitä lisäkuormituksia ja varauksia noin 275 kW

Kiinteistössä oli rakennuskohtaiset yleissaunat, liiketiloja, hissejä, kylmiöitä ja muuta kuormaa sekä varaus sähkölataukselle.

$$P_{saunat} = 33 \text{ kW}$$

$$P_{muut} = 25 \text{ kW}$$

$$P_{varaus} = 60 \text{ kW}$$

Kiinteistön kokonaishuipputehoon lasketaan mukaan muut kuormat kaavalla 2.

$$P_{hkok.} = P_h + P_{saunat} + P_{muut} + P_{varaus} \quad (2)$$

$$P_{hkok} = 275,035 \text{ kW} + 33 \text{ kW} + 25 \text{ kW} + 60 \text{ kW}$$

$$P_{hkok} = 393,035 \text{ kW}$$

Kiinteistön kokonaishuipputeho kiinteillä lisäkuormituksilla ja varauksilla oli noin 395 kW, kun autojen lämmitykset ja lataukset sovitettiin 60 kW:n varaukseen. Jos lataukselle jätettäisi omaksi varaukseksi 60 kW ja lämmitystolpat otettaisiin erikseen, kokonaishuipputeho kasvaisi.

Autolämmitystolppien ottama teho  $P_{al}$  lasketaan kaavalla 3, jossa  $X$  on lämmitystolppien määrä.  $P_{al}$  riippuu mm. siitä, onko autoissa sisätilanlämmittimiä ja kuinka suuritehoisia ne ovat.

$$P_{al} = 10 + 0,5 \text{ kW} * x \quad (x = 24) \quad (3)$$

$$P_{al} = 10 + 0,5 \text{ kW} * 24 = 22 \text{ kW}$$

Kokonaishuipputeho autolämmitystolppien ottama teho huomioituna lasketaan kaavalla 4.

$$P_{kok.} = P_h + P_{saunat} + P_{muut} + P_{varaus} + P_{al} \quad (4)$$

$$P_{kok} = 275,035 \text{ kW} + 33 \text{ kW} + 25 \text{ kW} + 60 \text{ kW} + 22 \text{ kW} = 415,035 \text{ kW}$$

Autolämmitystolppien kokonaisteho laskettuna ainoastaan 0,5 kW:n lohkolämmittimillä oli 22 kW ja kokonaishuipputeho noin 415 kW.

$$P_{al} = 10 + 1,5 \text{ kW} * 24 = 46 \text{ kW}$$

Autolämmitystolppien kokonaisteho laskettuna 0,5 kW:n lohkolämmittimillä ja 1 kW:n sisätilanlämmittimillä oli 46 kW ja kokonaishuipputeho noin 440 kW.

$$P_{al} = 10 + 2,5 \text{ kW} * 24 = 70 \text{ kW}$$

Autolämmitystolppien kokonaisteho laskettuna 0,5 kW:n lohkolämmittimillä ja 2 kW:n sisätilanlämmittimillä oli 70 kW ja kokonaishuipputeho noin 465 kW.

### 3.2 Kiinteistön huippuvirta-arvo ja vaadittu liittymäkoko

Huippuvirta-arvo lasketaan normaalisti rakennuksen kokonaistehon ja tehokertoimen ( $\varphi$ ) avulla kaavalla 5.

Huippuvirta-arvoa määriteltessä tulee ottaa huomioon kiinteistön tehokerroin. Jos loistehoa on vähän, voidaan tehokertoimeksi olettaa 0,96. [5, s. 4.]

$$I_{Max} = \frac{P_{kok}}{400 \text{ V} * \sqrt{3} * \cos\varphi} \quad (5)$$

$$I_{Max} = \frac{415 \text{ 035 W}}{400 \text{ V} * \sqrt{3} * \cos(0.96)} = 599,136 \text{ A}$$

Autolämmitystolppien tehon lisäys 0,5 kW:n lohkolämmittimillä kasvattaa huippuvirran noin 599 ampeeriin. Varaus lohkolämmittimien lisäksi 1 kW:n sisätilanlämmittimille kasvattaa huippuvirran noin 634 ampeeriin ja varaus lohkolämmittimien lisäksi 2 kW:n sisätilanlämmittimille kasvattaa huippuvirran noin 668 ampeeriin.

Käytännössä kuitenkin kiinteistön muu kuorma on vähäistä, kun lämmitystolppien kuorma on suurimmillaan, joten liittymän uusiminen yli 600 A:n pääsulakkeille tulee optiona.

## 4 Kuormanhallinta

Kuormanhallinta tarkoittaa järjestelmän kuormien käyttämän tehon rajoittamista ennalta määritellyn maksimiarvon mukaan. Kuormanhallinnan tarkoituksena on parantaa järjestelmän tehokkuutta ja pienentää kustannuksia ehkäisemällä tarpeetonta ylivoimista kaapeloinnin ja sähköliittymän osalta, sekä suojata kuormaa syöttävää järjestelmää. Kuormanhallintaa käytetään siis järjestelmän ottamien huipputehojen pienentämiseen ja sen voi tehdä usealla eri tavalla. [6.]

### Staattinen kuormanhallinta

Yksi vaihtoehto kuormanhallintaan on asettaa latausaseman syötölle kiinteä maksimiteho, jonka lähestyessä järjestelmä pudottaa tasaisesti syöttötehoa laitteille. Uudisrakennuskohdeissa tämä voi olla helpompi tapa hallita suuritehoisten latauslaitteistojen tehon syöttöä, sillä se jättää tehovarausta tuleville muutoksille ja mahdollistaa myös toisen tavan kuormanhallintaan. [7.]

Huipputehon rajoittaminen kyseisellä tavalla kuitenkin jättää usein kiinteistön tehokapasiteettia käyttämättä, joten se ei ole optimoitu ratkaisu, vaikka siten voidaan taata tarkka latausteho tilanteesta ja kiinteistön muuttuvasta kuormasta riippumatta.

### Dynaaminen kuormanhallinta

Toinen tapa on huomioida kiinteistön muu kuorma ja säätää syöttötehoa käytettävissä olevan kapasiteetin mukaan. Tällöin esimerkiksi sähköliittymän kasvattamiselta voidaan välttyä, jos kiinteistössä on huipputehoista katsottuna vielä käytettävää kapasiteettia, mutta vaihtuvaa ja hetkittäistä kuormaa on paljon (esim. isot kiukaat).

Kiinteistön huomioiva dynaaminen kuormanhallinta siis mittaa koko kiinteistön tehoa ja laskee latauslaitteiden syöttötehoa tasapuolisesti vasta, kun kiinteistön tehonkulutus nousee lähelle todellista huipputehoa. [8.]

Saneerauskohteissa kustannusten rajoittamiseksi kiinteistön todellisen tehonkulutuksen huomioiva dynaaminen kuormanhallinta on suositeltavampi vaihtoehto, mikäli tehon kulutus vaihtelee tarpeeksi vaaditun lataustehon takaamiseksi.

## 5 Latauslaitteiden vertailu

Latauslaitteista löytyy laajasti variaatioita eri tarpeisiin ja budjetteihin. Halvin vaihtoehto sähköauton lataukseen on sähkömittarilla varustettu schuko-pistorasia, josta esimerkiksi talonmies käy lukemassa sähkönkulutuksen ja veloittaa autopaikan haltijaa kulutuksen mukaan. Yhden latauspistokkeen latauslaitteista löytyy tehoskaalaa 3,7 kW:sta aina 22 kW:iin asti ja tuplapistokkeisista laitteista tehoskaala vaihtelee 11 kW:sta 22 kW:iin.

Laitteiden ominaisuuksista löytyy variaatioita ohjauksen osalta, kuten mahdollisuus dynaamiseen kuormanohjaukseen ja laitteiden ketjutukseen. Lisäksi latauslaitteissa voi olla kiinteänä lisänä schuko-pistorasiat lämmitystä varten, ajastimia, yhteys pilveen ohjausta varten. Vaihtoehtoina on myös erilaisia tunnistautumiskeinoja, kuten mobiilisovellukset ja lähilukulaitteet. 27

### Latauslaitteet

Latauslaitteiden hintahaarukka on hyvin suuri. Tarjolla olevien latauslaitteiden hinnat vaihtelevat laajasti ominaisuuksista sekä tehosta riippuen. Tärkein kriteeri latauslaitteen valinnassa on käyttötarkoitus, -ympäristö ja hinta. Yksityiselle asiakkaalle pienen latauslaitteen hankinta ei välttämättä ole kovin kallis investointi, jos vaadittu latausteho on pieni ja kohteessa on valmiiksi tehovarausta laitteistoa varten. SLO:n sähkötukussa tarjolla olevien latauslaitteiden tukkuhintoja on esitetty liitteen 1 taulukossa 1 ja kuvaajissa 1-4.

### Piharasiat

Piharasiaan kuuluvat betonijalka, tolppa, johon saa asennettua halutessa kaksi lämmityksen syöttöä, sekä syöttölaitteet. Syöttölaitteiden hintaan vaikuttavat kuoren materiaali (muovi/aluumiini), ominaisuudet (ajastin: digi/analoginen, johdonsuoja: yhdistetty/erikseen, vikavirtasuojat: yhdistetty/erikseen yms. piirteet) ja valmistaja/myyjä.

Toisilta valmistajilta saa samoilla ominaisuuksilla halvempia ratkaisuja. Hinnan lisäksi myös esteettiset piirteet ja käyttöympäristö vaikuttavat asiakkaan valintoihin. Vaihtoehtoista löytyy myös ilkeältä kestäviä jyrkempiä piharasioita. Tarjolla olevien piharasioiden tukkuhintoja [9] on esitetty liitteen 2 taulukossa 1 ja kuvaajassa 1.

#### Yhdistelmälaitteet

Yhdistetyt lataus- ja lämmityslaitteet ovat kaikista esteettisimpiä ratkaisuja, mutta hinnaltaan todella arvokkaita verrattuna yksittäisten laitteiden kappalehintoihin. Tilan puutteen vuoksi voidaan joutua luopumaan vaihtoehdosta, jossa yksittäisistä laitteista kootaan laitteisto. Yhdistelmälaitteita saa eritasoisilla ohjauksilla, mutta integroitua järjestelmää on luonnollisesti helpompi ohjata, kuin kahta erillistä piiriä (lämmitys + lataus). Valmistajilta voi mahdollisesti saada räätälöityjä ohjauksen toteutuksia ottamalla yhteyttä.

## 6 Latauslaitteiden käyttö

Latauslaitteiden käyttöön liittyy velvoitteita palvelun tarjoajaa kohtaan. On voitava kohdentaa latauksesta koituvat kustannukset latauksen asiakkaalle. Tämä vaatii tunnistautumista laitteille julkisilla latauspisteillä, mutta esimerkiksi yksityisillä latauspaikoilla tunnistautumispakkoa ei ole. Latauslaite voi olla yhteydessä pilveen, tai latauslaitteeseen voi kuulua sähkömittari.

#### Tunnistautuminen

Julkisissa ja yksityisissä latauksissa käyttäjän tulee usein tunnistautua laitteelle latauksen valtuuttamiseksi. Tunnistautumisella varmistetaan, että lataus on tarkoituksenmukaista ja kulut laskutetaan oikealta henkilöltä. Lataustunniste voi olla mikä tahansa etäluettava tunnista. Sellaisen voi myös saada latauspalvelun tarjoajalta. Tunniste täytyy kuitenkin rekisteröidä käyttäjälle laskutuksen mahdollistamiseksi.

Tunnistautumisen vaativat latauslaitteet saa valtuutettua lataamaan RFID- tai NFC-kortilla tai -tagilla. Tunnistautuminen saattaa vaatia kirjautumista järjestelmän käyttäjäksi. Tunnistautuminen voi latauslaitteesta riippuen tapahtua myös mobiilisovelluksen kautta. [10.]

## Laskutus

Sähkön hintaan voi vaikuttaa myös latauslaitteiston ohjauksella, esimerkiksi asettamalla raja-arvoja, joiden sisällä lataus sallitaan, tai ajoittamalla lataus vähäisemmän kulutuksen ajoille. Laskutus voi tapahtua sähkön hetkittäisen markkina-arvon mukaan ja katteiden kanssa tai ilmaiseksi esimerkiksi pysäköinnin yhteydessä.

Latauksen voi latauspaikasta ja laitteistosta riippuen maksaa laitteistoon yhdistetyn mobiilisolun kautta, tunnisteella tai luottokortilla ilman rekisteröitymistä. Latauslaitteen omistaja määrittää viime kädessä hinnan lataukselle, ja yksityisissä kotitalouksissa sähkön hinta lisätään kuukausittaiseen laskutukseen ja hinta muodostuu voimassa olevan sähkösopimuksen mukaan. [10.]

Laitteiden, joiden sähkönkulutusta seurataan sähkömittarilla, laskutus hoidetaan tarkistamalla käytetyn sähkön määrä mittarista, talonmiehen tai vastaavan toimesta ja laskutus tapahtuu sovitusti esimerkiksi kolmen, kuuden tai kahdentoista kuukauden välein.

## 7 Latausjärjestelmän mitoitus

Oikein mitoitettuna latausjärjestelmä palvelee tarkoituksenmukaisesti ja säästytään turhilta kustannuksilta latauslaitteiston elinkaaren aikana. Mitoittaessa latausjärjestelmää on tärkeää ottaa huomioon tehotarpeen mahdolliset muuttujat, ympäristö ja lataukseen käytettävä kiinteistön tehokapasiteetti.

Sähköajoneuvon syöttöön tarkoitettu piiri (suojalaitteet, kaapelit ja pistokytkimet) mitoitetaan siten, että se kestää sähköajoneuvon pitkäaikaista lataamista täydellä kuormituksella myös lämpimänä vuodenaikana. Mitoituksen pitää perustua vähintään 30 °C ilman ja 20 °C maan lämpötilaan. [4, s. 4]

### 7.1 Latauslaitteiston tehon tarve

Latauslaitteita löytyy monille teholuokille (3.7 kW, 4.6 kW, 7.4 kW, 11 kW, 22 kW) ja yksittäisellä tuplasyötöllä. Laitteen asennuspaikka voi määrittää tehon tarpeen ja rajoituksia mm. laitteen ulkomitoille ja asennustavalle.

Sähköajoneuvojen lataustavaksi suositellaan peruslatausta (lataustapa 3).

Sähköajoneuvossa olevaa laturia syötetään vaihtosähköllä ajoneuvoon kuuluvalla latausjohdolla erityisestä, standardin SFS-EN 62196-2 mukaisesta, tyyppin 2 sähköautopistorasiasta.

Latausvirta voi olla maksimissaan 63 A ja sillä saavutetaan maksimissaan 43 kW latausteho. Käytössä olevasta sähkötehosta riippuen pistorasiaa voidaan käyttää myös pienemmillä virroilla. Ajoneuvopistokkeella varustettu latausjohto voi olla myös latausaseman osa. [4, s. 1.]

Tuplasyöttö vähentää laitteiden kappalemäärää, parantaa esteettisyyttä ja helpottaa asennus- ja kaapelitöitä, vaikka vaatiikin suuremman syöttökaapelin. Pienempi syöttökaapeleiden määrä pienentää myös tehokapasiteettia rajoittavia kertoimia suurilla latauslaitemäärillä merkittävästi. Lisäksi ohjaus tapahtuu yhdellä datakaapelilla laitetta kohden, oli kyseessä sitten yksittäis- tai tuplalataus.

## 7.2 Kaapeleiden mitoitus

Kaapeleita mitoitettaessa tulee ottaa huomioon kaapeleiden asennustavat ja vaadittu tehon käyttökapasiteetti. Asennustavat, -reitti ja kaapeleiden lukumäärä sekä niiden etäisyys toisiinsa vaikuttavat käytettävissä olevan tehon kapasiteettiin ja siten suojalaitteiden valintaan.

Asennustavat vaikuttavat kaapeleiden jäähtymiseen, kuten -reititkin. Esimerkiksi eristeen läpimentäessä kuorman vaatiman virran aiheuttama lämpö ei pääse eristeen kohdalla poistumaan. Tämä rajoittaa kaapelin virransiirtokykyä lämmönkestävyyden aiheuttamien rajoitusten vuoksi. Ilmiö toistuu putki-, seinä, ja hyllyasennuksissa, mutta tikashyllyn rakenne sallii ilman liikkeen lähes esteettä, eikä sitä sen vuoksi lasketa vähentävän virransiirtokapasiteettia. Kaapeleiden lukumäärän kasvaessa kaapelit lämmittävät toisiaan ja kaapeleissa kulkevien virtojen aiheuttamat lämpenemiset summautuvat osittain keskenään.

Isommilla kaapeleilla siirtokapasiteetti on suurempi, mutta hinta ja asennuskustannukset ovat korkeammat ja ylimitoitusta tulisi välttää turhien kulujen vähentämiseksi. Myös kaapeleiden materiaali vaikuttaa olennaisesti kustannuksiin, koska kuparivoimakaapeli on kalliimpaa, kuin alumiinivoimakaapeli isommalla poikkipinta-alalla. Kaapelit valitaan budjetin, tarpeiden ja rajoitusten mukaan.

Latauslaitteissa on määritelty suurin sallittu syöttävän kaapelin poikkipinta-ala. Suuret laitemäärät ja/tai hankalat kaapelireitit voivat olla merkittävä rajoittava tekijä siirrettävälle virralle, joten kaapeleiden valinnassa tulee myös ottaa huomioon kokonaisuus. Latauslaitteiden syöttökaappi voidaan sijoittaa lähemmäs laitteita, jolloin joudutaan asentamaan isompi kaapeli käytettävältä lähdöltä ja kustannukset kasvavat. Kuitenkin jos syöttökaappiin jää tilaa uusille laitteille, on latauslaitteiden jälkiasennus helpompaa tulevaisuudessa, mikäli syöttävän kaapelin siirtokapasiteetti on riittävä.

### 7.3 Kuormitettavuuslaskelma

Kuormitettavuudet lasketaan kullekin kaapelivedolle erikseen SFS 6000-standardin mukaisesti käyttäen vaadittuja taulukoita. Latauslaitteiden syöttökaapeleiden kuormitettavuuslaskennassa otetaan huomioon nippuun asennettavien kaapeleiden lukumäärä ja asennustapa. [11, s. 248-274.]

Kohteessa kaapelit laitteistoille jaettiin tasaisesti autopaikkojen mukaan, kolmesta rakennuksesta keskimmäisen seinustalle asennettavalta syöttökaapilta, 50 mm<sup>2</sup>:n kaapeleilla ja asennettiin suoraan maahan neljän ja kolmen kaapelin ryhmissä vaaditun kuormitettavuuskapasiteetin takaamiseksi. Varmuuskertoimiksi tulee asennustavalla D ja neljällä kaapelilla 0,70. Ympäriöivän maan lämpötilaksi voidaan olettaa kesällä 25 °C ja varmuuskertoimeksi silloin 0,95.

Latauslaitteistoja syöttäviksi kaapeleiksi tulisi valita kaapelit, joiden kuormitettavuus on >24 A, pienimmän suositellun latausvirran (8 A/latauspaikka) varmistamiseksi. Kaapeliksi valittiin kuitenkin 4x50/15 AMCMK, eli latauslaitteistoja syöttävän kaapelin suurin sallittu koko halutun 2 x 22 kW:n lataustehon varmistamiseksi. Valitun kaapelin kuormitettavuus varmuuskertoimilla on 72,5 A.

Kohteessa latauslaitteita syöttävälle sähkökaapille tuotiin syöttö alumiinisella kaapelihyllyllä lähemmäs latauspaikkoja ja ulos syöttökaapille rakennuksen seinän läpi. Pääkeskukselta lähtevälle kaapelihyllylle oli valmiiksi asennettu viisi voimakapelia, joiden koot vaihtelivat 120 mm<sup>2</sup>:n ja 240 mm<sup>2</sup>:n välillä.

Kuormitettavuuteen vaikuttaa myös, millaiselle hyllylle ja miten kaapelit on asennettu. Kohteessa kaapelit on asennettu vierekkäin kiinni toisiinsa tikashyllylle, eli käytettiin asennustapaa

E, jonka varmuuskerroin kuudella kaapelilla on 0,79. Kaapelit viedään kellarissa, joten voidaan olettaa, ettei ympäristön lämpötila nouse kesällä yli 25 °C:n, jonka varmuuskerroin on 1,06.

Kohteen sähkölatauslaitteistojen syöttökaappia syöttäväksi kaapeliksi tulee valita kaapeli, jonka kuormitettavuus on varmuuskertoimilla laskettuna >112 A latauspaikkakohtaisen 8 A:n minimivirran takaamiseksi. Kaapelin kuormitettavuuden tulee siis minimilatausvirran vuoksi ylittää 134 A.

Keskusvalmistajalta selvitettiin syöttökeskukseen lisättävän lähdön mahdollisuus ja päädyttiin tilarajoitusten vuoksi lisäämään 00-sulakepohja, joka oli keskusvalmistajan mukaan suurin kohteeseen mahtuva lähtö. Kaapeliksi valitaan 4x120 AMCMK, eli suurin 00-sulakepohjaan mahtuva kaapeli. [12, s. 79] Nimellisvirta kyseisellä sulakepohjalla on 160 A, ja suurimman mahdollisen lataustehon saavuttamiseksi kullakin latauspaikalla tulee kaapelin kuormitettavuuden ylittää sulakepohjan nimellisvirran arvo. Sulakkeilla on lisäksi johtimen kuormitettavuuden minimiarvo, joka on gG-tyyppisellä sulakkeella 160 A:n nimellisvirralla 177 A. [11, s. 291.] Valitun kaapelin kuormitettavuus on 212 A ja varmuuskertoimilla laskettuna noin 178 A.

## 8 Latausinfra kannustimet

Puhtaan energian, päästöttömän liikenteen ja energiatehokkaan asumisen ollessa maailmanlaajuisesti tavoitteena ja Euroopassa vahvasti hallinnollisena päämääränä pyritään siirtymää helpottamaan taloudellisten tukien avulla ja nopeuttamaan säädösten määräämien pakotteiden kautta.

### 8.1 Hankintatuet

Työ- ja elinkeinoministeriö on 30.1.2017 päätöksellään DNro 609/526/2016 myöntänyt tukea sähköautojen julkisen latausinfrastruktuurin kehittämiseen osana hallituksen biotalous ja puhtaat ratkaisut -kärkihanketta. Hankkeen investointien takaraja 15.8.2019 on umpeutunut. [13.]

Sähköautojen latauslaitteiden rakennuttajat olivat voineet hakea tukea valtion varaamasta budjetista julkisen sähkölatausinfraan vahvistamiseen. Kohteen kaltaisia yksityispihojen latauslaitteita kyseinen tuki ei kuitenkaan koskenut, vaan ainoastaan julkiseen käyttöön tulleita latausasemia.

Hallitus on sittemmin budjetoanut julkisen latausinfraan rakentamistuen jatkamiseen ja korottamiseen 4 miljoonaa euroa vuosittain vuosille 2020–2021. [14.]

Avustusta sähköautojen latausinfraan rakentamiseen voi tällä hetkellä hakea ARA:lta.

”Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) vastaa keskeisesti valtion asuntopoliittian toimeenpanosta. ARA myöntää asumiseen ja rakentamiseen liittyviä avustuksia, tukia ja takauksia sekä ohjaa ja valvoo ARA-asuntokannan käyttöä. ARA on myös mukana asumisen kehittämiseen ja asuntomarkkinoiden asiantuntijuuteen liittyvissä hankkeissa ja tuottaa alan tietopalvelua.” [15.]

ARA myöntää avustusta asuinrakennuksen omistaville yhteisöille latauspisteiden edellyttämiin kiinteistöjen sähköjärjestelmiin kohdistuviin muutoksiin, joihin on varattu valtion talousarviossa yhteensä 1,5 miljoonan euron määrärahat. Tuki koskee kuitenkin vähintään viiden autopaikan latauksen hankintaa. [16.]

Kohdekiinteistön sähkölataus-hankkeelle on anottu taloudellista tukea ARA:lta ja se on myönnetty.

## 8.2 Velvoitteet

Euroopan parlamentin ja neuvoston rakennusten energiatehokkuusdirektiivin 2010/31/EU ja energiatehokkuusdirektiivin 2012/27/EU muuttaminen auttoi luomaan pohjaa latausinfraan rakentamiseen tulevaisuudessa. Tarkoituksena on edistää puhtaan ja hiilivapaan energian yleistymistä, sekä pienentää päästöjä kasvihuonekaasujen vähentämiseksi ja pyrkiä tulevaisuudessa ns. nollaenergiarakennusten luomiseen.

Velvoitteet eivät kuitenkaan astuneet välittömästi voimaan kaikissa EU maissa. Aikataulusta kerrotaan seuraavasti: ”Jäsenvaltioiden on saatettava tämän direktiivin noudattamisen edellyttämät lait, asetukset ja hallinnolliset määräykset voimaan viimeistään 10 päivänä maaliskuuta 2020. Niiden on viipymättä toimitettava nämä säännökset kirjallisina komissiolle.” [17, s. 89.]

Direktiivi velvoittaa toteuttamaan latausvalmiuden kaikkiin uusiin, muihin kuin asuinrakennuksiin ja laajamittaisten korjausten kohteena olevien, muiden kuin asuinrakennusten osalta, joissa on vähintään kymmenen autopaikkaa siten, että myöhemmässä vaiheessa on mahdollista asentaa latauspisteitä vähintään joka viidenteen pysäköintipaikkaan tilanteissa, jotka on direktiivissä (2018/844/EU) eritelty:

a) pysäköintialue sijaitsee rakennuksen sisäpuolella ja peruskorjaustoimenpiteet kattavat laajamittaisten korjausten osalta rakennuksen pysäköintialueen tai sähköinfrastruktuurin; tai

b) pysäköintialue sijaitsee fyysisesti rakennuksen yhteydessä ja peruskorjaustoimenpiteet kattavat laajamittaisten korjausten osalta pysäköintialueen tai pysäköintialueen sähköinfrastruktuurin. [14, s. 83.]

Direktiivi täsmentää myös asuinrakennusten osalta määräyksiä seuraavasti:

Uusien asuinrakennusten ja sellaisten laajamittaisen korjauksen kohteena olevien asuinrakennusten osalta, joissa on enemmän kuin kymmenen pysäköintipaikkaa, jäsenvaltioiden on varmistettava, että niihin asennetaan putkitus eli putket sähkökaapeleita varten, jotta jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmässä vaiheessa asentaa sähköajoneuvojen latauspisteitä, kun

a) pysäköintialue sijaitsee rakennuksen sisäpuolella ja peruskorjaustoimenpiteet kattavat laajamittaisten korjausten osalta rakennuksen pysäköintialueen tai sähköinfrastruktuurin; tai

b) pysäköintialue sijaitsee fyysisesti rakennuksen yhteydessä ja peruskorjaustoimenpiteet kattavat laajamittaisten korjausten osalta pysäköintialueen tai pysäköintialueen sähköinfrastruktuurin.

## 9 Kustannuslaskenta

Kohteen kustannusten laskennassa käytettiin laitteistojen osalta lähteissä mainittujen jälleenvyyjien ja valmistajien sivuja, joissa hinnat ovat alv. 0 %. Materiaaleille ja työn kustannuksille

laskettiin suuntaa antava arvio käyttäen tarjouslaskentaohjelmaa ECOM. Käytetyssä ohjelma-versiossa ei ollut kaikkia päivitettyjä tarjouksia ja tukkualennuksia, joten lasketut kustannukset eivät välttämättä vastaa todellisia kustannuksia, mutta ovat suuntaa-antavia.

## 9.1 Laitekoonpano

Laitteistojen kustannukset vaihtelevat paljon toteutusvaihtoehtojen mukaan. Hankittaessa erikseen lataus- ja lämmityslaitteet, kustannukset ovat huomattavasti pienemmät, kuin yhdistelmälaitteilla. Hankittaessa laitteet erikseen, voidaan lisäksi räätälöidä lämmityslaitteiden ominaisuudet paremmin. Yhdistelmälaitteissa lämmityksen ohjaus on mallista riippuen toteutettu latauksen kanssa.

Taulukossa 1 esitetty kokoonpano koostuu latauksen kestävästä piharasiasta ja tarvittavista asennustarvikkeista. Laitteiston haittapuolena on, että saatava latausteho on hyvin rajoittunut.

Taulukko 1. Laitteiston kokoonpano piharasiatalauksella.

Pike	2SS 2 AV 2 KWH	34 050 11	2 x schuko, joka kestää 10 A jatkuvaa virtaa, 2 x vikavirta-johdonsuoja yhdistelmä 30 mA tyyppi A, 2 x kWh mittari pulssilähdöllä	274,00 €
		34 050 80	Betonijalusta	27,10 €
		34 126 93	Pylväs Teräs	13,40 €
				314,50 €

Taulukossa 2 esitetty kokoonpano sisältää yksittäiset tyyppin 2 pistokkeella varustetut lataus-asetat ja kaksipaikkaisen piharasian.

Taulukko 2. Laitteiston kokoonpano yksittäisillä 22 kW:n latauspisteillä.

Garo	GLBDC-T222WO-A 32A, 22kW Type2	34 513 20	22 kW 3 x 32A / 400 V tyyppi 2, DC-tasavirtavaltava. Vikavirtasuojatyyppi A	870,00 €
	GLBDC-T222WO-A 32A, 22kW Type2	34 513 20	22 kW 3 x 32 A / 400 V tyyppi 2, DC-tasavirtavaltava. Vikavirtasuojatyyppi A	870,00 €
	ST-GHL-D	34 513 01	Latausaseman pylväs	396,00 €
	2T2AV	34 050 02	2 x schuko pistorasia + 2 x kello + 2 x 16 A johdonsuojakatkaisija + 1 x vikavirtasuojatyyppi A	185,00 €
		34 050 80	Betonijalusta	27,10 €
		34 126 93	Pylväs Teräs	13,40 €
				yht. 2 361,50 €

Taulukossa 3 esitetty kokoonpano sisältää kaksi tyyppiä 2 latauspistettä ja kaksipaikkaisen piirharasian

Taulukko 3. Laitteiston kokoonpano tuplasyöttöisillä 22 kW:n latauspisteillä.

Ensto	EVB200C	34 418 02	2 x 22 kW IP54 Tyyppi 2 Ethernet EV Manager	3 320,00 €
		34 418 11	EVB asennuspylväs	206,00 €
	2T2AV	34 050 02	2 x schuko pistorasia + 2 x kello + 2 x 16 A johdonsuojakatkaisija + 1 x vikavirtasuojatyyppi A	185,00 €
		34 050 80	Betonijalusta	27,10 €
		34 126 93	Pylväs Teräs	13,40 €
				yht. 3 751,50 €

Taulukossa 4 esitetty laite on yhdistelmälaite tuplasyöttöllä ja integroiduilla lämmityspistorasioilla.

Taulukko 4. Laitteiston kokoonpano tuplasyöttöisillä 22 kW:n yhdistelmälatkauksilla.

Satmatic	RST5311K2	34 085 54	2x22 kW 3x32 A Type2+1*16A Schuko	5 170,00 €
				yht. 5 170,00 €

## 9.2 Urakkalaskenta

Materiaali- ja työkustannusten isoimmat muuttujat ovat valitun latauslaitteen lisäksi syöttökaapelin materiaali ja syötön toteutustapa. Kaapelin materiaali on merkittävä muuttuja, johon saattaa vaikuttaa laitteiden syöttökaapelin rajoitukset. Alumiinikaapelin kustannukset ovat lähes ¼ kuparikaapelin kustannuksista, mutta saman kuormitettavuuden saamiseksi on valittava suurempi kaapeli.

Latauslaitteen syöttökaapelin kokorajoitus voi olla merkittävä tekijä useamman kaapelin kulkiessa vierekkäin samassa kaapeliojassa. Yksittäisen latauslaitteen tapauksessa kaapelin koko ei olennaisesti rajoita kaapelin materiaalin valinnanvapautta.

Syötön toteutuksen kustannukset riippuvat suurelta osin syöttökaappien määrästä. Kaappeja saatetaan joutua hankkimaan useampi, mikäli esimerkiksi tilan puute rajoittaa kaapin kokoa.

Urakkalaskennassa käytettiin ECOM-urakkalaskentaohjelmaa. Käytetyt hinnat ovat ovh:na ja laskettu tarjouslaskentaohjelman tukkuhintakirjastojen mukaan 7.11.2019. Liitteen 3 taulukoista 1 ja 2 löytyvät ECOM-ohjelmalla lasketut kustannukset töille ja materiaaleille postikohtaisesti eriteltynä kahdelle ojitusvaihtoehdolle.

Kustannuksiin sisältyy lisäksi kaapeliojien kaivuutyö ja kaivurivuokra, sekä kuljetus, joiden yhteenlasketut kustannukset ovat noin 1 500 €. Palautettavista kaapelikeloista on mahdollista saada hyvitystä. [18.]

### Latauslaitteiden ohjaus

Ohjauskaapelit tuotiin keskukselta kaapelihyllyllä, johon asennettiin pohjalevy suojaamaan kaapeleita. Keskimmäisen rakennuksen läpiviennin kautta ohjauskaapelit tuotiin latausasemien syöttöjen kaapeliojiin ja putkissa latausasemille.

Taulukossa 5 on eriteltynä ohjauskaapeleiden kustannukset työ- ja tuotekohtaisesti. Kaapeleiden metrikohtainen hinta laskettuna asennustapakohtaisesti, ojitus tehtynä kahdelle kaapeliryhmälle. Kaapelihyllylle asennettavan pohjalevyn kustannukset asennuksineen on lisäksi eritelty kohteita varten, joissa pohjalevyt ovat valmiina.

Taulukko 5. Ohjauskaapeleiden kustannukset; ojitus kahdelle kaapeliryhmälle.

<u>Työt</u>	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä	
Kytkentä max 1,0 mm <sup>2</sup> johdot	126	0,39 €	49,14 €	
Putken ulkohalkaisija max 21 mm Uppo, alaslasketut katot (O)	252	0,96 €	241,92 €	
Johdinpoikkipinta max 2,5 mm <sup>2</sup> Putkeen, putketon, ontelo, kanava (JM)	252	0,63 €	158,76 €	
Johdinpoikkipinta max 2,5 mm <sup>2</sup> kiinnitettynä johtoteille (J)	420	0,51 €	214,20 €	
Pohjalevyn asenn. Hyll. Alk. 2 m kohden	<b>40</b>	1,32 €	52,80 €	
Valm. Johtimen/johdon tunnuks. asett.	14	0,66 €	9,24 €	
<b>Kaapeli kulkee kaapelihyllyllä 40 m.</b>			726,06 €	
<u>Tuotteet</u>	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä	
Tietoverkkokaapeli-CAT6 DRAKA SUPERCAT 6 U/UTP	672	2,58 €	1 733,76 €	
Asennusputki muovi ELLI ELLI-JM 20 TOPSPEED PIPE	252	0,84 €	211,68 €	
Jatkomuhvi muovi MULTIFIX RJM20 HF SCHNEIDER ELECT	100,8	0,34 €	34,27 €	
Pohjalevy tikashylly POL-300 L=3000 PG MEKA	<b>40</b>	17,30 €	692,00 €	
Kaapelimerkki KMK PHOENIX CONTACT	14	0,73 €	10,22 €	
Merkintäliuska ESL 29X 8 PHOENIX CONTACT	0,084	8,20 €	0,69 €	
			2 682,62 €	
		metrit	kpl	ilman as.
	hinta/m/kaapeli	60	7	3,73 €
		metrit	Hinta/m as. J	
	hinta/m/kaapeli+J	<b>40</b>	<b>7,88 €</b>	
	hinta/m/kaapeli+J+pohjalevy		<b>26,50 €</b>	
		metrit	Hinta/m as. O+JM	
	hinta/m/kaapeli+O+JM	252	5,42 €	

Taulukossa 6 on eritelty ohjauskaapeleiden kustannukset työ- ja tuotekohtaisesti. Kaapeleiden metrikohtainen hinta laskettuna asennustapakohtaisesti, ojitus tehtynä neljälle kaapeliryhmälle. Kaapeleiden metrikohtainen hinta laskettuna asennustapakohtaisesti, ojitus tehtynä neljälle kaapeliryhmälle. Neljällä ojituksella vaadittu kaapelimäärä kasvaa kahteen verrattuna, mutta kustannuksissa ei näy merkittävää muutosta.

Taulukko 6. Ohjauskaapeleiden kustannukset; ojitus neljälle kaapeliryhmälle.

<u>Työt</u>	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä		
Kytkentä max 1,0 mm <sup>2</sup> johdot	126	0,39 €	49,14 €		
Putken ulkohalkaisija max 21 mm Uppo, alasasketut katot (O)	268	0,96 €	257,28 €		
Johdinpoikkipinta max 2,5 mm <sup>2</sup> Putkeen, putketon, ontelo, kanava (JM)	268	0,63 €	168,84 €		
Johdinpoikkipinta max 2,5 mm <sup>2</sup> kiinnitettynä johtoteille (J)	420	0,51 €	214,20 €		
Pohjalevyn asenn. Hyll. Alk. 2 m kohden	<b>40</b>	1,32 €	52,80 €		
Valm. Johtimen/johdon tunnuks. asett.	14	0,66 €	9,24 €		
<b>Kaapeli kulkee kaapelihyllyllä 40 m.</b>			751,50 €		
<u>Tuotteet</u>	Määrä	Yks. hinta	Yhteensä		
Tietoverkkokaapeli-CAT6 DRAKA SUPERCAT 6 U/UTP	688	2,58 €	1 775,04 €		
Asennusputki muovi ELLI ELLI-JM 20 TOPSPEED PIPE	268	0,84 €	225,12 €		
Jatkomuhvi muovi MULTIFIX RJM20 HF SCHNEIDER ELECT	107,2	0,34 €	36,45 €		
Pohjalevy tikashylly POL-300 L=3000 PG MEKA	<b>40</b>	17,30 €	692,00 €		
Kaapelimerkki KMK PHOENIX CONTACT	14	0,73 €	10,22 €		
Merkintäliuska ESL 29X 8 PHOENIX CONTACT	0,084	8,20 €	0,69 €		
			2 739,52 €		
		metrit	kpl	As. J	
		hinta/m/kaapeli+J	60	7	15,49 €
		metrit	Hinta/m as. O+JM		
		hinta/m/kaapeli+O+JM	268	5,40 €	

## Latauslaitteiden syöttö

Latauslaitteiden syöttökaapelit kaivettiin kaapeliojiin suojakouruissa ja vietiin syöttökaapilta latausasemille varoitusnauhalla merkittynä. Maahan asennetun kaapelin metrimäärä on kokonaismetrimäärän ja suojakouruun asennetun, varoitusnauhalla merkityn metrimäärän erotus. Kaapelit asennetaan samaan suojakouruun ja merkitään samalla varoitusnauhalla.

Taulukossa 7 on eritelty syöttökaapeleiden kustannukset työ- ja tuotekohtaisesti. Kaapeleiden metrikohtainen hinta on laskettuna asennustavoilla, ojitus tehtynä kahdelle kaapeliryhmälle.

Taulukko 7. Latauslaitteiden syötöt; ojitus kahdelle kaapeliryhmälle.

<u>Työt</u>	<b>Määrä</b>	<b>Yks. hinta</b>	<b>Yhteensä</b>
KytKentä max 70 mm <sup>2</sup> johdot	14	3,98 €	55,72 €
Johdinpoikkipinta max 70 mm <sup>2</sup> maahan (M)	252	0,88 €	221,76 €
MCMK-johdonpään kytKentäkuntoon valmist.	14	3,60 €	50,40 €
Maakaap. Tunnusnauhan asentaminen (N)	84	0,16 €	13,44 €
Muov. Suojakourun asentaminen (SK)	84	0,35 €	29,40 €
			370,72 €
<u>Tuotteet</u>	<b>Määrä</b>	<b>Yks. hinta</b>	<b>Yhteensä</b>
Alumiinivoimakaapeli HF AMCMK HF 1 KV 4X50/15	252	9,71 €	2 446,92 €
Suojakouru XYS-1090 75X3000 KELTAINEN PIP	84	1,68 €	141,12 €
Varoitusnauha sähkök.varoitusnauha 0,05X65MM	84	0,09 €	7,18 €
			2 595,22 €
	metrit	M+N+SK	M
	hintam/kaapeli	84	13,05 €
			10,68 €

Taulukossa 8 on eritelty latauslaitteiden syöttöjen kustannukset työ- ja tuotekohtaisesti. Kaapeleiden metrikohtainen hinta on laskettuna asennustavoilla, kaapeliojitus tehtynä neljälle kaapeliryhmälle. Tämä kasvattaa kustannuksia jo selvästi, mutta pienentää siirtokapasiteettia rajoittavia korjauskertoimia.

Taulukko 8. Latauslaitteiden syötöt; ojitus neljälle kaapeliryhmälle.

<u>Työt</u>	<b>Määrä</b>	<b>Yks. hinta</b>	<b>Yhteensä</b>
KytKentä max 70 mm <sup>2</sup> johdot	14	3,98 €	55,72 €
Johdinpoikkipinta max 70 mm <sup>2</sup> maahan (M)	268	0,88 €	235,84 €
MCMK-johdonpään kytKentäkuntoon valmist.	14	3,60 €	50,40 €
Maakaap. Tunnusnauhan asentaminen (N)	164	0,16 €	26,24 €
Muov. Suojakourun asentaminen (SK)	164	0,35 €	57,40 €
			425,60 €
<u>Tuotteet</u>	<b>Määrä</b>	<b>Yks. hinta</b>	<b>Yhteensä</b>
Alumiinivoimakaapeli HF AMCMK HF 1 KV 4X50/15	268	9,71 €	2 602,28 €
Suojakouru XYS-1090 75X3000 KELTAINEN PIP	164	1,68 €	275,52 €
Varoitusnauha sähkök.varoitusnauha 0,05X65MM	164	0,09 €	14,02 €
			2 891,82 €
	metrit	M+N+SK	M
	hintam/kaapeli	164	12,96 €
			10,74 €

## Latausjärjestelmän syöttö

Latausjärjestelmän syöttökaapeli tuotiin pääkeskukselta 00-sulakepohjalta oikaistuna kaapelihyllylle ja keskimmäisen talon seinän läpi syöttökaappiin.

Taulukossa 9 on eritelty latausjärjestelmän syötön kustannukset työ- ja tuotekohtaisesti. Kaapelin metrikohtainen hinta on laskettuna asennustavalla. Kuten taulukosta 9 huomataan, merkittävä osa kustannuksista tulee kaapelista. Tästä syystä valittu kaapeli on alumiinista.

Taulukko 9. Latausjärjestelmän syöttö.

<u>Työt</u>	<b>Määrä</b>	<b>Yks. hinta</b>	<b>Yhteensä</b>
KytKentä max 120 mm <sup>2</sup> johdot	2	4,89 €	9,78 €
Suoja- tai läpivientiputkilisä, siirtymäkapl	1	1,59 €	1,59 €
Johdinpoikkipinta max 120 mm <sup>2</sup> oikaistuna johtotielle (OJ)	60	1,67 €	100,20 €
Keskuksen, laitteen, tai kojeen täyd. Asennus	2	0,53 €	1,06 €
Tunnuksen valmistaminen	2	0,66 €	1,32 €
			113,95 €
<u>Tuotteet</u>	<b>Määrä</b>	<b>Yks. hinta</b>	<b>Yhteensä</b>
Alumiinivoimakaapeli REKO AMCMK 4X120/41 F4B	60	22,80 €	1 368,00 €
Johdinside JS 300X4,8 LUONV (500/PSS) SOR	12	0,12 €	1,39 €
Kahvavarokealusta 3-NAP. 160A DIN 00 ABB PJ-KOJE	1	74,00 €	74,00 €
			1 443,39 €
		metrit	OJ
	hinta/m	60	25,96 €

Latausjärjestelmän syötön kustannuksiin sisältyy lisäksi keskimmäisen talon seinälle asennettava keskus (hinta-arvio 2 500,00 €) ja 00-sulakepohjan asennus olemassa olevaan keskukseseen (hinta-arvio 600,00 €), jolloin syötön töiden yhteenlaskettu hinta nousee 713,95 euroon ja tuotteiden yhteenlaskettu hinta nousee 3 943,39 euroon.

## Kokonaiskustannukset

Taulukossa 10 on esitetty latausjärjestelmän kustannukset osiin eriteltynä. Osien kustannuksiin on sisällytetty aiemmin mainittuja lisäkustannuksia (kaivurivuokra ja kuljetus, kaivuutyöt, lisäkeskus ja 00-sulakepohjan asennus). Latauslaitteiden kustannukset on laskettu tukkurin hinnoilla (ovh.), ja niihin on lisätty optio (hinta 1 500 €/latauslaite) dynaamisen kuormanhallinnan mahdollistamiseksi

Taulukko 10. Latausjärjestelmän toteutuskustannukset.

	<b>Työt yht.</b>	<b>Tuotteet yht.</b>	<b>Järj. osien kust.</b>
CAT6	726,06 €	2 682,62 €	3 408,68 €
AMCMK 4x50	713,95 €	3 943,39 €	4 657,34 €
AMCMK 4x120	1 870,72 €	2 595,22 €	4 465,94 €
Latauslaitteet (ovh.)		45 640,00 €	45 640,00 €
		<u>Toteutus yht.</u>	58 171,96 €

Taulukossa 11 on esitetty hinta latauspistettä kohden toteutetuilla ratkaisulla.

Taulukko 11. Latauspistekohtaiset kustannukset.

Latauspisteitä kpl	14
Kokonaishinta	58 171,96 €
Hinta/latauspiste	4 155,14 €

## 10 Toteutetut ratkaisut

Kohdekiinteistöön valitaan 2 x 22 kW:n latauslaitteet (kuva 4.), joissa on kiinteinä lämmityspistorasiat ja käyttö tapahtuu mobiilisovelluksella. Latauslaitteet tulevat asukasparkkipaikalle, eikä vaadittua lataustehoa siis voida autopaikkakohtaisesti määrittää ja 22 kW:n latausteho mahdollistaa kaikenkokoisten henkilö sähköautojen latauksen, joten se on kohteeseen sopivin. Latauspisteet toteutetaan 14 autopaikalle kustannusten hillitsemiseksi.

 <p>Kuva 1/1</p>	Sähkönumero	34 085 36
	Yleisnimi ja tuotesarja	Latausasema Alumiinirasiat
	Tekninen nimi	8MMO15311
	Pitkä tuotenimi	Latausasema 2*22kW (3*32A Type2+1*16A Schuko), ei optioita
	GTIN-koodi	6410034085364
	Toimittajan tuotekoodi	8MMO15311
	Toimittajan tuotekoodi 2	
	Toimittaja / Tuotemerkki	Satmatic Oy / Satmatic
	Tuoteryhmä	34 Keskukset ja keskuksien osat >=IP34 sekä kotelot ja osat >=IP20
	ETIM-luokka	

Kuva 4. Kohteeseen valittu latausasema.

Valitun yhdistelmä latauslaitteen suurin sallittu syöttökaapelin poikkipinta-ala on 50 mm<sup>2</sup>. Laitteiden syöttökaapeliksi valittiin alumiininen 4x50/16 AMCMK, latauksen syöttökaappiin alumiininen 4x120/41 AMCMK ja ohjauskaapeliksi valittiin SuperCAT6. Alumiinisiin kaapeleihin päädyttiin kustannussyistä, sillä samankokoiset kuparikaapelit olisivat olleen huomattavasti kalliimpia ja alumiinikaapeleiden ominaisuudet ovat kohteeseen riittävät.

Koko kiinteistön huomioon ottava laitteiden dynaaminen kuormanohjaus vaikutti olevan osalle laitevalmistajista ongelma. Sähkölataus on vielä melko uusi ala, eikä laitteita ole vielä ehditty optimoimaan kaikkiin mahdollisiin käytön variaatioihin.

Kohteeseen valitussa laitteessa ei ollut virallista optiota dynaamiseen kuormanohjaukseen, mutta kyseinen ominaisuus oli suunniteltu ja koekäytössä, joten saimme sen mukaan osaksi tilausta. Toinen vaihtoehto olisi ollut ulkoistaa pelkän ohjauksen toteutus, sillä tekniikka on yleistä ja hinnaltaan kohtuullista.

Pääkeskuksen sisältämän talon kellarissa sijaitsevaan syöttöpääkeskukseen asennetaan 00-sulakepohja, johon asennettava voimakaapeli 4x120/41 AMCMK vedetään oikaistuna kiinteistössä olevalle alumiiniselle tikashyllylle kyseisestä rakennuksesta keskimmäiseen rakennukseen ja läpiviennin kautta syöttökaappiin. Latauslaitteiden syötöt kaivetaan maahan autopaikat kiertäen syöttökaapilta laitteille neljän ja kolmen kaapelin ryhminä suojakourulla suojattuna, varoitusnauhalla merkittynä.

Ainoastaan toiselle talojen väliselle pihalle tulee latauslaitteita, jotka sijoitetaan koillisten päätyjen suuntaisesti siten, että neljä latauslaitetta tulee keskimmäisen talon päädyn linjaan ja kolme viimeisen talon päädyn linjaan.

Syöttötehon ohjaus tapahtuu kiinteistön huomioonottavan dynaamisen kuormanhallinnan avulla, joka on yhdistetty jokaiseen latauslaitteeseen ja kokonaisteho luetaan syöttömuuntajan lähdöstä. Ohjaus toteutettiin tähtikytkennällä syöttökeskukselta latauslaitteille.

Ensimmäisen rakennuksen kellarissa ohjauskaapelit kulkevat syöttökeskukselta kaapelihyllylle ja keskimmäiseen rakennukseen, jonne tehtiin seinään läpivienti latauslaitteiden syöttökaapin syötölle ja ohjauskaapeleille. Ohjauskaapelit vedettiin latauslaitteiden syöttöjen kanssa kaapeliojia pitkin laitteille.

## 11 Yhteenveto

Insinööriyössä suunniteltiin parhaiten kohdekiinteistön käytössä olevan tehokapasiteetin hyödyntävä 14 autopaikan sähkölatausjärjestelmä vertailemalla erilaisia järjestelmän toteutusvaihtoehtoja. Mitoitettaessa käytettiin lähteiden mukaisia viitearvoja, kohdetietoja ja kohteen sähkösuunnitelmaa, ja standardien mukaisia kaavoja järjestelmän riittävyyden ja turvallisuuden varmistamiseksi. Sähkösuunnitelman laskennalliset arvot tarkastettiin työn ohessa.

Työssä kartoitettiin erilaisten latauslaitteiden sekä piharasioiden tarjontaa ja hinnoittelua SLO-tukusta. Laitteistojen hyötyjä, haittoja ja mahdollisia rajoitteita käytiin läpi. Lisäksi selvitettiin latausjärjestelmien rakennuttamiseen liittyviä velvoitteita ja kannustimia, kuten jälkimmäiseen kuuluva ARA:n hankintatuki, joka kohteelle oli myönnetty. Myös latauspalveluun liittyviä vaatimuksia ja laitteiden käyttöön ja käytön laskutukseen liittyviä vaihtoehtoja tuotiin esiin.

Sähkölatausjärjestelmän syötön mitoitus tehtiin standardin SFS 6000 mukaisesti ympäristön ja asennusten vaikutukset huomioon ottaen. Kustannuslaskenta tehtiin töiden ja materiaalien osalta ECOM-ohjelmalla ja toteutusvaihtoehtojen kustannukset taulukoitiin hintavertailun helpottamiseksi.

Suunnitellusta 24 latauspaikasta lopullinen 14 latauspaikan toteutus valikoitui käytettävissä olevan budjetin mukaan. Syöttöjärjestelmäksi koostui keskimmäisen rakennuksen seinälle asennettu syöttökaappi ja seitsemän tuplasyöttöistä 22 kW:n latausasemaa, joissa on kiinteänä kaksi schuko-pistorasiaa lämmitystä varten ja joita ohjataan kiinteistön kokonaistehon huomioivalla dynaamisella kuormanohjauksella. Latauslaitteiden ohjauskaapeleiksi valittiin Super CAT6, latauslaitteiden syöttökaapeleiksi valittiin alumiiniset AMCMK 4x50 mm<sup>2</sup>-kaapelit ja järjestelmää syöttäväksi voimakaapeleiksi valittiin alumiininen AMCMK 4x120 mm<sup>2</sup>.

Insinööriyön esiin tuomat haasteet olivat mielenkiintoisia ja ajatuksia herättäviä. Käytännön ja konkretian näkökulmasta lähestyminen oli opettavaista. Käytännön toteutuksen vaatimuksilla vaihtoehtojen ja niiden kannattavuuksien vertailu tarjoaa tulevaisuudessa apua vastaaviin hankkeisiin sekä auttaa rajaamaan tarpeiden vaatimia ja puitteiden mahdollistamia toteutuksia.

## Lähteet

- 1 SESKO ry. 2019. ST-käsikirja 41 sähköautot ja latausjärjestelmät. <severi-sahkoinfo-fi.ezproxy.metropolia.fi/item/7385?search=Sahkoautot%20ja%20latausjarjestelmat>. päivitetty 12.4.2019. luettu 28.9.2019.
- 2 Tekniikan maailma 2018. suomalainen autoilija ajaa keskimäärin 52 km vuorokaudessa – näin paljon aikaa suomalaiset käyttävät liikenteessä. <www.tekniikanmaailma.fi/suomalainen-autoilija-ajaa-keskimaarin-52-km-vuorokaudessa-nain-paljon-aikaa-suomalaiset-kayttavat-liikenteessa/>. päivitetty 2018. luettu 6.10.2019.
- 3 Eleanna. 2019. EV charge +. EV charging cables types for electric vehicels users. <evchargeplus.com/fi/sahkoauton-latauskaapeli-tyypit/>. päivitetty 17.4.2019. luettu 28.9.2019.
- 4 SESKO ry. 2019. SESKO ry – sähköteknisen alan kansallinen standardointijärjestö. sähköajoneuvojen lataussuositus. 2019. <www.sesko.fi/files/1098/Lataussuositus\_2019\_2019-05-27.pdf>. päivitetty 27.5.2019. luettu 29.9.2019.
- 5 Sähkötieto ry. 2018. st 13.31 rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen. 2018. <severi-sahkoinfo-fi.ezproxy.metropolia.fi/item/420?search=13.31>. päivitetty 7.9.2018. luettu 28.9.2019.
- 6 Teknologiateollisuus. 2018. kuormanhallinta tuo älyä sähköautojen lataukseen. <https://Emobility.teknologiateollisuus.fi/kuormanhallinta-tuo-alya-sahkoautojen-lataukseen>. päivitetty.20.02.2018. luettu 25.11.2019.
- 7 Aarni falkman. 2018. kuormanhallinnan toteutus sähköautojen älykkäissä latausjärjestelmissä <https://Lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/158518/Diplomity%C3%B6%20Aarni%20Falkman.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. päivitetty 2018. luettu 25.11.2019.
- 8 Virta. 2018. dynaaminen kuormanhallinta <https://Www.virta.global/fi/blogi/dynaaminen-kuormanhallinta-ja-s%C3%A4hk%C3%B6auton-lataus>. päivitetty 9.4.2018. luettu 25.11.2019.
- 9 SLO verkkokauppa. <verkkokauppa.slo.fi/fi/tuoteluettelo?p=1>. luettu 7.11.2019.
- 10 Helen oy. < https://Www.helen.fi/sahko/taloyhtiot/sahkoautojen-lataus#miten-lataus-maksetaan-tai-laskutetaan->. luettu 26.11.2019.
- 11 SESKO ry. SFS-käsikirja 600-1-1 pienjännitesähköasennukset. osa 1-1: Yleisvaatimukset (SFS 6000 osat 1-6). helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS ry; 2017:246-274, 291.
- 12 ABB oy. 2019. fuse bases OFAZ and OFAX - baseline - brochure 19-01. <search-ext.abb.com/library/download.aspx?DocumentID=1SCC316001K0201&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>. päivitetty 2019. luettu 22.9.2019.
- 13 Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016. yritysten investointituki sähköautojen julkisille latauspisteille. <www.lataustuki.fi/>. päivitetty 2017. luettu 21.10.2019.
- 14 Valtioneuvoston kanslia. hallituksen budjetilla rakennetaan sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävää suomea. <vnk.fi/artikkeli/-/asset\_publisher/hallituksen-budjetilla-rakennetaan-sosiaalisesti-taloudellisesti-ja-ekologisesti-kestavaa-suomea>. luettu 28.9.2019.

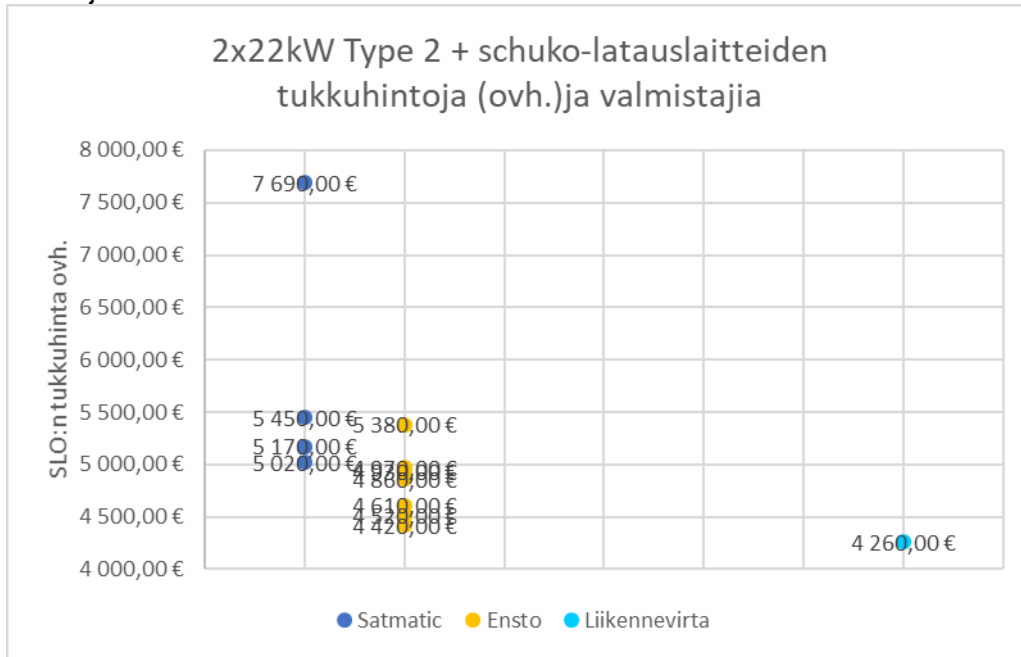
- 15 Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA). <[www.suomi.fi/organisaatio/asumisen-rahoitus-ja-kehittamiskeskus-ara/465dec0e-d173-4b66-b38c-5b2db608f94d](http://www.suomi.fi/organisaatio/asumisen-rahoitus-ja-kehittamiskeskus-ara/465dec0e-d173-4b66-b38c-5b2db608f94d)>.
- 16 Avustus sähköautojen latausinfraan rakentamiseen. <[www.ara.fi/latausinfra-avustus.html](http://www.ara.fi/latausinfra-avustus.html)> päivitetty 2018. luettu 21.9.2019.
- 17 Euroopan unioni. 2007. euroopan unionin virallinen lehti L 136, 29.05.2007. euroopan unionin virallinen lehti. L. lainsäädäntö. 2007. <[bookshop.europa.eu/uri?target=EUB:NO-TICE:FXAL07136:FI:HTML](http://bookshop.europa.eu/uri?target=EUB:NO-TICE:FXAL07136:FI:HTML)>.
- 18 Kelojen panttihinnot. reka kaapeli oy <[www.reka.fi/kelapalautus/kelojen-panttihinnot](http://www.reka.fi/kelapalautus/kelojen-panttihinnot)>. luettu 10.10.2019.

## Latauslaitteiden tukkuhintoja

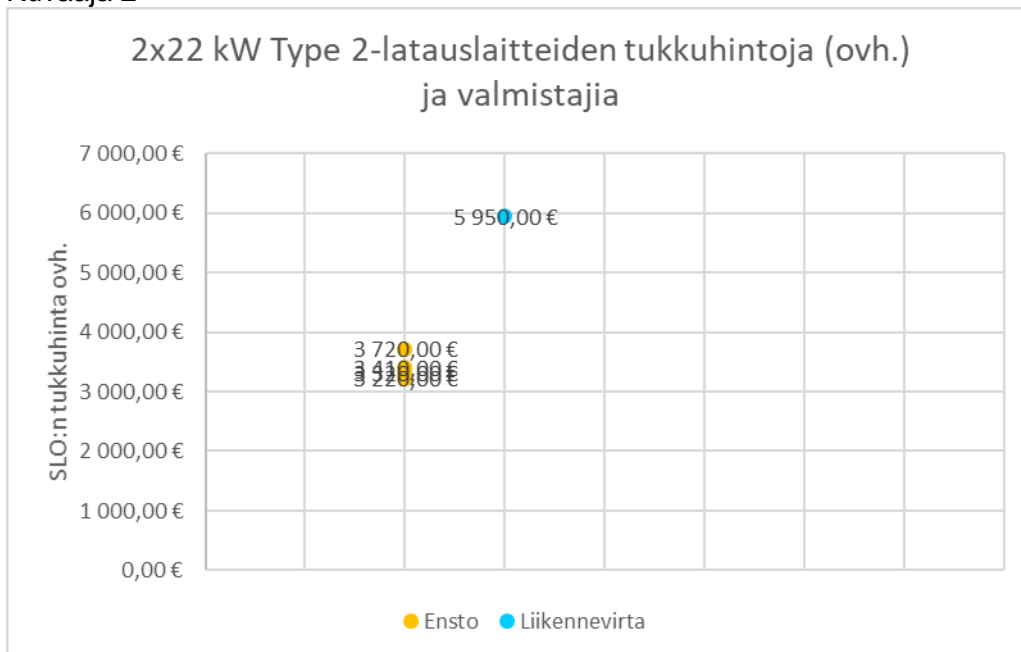
Taulukko 1

Satmatic	8MM0466, lataus-	34 085 25		2*16A/30mA JS VV YHD.+1*DIG	356,00 €
Satmatic	8MM0467LATAUS	34 085 26		2*16A/30mA JS VV YHD+2*KWI	356,00 €
Satmatic	8MM04101L	34 085 27	3.6 kW	13A/250VAC, Type2 pistorasia.	1 400,00 €
Satmatic	8MM04102L	34 085 28	3.6 kW	13A/250VAC, Type2 pistorasia,	1 860,00 €
Satmatic	8MM015303	34 085 31	22 kW	3x32 A Type2+1*16A Schuko	3 850,00 €
Satmatic	8MM015313	34 085 32	2x22 kW	3x32 A Type2+1*16A Schuko	5 450,00 €
Satmatic	8MM03102K2	34 085 34	3.6 kW	kiinteä kaapeli Type2	1 920,00 €
Satmatic	8MM015301	34 085 35	22 kW	3x32 A Type2+1*16A Schuko	3 420,00 €
Satmatic	8MM015311	34 085 36	2x22 kW	3x32 A Type2+1*16A Schuko	5 020,00 €
Satmatic	8MM03101K2	34 085 38	3.6 kW	Type2 kiinteä kaapeli + KWH	1 490,00 €
Satmatic	8MM03301K2	34 085 42	11 kW	KIINTEÄ KAAPELI TYPE1+KWH	2 320,00 €
Satmatic	8MM03105K2	34 085 46	3.6 kW	KIINTEÄ KAAPELI TYPE2+KWH+	1 870,00 €
Satmatic	8MM015315	34 085 50	2x22 kW	3x32 A TYPE2 + OCPP1.6	7 690,00 €
Satmatic	RST5301	34 085 51	22 kW	3x32 A Type2+1*16A Schuko	3 200,00 €
Satmatic	RST5301K2	34 085 52	22 kW	3x32 A Type2+1*16A Schuko	3 670,00 €
Satmatic	RST5311K2	34 085 54	2x22 kW	3x32 A Type2+1*16A Schuko	5 170,00 €
Ensto	EVB200-BS	34 418 00	2x22 kW	IP54 Type2 Ethernet	3 220,00 €
Ensto	EVB200-BSA	34 418 01	2x22 kW	IP54 Type2 3G	3 410,00 €
Ensto	EVB200C	34 418 02	2x22 kW	IP54 Type2 Ethernet EV Manag	3 320,00 €
Ensto	EVB200C-A	34 418 03	2x22 kW	IP54 Type2 3G EV Manager	3 720,00 €
Ensto	EVF200C	34 418 04	2x22 kW	IP54 Type2 Ethernet EV Manag	4 520,00 €
Ensto	EVF200C-A	34 418 05	2x22 kW	IP54 Type2 3G EV Manager (2*1	4 930,00 €
Ensto	EVF200C-AC	34 418 06	2x22 kW	IP54 Type2 MID 3G EV Manager	5 380,00 €
Ensto	EVF200C-C	34 418 07	2x22 kW	IP54 Type2 MID Ethernet (2*16	4 970,00 €
Ensto	EVF200W-BS	34 418 08	2x22 kW	IP54 Type2 Ethernet (2*16A Sch	4 420,00 €
Ensto	EVF200W-BSA	34 418 09	2x22 kW	IP54 Type2 3G (2*16A Schuko o	4 610,00 €
Ensto	EVF200W-BSC	34 418 10	2x22 kW	IP54 Type2 MID Ethernet (2*16	4 860,00 €
Ensto	EVH020.02H	34 403 40	3.7 kW	1x16A IP44 Type2	599,00 €
Ensto	EVH050.02H	34 403 49	11 kW	3x16A IP44 Type2	648,00 €
ABB	EVLunic-B+-W22-	34 135 01	22 kW	Seinäasennettava latausasema.	1 100,00 €
ABB	EVLunic-B+-W22-	34 135 02	22 kW	Seinäasennettava latausasema.	1 310,00 €
ABB	EVLunic-B+-W22-	34 135 03	22 kW	Seinäasennettava latausasema.	1 220,00 €
ABB	EVLunic-Pro-S-W2	34 135 07	22 kW	Seinäasennettava latausasema.	1 650,00 €
ABB	EVLunic-Pro-M-W	34 135 09	22 kW	Seinäasennettava latausasema.	2 120,00 €
ABB	EVLunic-B-W4.6-T	34 135 19	4.6 kW	wallbox type 2 AC	845,00 €
ABB	EVLunic-Pro-M-W	34 135 25	22 kW	wallbox type 2 AC. RFID	1 920,00 €
Schneider	Wallbox Plus 22kV	34 581 00	22 kW	3x32A T2 rasiamalli, avainlukitu	1 220,00 €
Schneider	Wallbox Plus 3.7k	34 581 02	3.7 kW	1x16A T2 rasiamalli, avainlukitu	1 000,00 €
Schneider	Wallbox Plus 7.4k	34 581 05	7.4 kW	1x32A T2 rasiamalli, avainlukitu	1 080,00 €
Schneider	Wallbox Plus 11kV	34 580 98	11 kW	3x16A T2 rasiamalli, avainlukitu	1 150,00 €
Garo	GLB-T237WO 3.7k	34 513 03	3.7 kW	1x16A/230V tyyppi 2, henkilösu	680,00 €
Garo	GLBM-T237WO 3.	34 513 06	3.7 kW	1x16A/230V tyyppi 2, henkilösu	694,00 €
Garo	GLBDC-T222WO-/	34 513 20	22 kW	3x32A/400V tyyppi 2, DC-tasavi	870,00 €
Garo	GLBDC-T222WO ð	34 514 40	22 kW	3x32A/400V tyyppi 2, DC-tasavi	759,00 €
Pike	2SS 2AV 2KWH	34 050 11		2*schuko joka kestää 10A jatku	274,00 €
Pike	EVPIKE PRO 2A2V	34 050 27		2*schuko joka kestää 10A jatku	175,00 €
Pike	EVPIKE PRO AV kV	34 528 02		1*Type 2 pistorasia, johdonsuoj	1 115,00 €
Liikennevir	Virta Koti&ICU Ev	34 140 03	22 kW	230/400VAC 22kW Type2 Koti	1 450,00 €
Liikennevir	Virta Business & C	34 140 06	2x22 kW	230/400VAC 22kW 2xType2	5 950,00 €
Liikennevir	Virta 2x22kW 230,	34 140 07	2x22 kW	230/400VAC 2x22kW Type2 Kiir	4 260,00 €
Lähde:	<a href="https://verkkokauppa.slo.fi/">https://verkkokauppa.slo.fi/</a>			pvm. 07.11.	klo 13:50

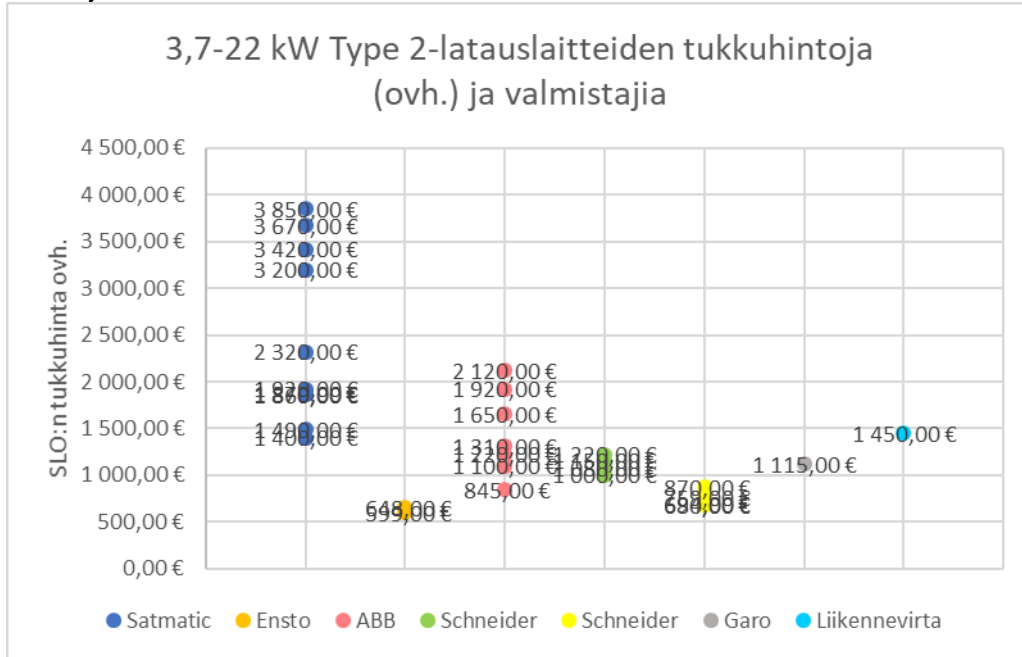
Kuvaaja 1



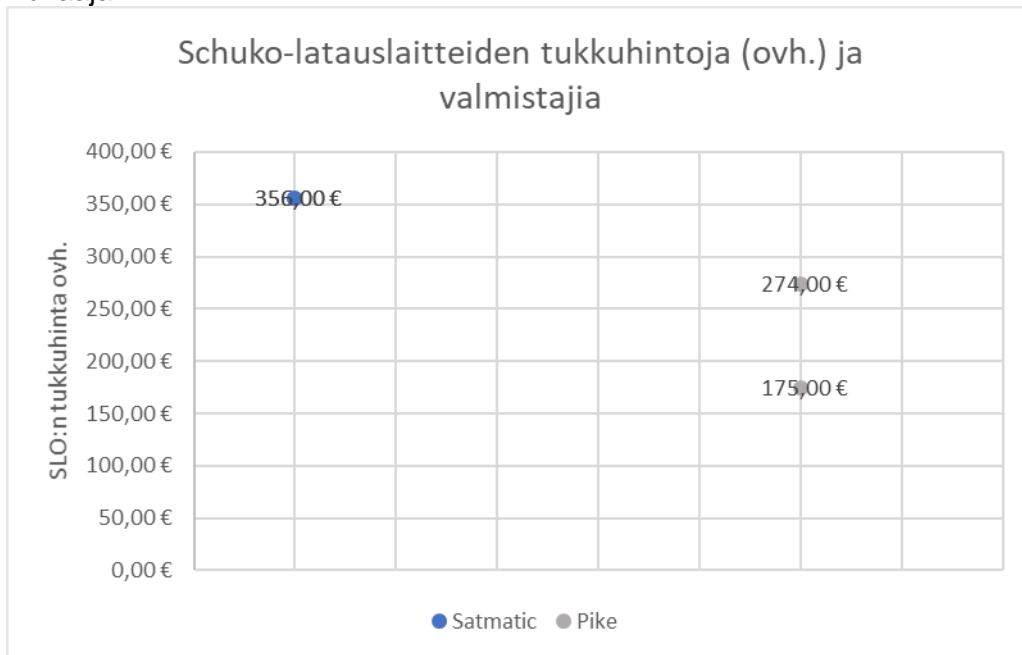
Kuvaaja 2



Kuvaaja 3



Kuvaaja 4

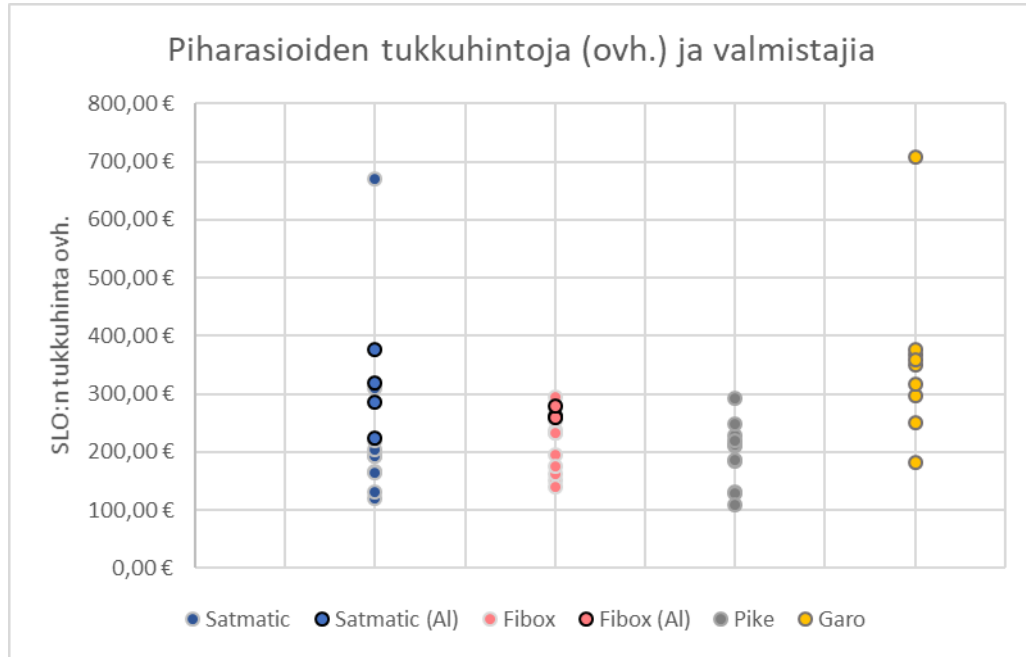


## Piharasioiden tukkuhintoja

Taulukko 1

Satmatic	8MM0458	34 050 79	2*16A JS+2KEL+1*30mA VIKAV	166,00 €
Satmatic	8MM0451	34 085 01	2*16A JS+30mA VIKAV	120,00 €
Satmatic	8MM0452	34 085 12	2*16A JS+30mA VIKAV+LUKKO	131,00 €
Satmatic	8MM0462	34 085 16	2*16 A Vikav. Automaatti yhdi:	193,00 €
Satmatic	8MM0459DIGI	34 085 23	2*16A JS+DIGIKEL+30 mA VIKAV	193,00 €
Satmatic	8MM0459eTolç	34 085 24	2*16A JS+IGL DIGIKEL+30 mA VIKAV	671,00 €
Satmatic	8MM0459Therr	34 085 29	2*16A JS+2-K.THERMODIGIKEL	205,00 €
Satmatic	8MM0469DIGI	34 085 48	2*16A/30mA JS VV YHD+DIGIKEL	310,00 €
Satmatic	8MM0459	34 311 04	2*16A JS+2KEL+1*30mA VIKAV	164,00 €
Satmatic	8MM0469	34 311 05	2*16A/30mA JS VV YHD+2*KEL	220,00 €
Satmatic (/	8MM0351	34 085 13	2*16A JS+30mA VIKAV	223,00 €
Satmatic (/	8MM0361	34 085 14	2*16A/30mA JS VV YHD.+LUKKO	319,00 €
Satmatic (/	8MM0358	34 050 65	2*16A JS+1DIGIK+1*30mA VIKAV	287,00 €
Satmatic (/	8MM0368	34 050 74	2*16A/30mA JS VV YHD.+DIGIKEL	376,00 €
Fibox	2A2J1V	34 130 02	2 kpl maadoitettu pistorasia aj	195,00 €
Fibox	2A2Y	34 130 03	2 kpl maadoitettu pistorasia aj	238,00 €
Fibox	2A2J	34 130 04	2 kpl maadoitettu pistorasia aj	151,00 €
Fibox	2YS	34 130 05	2 kpl maadoitettu pistorasia. 2	233,00 €
Fibox	1J2S	34 130 06	2 kpl maadoitettu pistorasia. jc	140,00 €
Fibox	2YC	34 130 07	2 kpl yhdistelmäsuoja 16 A / 30	274,00 €
Fibox	2J1V	34 130 08	2 kpl maadoitettu pistorasia. 2	163,00 €
Fibox	2A2Y-LA	34 130 37	2 ajastinpistorasiaa, 2 yhdisteli	294,00 €
Fibox	2A2JV valolla	34 130 40	2 ajastinpistorasiaa, 2 johdons	176,00 €
Fibox	2A2J1V_D	34 200 71	2 pistorasiaa, 2 johdonsuojaa,	232,00 €
Fibox	2A2Y D	34 205 64	Digitaalisella ajastimella, 2 kpl	254,00 €
Fibox (AI)	2A2J1V VALOLL	34 200 64	Digitaalisella ajastimella, 2 kpl	262,00 €
Fibox (AI)	2A2J1V_DAL	34 200 72	2 pistorasiaa, 2 johdonsuojaa,	259,00 €
Fibox (AI)	2A2Y_DAL	34 203 67	2 johdonsuoja-automaattia, 2	279,00 €
Pike	2T2AV	34 050 02	2*schuko pistorasia + 2*kello -	185,00 €
Pike	2TL2AV valolla	34 050 03	2*schuko pistorasia + 2*valolli	228,00 €
Pike	2TAV	34 050 04	2*schuko pistorasia + 2*kello -	187,00 €
Pike	2TLAV valolla	34 050 05	2*schuko pistorasia + 2*valolli	249,00 €
Pike	2AV	34 050 06	2*schuko pistorasia + 2*16A jc	132,00 €
Pike	2TE 2AV	34 050 07	2* schukopistorasia + 2*elektr	211,00 €
Pike	AV	34 050 08	2*schuko pistorasia + 1*16A jc	129,00 €
Pike	2A	34 050 10	2*schuko pistorasia + 2*16A jc	109,00 €
Pike	2T2A2V	34 050 12	2*schuko pistorasia + 2*kello -	214,00 €
Pike	2TL2A2V valolla	34 050 13	2*schuko pistorasia + 2*valolli	292,00 €
Pike	2A2V	34 050 18	2*schuko pistorasia + 2*16A jc	220,00 €
Garö	A216-1FT Tupla	34 510 68	2 pistorasiaa + 2 johdonsuojak	368,00 €
Garö	AEL216-1FT Tur	34 510 74	2 pistorasiaa + 2 kelloa + 2 joh	708,00 €
Garö	AELN210-2F	34 513 93	2 pistorasiaa + 2 digikelloa + 2	377,00 €
Garö	AELN 216-1F Kc	34 513 94	2 pistorasiaa + 2 digikelloa + 2	351,00 €
Garö	KLN216-1F	34 513 98	2 pistorasiaa + 2 digikelloa + 2	250,00 €
Garö	KLN216-2F	34 513 99	2 pistorasiaa + 2 digikelloa + 2	296,00 €
Garö	AEU 416F Kotel	34 514 02	1 voimavirtapistorasia + 1 pist	316,00 €
Garö	A 216-1F Kotelc	34 514 04	2 pistorasiaa + 2 vikavirtajohdc	181,00 €
Garö	AELN 216-1F Kc	34 514 28	2 pistorasiaa + 2 digikelloa + 2	358,00 €
Lähde:	<a href="https://verkkokauppa.slo.fi/">https://verkkokauppa.slo.fi/</a>	pvm. 07.11.2019	klo 14:10	

Kuvaaja 1



## Kustannuslaskenta ECOM-ohjelmalla postikohtaisesti eriteltynä

Taulukko 1; Kustannuslaskentaa kahdella ojituksella

Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy		Postikohtainen erittely 10001		7.11.2019 Sivu: 1	
Hinnat ovat verottomia nettohintoja (vain sisäiseen käyttöön).					
<b>3 Johtotiet</b>					
<u>Paketti</u>					
Numero	Nimi	Määrä			
S 060247 10	AMCMK 4X120/41 Eca / OJ	60			
<u>Työt</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 2510182	KytKentä max 120 mm2 Johdot	2	4,89 e	9,78 e	
S 2610211	Suoja- tai läpivientiputkilisä, siirtymäpl Asennus	1	1,59 e	1,59 e	
S 2710164	Johdinpoikkipinta max 120 mm2 Oikaistuna johtotielle	60	1,67 e	100,20 e	
S 3110371	Keskuksen,laitteen, tai kojeen täyd. Asennus	2	0,53 e	1,06 e	
S 3121131	Tunnuksen valmistaminen Asennus	2	0,66 e	1,32 e	
				113,95 e	
<u>Tuotteet</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 0622383	ALUMIINIVOIMAKAAPELI REKO AMCMK 4X120/41 F4B K5(	60	22,80 e	1 368,00 e	
S 1371925	JOHDINSIDE JS 300X4,8 LUONV (500/PSS) SOR	12	0,12 e	1,39 e	
S 3110071	KAHVAVAROKAALUSTA 3-NAP. 160A DIN 00 ABB PJ-KOJE	1	74,00 e	74,00 e	
				1 443,39 e	
<u>Päivät</u>					
		Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
		0,902	10,25 e	9,25 e	
<b>30 Johtotiet erittelemättä</b>					
<u>Paketti</u>					
Numero	Nimi	Määrä			
S 063064 06	AMCMK HF 4X50/15 Dca / M+N+SK	84			
S 063064 03	AMCMK HF 4X50/15 Dca / M	168			
<u>Työt</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 2510172	KytKentä max 70 mm2 Johdot	14	3,98 e	55,72 e	
S 2710152	Johdinpoikkipinta max 70 mm2 Maahan	252	0,88 e	221,76 e	
S 2911131	MCMK-johdonpään kytkentäkuuntoon valmist. Asennus	14	3,60 e	50,40 e	
S 3121141	Maakaap. tunnusnauhan asentaminen Asennus	84	0,16 e	13,44 e	
S 3121151	Muov. suojakourun asentaminen Asennus	84	0,35 e	29,40 e	
				370,72 e	
<u>Tuotteet</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 0622862	ALUMIINIVOIMAKAAPELI-HF AMCMK HF 1 KV 4X50/15 DC.	252	9,71 e	2 446,92 e	
S 5261409	SUOJAKOURU XYS-1090 75X3000 KELTAINEN PIP	84	1,68 e	141,12 e	
S 6415093	VAROITUSNAUHA SÄHKÖK.VAROITUSNAUHA 0,05X65MM	84	0,09 e	7,18 e	
				2 595,22 e	
<u>Päivät</u>					
		Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
		2,935	10,25 e	30,08 e	
<b>46 Ohj,säätö, mitt ja hälj.johd</b>					
<u>Paketti</u>					
Numero	Nimi	Määrä			
S 021583 27	SuperCat 6 U/UTP 4p Cat.6 / KYT+M	14			
S 021583 01	SuperCat 6 U/UTP 4p Cat.6 / O+JM	252			
<u>Työt</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 2510112	KytKentä max 1,0 mm2 Johdot	126	0,39 e	49,14 e	
S 2610111	Putken ulkohalkaisija max 21 mm Uppo, alasasketut katot	252	0,96 e	241,92 e	
S 2710113	Johdinpoikkipinta max 2,5 mm2 Putkeen,putketon,ontelo,kanz	252	0,63 e	158,76 e	
S 2710115	Johdinpoikkipinta max 2,5 mm2 Kiinnitettyä johtoteille	420	0,51 e	214,20 e	
S 3010231	Pohjalevyn asenn. hyll. alk. 2 m kohden Asennus	40	1,32 e	52,80 e	
S 3121121	Valm. johtimen/johdon tunnuks. asett. Asennus	14	0,66 e	9,24 e	
				726,06 e	
<u>Tuotteet</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 0264020	TIETOVERKKOKAAPELI-CAT6 DRAKA SUPERCAT 6 U/UTI	672	2,58 e	1 733,76 e	
S 1101021	ASENNUSPUTKI MUOVI ELLI ELLI-JM 20 TOPSPEED PIPE	252	0,84 e	211,68 e	
S 1130020	JATKOMUHVI MUOVI MULTIFIX RJM20 HF SCHNEIDER EL	100,8	0,34 e	34,27 e	
S 1449413	POHJALEVY TIKASHYLLY POL-300 L=3000 PG MEKA	40	17,30 e	692,00 e	
S 6416800	KAAPELIMERKKI KMK PHOENIX CONTACT	14	0,73 e	10,22 e	
S 6416872	MERKINTÄLIUSKA ESL 29X 8 PHOENIX CONTACT	0,084	8,20 e	0,69 e	
				2 682,62 e	
<u>Päivät</u>					
		Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
		5,748	10,25 e	58,91 e	

Tauluko 2; kustannuslaskentaa neljälle ojitukselle

Metropolia Ammattikorkeakoulu Oy		Postikohtainen erittely 10002		7.11.2019 Sivu: 1	
Hinnat ovat verottomia nettohintoja (vain alusteen käyttöön).					
<b>3 Johtotiet</b>					
<u>Paketti</u>					
Numero	Nimi	Määrä			
S 060247 10	AMCMK 4X120/41 Eca / OJ	60			
<u>Työt</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 2510182	Kytkenä max 120 mm2 Johdot	2	4,89 e	9,78 e	
S 2610211	Suoja- tai läpivientiputkilisa, siirtymäpl Asennus	1	1,59 e	1,59 e	
S 2710164	Johdinpoikkipinta max 120 mm2 Oikaistuna johtotielle	60	1,67 e	100,20 e	
S 3110371	Keskukseen,laitteen, tai kojeen täyd. Asennus	2	0,53 e	1,06 e	
S 3121131	Tunnuksen valmistaminen Asennus	2	0,66 e	1,32 e	
				113,95 e	
<u>Tuotteet</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 0622383	ALUMIINIVOIMAKAAPPELI REKO AMCMK 4X120/41 F4B K5I	60	22,80 e	1 368,00 e	
S 1371925	JOHDINSIDE JS 300X4,8 LUONV (500/PSS) SOR	12	0,12 e	1,39 e	
S 3110071	KAHVAVAROKEALUSTA 3-NAP. 160A DIN 00 ABB PJ-KOJE	1	74,00 e	74,00 e	
				1 443,39 e	
<u>Päivät</u>					
		Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
		0,902	10,25 e	9,25 e	
<b>30 Johtotiet erittelemättä</b>					
<u>Paketti</u>					
Numero	Nimi	Määrä			
S 063064 06	AMCMK HF 4X50/15 Dca / M+N+SK	164			
S 063064 03	AMCMK HF 4X50/15 Dca / M	104			
<u>Työt</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 2510172	Kytkenä max 70 mm2 Johdot	14	3,98 e	55,72 e	
S 2710152	Johdinpoikkipinta max 70 mm2 Maahan	268	0,88 e	235,84 e	
S 2911131	MCMK-johdonpään kytkentäkuntoon valmist. Asennus	14	3,60 e	50,40 e	
S 3121141	Maakaap. tunnusnauhan asentaminen Asennus	164	0,16 e	26,24 e	
S 3121151	Muov. suojakourun asentaminen Asennus	164	0,35 e	57,40 e	
				425,60 e	
<u>Tuotteet</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 0622862	ALUMIINIVOIMAKAAPPELI-HF AMCMK HF 1 KV 4X50/15 DC.	268	9,71 e	2 602,28 e	
S 5261409	SUOJAKOURU XY5-1090 75X3000 KELTAINEN PIP	164	1,68 e	275,52 e	
S 6415093	VAROITUSNAUHA SÄHKÖK.VAROITUSNAUHA 0,05X65MM	164	0,09 e	14,02 e	
				2 891,82 e	
<u>Päivät</u>					
		Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
		3,369	10,25 e	34,53 e	
<b>46 Ohj.säätö, mitt ja häljohd</b>					
<u>Paketti</u>					
Numero	Nimi	Määrä			
S 021583 27	SuperCat 6 U/UTP 4p Cat.6 / KYT+M	14			
S 021583 01	SuperCat 6 U/UTP 4p Cat.6 / O+JM	268			
<u>Työt</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 2510112	Kytkenä max 1,0 mm2 Johdot	126	0,39 e	49,14 e	
S 2610111	Putken ulkohalkaisija max 21 mm Uppo, alaslasketut katot	268	0,96 e	257,28 e	
S 2710113	Johdinpoikkipinta max 2,5 mm2 Putkeen,putketon,ontelo,kana	268	0,63 e	168,84 e	
S 2710115	Johdinpoikkipinta max 2,5 mm2 Kiinnitettynä johtotielle	420	0,51 e	214,20 e	
S 3010231	Pohjalevyn asenn. hyll. alk. 2 m kohden Asennus	40	1,32 e	52,80 e	
S 3121121	Valm. johtimen/johdon tunnuks. asett. Asennus	14	0,66 e	9,24 e	
				751,50 e	
<u>Tuotteet</u>					
Numero	Nimi	Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
S 0264020	TIETOVERKKOKAAPPELI-CAT6 DRAKA SUPERCAT 6 U/UTI	688	2,58 e	1 775,04 e	
S 1101021	ASENNUSPUTKI MUOVI ELLI ELLI-JM 20 TOPSPEED PIPE	268	0,84 e	225,12 e	
S 1130020	JATKOMUHVI MUOVI MULTIFIX RJM20 HF SCHNEIDER EI	107,2	0,34 e	36,45 e	
S 1449413	POHJALEVY TIKASHYLLY POL-300 L=3000 PG MEKA	40	17,30 e	692,00 e	
S 6416800	KAAPPELIMERKKI KMK PHOENIX CONTACT	14	0,73 e	10,22 e	
S 6416872	MERKINTÄLIUSKA ESL 29X 8 PHOENIX CONTACT	0,084	8,20 e	0,69 e	
				2 739,52 e	
<u>Päivät</u>					
		Määrä	Yks.hinta	Yhteensä	
		5,949	10,25 e	60,98 e	