

Paulus Tuomikoski

TEHONRAJOITUS DIGITALSTROM-JÄRJESTELMÄLLÄ

TEHONRAJOITUS DIGITALSTROM-JÄRJESTELMÄLLÄ

Paulus Tuomikoski
Opinnäytetyö
Kevät 2019
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Tekijä: Paulus Tuomikoski
Opinnäytetyön nimi suomeksi: Tehonrajoitus digitalSTROM-järjestelmällä
Opinnäytetyön nimi englanniksi: Power Limitation with digitalSTROM System
Työn ohjaaja: Heikki Kurki
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019
Sivumäärä: 27

Tulevaisuudessa tehomaksut tulevat yksityisasiakkailla kaikkien sähkön siirtoyhtiöiden laskuihin. Se kasvattaa sähkölaskun suuruutta, jos asialle ei tehdä mitään. Työn tavoitteena on tutkia, voiko digitalSTROM-järjestelmällä laskea huippukulutusta omakotitalo-kohteissa.

digitalSTROM AG on sveitsiläinen kotiautomaatiojärjestelmiä valmistava julkinen osakeyhtiö. digitalSTROM-järjestelmä on helppokäyttöinen ja se ei tarvitse erillistä väylää ohjattavien laitteiden ja mittareiden välille, vaan data kulkee olemassa olevissa kaapeleissa. digitalSTROM-järjestelmän suurin etu on, että se voidaan asentaa myös vanhoihin rakennuksiin, sillä järjestelmää varten ei tarvitse kaapeloida yhtään. digitalSTROM-järjestelmä käyttää tiedonsiirrossa plc-tekniikkaa.

Tutkittaessa järjestelmää todettiin, että järjestelmällä on mahdollista säästää sähkölaskussa kahdella eri tavalla. Ensimmäinen tapa on ajastaa lämmitysryhmien käynnistymistä kolmessa ryhmässä. Toinen tapa on ohjelmoida järjestelmä sammuttamaan lämmitysryhmiä sitä mukaa mitä korkeampi on huippukulutus. digitalSTROM-järjestelmän takaisinmaksuaika on 12 vuotta tässä esimerkkikohteessa, ja sen jälkeen se tuottaa säästöä asiakkaalle.

Uusiin taloihin, joissa on johdotettu lämmitykset omina ryhminään, on mahdollista asentaa myös toisenlainen järjestelmä, jonka takaisinmaksuaika on 4 vuotta. Tässä järjestelmässä on vain yksi tapa pudottaa huippukulutusta, ja se on lämmitysryhmien käynnistäminen kolmessa eri kuormitusryhmässä yksi ryhmä kerrallaan.

Asiasanat: huipputehonrajoitus, tehomaksu, kysyntäjousto, plc-tekniikka ja kuormitusten ohjaus

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering, Electrical Engineering

Author: Paulus Tuomikoski
Title of thesis: Power Limitation with digitalSTROM System
Supervisor: Heikki Kurki
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019
Pages: 27

In the future, Finland will introduce demand charges for residential customers. As a result, consumers' electricity bills will rise. This encourages consumers to invest in high-end powering automation.

The aim was to investigate whether the digitalSTROM system can calculate peak power in single-family homes. When investigating the system, it was found that the system can save money after 12 years which is when the system has paid for itself. The main advantage of the digitalSTROM system is that it can be installed without additional wiring because the data passes through existing wires.

Keywords: peak power limitation, demand charge, power charge, demand elasticity and load control

ALKULAUSE

Aivan aluksi haluaisin kiittää Gane Oy:tä ja sen toimitusjohtajaa Jukka Kärkkäistä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö tähän yritykseen.

2.5.2019 Paulus Tuomikoski

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	1
ABSTRACT	2
ALKULAUSE	3
SISÄLLYS	4
LYHENTEET	5
1 JOHDANTO	6
2 TEHONRAJOITUS KULUTTAJAN INTRESSINÄ	7
3 SÄHKÖN KULUTTAJAHINNAN MUODOSTUMINEN	9
3.1 Nykyinen laskutus	9
3.2 Tehoperusteinen laskutus	11
4 DIGITALSTROM-JÄRJESTELMÄ	12
4.1 Järjestelmän osat	12
4.2 Käyttö	13
4.3 Tekniikka	14
5 HUIPPUTEHON RAJOITTAMINEN PERINTEISEMMIN	15
6 HUIPPUKULUTUKSEN RAJOITUS PILOTTIKOHOITEESSA	18
6.1 Toimintaselostus	18
6.2 Kuormitusten ohjauksen ohjelma	19
6.3 Piirustukset ja kustannukset	23
6.4 Kannattavuus	24
7 YHTEENVETO	25
LÄHTEET	26

LYHENTEET

dS	= digitalSTROM-järjestelmä
dSF	= digitalSTROM-suodatin (filter)
dSM	= digitalSTROM-mittari (meter)
dSS	= digitalSTROM-palvelin (server)
PLC	= datasähkö (power line communication)
SLY	= Suomen sähkölaitosyhdistys
VAC	= vaihtosähköjännite

1 JOHDANTO

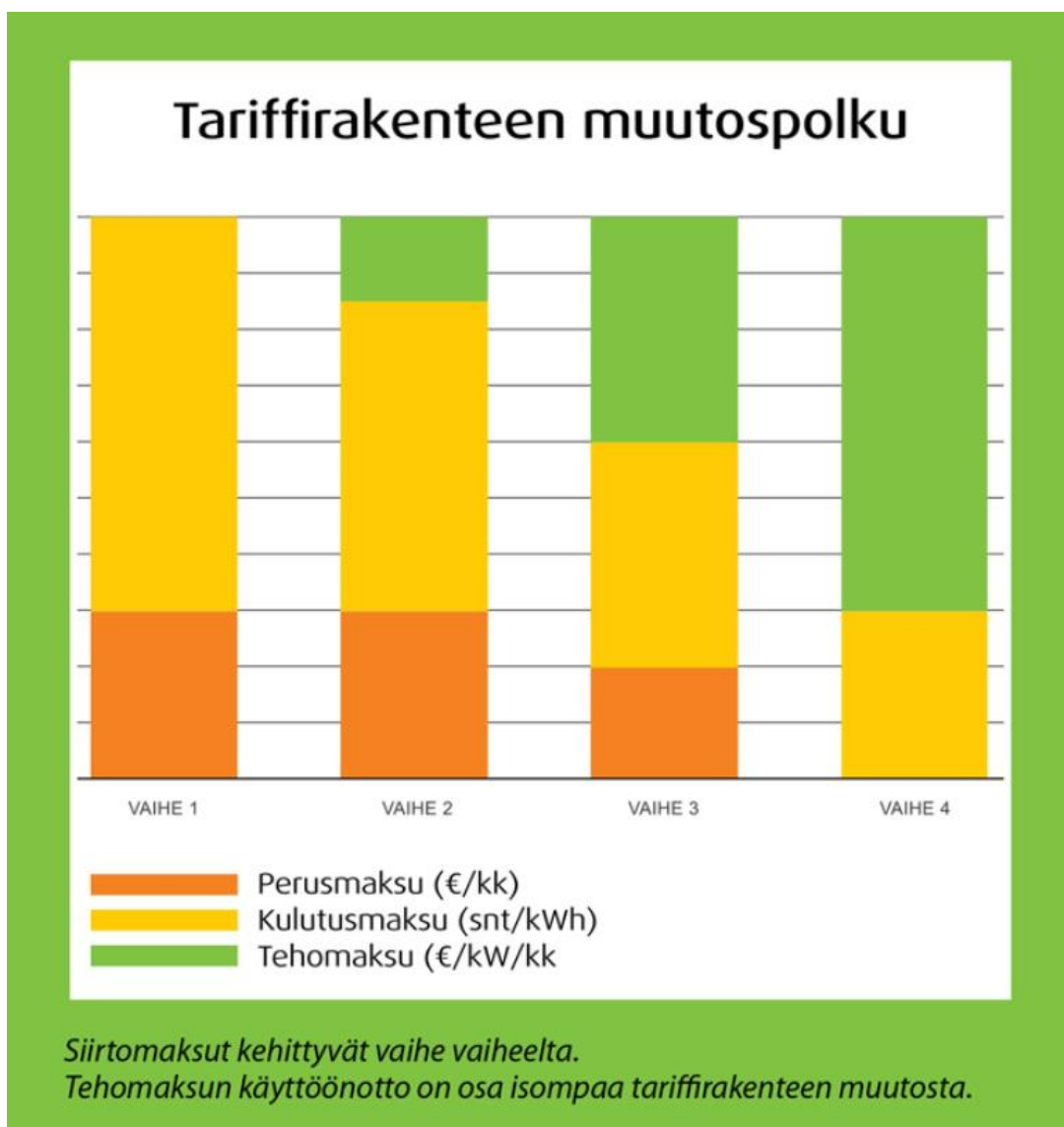
Jokaisessa sähköliittymässä on jokin huipputeho, joka on korkein teho mitattuna vuoden aikana. Tehonrajoitus tarkoittaa sitä, että tuota huipputehoa pienennetään tavalla tai toisella. Tehoa rajoittamalla olisi mahdollista säästää sähkölaskussa, sillä on arvioitu, että tulevaisuudessa kaikkialla Suomessa otetaan käyttöön tehomaksut sähkölaskussa (1, 2).

Kuluttajaa pyritään tulevaisuudessa kannustamaan kaikin mahdollisin keinoin rajoittamaan huippukulutustaan. Tämä näkyy hinnannousuna asiakkailla, jotka eivät huipputehoaan rajoita. Siksi on tärkeää käyttää erilaisia keinoja, jolla saa huipputehon laskemaan talvipakkasilla.

Työn tavoitteena oli selvittää, voiko digitalSTROM-järjestelmällä tehdä huipputehonrajoitusta sähkölämmitteisissä omakotitalo-kohteissa. digitalSTROM on kotiautomaatiojärjestelmä, jossa ohjattaviin laitteisiin asennetaan pienet mikrosirut. Mikrosirujen ja mittareiden avulla järjestelmää on helppo ohjata, sekä seurata tehonkulutuksia jokaisessa laitteessa. Järjestelmää tutkiessa todettiin, että se on mahdollista ja tulevaisuudessa se tuo 12 vuoden takaisinmaksuajan jälkeen säästöjä asiakkaalle.

2 TEHONRAJOITUS KULUTTAJAN INTRESSINÄ

Kuluttajalla on tulevaisuudessa kova tarve rajoittaa huippukulutustaan, sillä esimerkiksi Kuopion Energialla on suunnitelmissaan nostaa sähkönsiirron tehomaksun osuus 70 %:iin sähkönsiirtolaskusta (kuva 1). 30 % tulisi enää vain sähkön kulutuksesta. Tällä hetkellä ollaan menossa vaihe kahdessa (kuva 1), sillä Kuopion Energia otti vuonna 2018 käyttöön tehomaksut yksityisillä asiakkailta. 1.7.2018 voimaantulleen hinnaston mukaan Kuopion Energian tehomaksu on tällä hetkellä 0,81 €/kW, mikä on vielä aika maltillinen verrattuna Helenin tehomaksuun, joka on 1,59 €/kW.



KUVA 1. Kuopion Energian suunnitelma tehomaksujen käyttöönotosta (1)

Tällä hetkellä Helen Oy:n alueella sijaitsevan omakotitalokohteen, jonka sähkönkulutus on vuodessa 30 000 kWh, sähkönsiirron hinta vuodessa ilman veroja on 1087 € (taulukko 4). Jos kohteessa laskettaisiin digitalSTROM-järjestelmän avulla huipputeho 15 kW puoleen, tulisi säästöjä vuodessa 143 €. Kymmenessä vuodessa säästöä tulisi 1431 €.

Jos oletetaan, että sähkölämmitteisen omakotitalon omistajan sähkönsiirron kustannus on tulevaisuudessa 1087 € vuodessa (taulukko 4) ja tuosta osuudesta 70% (kuva 1) olisi tehomaksuja, tällöin huippukulutuksen leikkaaminen puoleen automaation avulla laskisi sähkölaskua 32 €/kk ja vuodessa 381 €. Jos tarkastellaan kymmenen vuoden ajanjaksoa, tuona aikana automatiikkaan voisi panostaa 3805 €, jonka jälkeen järjestelmä tuottaisi pelkkää voittoa. Automatiikan asennus toisi myös paljon mukavuustekijöitä taloon ja nostaisi asunnon arvoa.

Tulevaisuudessa kun sähköautot yleistyvät myös Suomessa, omakotitaloihin asennetaan paljon latauslaitteita ja muutamiin kohteisiin myös pikalatauslaitteita. Näissä kohteissa, joihin pikalatauslaite asennetaan, tulee entistä tärkeämmäksi rajoittaa huippukulutusta. Euroopassa suosituin tyyppi 2 pikalatauslaite voi kuluttaa sähköä jopa 22,2 kW täyssähköautoa (Tesla Model S) ladattaessa.

Toisaalta taas useissa kiinteistöissä tulevaisuudessa aurinkopaneelijärjestelmät pienentävät huippukulutusta päiväsaikaan. Sähköautot ladataan yleensä yöaikaan, ja aurinkopaneeleista ei ole silloin enää apua.

3 SÄHKÖN KULUTTAJAHINNAN MUODOSTUMINEN

Kuluttajan sähkölasku voi muodostua usealla eri tavalla. Osalla asiakkaista on käytössä yleissähkötariffi, eli sähköenergian ja -siirron hinta on aina kiinteä. On olemassa myös kausisähkötariffi, jossa kesäsähkö on hieman halvempaa kuin talvisähkö. Osalla asiakkaista on käytössä aikaan perustuva laskutus, jossa yöllä sähkön hinta on halvempi kuin päivällä. Yöaikaan siirryttäessä tapahtuva suuri valtakunnallinen kulutuspiikki on saanut sähköyhtiöt siirtymään tehomaksuihin.

Tehomaksu tarkoittaa, että mitä isompi huipputeho asiakkaalla on tunnin ajan vuodessa, sitä isompaa tehomaksua asiakas maksaa seuraavan vuoden ajan. Suomessa on jo kolmessa sähköyhtiössä käytössä tehomaksu yksityisillä asiakkailla. Nämä yhtiöt ovat Kuopion Energia Oy, Helen Oy ja Lahti Energia Oy. Koska sähköverkko pitää rakentaa huipputehon mukaan, yhtiöt haluavat, että kuluttajat rajoittavat huipputehoaan.

3.1 Nykyinen laskutus

Nykyisessä laskutuksessa sähkön siirto maksaa Oulun Energialla aikasähkösopimuksessa päivällä 2,96 snt/kWh ja yöllä se maksaa 1,82 snt/kWh. Lisäksi perusmaksu on 3 X 25 A pääsulakkeen mukaan 216,50 €/vuosi (taulukko 1) (3).

TAULUKKO 1. Aikasähkön siirtohinnoista Oulun Energiassa vuonna 2019 (3)

TUOTE	HINTA (ALV 24%)
AIKASÄHKÖ	
- Sähkön siirtomaksu, päivä klo 7-22	2,96 snt/kWh
- Sähkön siirtomaksu, yö klo 22-7	1,82 snt/kWh
Lisäksi perusmaksu pääsulakkeen mukaan	
- 3 x 25 A	216,50 €/v
- 3 x 35 A	276,92 €/v
- 3 x 50-63 A	438,36 €/v
Lisäksi sähkön siirtomaksuun lisätään sähkövero	
- Veroluokka I (yleinen veroluokka)	2,79 snt/kWh
- Veroluokka II (teollisuus ja kasvihuoneviljely)	0,87 snt/kWh

Tyypillisen 175 m² sähkölämmitteisen omakotitalon esimerkkitapauksessa sähkön siirrolle tulee hintaa vuodessa 934 € (taulukko 2) Oulun Energian alueella.

TAULUKKO 2. Sähkön siirron hinta vuodessa esimerkkikohteessa ilman tehomaksua Oulun Energian alueella

	A	B	C	D	E	F
1	yösähkön kulutus kWh	hintaa €/kWh	päiväsähkön kulutus kWh	hintaa €/kWh	perusmaksu €	Yhteensä
2	15000	0,0182	15000	0,0296	216,5	933,5

3.2 Tehoperusteinen laskutus

Pääkaupunkiseudulla toimivan Helen Oy:n tehoerusteisessa laskutuksessa perusmaksu on vuodessa 210,0 €, sekä tehomaksu 1,59 €/kW/1kk, päiväsiirto 2,59 snt/kWh ja yösiirto 1,35 snt/kWh (Taulukko 3) (4).

TAULUKKO 3. Helen Oy:n aikasähkön siirtohinnoista vuonna 2018 (4)

	ALV 0%	ALV 24%
Perusmaksu €/kk	14,11	17,50
Tehomaksu €/kW,1 kk	1,28	1,59
Päiväsiirto c/kWh	2,09	2,59
Yösiirto c/kWh	1,09	1,35

Samassa esimerkkitilanteessa mutta Helen Oy:n sopimuksella sähkön siirrolle tulee vuodessa hintaa 1087 € tehomaksun kanssa (taulukko 4).

TAULUKKO 4. Sähkön siirron hinta vuodessa esimerkkitilanteessa Helen Oy:n sopimuksella

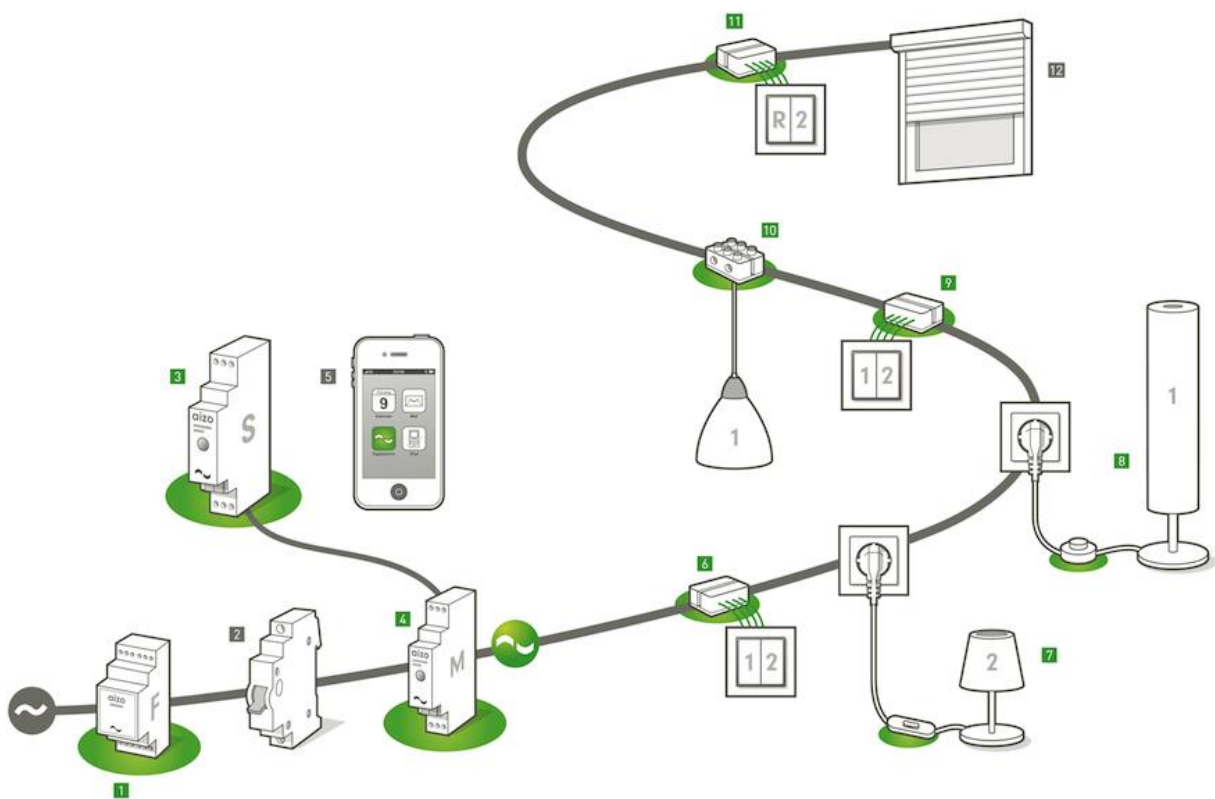
4	yösähkön kulutus kWh	hintaa €/kWh	päiväsähkön kulutus kWh	hintaa €/kWh	perusmaksu €	tehomaksu €	huipputeho kW	ajanjakso tehomaksulle kk	yhteensä €
5	15000	0,0135	15000	0,0259	210	1,59	15	12	1087,2

Huomataan, että tehomaksujen takia sähkölasku suurenee merkittävästi (16,4 %), jos kyseinen omakotitalo sijaitsee Helen Oy:n sähköverkon alueella, jolla peritään tehomaksuja. On oletettavaa, että tulevaisuudessa koko Suomessa siirrytään tehoerusteiseen laskutukseen, joten rakennuksen sijainnilla ei ole enää ratkaisevaa merkitystä (1). Silloin täytyy keskittyä huipputehonrajoitukseen.

4 DIGITALSTROM-JÄRJESTELMÄ

4.1 Järjestelmän osat

Kuvassa 2 näkyy digitalSTROM -järjestelmän perusrakenne. Komponentit 1–4 sijaitsevat sähkökeskuksessa. Loput komponentit ovat sijoiteltuina ohjattaviin laitteisiin.



KUVA 2. Periaatekuva digitalSTROM-järjestelmästä (5)

Alla on lueteltu kuvan 2 komponentit:

- 1 on suodatin. Suodatin estää digitalSTROM-järjestelmän käyttämien signaalien kantautumisen etäluettavalle sähkömittarille ja sähköjakeluverkkoon.
- 2 on 16 A:n johdonsuojakatkaisija.

- 3 on serveri. Sen avulla järjestelmä voidaan liittää internetiin reitittimen avulla. Serveri mahdollistaa myös järjestelmän ohjaamisen mobiililaitteilla (numero 5). Vanhan malliset serverit tarvitsevat erillisen virtalähteen toimiakseen.
- 4 on mittari, jonka tehtävänä on koota, lähettää ja vastaanottaa väylää pitkin järjestelmän ohjaussignaaleita järjestelmän eri osista. Ryhmien välinen tiedonsiirto tapahtuu siis mittarien avulla.
- 6 ja 9 ovat keltaisia kytkinpalikoita, joita käytetään lamppuryhmien 1 ja 2 ohjaukseen. Kytkinpalikat ovat sähköjohtoa pitkin yhteydessä keskuksessa olevaan mittariin ja myös toisessa suunnassa olevaan numerolla 10 merkittyyn lampunohjauspalikkaan.
- 7 ja 8 ovat kaapelihimmentimet, jotka ovat sähköjohtoa pitkin yhteydessä mittariin.
- 10 on lamppua ohjaava palikka. Palikka on sähköjohtoa pitkin yhteydessä kytkimissä oleviin keltaisiin ohjauspalikoihin.
- 11 on musta jokeripalikka, jolla voidaan ohjata sekä sälekaihtimia että valaisinryhmää 2. Se voidaan ohjelmoida ohjaamaan mitä vain.

4.2 Käyttö

digitalSTROM-järjestelmä on verrattain uusi markkinoilla. Sen laitteet tulivat myyntiin huhtikuussa 2011 Saksaan ja Sveitsiin. Tuote on käyttäjille yksinkertainen ja sen avulla pyritään tarjoamaan asumismukavuutta ilman, että järjestelmän käyttäjän tarvitsee lukea käyttöohjeita. Laitteita voidaan käyttää etänä internetin ja matkapuhelimen välityksellä. Sen asentaminen on myös helppoa. Se ei vaadi lisäjohtotusta keskuksen ulkopuolella, koska data kulkee olemassa olevia vaihe- ja nollajohtimia pitkin (6).

digitalSTROM-järjestelmällä huipputehoa on mahdollista rajoittaa kahdella tavalla. Ensimmäinen tapa on ajastaa suurimmat kuormat kytkeytymään eri aikaan, esimerkiksi 15 minuutin välein kerrallaan kolmessa ryhmässä. Toinen tapa on tehdä ohjelma, jolla laitteita kytketään pois sitä mukaa, kun huipputeho nousee yli määritellyn rajan.

Järjestelmällä on helppo himmentää valoja, tarkkailla jokaisen laitteen eriteltyä virrankulutusta, käyttää kotona/poissa -kytkintä sekä ohjelmoida laitteet käynnistymään silloin kun sähkön tuntihinta on pienempi. Ohjattavia laitteita ovat muun muassa lamput, markiisit, verhot, lämmitys, radiot, ilmastointi sekä televisiot (6).

4.3 Tekniikka

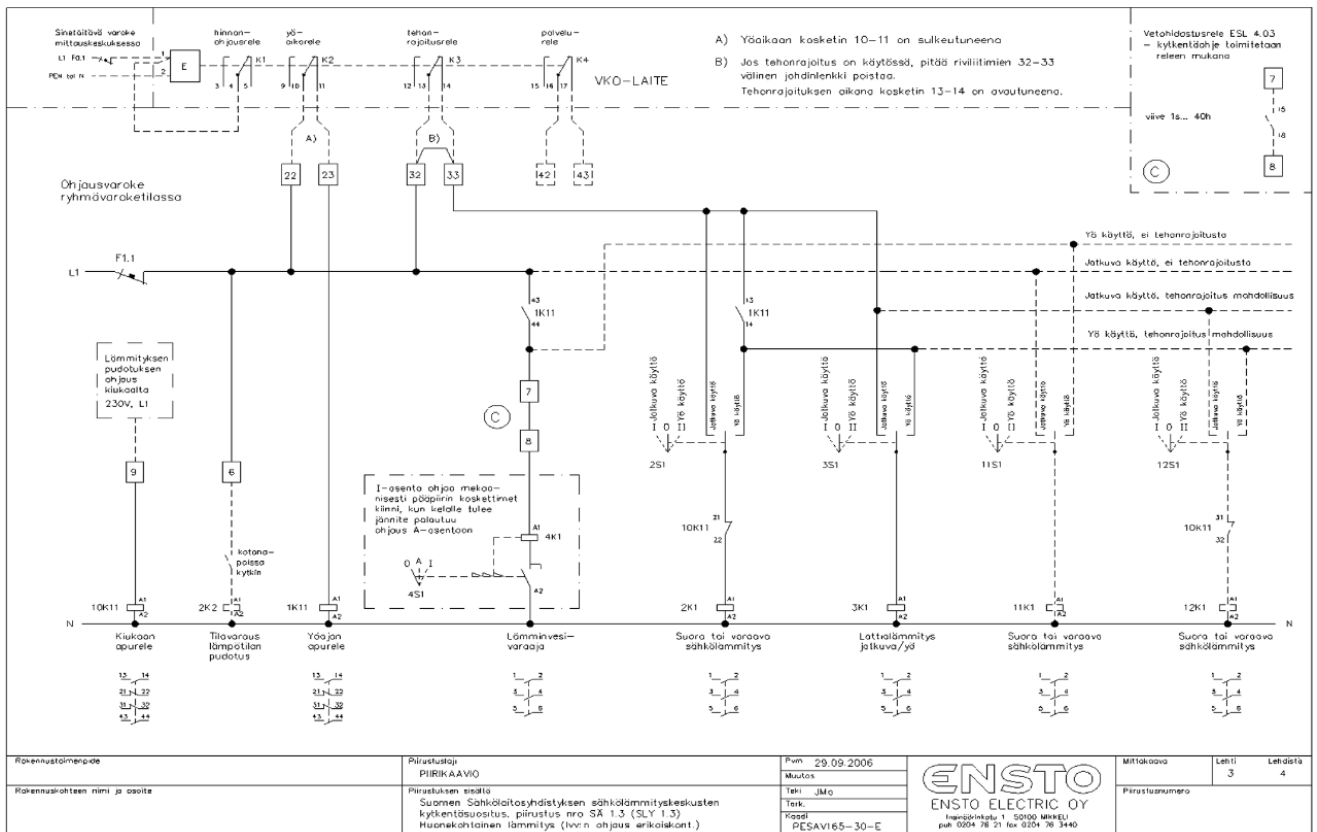
Tärkein osa digitalSTROM-laitteissa on digitalSTROM chip eli mikrosiru. Se mahdollistaa laitteiden kommunikaation sähköverkon kautta. Mikrosirut sijaitsevat kytkin- ja muissa paikoissa. Mikrosirut viestivät olemassa olevien sähköjohtojen ja digitalSTROM-mittarin (dSM) kautta. digitalSTROM-mittarit käyttävät monia yleisiä standardoituja protokollia.

digitalSTROM-järjestelmä on helppo liittää digitalSTROM-palvelimen (dSS) kautta internetiin. Suodattimet (dSF) asennetaan pääkytkimen läheisyyteen, ja ne estävät digitalSTROM-järjestelmän tiedonsiirron siirtymisen talon ulkopuolelle syöttökaapelia pitkin sekä ne estävät salakuuntelun mahdollisuuden. Mikrosirut sijaitsevat laitteissa kuten esimerkiksi lamputissa ja pistorasioissa, mutta mittarit, suodattimet ja palvelin sijaitsevat sähkökeskuksessa.

5 HUIPPUTEHON RAJOITTAMINEN PERINTEISEMMIN

SLY-kytkentä on vakiokytkentä, joka mahdollistaa huipputehon rajoittamisen kiuasristeilyn avulla. Kiuasristeily tarkoittaa sitä, että kun kiuas on päällä, osa sähkölämmityksestä kytkeytyy pois päältä. SLY-kytkennällä voi myös ohjata lämminvesivaraajaa menemään päälle halvemman yösähkön aikaan (kuva 3).

Vuonna 1986 Sähkölaitosyhdistys julkaisi SLY-kytkentäsuosituksen, ja se uudistettiin vuonna 1992. SLY 7/92 on edelleen hyvin laajassa käytössä. Sen ansiosta nykyisin on myynnissä vakiokeskuksia, jotka toimivat lähes kaikissa sähkölämmityskohteissa. (7)



KUVA 3. SLY-kytkentä (8, s. 2)



Sähkölämmitysyksikkö SLY 1.3 - SLY 1.3



Sähkölämmitysyksikkö SLY 1.3 - SLY 1.3

Kirjoita tuotearvostelu

SLY1.3 kytkentäyksikkö

Sähkönumero: 3310354

GTIN: 6410033103540

NORM.
183 00

/ 1 KPL

Hankintatuote

1
KPL

+
-

LISÄÄ OSTOSKORIIN

Tuotteen minimi tilauserä on 1 KPL



Lisää vertailuun



STK tuotekortti

KUVA 4. Sähkölämmitysyrksikön hinta SLO:lla vuonna 2019 (9)

Toteutuksena sähkölämmitysyrksikkö on varsin edullinen, sillä se maksaa keskukseen liittäväenä DIN-kiskona SLO:sta 183 € (5) (kuva 4). Tuotteen sähkönumero on 3310354.

Jos asiakas haluaa lisäksi lämmityspiirien releet ajastimen taakse, on se mahdollista tehdä Ouman M BA-laitteella (kuva 5). Se on hinnaltaan huomattavasti halvempi kuin digitalSTROM-järjestelmä eli 769 € (alv 0%). Siihen tehdään kytkentäohjelma Ouflex tool-nimisellä ohjelmointityökalulla. Ohjelmaan tulisi määritellä kolmelle lämmityskuorman kontaktorilähdölle ajastus, joka kytkee ne päälle vuorotellen esimerkiksi 15 minuutin välein yksi ryhmä kerrallaan.

Tuotteen verolliseksi hinnaksi tulee 953,56 € ja SLY-kytkennälle 183 €. Kun tähän lisätään työn hinta 300 €, niin lopullinen summa on 1436,56 €. Tämä laitteisto pienentäisi tulevaisuudessa sähkölaskua saman 381 € vuodessa kuin digitalSTROM-järjestelmällä, ja sen takaisinmaksuaika olisi 3,8 vuotta.

Tämän järjestelmän asentamisen ehtona on se, että kohteessa on lämmitysryhmät kaapeloitu omana kaapelinaan, ja kaapelit tulevat suoraan sähkökeskukselle. Jos kohde on vanha ja pistorasiat sekä lämmitykset on kaapeloitu samaan ryhmään, tarkoittaa se, että kohteessa joudutaan kaapeloimaan, mikä tuo lisäkustannuksia.

OUFLEX M BA VAPAASTI OHJELMOITAVA ALAKESKUS

Ouflex M BA on DIN/kiskokiinnitteinen ohjaus- valvonta ja säätölaite. Ouflex M BA voi toimia joko master- ja/tai slave-laitteena Modbus-väylässä.

DIN-standardin mukainen rakenne mahdollistaa Ouflex M BA:n asentamisen useimpiin keskuksiin. Irrotettavat riviliittimet tekevät asentamisesta helpompaa.

Ethernet yhteyttä varten tarvitaan M-LINK rajapintamuunnin (lisävaruste).



Universaalimittaustulot 15 kpl (tulot M1-M15), joista

- 15 kpl resistiivisiä mittauksia (NTC10, NTC20, NTC1.8, NTC2.2, Pt1000, NI1000LG/DIN)
- 15 kpl digitaalituloja (tulot M1-M15)
- 3 kpl pulssituloja (tulot M1-M3), minimipulssinpituus 30 ms
- 12 kpl lähetintuloja 0- 10 V tai 0/4-20mA (M4-M15)

Analogialähdöt 4 kpl 0-10V

PWM lähtö 1 kpl, joka toimii rinnan Y1 lähdön kanssa. Avoimen piirin jännite 15V. Lähtövirta 10V lähtöjännitteellä max. 50mA

Releohjaukset 6 kpl NO, 230V / 5A

Tiedonsiirtoliitännät

- RS-485 liityntä ja tuetut toiminnot 2 kpl (Modbus RTU master tai 1 kpl RTU slave)
- RS-232 liityntä ja tuetut toiminnot 2 kpl (ulkoinen näyttö ja joko GSM-modeemi tai M-link)
- USB device liitin 1 kpl, OuflexTool online -yhteys
- Ethernet 10/100Mbit TCP/IP liityntä vain erillisen (optio) M-Linkin avulla

Paikallinen näyttö 132x64 px, aktiivinen alue 40x18 mm

Käyttöjännite

- 24 VAC/DC (-10% ... +15 %)
- Tehontarve 24VAC 9VA. Lisälaitteiden kanssa (M-Link tai GSM-mod. ja ulkoinen näyttö) 12VA. Tehontarve 24VDC 4W Lisälaitteiden kanssa (M-LINK tai GSMMOD8. ja ulkoinen näyttö) 6.5W

KUVA 5. Ouman M BA:n tiedot (10)

6 HUIPPUKULUTUKSEN RAJOITUS PILOTTIKOhteessa

Pilottikohde on kaksikerroksinen omakotitalo pinta-alaltaan 175 m², jossa on viisi makuuhuonetta, keittiö, olohuone, kodinhoitohuone sekä pesutilat. Talousrakennuksen koko on 60 m². Kiinteistön sähkön vuosikulutus on n. 30 000 kWh, ja huippukulutus n. 17,5 kW. Kohde sijaitsee Oulussa, ja on rakennettu vuonna 2000. Taloon ei asenneta järjestelmää, mutta järjestelmä suunnitellaan sinne. Kohteessa ei ole sähkökiuasta, joten SLY-kytkennästä ei olisi tässä kohteessa juurikaan hyötyä. Tässä kohteessa päädytään digitalSTROM-järjestelmään.

6.1 Toimintaselostus

Tarkoituksena olisi säätää alle 1,4 kW:n (jokeripalikan tehonkesto on 1,4 kW) teholtaan olevia pattereita. Säädettävien patterien yhteisteho on 9,1 kW. Patterien käyntilupaa voitaisiin säätää ohjelmassa esimerkiksi kolmessa eri jaksossa. Tämä laskisi huippukulutusta talvipakkasilla n. 6 kW. Jaksojen pituus ei saisi olla kovin pitkä, ettei kuluttaja ehtisi huomaamaan lämpötilanmuutosta kovimmillakaan pakkasilla.

Toinen mahdollinen tapa säätää huippukulutusta olisi, että kun huippukulutus nousee tiettyyn lukemaan, digitalSTROM-järjestelmä kytkee pois päältä esim. lämminvesivaraajan sekä osan sähköpattereista.

Järjestelmän asentamiseen tarvittavia komponentteja ovat

- serveri 1kpl
- mittarit 10 kpl
- suodattimet 3 kpl
- jokeripalikat/mikrosirut 14 kpl.

Serveri, mittarit ja suodattimet asennetaan sähkökeskukseen. Mittarit asennetaan niihin ryhmiin, joissa on mikrosiruja. Serveri ja mittarit asennetaan väylän kautta sarjaan, ja päihin asennetaan päätevastukset. Mikrosirut/jokeripalikat asennetaan kunkin lämmitysyksikön luokse ohjaamaan yksikön virransaantia.

6.2 Kuormitusten ohjauksen ohjelma

Ohjelma on tehty digitalSTROM:in omalla ohjelmointityökalulla, joka on todella yksinkertainen käyttää. Kuvassa 6 on ohjelmointityökalun päänäkyvä, jossa on kaikki työkalut, joilla voidaan ohjelmaa tehdä. Tärkeimmät työkalut ovat timers, jolla voidaan tehdä ajastuksia järjestelmään sekä user defined actions, jolla määritellään mitä tapahtuu, kun tietty tila eli user definend states tulee voimaan. Esimerkiksi jos määritellään tilaksi, että jonkun tietyn ryhmän sähkönkulutus nousee yli 1 kW:n, silloin ohjelma vilkuttaa valoja kaksi kertaa.

Ohjelmointityökaluun kirjaudutaan samassa verkossa järjestelmän kanssa. Selaimen osoitteeksi kirjoitetaan 192.168.1.100 ja sen jälkeen kirjoitetaan käyttäjätunnus ja salasana. Tässä ohjelmassa pistorasia ohjataan menemään päälle klo 10.45 (kuva 7) ja pois päältä klo 11.00 (kuva 9). Kuvassa 8 on ohjelmoitu tietty pistorasia menemään päälle.
















iPad 11.02 41%

192.168.1.100

digitalSTROM Timers Climate Controller User Defined States User Defined Actions

digitalSTROM Configurator

Apps Activities Rooms Help

Menu	Use
Use	Open Selected Uninstall Selected
Install	 Activity Monitor  Energy Graph  Event Mailer  Event Responder
Update	 Presence Simulation  Timers  User Defined Actions  User Defined States
	 my.digitalSTROM
	 Climate Controller  Dim Wizard  Installation Documentation  Ventilation Controller
	 Hue Controller  Sonos Controller

1.14.4.1 Refresh View Advanced View English

KUVA 6. Ohjelmointityökalun päänäkymä

digitalSTROM Timers

Climate Controller User Defined States User Defined Actions

New Timer Edit Timer Disable Timer Test Timer Delete Timer

Active	Name	Initiated Activities	Time	Day	Conditions
<input checked="" type="checkbox"/>	Lämmityspistorasia päälle klo 10:45	Pistorasia in bedroom Turn On	10:45 o'clock	daily	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> only when pre
<input checked="" type="checkbox"/>	Lämmityspistorasia pois päältä 11:00	Pistorasia in bedroom Turn Off	11:00 o'clock	daily	<input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> only when pre

Timers

Name:

Time of Execution | Initiated Activities | Conditions

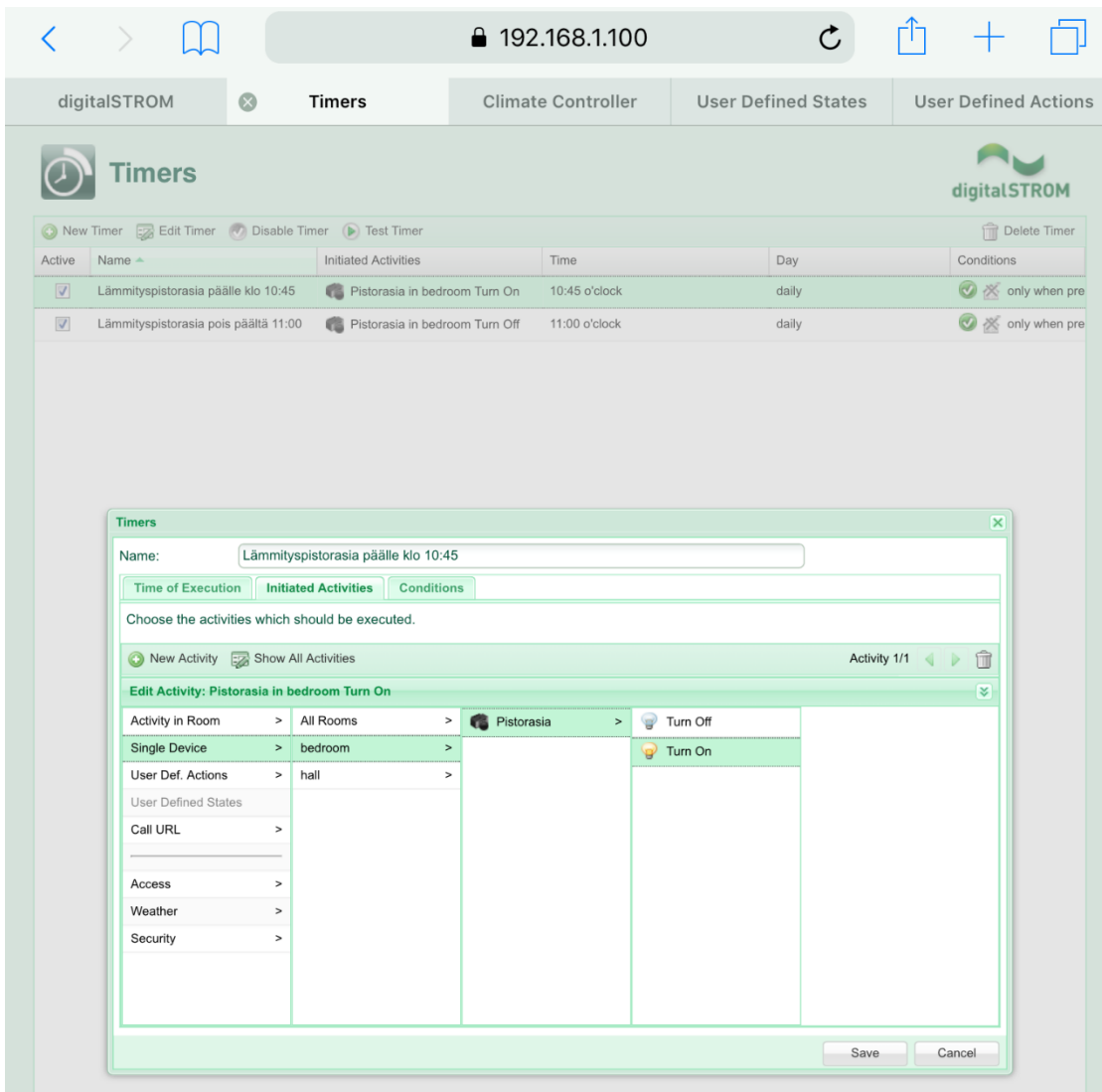
Choose the time when the activities should be executed.

Current time: 10:57

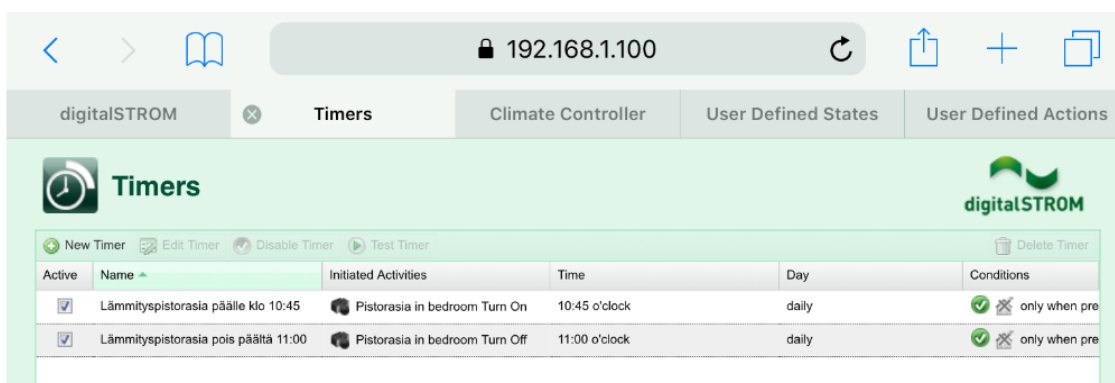
Time: (hh:mm)

Day: MC TU WE TH FR SA SU (daily)

KUVA 7. Ajastuksen ohjelmointi



KUVA 8. Ohjelmassa valitaan, mikä pistorasia menee päälle tiettyyn kellonaikaan



KUVA 9. Ote valmiista ohjelmasta

6.3 Piirustukset ja kustannukset

Piirustuksissa on nähtävissä omakotitalon ryhmät, joihin suunniteltu järjestelmä tulisi. Ryhmät on merkitty punaisella nuolella (kuva 10).

	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
	KESKUS																	RYHMÄ	OSOITE	TUNNUS	JOHDOTUS	kVA/kW	A / A	HUOM.			
	MAADOITUS																			maadoituskiskoon	Cu16						
	LIITTYMÄ (OKE)																				AXMK 4x25S		35/63				
	KESKUKSEN SINETOITY OSA																										
	tariffiohjus laite																										
	1F Ohjaus																						C10				
	2F Tasolämmittimet alakerta (varaus)																				MMJ 5x1,5S		C10				
	3F Tasolämmittimet alakerta																			L1=MH, tuulik. L2= KPH (vara) L3= (vara)	ML 5x 1,5S	0,5 +	C10				
	4F Tasolämmittimet yläkerta																			L1= AULA, MH206 L2= MH202, MH203 L3= MH201	6x2,5S	0,75+0,75 0,75	C10	suurin pienin ja toiseksi pienin toiseksi suurin			
	5F Taso- ja lattialämmitykset																			L1= varasto / MH L2=työhuone L3=autotalli	MCMK 4x2,5+2,5	1,5 0,55 0,7	C16 C10	taso taso taso			
	6F Lattialämmitykset																			L1=tupa L2=Keitt., tuulik. L3=ET,WC	ML 6x1,5S	0,6 1,0+0,4 0,2+0,8	C10				
	7F Lattialämmitykset																			L1= KPH, S L2=MH alakerta L3= olohuone	ML 4x1,5S MMJ 3x1,5S	0,6 1,5 2,0	C10				
																		Oulu	Keskuskaavio Pääkeskus	Suunn. 10.10.2017	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero				
																				Piirt.	Lehti	Piirustusnumero					
																				Tark.	1/4	SÄH					

KUVA 10. Patterit, joiden teho on alle 1,4 kW (merkitty punaisella nuolella)

Esimerkkitaloon tehtävän digitalSTROM-järjestelmän komponenttien hinnat on eritelty taulukossa 5. Komponenttien kokonaishinnaksi muodostuu 3622 €. Asentajan kuluihin arvioidaan menevän n. 1000 €.

TAULUKKO 5. Komponenttien hinnat

	A	B	C	D	E
1	Tuote	Tuotteen koodi	Määrä	Hinta	Hinta yhteensä
2	dS Serveri	dSS11	1 kpl	339 €	339 €
3	dS Mittarit	dSM11	10 kpl	189 €	1 890 €
4	dS Suodattimet	dsf11	3 kpl	49 €	147 €
5	dS Jokeripalikat	SW-KL200	14 kpl	89 €	1 246 €
6					3 622 €

6.4 Kannattavuus

Kun tiedetään, että komponenteille tulee hintaa 3622 € ja työlle lasketaan hintaa 1000 € (ALV 24 %), niin järjestelmän kokonaishinnaksi muodostuu 4622 €.

Jos tulevaisuudessa sähkölämmitteisen omakotitalon omistajan sähkönsiirron lasku olisi 1087 € vuodessa ja tuosta osuudesta 70% olisi tehomaksuja, tällöin huippukulutuksen leikkaaminen puoleen automaation avulla laskisi sähkölaskua 32 € kuukaudessa ja vuodessa 381 €. 12,1 vuodessa ($4622 \text{ €} / 380,5 \text{ €} = 12,1$ vuotta) järjestelmä maksaisi itsensä takaisin, ja sen jälkeen tuottaisi pelkkää säästöä.

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää, voiko digitalSTROM-järjestelmällä tehdä tehonrajoitusta omakotitalokohteissa sekä tuoko se säästöjä asiakkaalle pitkällä aikavälillä. digitalSTROM-järjestelmällä voidaan tehdä tehonrajoitusta, ja se tuo säästöjä. Tämän esimerkkikohteen järjestelmän takaisinmaksuaika on 12,1 vuotta sitten tulevaisuudessa, kun tehomaksun osuus on 70 % ja sen jälkeen se tuottaa voittoa asiakkaalle. Järjestelmä tuo taloon paljon käyttömukavuuksia, jos siihen investoi hieman lisää. Etuna myöskin on, että järjestelmä voidaan asentaa myös vanhoihin kohteisiin, eikä niissä tarvita lisäkaapelointia.

Vaihtoehtoinen järjestelmä olisi Ouman M BA -laitteella toteutettu ajastustoiminto SLY-kytkennän avulla. Sen takaisinmaksuaika on 3,8 vuotta, mutta jos kohde on vanha ja kohteessa joutuu kaapeloimaan, takaisinmaksuaika voi venyä vuosilla.

Jatkotutkimusaiheena olisi hyvä selvittää esimerkiksi akuston hyödyntämistä huipputehon rajoituksessa. Kyseessä voisi olla esimerkiksi LG chem resu, josta voitaisiin syöttää invertterin kautta taloon sähköä, kun huippukulutus on korkeimmillaan.

LÄHTEET

1. Kuopion Energia, Sähköviesti 2018. Tehomaksun käyttöönotto. Saatavissa: <https://www.sahkoviesti.fi/uutiset-2/tehomaksu-muuttaa-aikasiirtoasiakkaan-sahkolaskua.html> Hakupäivä 11.3.2019
2. Laatikainen Tuula 2016. Suomalaisten sähkölaskut menevät uusiksi – "Mökkiläiset häviävät eniten". Saatavissa: https://www.tekniikkatalous.fi/talous_uutiset/suomalaisten-sahkolaskut-menevat-uusiksi-mokkilaiset-haviavat-eniten-6579277 Hakupäivä 4.4.2019
3. Oulun Energia 2019. Aikasähkön siirtohinasto. Saatavissa: <https://www.ouluenergia.fi/tuotteet-ja-palvelut/sahcoverkkopalvelut/verkkopalveluhinnasto/sahkon-siirtohinasto/aikasahkon-siirtohinasto> Hakupäivä 28.1.2019
4. Helen 2019. Aikasähkön siirtohinasto. Saatavissa: <https://www.helensahko-verkko.fi/palvelut/tuotteet/> Hakupäivä 28.1.2019
5. System overview of digitalSTROM 2019. Saatavissa: <https://beta.digitstrom.com/en/System/Overview/> Hakupäivä 27.3.2019
6. Pietilä Vesa 2013. Älykkään kiinteistön energiankulutuksen seurannan kehittäminen ja demonstrointi. Saatavissa: <https://dspace.cc.tut.fi/dpub/handle/123456789/21551> Hakupäivä 25.3.2019
7. TAMK 2019. Sähkölämmityksen ohjauskytkennät. Saatavissa: http://tate.blogs.tamk.fi/files/2013/05/Liite-S%C3%A4hk%C3%B6l%C3%A4mmityksen-ohjauskytkenn%C3%A4t_09012015.pdf Hakupäivä 11.3.2019
8. AMK 2019. SLY-kytkennän periaate. Saatavissa: <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/material/attachments/vanhaamk/etuotanto/0705016/5hZOsIREP/SLY92-KYTKENTA0901.pps> Hakupäivä 11.3.2019

9. SLO verkkokauppa 2019. SLY-yksikkö- Saatavissa: <https://verkko-kauppa.slo.fi/fi/3310354> Hakupäivä 11.3.2019
10. Ouman hinnasto 2018. Saatavissa: https://ouman.fi/wp-content/uploads/2018/10/Ouman-hinnasto_2018-2_LQ.pdf Hakupäivä 5.4.2019