



# Sähköautojen latauspisteiden lisääminen saneerauskohteisiin

Materiaali suunnittelun tueksi Ramboll Finland Oy

Joni Tukiainen

OPINNÄYTETYÖ  
Toukokuu 2021

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma  
Sähkövoimatekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma  
Sähkövoimatekniikka

TUKIAINEN, JONI:  
Sähköauton latauspisteiden lisääminen saneerauskohteisiin

Opinnäytetyö 62 sivua, joista liitteitä 10 sivua  
Toukokuu 2021

---

Opinnäytetyössä perehdytään maaliskuussa vuonna 2021 julkaistuun lakiin. Laki käsittelee sähköauton latausinfrastruktuurin kasvattamista Suomessa. Osana opinnäytetyötä luodaan yleispätevä malli sähkösuunnittelijoiden käyttöön.

Malli luodaan uuden lain, olemassa olevan sähkölain ja sähköalan standardien perusteella. Mallista käyvät ilmi uuden lain vaatimukset, suunnittelun vaiheet sekä mahdollisten ongelmakohtien ratkaisuja. Malli sisältää helposti luettavia taulukoita, joiden perusteella sähköauton latausjärjestelmä voidaan suunnitella saneerauskohteisiin.

Asiaa lähestytään referenssikohteen kautta, johon opinnäytetyön aikana kartoitetaan mahdollisuudet sähköauton latauspisteille. Referenssikohteeksi on Tampereella sijaitseva rivitalo-osaakeyhtiö.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin toivottu yleispätevä malli ja mahdolliset ratkaisut referenssikohteen sähköauton latausjärjestelmälle. Opinnäytetyötä voidaan tulevaisuudessa päivittää, jos lakiin tai standardeihin tulee muutoksia.

---

asiasanat: sähköauton latauspiste, suunnittelu, saneerauskohteet

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical Engineering  
Power Engineering

TUKIAINEN, JONI:  
Electric Car Charging Station for Renovation Projects

Bachelor's thesis 62 pages, appendices 10 pages  
May 2021

---

The purpose of this thesis was examine the law, which was published in March 2021. The law addresses the issue of the growth of electric car charging infrastructure. A part of this thesis involved creating a universally valid model for electrical designers.

The model is based on new law, existing electricity law and electrical standards. The model includes requirements of the new law, design phases and solutions for possible problems. The model includes easily readable tables. Using these tables an electric charging system can be planned for renovation projects.

The topic is approached thorough a reference project. The reference project is a survey of electric car charging opportunities for a terraced house development. The reference project is terraced house development located in Tampere.

The result of thesis was the desired universally valid model and possible solutions for the electric car charging system for the reference project. The thesis can be updated in the future if there are changes in the law or standards.

---

Key words: electric car charging station, design, renovation project

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	10
2	SÄHKÖAUTON LATAUSPISTEET, LASKENTAKAAVAT JA KUORMANHALLINTA LAITTEISTOT .....	11
	2.1 Sähköauton lataustavat.....	11
	2.2 Latausjärjestelmän mitoitus.....	12
	2.3 Tyypillisiä latausprofiileja.....	15
	2.4 Kuormanhallintalaitteisto .....	17
3	HYVÄKSYTTY LAKIESITYS.....	20
	3.1 Uudis- ja saneerauskohteiden varustaminen sähköauton latauspisteillä tai latauspistevalmiudella.....	20
	3.2 Lain asettamien vähimmäisehtojen yhteenveto .....	21
	3.3 Lain erityismaininnat .....	24
4	Suunnittelun ongelmat saneerauskohteissa .....	25
	4.1 Ongelmat .....	25
	4.2 Hankkeen aloitus ja tarveselvitys .....	26
5	SUUNNITTELU RIVITALO- JA KERROSTALOSANEERAUKSISSA .	29
	5.1 Referenssikohde ja lähtötiedot.....	29
	5.2 Kiinteistön huipputehon arviointi.....	31
	5.3 Mitoittaminen.....	35
	5.4 Lopputulos .....	40
	5.4.1 Liittymäkoon kasvattaminen .....	40
	5.4.2 Todellisen huipputehon määrittäminen.....	41
	5.4.3 Kuormanhallintajärjestelmän lisääminen .....	41
	5.4.4 Sähköjakelujärjestelmän laajamittainen uusiminen .....	42
	5.4.5 Yleisiä huomiota taloyhtiölle .....	42
	5.5 Muita hyödyllisiä taulukoita kerros- ja rivitalokohteisiin .....	43
6	MUIDEN KUIN ASUINRAKENNUSTEN SUUNNITTELU .....	46
	6.1 Suuri- ja normaalitehoisten latauspisteiden mitoittaminen asiakaspaikoille.....	46
	6.2 Suuri- ja normaalitehoisten latauspisteiden mitoittaminen työpaikoille .....	47
	6.3 Esimerkkimitoitus liikekiinteistöön .....	48
	6.4 Vinokuormat ja muita suunnittelussa huomioitavia asioita .....	49
7	JOHTOPÄÄTÖSET JA POHDINTA.....	51
	LÄHTEET.....	52
	LIITTEET .....	53
	Liite 1. Kiinteistö- ja pääkeskuksen pääkaavio.....	53

Liite 2. Asemapiirustus.....	57
Liite 2.1. Asemapiirustus paikoitusalue .....	58
Liite 3.1 Nousujohtokaavio osa 1 .....	60
Liite 3.2 Nousujohtokaavio osa 2 .....	61
Liite 4. Tampereen Sähkölaitos. Liittymisjohdot liittymislukittain .....	62

**ERITYISSANASTO JA LYHENTEET**

AC	Alternating current: Vaihtovirta.
Asuinrakennus	Asumiskäyttöön tarkoitettu rakennus, jossa vähintään puolet kerrosalasta on asuinpinta-alaa.
DC	Direct current: Tasavirta.
Hybridi	Lyhenne HEV (Hybrid Electric Vehicle). Ajoneuvo, jossa voimanlähteenä voidaan käyttää joko polttomoottoria tai sähkömoottoria. Akussa ei ole ulkoista latausmahdollisuutta.
Laajamittainen korjaus	Saneeraus, jossa rakennuksen vaippaan tai teknisiin järjestelmiin liittyvien korjausten kokonaiskustannukset ovat yli 25 prosenttia rakennuksen arvosta, pois lukien rakennusmaan arvo.
Ladattava hybridi	Lyhenne PHEV (Plug in Hybrid Electric Vehicle). Ajoneuvo, jossa voimanlähteenä voidaan käyttää joko polttomoottoria tai ulkoisesti ladattavasta akustosta energiaa saavaa sähkömoottoria.
Latausasema	Paikka, johon on asennettu verkkovirtaan kiinteälatauspiste tai latauspisteitä. Latausasema sisältää yhden tai useamman latauspisteen.
Latauspiste	Piste, johon sähköauto voidaan liittää kiinteästi.
Latauspistevalmius	Putkitus tai muita johtoteitä, joihin voidaan tarvittaessa asentaa tarvittava kaapelointi latauspistettä varten.

Normaalitehoinen latauspiste	Tarkoitetaan latauspistettä, jonka nimellisteho on 3,7-22 kW (Ympäristöministeriö).
Suuritehoinen latauspiste	Tarkoitetaan latauspistettä, jonka nimellisteho on yli 22 kW (Ympäristöministeriö).
Sähköauto	Lyhenne BEV (Battery Electric Vehicle). Sähköauto-terminiä käytetään, kun puhutaan täyssähköautosta.
H	Huone
K	Keittiö
S	Sauna
$A$ (m <sup>3</sup> )	Pinta-ala, neliometri
$\cos\varphi$	Tehokerroin
$I$ (A)	Vaihevirta, ampeeri
$n_{\text{auto}}$	ajoneuvojen lukumäärä
$n_{\text{ei sähköauto}}$	Muiden kuin sähköautojen lukumäärä
$n_{\text{sähköauto}}$	Sähköautojen lukumäärä
$P_h$ (W)	Huipputeho, watti
$P_{\text{lataus}}$ (W)	Latausteho, watti
$P_{\text{paikoitus}}$ (W)	Paikoitusalueen teho
Stoimintasäde (km)	toivottu toimintasäde, km



$t_{\text{latausaika}} \text{ (h)}$ 

Latausaika, tunti

 $U \text{ (V)}$ 

Pääjännite, voltti

 $U_v \text{ (V)}$ 

Vaihejännite, voltti

## 1 JOHDANTO

Sähköautojen sekä ladattavien hybridien osuus Suomen autokannasta on jatkanut kasvuaan. Vuonna 2020 henkilöautoja ensirekisteröitiin 47 385 kappaletta, joka on 21,4 prosenttia vähemmän kuin vuonna 2019 (60 280 kappaletta). Tästä huolimatta sähköautoja sekä ladattavia hybridejä rekisteröitiin käyttöön enemmän kuin edellisvuonna. Täyssähköautoja on 1499 kappaletta, joka on 51 prosenttia enemmän kuin vuonna 2019. Ladattavia hybridejä on 5735 kappaletta, joka on 144 prosenttia enemmän kuin vuonna 2019. (Traficom uutinen 2020) Sähköautojen sekä ladattavien hybridien osuuden kasvu ja Euroopan ilmastotavoitteet luovat tarvetta latausinfra laajentamiselle.

Eduskunta on hyväksynyt hallituksen 20.03.2020 jättämän lakiesityksen 16.10.2020, joka käsittelee osaltaan sähköautojen latauspisteiden lisäämistä kiinteistöihin. Lakiesityksen sähköautojen latauspisteitä käsittelevä osa koskee uusia sekä saneerattavia kohteita. Lakiesityksen tavoitteena on osaltaan panna täytäntöön Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/844 sekä muun muassa parantaa sähköajoneuvojen latausmahdollisuuksia. (Hallituksen esitys/2020 vp). Ympäristöministeriön arvion mukaan uuden lain ansiosta ympäri Suomea saadaan yhteensä vuoteen 2030 mennessä noin 73 000- 97 000 uutta latauspistettä ja 560 000- 620 000 latauspistevalmiutta.

Hyväksytty lakiesitys velvoittaa uudis- sekä saneerauskohteita asentamaan latauspisteitä sekä varautumaan latausinfra laajentamiseen. Kiinteistöjen sähkösuunnitelmiin tulee jatkossa sisällyttää vähintään laissa määrätyt latauspisteet, sekä latauspistevaraukset.

Referenssikohteena kartoitetaan Tampereella sijaitsevan rivitaloasunto-osakeyhtiön paikoitusalueen varustaminen sähköauton latauspisteillä. Selvitetään, millaiseen ratkaisuun nykyisellä sähköjakelujärjestelmällä voidaan päästä ja mitä tulevaisuudessa tarvitsee tehdä, jotta latausjärjestelmä kattaisi koko asukaskunnan energian tarpeet mahdollisimman kattavasti.

## 2 SÄHKÖAUTON LATAUSPISTEET, LASKENTAKAAVAT JA KUORMAN- HALLINTA LAITTEISTOT

Tässä luvussa perehdytään sähköauton latauspisteisiin yleisesti. Tästä luvusta löytyy latausjärjestelmien mitoittamiseen tarvittavia kaavoja, tutustutaan latausprofiileihin ja kuormanhallintalaitteistojen toimintaan.

### 2.1 Sähköauton lataustavat

Sähköautojen lataukseen on neljä erilaista tapaa. Lataustavat eroavat toisistaan syöttävän jännitteen ja virran suuruuden sekä mahdollisesti käytettävän latausjärjestelmän tyypin mukaan. Lataustavoissa 1-3 akustoon syötetään vaihtovirtaa, jonka tasasuuntaus tapahtuu auton rakenteiden sisällä. Lataustapa 4:ssä latauslaite tasasuuntaa vaihtojännitteen, jotta ajoneuvoon voidaan syöttää tasajännitettä.

Lataustapa 1:ssä sähköajoneuvo liitetään vaihtosähköverkkoon käyttäen korkeintaan 16 A ja 250 V yksivaiheista tai 480 V kolmivaiheista standardoitua pistorasiaa. Lataustavan 1 maksimilatausteho on  $3 \cdot 16 \text{ A} \cdot 250 \text{ V} = 12 \text{ kW}$ . Tämä lataustapa on tarkoitettu lähtökohtaisesti pienitehoisten sähköajoneuvojen lataamiseen.

Lataustapa 2:ssä sähköajoneuvo liitetään sähköverkkoon käyttäen korkeintaan 32 A yksivaiheiseen 250 V tai kolmivaiheiseen 480 V standardoitua pistorasiaa. Lataustavan 2 maksimiteho on  $3 \cdot 32 \text{ A} \cdot 250 \text{ V} = 24 \text{ kW}$ . Lataustapa 2:ssä myös käytetään ohjaustoimintoja sekä henkilöiden suojana toimivaa vikavirtasuojaa. Lataustapa 2 soveltuu sähköajoneuvon hitaaseen lataamiseen.

Lataustapa 3:ssä sähköajoneuvo liitetään vaihtosähköverkkoon käyttäen erityistä latausjärjestelmää, jossa ohjaustoiminnot ulottuvat kiinteästi vaihtosähköverkkoon liitettyyn sähköajoneuvon latauslaitteeseen. Lataustapa 3:ssä käytetty latauspistorasia on tyyppiä SFS-EN 62196-2. Tämän lataustavan korkein mahdollinen latausvirta on 63 A ja suurin mahdollinen teho on 43 kW.

Lataustapa 4 eroaa lataustavasta 3 siten, että latauslaitteelta sähköajoneuvoon syötettävä jännite on tasajännitettä. Lataustapa 4:ssä käytetty latauspistorasia on tyyppiä SFS-EN 62196-3. Lataustapa 4:llä saatu latausteho on laitteiston mukaan 22-118 kW.

(Tiainen, seminaariesitys)

## 2.2 Latausjärjestelmän mitoitus

Latausjärjestelmää mitoittaessa tulee tehdä kartoitus alueen/kiinteistön latausprofiilista. Huomioon tulee ottaa, kuinka montaa autoa kerrallaan on tarkoitus ladata, kuinka pitkään keskimäärin autot ovat latauksessa ja kuinka monen ajokilometrin edestä sähköenergiaa tulisi yhdellä latauksella keskimäärin saada. Yleinen oletus sähköautonkulutuksesta on, että sähköauto kuluttaa noin 20 kWh/100 km sähköenergiaa. Latausjärjestelmän tehon  $P_{\text{lataus}}$  laskukaava on esitetty ST-kortissa ST 51.90 muodossa

$$P_{\text{lataus}} = \frac{s_{\text{toimintasäde}} \cdot 0,2 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \cdot n_{\text{auto}}}{t_{\text{latausaika}}}, \quad (1)$$

jossa

$s_{\text{toimintasäde}}$  on toimintasäde, joka halutaan taata kaikille latauspisteille yhdellä latauskerralla,

$n_{\text{auto}}$  on latausjärjestelmään liitettävien autojen enimmäismäärä,

$t_{\text{latausaika}}$  on keskimääräinen aika, jonka yksiajoneuvon on latauksessa.

Jos latausjärjestelmään halutaan sisällyttää erilaisiin latausprofiileihin soveltuvia latausasemia, tulee jokainen latausprofiili laskea erikseen kaavaa 1 käyttäen ja latausprofiilien tehot tulee summata yhteen kokonaiskulutuksen määrittämiseksi. Esimerkkitalanteena mainittakoon kauppakeskus, jossa työntekijät pitävät autoaan latauksessa keskimäärin kahdeksan tuntia ja asiakkaat keskimäärin yhden tunnin.

Kolmivaiheinen teho lasketaan kaavalla

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (2)$$

josta saadaan kaava vaihevirran suuruudelle

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

Kaavoissa 2 ja 3

$P$  on Kolmivaihejärjestelmän teho,

$U$  on kolmivaihejärjestelmän pääjännite,

$I$  on kolmivaihejärjestelmän vaihevirta,

$\cos \varphi$  on kolmivaihejärjestelmän tehokerroin (asuinkiinteistöissä yleisesti 0,96).

Sähköautojen latausjärjestelmää mitoittaessa käytetään apuna paikoitusalueen tehonlaskukaavoja, jotka on esitetty ST-kortissa ST-13.31 sivulla 4. Kun autopaiikat on varustettu autolämmityspistorasioilla, paikoitusalueen teho saadaan kaavasta

$$P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 0,5 \text{ kW} * n_{\text{ei sähköauto}} \quad (4)$$

Kun autopaiikat on varustettu sähköauton latauspisteillä, paikoitusalueen teho saadaan kaavasta

$$P_{\text{paikoitus}} = 10 \text{ kW} + 2 \text{ kW} * n_{\text{sähköauto}} \quad (5)$$

Kaavoissa 4 ja 5

$P_{\text{paikoitus}}$  on paikoitusalueen teho,

$n_{\text{ei sähköauto}}$  on autojen lukumäärä, kun paikoitusalue on varustettu autolämmityspistorasioilla,

$n_{\text{sähköauto}}$  on autojen lukumäärä, kun paikoitusalue on varustettu sähköauton latauspisteillä.

Laskentakaavassa käytetty 10 kW pohjakuorma perustuu kokemusperäiseen tietoon, jota on käytetty ST-kortin arviointikaavoissa. Pohjakuormitukseen otetaan huomioon esimerkiksi pysäköintialueen valaistus. Sähköautojen latauspisteiden suunnittelussa on oleellista tietää, että todennäköisesti paikoitusalue on mitoitettu siten, että yksi ajoneuvo käyttää 0,5 kW sähkötehoa.

## 2.3 Tyypillisiä latausprofiileja

Latausprofiileja voidaan rajata helposti, pohtimalla minkälaiseen tarkoitukseen parkkialueen kiinteistö on tarkoitettu. Kiinteistön käyttötarkoituksen avulla voidaan pohtia keskimääräisiä latausaikoja ja tavoiteltavaa toimintasädettä yhden latauskerran aikana. Kiinteistöjen käyttötarkoitukset voidaan jakaa karkeasti neljään kategoriaan. Kiinteistöjen käyttötarkoituksia voivat olla asuinrakennukset, liikekiinteistöt, harrastuspaikat ja työpaikat. Toivottua toimintasädettä voidaan karhottaa Traficom:in henkilöliikennetutkimuksen avulla. Tässä luvussa käytetyt tunnusluvut on kerätty vuona 2016 ja tutkimustilastot ovat julkaistu vuoden 2018 henkilöliikennetutkimuksessa. Latausaika-arviot perustuvat kirjoittajan omaan arvioon sekä ST- kortin ST 51.90 arvioihin.

Henkilöliikennetutkimuksen mukaan suomalaiset liikkuvat autolla keskimäärin 40,7 kilometriä yhden päivän aikana. Yhden matkan keskipituus on 14,9 kilometriä. Keskimäärin liikekiinteistöissä sekä harrastekeskuksissa vietetään aikaa tunnin verran. Suomalaisen mediaani työpäivän pituus on kahdeksan tuntia. Ajoneuvoa voidaan ladata kerran päivässä asuinrakennuksen pihassa 10 tunnin ajan. (Liikennevirasto, 2018)

Toimintasädettä eri kiinteistötyyppejä kohden pohdittaessa tulee huomioida myös ääritapauksia ja sitä, kuinka äärimmilleen voidaan latausjärjestelmä mitoittaa. Latausverkkoa ei voida olettaa niin kattavaksi, että asuinrakennuksesta saatava toimintasäde voidaan rajata vain yhteen matkaan eli 14,9 kilometriin, vaan toivotun toimintasäteen tulisi kattaa minimissään koko päivän keskimääräinen matka eli 40,7 kilometriä, mutta asuinrakennusten latauspisteet kannattaa mitoittaa 100-200 kilometriin riippuen siitä, missä asuinrakennus sijaitsee. Tässä toimintasädeessä on otettu huomioon myös ääritapauksia, joissa henkilö kulkee autolla pidempää matkaa, esimerkiksi työajoa. Taajamissa 100 kilometrin toimintasäde voi olla riittävä, kun taas harvemmin asutulla alueella, jossa välimatkat palveluiden välillä ovat pitkät, 200 kilometrin toimintasäde palvelee asukkaita paremmin. Asuinrakennuksien parkkialueilla latausaika on pitkä, joten latausteho on matalampi verrattuna tilanteeseen, jossa sama toimintasäde tulisi saavuttaa lyhyemmässä ajassa, koska lataustehon kaavassa 1 latausaika on yhtälön jakolaskun

nimittäjässä. Pitkän latausajan takia pidemmät toimintasäteet eivät tuota suuria ongelmia asuinrakennuksien parkkialueilla.

Harrastuspaikkojen, työpaikkojen ja liikekiinteistöjen latauspisteitä käyttävien ääritapauskäyttäjien voidaan olettaa omistavan latauspisteen omassa asuinkiinteistössään, jolloin yhdellä latauskerralla toivotaan keskiarvon mukaista koko päivän kattavaa toimintasädettä. Jotta näidenkin kiinteistöjen latauspaikat palvelisivat myös keskiverrosta poikkeavia käyttäjiä ja mahdollisesti voisivat toimia vetovoi-  
matekijänä esimerkiksi liikekiinteistöissä, voidaan halutuksi toimintasäteeksi määrittää 50 kilometriä. Näiden olettamusten ja pohdintojen pohjalta kootaan latausprofiilit taulukkoon 1.

TAULUKKO 1 Latausprofiilit

<b>Latausprofiilit</b>		
<b>Rakennustyyppi</b>	<b>Latausaika (h)</b>	<b>Toivottu toimintasäde (km)</b>
Asuinrakennus	10	100-200
Liikekiinteistö	1	50
Harrastuspaikka	1	50
Työpaikka	8	50

On hyvä muistaa, että latausjärjestelmää suunniteltaessa on tarpeellista kartoittaa toivottu toimintasäde ja latausaika kiinteistön haltijan tai tilaajan kanssa, jotta käyttäjien tarpeet saadaan katetuiksi parhaalla mahdollisella tavalla.

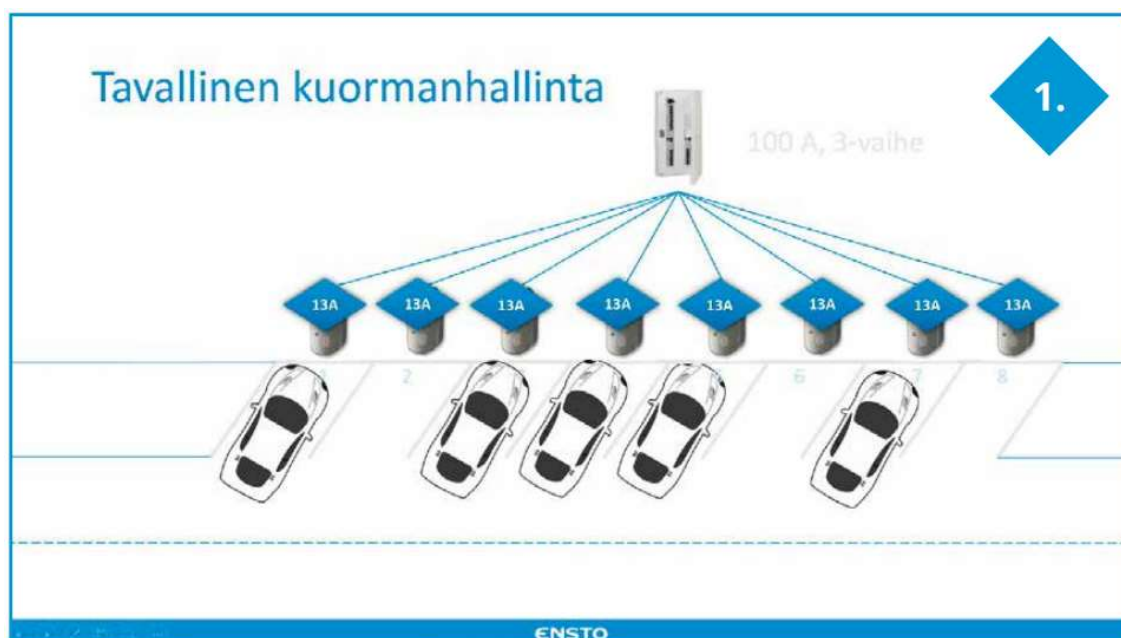


## 2.4 Kuormanhallintalaitteisto

Kuormanhallintalaitteiston tarkoituksena on optimoida kiinteistön tai laitteiston tehonkulutusta. Jakelujärjestelmät mitoitetetaan huippukuorman mukaan, mutta todellisuudessa suurimman osan ajasta jakelujärjestelmästä otettu teho on pienempi kuin mitoitettu huipputeho. Esimerkiksi sähköauton latausjärjestelmää ei voi silti ylittää, koska on olemassa riski, että kiinteistö kuluttaa jollain ajankohdalla esimerkiksi kylmän talvipäivän iltana huipputehonsa verran sähköä. Tätä varten on kehitetty kuormanhallintalaitteistoja.

Kuormanhallintalaitteiston käyttö- ja toimintaperiaate jaotellaan kahteen eri toimintatapaan, tavalliseen kuormanhallintaan ja dynaamiseen kuormanhallintaan. Tarkastellaan kuormanhallintalaitteiston toimintatapoja sähköauton latausjärjestelmiä ajatellen.

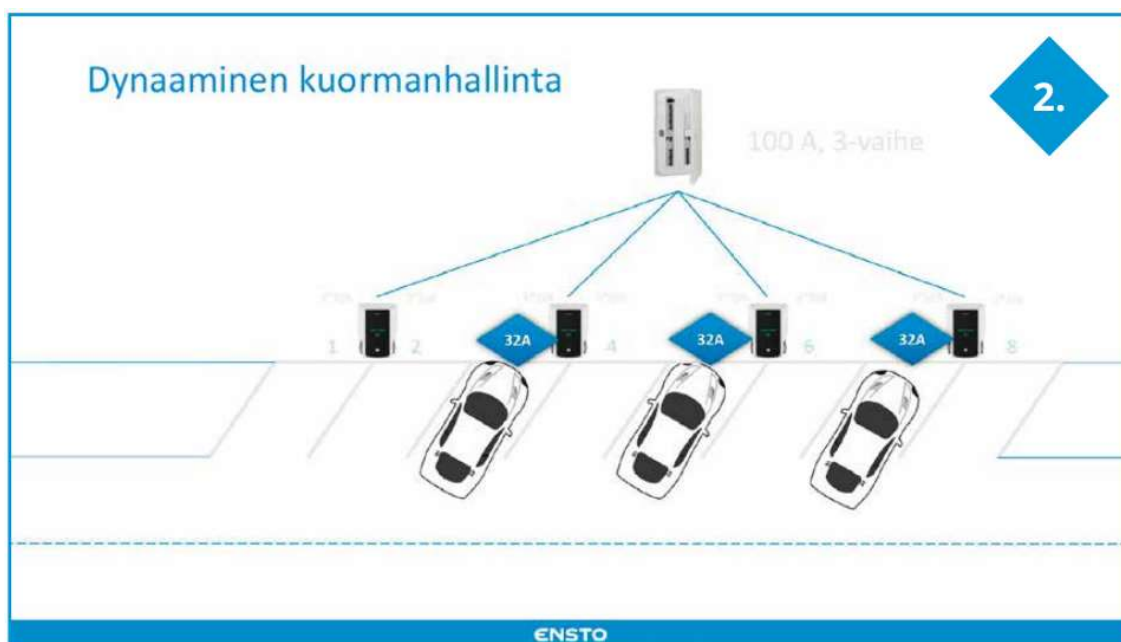
Tavallinen kuormanhallinta rajoittaa kuorman latauspisteille kuormittavimman tilanteen mukaan. Tavallinen kuormanhallinta ei ota huomioon todellista kuormitustilannetta. Havainnollistetaan tavallista kuormanhallintaa kuvalla 1.



KUVA 1 Tavallinen kuormanhallinta (Ensto)

Jokaiselle latauspisteelle on annettu maksimilatausvirtaraja (13 A). Latausvirtaraja on asetettu keskukselta saatavan 100 A mukaan tasaisesti jokaiselle latauspisteelle. Kuvan mukaisessa tilanteessa kolmea latauspistettä ei käytetä, joten keskuksella olisi käytössä potentiaalista latausteho 39 A edestä, mutta tavallisella kuormanhallinnalla tätä ei hyödynnetä. Tavallinen kuormanhallinta sopii esimerkiksi tilanteisiin, jossa saneerauskohteen entisille autolämmityskoteloille tulevat syöttökaapelien poikkipinta-alat rajoittavat latausvirran suuruutta.

Dynaaminen kuormanhallinta tasoittaa käytössä olevan kuorman latauslaitteiden kesken laitteiston kuormitustilanteen mukaan. Havainnollistetaan dynaamisen kuormanhallinnan toimintaperiaatetta kuvalla 2.



KUVA 2 Dynaaminen kuormanhallinta (Ensto)

Kuvassa 2 lähtötilanne on saman kaltainen kuin kuvassa 1. Neljä latauspistettä, joita syöttää keskus, jonka pääsulakkeiden koko on 100 A. Dynaaminen kuormanhallinta jakaa käytössä olevan latauspotentiaalin kolmen latauksessa olevan ajoneuvon kesken siten, että latausjärjestelmä hyödyntää koko latauspotentiaalin. Mikäli tässä tilanteessa latausjärjestelmään liitettäisiin neljäs ajoneuvo, kuormanhallintalaitteisto laskisi latausvirran 25 ampeeriin latauspistettä kohden. Jos kuvan 2 tilanteesta yksi ajoneuvo poistuisi latauksesta olisi kahta jäljelle jäävää ajoneuvoa mahdollista ladata 50 A latausvirralla.

Dynaamisella kuormanhallinnalla voidaan tarkkailla myös koko kiinteistön sähkön kulutusta, jolloin sähköauton latausjärjestelmästä saadaan entistäkin joustavampi. Dynaaminen kuormanhallinta pystytään ohjelmoimaan tilanteeseen sopivaksi. Tärkeimmät ohjelmoitavat parametrit ovat korkeimman latausvirran ja matalimman latausvirran arvot.

Esimerkiksi rivitalo-osakeyhtiössä voidaan tarkkailla pääkeskuksen huipputehoa ja sen perusteella antaa korkeimman latausvirran raja-arvo sähköauton latauspisteille. Tämä edellyttää sitä, että kaapelointi ja alakeskukset pystyvät siirtämään toivotun tehon latauspisteille. (Ensto suunnittelijanopas 2020)

### 3 HYVÄKSYTTY LAKIESITYS

Eduskunta hyväksyi hallituksen asetteleman lain ”Laki rakennusten varustamisesta sähköajoneuvon latauspisteillä ja latausvalmiuksilla sekä automaatio- ja ohjausjärjestelmillä” lokakuussa 2020. Tässä luvussa sähköauton lataamiseen liittyviä otteita luvusta 2 sekä lain ydinsisältö tiivistettynä taulukoihin.

#### 3.1 Uudis- ja saneerauskohteiden varustaminen sähköauton latauspisteillä tai latauspistevalmiudella

Uudis- ja saneerauskohteita koskevat samat vähimmäisvelvoitteet EV 108/2020 ensimmäisen luvun 5. ja 6. momentin mukaan. Alle on lainattu momentista 6 ote, jossa käsitellään latauspistejärjestelmän minimivaatimuksia:

”Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on enemmän kuin neljä pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius siten, että jokaiseen pysäköintipaikkaan voidaan myöhemmin asentaa latauspiste. Sellaisen laajamittaisen korjauksen kohteena olevan muun kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on yli 10 pysäköintipaikkaa, on asennettava yksi suuritehoinen latauspiste tai vaihtoehtoisesti:

- 1) vähintään yksi normaalitehoinen latauspiste, jos pysäköintipaikkoja on 11-50;
- 2) vähintään kaksi normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on 51-100;
- 3) vähintään kolme normaalitehoista latauspistettä, jos pysäköintipaikkoja on yli 100. ”

Näiden lisäksi ”muun rakennuksen kuin asuinrakennuksen yhteyteen, jossa on 11-30 pysäköintipaikkaa, on asennettava latauspistevalmius vähintään 50 prosenttiin pysäköintipaikoista. Jos pysäköintipaikkoja on yli 30, latauspistevalmius on asennettava vähintään 20 prosenttiin pysäköintipaikoista kuitenkin niin, että latauspistevalmius on vähintään 15 pysäköintipaikassa.” (Eduskunnanvastaus 108/2020)

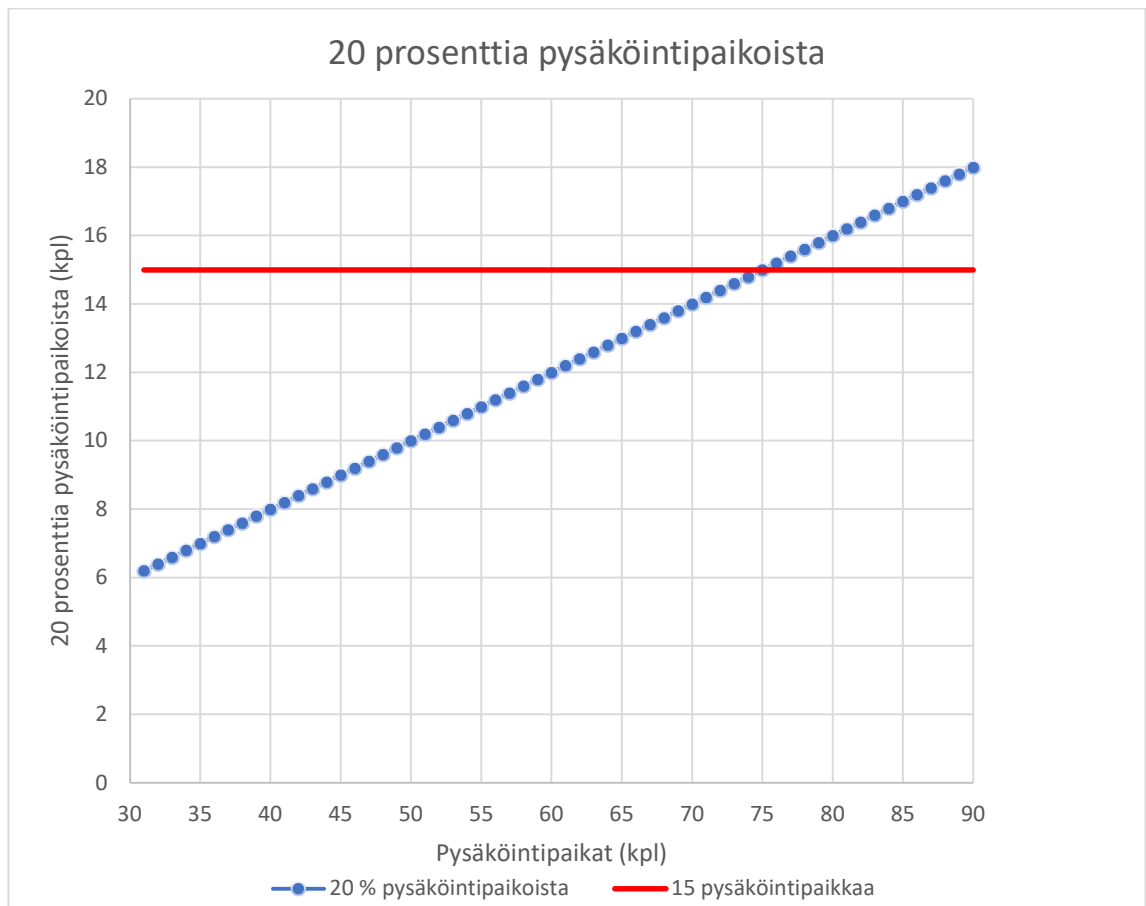
### 3.2 Lain asettamien vähimmäisehtojen yhteenveto

Lakia luettaessa huomataan, että samat säädökset koskevat saneerattavia ja uudiskohteita. Lain asettamien vähimmäisehtojen perusteella luotiin taulukko 2, jossa on esitetty muiden kuin asuinrakennusten sähköautojen latauspisteiden ja latauspistevarausten vähimmäisvaatimukset.

TAULUKKO 2. Muiden kuin asuinrakennusten sähköautojenlatauspisteiden ja latauspistevarausten vähimmäisvaatimukset.

<b>Saneeraus- ja uudiskohteet (muu kuin asuinrakennus)</b>				
<b>Pysäköinti- paikkoja</b>	<b>1-10</b>	<b>11-50</b>	<b>51-100</b>	<b>yli 100</b>
Latauspisteet	ei pakollisia	yksi suuritehoinen tai vähintään yksi normaali tehoinen	yksi suuritehoinen tai vähintään kaksi normaali tehoista	yksi suuritehoinen tai kolme normaali tehoista
<b>Pysäköinti- paikkoja</b>	<b>1-10</b>	<b>11-30</b>	<b>31-75</b>	<b>yli 75</b>
Latauspistevalmius	ei pakollisia	vähintään 50 prosenttia pysäköintipaikoista	vähintään 15 pysäköintipaikkaa	vähintään 20 prosenttia pysäköintipaikoista

Taulukon 2 perusteella voidaan todeta, että alle 10 pysäköintipaikan rakennuksille, jotka eivät ole asuinrakennuksia, ei tarvitse asentaa sähköauton latauspisteitä tai latauspistevarauksia. Yli 10 pysäköintipaikan rakennuksille voidaan joko asentaa yksi suuritehoinen (riippumatta pysäköintipaikkojen määrästä) tai 1-3 normaalitehoista latauspistettä riippuen pysäköintipaikkojen määrästä, jotta vähimmäisvaatimus latauspisteiden määrästä saadaan toteutettua. Laissa asetetaan vaatimus yli 30 pysäköintipaikan latauspistevarauksille siten, että varauksia tulee olla vähintään 20 prosenttia pysäköintipaikoista, mutta vähintään 15 kappaletta. Taulukkoon 2 on lisätty sarake 31-75 pysäköintipaikkaa edellä mainitusta syystä, koska jos alle 75 pysäköintipaikan pysäköintialue varustettaisiin 20 prosenttisesti latauspistevalmiuksilla, ei tämä pysäköintialue täyttäisi vaatimusta ”kuitenkin niin että, että latauspistevalmius on vähintään 15 pysäköintipaikassa.”. Todistetaan tämä kuviossa 1.



KUVIO 1. 20 prosenttia pysäköintipaikoista välillä 31-90 pysäköintipaikkaa.

Kuviossa 1 on esitetty sinisenä palloviivana, minkä arvon kukin pysäköintipaikan lukumäärä saa, kun pysäköintialueen koko kappaleina kerrotaan 20 prosentilla. Kuviossa on näkyvillä lain asettama reunaehto yli 30 pysäköintipaikan pysäköintialueille ” kuitenkin niin että, että latauspistevalmius on vähintään 15 pysäköintipaikassa”, joka näkyy kuviossa punaisena suorana. Kuvioista 1 voidaan todeta, että suorien x-suuntainen leikkauspiste on 75 pysäköintipaikan kohdalla. Joten jos pysäköintipaikkoja on alle 75, ei lain määräämä vähintään 15 pysäköintipaikkaa tule täyttymään, jos latausvalmiuksien määrä määritetään käyttämällä 20 prosentin ohjearvoa. Yli 75 pysäköintipaikan pysäköintialueet tulee siis varata vähintään 20 prosenttisesti pysäköintipaikkojen määrästä latausvalmiuksilla. 75:n pysäköintipaikan alueet tai pienemmät kuitenkin yli 30 pysäköintipaikan alueet tulee varustaa vähintään 15 sähköauton latausvalmiudella. Taulukkoon 3 taulukoitu lain velvoittamat vähimmäisvaatimukset sähköauton latauspisteille ja latausvalmiuksille, kun kohde on asuinrakennus.

TAULUKKO 3. Asuinrakennusten sähköautojenlatauspisteiden ja latauspistevarausten vähimmäisvaatimukset.

<b>Saneeraus ja uudiskohteet (asuinrakennukset)</b>		
<b>Pysäköintipaikoja</b>	<b>1-4</b>	<b>yli 4</b>
Latauspisteet	ei pakollisia	ei pakollisia
Latauspistevalmius	ei pakollisia	jokaiseen

Taulukon 3 perusteella alle viiden pysäköintipaikan asuinrakennuksen parkkialueille ei tarvitse asentaa sähköauton latauspistettä eikä tarvitse varautua tuleviin latauspisteisiin. Viiden ja sitä useamman pysäköintipaikan parkkialueelle ei myöskään tarvitse asentaa latauspistettä, mutta jokaiselle pysäköintipaikalle on oltava olemassa putkitus ja/tai muu kaapelireitti sähköauton latauspistettä syötävälle kaapelille.

Normaalitehoiset (3,7-22 kW) ja suuritehoiset (yli 22 kW) vaihtosähkölatausasemat tulee varustaa vähintään SFS-EN 62196-2 tyyppin 2 mukaisella pistorasialla tai ajoneuvopistokkeella. Euroopassa käytettyä tyyppin 2 pistorasiaa tai ajoneuvopistoketta kutsutaan nimellä Mennekes. Suuritehoiset tasasähkö latausasemat tulee varustaa vähintään SFS-EN 62196-3 tyyppin 3 mukaisella FF Combo 2 ajoneuvopistokkeella. Latausasemat voivat sisältää edellä mainittujen pistoke tyyppien lisäksi muita pistokkeita.

Asennettavista latauspisteistä vähintään yhden kaikkien käytössä olevan latauspisteen täytyy sijaita pysäköintipaikalla, jonka koko leveydeltään vähintään 3,6 m ja pituudeltaan vähintään 5,0 m. (nk. inva-ruutu). Pysäköintipaikkaa ei tarvitse rajata vain liikuntarajoitteisten käyttöön.

(Direktiivi 2014/94/EU, EV 108/2020, Kuronen & Oksanen & Orrberg)

### 3.3 Lain erityismaininnat

Rakennukset ja kiinteistöt, joissa on enemmän kuin 20 pysäköintipaikkaa ja ovat tarkoitettu muuhun kuin asuinkäyttöön, on varustettava vähintään yhdellä latauspisteellä vuoden 2024 loppuun mennessä, vaikka niihin ei kohdistuisi laajamittaista korjausta ennen vuotta 2025.

Lakia sovelletaan rakennuksiin, joissa käytetään energiaa sisäilman ylläpitämiseen. Lakia sovelletaan myös pysäköintitaloihin, jotka ovat tarkoitettu yhden tai useamman asuinrakennuksen pysäköinnin järjestämiseksi, vaikka pysäköintitaloissa ei käytettäisi energiaa sisäilman ylläpitämiseen.

(EV 108/2020)

Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että laki koskee rakennuksia, joiden lämmitykseen käytetään energiaa. Lakia sovelletaan myös niin kutsuttuihin kylmiin pysäköintitaloihin, jos ne ovat tarkoitettu asuinrakennusten pysäköinnin järjestämiseksi.

(Talotekniikka info)

Uutta lakia ei sovelleta mikroyritysten omistuksessa ja käytössä oleviin rakennuksiin. Mikroyritykseksi luokitellaan komission suosituksen 2003/361/EY yritystä, jonka palveluksessa on vähemmän kuin 10 työntekijää ja jonka vuosiliikevaihto tai taseen loppusumma on enintään kaksi miljoonaa euroa. Uutta lakia ei myöskään sovelleta puolustushallinnon käytössä olevissa rakennuksissa.

(EV 108/2020)



## 4 Suunnittelun ongelmat saneerauskohteissa

Sähköautojen latauspistejärjestelmiä suunniteltaessa tärkeintä on päästä ratkaisuun, jolla pystytään täyttämään tilaajan toiveet mahdollisimman tarkasti. Saneerauskohteiden ongelmaksi muodostuu olemassa olevan sähkönjakelujärjestelmän pienitehoisuus. Olemassa olevia sähköjärjestelmiä ei ole suunniteltu suuritehoisia sähköauton latauspisteitä ajatellen. Yleisimpiä ongelmatilanteita ovat alakeskuksien pääsulakkeiden koko ja kaapelointi, liian pieni sähköliittymä sekä keskusten ja keskushuoneiden fyysiset rajoitukset.

### 4.1 Ongelmat

Yleisesti rivi- ja kerrostaloympäristössä on ennestään olemassa sähkönjakeluinfrasa asukaspaikoille autolämmityspistorasioiden muodossa. Ongelmana on se, miten autolämmityspistorasiat on mitoitettu. ST-kortin 13.31 mukaan autolämmityspistorasia mitoitetaan 0,5 kW autopaikkaa kohden ja sähköauton latauspiste mitoitetaan 2 kW autopaikkaa kohden. Mikäli kaikki autolämmityspistorasiat hahutettaisiin korvata sähköauton latauspisteillä, olisi tarvittava sähköinen teho nelinkertainen verrattuna lähtötilanteeseen. Alakeskuksia ja ryhmäjohtoja ei ole mitoitettu tällaista tehon tarvetta varten.

Sama ongelma usein toistuu pääkeskus- ja sähköliittymätasolla. Nykyisissä sähkönjakelujärjestelmissä ei ole otettu huomioon mahdollisia sähköauton latausjärjestelmiä.

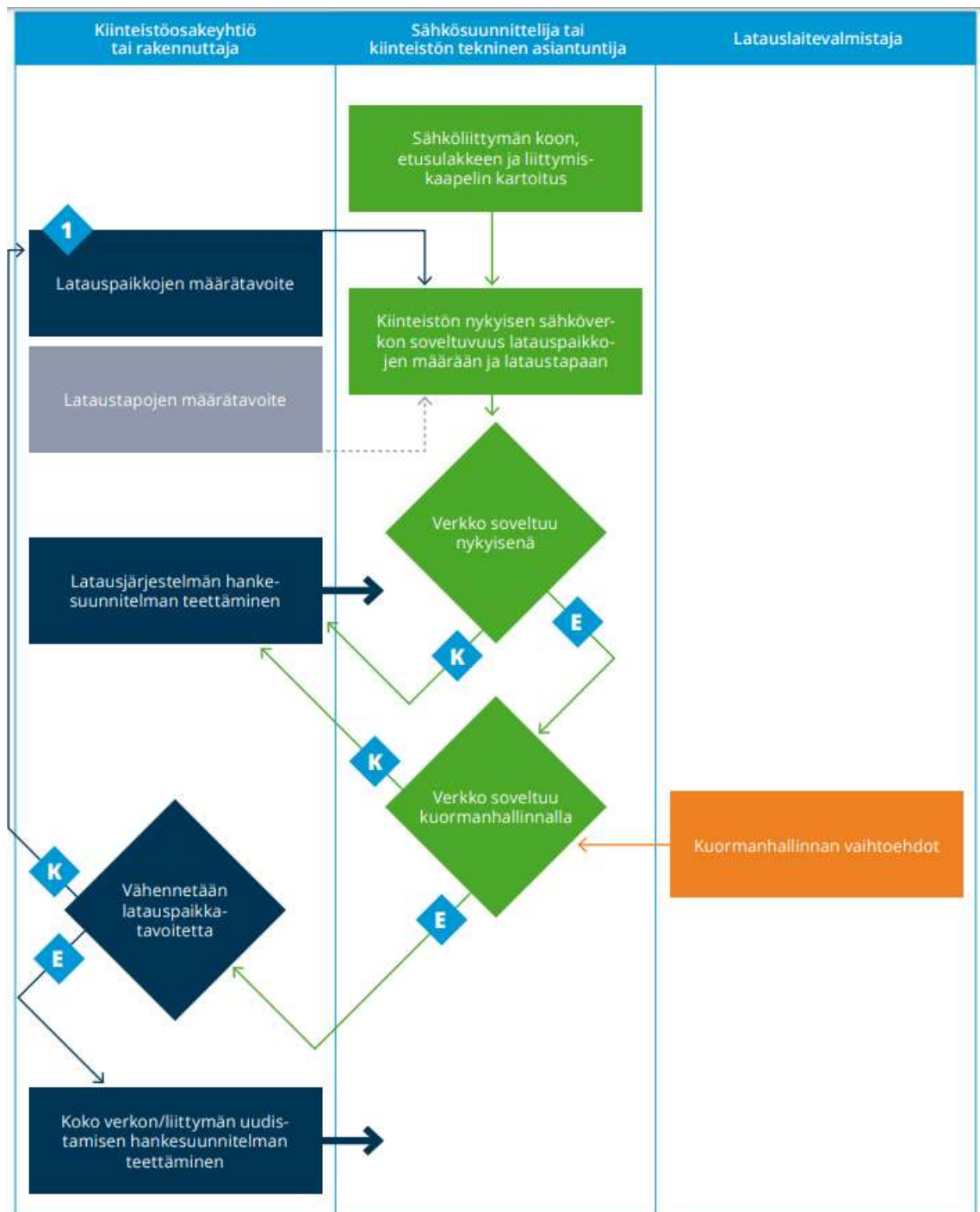
Myös sähkökeskukset voivat jäädä liian pieniksi. Sähkökeskukset ovat mitoitettu tietyille maksimivirroille ja ne voidaan varustaa vain tietyn kokoisilla pääsulakkeilla. Jos pääkeskuksen nimellisvirta ei ole tarpeeksi suuri, joudutaan koko sähkökeskus korvaamaan suuremmalla. Sähkökeskukset voivat myös jäädä fyysisesti liian pieniksi. Keskuksen kiskostossa ei ole tilaa uusille lähdöille, jolloin tulee harkita keskuksen laajennusta tai uuden alakeskuksen rakentamista.

Edellä mainituissa tilanteissa tarvitsee harkita koko sähkönjakelujärjestelmän uudelleen mitoittamista, mikä usein tarkoittaa sähköliittymän suurentamista, uuden alakeskuksen lisäämistä sähköauton latauspisteitä varten sekä paikoitusalueen

kaapeloinnin uusimista. Laajamittainen sähköjakelujärjestelmän uusiminen on kallista, joten seuraava esille tuleva ongelma on yleensä taloudellinen sijoitus. Ratkaisuna tulee harkita, voidaanko latauspisteiden määrästä päästä kompromissiin tai toteuttaa sähköauton latausjärjestelmä vaiheittain, jotta kustannukset jakautuisivat pidemmälle ajalle.

#### **4.2 Hankkeen aloitus ja tarveselvitys**

Edellisessä luvussa käytiin läpi yleisiä ongelmia. Ongelmatilanteet vievät aikaa, mutta hyvällä suunnittelulla ja alkuselvityksillä säästetään aikaa ja saadaan parempi lopputulos aikaiseksi. Alla esitetään Enston julkaisema kaavio, jossa käydään läpi tarveselvityksen vaiheet. Tarveselvityksen laatiminen on ensiarvoisen tärkeää, jotta suunnittelijalla on käytössä tarvittavat lähtötiedot ja tilaajan toiveet.



KAAVIO 1. Saneerauskohteen tarveselvitys (Ensto)  
(Ensto suunnittelijanopas 2020)

Kaavio 1 soveltuu niin asuin- kuin muidenkin kiinteistöjen suunnittelun tueksi. Sähköliittymän ja muun sähköjakelujärjestelmän alkutilanteesta tulee muodostaa tarkka tilannekuva suunnittelun alkuvaiheissa. Liittymän koko, liittymän huipputeho, mahdolliset sopivat alakeskukset ja kaapeloinnit tulee selvittää sähköjärjestelmän kartoituksessa. Huipputeho voidaan selvittää laskennallisesti ST-kortin 13.31 avulla, mutta todenmukaisin huipputeho saadaan sähköverkkoyhtiöltä,

joka on yleensä kerännyt pitkän ajanjakson ajan dataa kiinteistön sähkönkulutuksesta. Muut tarvittavat lähtötiedot voidaan kerätä kiinteistön sähkösuunnitelmista.

## 5 SUUNNITTELU RIVITALO- JA KERROSTALOSANEERAUKSISSA

Sähköautojen latauspisteiden mitoittamisen esimerkkinä käytetään referenssi-kohtetta, joka on rivitalo-osakeyhtiö. Suunnittelun lähtötilanteena on tieto, että osakeyhtiön pysäköintialueelle halutaan kartoittaa mahdollisuudet sähköautojen latauspisteiden lisäämiselle. Suunnittelun avulla selvitetään, millaisia ratkaisuja olemassa olevalla sähköjakelujärjestelmällä pystyttäisiin saavuttamaan. Asukaspaikat on varustettu autolämmityskoteloilla, joita syötetään kiinteistökeskukselta. Suunnittelussa otetaan tarkastelun alle myös muita mahdollisia ratkaisuita, jotka voivat sisältää suurempia laitteistoinvestointeja ja suurempia muutoksia kohteen sähköjakelujärjestelmässä. Referenssikohteen suunnittelu vastaa tyypillistä, joko rivi- tai kerrostalon saneerausta.

### 5.1 Referenssikohte ja lähtötiedot

Suunnittelun kohteena on 2000-luvun alussa valmistunut rivitaloasunto-osakeyhtiö Tampereen Metsolassa. Asunto-osakeyhtiön pysäköintialueelle on ehdotettu sähköauton latauspistejärjestelmää. Latauspistejärjestelmä toivotaan toteutettavaksi mahdollisimman pienillä kustannuksilla sekä laiteinvestoinneilla. Asukkaille toivotaan tasavertaista mahdollisuutta sähköauton lataamiselle.

Kiinteistössä on kolmen kokoisia asuntoja. Asuntoja on yhteensä 27. Asunnot ovat listattu tyypeittäin taulukkoon 4.

TAULUKKO 4 Referenssikohteen asunnot

Huoneistot	Määrä
3 H+K+S 80 m <sup>2</sup>	14
4 H+K+S 91 m <sup>2</sup>	9
5 H+K+S 114,5 m <sup>2</sup>	4
Yhteensä	27

Huoneistoalaa kiinteistössä on yhteensä 2397 m<sup>2</sup>.

Autolämmityskoteloita syötetään kiinteistökeskukselta, jonka pääsulakkeiden koko on 100 A. Kiinteistökeskus on pääkeskuksen kanssa samassa keskusrungossa. Kiinteistön liittymän koko on 200 A.

Parkkialue sisältää 49 pysäköintipaikkaa, joissa on ennestään yksi autolämmityskotelo kahta pysäköintipaikkaa kohden. Autolämmityskotelot on jaoteltu neljään kolmivaiheiseen ryhmään siten, että ryhmä 7 kattaa autopaikat 6-15, ryhmä 6 kattaa autopaikat 16-27, ryhmät 4 ja 5 kattavat autokatospaikat puoliksi, joita on yhteensä 27. Taulukoidaan ryhmien autopaikkatiedot taulukkoon 5.

TAULUKKO 5 Autolämmityskoteloiden ryhmitys

<b>Kiinteistökeskuksen ryhmät 4-7</b>				
<b>Ryhmä</b>	<b>Autopaikat</b>	<b>Autolämmityskotelot</b>	<b>Sulake</b>	<b>Kaapelityyppi</b>
4	14	7	3x40A	MCMK 4x10+10S
5	13	7	3x40A	MCMK 4x10+10S
6	12	6	3x40A	MCMK 4x10+10S
7	10	5	3x25A	MCMK 4x6+6S

Autolämmityspistorasioita syötetään kiinteistökeskuksesta, jonka pääsulakkeina toimii 3x100 A kahvasulakkeet. Kiinteistökeskuksella on oma sähköenergianmittaus ja keskuksessa on tilavaraus toiselle sähköenergiamittarille.

Latausjärjestelmä pyritään mitoittamaan siten, että se täyttää lain vaatimukset (taulukko 3) ja täyttää asuinrakennuksen latausprofiilin (taulukko 1) vaatimukset 100 kilometrin päivittäisillä ajoilla. Kohde sijaitsee keskeisellä paikalla Tampereen kantakaupungin lähellä, joten asukkaiden työmatkan mediaani voidaan olettaa alle 50 kilometriin. Mikäli asukas kulkee pidempää työmatkaa, tulee hänen valmistautua lataamaan sähköajoneuvoaan työpaikallaan tai tukeutumaan julkiseen sähköautojen latausinfrastruktuuriin. Tulevaisuudessa ja taloyhtiön sisällä voidaan pohtia, miten pidempää työmatkaa kulkevien lataustarpeita voitaisiin katkaa laajemmin.

## 5.2 Kiinteistön huipputehon arviointi

Arvioidaan kiinteistön huipputeho kolmella tavalla. Ensimmäisenä arvioidaan kiinteistön huipputeho olemassa olevien sähköpiirustusten avulla. Nousujohtokaavioista (liite 3) poimitaan kiinteistöhuipputeho arviot taulukkoon 6.

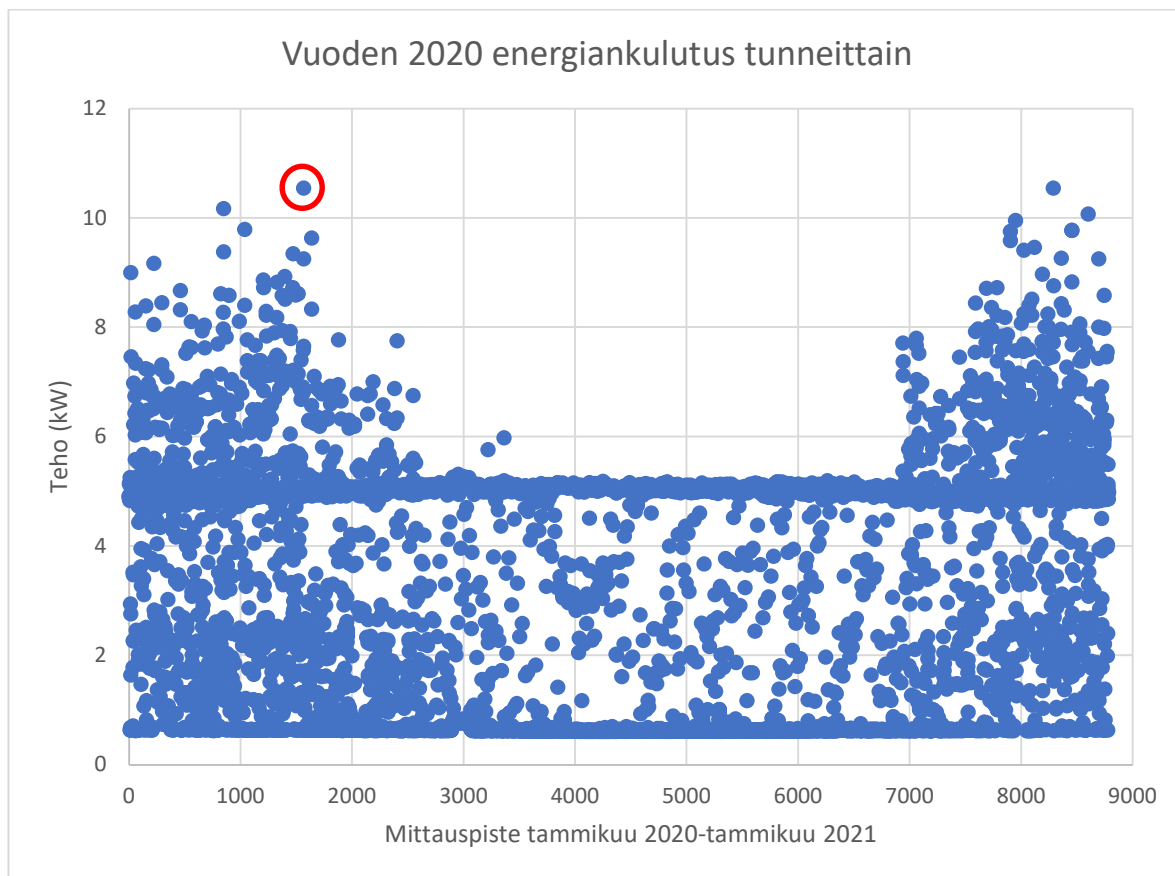
TAULUKKO 6 Kiinteistön sähköpiirustuksista poimitut huipputehot

Kohde	Huipputeho (kW)
Liittymä	130
Kiinteistösähkö	60
Asunnot	80
MK 1 (asunnot A1-A5, B6-B11 ja D17-D21)	48
MK 2 (asunnot C12-C17 ja E22-E27)	40

Nousujohtokaavioon on liittymän kokonaishuipputehoksi arvioitu 130 kW. Kiinteistösähkön osuudeksi on arvioitu 60 kW ja asuntojen osuudeksi on arvioitu 80 kW. Liittymän huipputehoa ei olla arvioitu summaamalla kaikkia tehoja yhteen. Liittymän ja asuntojen huipputehoja arvioidessa on käytetty kokemusperäisiä korjauskertoimia. Korjauskertoimilla pyritään huomioimaan sähkön kulutuksen epä säännöllisyys. Jokainen asukas ei esimerkiksi lämmitä saunaa samanaikaisesti.

Toisena tapana arvioidaan kiinteistön huipputeho sähköverkkoyhtiöiltä saatujen tuntitehon perusteella. Kuvioon 2 on tuotu sähköverkkoyhtiön mittausdata kiinteistökeskuksen vuoden 2020 sähkönkulutuksesta tunneittain. Yksi mittauspiste kuvaajassa esittää yhden tunnin kulutusta kilowattitunteina.

KUVIO 3 Kiinteistökeskuksen tuntitehot vuonna 2020

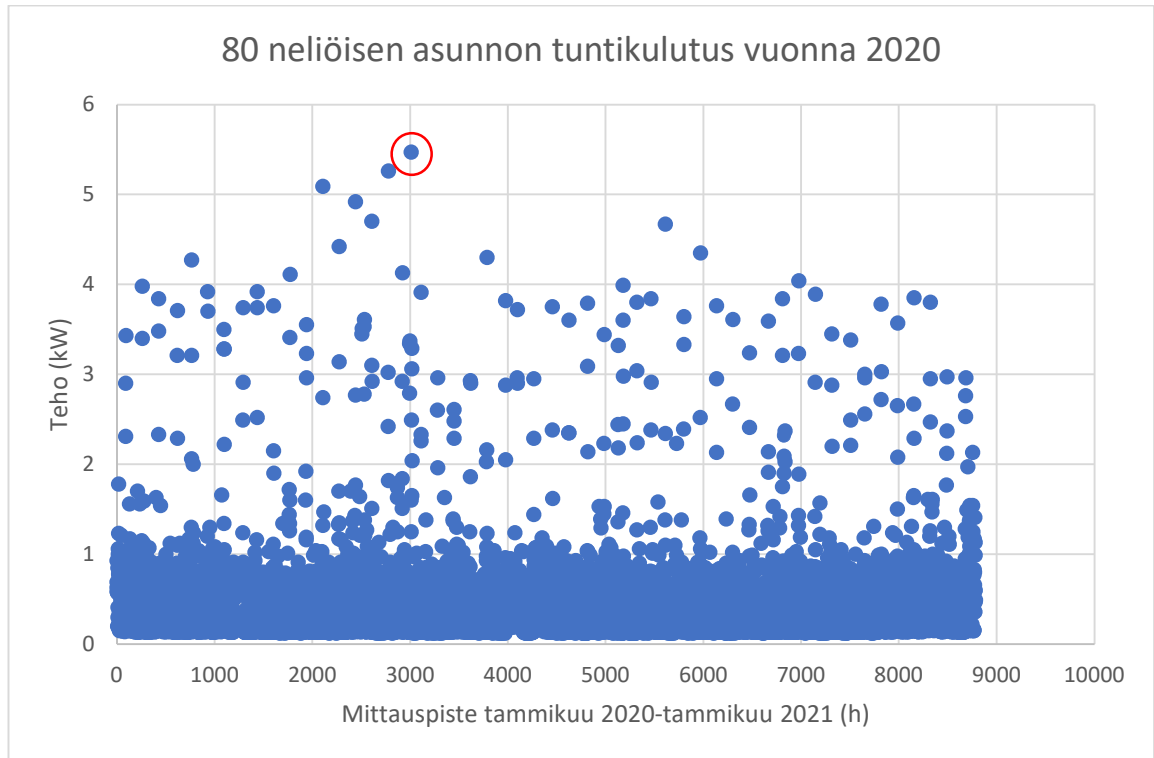


Mittausdatasta poimitaan vuoden korkein tuntiteho (ympyröity), joka on kiinteistökeskuksen huipputeho. Kiinteistön korkein tuntiteho vuonna 2020 oli 10,54 kW, joten kiinteistökeskuksen huipputeho on noin 11 kW. Kiinteistökeskuksen peruskuormitus on noin 5 kW suuruista. Autolämmityspistorasioiden käyttö keskittyy talviaikaan, jolloin tuntitehossa näkyy energiankulutuksen kasvua. Voidaan olettaa, että autolämmityspistorasiat käyttävät suurimmillaan noin 6 kW tehoa.

Kuvioon 4 tuodaan yhden asukkaan vuoden 2020 tuntitehot, joiden perusteella arvioidaan asuntojen huipputeho. Asunto, josta tuntitehot saatiin, on 80-neliöinen kolmio. Tätä huoneistotyyppiä kiinteistössä on eniten.



## KUVIO 4 Yhden asunnon tuntikulutus vuonna 2020



Yksi 80 m<sup>2</sup> asunto kuluttaa kuvion 4 mukaan maksimissaan (ympyröity) noin 5,5 kW. Suhteuttamalla tämä koko kiinteistön huoneistoalaan saadaan,

$$\frac{2397 \text{ m}^2}{80 \text{ m}^2} \cdot 5,5 \text{ kW} = 164.75 \text{ kW}.$$

Yhden asunnon huipputeho voidaan suhteuttaa koko kiinteistön huipputehoon, vaikka asuntoja on eri kokoisia, koska jokaisessa asunnossa on sauna.

Koko kiinteistön huipputeho on asuntojen huipputehon ja kiinteistökeskuksen huipputehon summa

$$164,75 \text{ kW} + 11 \text{ kW} = 175.75 \text{ kW}.$$

Arvioitu huipputeho on hetkeltä, jolloin jokaisen huoneiston oletetaan käyttävän sähköenergiaa, kuten esimerkkiasunto käyttää maksimissaan. Tämä tilanne on hyvin epätodennäköinen ja voidaan pitää mahdottomana, koska kiinteistön pääsulakkeet ovat 200-ampeeriset ja 175,75 kW teho vaatisi kaavan 3 mukaan

$$I = \frac{175,75 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,9} = 282 \text{ A},$$

jota kiinteistön pääsulakkeet eivät olisi kestänyt nykyisellä käytöllä.

Kolmantena arviointi keinona käytetään ST- kortin 13.31 Kokemusperäistä laskukaavaa.

ST- kortissa on esitetty kaava

$$P_h = B + 24 \cdot A/1000.$$

Kaava on kokemusperäinen laskentamalli. Kaavassa  $P_h$  on rivitalon huipputeho,  $B$  on vakio (90 kW rakennuksissa, joissa on huoneistokohtaiset sähkökiukaat),  $A$  on huoneistoala. Lasketaan kiinteistön huippukuormitus kiinteistön huoneistoalalla yhtälöllä

$$P_h = 90 \text{ kW} + 24 \cdot \frac{2397}{1000} = 147,5 \text{ kW}.$$

Taulukoidaan yhteenvedona kolmen eri arviointitavan tulokset taulukkoon 7. (Finni, Hietaniemi & Karppinen)

TAULUKKO 7 Kiinteistön huipputehot eri arviointi menetelmillä.

Arviointi tapa	Huipputeho
Olemassa olevat dokumentit	130 kW
Verkkoyhtiöltä saadut tuntitehot	175 kW
Kokemusperäinen laskentamalli (ST 13.31)	147,5 kW

Olemassa olevien lähtötietojen perusteella, kiinteistön huipputeho on 130 kW, 147,5 kW tai 175 kW. 147,5 kW ja 175 kW huipputehot voidaan hylätä, koska nykyisen pääkeskukseen 200 A pääsulakkeet ovat kestäneet maksimissaan

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 200 \text{ A} \cdot 0,96 = 133 \text{ kW}$$

kuormitusta.

Olemassa olevien lähtötietojen pohjalta todetut huipputeho arviot eivät ole todenmukaisia. Todenmukaisin tapa arvioida kiinteistön huipputeho on arvioida huipputeho verkkoyhtiön tuntitehojen avulla. Näihin laskelmiin taloyhtiöltä on saatu vain yhden asunnon tuntitehot ja arvioitu huipputeho siten, että jokainen asunto kuluttaa samana ajan hetkenä saman verran sähköä. Todellisuudessa jokaisessa asunnossa ei ole esimerkiksi saunaa, liettä ja uunia saman aikaisesti päällä. Joten 175 kW on arviona yliampuva, kun halutaan määrittää mahdollisimman tarkka huippukuormitus.

Hyvin karkealla arvioinnilla voidaan ajatella, että kiinteistön todellinen huipputeho on alle 100 kW. Kuvion 4 mukaan yhden asunnon peruskäyttö vie noin 1,5 kW. 27 asuntoa kuluttaisi siis  $27 \cdot 1,5 \text{ kW} = 40,5 \text{ kW}$ . Oletetaan, että samanaikaisesti 15 asuntoa kuluttaa huipputehon 5,5 kW ja loput 15 kuluttavat peruskuormituksen 1,5 kW. Oletetaan, että kaikki eivät ole välttämättä kotona samanaikaisesti, kaikki eivät sauno tai laita ruokaa samanaikaisesti. Tällä oletuksella huippukuormitus tällä ajanhetkellä olisi

$$12 \cdot 1,5 \text{ kW} + 15 \cdot 5,5 \text{ kW} = 100,5 \text{ kW}.$$

Tätä arviota ei voida käyttää mitoittamisessa, koska sitä ei voida mittausdatalla perustella. Taloyhtiön täytyisi toimittaa kattavammat tuntitehoarviot suunnittelijalle, jos huippukuormitusarvio halutaan saada mahdollisimman tarkaksi ja todenmukaisemmaksi.

### 5.3 Mitoittaminen

Latausjärjestelmä mitoitetaan luvussa 4.1 esitettyjen lähtötietojen mukaan. Sijoitetaan lähtötiedot (100 km toimintasäde yhdellä latauksella, 49 autopaikkaa, latauksen kesto 10 h ja sähköauton keskimääräinen kulutus 0,2 kWh/km) kaavaan 1:

$$P_{\text{lataus}} = \frac{100 \text{ km} \cdot 0,2 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \cdot 49}{10 \text{ h}} = 98 \text{ kW}$$

Lasketaan kuormitusvirta kaavalla 3:

$$I = \frac{98 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 0,96} = 147,3446 \text{ A} \approx 150 \text{ A}$$

Kiinteistökeskuksessa on 100 A pääsulakkeet, joten edes näillä suositeltavilla minimi mitoituksilla ei voida toteuttaa jokaiselle asukkaalle latausmahdollisuutta.

Tutkitaan, voidaanko hyödyntää sähköauton latauspisteille pääkeskusta, joka on samassa rungossa kiinteistökeskuksen kanssa. Lasketaan, kuinka paljon tehoa yksi minimiin mitoitettu latauspiste käyttää:

$$\begin{aligned} P_{\text{yksi latauspiste}} &= \frac{P_{\text{lataus}}}{n_{\text{auto}}} \\ P_{\text{yksi latauspiste}} &= \frac{98 \text{ kW}}{49} \\ &= 2 \text{ kW} \end{aligned}$$

Yhden minimiin mitoitettun latauspisteen teho on 2 kW. ST-kortissa ST-51.90 myös suositellaan, että sähköauton latauspistettä ei mitoitettaisi alle 2 kW, koska kaikkien sähköajoneuvojen lataus ei käynnisty alle 2 kW teholla. 2 kW lataustehoa voidaan pitää absoluuttisena miniminä mitoittaessa sähköauton latauspisteitä.

Nykyistä 200-ampeerista sähköliittymää voidaan kuormittaa kaavan 2 mukaisesti lausekkeella

$$\begin{aligned} P &= \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 200 \text{ A} \cdot 0,96 \\ P &= 133,0 \text{ kW}. \end{aligned}$$

Edellisessä aluvussa arvioitiin kiinteistön huipputeho kolmella eri menetelmällä. Todenmukaisin arvio lähtötietojen perusteella on 130 kW, koska kaksi muuta arviota voitiin hylätä liian suurina sähkönjakelujärjestelmän toimivuuden perusteella. 200-ampeerista sähköliittymää voidaan kuormittaa 133,0 kW teholla. Sähköliittymä on siis nykyisillä laitteillaan kuormitettuna äärirajoilleen.

Koska sähköliittymä on äärirajoilla, joudutaan kiinteistön sähkönjakelujärjestelmään tekemään muutoksia. Kiinteistön sähköliittymää voidaan kasvattaa kokoon 250 A pienillä kustannuksilla, koska pääkeskus on mitoitettu keskuskaavion (liite 2) mukaan 250 A mukaan ja liittymiskaapeli soveltuu Tampereen Sähkölaitoksen (liite 4) mukaan 250 A liittymälle.

Lasketaan, kuinka suurta tehoa voidaan käyttää sähköautojen lataamiseen, kun liittymä koko kasvatetaan 200 ampeerista 250 ampeeriin. Todetaan, että 200 ampeeria päivitetyistä 250 ampeerin liittymästä käytetään kiinteistön nykyisiin sähkölaitteisiin. Lasketaan käytettävissä oleva tehon jäljelle jäävän 50 A mukaan kaavalla 2

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 50 \text{ A} \cdot 0,96 = 33,3 \text{ kW}.$$

Sähköautoja voidaan ladata 33,3 kW teholla. Luodaan taulukko, jonka mukaan voidaan mitoittaa sähköauton latauspistejärjestelmän laajuus, kun vanhat autolämmityskotelot, jotka on mitoitettu alun perin 0,5 kW mukaan korvataan sähköauton latauspisteellä ja yhden latauspisteen teho on 2 kW.

TAULUKKO 7. Autolämmityspistorasioiden korvaaminen sähköauton latauspisteillä.

Käytettävissä oleva teho (kW)	Monta voidaan korvata
2	1
4	2
6	4
8	5
10	6
12	8
14	9
16	10
18	12
20	13
22	14
24	16
26	17
28	18
30	20
32	21
34	22
36	24
38	25
40	26
42	28
44	19
46	30
48	32
50	33
54	36
58	38
62	41
66	44
70	46
74	49
78	52
82	54
86	57
90	60
94	62
98	65
102	68

Taulukosta voidaan todeta, että jos sähkönsyöttö pystyttäisiin järjestämään pääkeskukselta, voitaisiin 21 autolämmityspistorasiakoteloä korvata sähköauton latauspisteillä.

Kiinteistökeskuksen tuntitehoarvioista (Kuvio 3), voidaan päätellä, että nykyisiä autolämmityspistorasioita käytetään suurimmillaan noin 6 kW teholla, joten saman aikaisesti käytössä on

$$\frac{6 \text{ kW}}{0,5 \text{ kW}} = 12 \text{ autopaikkaa.}$$

Tämän huomion seurauksena sähköauton latauspisteitä ei voida mitoittaa taulukon 7 mukaan tässä tilanteessa. Sähköauton latauspisteet joudutaan määrittämään käytössä olevan tehon ( $P$ ) ja latauspisteen tehon ( $P_{\text{latauspiste}}$ ) avulla yhtälöllä

$$n_{\text{sähköauto}} = \frac{P}{P_{\text{latauspiste}}} = \frac{33,3 \text{ kW}}{2 \text{ kW}} = 16,65 \approx 16 \text{ autopaikkaa.}$$

Mitoittaessa latauspisteitä, kappalemäärät täytyy pyöristää alaspäin, jotta vältetään ylimitoittamiselta. 16 latauspistettä tarkoittaa, että 33 autopaikkaa jäävät ilman sähköauton latauspistettä. Riippuen taloyhtiön tavasta jakaa latauspisteet asukkaiden kesken, vähintään 11 asunto jää ilman sähköauton latauspistettä. Latauspisteettömille pysäköintipaikoille jää olemassa olevat autolämmityskotelot. Jos latausmahdollisuus halutaan taata vähintään jokaiselle asunnolle (27 kpl), täytyisi liittymän kokoa kasvattaa vähintään

$$\frac{2 \text{ kW} \cdot 27}{400 \text{ V} \cdot \sqrt{3} \cdot 0,96} = 82 \text{ A.}$$

Tampereen sähkölaitokselta oikea liittymä olisi liitteen 4 mukaan 320 A. Nykyinen pääkeskus on mitoitettu maksimissaan 250 ampeeriseksi. Nykyisen pääkeskuksen kiskosto ei kestä 320 A liittymää. Jos liittymä halutaan päivittää suuremmaksi kuin 250 A, joudutaan uusimaan pääkeskus, sekä liittymiskaapeli.

Nykyinen kaapelointi voi myös asettaa rajoitteita sähköauton latauspisteiden lisäämiselle. Ryhmä 7 on kaapeloitu MCMK 4x6+6S -kaapelilla, jonka kuormitettavuus 46 A, kun asennustapana on D (maakaapelointi) (D1 s. 226). Lasketaan, kuinka suurella teholla MCMK 4x6+6S -kaapelia voidaan kuormittaa lausekkeella

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \text{ V} \cdot 46 \text{ A} \cdot 0,96$$

$$P = 30,6 \text{ kW.}$$

Pohjakuormana ryhmälle on 10 autopaikkaa. 10 sähköauton latauspistettä vaativat tehoa  $10 \cdot 2 \text{ kW} = 20 \text{ kW}$ . Kaikki 10 autopaikkaa voidaan varustaa sähköauton latauspisteellä.

Jos kaikki sähköauton latauspisteet kytketään lähtöön 7, lähdön 25 A johdon suoja jouduttaisiin korvaamaan 50 ampeerin johdonsuojalla. Ongelmana tässä ratkaisussa on se, että ylivirtasuojaus ei tässä tapauksessa enää toimi, koska kaapelia voidaan kuormittaa 46 ampeerilla ja 50 A laukeaa vasta, kun vaihevirta on 50 A. Ongelmana on myös, että yhden latauspisteen vioittuessa se voi laukaista ryhmän suojalaitteen kiinteistökeskuksesta, jolloin koko ryhmän sähköauton latauspisteet eivät ole toiminnassa. Tämän vuoksi yhtä ryhmäjohtoa kohden suositellaan maksimissaan kahta sähköauton latauspistettä.

## **5.4 Lopputulos**

Näiden lähtötietojen perusteella nykyiseen sähköjakelujärjestelmään ei voida lisätä sähköauton latauspisteitä. Lain velvoittama latauspistevalmius jokaiseen pysäköintipaikkaa on nykyisillä kaapelireiteillä olemassa. Taloyhtiölle esitetään ratkaisuvaihtoehtoja sähköauton latauspisteitä varten.

### **5.4.1 Liittymäkoon kasvattaminen**

Kasvatetaan liittymäkokoja 250-ampeeriseksi. Tämä ratkaisu ei vaadi suuria investointeja, koska nykyinen pääkeskus ja liittymiskaapeli soveltuvat 250 A liittymistä varten. Liittymäkoon 50 A kasvatuksella voidaan paikoitusalueelle asentaa 16 kappaletta 2 kW sähköauton latauspistettä. Ongelmana tästä ratkaisusta voi muodostua latauspisteiden jako. Asuntoja on yhteensä 27 ja sähköauton latauspisteitä 16. Taloyhtiön päätettäväksi jää, kuinka latauspisteet jaetaan siten, että asukkailla olisi tasavertainen mahdollisuus ladata sähköajoneuvoa.



### 5.4.2 Todellisen huipputehon määrittäminen

Nousujohtokaavion mukaan pääkeskuksessa on tilavaraus energiamittarille. Seurataan pääkeskuksen energian kulutusta ja huipputehoa vähintään vuoden ajan. Vuoden seurannalla saadaan todenmukainen käsitys kiinteistön huipputehosta.

Jos taloyhtiö toivoo nopeampaa ratkaisua, joka ei vaadi mittarin asentamista, tulee jokaiselta asukkaalta kerätä kokonaisen vuoden tuntitehotaulukot. Tuntitehot saadaan verkkoyhtiöltä taulukkoasiakirjana. Kerätyt tuntitehot kerätään yhteen. Kerätyn datan perusteella luodaan kuvioden 3 ja 4 mukainen kuvio asuntojen yhteisestä huipputehosta. Tämä ratkaisu vaatii jokaisen asunnon omistajan ja asukkaan sitoutumista sekä yhden henkilön panosta datan keräämisen organisoimiseksi.

Huipputehon todellisen määrittämisen jälkeen, voidaan varovaisella arviolla pitää todennäköisenä, että nykyisessä sähkönjakelujärjestelmässä on varaa sähköauton latauspisteille. Jos liittymäkoko kasvatetaan 250-ampeeriseksi, on mahdollista, että lähes jokainen pysäköintipaikka voidaan varustaa 2 kW latauspisteellä.

### 5.4.3 Kuormanhallintajärjestelmän lisääminen

Kiinteistön pääkeskuksen yhteyteen liitetään dynaaminen kuormanhallintalaitteisto, joka tarkkailee pääkeskuksen kulutusta. Kuormanhallintalaitteisto ohjelmoidaan siten, että sähköauton latauspisteet käyttävät vähintään 2kW tehoa. Kuormanhallintalaitteisto huomaa, jos kiinteistön liittymää voidaan kuormittaa enemmän, kuin 2 kW latauksessa olevaa ajoneuvoa kohden ja mahdollistaa suuremman latausvirran käytössä oleville sähköauton latauspisteille.

Kuormanhallintalaitteisto ei poista sitä ongelmaa, että liittymä voi nyt jo olla maksimikuormituksessa. Nykyisellä sähkönjakelujärjestelmällä voi tulla tilanne, jossa iltaisin asukkaiden kuormitus on niin suurta, että yön aikana ei jokaista ajoneuvoa pystytä lataamaan vähintään 10 tuntia 2 kW teholla. Tämä voi johtaa siihen, että aamulla asukas on lähdössä töihin, mutta autoa ei olekaan ladattu tarpeeksi pitkään.

#### **5.4.4 Sähkönjakelujärjestelmän laajamittainen uusiminen**

Liittymäkoko kasvatetaan vähintään 320 ampeeriseksi. Liittymiskaapeli sekä pääkeskus joudutaan uusimaan kokonaan. Vaihtoehtoisesti jos verkkoyhtiö sallii, voidaan tontille tuoda uusi liittymiskaapeli, joka syöttää uutta vähintään 82 ampeerista sähköautojen latauskeskusta. Molemmat vaihtoehdot ovat kalliita investointeja, mutta niiden avulla saadaan varmasti räätälöityä jokaista asukasta palveleva ratkaisu. Sähkönjakelujärjestelmän laajamittaisella uusimisella saadaan varmasti jokaiselle 27 asunnolle vähintään yksi sähköauton latauspiste.

#### **5.4.5 Yleisiä huomiota taloyhtiölle**

Suosittelavaa olisi rakentaa uusi keskus sähköauton latauspisteille, jos pääkeskuksessa on lähtöjä vapaana. Uutta keskusta syötetään pääkeskuksesta. Jokainen sähköauton latauspiste kaapeloidaan omalla vähintään MCMK 4x6+6S-kaapelilla. Uuden keskuksen pääsulakkeet tulisi olla vähintään 150-ampeeriset, mutta kuitenkin pienemmät kuin pääkeskuksen pääsulakkeet, jotta sähkönjakelujärjestelmän suojaus olisi selektiivinen. Keskus varustettaisiin johdonsuojilla ja vikavirtasuojilla. Jos taloyhtiö päätyy vain korvaamaan vanhat autolämmityskotelot sähköauton latauspisteillä, tulee latauspisteet valita siten, että jokainen latauspiste sisältää oman johdon- sekä vikavirtasuojan. Vaihtoehtoisesti sähköauton latauspisteet voidaan kaapeloida kiinteistökeskukseen, jolloin käytetään olemassa olevia lähtöjä, varalähtöjä sekä tilavarauksia.

Taloyhtiötä muistutetaan tutustumaan tukiin, joita myönnetään taloyhtiöille, jotka varustavat paikoitusalueensa sähköautojen latauspisteillä.

## 5.5 Muita hyödyllisiä taulukoita kerros- ja rivitalokohteisiin

Suunnittelukohteissa voi olla tilanne, että olemassa olevaan sähkönjakelujärjestelmään halutaan mitoittaa mahdollisimman laaja latauspistejärjestelmä. Tässäkin tilanteessa täytyy kohteesta kartoittaa joko huipputeho tai valita olemassa olevista vapaista keskuksen kolmivaiheisista lähdöistä sopiva. Tätä varten luotiin taulukko 8. Taulukon 8 avulla voidaan mitoittaa latauspisteiden (2 kW) määrä, kun tiedetään käytettävissä oleva vaihevirta tai teho. Taulukon 8 avulla voidaan myös suunnitella, kuinka suuren sulakkeen latausjärjestelmä vaatii, kun tiedetään kuinka monesta latauspisteestä latausjärjestelmä koostuu.

Luodaan taulukko, johon listataan vaihevirran, latauspisteiden ja tehon riippuvuus toisistaan, käyttäen apuna kaavaa 3, laskettua tietoa yhden latauspisteen minimitihosta ja sähköverkon oletussuureista (pääjännite on 400 V ja tehokerroin on 0,96).

TAULUKKO 8 Latauspisteiden määrä suhteessa vaihevirtaan ja latausjärjestelmän tehoon (100km)

Vaihevirta (A)	Latauspisteet (kpl)	Teho (kW)
6	2	4
12	4	8
18	6	12
24	8	16
30	10	20
36	12	24
42	14	28
48	16	32
54	18	36
60	20	40
66	22	44
72	24	48
78	26	52
84	28	56
90	30	60
96	32	64
102	34	68
108	36	72
114	38	76
120	40	80
126	42	84
132	44	88
138	46	92
144	48	96
150	50	100
156	52	104
162	54	108
168	56	112
174	58	116
180	60	120
186	62	124
192	64	128
198	66	132
204	68	136
210	70	140
217	72	144
223	74	148
229	76	152
235	78	156
241	80	160
256	85	170
271	90	180
286	95	190
301	100	200
316	105	210
331	110	220
346	115	230
361	120	240
376	125	250
391	130	260
406	135	270
421	140	280
436	145	290
451	150	300
466	155	310
481	160	320
496	165	330
511	170	340
526	175	350
541	180	360
556	185	370
571	190	380
586	195	390
601	200	400

Taulukko on mitoitettu 100 km päiväajolle 10 tunnin latauksella.

Jos toimintasädetä halutaan pidentää, vaihevirta ja teho kasvavat samassa suhteessa. Kaksinkertaistamalla toimintasäde myös teho kaksinkertaistuu ja tämän takia myös vaihevirta kaksinkertaistuu. Todistetaan tämä sijoittamalla 100 km tilalle 200 km lataustehon mitoituskavaan (sivu 36-37)

$$P_{lataus} = \frac{200 \text{ km} \cdot 0,2 \frac{\text{kWh}}{\text{km}} \cdot 49}{10 \text{ h}} = 196 \text{ kW}.$$

Sijoitetaan saatu latausteho vaihevirran mitoitus kaavaan

$$I = \frac{196 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,96} = 294,6892 \text{ A} \approx 300 \text{ A}.$$

Taulukoidaan 100 km (sivu 39-37) toimintasäteen ja 200 km toimintasäteen lasketut arvot  $I$  ja  $P_{lataus}$  taulukkoon 9.

TAULUKKO 9 Virran ja tehon riippuvuus toimintasäteen suhteen

Toimintasäde	Teho (kW)	Virta (A)
100 km	98	150
200 km	196	300

Kun 100 km toimintasäteen tuloksia verrataan 200 km toimintasäteen tuloksiin, voidaan todeta, että toimintasäteen kasvatus kasvaa samassa suhteessa lataustehon ja vaihevirran kanssa.

## 6 MUIDEN KUIN ASUINRAKENNUSTEN SUUNNITTELU

Kohteissa, jotka eivät ole asuinrakennuksia, uusi laki määrää tarkemmin, millainen kiinteistön sähköautojen latausjärjestelmän on oltava. Nämä kiinteistöt tulee varustaa joko normaalitehoisilla (3,7-22 kW) tai suuritehoisilla latauspisteillä (yli 22 kW) taulukon 2 mukaisesti. Muiden kuin asuinrakennusten sähköauton latauspistejärjestelmät kannattaa suunnitella kaavion 1 mukaan, jotta päästään parhaaseen mahdolliseen lopputulokseen asiakkaan näkökulmasta.

### 6.1 Suuri- ja normaalitehoisten latauspisteiden mitoittaminen asiakaspaikoille

Suuri- ja normaalitehoisia latauspisteitä yleensä suunnitellaan esimerkiksi liikekeskusten pysäköintitiloihin, joissa asiakkaat toivovat nopeasti pitkää toimintasädettä. Jos suuritehoisia latauspisteitä suunnitellaan asennettavaksi enemmän kuin yksi, on suositeltavaa käyttää dynaamista kuormanhallintaa, joka jakaa kiinteistössä käytettävissä olevan latauskapasiteetin latauspisteiden kesken taisyteisesti.

Mitoitetaan suuritehoinen latauspiste liikekiinteistön latausprofiilin mukaisesti. Liikekiinteistössä vietetty aika on yleisesti noin yksi tunti ja toivottu toimintasäde on 50 km. Tehdään taulukko, johon listataan, kuinka suuritehoisia latauspisteitä tarvitaan eri toimintasäteiden saavuttamiseksi, kun latausaika on yksi tunti. Taulukko luodaan käyttäen kaavoja 1 ja 3.

TAULUKKO 10 Latauspisteen teho eri toimintasäteille yhden tunnin latauksella

Toimintasäde (km)	Teho (kW)	Vaihevirta (A)
20	4	6
30	6	9
40	8	12
50	10	15
60	12	18
70	14	21
80	16	24
90	18	27
100	20	30
110	22	33
120	24	36
130	26	39
140	28	42
150	30	45
160	32	48
170	34	51
180	36	54
190	38	57
200	40	60

Taulukosta 10 selviää, että jos tunnissa toivotaan 100 km toimintasädettä, latauspisteen tehoksi riittää 20 kW, eli normaalitehoinen latauspiste. Jos toimintasäteen toivotaan olevan yli 100 km, tulee latauspisteen olla suuritehoinen.

## 6.2 Suuri- ja normaalitehoisten latauspisteiden mitoittaminen työpaikoille

Muutetaan taulukon 10 lähtöarvoja siten, että latausaika on kahdeksan tuntia.

TAULUKKO 11 Latauspisteen teho eri toimintasäteille kahdeksan tunnin latauksella

Toimintasäde	Teho (kW)	Vaihevirta
150	3,75	6
200	5	8

Taulukon 10 mukaan kahdeksan tunnin latausajalla yhden latauspisteen teho ei ole kovin suuri. Suurempien yritysten koko henkilökunnan latausmahdollisuuden varmistamiseksi, latausjärjestelmän kokonaisteho voi kasvaa suureksi.

### 6.3 Esimerkkimitoitus liikekiinteistöön

Mitoitetaan latauspistejärjestelmä liikekiinteistöön, jossa on 70 parkkipaikka, joista 10 on henkilökunnan käytössä. Kolmella asiakaspaikalle halutaan taata tunnin latauksella vähintään 100 km toimintasäde ja kymmenelle 20 km toimintasäde. Jokaiselle henkilökuntaan kuuluvalla halutaan tarjota latausmahdollisuus työpäivän aikana.

Taulukon 10 mukaan asiakkaille yli 100 km toimintasäde saadaan 22 kW latauspisteillä. Henkilökunnan latausmahdollisuus ja 20 km toimintasäde asiakkaille, voidaan taata 4 kW latauspisteillä.

Taulukoidaan taulukkoon 12 latauspistetyypit (ST=suuritehoinen, NT=normaalitehoinen), määrä, kokonaisteho:

TAULUKKO 12 Suunnittelukohteen latauspisteet

Latauspisteen tyyppi	kpl	kokonaisteho
ST 22 kW	3	66 kW
NT 4 kW	20	80 kW
yhteensä	23	146 kW

Lasketaan järjestelmän vaatima vaihevirta kaavalla 3:

$$I = \frac{146 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,96} = 220 \text{ A}$$

Kyseisen latausjärjestelmän toteuttamiseksi liikekiinteistä tulisi olla vapaa 250 A kolmivaiheinen lähtö. Tai vaihtoehtoisesti voitaisiin pohtia, onko kaikkien latauspisteiden toimittava maksiteholla, vai voidaanko tehoa porrastaa kulutuksen mukaan dynaamisen kuormanhallintalaitteiston avulla. Kuormanhallintalaitteisto voitaisiin ohjelmoida siten, että suuritehoiset latauspisteet lataavat minimissään puolella teholla, jolloin pystyttäisiin tarjoamaan asiakkaille minimissään tunnissa



55 kilometrin toimintasäde tai kahdessa tunnissa 110 km toimintasäde. Parhaassa tapauksessa, jos muita latauspaikkoja ei käytetä, saadaan luvattu 100 km toimintasäde 60 A lähdöllä. Suositeltava ratkaisu voisi olla latausjärjestelmän liittäminen 100 A lähtöön, jolloin suuritehoisia voitaisiin käyttää maksimiteholla, kun kuusi normaalitehoista latauspistettä on käytössä.

#### **6.4 Vinokuormat ja muita suunnittelussa huomioitavia asioita**

Sähköauton latauspisteitä suunnitellessa tulee muistaa, että latauspisteeseen liitettävä ajoneuvo voi ladata itseään yksi- tai kolmivaiheisesti. Kolmivaiheisissa latauspisteissä vaihejärjestystä tulee vuorotella. Esimerkiksi liikekiinteistöissä on yleensä useampi latauspiste ja autokannan vaihtuvuus on suuri. Liikekiinteistöissä voi olla tilanne, jossa samanaikaisesti ladataan useampaa ajoneuvoa yksivaiheisesti. Jos latauspisteiden vaihejärjestystä ei vuorotella, kuormitetaan tilanteessa yhtä vaihetta kolmesta huomattavasti suuremmalla teholla, kuin kahta muuta vaihetta.

Yksivaiheisissa latauspisteissä tulee vuorotella vaiheita L1, L2 ja L3. Kolmivaiheisissa latauspisteissä ensimmäiseen liittimeen tulee vuorotelle L1, L2 tai L3. Kolmivaiheisissa latureissa tulee huomioida, että vaiheet ovat oikeassa järjestyksessä, jotta kolmivaiheiset latauslaitteet toimivat oikein. Normaalisti vaihejärjestyksestä poikkeavat vaihejärjestykset tulee merkitä asianmukaisesti.

Mikäli latauspisteestä on tarkoitus mitata käyttöastetta, ohjata kuormanhallinnan avulla tai latauksesta peritään maksu ulkopuolisen palveluntarjoajan kautta, tulee latauspisteelle tuoda yleiskaapelointi. Tarvittavat ohjaus- ja yleiskaapeloinnit selvitetään laitetoimittajalta.

Ulos sijoitetun latauspisteen kotelointiluokan on oltava vähintään IP44. Latauspisteen alareunan korko on 0,5-1,5 m maanpinnasta. Latauspisteet sijoitetaan mahdollisimman lähelle parkkiruudun päätyä. Latauspisteiden sijoituksessa täytyy huomioida mahdolliset siivous- ja lumityöt.

Julkisille pysäköintialueille sijoitettavat latauspisteet tulee kestää vähintään IK 10-luokan mukaiset ulkoiset iskut. Pysäköintialueet, joihin pääsy on rajattu (esim.

pysäköintilaitokset ja yksityiset pysäköintialueet), tulee varustaa sähköauton latauspisteillä, jotka kestävät vähintään luokan IK07 mekaaniset iskut (suositellaan luokan IK08 mekaanisia iskuja kestävää latauspistettä).

(Kuronen & Oksanen & Orrberg)

Sähköauton latauspiste voidaan asentaa joko vanhan autolämmityskotelon tilalle, uuteen tolpparatkaisuun tai seinälle. Jokaisessa tilanteessa tulee varmistua, että latauspiste on tukevasti maassa tai seinässä. Esimerkiksi tolppa, johon latauspiste on asennettu, ei saa taipua tai muuttaa sijaintiaan latauslaitteen painosta.

## 7 JOHTOPÄÄTÖSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tuottaa mahdollisimman ymmärrettävä esitys uudesta laista ja sen pohjalta luoda suunnittelua varten yleispätevä malli. Malli koostuu taulukoista, joita voidaan käyttää eri kiinteistökohteista määriteltyjen latausprofiilien mukaan.

Sähköauton latauspisteiden suunnittelussa on ensiarvoisen tärkeää kerätä tarvittavat lähtötiedot olemassa olevasta sähköjakelujärjestelmästä sekä käydä keskustelua tilaajan ja asiakkaan kanssa toiveista ja verrata niitä mahdollisuuksiin, joihin nykyinen sähköjakelujärjestelmä taipuu. Kun asiakkaan kanssa on päästy yhteisymmärrykseen latausjärjestelmän laajuudesta, on järjestelmän mitoittaminen yksinkertaista. Latauspistejärjestelmästä saadaan kattavampi pienemmällä teholla, jos käytössä on kuormanhallintajärjestelmä. Dynaaminen kuormanhallintajärjestelmä toimii parhaiten, kun siihen saadaan liitettyä kiinteistön pääkeskuksen käyttämä teho. Latauspisteet tulee kaapeloida tarpeeksi paksulla kaapelilla, jota pystytään kuormittamaan latauspisteen maksimitehoa vastaavalla vaihevirralla, vaikka käytössä on dynaaminen kuormanhallintalaitteisto.

Usein saneerauskohteiden suunnittelussa tulee vastaan kustannukset, jotka toivotaan olevan mahdollisimman pienet. Näissä tapauksissa tulee asiakkaan kanssa sopia, ollaanko valmiita tinkimään järjestelmän laajuudesta, tehdäänkö latausjärjestelmä porrastetusti eri saneerausurakkoina vai suunnitellaanko latausjärjestelmä yhdellä kertaa.

Sähköauton latauspisteiden lisäämisen keskeinen ongelma on olemassa olevien sähköjakelujärjestelmien pieneksi käyminen. Opinnäytetyössä löydettiin referenssikohteelle ratkaisuvaihtoehtoja, jotta sähköauton latausjärjestelmä voitaisiin lisätä taloyhtiön paikoitusalueelle.

Opinnäytetyön aikana sain kasvatettua omaa osaamistani sähköauton latauspisteiden mitoittamisessa. Suunnittelun tueksi tuotetut taulukot ovat helposti luettavia, niitä on runsaasti mahdollisimman moneen eri käyttötarkoitukseen. Lain veloitteet saatiin tiivistettyä kahteen taulukkoon sekä muutamaa erityishuomioon.

## LÄHTEET

Eduskunta 2020. Hallituksen esitys HE 23/2020 vp Luettu: 15.1.2021  
[https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE\\_23+2020.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/HallituksenEsitys/Sivut/HE_23+2020.aspx)

Eduskunta 2020. Eduskunnan vastaus EV 108/2020 vp-HE 23/2020: Luettu 15.1.2021  
[https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/EduskunnanVastaus/Sivut/EV\\_108+2020.aspx](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/EduskunnanVastaus/Sivut/EV_108+2020.aspx)

Ensto Suunnittelijan Opas Sähköautojen latausjärjestelmien huomioiminen sähkösuunnittelussa: Luettu 17.02.2020  
<https://www.ensto.com/globalassets/whitepapers/suunnittelijan-opas-sahkoautojen-latausjarjestelmat.pdf>

Euroopan unionin virallinen lehti 2014. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2014/94/EU vaihtoehtoisten polttoaineiden infrastruktuurin käyttöön-otosta

Finni, E & Hietaniemi, J & Karppinen, R. 2020 ST 13.31 Rakennuksen sähköverkon ja pienjänniteliittymän mitoittaminen: Sähköinfo Oy

Kuronen, J & Oksanen, V & Orrberg, M. 2018. ST 51.90 Sähköauton lataaminen ja latauspisteiden toteutus: Sähköinfo Oy

Liikennevirasto 2018. Henkilöliikennetutkimus 2016 Suomalaisten liikkuminen: Luettu 27.1.2021  
[https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti\\_2018-01\\_henkiloliikennetutkimus\\_2016\\_web.pdf](https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lti_2018-01_henkiloliikennetutkimus_2016_web.pdf)

Talotekniikka info. Rakennustenautomaatio- ja ohjausjärjestelmät, laki ja perustelumuistio: Luettu 5.4.2021  
<https://www.talotekniikkainfo.fi/rakennusten-automaatio-ja-ohjausjarjestelmat-laki-ja-perustelumuistio/2-soveltamisala>

Tiainen E. 2020 Sähköajoneuvojen lataukseen liittyvät vaatimukset: Seminaari 20.9.2020

Traficom 2020. Ensirekisteröityjen henkilöautojen määrälaskenut huomattavasti- sähköautojen ja ladattavien hybridien osuus kasvussa. Luettu: 15.1.2021  
<https://www.traficom.fi/fi/ajankohtaista/ensirekisteroityjen-henkiloautojen-maara-laskenut-huomattavasti-sahkoautojen-ja>

Ympäristöministeriö 2020. Rakennusten energiatehokkuusdirektiivin toimeenpano: kysymyksiä ja vastauksia: Luettu 22.1.2021  
<https://ym.fi/kysymyksiä-ja-vastauksia-rakennusten-energiatehokkuusdirektiivin-toimeenpanosta>





	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37						
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	R	S																
	KESKUS																	RYHMÄ		OSOITE		TUNNUS		KAAPELI		KVA		A / A		HUOM.			
																		19		PISTORASIAT, SPK-TILA, LÄMMÖNJAKOHUONE				3X2,5S				16					
																		20		VALO, SPK-TILA, LÄMMÖNJAKOHUONE, VARASTOT				3X1,5S				10					
																		14		VALO, PISTORASIA, C-TALON SÄHKÖTILA		MCMK		4X2,5+2,5S				3X16		VIKAV 30 MA			
																		21		ANTENNIVAHVISTIMIEN PISTORASIAT				3X1,5S				10					
																		22		RISTIKYTKENTÄKAAPIN PISTORASIA				3X2,5S				16					
																		23		HUOLTORAKENNUKSEN POISTOKOJE - KÄY AINA				3X1,5S				10					
																		24		VARALLA								16					
																		25		VARALLA								16					
																		26		VARALLA								16					
																				VALAISTUKSEN OHJAUSPIIRIT												AIKAOHJELMAT:	
																				HÄMÄRÄYTYKIN				4X1,5S								1 = ULKOVALOT 2 = VARALLA	
																		27		2-KANAVAINEN KELLOKYTKIN, VKO-VRK -OHJELMA, VARAKÄYNTI								10					

LUONNUSPIIRUSTUS 22.08.2006  
 Piirustuksen tekijä: SAKARI KUKKONEN  
 Piirustuksen tarkastaja: SAKARI KUKKONEN

Suunn. / 31.1.2005  
 Keskus / KK  
 Piirustus no / 3/4  
 Lehti / SÄH 17  
 Tark.

Nimi/työ: JAKOKESKUSKAAVIO, KK

Kunde: AS OY TREEN METSOLAN IIDA  
 METSOLANKUJA 4  
 33900 TAMPERE

Karvapuolenkatu 10  
 00100 HELSINKI  
 Puh. (03) 212 0145  
 Fax. (03) 212 0161  
 GSM 040 825 204  
 E-mail martti@syys.fi  
**MARTTI SYYS**  
 E-mail martti@syys.fi

A muutos  
 B muutos  
 C muutos

D muutos  
 E muutos  
 F muutos

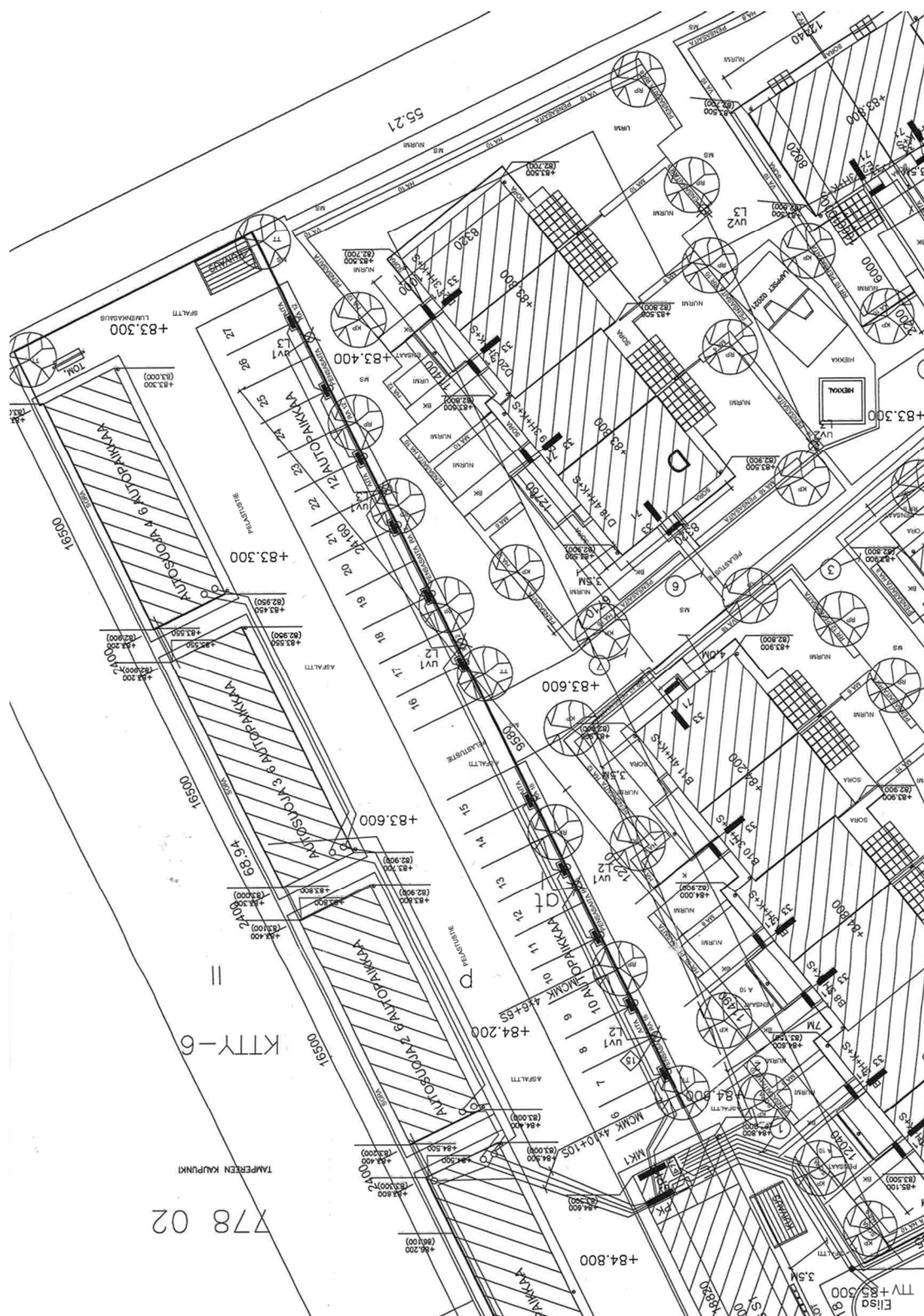








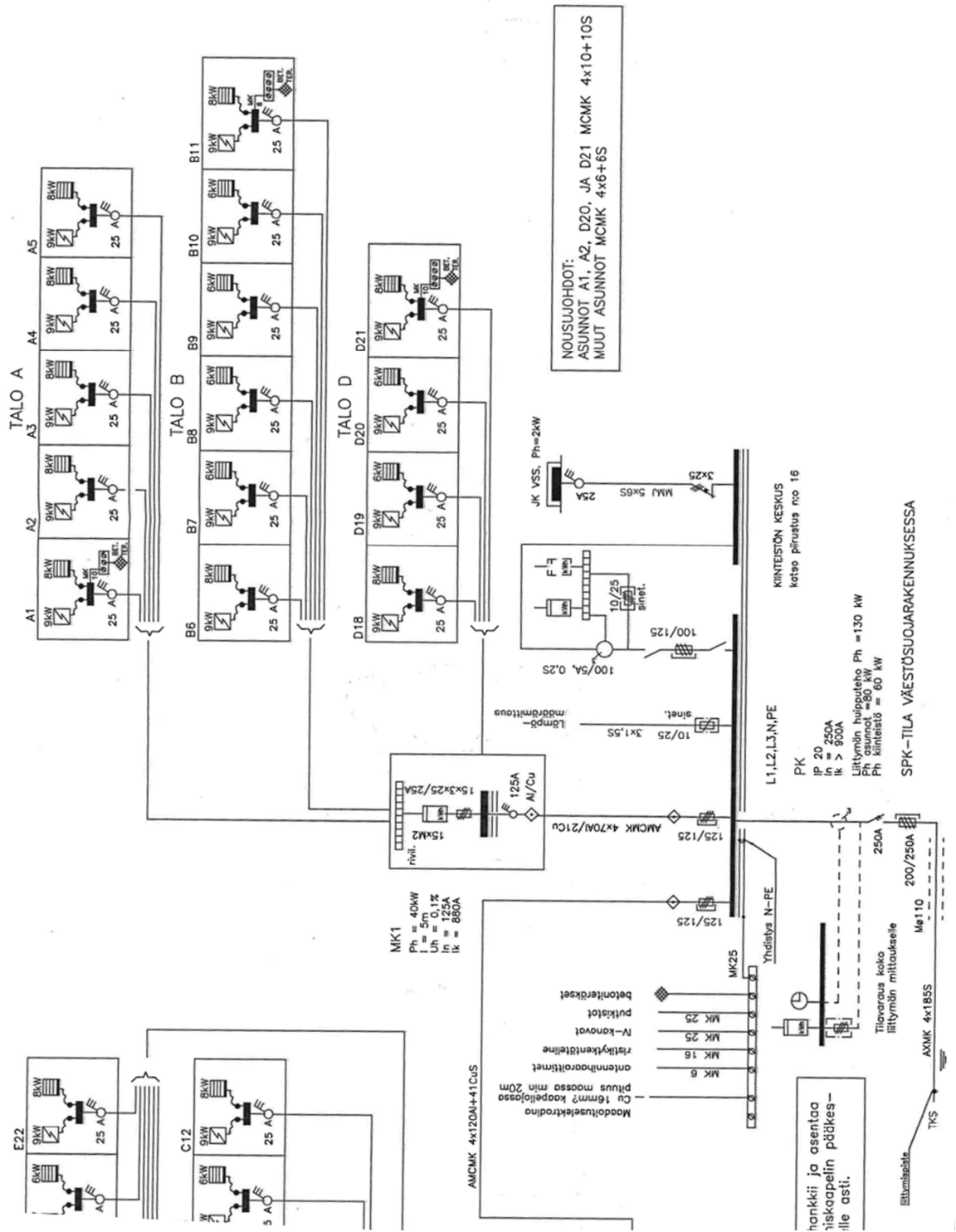
## Liite 2.1. Asemapiirustus paikoitusalue



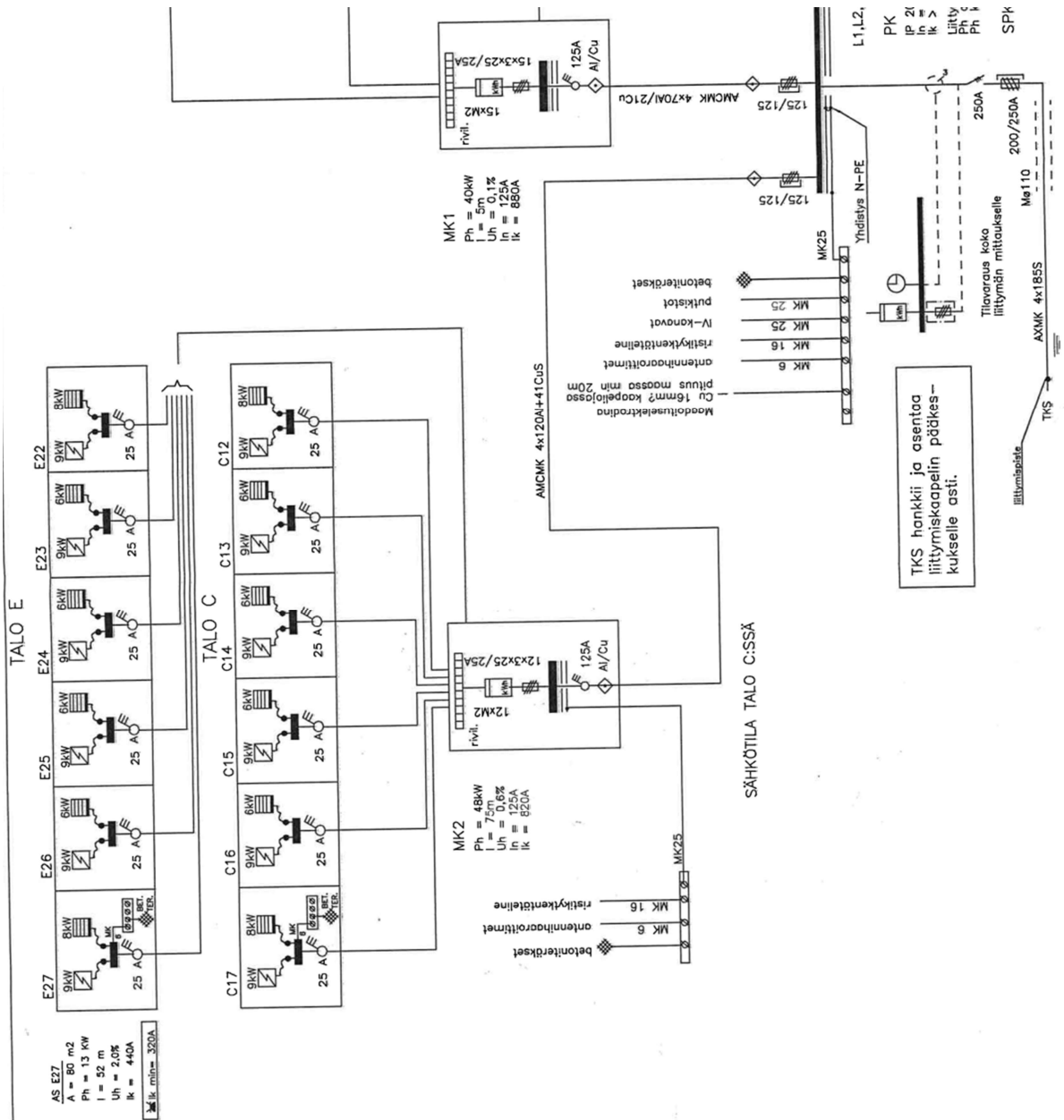


RANTAPERKIÖ, KORTTELI 701, TONTTI 1										
7728 M2										
TONTIN PINTA-ALA										
ASUNNOT 2700 + AUTOSUOJAT 490 + VARASTOT 270 M2										
RAKENNUSOIKELUS										
	TALOA	TALOB	TALOC	TALOD	TALOE	VS TEKN.TILA	YHTEENSÄ			
RAKENNUSALA M2	328	239	328	202	292	113	1562			
VARASTOJEN KERROSALA M2	29	22	26	15	26		118			
KERROSALA (ULKOMITAT) M2	638	578	635	389	564	113	2804 + VARASTOT 231			
KERROSALA (250) M2	614	555	612	373	542	101	2696 + VARASTOT 219			
ASUNTOJA KFL	5	6	6	4	6		27			
HUONEISTOALA M2	549	491	546	331	480		2397			
TILAVUUS M3	1960	1790	1890	1210	1750	330	8930			
HUONEISTOT:										
3 H+K+S 80 M2 TYYPPI A		5		3			8			
3 H+K+S 60 M2 TYYPPI B					6		6			
4 H+K+S 91 M2			5				5			
4 H+K+S 91 M2 (PÄÄTYSISÄÄNKÄYNTI)	1	1	1	1			4			
5 H+K+S 114,5 M2	3						3			
5 H+K+S 114,5 M2 (PÄÄTYSISÄÄNKÄYNTI)	1						1			
YHTEENSÄ	5	6	6	4	6		27			
AUTOSUOJAT:										
	AUTOSUOJIA 1	AUTOSUOJIA 2	AUTOSUOJIA 3	AUTOSUOJIA 4			YHTEENSÄ			
RAKENNUSALA M2	128	86	86	86	86		386			
KERROSALA M2	128	86	86	86	86		386			
TILAVUUS M3	440	280	260	260	260		1240			

Liite 3.1 Nousujohtokaavio osa 1



Liite 3.2 Nousujohtokaavio osa 2



## Liite 4. Tampereen Sähkölaitos. Liittymisjohdot liittymislukittain

**LIITTYMISJOHDOT LIITTYMISLUOKITTAIN (AL-KAAPELIT)**

Liittymän koko (A)	Ensisijainen kaapelointi	Vaihtoehtoinen kaapelointi	Vaihtoehtoinen kaapelointi
<i>Jos muuta ei ole erikseen mainittu, niin liittymiskaapelit voidaan asentaa maassa vierekkäin tai vierekkäin oleviin putkiin. Liittymäkaapeleiden asennustavan ja kuormitettavuuden vastuu on liittymän haltijan suunnittelijalla/sähköurakoitsijalla. Liittymäkaapelointi voidaan toteuttaa myös toisin mm. kuparikaapeleilla, mutta siitä on sovittava erikseen ja mitoituksesta/asennustavasta vastaa liittyjä.</i>			
25	AX25		
35	AX25		
50	AX25		
63	AX25		
80	AX95		
100	AX95		
125	AX95		
160	AX185		
200	AX185		
250	2 x AX185	AX300	AX185 suoraan maahan asennettuna
320	2 x AX185	AX300 suoraan maahan asennettuna (315A)	
400	2 x AX185	2 x AX300	
500	2 x AX300	2 x AX185 suoraan maahan asennettu, kaapeleiden väli 25 cm	3 x AX185 [3x(3x160A) = 480A]
630	3 x AX300 (600 A)	3 x AX185 suoraan maahan asennettu, kaapeleiden väli 25 cm (600 A)	
750	3 x AX300		
1000	4 x AX300 putkiin asennettuna, putkien väli 25 cm	4 x AX300 suoraan maahan, kaapeleiden väli 25 cm	5 x AX300 [5x(3x200A)]



Tampereen  
**SÄHKÖVERKKO**



[tampereensahkoverkko.fi](http://tampereensahkoverkko.fi)