

Pirkko Harsia

Sähkölämmityksen ohjauskytkennät

Tässä raportissa käsitellään sähkölämmityksen ohjauskytkentöjä asuinrakennuksissa. Se on laadittu julkaisun ” *Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille* ”¹ liitteeksi vuonna 2015.

1990-luvun puoleen väliin asti sähköyhtiöillä oli merkittävä rooli kiinteistöjen sähköverkkojen suunnittelun ohjauksessa ja paikallisten vaatimusten esittämisessä erityisesti tehojen ja kuormitusten ohjauksen osalta. Sähköyhtiöt julkaisivat omia suunnitteluohjeitaan mm. sähkölämmityksen toteutuksesta. Vuoteen 1986 asti oli käytössä jokaisella omat ohjeet, jotka saattoivat erota hyvinkin paljon toisistaan. Vuonna 1986 Sähkölaitosyhdistys julkaisi SLY-kytkentäsuosituksen, joka uudistettiin vuonna 1992. Sähkölämmityksen kytkentäsuositus (SLY 7/92) on käytössä edelleen hyvin laajasti. Vakiokytkentä on antanut yhteisen pohjan kytkennän periaatteille ja merkinnöille. Se on osaltaan mahdollistanut sen, että sähkölämmityskohteisiin on saatavilla vakiokeskuksia.

Verkkoyhtiöt ovat aiemmin antaneet myös omissa ohjeissaan myöhemminkin kytkentään omia sovellutuksiaan ja keskusvalmistajilla on markkinoilla omia vaihtoehtojaan kytkentäsuosituksesta. Yhtiökohtaisia ohjeistuksia on selvitetty v. 2003 tehdyssä kyselyssä. Edelleen useilla verkkoyhtiöillä on ohjeita, joissa sähkölämmityskohteisiin ohjeistetaan suunnittelemaan SLY-kytkennän mukainen rakenne.

Sähkölämmityksen ohjaus ennen SLY-kytkentää

Sähköyhtiökohtaisissa lämmityksen ohjauskytkennöissä on ollut ensisijaisesti

- huipputehon rajoittaminen kiuasristeilyn avulla
 - o kiukaan termostaatilla ohjataan osa sähkölämmityksestä pois päältä
- varautuminen tehorojoitukseen
 - o sulkuaikaohjaus, verkkokäskyohjaus
- kaksihintaisen sähköenergian hyödyntäminen (”yösähkö”)
 - o lämpimän käyttöveden lämmitys
 - o varaavat lämmitykset

¹ Järventausta, P. R.-n. (2015).). *Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille (DR pooli): Loppuraportti, Tampereen teknillinen yliopisto*. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. Saatavilla osoitteessa https://tutcris.tut.fi/portal/files/4776899/kysynnän_jousto_loppuraportti.pdf

SLY-kytkentä

SLY-kytkentä (Sähkölaitosyhdistyksen julkaisu 7/92) on jakeluverkkoyhtiöiden (ent. sähkölaitosten) yhteinen suositus sähkölämmityksen ohjaamiseen. Sillä yhdenmukaistettiin sähköyhtiökohtaisia ohjeita ja se mahdollisti vakiokeskusten tulemisen markkinoille. Kytkennässä oli myös annettuna ohjeistus riviliitintunnuksista. Ohje on kokonaisuudessaan liitteenä..

SLY-kytkentäsuosituksessa on useita eri vaihtoehtoja:

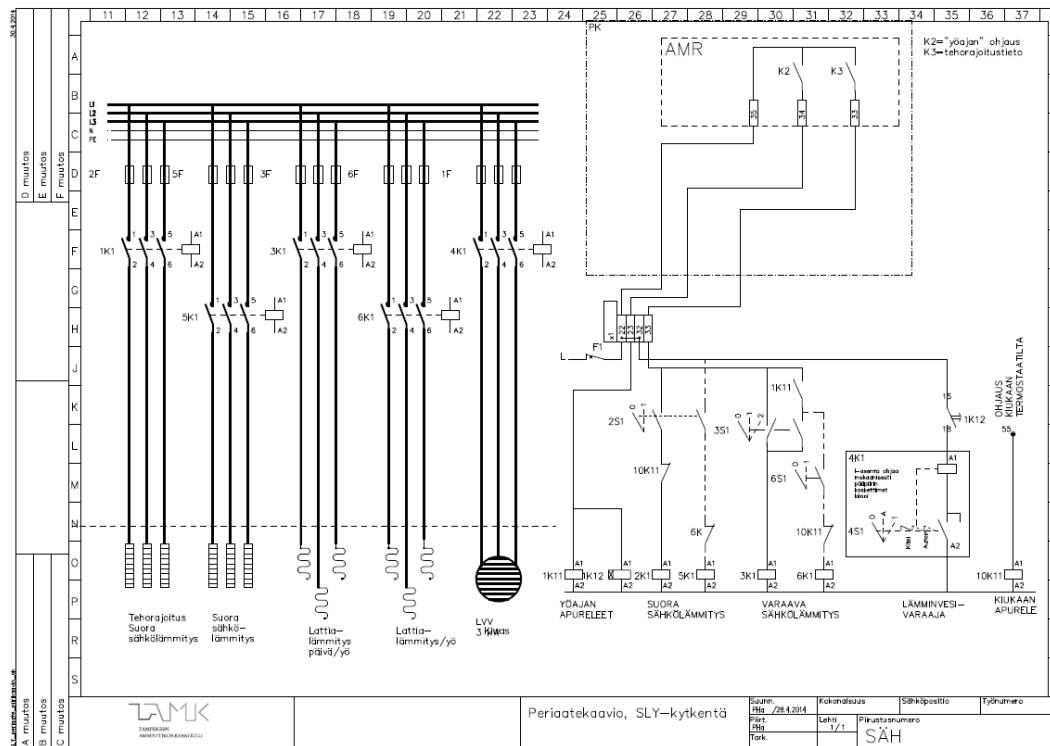
- Pientalon huonekohtainen lämmitys
- Rivi- ja pienkerrostalon huonekohtainen sähkölämmitys
- Pientalon osittain varaava vesikiertoinen keskuslämmitys

Lisäksi on ohjauskytkentävaihtoehtoja lämminvesivaraajan ohjaukseen päiväkäyttöpainikkeella, erikoiskontaktorilla tai termostaattiohjauksella.

Kytkenän ominaisuuksia on:

- *Yöaikatieto/* tariffinohjaustieto
 - varaavaa lämmitystä ohjataan edullisemman (yösähkö) sähkönhinnan aikaan
 - lämminvesivaraajan varaavan lämmityksen ohjaus viivereleellä
- *Huipputehon rajoitus*
 - liittymän huipputehoa rajoitetaan kiuasristeilyllä, jossa jatkuvatoimista lämmitystä kytkeytyy pois päältä kiukaan termostaatin ohjauksella
- *Sähkölämmitystehon ohjaaminen*
 - verkkokäskyohjauksella/tehonrajoitusreleellä ohjataan sähkölämmityskuormaa osittain tai kokonaan
- Sähkölämmityksellä on ryhmäkohtaisen ohjauskontaktorit ja käyttökytkimet

SLY-kytkennässä jokaisessa ryhmäkeskuksessa on oma ohjausryhmä ja ohjaustieto saatiin kosketintietona pääkeskuksesta. Tällöin ryhmäkeskuksiin ei tullut ulkopuolista ohjausjännitettä vaan koko keskus saatiin jännitteettömäksi sen pääkytkimestä.



Kuva 2. SLY-kytkentä 1.2, OK-talo, AMR-mittari samassa keskuksessa ohjauskytkennän kanssa

Peruskytkennässä aikaohjauksella (mittarissa kosketin K2) annetaan tieto yö-ajasta (tai edullisemmän sähköhinnan ajasta). Tällä tyypillisesti ohjataan lämminvesivaraajan toimintaa (4K1) sekä varaavia lämmityksiä. Toisella ohjaustiedolla (mittarissa kosketin K3) mahdollistetaan lämmitystehon osittainen tai koko päälle/pois –ohjaus. Yleisesti K3-rele on ohikytettyä tai sitä ei ole lainkaan kytketty.

Kuvassa 3 on esimerkki vanhaan kohteeseen tehdystä AMR-mittarin asennuksesta ja ohjausjohtimien kytkennästä. Esimerkkikohteessa sinetöityyn osaan oli asennettu mittarin vaihdon yhteydessä asiakkaan osaan kuuluvia asennuksia vastoin verkkoyhtiön omia ohjeita.



Kuva 3 Esimerkki AMR-mittarin asennuskytkennästä. Yö-aikaohjaus (K2) kytkettynä mittariin. Keskuksesta valmiina olevaa teho-ohjausta ei ole kytketty mittarin releen liittimiin.

SLY-kytkennällä tai vastaavissa kohteissa pystytään kuitenkin hyvin pienillä muutostöillä saamaan ohjauksiin muutoksia, esimerkiksi kytkemään lisää (lämmitys)tehoja aikaohjausreleen ohjaukseen. Tämä edellyttää vain muutoksia riviliitinkytkennöissä eikä vaadi lisälaitteiden asentamista.

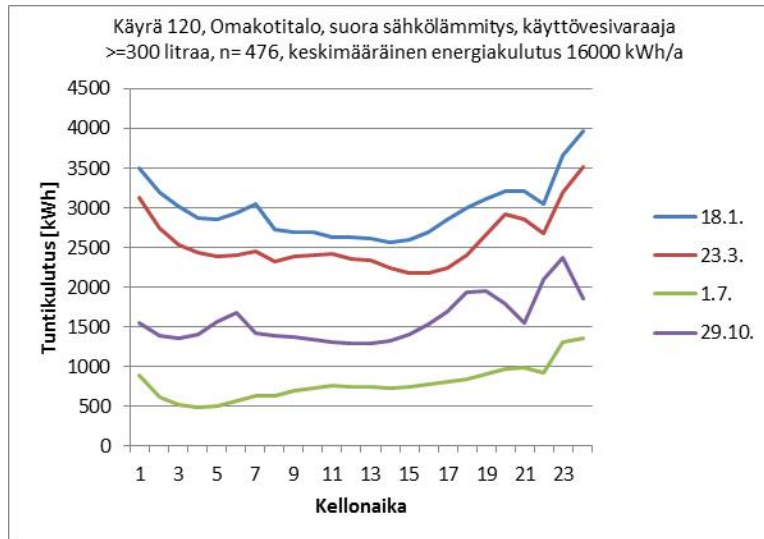
Haasteeksi voi muodostua se, ettei kohteita ole välttämättä dokumentoitu riittävän huolella tai ohjausperiaatteita ei tunneta. Lisäksi mittarien vaihdon yhteydessä on saatettu tehdä kuvan 3 kaltaisia, sinänsä asennusstandardien vastaisia, kytkentöjä sinetöityihin osiin keskusta. Näitä muutoksia ei ole lankaan päivitetty kohteiden sähködokumentteihin.

Jatkuvatoiminen lämmitys SLY-kytkennässä

Jatkuvatoimissa (suora) sähkölämmityksissä SLY-kytkentä on usein ollut riittävä tai sitä on jopa karsittu. Keskusvalmistajat ovat tehneet näihin kohteisiin soveltuvia vakiokeskuksia.

Tyypillisesti keskuksissa on tällöin ollut yöaikaohjauksessa (K2) lämminvesivaraaja sekä mahdollisesti lattialämmityksiä. Tehorajoituksen ohjausvarauksena on joko koko sähkölämmitysteho tai $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ lämmitystehosta.

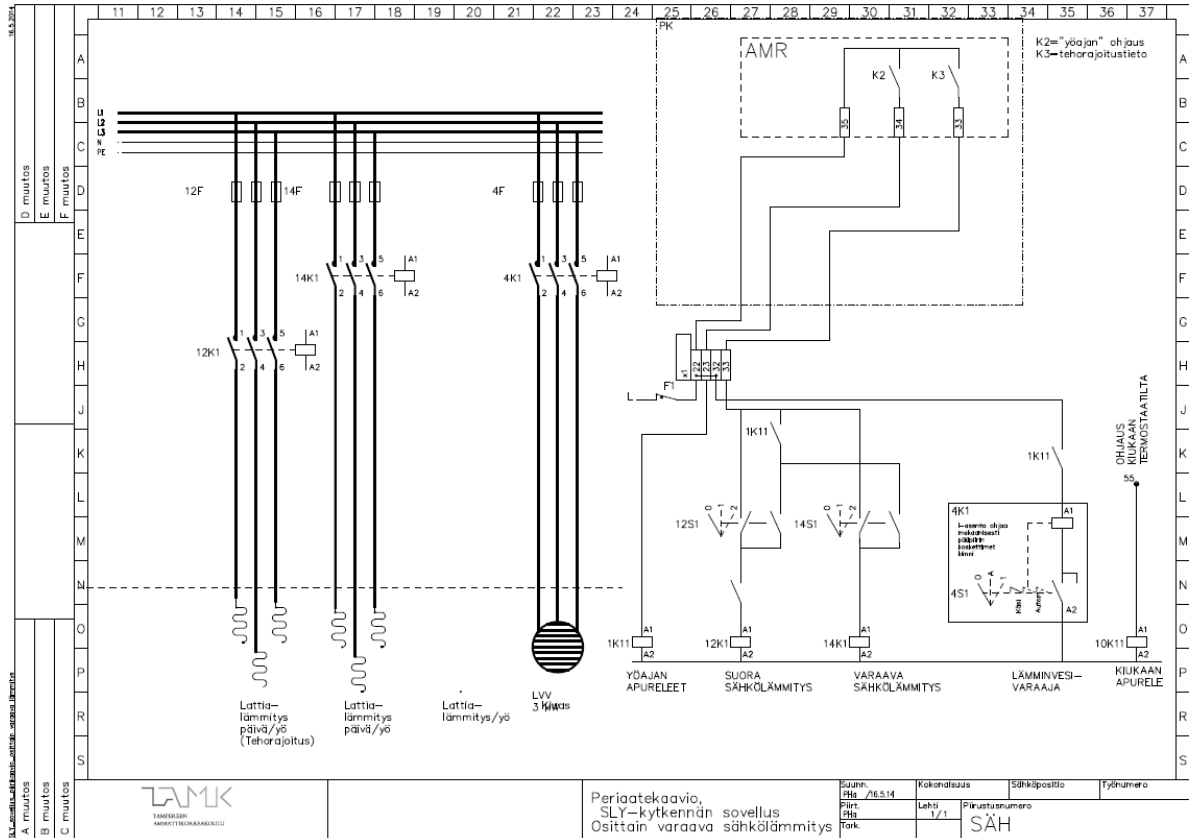
Rakennuksissa, joissa on jatkuvatoiminen lämmitys, hetkittäinen kokonaisteho on tasainen. Kiuasristeily huolehtii, ettei sähkökiukaan juurikaan nosta huipputehoa ja nopeasti säätyvä lämmitys reagoi muiden sähkölaitteiden käyttöön. Suurimmat tehot ajoittuvat lämminvesivaraajien päällekytketymsajankohtiin.



Kuva 4 Jatkuvatoimisella (suora) sähkölämmityksellä varustettujen kohteiden keskimääräisiä tuntikulutuksia eri vuodenaikoina

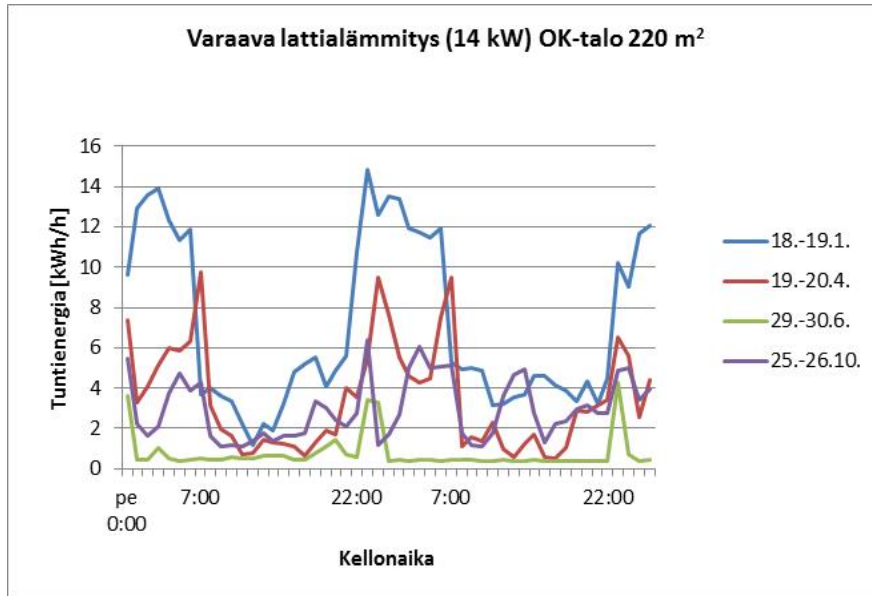
Varaava tai osittain varaava sähkölämmitys

Yö/päivä –hinnoiteltu sähkö sekä lattialämmityksen suosion lisääntyminen lisäsi kaapeleilla toteutettujen ratkaisujen määrää 1990 – luvun loppupuolella ja 2000 –luvun alussa. Lämmitys on näissä suurimman osan vuodesta päällä vain yöaikaan. SLY-kytkennän periaatteiden perusteella ovat keskusvalmistajat tehneet osittain varaaviin lattialämmityksiin paremmin soveltuvia sovelluksia. Myös vikavirtasuojakytkinvaatimukset ovat tuoneet omia piirteitään keskuksiin 2000-luvulla. Erilaisilla ohjaustavoilla voidaan jo varausaikaan muuttaa tai kytkeä tarvittaessa lämmitys päälle myös päiväaikaan. Lisälämmityksen tarve hoidetaan joko lattialämmityksellä, sähkölämmittimillä tai kattolämmityksellä.



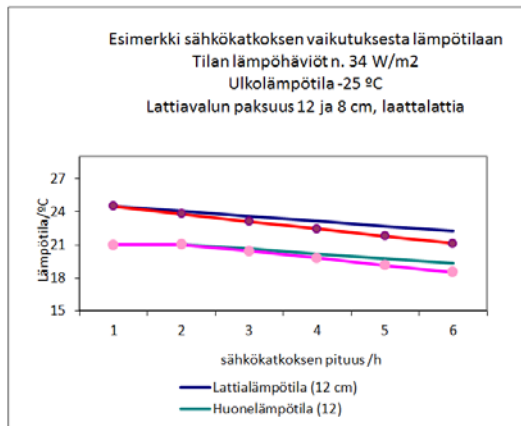
Kuva 5 Esimerkki SLY-kytkennän sovelluksesta osittain varaavan lämmityksen ohjaamiseen

Varausmahdollisuus aiheuttaa kiinteistön huipputehon ajoittumisen pääosin yöaikaan. Esimerkissä lämminvesivaraaja on yöaikaohjauksessa (K2). Lämmityksen koko teho on tehorojoituksen ohjauksessa (K3) ja myös yöaikaohjauksessa, mikäli ryhmäkohtaiset kytkimet ovat varaavan lämmityksen asennossa. Muuttamalla kalenteria AMR-mittarilla pystyisi siirtämään lämmitysjakson myös muuhun aikaan vuorikaudesta.



Kuva 6 Esimerkki OK-talo, jossa varaava lattialämmitys. Kohteessa ohjausjärjestelmä määrittää varausajankohdan ulkolämpötilan mukaan.

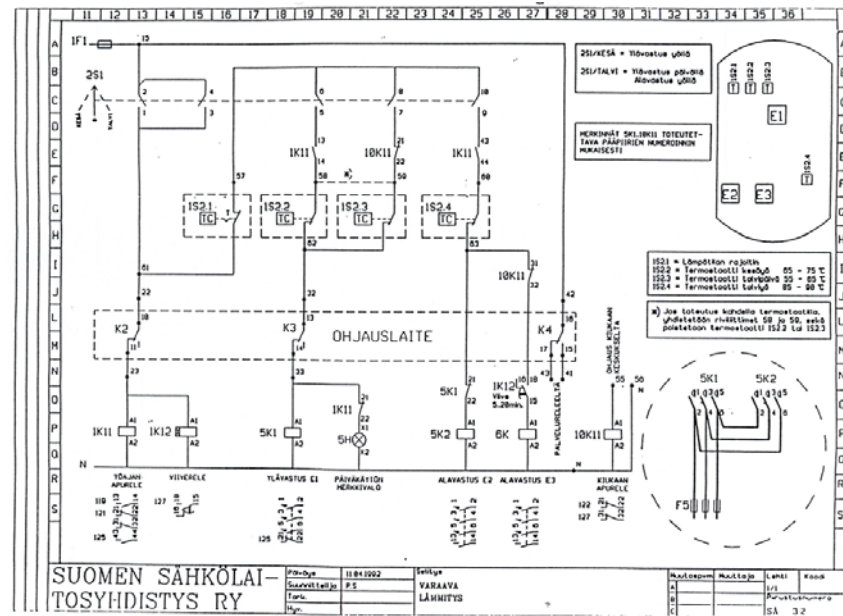
Osittain varaavat lämmitykset tarjoavat hyvin kysynnän joustoon soveltuvan kiinteistöryhmän, koska lämmityksen poiskytketyminen ei aiheuta välitöntä lämpötilan laskua ja ohjausratkaisut ovat valmiina.



Kuva 7 Esimerkki sähkökatkoksen vaikutuksesta lämpötilan muuttumiseen sähkökatkoksen aikana. Muutoksessa ei ole otettu huomioon rakenteiden lämpökapasiteettia, joka hidastaa lämpötilan laskua

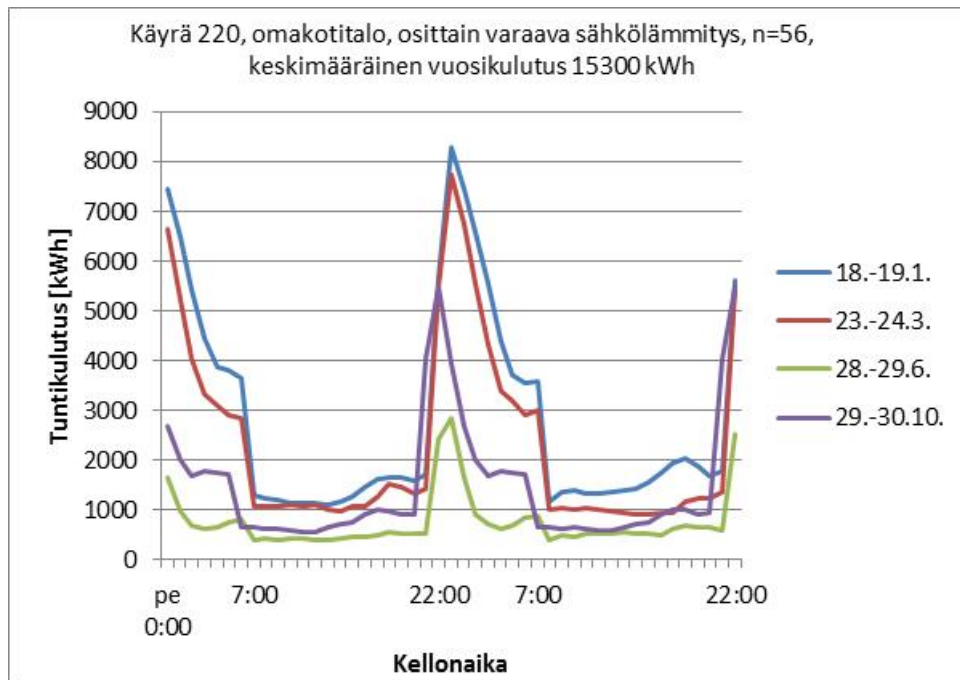
Vesivaraajalämmitys

Sähkölämmityksenä on toteutettu vesikiertoisia lämmityksiä lämmittämällä suuria (>1-2 m²) vesivaraajia pääosin yöaikaan sähkövastuksilla ja tekemällä lämmönjako vesikiertoisena. SLY-kytkentäsuosituksessa on oma versio varaavalle vesivaraajalämmitykselle. Kytkennästä tehtiin erilaisia muunnoksia sen mukaan, montaako vastusta ja termostaattia varaajassa käytettiin.



Kuva 8 SLY-kytkentäsuositus. Varaava lämmitys vesivaraajalla

Varaavan lämmityksen huippukuormat sijoittuvat yö-aikaan ympäri vuoden. Vuorokautinen vaihtelu on hyvin suuri. Varaavat lämmitykset sietävät hyvin teho-ohjausta ja aikaohjauksella voitaisiin tehoja ohjata vuorokauden sisällä joustavasti.

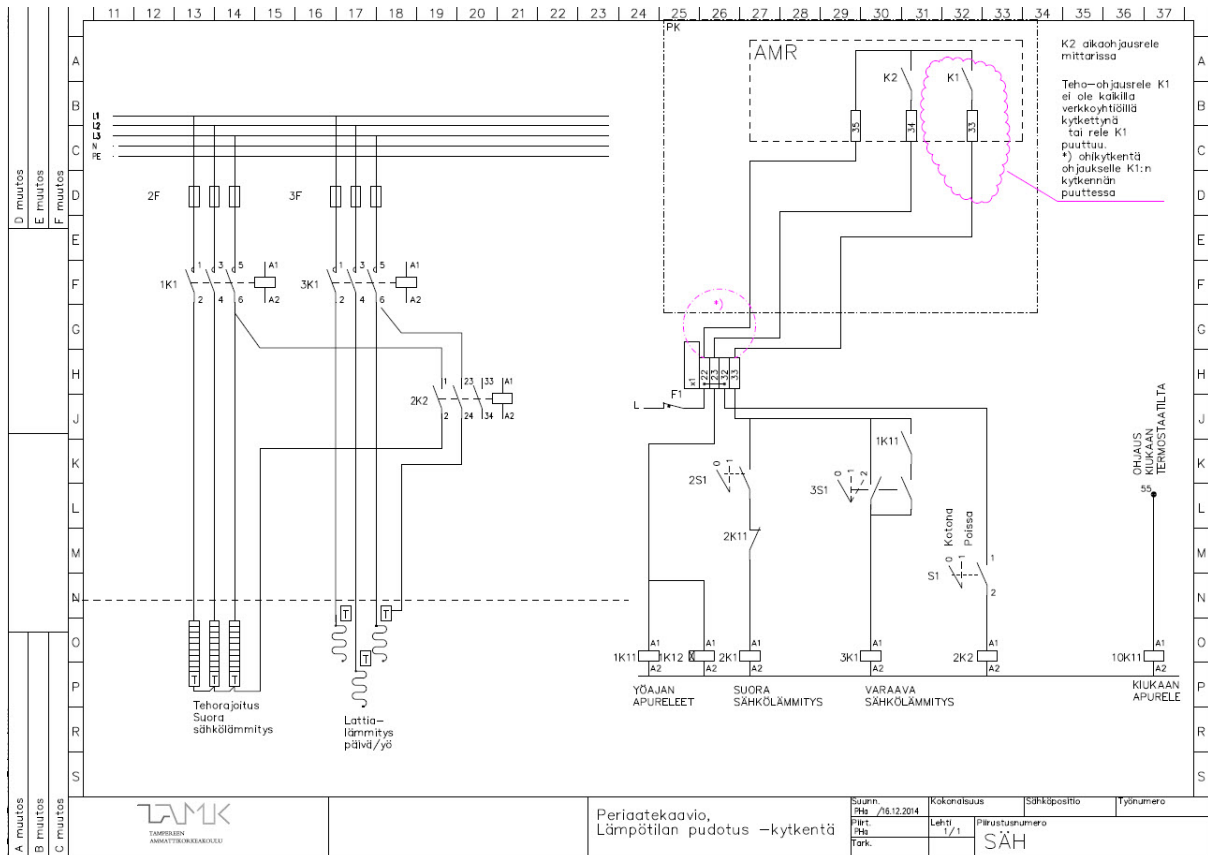


Kuva 9 Tuntikulutukset eri vuodenaikoina. Omakotitalot, varaava sähkölämmitys

Lämpötilan pudotus

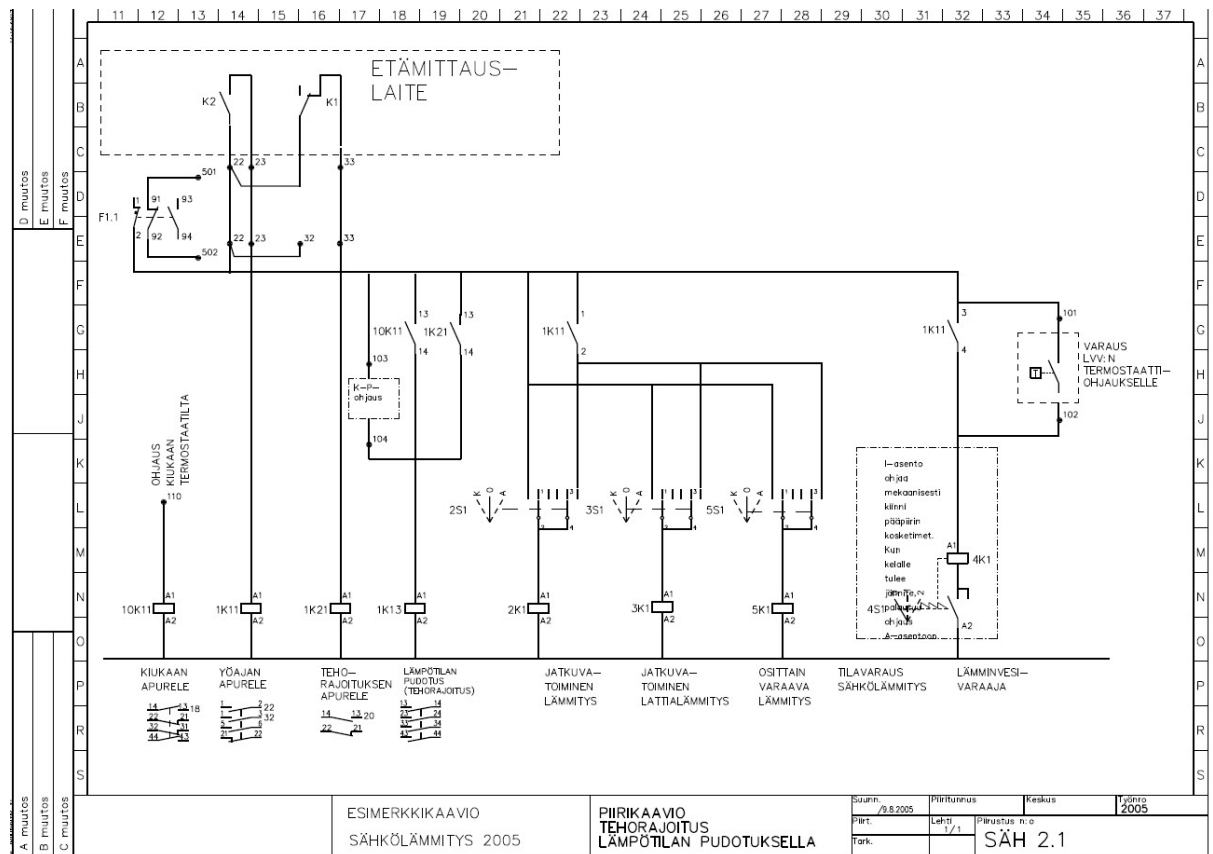
Sähkölämmittimien sekä erillisten sähkölämmityksen ohjaukseen käytettyjen termostaattien (katto- ja lattialämmitys) yleisenä ominaisuutena on ollut lämpötilan pudotus –toiminto. Tällöin termostaatille annetaan ohjausjännite, joka pudottaa lämpötila-asetusta joko kiinteään astemäärä (yleensä n. 5 °C) tai termostaatista säädettävän astemäärän. Ohjaus edellyttää erillisen ohjausjohtimen asennusta. Markkinoilla on ollut myös langattomia ohjausjärjestelmiä.

Ohjausjohdotuksen lisäksi lämpötilan pudotus edellyttää ohjauskontactoria keskuksessa sekä ohjauskytkintä.



Kuva 10 Lämpötilapudotusohjauksen periaatekaavio

Lämpötilan pudotustoimintoa voitaisiin hyödyntää myös kysynnän jousto-ohjauksissa. Tällöin ohjaus ei katkaisisi koko sähkönsyöttöä lämmittimille. Teho-ohjausvaikutus olisi 1-2 tunnin ohjauksissa vastaava kuin SLY-kytkennässä, mutta riski lämmityksen poiskykeytymiselle kokonaan pienenesi. Kuvassa 11 on esitetty ohjauksen periaate.



Kuva 11 Lämpötilan pudotustoiminnon hyödyntäminen kuorman ohjauksessa.

Ohjaujärjestelmät

Asuinrakennuksia varten on ollut markkinoilla useita erilaisia ohjaujärjestelmiä, joissa on ollut myös lämmityksen ohjaukseen ratkaisuja. Niiden elinkaari on ollut kuitenkin melko lyhyt. Markkinaosuuksista ei juurikaan ole tietoa. Kahden, vielä markkinoilla olevan ratkaisun (Me-Platin, Ouman) mahdollisuuksia tehon ohjauksen näkökulmasta on selvitetty opinnäytetyössä ”Sami Salminen 2014 : Automaatiojärjestelmien hyödyntäminen kysynnän jouston teknisessä toteutuksessa”.

Useassa ohjaujärjestelmässä on pohjana ollut kuitenkin SLY-kytkennän peruseriaate ja järjestelmä on antanut lisäominaisuuksia mm. varaavan lämmityksen varausajan määrittelyyn (esim. Ensto eSmart) tai etäohjaukseen.