

Sähkökärrpä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

SÄHKÖAUTOJEN ÄLYKÄS TEHOPERUSTAINEN LATAUS

2021

Sähkökärrpä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	3
2 JouKo-laitteen kehittäminen sopivaksi sähköautojen lataukseen.....	4
3 Älykäs palvelinohjelmisto.....	5
Algoritmin toiminta.....	7
4 Langaton ratkaisu latauksen ohjaukseen.....	9
5 Sähköautojen akkujen käyttö sähkövarastoina	10
Suurimmat haasteet	11
Käyttökohteet	11
Akun varaustason lukeminen.....	13
Tiedonvälityksen standardit.....	14
6 Pilotointi.....	15
7 Mallinnus.....	16
8 Yhteenveto.....	17
Kuvien lähteet:.....	17

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

1 Johdanto

Sähköautojen yleistyessä kasvaa tarve joustaville latausmenetelmille, jotta voidaan varmistaa sähköjärjestelmän turvallisuus, sekä kuluttajien tarpeiden kohtaaminen. Kun useampi sähköauto lataa samanaikaisesti yhdellä parkkipaikalla, saattaa sähköjärjestelmän maksimiteho hetkellisesti ylittyä ja aiheuttaa turvallisuusriskin. Toisaalta, jos parkkipaikalla on käytössä latauksen rajoittamisen tarkoitettu laite, saadaan lataus pidettyä turvallisella tasolla, mutta tällöin ongelmaksi muodostuu ruuhka-ajat ja jonossa olevien autojen latauksen keskeyttäminen. Asiakas saattaa jäädä kokonaan ilman latausta.

Tämän työpaketin tavoitteena on tunnistaa sähköautojen latauksen tarpeet taloyhtiön parkkipaikkaan vertautuvassa mittakaavassa, sekä kehittää keinoja joustavuuden ja luotettavuuden lisäämiseksi sähköautojen lataukseen. Tähän tarkoitukseen on laadittu algoritmi, joka ohjaa latausta ja lämmitystä Jouko-laitteen avulla. Lisäksi alkuperäinen Jouko-laite on muokattu latauksen ja lämmityksen rajoittamiseen sopivaksi. Työpaketti sisältää myös katsauksen kaksisuuntaiseen lataukseen sekä sähköautojen akkuihin varastoidun sähköön purkamisen toteutuskelpoisuuteen.

Kehitetty latausalgoritmi varmistaa, että kaikkia autoja kohdellaan tasa-arvoisesti, ja kaikki autot saavat ladattua vähintään minimivaatimuksen verran. Latauskapasiteettia siis jaetaan autojen kesken, ja näin mikään yksittäinen auto ei jää täysin ilman latausta. Latauksen ohjauksessa otetaan myös huomioon polttomoottoriautojen lämmittäminen lohkolämmittimellä kylmällä säällä. Mikäli parkkipaikalla on molempia sähkökuormatyyppisiä, priorisoidaan sähköautot. Kuitenkin asetetaan ehto, että lämmitettäviä autoja lämmitetään vähintään yhden tunnin verran, autojen toimintakyvyn varmistamiseksi.

Sähköautojen akkujen käyttäminen sähkövarastona esimerkiksi valtakunnallisen tehoreservin tarpeisiin on pitkälti vielä kokeiluasteella, mutta tekniikan kannalta mahdollista jo nykyisillä laitteilla. Kaksisuuntaisen latauksen ja Vehicle-to-Grid-sovellusten kokonaisvaltainen käyttöönotto vaatii kuitenkin vielä monien haasteiden ratkaisemista, jotta kaikki latauksen osapuolet hyötyvät.

Työpaketissa suoritettiin myös mallinnus, jonka avulla tutkittiin optimoitua latausta käytännössä. Mallinnuksessa simuloitiin tilanne parkkipaikalla, jossa on latauksessa samanaikaisesti useampi sähköauto, ja tutkittiin algoritmin vaikutusta lataustilanteeseen.

Hankkeessa mukana olevia kumppaneita ovat Etelä-Savon Energia Oy, Lumme Energia Oy, Imatran Energiasäätiö ja KSS Verkko. Etelä-Savon maakuntaliitto toimii hankkeen päärahoittajana.

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

2 JouKo-laitteen kehittäminen sopivaksi sähköautojen lataukseen

Toimenpiteessä 4.1 tavoitteena on Jouko 2 -laitteen kehittäminen sopivaksi sähköautojen latauksen tehoerustaiseen säätöön taloyhtiöissä. Tavoite mukailee kotitalouksien kysyntäjouaston tavoitetta, eli laitteen tulee pystyä mittaamaan sähköpistokkeille kulkevaa virtaa, seuraamaan kokonaistehoä sekä tarpeen mukaan yhden tai useamman auton lataus tulee voida katkaista väliaikaisesti, jos kokonaisteho nousee liian suureksi. Alkuperäiseen Jouko-malliin lisättiin piirilevy, jossa on GSM ja RaspBerryn jännitteensyöttö sekä laitteen tuulettimen ja lämmityksen ohjaukset. Lisäksi laitteeseen lisättiin kaksi kappaletta apulähtöjä ulkoisten laitteiden ohjaamista varten. Tehdyt muutokset mahdollistavat Jouko 2 -laitteen käytön edellä mainittuun tarkoitukseen.

Sähkökärrpä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

3 Älykäs palvelinohjelmisto

Älykäs palvelinohjelmisto laskee ladattaville ja lämmitettävillä autoille prioriteettipisteet ja aikatauluttaa sähkökuormat priorisoinnit huomioiden ja vastaten asiakkaiden pyyntöihin.

Algoritmin peruseriaatteet ovat seuraavanlaiset:

- Lasketaan jokaiselle autolle prioriteettipisteet.
- Korkeintaan 3 sähköautoa latauksessa samanaikaisesti. Loput autot asetetaan jonoon.
- 2 minuutin välein päivitetään ja tarkastetaan tilanne.
- Kun auto on ladattu täyteen, se poistetaan listalta.
- Ohjelma pyörii 720 kahden minuutin kierrosta 24 tunnissa.

Prioriteettitaso määräytyy sen perusteella, kuinka kiireellinen kunkin auton lataus- tai lämmitystilanne on. Latauksen tarve lasketaan senhetkisen varauksen ja akun koon perusteella, ja se ilmoitetaan kilowattitunteina. Jäljellä oleva aika on se aika, jonka auto on vielä parkissa ja kytkettynä. Sähköautojen latausta priorisoidaan lämmityksen yli niin, että lataustapahtuma saa yhden ylimääräisen prioriteettipisteen. Taulukossa 2 on listattu prioriteettipisteiden määräytymisperiaatteet ja taulukossa 3 esitetään prioriteettitason määräytyminen yhteenlaskettujen prioriteettipisteiden perusteella.

Taulukko 1 Prioriteettipisteiden määräytyminen

Pisteet	Latauksen tarve	Aikaa jäljellä	Tapahtuman tyyppi
3	>30 kWh	<2 h	-
2	10-30 kWh	2-6 h	-
1	<10 kWh	>6 h	lataus
0	-	-	lämmitys

Taulukko 2 Prioriteettitason määräytyminen pisteiden perusteella

Prioriteettitaso	Pisteet
korkea	6-7
keskikorkea	3-5
matala	0-2

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

Taulukko 3 Esimerkkitapaus

Latauksen tarve	Aikaa jäljellä	Tapahtuman tyyppi	Pisteet	Prioriteettitaso
30 kWh	1h 40 min	Lataus	3+3+1=7	Korkea

Esimerkiksi jos sähköauton latauksen tarve on yli 30 kWh ja auton omistaja on asettanut lähtöajan alle kahden tunnin päähän nykyhetkestä, saa kyseinen tapahtuma kolme pistettä latauksen tarpeesta, kolme pistettä aikarajoituksesta ja yhden pisteen tapahtuman tyyppin ollessa lataus. Näin ollen kyseinen auto saa maksimipisteet, eli seitsemän pistettä. Tällaisen auton prioriteettitasoksi asetetaan taulukon 3 mukaisesti ”korkea”. Latauksen tarve lasketaan kaavalla 1, jossa *TavoiteVaraus* ja *AlkuVaraus* ovat prosenttimääriä. Esimerkiksi jos auton varaus on latauspisteelle saapuessa 20% ja tavoitteena on lähteä varauksella 85% ja auton akun kokonaiskapasiteetti on 64 kWh, lasketaan latauksen tarpeeksi $(0,85 - 0,2) * 64 \text{ kWh} = 41,6 \text{ kWh}$.

$$\text{Latauksen tarve} = (\text{TavoiteVaraus} [\%] - \text{AlkuVaraus} [\%]) * \text{AkunKapasiteetti} [\text{kWh}] \quad (1)$$

Pysäköintialueen sähköliitännän maksimitehoraja on 11 kWh. Kokonaisteho jakautuu tasan kolmen vaiheen kesken, mikä tarkoittaa, että jokainen vaihe saa kolmanneksen maksimitehosta eli noin 3,7 kWh. Tämän tiedon ja lasketun latauksen tarpeen perusteella algoritmi laskee kullekin autolle latauksen keston minuutteina. Kun kaikkien autojen latauksien kestot ja prioriteettitasot ovat tiedossa, voidaan luoda aikataulu. Aikataulutuksessa autot pistetään lataamaan saapumisjärjestyksessä, paitsi jos saapuvan auton prioriteettitaso on korkeampi kuin jo latauksessa olevien. Samoin järjestys muuttuu, kun lataustehon täysi kapasiteetti on käytössä. Kuvassa 1 on esimerkki aikataulun luomisesta. Latauskapasiteetti on täynnä kolmen auton ladatessa samanaikaisesti. Neljännen auton saapuessa algoritmi laskee sille prioriteettitason ja vertaa sitä muihin autoihin. Ensimmäinen auto on saanut jo ladattua jonkin verran, minkä takia se putoaa prioriteettiasteikossa alemmaksi ja palaa lataamaan vasta, kun kapasiteettia vapautuu.

Sähkökärrpä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

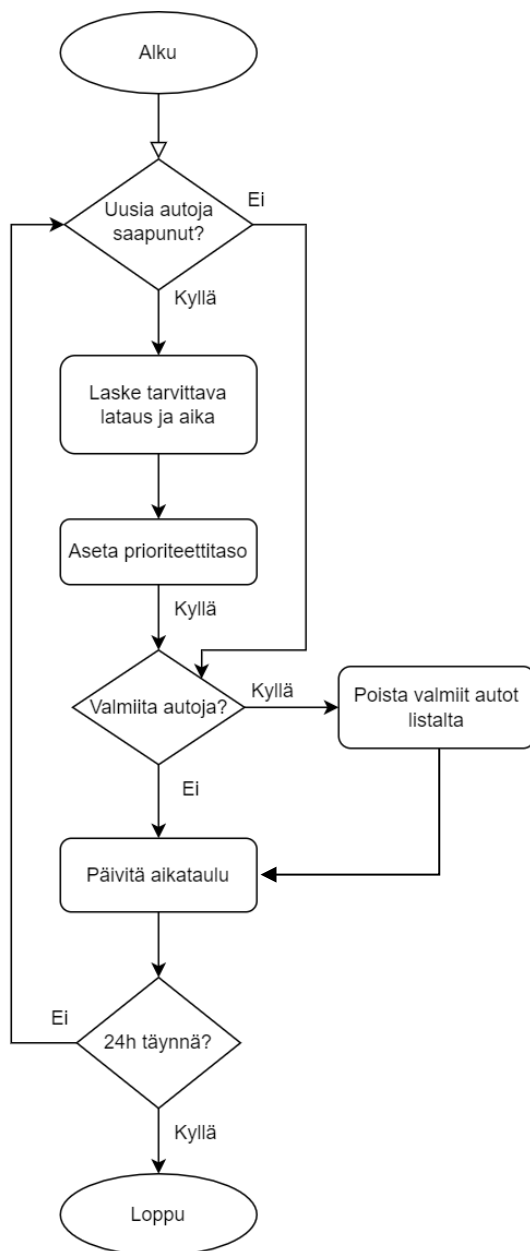
Aika	auto1	auto2	auto3	auto4
12:00				
12:15				
12:30				
12:45				
13:00				
13:15				
13:30				
13:45				
14:00				
14:15				
14:30				
14:45				
15:00				
15:15				
15:30				
15:45				

Kuva 1 Aikataulun luominen

Algoritmin toiminta

Algoritmi aloittaa tarkistamalla, onko uusia autoja saapunut parkkipaikalle ja kytketty järjestelmään. Mikäli uusia autoja on saapunut, etenee algoritmi laskennallisiin osioihin ja asettaa saatujen tulosten perusteella prioriteettitason. Mikäli uusia autoja ei ole saapunut, algoritmi ohittaa laskennalliset vaiheet ja siirtyy suoraan tarkastamaan, onko listalla latauksen tai lämmityksen loppuun suorittaneita autoja. Valmiit autot poistetaan listalta, ja aikataulu päivitetään uusien tietojen mukaisesti. Ohjelma pyörii 24 tuntia, jonka jälkeen ohjelma pysähtyy, ja se voidaan aloittaa uudestaan. Algoritmin toiminta on kuvattu vuokaaviossa (kuva 2).

Sähkökärrpä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)



Kuva 2 Algoritmin toimintaperiaate

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

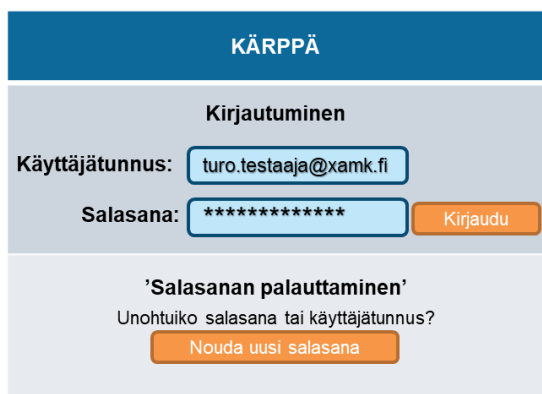
4 Langaton ratkaisu latauksen ohjaukseen

Taloyhtiöiden sähköautojen latauksen ja polttomoottoriautojen lämmityksen yhteisohjaukseen kehitettiin langaton ratkaisu. Kokeiltiin eri tiedonsiirtovaihtoehtoja, kuten Zigbee, BT4, BT5, GSM, 4G, Lora, WLAN, joista päädyttiin käyttämään Lora+BT5 ja GSM-piirejä. Ratkaisuun päädyttiin, koska Lora tukee poikkeuksellisen hyvää radiotekniikka ja signaalin kattavuus. Tietoliikennepiireissä on myös Bluetooth ominaisuus, mutta se ei ole käytössä.

Käyttäjä ohjaa auton lämmitystä ja latausta sovelluksella, joka on saatavilla sekä selainversiona, että mobiilisovelluksena. Sovellusta ei tämän hankkeen puitteissa kehitetty, mutta sen periaate on kuitenkin seuraavanlainen:

Jos käyttäjä on liittänyt lataukseen sähköauton, tulee käyttäjän syöttää mobiilisovellukseen toivomansa lataustason (SOC) lähdön yhteydessä sekä suunnitellun lähtöajan. Lämmitettävän polttomoottoriauton tapauksessa käyttäjä syöttää sovellukseen lähtöajan sekä toivomansa keston lämmitykselle. Loput tiedot haetaan itse autosta (esimerkiksi sähköautoilla auton akun kapasiteetti). Lisäksi sää- ja lämpötilatiedot haetaan paikallisesta sääennusteesta tarvittavan lämmitystehon ennustamiseksi. Tämän jälkeen sovellus ilmoittaa näytöllä aikaisimman ajankohdan, jolloin sähköauto on ladattu täyteen. Sovellus myös ilmoittaa, mikäli autoa ei pystytä lataamaan tai lämmittämään asiakkaan toivomalla tavalla.

Kotitalousjoustokokeiluun (TP3 Sähkön kysyntäjoustopilotointi kotitalouksissa) kehitettiin samantyylinen sovellus käyttäjille, jota voidaan tulevaisuudessa käyttää pohjana tämän työpaketin tarpeisiin. Alla olevat kuvat ovat esimerkkejä sovelluksen käyttöliittymästä.



KÄRPPÄ

Kirjautuminen

Käyttäjätunnus:

Salasana:

'Salasanapalauttaminen'

Unohtuiko salasana tai käyttäjätunnus?



KÄRPPÄ
Kirjautuneena: Turo

ALOITA

LÄHTÖAIKA

07:30

Kuva 3 Esimerkkejä sovelluksen käyttöliittymästä

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

5 Sähköautojen akkujen käyttö sähkövarastoina

Toimenpiteen 4.4 tavoitteena on tutkia auton akkuun varastoidun sähkön purkamisen toteutuskelpoisuutta sekä sähköauton akun varaustilan lukemista ja tiedon välittämistä älykkäälle latauslaitteistolle. Saadun tiedon avulla kartoitetaan älykkään latauksen optimoinnin mahdollisuuksia.

Sähköautojen akkuja on mahdollista käyttää sähkövarastoina ja niistä on mahdollista purkaa energiaa kotitalouksien käyttöön esimerkiksi kysyntäpiikkien tai sähkökatkojen aikana, mutta tässä käytettävä teknologia on vielä pitkälti kokeiluasteella (Paju, 2016). Näistä palveluista puhuttaessa viitataan usein vehicle-to-grid eli V2G-konseptiin, sekä kaksisuuntaiseen lataukseen. V2G on erinäisten sovellusten kokonaisuus, jonka tavoitteena sähköverkon tasapainottaminen hyödyntämällä sähköajoneuvojen akkuja. Näistä sovelluksista saatavia hyötyjä ovat mm. sähköverkon taajuuden epätasapainojen tasaus, kysynnänjousto, uusiutuvien energianlähteiden käytön lisääminen sekä sähköautojen yleistymisen tukeminen.

Laitteistotasolla V2G:n toteuttaminen ei vaadi suuria muutoksia. Tällä hetkellä kaksisuuntaista latausta tukevat ainakin pikalataukseen tarkoitetut CHAdeMO-standardin mukaiset pistokkeet, joissa lataus tapahtuu tasavirralla (DC). Teknologiateollisuus ry:n Sähköinen liikenne -toimialaryhmän tekemän tutkimuksen mukaan myöskään vaaditun teknologian laitteistokustannukset eivät ole paljon suuremmat kuin tavallisten sähköautojen (Sähköinen Liikenne, 2016). Enston kehittämässä Chago-latausasemissa esimerkiksi tekniikka on jo Enston mukaan valmiina, mutta suurimmasta osasta autoja kaksisuuntaisen virrankulun mahdollistava tekniikka vielä puuttuu.

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

Suurimmat haasteet

Kaksisuuntaisen latauksen laajemman käytön suurimmat haasteet ja esteet eivät liity enää niinkään lataustekniikan pystyvyyteen, vaan lähinnä akun kulumiseen ja sen myötä akun valmistajien suostumukseen, sekä yleisesti sähköautojen käyttäjien suostumukseen. Monilta osin tilanne on se, etteivät autojen valmistajat ole halukkaita myöntämään takuuta akulle siihen kohdistuvan ylimääräisen rasituksen myötä. On kuitenkin ennustettavissa, että kun akkuihin pystytään ajan mukaan luottamaan enemmän, V2G-sovellusten käyttöä aletaan hyödyntämään laajemmin. V2G-sovellusten mahdollistaminen nojaa paljolti akkujen ja sähkölaitteiden kehitykseen, sekä sähköautojen määrän suureen kasvuun. Sähköautojen myynnin kasvuun sen sijaan liittyy vahvasti polttoaineiden hinnan muutokset, rahalliset kannustimet sekä poliittiset päätökset.

Myös käyttäjien taholta kapuloita pistävät rattaisiin palvelun käytön epävarmuus, ja tästä johtuva haluttomuus antaa omaa auton akkua operaattorin käyttöön. Tähän liittyy sekä akun kulumisen, että epävarmuus siitä, onko autossa tarpeeksi latausta lähdön hetkellä. Yleisesti voidaan sanoa, että sähköautojen käytön tulisi olla mahdollisimman käyttäjälähtöistä ja käyttäjää palvelevaa. V2G-sovellukset kuitenkin nykyisessä muodossaan monin tavoin uhkaavat rajoittaa sähköautojen helppokäyttöisyyttä. On myös hyvä ottaa huomioon, että sähköautojen käyttö ja latauskulttuuri on todennäköisesti muuttumassa tankkauskulttuurin mukaiseksi, jossa auton akku täytetään pikalatauksella sille tarkoitettulla asemalla. Tämä näkökulma heikentää V2G-sovellusten tulevaisuudennäkymiä, sillä nykyisellään V2G perustuu siihen, että hidaslatauspaikat lisääntyvät roimasti.

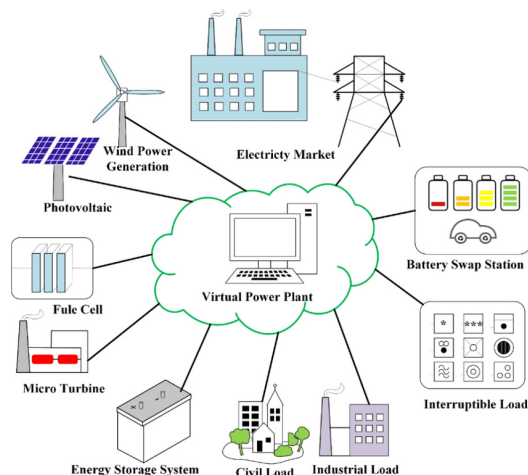
Edellä mainittujen haasteiden lisäksi myös sähköverkon tulee pysyä mukana kehityksessä. Verkkojen kapasiteetti ja laitteiden laaja-alainen päivitys on välttämätöntä turvallisuuden ja riittävän kantokyvyn takaamiseksi, kun sähköautot yleistyvät. V2G-kaltaisiin sovelluksiin tarvitaan myös nopea ja tarkka kommunikaatio- sekä ohjausinfra. Samalla sähkömarkkinoiden on pysyttävä dynaamisina.

Käyttökohteet

Kaksisuuntaiseen lataukseen liittyviä sähkövoimajärjestelmän sovelluksia ovat muun muassa Virtual Power Plant (VPP), V2B, kysynnänjousto ja sähköverkon taajuuden tasaus. Saatavia hyötyjä ovat tarjonnan ja kysynnän tasaus, sähkön kulutuksen vähentäminen sekä kalliin huippukulutuksen minimoiminen.

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

Virtual Power Plant on pilvipohjainen hajautettu voimalaitos, jonka avulla voidaan arvioida V2G-kapasiteetti yhdessä sähkön tuotannon ja siirron kanssa. Tällaisen ”virtuaalisen voimanlähteen” päätavoitteena on minimoida energiantuotannon ja -käytön kustannukset ja päästöt. Lisähyötynä näitä ”voimalaitoksia” voidaan tutkia ja käyttää mikroverkkoina, ja suuremman kokonaisuuden pienoismallina.



Kuva 4 Virtuaalinen voimalaitos -kokonaisuuden osat

V2B ja V2H eli Vehicle-to-Building ja Vehicle-to-Home ovat pienen mittakaavan tapoja jatkokäyttää sähköautojen akkuja yleisten rakennusten tai kodin yhteydessä. Kaksisuuntaisilla latureilla ja ohjaimilla varustetut parkkipaikat mahdollistavat autojen sähköenergian integroinnin rakennusten kulutukseen.

Kysynnänjoustolla pidetään yllä verkon tehotasapainoa, tehostetaan uusiutuvan energian käyttöä, turvataan verkon kapasiteetin riittävyys sekä pidetään sähkön hinta kohtuullisena. Sähköautojen akkujen avulla luotua dynaamista energiavarastoa voidaan hyödyntää varastoimalla energiaa silloin kun se on halpaa ja siitä on ylitarjontaa, ja kuluttaa tämä varastoitu energia matalamman tuotannon hetkenä.

Sähköverkon tehotasapainon ylläpidon tärkein keino on säätövoima eli energianlähde, jonka tuotannon määrää lisäämällä tai vähentämällä voidaan paikata aurinko- ja tuulivoiman voimakkaita vaihteluita. Suomessa säätövoimana käytetään vesivoimaa ja tuontisähköä. Autojen akkujen liittäminen yleisen sähköverkon akustoksi voisi vähentää esimerkiksi ulkomaisen sähkön ostoa. Tasaukseen voidaan vaikuttaa joko säätämällä sähköauton latauksen tehoa tarpeen mukaan, tai palauttamalla sähköä autosta sähköverkkoon tehopulan aikana.

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

Akun varaustason lukeminen

Algoritmin hyödyntämistä varten täytyy tietää sähköauton akun varaustila, jotta lataus voidaan aikatauluttaa oikein. Auton akun varaustila, eli se, kuinka täynnä akku on, ilmoitetaan PID-tunnisteissa. Varauksen tila näkyy mahdollisesti PID-tunnisteessa 0x5B, mutta tämä saattaa vaihdella automallien välillä. Tähän päästään käsiksi, kun luetaan auton akunhallintajärjestelmän antamat tiedot OBD2-lukijalla, jota käytetään yleisesti myös muihin auton vikailmoitusten lukemiseen.

Standardissa ISO 15031-5 on lueteltu kaikki tuetut PID eli Parameter IDs. Kyseisen standardi käsittelee ajoneuvon ja ulkoisen diagnostiikkalaitteen välistä tiedonsiirtoa (Communication between vehicle and external equipment for emissions-related diagnostics).

Muita tapoja lukea varaustaso on yhdistää OBD2-lukija sähköautoille tarkoitettuun mobiilisovellukseen, kuten EVnotify tai Torque Pro. On olemassa myös sovelluksia, joilla voi suoraan saada tietoon akun varaustila. Tällaisia ovat mm. Android-pohjainen Open vehicles monitoring system, Raspberry-pohjainen AutoPi, EVnotify-sovelluksen Python-versio sekä SmartCar-palvelu. SmartCar-palveluun yhteensopivat autot on listattu sivulla <https://smartcar.com/product/compatible-vehicles/>.

Yksi vaihtoehto on myös asettaa autoon ylimääräisen älypuhelimien, ja EVnotifyn kautta muodostaa yhteyden oman puhelimen ja auton akunhallintajärjestelmän välille, ja näin lukea akun tietoja etäyhteydellä.

Vaihtoehtoja varaustason lukemiseen alla olevissa taulukoissa:

Sovellus	Pohja	Verkkosivu
Open vehicles monitoring system	Android	https://www.openvehicles.com/
AutoPi	Raspberry Pi	https://www.autopi.io/
EVnotify (Python)	Python	https://github.com/EVNotify/EVNotiPi
SmartCar	Eri vaihtoehtoja	https://smartcar.com/product/ev-battery/

Laitteisto	
OBD2 Bluetooth lukija + mobiilisovellus	Esim. EVnotify tai Torque Pro
EVnotify + älypuhelin autossa	Yhteys EVnotifyn kautta auton tietoihin tavallisella puhelimella etänä

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

Käytettäessä OBD2-skanneria, täytyy varaustilan lukemiseen käyttää PID-säätimiä. PID-säädin on takaisinkytkentää käyttävä säätösilmukkamekanismi, jota käytetään laajalti teollisuuden ohjausjärjestelmissä ja monissa muissa jatkuvasti moduloitua ohjausta vaativissa sovelluksissa. PID-säädin laskee jatkuvasti virhearvon halutun asetusarvon (SP) ja mitatun prosessimuuttujan (PV) välisenä erona. Säätimen nimi muodostuu kolmesta toimintoa kuvaavasta termistä: suhde (proportional), integroiva ja derivoiva.

Tiedonvälityksen standardit

Tiedonvälitykseen ja turvallisuuteen liittyvät standardit	
IEC 15118	V2G data transfer
IEC 61850-7-420	Communication structure: distributed energy resources data models
IEC 15408	IT security techniques
IEC 27001-1	Information security management
IEC 63110	Management of EV charging and discharging infrastructures
IEC 63119	Information exchange for EV roaming services

ISO 15118 on standardi ajoneuvon ja verkon väliseen tiedonsiirtoon, ja se määrittelee mm. ajoneuvojen ja verkkojen välisen viestintärajapinnan sähköajoneuvojen kaksisuuntaiseen lataamiseen/purkamiseen. Kyseinen standardi määrittelee V2G-toimintaan tarvittavia asioita, kuten kuormanhallintaa, laskutusta ja lataustapahtumien mittaamista. Standardi määrittelee myös kaksisuuntaisen tiedonkulun sisältäen sekä langattoman että langallisen latauksen. Muita standardin sisältöjä ovat lisätty turvallisuus, kuten kryptaus ja digitaaliset sertifikaatit, sekä automatisoitu identifiointi/käyttäjän tunnistus. Standardin kehittäminen on kuitenkin kesken, eikä se ole vielä täydessä muodossaan markkinoilla.

Plug&Charge on standardiin 15118 pohjautuva teknologia, joka tarjoaa tunnistamispalvelun ja muita lataustapahtumaa helpottavia toimintoja. Plug&Charge tukee tällä hetkellä ainakin seuraavat autot: Opel Ampera-e, Porsche Taycan (2021), Lucid Air, Ford Mustang Mach-E ja Rivian R1T. Lisäksi kaikissa Tesla-malleissa on P&C-vaivaton. Myös Volkswagen ID.4 on ilmoittanut tukevansa kyseistä teknologiaa.

Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

6 Pilotointi

Työpaketissa oli alun perin tarkoituksena toteuttaa pilotti, jossa kokeiltaisiin käytännössä kehitettyä latauksen ohjausta. Aikataulullisista sekä taloudellisista syistä pilottia ei pystytty toteuttamaan, vaan päädyttiin kirjaamaan työlistä pilotin toteuttamiseksi vaadituista tehtävistä. Lisäksi mallinnettiin lataustilanne (lisää kappaleessa 7). Alla olevassa työlistässä on kaikki seikat, jotka tulee suorittaa, jotta pilotti voitaisiin tulevaisuudessa toteuttaa.

Työlistä pilotin toteuttamiseksi	
Ohjelmistoon tehtävät muutokset	1) Varaustilan lukeminen: ohjelmisto hakee liittimien avulla auton akun varaustilan. Vaihtoehdot tämän raportin kappaleessa 5.
	2) Priorisointialgoritmi: vaatii sovituksen ohjelmointikielelle ja liittämisen osaksi ohjelmistoa. Kuvaus tämän raportin kappaleessa 3.
	3) Releiden ohjauksen muuttaminen
Laitteiston valmistelu	4) Varaustilan lukeminen: liittimet ja sähköinen sovitus
	5) Jouko-laitteen koteloointi ja muokkaaminen ulkotilaan sopivaksi
Latausympäristön valmistelu	6) Latauspaikkojen valinta ja varaus
	7) Autojen tuominen paikalle (2 kpl sähköautoja)
	8) Jouko-laitteiden asennus lataustolppiin

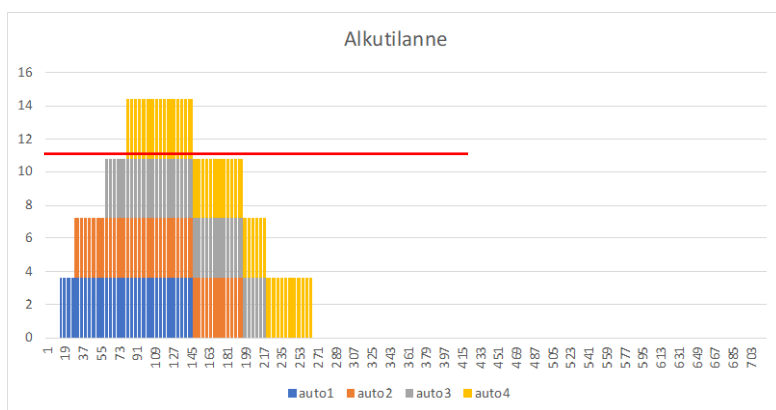
Suurimmat ohjelmistoon tehtävät muutokset ovat priorisointialgoritmin lisääminen sekä varaustilan lukemisen sovittaminen. Nykyisellään ohjelmisto pystyy ohjaamaan latausta siten, että sähkönsyöttö voidaan katkaista ja käynnistää haluttuina aikoina. Jotta toimintaan voidaan lisätä tarpeeseen perustuva latauksen priorisointi, pitää ohjelmiston saada tietoonsa ladattavan auton akun varaustaso. Tämän raportin kappaleessa 5 (varaustilan lukeminen) käsitellään erilaisia tapoja varaustilan lukemiseen. Näistä tulee valita sopiva vaihtoehto, ja tehdä ohjelmistoon tarvittavat lisäykset. Toinen ohjelmistoon lisättävä osa on priorisointialgoritmi, jonka toiminta on kuvattu kappaleessa 3 (älykäs palvelinohjelmisto). Latauksen ohjauksen algoritmia lisättäessä tulee huomioida, että se käsittelee jokaista vaihetta erillisenä kuormana. Nykyisessä ohjelmassa kaikkia kolmea relettä ohjataan yhdessä. Niille on kuitenkin erilliset ohjauspiirit, joten asian tulisi olla ohjelmallisesti toteutettavissa.

Laitteiston asennuksessa on huomioitava ympäristöolosuhteet, sillä Joukoa ei ole tarkoitettu käytettäväksi kosteissa olosuhteissa, eikä se ole riittävän iskunkestoinen esimerkiksi parkkipaikka-asennukseen, vaan se on koteloitava riittävästi. Varaustilan lukemiseen tarvittavat liittimet tulee myös lisätä laitteeseen, sekä varmistaa näiden liittimien sähköinen sovitus.

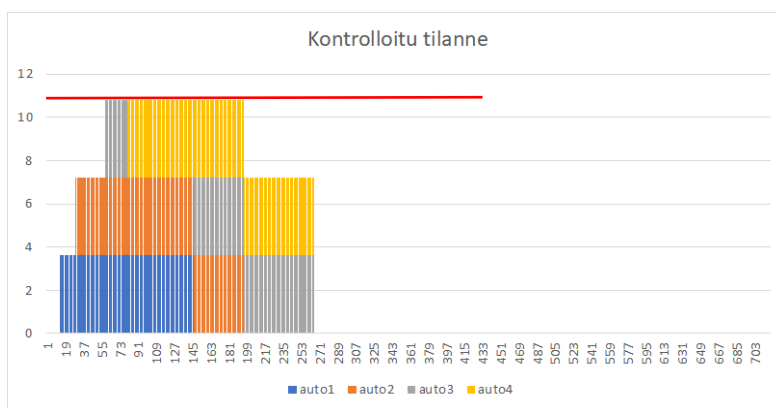
Sähkökärppä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

7 Mallinnus

Projektissa toteutettiin mallinnus hyödyntäen Excel-työkalua. Luotiin ohjelma, jolla voidaan kokeilla monia erilaisia latausskenaarioita. Ohjelmaan voi syöttää halutut lähtötiedot eli autojen saapumis- ja lähtöajat, varauksen tila alussa, haluttu varaustila, auton akun kapasiteetti sekä sallittu latausteho. Ohjelma suorittaa tarvittavat laskut ja piirtää kolme erilaista kuvaajaa kuormien jakautumisesta. Ensimmäinen kuvaaja näyttää alkutilanteen. Toisessa kuvaajassa näytetään tilanne, jossa suurin kulutushuippu on nolattu, ja kolmas kuvaaja esittää kontrolloidun tilanteen.



Kuvaaja 1 Latausteho ylittää sallitun maksimirajan (punainen viiva)



Kuvaaja 2 Huippu on tasattu ja yli mennyt osuus on sijoitettu muualle

Simulointityökalulla saatiin luotua tilanne, jossa kokonaiskuorma uhkaa ylittää maksimirajan, mutta älykkään latauksenhallinnan ansiosta kaikki lataukset pystytään suorittamaan turvallisesti ja käyttäjille reilulla tavalla. Työkalu on vapaasti saatavilla, ja siihen on julkaistu myös käyttöohjeet. Työkalua voi siis kehittää monenlaisia simuloiteja varten.

Sähkökärrpä – älykäs kotitaloussähkö ja sähköautojen lataus hanke (1.9.2019–31.8.2022)

8 Yhteenveto

Tässä työpaketissa muokattiin Jouko-laite sopivaksi sähköautojen latauksen säätöön siten, että laite pystyy mittaamaan sähköpistokkeille kulkevaa virtaa, seuraamaan kokonaistehoa, sekä katkaisemaa ja käynnistämään latauksen toivottuina hetkinä. Lisäksi Jouko-laitteelle lisättiin langaton ratkaisu latauksen ohjausta varten, sekä luotiin luonnos mobiilisovelluksesta, jonka kautta käyttäjät voivat ohjata latausta. Kehitettiin myös älykäs palvelinohjelmisto latauksen tehoerustaiseen ohjaukseen ja optimointiin. Tavoitteiden mukaisesti työpaketissa tutkittiin myös sähköautojen käyttöä sähkövarastoina, sekä siihen liittyen kaksisuuntaisen latauksen mahdollisuuksia ja haasteita. Tutkittiin akun varaustilan lukemista ja löydettiin eri vaihtoehtoja tämän toteuttamiseksi.

Käytettävissä olevan ajan rajallisuuden sekä tarvittavien yhteistyötahojen puuttuessa todettiin, ettei pilottia pystytä järjestämään suunnitellulla tavalla. Pilotin sijaan päädyttiin luomaan mallinnus kuormanhallinnasta, simuloiden pilotin tilannetta. Mallinnuksen avulla pystyttiin simuloimaan useampia autoja ja laajasti erilaisia lataustapahtumia. Toisaalta arvioimatta jäi asiakaskokemus, todellisten olosuhteiden arviointi, sekä muut käytännön kokeilun tuomat edut.

Ideaalitilanteessa olisi toteutettu sekä mallinnus, että kampuskoe. Tällöin olisi saatu monipuolinen ja kattava kuva lataushallinnan tarjoamista eduista sekä haasteista. Jotta pilotti voitaisiin mahdollisesti tulevaisuudessa järjestää, tähän työpakettiin on sisällytetty myös työlista tarvittavista toimenpiteistä pilotin toteuttamiseksi.

Kuvien lähteet:

Kuva 3

Optimal Dispatch Strategy of a Virtual Power Plant Containing Battery Switch Stations in a Unified Electricity Market - Scientific Figure on ResearchGate. Saatavilla:

https://www.researchgate.net/figure/Basic-elements-in-a-Virtual-Power-Plant_fig1_277580157

[haettu 4.1.2022]