



Vapaa-ajan asuntojen talviaikainen sähkönkäytön hallinta

Loppuraportti, heinäkuu 2024

Rami Kotilainen

Juho Ylipaino

TIIVISTELMÄ

Tämän hankkeen tarkoituksena oli selvittää, miten kesämökkien sähköenergian kulutusta voitaisiin alentaa sekä miten kulutusta voitaisiin ohjata. Koska vapaa-ajan asuntojen kirjo on Suomessa varsin laaja, pyrittiin tarkastelemaan erityyppisiä vapaa-ajan asuntoja. Käyttöaste, rakentamisajankohta, rakenteet sekä varustelu vaikuttavat merkittävästi siihen, minkälainen sähköenergian kulutusprofiili vapaa-ajan asunnosta muodostuu.

Hanke toteutettiin Tampereen Ammattikorkeakoulun toimesta välillä 11/2022-07/2024. Hankkeessa tutkittiin yleisesti koko mökkikantaa sekä tarkentavasti muutamia yksittäisiä vapaa-ajan asuntoja, jolla pyrittiin tyypillisten mökkien edustavuuteen sekä mahdollisuuteen tarkastella yleisten erillisratkaisuiden vaikutusta.

Tutkimuksessa pyrittiin selvittämään, miten vapaa-ajan asuntojen energiatase muodostuu poissaoloaikoina, mitkä ovat merkittävimmät tekijät tämän muodostumisessa ja millä toimilla niihin voidaan vaikuttaa. Lisäksi tarkasteltiin, miten eri taloteknisiä järjestelmiä voitaisiin ohjata ja mitä vaikutuksia ohjauksella voitaisiin saavuttaa.

Tutkimuksessa havaittiin, että yksittäisen kiinteistön osalta kustannustehokkaimpia toimia ovat ne, joita käyttäjä voi olemassa olevien ratkaisuiden puitteissa tehdä. Yleisesti saneeraustoimien kustannukset ovat sitä kokoluokkaa, että pelkästään energian säästön osalta saneerausten takaisinmaksuajat venyvät pitkiksi, poikkeuksena esimerkiksi ilmalämpöpumpun asennus.

Uudiskohteiden osalta hyvä suunnittelu on avaintekijänä. Tällöin käyttöaste, tarvittava sisälämpötila ja järjestelmien ohjattavuus määrittävät sitä, millainen sähköenergian käyttöprofiili kohteelle muodostuu.

Lopuksi tarkasteltiin vielä sitä, miten vapaa-ajan asuntoja voitaisiin hyödyntää sähköverkon hallinnassa ja sähköenergian kysyntäjoustossa. Tässä haasteeksi nousi erityisesti yksittäisen kiinteistön ratkaisuiden vähäinen vaikuttavuus ja laajemman skaalan osalta ulkoisen aggregoinnin puutos.

SISÄLLYS

1	Vapaa-ajan asunnot suomessa.....	1
1.1	Energiatehokkuusvaatimukset	2
1.2	Talviaikainen sähkönkäyttö	4
1.3	Talviajan olosuhteet	5
2	Vapaa-ajan asuntojen poissaoloajan lämmitys ja energian käyttö	7
2.1	Jatkuvasti toiminnassa oleva lämmitysjärjestelmä	7
2.2	Kuivanapitolämmitys	8
2.3	Ilmanvaihto.....	11
2.3.1	Painovoimainen ilmanvaihto	11
2.3.2	Koneellinen poistoilmanvaihto	12
2.3.3	Huonekohtainen lämmöntalteenotto (LTO).....	12
2.3.4	Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto	12
2.4	Ilmalämpöpumppu.....	13
2.5	Aurinkoilmakeräimet.....	14
2.6	Lämminvesivaraajat	14
2.7	Sulanapitojärjestelmät / saattolämmitykset	16
3	Vapaa-ajan asuntojen energian käyttö ja sen tehostaminen.....	18
3.1	Esimerkkikohteet.....	18
3.2	Energian käytön tehostaminen.....	21
3.2.1	Perustoimenpiteet poissaoloajalle	22
3.2.2	Peruslämmityksen lämpötilan asetusrvon tarkastelu ja alentaminen	22
3.2.3	Ilmalämpöpumppu tehostamassa sähköpattereilla toteutettua peruslämmitystä.....	23
3.2.4	Kylpyhuoneen sähköinen mukavuuslattia- lämmitys.....	25
3.2.5	LVV:n ohjaus	28
3.2.6	Ilmanvaihto	29
3.2.7	Muut saneeraukset ja remontit	29
3.2.8	Uudiskohteet.....	30
3.3	Tulokset ja johtopäätökset.....	31
4	Uusiutuvan energian käyttö ja energian varastointi.....	33
4.1	Aurinkoenergian hyödyntäminen vapaa-ajan asunnossa	33
4.2	Energian varastointi vapaa-ajan asunnoissa.....	39
4.3	Taloudellisen kannattavuuden vertailu	41
4.4	Tulokset ja johtopäätökset.....	45
5	Kuormanohjaus ja kysyntäjousto	46

5.1 Kysyntäjoustopmahdollisuudet.....	46
5.2 Talviaikaiset kuormanohjausmahdollisuudet.....	49
5.3 Pörssisähkön vaikutus energian käytön kustannuksiin.....	49
5.4 Tulokset ja johtopäätökset.....	50
6 yhteenveto	51
LÄHTEET.....	52
LIITTEET.....	53
Liite 1. Piirikaavio. SLY-sovelluskytkentä älykontaktorilla vapaa-ajan asuntoon	53
Liite 2. Piirikaavio. SLY-sovelluskytkentä ohjauslaitteella tai ohjelmoitavalla logiikalla vapaa-ajan asuntoon	54

1 VAPAA-AJAN ASUNNOT SUOMESSA

Suomessa on yli puoli miljoonaa loma-asuntoa ja mökkiä [1]. Loma-asuntojen vaatimukset ja varustelutasot ovat viime vuosikymmeninä kasvaneet ja entisten vaatimattomien kesämökkien sijaan halutaan ympärivuotiseen käyttöön ”kakkoskoteja”. Yli puolet loma-asunnoista on eläkeikäisten omistuksessa, joten näköpiirissä on myös omistajakunnassa omistajavaihdoksia, jolloin myös peruskorjaukset ovat usein ajankohtaisia. Loma-asuntojen merkitys sai myös korona-aihana uusia piirteitä ja käyttömuotoja, kun laajasti siirryttiin etätyöskentelyyn.

Loma-asunnot tilastoidaan erikseen muista rakennuksista ja niitä koskevat vaatimukset vaikkapa energiatehokkuuden osalta ovat muuta rakennuskantaa lievemmät. Niistä kuitenkin ainakin kolmasosa on ympäri vuoden lämpimänä vähintäänkin ”peruslämmöllä”. Nämä muodostavat yhteensä merkittävän suuren jopa useita satoja megawattien, kokonaistehotarpeen, erityisesti kylmimpään aikaan vuodesta. Lisäksi monilla loma-asuntojen alueilla kaavoitus rajoittaa yksittäisten rakennusten kokoa, jolloin lisätilaa saatetaan tehdä useaan eri rakennukseen. Tämä suuntaus voi vielä lisääntyä, kun uusi rakennuslaki sallii alle 30 m² rakennusten rakentamisen ilman rakennuslupaa.

Vuoden 2022 aikana energiaan ja erityisesti sähköön liittyvä keskustelu sekä uhka tehopolusta nousi ennennäkemättömälle tasolle. Sähkön hinnoittelu sekä mahdollinen sähköpula ja katkosten mahdollisuudet ovat lisänneet yksittäisten kansalaisten tietoisuutta sähkön käytöstään ja se aiheuttamista kustannuksista. Yhtenä säästökohteena on nähty myös loma-asuntojen lämmitys, joka suurelta osin on sähkölämmitystä. Toisaalta tyhjillään olevat rakennukset voisivat olla ensisijainen kohde mahdollisille sähkökatkoksiin, mikäli sellaisia jouduttaisiin tehopolatilanteessa tekemään. Uhkana olevat sähkökatkokset voivat aiheuttaa vaurioita loma-asuntojen talotekniikalle ja rakennusterveydelle. Säävarman sähköverkon rakentaminen on yleisesti ottaen vähentänyt sähkökatkosten vaikutuksia haja-asutusalueilla, jolloin niiden vaikutuksia ei välttämättä ole enää otettu huomioon.

Sähkön hinnannousu on jo jonkin verran vaikuttanut lämmityksen käyttöön, mutta sähkön hinnalla ja mahdollisella tehopolulla on yhä laajemmat vaikutukset myös

vapaa-ajan asunnoissa. Tämän vuoksi tarvitaan sekä toteutuskelpoisia, kustannustehokkaita ratkaisuja että myös seurantaa siitä, mitkä ovat muutoksien vaikutukset. Lisäksi loma-asuntoalueilla on rajallinen määrä osaavaa työvoimaa saatavilla tekemään muutoksia taloteknisiin järjestelmiin. Kiinteistöjen käyttäjillä saattaa myös olla virheellisiä näkemyksiä lämpötilojen vaikutuksista olosuhteisiin ja rakennukset pidetään ”varmuuden vuoksi” ylikorkeassa peruslämmössä. Toisaalta ei ole tietoa siitä, miten lämpötilaa voisi etäohjata ja valvoa. Kokoamalla seurantatuloksia saadaan jaettua toimivia käytänteitä ja käyttäjäkokemuksia.

1.1 Energiatehokkuusvaatimukset

Suomen lainsäädäntö asettaa erityisesti uusille rakennettaville asuinrakennuksille erilaisia energiatehokkuusvaatimuksia. Lisäksi vaatimuksia tulee noudattaa kiinteistöön tehtävien korjaustoimenpiteiden yhteydessä. Maankäyttö ja rakennuslaki velvoittaa rakennushankkeeseen ryhtyvän huolehtimaan kiinteistön käyttötarkoituksen mukaisesti suunnittelemaan ja toteuttamaan

Toisin kun vakituiseissa asumiskäytössä olevalla kiinteistöllä, loma-asunnoilla ei ole E-lukuvaatimuksia [2], eikä vaatimusta energiatodistuksesta [3]. Ainoastaan vaatimus vaipan lämpöhäviöistä, koskien vain yli 50 m² rakennuksia tai tätä pienempien laajennuksia 50 m² ylittävältä osin.

Loma-asumiseen suunniteltavan pientalon, joka on tarkoitettu käytettäväksi vähintään neljä kuukautta vuodessa, rakennuksen vaipan lämpöhäviön vertailuarvo on laskettava käyttämällä rakennusosien lämmönläpäisykertoimina seuraavia vertailuarvoja:

a) seinä 0,24 W/(m²K);

b) massiivipuuseinä, jonka rakenteen keskimääräinen paksuus vähintään 130 mm 0,80 W/(m²K);

c) yläpohja ja ulkoilmaan rajoittuva alapohja 0,15 W/(m²K);

d) ryömintätilaan rajoittuva alapohja 0,19 W/(m²K);

e) maata vasten oleva rakennusosa 0,24 W/(m²K);

f) ikkuna, kattoikkuna, ovi, kattovalokupu, savunpoisto- ja uloskäyntiluukku 1,4 W/(m²K).

Rakennuksen yhteenlasketun ikkunapinta-alan vertailuarvo on 15 prosenttia rakennuksen kokonaan tai osittain maanpäällisten kerrosten kerrostasoalojen yhteismäärästä, mutta kuitenkin enintään 50 prosenttia rakennuksen julkisivupinta-alasta. Ikkunan pinta-ala on laskettava ikkunan kehän ulkomittojen mukaan.

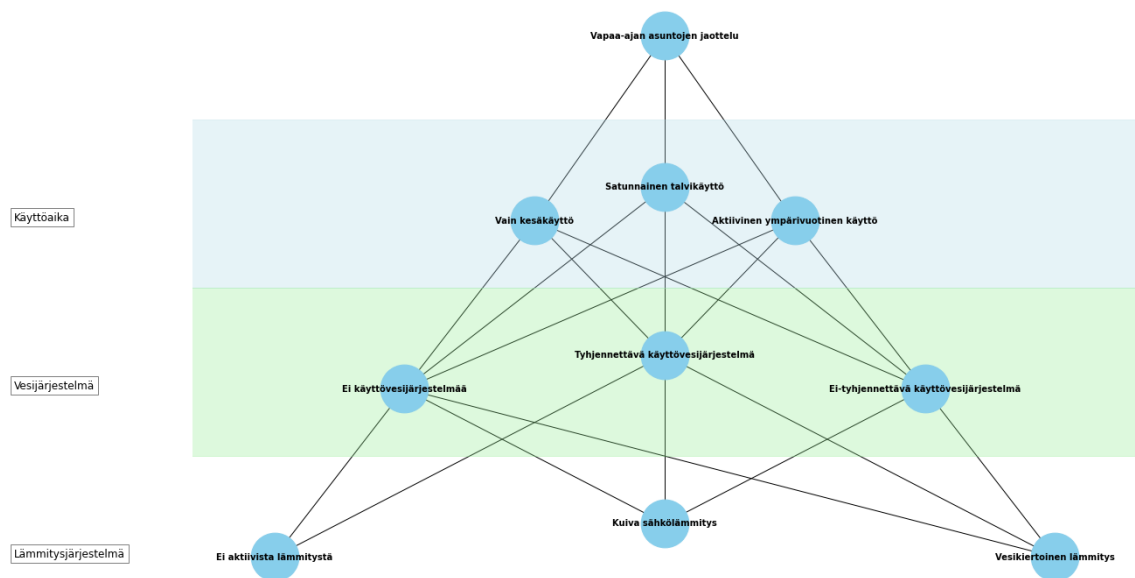
Laskennassa on käytettävä suunnitellun rakennuksen koko- ja geometriatietoja. Rakennuksen vaipan eri rakennusosien pinta-alat on määritettävä rakennuksen kokonaissisämittojen mukaan.

Rakennuksen suunnitteluratkaisun vaipan lämpöhäviön laskennassa on käytettävä suunniteltuja rakennusosakohtaisia lämmönläpäisykertoimia ja ikkunapinta-aloja. [4]

Yllä olevat vaatimukset koskevat uusia rakennuksia. Lisäksi vaatimuksia sovelletaan, mikäli olemassa olevaan rakennukseen tehdään laajempaa saneerausta ja se on teknisesti sekä taloudellisesti toteutettavissa. Lisäksi jos olemassa oleva vapaa-ajan asunto muutetaan vakituiseen asuinkäyttöön, tulee sen täyttää vakituisten asuinrakennuksen energiatehokkuusvaatimukset.

1.2 Talviaikainen sähkökäyttö

Vapaa-ajan asuntojen monimuotoisuus vaikuttaa merkittävästi niiden ylläpitoon ja energiankulutukseen. Kesämökkikiinteistöt voidaan jakaa käyttöperusteen mukaisesti kesäkäytettäviin, ympärivuotisesti käytettäviin tai kesäkäytön lisäksi satunnaisesti talvikäytettäviin vapaa-ajan asuntoihin. Mökit voidaan jakaa myös niiden lämmitysjärjestelmien perusteella vedettömiin ja vettä lämmityksessä käyttäviin kiinteistöihin. Oma vaikutuksensa on myös mökin rakenteilla, mutta näihin ei tässä raportissa paneuduta syvällisemmin. Lisäksi kiinteistöissä on usein käyttövesijärjestelmä, jonka jäätymisriskistä on huolehdittava peruslämmöllä, erillisellä sulanapidolla tai luotettavalla vesien tyhjentämisellä. Jaottelua voidaan tehdä karkeasti siis kolmen asian perusteella, joita ovat käyttöaika, lämmitysjärjestelmä ja käyttövesijärjestelmä. Jaottelu on esitetty kaaviossa alla (Kuva 1).



KUVA 1. Vapaa-ajan asuntojen jaottelu käyttöajan, vesijärjestelmien ja lämmitysjärjestelmien mukaan.

Yllä olevan jaottelun mukaisesti jokaisella ratkaisulla on hieman erilainen energian käyttöprofiili. Lisäksi tähän vaikuttaa myös mökin rakenteet ja lämmöneristyskyky sekä maantieteellinen sijoittuminen. Näiden tekijöiden takia vapaa-ajan energiansäästötoimet saattavatkin poiketa toisistaan. Tärkeintä olisi kuitenkin tunnistaa aina suurimmat energian kulutukseen vaikuttavat tekijät ja pyrkiä vähentämään energian tarvetta kiinteistössä.

Vapaa-ajan asuntojen käyttöaste erottaa ne vakituksessa asuinkäytössä olevista rakennuksista. Koska vapaa-ajan asunnot ovat käyttämättä joskus pitkiäkin aikoja, tulisi niiden suunnittelun ottaa tämä huomioon. Vesijärjestelmillä varustetun vapaa-ajan asunnon riskitekijöitä voidaan pienentää kiinnittämällä huomiota tilasuunnitteluun (keskitetään vesijärjestelmät mahdollisimman rajatulle alueelle ja huolehditaan näiden tilojen lämmöneristyksestä), pakkasenkestävillä ja tyhjennettävillä vesijärjestelmillä tai vesijärjestelmien jäätymineneston muilla ratkaisuilla, kuten esimerkiksi sulanapitojärjestelmillä. Edellä mainituilla toimenpiteillä voidaan vähentää merkittävästi poissaoloajan lämmityksen tehontarvetta. Eri toimenpiteitä on kuvattu kattavasti esimerkiksi Arja Rytkösen ja Anna-Maija Kirkkariin toimittamassa julkaisussa Vapaa-ajan asumisen ekotehokkuus. [5] Mikäli mökkiä käytetään talviaikana, on toki syytä muistaa palauttaa lämmitysjärjestelmien asettelut poissaoloajalle soveltuviksi. Erityisesti mukavuuslattialämmitykset ja koneellisen ilmanvaihdon tuloilman lämmitys saattavat olla tämän suhteen haastavia.

1.3 Talviajan olosuhteet

Sähköverkossa olevien vapaa-ajan asuntojen talviaikaisesta sähkönkäytöstä suurin osa koostuu peruslämmön ylläpidosta. Peruslämmön huipputehon tarve taas on riippuvainen mökin rakenteiden ja ilmanvaihdon energiatehokkuudesta, asetetusta sisälämpötilan tavoitearvosta sekä ulkolämpötilasta. Mitä suurempi ero on ulkolämpötilan ja halutun sisälämpötilan välillä, sitä suuremmaksi huipputehon tarve kiinteistössä kasvaa peruslämmön osalta. Peruslämpö on yleisesti vapaa-ajan asunnoissa käytetty lämmitysratkaisu poissaoloaikana ja yleisimmin se on toteutettu sähköpattereilla. Joissakin kohteissa lämmönjakojärjestelmä voi olla vesikiertoinen, joka voi olla haastava pidempien poissaolojaksojen aikana. Peruslämpöä pyritään yleisesti pitämään kiinteistössä kahdesta syystä, suojaamaan vesijärjestelmiä jäätymiseltä ja/tai välttämään sisäilman suhteellisen kosteuden kasvun myötä kohoavaa kosteusvaurioiden riskiä. Juha Vinha ja Jarkko Piironen ovat käsitelleet vapaa-ajan asuntojen ilmankosteutta ja sen hallintaa mm. Vapaa-ajan asuntojen ekotehokkuus -julkaisun luvussa 3.1.3. [5] Erityisesti kosteuden kannalta haasteita voidaan vakiotehoisen peruslämmityksen osalta havaita syksyisin ja keväisin, kun ulkoilma saattaa olla jopa lämpöisempää kuin mökin peruslämmityksen tavoitearvo. Talvella pakkaskaudella ulkoilman suhteel-

linen kosteus voi olla hyvinkin korkea, mutta tällöin taas kylmän ilman absoluuttinen kosteus ei ole erityisen korkea, jolloin ulkoilman kautta tuleva kosteuskuorma ei merkittävästi kasva. Tällöin myös yleisesti peruslämmityksessä sisäilman suhteellinen kosteus jopa laskee talviaikana lämmityksen myötä. Tiivistetysti siis uskalletaneen todeta, että kosteusriskit ovat suurimmillaan syksyisin ja keväisin ja talviaikaan vesijärjestelmien jäätymisriski on vuorostaan merkittävin tekijä.

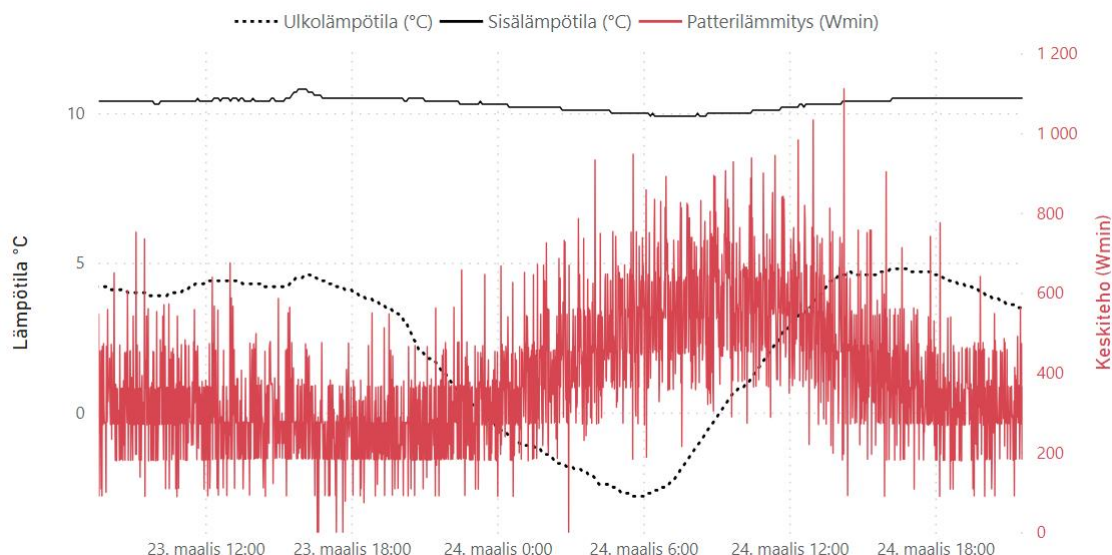
2 VAPAA-AJAN ASUNTOJEN POISSAOLAJAN LÄMMITYS JA ENERGIAN KÄYTTÖ

Tämän luvun tarkoituksena on esittää, mitä erikoistarpeita vapaa-ajanasunnoiden lämmityksen energian käytölle on Suomessa. Miksi erilaisia lämmitysratkaisuja tarvitaan mökkien poissaoloajan riittävien olosuhdevaatimusten ylläpitämiseksi ja miten eri ratkaisut vaikuttavat kiinteistöjen energian kulutukseen.

2.1 Jatkuvasti toiminnassa oleva lämmitysjärjestelmä

Jatkuvasti toiminnassa olevalla lämmitysjärjestelmällä tarkoitetaan lämmitysjärjestelmää, joka pyrkii pitämään kiinteistön sisälämpötilan mahdollisimman tasaisena ja asetusarvon mukaisena. Kun vapaa-ajan asunnosta poistutaan myöhäisyksystä loppukevääseen, poissaoloajan jatkuvasti toiminnassa olevaa lämmitystä kutsutaan peruslämmitykseksi. Peruslämmitys onkin varmasti yleisin poissaoloajan lämmitysjärjestelmä suomalaisessa kesämökissä ja se on yleisimmin toteutettu suoralla sähkölämmityksellä sähköpattereina.

Peruslämmöllä tarkoitetaan tilannetta, jossa kiinteistön lämpötila asetetaan poissaoloajan kylminä ajanhetkinä vakioituneesti tiettyyn lämpötilaan esimerkiksi 5–15 asteeseen. Peruslämpöä käytettäessä tavoitteena on pitää mökin sisäilman lämpötila plussan puolella sekä varmistua siitä, ettei sisäilman kosteus pääse tiivistymään mökin sisäpuolen pinnoille. Sisälämpötilan ollessa ulkolämpötilaa korkeampi, saadaan painovoimaisen ilmanvaihdon myötä rakennuksen sisäilmaa vaihdettua. Peruslämmitysratkaisu on yleisesti käytetyin tapa alentaa mökin energiakulutusta sen poissaoloaikana. Yleisimmin toteutettuna peruslämpöä ylläpidetään sähköpattereilla, joiden termostaatit on asetettu noin 5–15 asteen välille. Alla olevalla kuvalla (Kuva 2) pyritään havainnoimaan todelliseen mittaustietoon perustuvan sähköpattereilla toteutetun peruslämmitysratkaisun toimintaa.

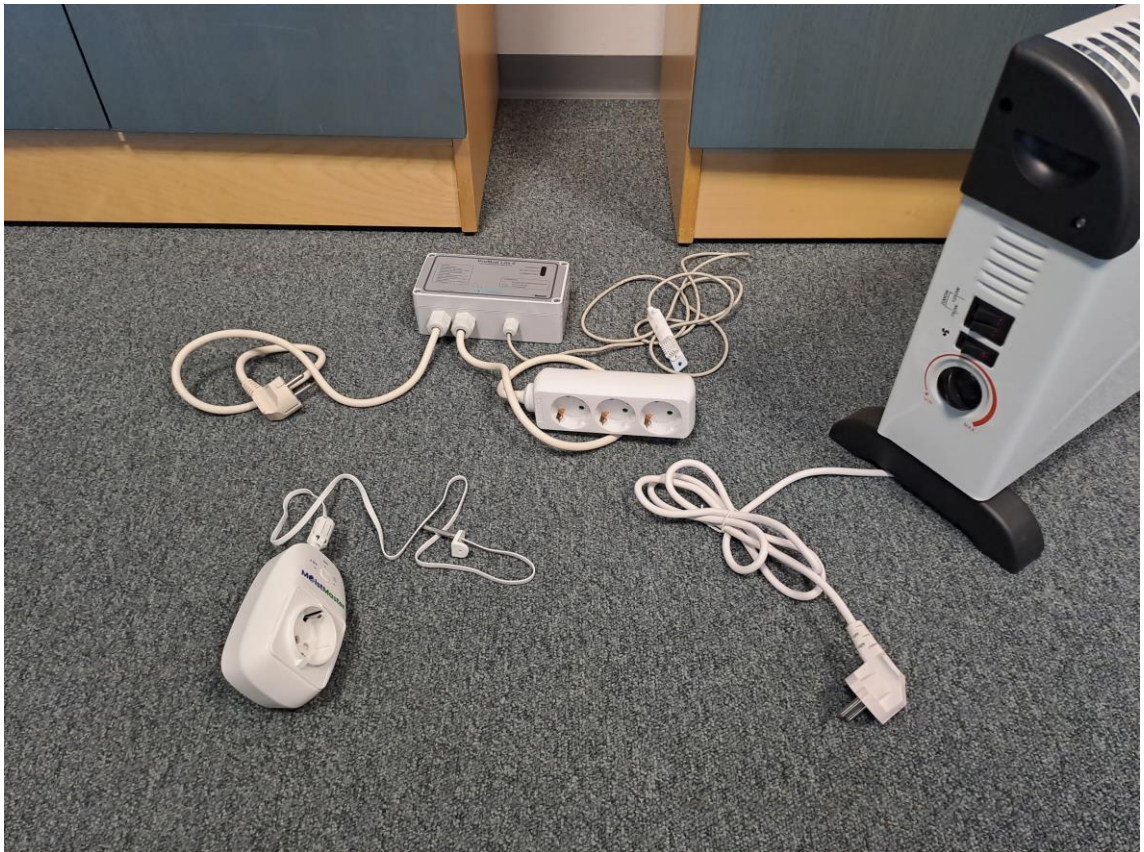


KUVA 2. Mökin poissaoloajan peruslämmitysratkaisu. Esimerkkikohteen lämmitys toteutettu sähköpattereilla, joiden asetustemperatura on n. 10 °C.

Kuvasta nähdään kuinka patterilämmitys reagoi ulkolämpötilan laskuun nostamalla minuutin aikaista keskitehoa, jolloin mökin sisälämpötila pysyy lähes asetusarvon mukaisessa lämpötilassa. Peruslämmitysratkaisun tarkoituksena on pitää sisälämpötila vakiona halutun asetusarvon (sisäilman lämpötila) mukaisesti (Kuva 2). Ylläpidettävään peruslämpötilaan vaikuttaa mökin rakenne- ja ilmanvaihtoratkaisut, mahdollisten käyttö- ja/tai lämmitysvesiputkien reitit sekä käytettävät lämmitysratkaisut ja niiden asettelumahdollisuudet. Yleistä kaikille mökeille toimivaa suositusta ei siis voida sopivasta lämpötilatasosta antaa.

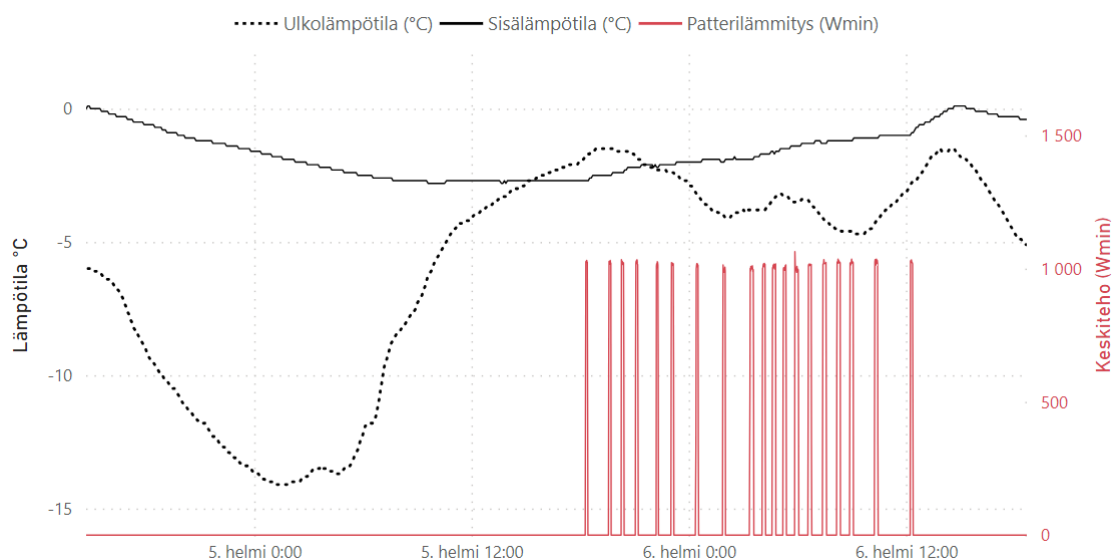
2.2 Kuivanapitolämmitys

Yksinkertaistettuna vedettömissä kesämökeissä voidaan pohtia mahdollisuutta käyttää kuivanapitolämmitystä peruslämmön sijaan. Kuivanapitolämmityksellä tarkoitetaan lämmitysjärjestelmää, jossa lämmitysjärjestelmää ohjataan lähtökohtaisesti sisäilman suhteellisen kosteuden perusteella. Käytännössä kuivanapitolämmitys pitää sisäilman lämpötilan talvella hieman ulkolämpötilaa korkeampana, jolloin varmistetaan sisäilman kierrosta ja sen riittävän alhaisesta kosteudesta. Kuivanapitolämmityksen etuna on, että se käyttää sähköenergiaa vain sisäilman kosteuden noustessa rakenteille haitalliselle tasolle. Yksinkertaisimmillaan kuivanapitolämmitys toteutetaan kuivanapitosäätimen (kosteusanturilla ohjattu pistorasia) ja siirrettävän sähkölämmittimen yhdistelmänä (Kuva 3): mikäli sisäilman kosteus nousee asetusarvoa korkeammaksi, kytkeytyy lämmitin päälle.



KUVA 3. Kaksi erilaista markkinoilla olevaa kuivanapitosäädintä ja siirrettävä sähkölämmitin. Kuivanapitosäätimissä kosteusanturi on sijoitettavissa johdon pituuden sallimissa rajoissa sopivaan paikkaan. Kuivanapitosäätimet kytketään pistorasiaan ja sähkölämmitin liitetään kuivanapitosäätimeen.

Sisälämpötilan noustessa ilman suhteellinen kosteus laskee, jolloin vältetään kosteuden tiivistymisriskiltä. Kuivanapitolämmityksessä mökin talviaikainen sähkönkulutus ajoittuu lähinnä nollakelien lähistölle ulkoilman kosteuden ollessa korkealla. Jos ulkolämpötila on reilusti pakkasen puolella, on ulko- ja sisäilmojen suhteellinen kosteus matala. Tämä tarkoittaa sitä, että kuivanapitolämmitys voi päästää sisätilojen lämpötilojen pakkasen puolelle, mikäli kuivanapitosäätimen lämpötermostaatti ei ole käytössä ja aktivoituu vasta kun suhteellinen kosteus kasvaa. Kuvan avulla voidaan havainnollistaa kuivanapitolämmityksen toimintaa ilman pakkasvahtia. (Kuva 4)



KUVA 4. Kuivanapitosäätimellä ohjatun patterin toiminta kylmissä talviolosuhteissa.

Kun sisälämpötila laskee pakkasen puolelle, kuivanapitosäädin ei reagoi matalaan lämpötilaan vaan ilman suhteelliseen kosteuteen. Sisäilman suhteellinen kosteus kasvaa, kun ulkoa tulevan ilman suhteellinen kosteus on sama tai suurempi kuin sisäilmassa. Mikäli vielä sisäilma on kylmempää kuin ulkoilma, kasvaa sisäilman suhteellinen kosteus nopeammin. Kuva esittää hyvin kuivanapitolämmityksen toiminnan ja energiatehokkuuden. Lämmitys ei reagoi sisäilman lämpötilaan ja antaa lämpötilan laskea pakkasen puolelle. Tällöin energian käyttö lämmitykseen on hyvin vähäistä ja energiatehokasta. (Kuva 4)

Poissaoloajan energiankulutus on aina riippuvainen mökin kokoluokasta ja rakenteellisista ratkaisuista. Siitä huolimatta vertailtaessa kuivanapitolämmityksen ja erilaisten peruslämpöratkaisuiden energiankulutusta on kuivanapitolämmitys on hyvin energiatehokas ylläpitolämmitysmuoto. Sen käytössä tulee kuitenkin huomioida mökin talviaikainen käyttö ja kylmien sisälämpötilojen aiheuttamat jäätymisriskit. Jos esimerkiksi kiinteistön lämmitys- tai vesijärjestelmän putkistossa on vettä, eikä sitä voida tyhjentää kiinteistön poissaoloajaksi, tulee tällöin varmistua sisälämpötilan pysymisestä positiivisen puolella. Tätä varten voidaan, kohteesta riippuen, käyttää kuivanapitosäätimen pakkasvahtitoimintoa tai kiinteistön peruslämmitysratkaisua. Toisin sanoen kuivanapitolämmitys ei ole tällöin ratkaisu vaan on käytettävä peruslämpöratkaisua.

Kuivanapitolämmitystä voidaan käyttää myös yhdistettynä peruslämmitykseen, jos on huolta sisäilman suhteellisen kosteuden kasvamisesta haitalliselle tasolle.

Tätä vaihtoehtoa ei kuitenkaan tässä hankkeessa tutkittu, koska ratkaisu ei lähtökohtaisesti pienennä energian kulutusta, vaan yhdistelmän tarkoituksena on rakenteellisten haittojen ehkäisy. Mikäli yhdistelmää käyttäen voidaan laskea peruslämmityksen lämpötilatasoa, saavutetaan sillä kuitenkin säästöä energian kulutuksessa. Tämä kuitenkin vaatisi paljon tarkempaa seuranta- ja mahdollisten vesijärjestelmien jäätymissuojauksen.

2.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihto on tyypillisesti kesämökeissä toteutettu painovoimaisesti. Joissakin mökeissä ilmanvaihtoa on tehostettu koneellisella poistoilmanvaihdolla ja uusimmissa mökeissä on saatettu ilmanvaihto toteuttaa kokonaisuudessaan koneellisella tulo-poistoilmanvaihdolla, tosin tämä ratkaisu on kokonaisuutta tarkastellessa vielä varsin pienessä osassa. Sisäilman vaihtuvuus on merkittävässä osassa lämmitysenergian tarpeen muodostumisessa.

2.3.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa sisäilman vaihtuvuus on riippuvainen sisä- ja ulkoilman lämpötilaerosta. Mitä suurempi lämpötilaero on, sitä suurempi on lähtökohtaisesti ilman vaihtuvuuskin. Lisäksi tähän vaikuttaa muitakin tekijöitä, kuten poistoilmareitin mahdollinen hormivaikutus sekä ulkoilman muut olosuhteet, kuten tuulisuus. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ei juurikaan ole käyttäjälle säätömahdollisuuksia, oikeastaan ainoa järkevä säätömahdollisuus on korvausilma-venttiilien säätö, mikäli rakennus on muilta osin hyvin ilmatiivis. Usein mökeissä poistoilmareittinä käytetään tulisijan hormia. Haasteita painovoimaisella ilmanvaihdolla esiintyy yleensä silloin, kun sisä- ja ulkoilman lämpötilat ovat lähellä toisiaan. Tällöin ilman vaihtuvuus on varsin pientä. Lisäksi sisäilman ollessa ulkoilmaa kylmempää, saattaa ilman vaihtuvuus tapahtua väärään suuntaan, jolloin sisäilmaan pääsee helposti epäpuhtauksia. Painovoimaisen ilmanvaihdon haasteena on myös se, että tällöin ei voida määrittää tarkasti sisäilman vaihtuvuutta suhteessa ulkolämpötilaan, jolloin lämmitysjärjestelmän suunnittelussa joudutaan yleensä tekemään jonkin verran ylimitoitusta.

2.3.2 Koneellinen poistoilmanvaihto

Koneellinen poistoilmanvaihto on toteutettu yleensä keskittämällä poistoilmareitit yhdelle tai useammalle huippumurille/poistoilmakojeelle. Tuloilmareitteinä käytetään yleisesti tuloilmaventtiileitä, jotka on asennettu ulkoseinille. Koneellisen poistoilmanvaihdon etuna on se, että tällä saadaan varmistettua ilman vaihtuvuus myös ulko- ja sisäilman lämpötilojen ollessa lähellä toisiaan. Lisäksi saadaan varmistettua, että ilmanvaihto toimii suunniteltuun suuntaan. Lisäksi ilman vaihtuvuus on jossain määrin säädettävissä poistoilmakoneen nopeuden säädöllä. Kuitenkin koneellisessa poistossa poistetaan samalla myös lämpöä rakennuksen sisäilman mukana, joka osaltaan lisää energiankulutusta. Koneellisen poiston oma tekninen energian kulutus ei kuitenkaan ole yleisesti kovin suurta.

2.3.3 Huonekohtainen lämmöntalteenotto (LTO)

Joissain vapaa-ajan asunnoissa ilmanvaihtoa on parannettu lisäämällä huone- tai tilakohtaisia ilmanvaihtolaitteita, joissa on nykyisin myös lämmön talteenotto. Eräs esimerkki näistä on Mobairin ilmanvaihtolaitte. Näissä laitteissa on usein myös lämmön talteenotto ja ne kytketään yleisesti pistorasiaan. Energian kulutus näissä laitteissa on toiminnan aikana hyvin vähäistä, jolloin ne voidaan jättää päälle myös poissaolojaksojen ajalle ja huolehtia siten ilman vaihtuvuudesta ja ehkäistä sisäilman suhteellisen kosteuden kasvua. Kuitenkin kannattaa laitteesta varmistaa, että laite ei poissaoloaikana lämmitä sähkövastuksella tuloilmaa, joka olisi poissaoloaikana tarpeetonta. Näissä tuloilmaa myös lämmittävissä laitteissa on usein käyttökytkin tuloilman lämmitysvastukselle.

2.3.4 Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto

Koneellisessa ilmanvaihdossa sekä tuloilma että poistoilma siirretään koneellisesti ilmanvaihtokanavissa. Tässä järjestelmässä voidaan koneen nopeuden sekä tilakohtaisten venttiilien avulla säätää ilmanvaihtoa. Ilmanvaihtuventtiilien säätö vaatii aina ilmamäärien mittauksen, jotta vältytään tilojen ylipaineistukselta, joka voi puolestaan johtaa rakenteellisiin kosteusongelmiin. Käyttäjän säätö tapahtuu lähinnä koneen nopeuden säätämisenä. Joissain koneissa on myös tuloilman lämmityspatteri, jonka tarkoituksena on vähentää kylmän ja vedon tunnetta tuloilmaventtiilien ympäristössä. Yleisesti jälkilämmityspatterina käytetään sähkövastuksia, joskin joissain koneissa on myös mahdollisuus vesikiertoiseen jälkilämmityspatteriin. Nykyiset ilmanvaihtokoneet ovat yleisesti varustettu myös

lämmön talteenottokennolla, jossa poistoilmasta saatavalla lämmöllä lämmitetään tuloilmaa. Lämmön talteenotolla pienennetään siis talvikaudella lämmitysenergian tarvetta vähentämällä rakennuksesta poistuvaa lämpöenergiaa. Lämmön talteenotto voidaan kesäkaudella ohittaa, jolloin tuloilmaa ei lämmitetä tarpeettomasti. Syksyllä lämmön talteenotto kannattaa kuitenkin ottaa taas käyttöön.

2.4 Ilmalämpöpumppu

Ilmalämpöpumppu siirtää lämpöenergiaa ulkoilmasta sisäilmaan. Tämän prosessin hyötysuhde on pääasiallisesti riippuvainen ulkoilman ja tavoitellun sisälämpötilan erosta. Mitä pienempi tämä lämpötilaero on, sitä suuremmalla hyötysuhteella lämpöpumppu kykenee toimimaan. Yleisesti ilmalämpöpumput sulkevat itsensä, mikäli hyötysuhde laskee liian alas, jolloin niiden käytön yhteydessä tarvitaan tukena muuta lämmitysratkaisua. Yleisesti vapaa-ajan asunnoissa päälämmitys toteutetaan sähköpattereilla ja sitä tuetaan ilmalämpöpumpulla. Tällöin tulee huolehtia, että sähköpatterien termostaatit asetellaan poissaoloaikana niin, että ne käynnistyvät vasta, jos ilmalämpöpumppu ei kykene tuottamaan tilaan riittävästi lämpöenergiaa. Mikäli ilmalämpöpumpun ja sähköpattereiden termostaattien asettelussa ei ole riittävä lämpötilaeroa, tai pattereiden asettelu on jopa korkeampi kuin lämpöpumpun, jää ilmalämpöpumpun hyvän hyötysuhteen avulla saatava energiansäästö pieneksi tai pahimmillaan jopa saamatta.

Uusissa ilmalämpöpumpuissa on usein mahdollisuus myös etäohjaukseen. Tämä toiminto mahdollistaa esimerkiksi mökin sisälämpötilan noston ennen mökille saapumista. Lisäksi etäohjauksen avulla voi olla mahdollista seurata mm. mökin sisälämpötilaa poissaoloaikana.

Ilmalämpöpumpun ulkoyksikössä tiivistyy vettä, kun sen läpi kulkeva ulkoilma jäähtyy. Talviaikaan tiivistyvä vesi jäätyy, jolloin yleisesti ilmalämpöpumppu vaihtaa lämpövirran suuntaa ja sulattaa sisäilman lämpöenergialla ulkoyksikköön tiivistyneen jään. Mikäli ulkoilma on hyvin kylmää ja sisälämpötila on jo kovin matala, voidaan päätyä tilanteeseen, jossa ulkoyksikön sulatus kestää hyvin pitkään tai ilmalämpöpumppu sulkee itsensä. Tällöin on tärkeää, että rakennuksessa on täydentävä lämmitysjärjestelmä.

Ulkoyksikön sijoittelussa tulee huomioida myös tiivistyvä vesi ja sen mahdollinen pois johtaminen. Mikäli tämä tehdään esimerkiksi sadevesiputkeen yhdistämällä, tulee tämä yhteys suojata talvikaudella sulanapitokaapelilla. Tämä ratkaisu kuluttaa tällöin lämmityskaudella myös energiaa. Yleisesti mökeillä ulkoyksikkö laskee veden alapuolelleen maahan. Tässä tapauksessa talviaikaan muodostuu laitteen alle jäätä, joka täytyy siirtää pois. Mikäli mökki on lämmityskaudella pitkiä aikoja tyhjiällä, tulee tämä asia ottaa huomioon. Yleisesti lämpöpumput eivät osaa sulkea itseään, mikäli alapuolelta kasvava jääpatja pääsee tukkimaan laitteen.

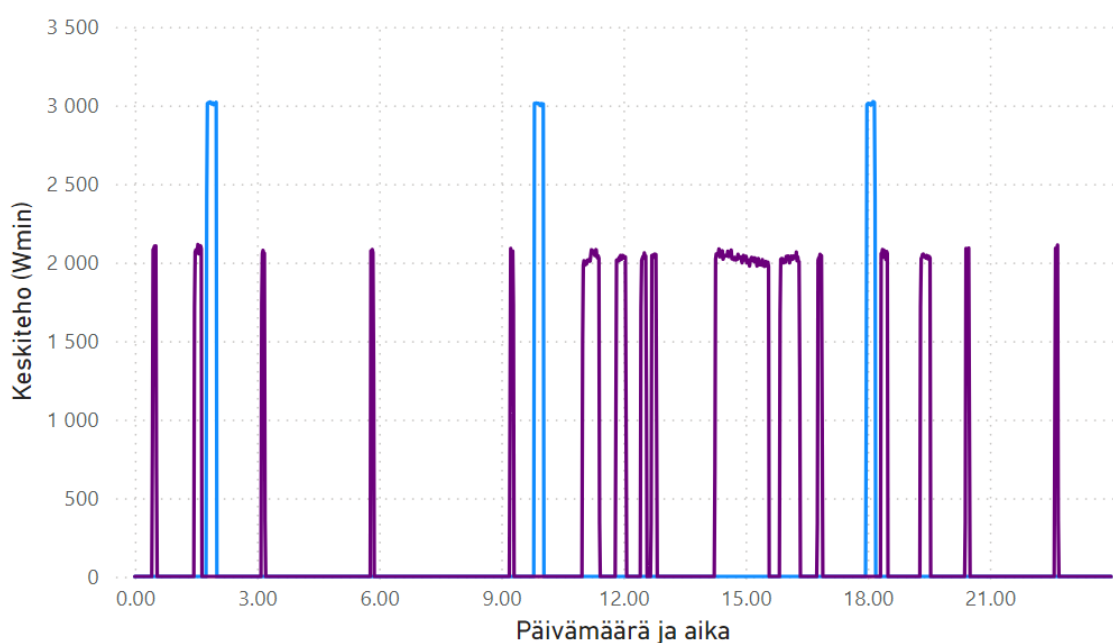
2.5 Aurinkoilmakeräimet

Vapaa-ajan asuntoihin markkinoidaan korvausilman lämmittämiseen tarkoitettuja aurinkokeräimiä, jotka siirtävät keräinpinnalta saatavaa lämpöä rakennuksen tuuloilmaan. Auringosta ei saada merkittävästi lämpöenergiaa lämmityskaudella, jolloin myös näillä laitteilla saavutettavat hyödyt ajoittuvat keväälle ja syksylle. Lisähaasteena näissä laitteissa on myös se, että ne usein siirtävät lämmittämäänsä ilmaa sisälle puhaltimella, joka saattaa aiheuttaa kiinteistön sisälle ylipaineen. Koska lämmityskustannuksissa saavutettava hyöty ajoittuu lähinnä keväälle ja syksylle, muodostuu näiden laitteiden takaisinmaksuaika yleensä varsin pitkäksi. Näistä syistä tässä hankkeessa ei tarkemmin päädytty tutkimaan ko. laitteita.

2.6 Lämminvesivaraajat

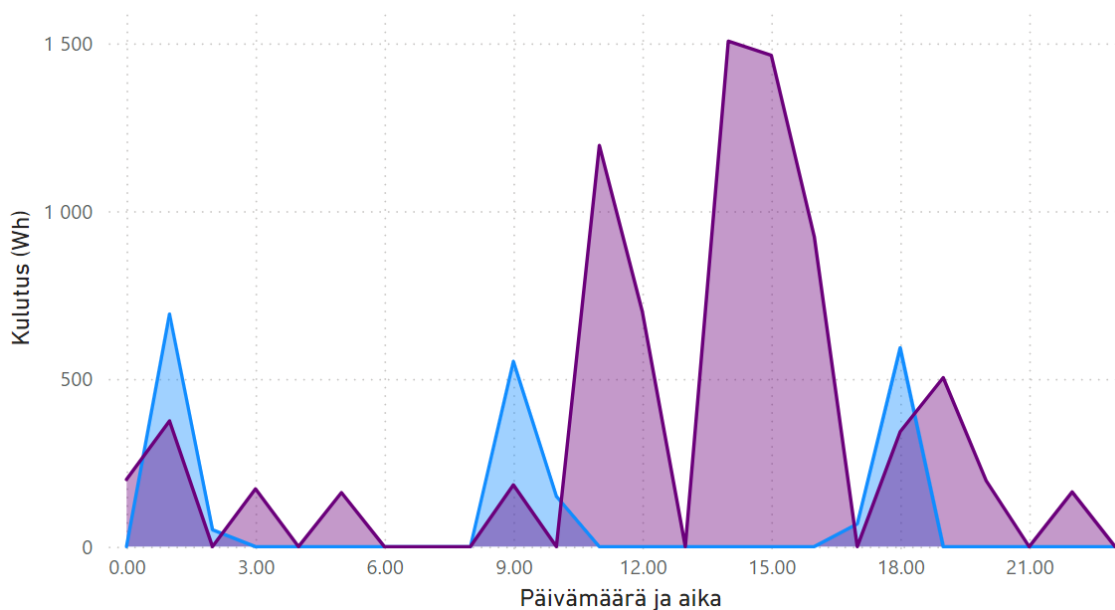
Lämminvesivaraajat ovat yksi merkittävimpiä kulutustekijöitä vapaa-ajan asuntojen energiankulutuksessa poissaoloaikana. Poissaoloaikana sähkölämmitteisen varaajan energiankulutukseen vaikuttaa varaajan koko, lämmitysvastuksen teho, varaajan sekä ympäröivän tilan lämpötilaero sekä varaajan eristys. Varaaja luovuttaa lämpöä ympäröivään tilaan. Tämä on vapaa-ajan asunnoissa sinällään hyödyllistä, koska samalla se auttaa pitämään tilan lämpötilaa korkeamana ja pienentää siten vesilaitteistojen jäätymisriskiä. Haasteena sähkölämmitteisten varaajien kanssa on etenkin pörssisähkösopimusta käytettäessä tehon ajoitus. Yleisesti varaajan vastus kytkeytyy päälle termostaatin asettelun perusteella. Joissakin tapauksissa, varaajan koosta riippuen, voidaan termostaatin lisäksi olla ohjattu varaaja kytkeytymään päälle vain yöaikaan, jolloin sähköenergia on yleensä edullista. Tämä ei kuitenkaan aina pörssisähköä käytettäessä ole välttämättä edullisin ajankohta varaajan lämmittämiseen.

Alla on kuvattu kahden tutkimuskohteen lämminvesivaraajien energiaprofiileita. Kummassakin tapauksessa varaajilla ei ollut käytössä termostaatin lisäksi muuta ohjausta. Ensimmäisestä kuvasta (Kuva 5) havaitaan, miten varaajan lämmityksen keskiteho riippuu varaajan tilavuudesta ja lämmitysvastuksen tehosta. Näistä pörssisähköä käytettäessä suuremman keskitehon tuottava vastus on sinällään parempi, että vaikka se käyttää suurempaa tehoa, on käynti harvempaa ja siten vaikutukset kalliiden tuntien aikana ovat vähäisempiä. Isommassa mittakaavassa tämä taas voi näkyä sähköverkon kannalta haasteita aiheuttavana tekijänä.



KUVA 5. Lämminvesivaraajan minuutin keskiteho 19.11.2023 kahdessa eri tutkimuskohteessa.

Toisessa kuvassa (Kuva 6) nähdään, miten sähköenergian kulutus ajoittuu saman vuorokauden sisällä esimerkkikohteissa. Kuvista on huomattavissa, että toisessa varaajista termostaatin toiminta sallii suuremman lämpötilavaihtelun, joka on etu pörssisähköä käytettäessä. Tällöin varaajaa ei lämmitetä yhtä tiheästi, jolloin kalliit tunnit osuvat pienemmällä todennäköisyydellä varaajan lämmitysajalle.



KUVA 6. Lämminvesivaraajan kulutus 19.11.2023 kahdessa eri tutkimuskoh-
teessa

Yllä olleiden kuvaajien tulkinnassa tulee kuitenkin huomioida, että esiintyvät va-
raajat ovat eri ikäisiä, eri kokoisia sekä erilaisissa ympäristöissä. Uudemman va-
raajan eristyskyky on yleisesti parempi, jolloin se luovuttaa vähemmän energiaa
ympäristöönsä. Termostaatin toimintarajat vaikuttavat osaltaan myös siihen, mi-
ten usein varaajan lämmitys kytkeytyy.

Varaajan sähkökytkennästä riippuu, miten varaajaa voidaan ohjata. Yksinkertai-
simmillaan mökeillä käytetään pientä pistotulppaliitäntäistä varaajaa. Isommat
varaajat ovat yleisesti kytketty suoraan sähkökeskukseen. Näissä yleisesti oh-
jaus on toteutettu kontaktorilla. Kontaktorin ohjaukseen on voitu käyttää sähkö-
mittarin yö/päivä -kärkitietoa ja/tai erillistä kytkintä.

2.7 Sulanapitojärjestelmät / saattolämmitykset

Sulanapitojärjestelmien ja saattolämmitysten osalta olennaista on oikea ohjaus
sekä käytetyn ratkaisun huolellinen mitoitus. Näiden ratkaisuiden tarkoituksena
on estää kiinteistöstä tulevia tai lähteviä vesiputkia jäätymästä, jolloin merkittä-
väksi energiansäästölliseksi tekijäksi muodostuu järjestelmien käyttöaika. Järjes-
telmien yhteydessä tulisi kiinnittää erityistä huomiota ohjauksessa siihen, että
niitä ei käytetä tarpeettomasti. Sulanapito toteutetaan yleensä sähkövastuksella,
joka on asennettu joko suojattavaan laitteeseen tai esimerkiksi vastuskaapeliin,
joka voidaan asentaa joko vesiputken sisä- tai ulkopuolelle. Vastuskaapeli voi olla
kytketty suoraan sähkökeskukseen tai yleisemmin se on varustettu pistotulpalla

ja liitetään pistorasiaan tarvittaessa. Sähkökeskukseen kytkettäessä käytetään yleensä erillistä ohjausta. Nykyisin useimmat sulanapitokaapelit ovat itsesäätyviä, eli niiden vastuksen johtavuus paranee lämpötilan laskiessa ja päinvastoin.

3 VAPAA-AJAN ASUNTOJEN ENERGIAN KÄYTTÖ JA SEN TEHOSTAMINEN

Projektissa pyrittiin valitsemaan erityiseen tarkasteluun yleisimpiä mökkityyppejä eri ikäkausilta. Lisäksi tarkasteluun otettiin kaksi saman ikäkauden kohdetta, joissa lämmitysratkaisut poikkesivat toisistaan. Tavoitteena valinnassa oli saada selvyyttä mallikohteiden avulla soveltuvia ratkaisuita ja esimerkkikohteiden avulla pyritään niitä tuomaan selvemmäksi kohdeyleisölle. Kohteilla ei tavoiteltu erityistä kattavuutta, vaan keskityttiin edustavuuteen.

3.1 Esimerkkikohteet

Kohde 1.

Ensimmäinen mittauskohde oli 1930 valmistunut hirsirakenteinen mökki, jossa ei ole vesijärjestelmiä ja lämmitettävää pinta-alaa on noin 50m². Kohdetta käytetään talviaikana vain loma-aikoina. Kohteessa käytössä olleet sähkölaitteet vaativat lämpötilan pitämisen pysyvästi yli nollan. Kohteen sähkönkulutus ei ollut suurta, käyttäjän arvion mukaan keskimäärin noin 3000 kWh/vuosi, mutta tarkoituksena oli selvittää, saadaanko kuivanapitolämmityksellä tästä vielä merkittävää säästöä ja tarkasteltua kuivanapitosäätimellä varustetun lämmityksen vaikutusta rakennuksen sisäilmastoon. Kohteessa käytössä olleet sähkölaitteet vaativat lämpötilan pitämisen pysyvästi yli nollan, jolloin kuivanapitolämmitystä ei tässä yhteydessä päästy tarkastelemaan. Lisäksi sisäolosuhteiden tarkasteluun käytetyssä Netatmon palvelussa ilmeni mittausjakson alkupuolella ongelmia, jotka johtivat alkuvaiheen datan menettämiseen. Tutkimuksen aikana tapahtuneet muutokset mökin hallinnan suhteen myös estivät jatkotutkimusten tekemisen kohteessa. Näistä syistä tähän kohteeseen ei päädytty suosittelemaan mahdollisia energia- tehokkuustoimia ja tarkastelemaan niiden vaikutuksia.

Kohde 2.

Toinen mittauskohde oli 1964 valmistunut lautarakenteinen mökki., jossa lämmitettyä nettoalaa on noin 50 m². Tässä mökissä ei ole vesijärjestelmiä. Päälämmitysmuotona kohteessa on sähkölämmitys, jota tuetaan puulämmityksellä. Koh-

teessa tarkasteltiin erityisesti kuivanapitolämmitystä, koska sisälämpötila sai laskea pakkasellekin. Kohteessa ei juurikaan ole talviaikaista käyttöä. Kohteessa mitattiin hankeaikana kuivanapitosäätimellä varustetun lämmityksen energiankulutusta, sisäolosuhteita (lämpötila, suhteellinen kosteus) sekä ulkoilman olosuhteita.

Kohde 3.

Kolmantena kohteena projektissa tarkasteltiin 1990-luvun lautarakenteista mökkiä, jossa lämmitetty ala on noin 70 m². Kiinteistöön ei tule kiinteää vesijohtoa, käyttövesi nostetaan kesäaikaan erillisellä pumpulla järvestä. Tällöin kohteessa ei ole vesijärjestelmistä johtuvaa tarvetta peruslämmölle. Kiinteistöä on kuitenkin pidetty peruslämmöllä (n. 10 astetta) myös talvikaudella. Talviaikana kohdetta käytetään satunnaisesti. Päälämmitysjärjestelmänä on suora sähkölämmitys, jota käyttöaikana tuetaan puulämmityksellä. Kohteessa kuluu sähköenergiaa vuositasolla noin 2000 kWh. Kohde otettiin mukaan tutkimukseen vertailukohteeksi kohteelle 4. Kohteessa mitattiin sisä- ja ulkoilman olosuhteiden lisäksi energiankulutusta liittymätasolta sekä lämmityspattereiden syötöstä kiinteistön ryhmäkeskuksesta. Kohteen mittaustuloksia käytettiin tarkastelemaan rakennustyyppin sähköenergian kulutusprofiilia kohteen 4 vertailumateriaaliksi.

Kohde 4.

Neljäntenä kohteena tarkastelussa oli niin ikään 1990-luvulla valmistunut kiinteistö, jossa lämmitettävää pinta-alaa on noin 70m². Kohteessa suoraa sähkölämmitystä täydennetään ilmalämpöpumpulla. Kohteessa on käyttövesijärjestelmä, jossa kiinteistöön tuleva vesiputki on suojattu saattolämmityksellä. Kohde on talviaikaan melko aktiivisessa käytössä, käyttöä on loma-aikojen lisäksi myös useasti viikonloppuisin. Suuremmasta käyttöasteesta johtuen, kohteen sähköenergian vuosikulutus on noin 8000 kWh. Kohteessa mitattiin sähköenergiaa koko liittymän, sähkölämmittimien, ilmalämpöpumpun ja lämminvesivaraajan aiheuttamien kuormitusten selvittämiseksi sekä mitattiin samanaikaisesti sisä- ja ulkoilman olosuhteita. Tuloksia oli tarkoitus verrata kohteen 3 suoran sähkölämmityksen profiiliin, koska kiinteistöjen rakennusajankohdat olivat lähellä toisiaan ja rakenteet olivat saman tyyppiset molemmissa rakennuksissa.

Kohde 5.

Viides kohde valittiin erityisesti sen poikkeuksellisen suuren sähköenergian vuosikulutuksen ansiosta, jota pyrittiin tutkimuksessa selvittämään. Kohde on valmistunut vuonna 2018 ja on lautarakenteinen. Lämmitetty pinta-ala kohteessa on noin 125m². Käyttövesijärjestelmien takia kohteessa pidetään poissaoloaikana peruslämpöä. Kohteessa on suora sähkölämmitys sähköpattereilla sekä pesutiloissa lattialämmitys. Lämmitystä tuetaan ilmalämpöpumpulla. Kiinteistön ilmanvaihto on koneellinen. Kohdetta käytetään talvikaudella loma-aikoina sekä satunnaisesti myös viikonloppuisin. Olosuhdemittausten lisäksi mitattiin energiankulutusta kiinteistön sähkösyötöstä, sähköpattereilta, kylpyhuoneen lattialämmityksestä, sekä ilmanvaihtokoneelta. Koska poissaoloaikana ei juuri muuta sähkökuormaa ollut, saatiin kiinteistön ilmalämpöpumpun sähkönkulutusta tarkasteltua vähentämällä koko kiinteistön kulutuksesta erillisjärjestelmien energian kulutukset.

Kohde 6.

Kuudentena kohteena tarkasteltiin vielä uudehkoa, vuonna 2018 valmistunutta hirsirakenteista mökkiä. Kohteessa päälämmitysmuotona on suora sähkölämmitys, jota tuetaan ilmalämpöpumpulla ja läsnäoloaikana tulisijan käytöllä. Kohteessa on käyttövesijärjestelmät, jolloin kohteessa pidetään poissaoloaikana peruslämpöä. Sähköenergiaa kuluu vuositasolla noin 3500 kWh. Kohde valittiin vertailukohdaksi edustamaan uudempaa mökkikantaa. Koska kohteessa oli käytössä spot-hinnoiteltu sähkösopimus, päätettiin tämän osalta tarkastella erityisesti, miten voitaisiin välttää hallitsemattomia sähkötehon kulutuspiikkejä ja siirtää kulutusta edullisimmille tunneille. Kohteessa mitattiin sisä- ja ulko-olosuhteiden lisäksi sähköenergian kulutusta koko kiinteistön osalta sekä erillisjärjestelmistä sähköpattereiden, pienen käyttövesivaraajan sekä ilmalämpöpumpun kulutusta.

Näiden erityistarkastelukohteiden lisäksi kerättiin tietoa myös muutamista muista erilaisista kohteista. Nämä eivät kuitenkaan olleet tutkimusryhmän erityistarkastelussa, vaan näiden osalta keskityttiin lähinnä yksittäisten teknisten ratkaisuiden vaikutuksiin.

TAULUKKO 1. Tutkimuskohteiden tiedot

Kohde	1	2	3	4	5	6
Pinta-ala (m ²)	50	50	70	70	125	80
Valmistunut	1930	1964	1990	1990	2018	2018
Runkora- kenne	Hirsi	Puu/lauta	Puu/lauta	Puu/lauta	Puu/lauta	Hirsi
Ilmanvaihto	PV	PV	PV	PV	KTP(LTO)	PV
Lämmitys- järjestelmä	S+P	P+S(kp)	S+P	S+ILP+P	S+ILP+P, KPH LL(S)	S+ILP+P
Sähköener- gian kulutus (kWh/a)	3000	0*-	2000- 3000	8000	20000- 25000	3500

Ilmanvaihdon selitteet: PV=painovoimainen ilmanvaihto, KTP(LTO)=Koneellinen tulo-poistoilmanvaihto (lämmön talteenotolla).

Lämmitysjärjestelmän selitteet: S=suora sähkölämmitys, sähköpattereilla toteuttuna. P=puun käyttö lämmityksessä, varaavat takat, kamiinat jne. ILP=ilma-
lämpöpumppu, LL(S)=sähköinen lattialämmitys

*Kohde oli aiemmin pidetty talvikaudella kylmänä.

3.2 Energian käytön tehostaminen

Energian käytön tehostamisen hyvänä lähtökohtana on pyrkiä ensisijaisesti vähentämään energian tarvetta kiinteistössä. Tämän jälkeen kannattaa pyrkiä käyttämään tarvittava energia mahdollisimman hyvällä hyötysuhteella. Kolmantena tasona on pyrkiä vaikuttamaan energian käytön ajoitukseen, etenkin jos käytetään pörssisähköä. Tässä luvussa keskitytään erityisesti vapaa-ajan asuntojen poissaoloaikana tapahtuvan energian käytön tehostamiseen.

3.2.1 Perustoimenpiteet poissaoloajalle

Lähtökohtaisesti vapaa-ajan asunnon jäädessä tyhjilleen, kannattaa minimoida kaikki tarpeeton sähköenergian kulutus kiinteistössä. Tällöin kaikki mukavuustoiminnot, kuten esimerkiksi jääkaapit ja pakastimet, kannattaa tyhjentää ja sammuttaa etenkin pidempien poissaolojaksojen ajalle. Tällöin myös mökin turvallisuus paranee, koska laitteiden hajoamisen riski poistetaan poissaoloajalta ja sallitaan huonelämpötilan laskeminen. Näiden lisäksi kannattaa pienentää rakennuksen lämpöhäviöitä mahdollisuuksien mukaan, huolehtimalla että ovet ja ikkunat ovat tiiviisti suljettuina, ilmanvaihto on mahdollisimman pienellä mutta ei välttämättä kokonaan suljettuna ja verhot kiinni.

3.2.2 Peruslämmityksen lämpötilan asetusarvon tarkastelu ja alentaminen

Koska peruslämmityksen tehon (ja siten vuotuisen energian) tarve kasvaa asetteluarvon ja ulkolämpötilan eron myötä, on järkevää pyrkiä pienentämään tätä eroa mahdollisuuksien mukaan. Peruslämmityksen asettelussa voidaan käyttää erilaisia asetusarvoja tilojen ja niiden varustelun mukaan, jolloin peruslämpöä voidaan priorisoida tiloissa, joissa on esimerkiksi jäätymisriskissä olevia vesikalusteita tai -putkia. Laskemalla asetusarvoja vähemmän kriittisissä tiloissa, voidaan kiinteistön keskimääräistä sisälämpötilaa saada alennettua ja siten vähennettyä energian sekä myös huipputehon tarvetta.

Soveltuvaa peruslämmön tasoa on lähes mahdotonta antaa yleisesti kaikille mökeille soveltuvaksi. Yksi soveltuva tapa peruslämmön tasojen tarkasteluun on hyödyntää lämpötila- ja kosteusdataa kerääviä laitteita, joita voi seurata esimerkiksi pilvipalveluiden kautta. Näiden avulla voidaan tarkastella eri tilojen lämpötilatasoa ja suhteuttaa sitä ulkolämpötilaan, samalla varmistuen siitä, ettei tiloissa ole jäätymis- tai kosteusvaurioiden riskiä.

Mikäli peruslämmön tasoa ei kohteessa haluta laskea kosteusriskien pienentämisen takia, on yhtenä vaihtoehtona tällöin täydentää lämmitysjärjestelmää kuivanapitosäätimellä varustetulla lämmittimellä. Säädin reagoi tällöin kasvavaan kosteuskuormaan ja lisää lämmitystehoa. Tällöin voidaan muualla peruslämmön asettelua laskea (vesijärjestelmien jäätymisriski huomioiden) ja tehostaa siten lämmitysjärjestelmän toimintaa.

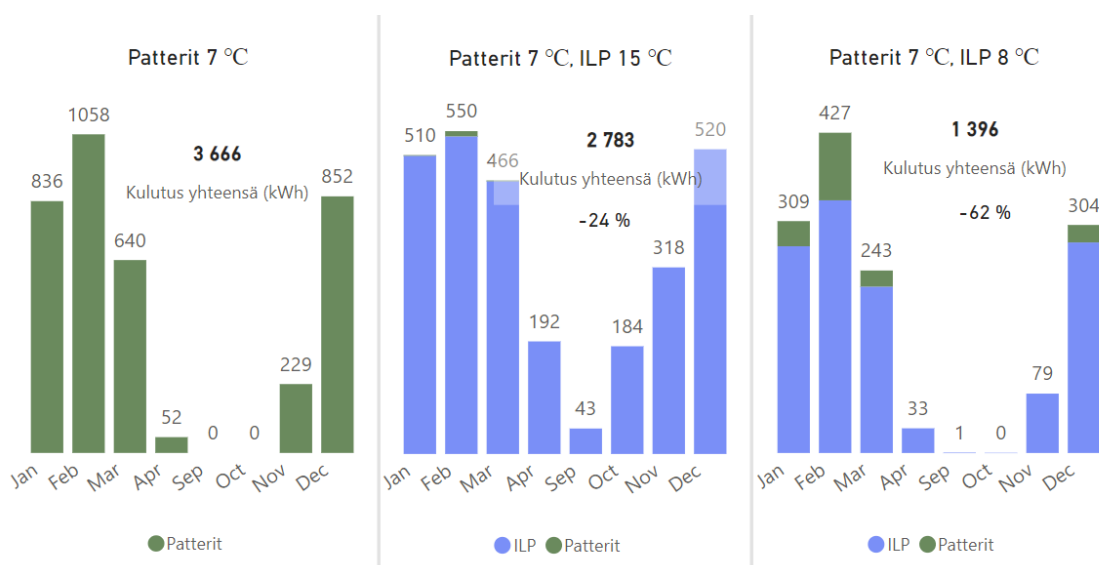
Pelkästään peruslämmöllä pidettävissä kiinteistöissä kannattaa tyhjilleen jätettäessä huolehtia, että pattereiden termostaatit muistetaan laskea. Joissain tapauksissa tämä voidaan toteuttaa kotona-poissa -kytkimen avulla, mikäli pattereissa on lämpötilan pudotustoiminto. Tämä on ollut aiemmin yleinen tapa SLY-kytkennällä toteutetuissa pientaloissa. Sovellettavan SLY-kytkennän piirikaaviot ovat tämän raportin liitteissä 1 ja 2.

Haastavimpia kohteita pitkien poissaolojaksojen kannalta ovat vesikiertoisella keskuslämmityksellä olevat kohteet, joita tosin on hyvin pieni osa vapaa-ajan asunnoista. Näiden kohdalla voidaan yhtenä toimenpiteenä käyttää lämmityskierrossa nestettä, jonka jäätymispiste on selvästi pelkkää vettä matalampi. Tämä ratkaisu vaatii kuitenkin sen, että kaikki lämmitysjärjestelmän osat soveltuvat kyseisen nesteen käyttöön. Toinen erityisen haastava tekninen ratkaisu pitkien poissaolojaksojen osalta on poistoilmalämpöpumppu. Koska poissaoloaikana kiinteistössä ei sisällä ole lämpökuormaa, toimii tämä järjestelmä lähes suoran sähkölämmityksen tavoin. Lisäksi järjestelmä on yleisesti vesikiertoinen, jolloin edellä mainittu järjestelmän jäätymisriski on olemassa, mikäli sisälämpötila laskee liian alhaiseksi. Näistä syistä näiden järjestelmien suunnittelua vapaa-ajan asuntoihin on syytä harkita tarkkaan ja huomioida kiinteistön tuleva käyttöaste.

3.2.3 Ilmalämpöpumppu tehostamassa sähköpattereilla toteutettua peruslämmitystä

Ilmalämpöpumpun käyttö ylläpitolämmityksessä sähköpatterien tukemana on merkittävästi energiatehokkaampaa kuin ilman ilmalämpöpumppua toteutettu sähkölämmitys. Useimmat ilmalämpöpumput sammuttavat itsensä, mikäli ulkoilman lämpötila ja laitteen lämmityksen hyötysuhde laskee liian alas. Tällöin riittävän lämmitysenergian tuottaminen siirtyy sähköpatterien vastuulle. Mikäli mökissä on ilmalämpöpumppu, kannattaa sitä pyrkiä priorisoimaan lämmitysratkaisuna. Jotta ilmalämpöpumpun tuottamaa lämpöä saadaan jaettua mahdollisimman suurelle alueelle, kannattaa tällöin sisätilojen väliovet jättää auki. Mikäli mökissä on tiloja, joiden lämpötila saa laskea pakkaselle, voidaan nämä rajata pois ilmalämpöpumpun palvelualueelta sulkemalla väliovet. Tällöin kuitenkin rajatuissa tiloissa olisi järkevää käyttää kuivanapitosäädintä tilan lämmittimen ohjauksessa, jolloin varmistutaan, ettei rajatun tilan suhteellinen kosteus nouse haitallisen korkealle tasolle. Lisäksi mahdollisesti heikentynyt ilmanvaihto tulisi huomioida.

Ilmalämpöpumpun priorisoinnin kannalta kannattaa mökin sähköpattereiden termostaattien asetustilaa laskea varsin alas ja sähköpattereiden ja ilmalämpöpumpun termostaattien asetusarvoissa olisi hyvä olla vähintään asteen ero. Lämpöpumpun ominaisuuksien ja lämmön jakautumisen takia asetteluerojen ero voi olla suurempikin. Tähän vaikuttaa myös eri tilojen ylläpitolämpötilan tarve. Ilmalämpöpumpua käytettäessä ylläpitolämmitykseen, kannattaa sisäyksikön puhallus pyrkiä saamaan mahdollisimman tehokkaaksi ja ilmaa alaspäin sekoitettavaksi, jotta lämmin ilma leviää mahdollisimman laajasti eri tiloihin. Ilmalämpöpumpujen lämmityksen huonelämpötila-asettelu on rajoitettu tiettyihin arvoihin ja alhaisin mahdollinen asetusarvo on usein noin 8-15 °C luokkaa. Jos patterien termostaatti asetetaan 7 °C lämpötilaan, on ajatellun poissaoloajan aikainen lämmitykseen käytetty energiankulutus esimerkkikohteessa n. 24 % pienempi verrattuna vastaavaan sähköpattereilla toteutettuun peruslämmitysratkaisuun



KUVA 7. Ilmalämpöpumpun käyttö peruslämmityksessä (esimerkkimökin mallinus IDA ICE-sovelluksella). Vasemmanpuoleisessa kuvassa peruslämmitys on toteutettu ainoastaan sähköpattereilla (asetustilaa 7 °C). Keskimmäisessä ja oikeanpuoleisessa kuvassa peruslämmitys on toteutettu sähköpatterien ja ilmalämpöpumpun yhdistelmällä ilmalämpöpumpun kahdella eri asetusarvolla (Patterit 7 °C, ILP 15 °C/8 °C)

Mikäli ilmalämpöpumpussa on erillinen ylläpitolämmitystoiminta, voidaan sen huonelämpötilan asetusarvo asettaa esimerkiksi 8 °C lämpötilaan. Tällöin ilmalämpöpumppu ei pidä tilojen lämpötilaa tarpeettoman korkeana ja antaa myös tarvittaessa sähköpatterien ylläpitää huonelämpötilaa. Kun ilmalämpöpumpun hyötysuhde laskee alhaisen ulkolämpötilan vuoksi, se sammuttaa itsensä. Ilmalämpöpumpun ylläpitolämmitys-toiminta laskee poissaoloajan energian kulusta

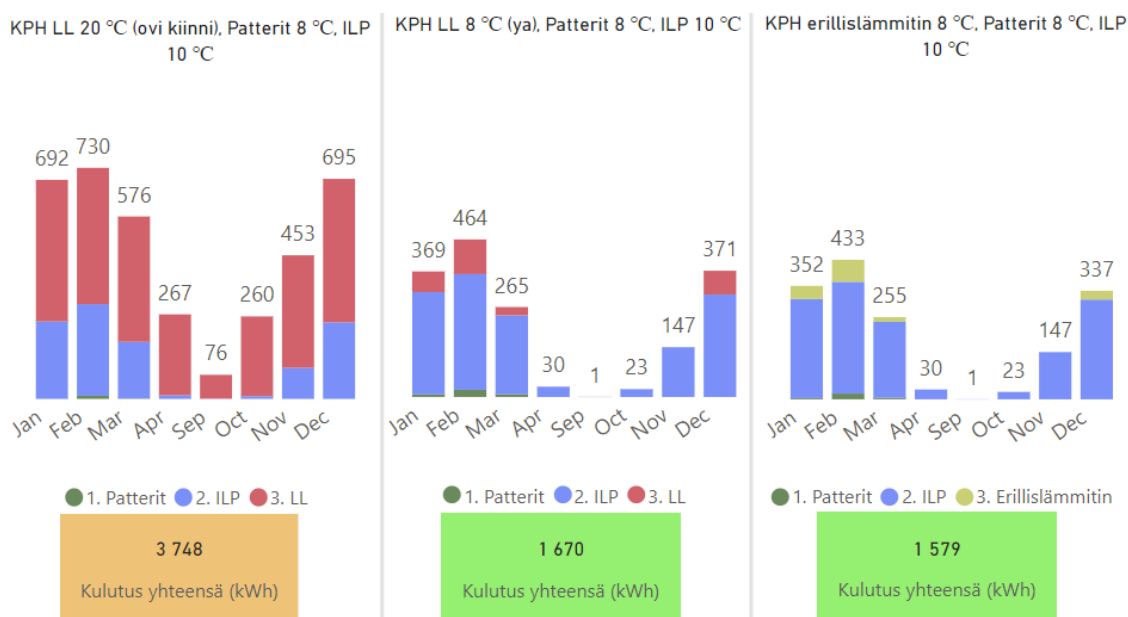
merkittävästi. Vertailtaessa sähköpatterilämmityksellä toteutettuun peruslämmitysratkaisuun, on esi-merkkikohteen simuloitu peruslämmitysratkaisun energiankäyttö ilmalämpöpumpun kanssa noin 62 % pienempi. Todellisuudessa tulee vielä erikseen huomioida ilmalämpöpumpun ulkoyksikön sulatuksessa kuluva energia, joka on matalan sisälämpötilan yhteydessä suurempi, koska sisäilmasta ei saada niin paljoa energiaa käytettyä sulatukseen ja sulatus kestää kauemmin. Tähän vaikuttaa myös se, millä tavalla ulkoyksikön sulatus on ilmalämpöpumpussa toteutettu. Yleisesti ilmalämpöpumpuissa käännetään sulatusjaksolle lämpövirran suunta sisältä ulos, jolloin sisältä saatavalla lämpöenergialla sulatetaan ulkoyksikön kenno. Joissakin malleissa voi olla käytössä ulkoyksikössä erillinen sulatusvastus. Kuitenkin kokonaisuudessaan ilmalämpöpumpun hankintaa mökkiin esimerkiksi poissaoloajan lämmityskäyttöön voidaan siis pitää järkevänä ja taloudellisesti kannattavana. Erityistä huomiota kannattaa myös kiinnittää laitteiden laatuun ja hankkia ilmalämpöpumppu, jossa asetustilaa on mahdollista laskea alhaiseksi, jolloin sitä voidaan hyödyntää energiatehokkaasti ylläpitolämmityksessä. Useita nykyaikaisia ilmalämpöpumppuja voidaan myös ohjata etänä, mikäli kohteessa on käytettävissä verkkoyhteys. Etäohjauksen avulla voidaan mökin sisälämpötila nostaa haluttuna ajankohtana etukäteen, mikäli mökille ollaan menossa.

3.2.4 Kylpyhuoneen sähköinen mukavuuslattialämmitys

Mökeissä on usein myös erillinen pesuhuoneen lattialämmitys, joka saattaa olla hankalasti ja epätarkasti säädettävä. Tällöin on mahdollista, että lattialämmitys alkaa "kilpailemaan" esimerkiksi sähköpatterien asettelujen kanssa ja lämmittää myös pesuhuoneen ulkopuolisia tiloja. Mikäli pesuhuoneessa on sähköinen lattialämmitys, voi energiatehokkuuden kannalta olla järkevää sijoittaa pesuhuoneeseen erillinen sähköpatteri huolehtimaan ylläpitolämmitykseen sopivasta lämpötilatasosta. Tällöin lattialämmitys voidaan sammuttaa, jolloin se ei pääse lämmittämään koko kiinteistöä sekä "hukkaa" energiaa lattian kautta ulkorakenteisiin ja -ilmaan. Lattialämmityksen sammuttaminen ei yleisesti vaikuta merkittävästi lämmitetyn alueen alapuolisten rakenteiden kosteuteen. Kun lattialämmitys on asennettu oikeaoppisesti, on lattialämmityksen alapuolella riittävä määrä lämmöneristettä. Tällöin lämpöhäviöt alapohjan rakenteisiin ovat hyvin vähäisiä, eikä lattialämmityksen sammuttaminen vaikuta merkittävästi kosteusolosuhteisiin. Jos ala-

pohja on maavarainen, eikä sen alla ole eristystä, lattalämmityksen päällä pitäminen saattaa sen sijaan heikentää kosteusolosuhteita maapohjan lämpenemisen seurauksena. Rossipohjaisissa mökeissä, joissa lattalämmityksen alapuoli on heikosti eristetty, lattialämmityksen päällä pitäminen voi parantaa alapohjan rakenteen toimintaa. Tämä on kuitenkin merkittävää vain, jos lattialämmitys on koko rakennuksen päälämmitysjärjestelmä. Tarkastelun kohteissa lattialämmitys on käytössä vain pesuhuoneissa, jolloin sen vaikutus kosteusolosuhteisiin on vähäistä.

Erillisen sähköpatterin käyttö pesuhuoneen lämmityksessä on merkittävää erityisesti, jos lattialämmityksen termostaatin säätö perustuu vain lattiapinnan lämpötilaan. Yleisesti lattialämmityksen säätö toteutetaan lattiapinnan lämpötilaa mittaavalla lattia-anturilla, eikä pesuhuoneessa ole lämmityksen tehonsäätöön vaikuttavaa huoneilma-anturia. Huoneilma-anturi eroaa lattia-anturista siten, että se mittaa sisäilman lämpötilaa, jonka perusteella lämmityksen tehoa voidaan säätää. Pelkästään lattia-anturilla toteutettu lattialämmitys on ”sokea” tilan lämpötilalle ja säätää lämmityksen tehoa vain lattian lämpötilan perusteella. Jos erillislämmitintä ei käytetä lattialämmityksen vaihtoehtona ja lattialämmitystä ohjataan lattian lämpötilan perusteella, on energiatehokkainta sulkea pesuhuoneen ovi. Yleisesti lattian asetuslämpötilaa voidaan hieman laskea termostaatista poissaoloajaksi, mutta säädön ollessa epätarkka sitä ei saa laskea liian alhaiseksi. Jos lattian lämpötila säädetään esimerkiksi n. 10 °C luokkaan, saattaa säädön epätarkkuus aiheuttaa tilan lämpötilan laskun pakkasen puolelle. Energiankäytön ja säätötarkkuuden perusteella parempia ratkaisuja kylpyhuoneen ylläpitolämmitykseen olisi hankkia kylpyhuoneeseen erillinen lämmitin tai päivittää lattialämmityksen termostaatti vain lattia-anturia käyttävästä huoneilman lämpötilaa mittaavaksi yhdistelmätermostaatiksi. (Kuva 8)



KUVA 8. Poissaoloajan lämmityksen sähköenergian kulutus (esimerkkimökin mallinnus IDA ICE-sovelluksella). Vasemmanpuoleisessa kuvassa lattialämmityksen termostaattia (lattia-anturi) on pienennetty käyttötilanteesta selvästi (normaalisti n. 30 °C) ja pesuhuoneen ovi suljettu. Keskimmäisen kuvan lattialämmitystä ohjataan yhdistelmäanturilla, jolloin poissaoloaikana lämmitys on asetettu kylpyhuoneen ilman lämpötilan mukaisesti 8 asteeseen. Oikeanpuoleisessa kuvassa lattialämmitys on sammutettu ja kylpyhuoneen ylläpitolämmityksestä huolehtii n. 1000 W siirrettävä sähkölämmitin.

Esimerkkikohteen simulaatiossa peruslämmityksen sähköpatterien asetuslämpötila on 8 °C ja ilmalämpöpumpun 10 °C. Kun poissaoloajan ns. energiansäästön perustoimenpiteet ovat kunnossa, voidaan ylläpitolämmityksen energiankulutusta alentaa ja mahdollisesti jopa puolittaa kylpyhuoneen lämmitykseen tehtävillä toimenpiteillä. Yhdistelmätermostaatin tai erillislämmityksen avulla kylpyhuoneelle voidaan asettaa mökin muita tiloja vastaava sisälämpötilan asetusarvo ja sen ovi voidaan jättää auki. Tällöin voidaan luotettavasti säätää huonelämpötila pysymään vakiona plussan puolella ja jos mökissä on ilmalämpöpumppu, energiatehokkaampaa lämmitystapaa pystytään priorisoimaan. Kun kylpyhuoneen lattialämmityksen ohjaus toteutetaan teknisesti paremmalla, vaikkakin kalliimmalla yhdistelmätermostaatilla (lattia- ja huoneilma-anturi), ei erillisen patterin hankinnalle ole perusteita. Kun termostaattiin asetetaan haluttu huonelämpötilan asetusarvo, toimii lattialämmitys ylläpitolämmityksessä lähes erillispatterin energiatehokkuudella.

Edellä mainitut säästökeinot ovat sovellettavia pesuhuoneen sähköiseen lattialämmitykseen. Vesikiertoista lattialämmitystä ei kuitenkaan tule missään tilanteessa sulkea, ellei ole varmuutta, ettei putkisto pääse jäätymään. Huomioitavaa

on myös, että tarkastelun energiansäästöjen suuruusluokka on täysin riippuvainen mökin koosta ja rakenteista. Peruseriaatteeltaan esitetyt toimenpiteet ovat kuitenkin soveltuvia mökkeihin, joissa on käytössä sähköpatterilämmitys ja kylpyhuoneen lattialämmitys. Jos kohteessa on ilmalämpöpumppu, energiansäästö korostuu, mutta myös ilman ilmalämpöpumppua edellä esitetyt säästötoimet ovat toimivia.

3.2.5 LVV:n ohjaus

Lämminvesivaraajan energiankulutus riippuu poissaoloaikana varaajan lämpöhäviöistä. Lämpöhäviöihin vaikuttaa erityisesti varaajan ympäristön lämpötila sekä varaajan koko ja eristys. Mitä suurempi lämpötilaero tai varaajan koko on, sitä suurempi lämpöhäviö varaajasta on. Tutkimuksessa tarkasteltiin kolmen erilaisen sekä eri ikäisen lämminvesivaraajan energiankulutusta. Tarkastelussa oli yksi uudehko 80 litran varaaja, yksi 90-luvulta oleva 200 litran varaaja sekä yksi uudehko noin 300 litran varaaja. Mökkien ollessa peruslämmössä, varaajien vuorokautinen energiankulutus vaihteli noin 2 kWh/vrk ympärillä. Lämminvesivaraajien energian kulutus on etenkin pitkien poissaolojaksojen aikana merkittävä osa mökin kokonaisenergiankulutusta. Toinen huomioitava tekijä lämminvesivaraajien osalta on sähkövastusten teho. Yleisesti vastuksia ohjataan termostaattilla, jolloin vastusten kytketyminen tehdään lämpötilan perusteella. Varaajan koosta riippuen voitaisiin varaajaa ohjata termostaatin lisäksi myös aikaperusteisesti, jolloin voitaisiin välttyä pörssisähköä käytettäessä varaajan lämmittämisestä erityisen kalliiden tuntien aikana. Vastaavasti lämmitystä voitaisiin silloin ajoittaa edullisimmille tunneille.

Varaajan ohjauksessa tulee huomioida Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemäri-laitteistoista (YMa 1047/2017). Asetuksen 6§ mukaan lämpimän veden lämpötilan tulisi olla aina yli 55°C. [6] Lisäksi käyttöveden laadulle on vaatimuksia myös Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysasetuksessa (STMa 545/2015). Asumisterveysasetuksen määräykset koskevat myös ennen 2007 rakennettuja vesijärjestelmiä. Asumisterveysasetuksen 7§ määritetään, että lämpimän käyttöveden järjestelmässä veden lämpötilan tulee olla aina yli 50°C.[7] Molemmissa asetuksissa lämpötilatason vaatimuksen perusteena on suojautuminen legionellabakteeria vastaan.

Mainitut asetukset huomioiden, ajallisessa ohjauksessa tulisikin varaaja lämmit-
tää mahdollisimman lämpimäksi (termostaatin asettelu) ja lisäksi varmistuksena
tulisi käyttää varaajan lämpötilan alarajan ohjausta, jotta ohjauksen ollessa sam-
mutettuna ei varaaja pääsisi jäähtymään liikaa. Varaajan jäähtymisen nopeuteen
vaikuttaa poissaoloaikana erityisesti lämpötilaero varaajan ja tilan välillä, vara-
ajan tilavuus sekä varaajan eristys.

3.2.6 Ilmanvaihto

Poissaoloaikana kannattaa ilman vaihtuvuutta pyrkiä mahdollisuuksien mukaan
pienentämään, sulkematta sitä kuitenkaan kokonaan. Painovoimaisessa ilman-
vaihdossa tätä voi pyrkiä toteuttamaan jättämällä poistokanavan pellin vain hie-
man auki ja vastaavasti tuloilman venttiilit. Kokonaan näitä ei kannata kuitenkaan
sulkea. Koneellisessa ilmanvaihdossa ilmanvaihtokoneesta riippuen voidaan
koko kone sammuttaa, jos poistoilmakanavissa ei ole sulkupeltejä tai tätä vaihto-
ehtoa ole kielletty koneen käyttöohjeissa. Jos kone jätetään päälle, kannattaa
nopeus valita alhaisimmaksi ja huolehtia, ettei mahdollinen tuloilman jälkilämmi-
tys jää päälle. Lämmityskaudella kannattaa varmistua, että lämmön talteenotto
on kytketty, jos sellainen koneessa on. Pelkän koneellisen poiston kyseessä ol-
lessa kannattaa poistoilmakone sammuttaa poissaolojaksojen ajaksi. Mikäli kiin-
teistössä on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto ilman lämmön talteenottoa, kan-
nattaa saneerauksen yhteydessä harkita koneen vaihtoa lämmön talteenotolla
varustettuun malliin. Mikäli käytössä on huonekohtaisia ilmanvaihtolaitteita, kan-
nattaa niiden yhteydessä tarkastaa laitteen käyttöohjeista mahdollisimman ener-
giatehokas toimintatapa. Edellä mainituilla toimenpiteillä pyritään vähentämään
ilmanvaihdon mukana kiinteistöstä poistuvan lämpöenergian määrää.

Ilmanvaihto voidaan myös kytkeä osaksi kuivanapitolämmitystä. Tällöin kui-
vanapitosäätimellä ohjataan ilmanvaihto päälle, mikäli sisäilman kosteus kasvaa
haitalliselle tasolle. Tällä toiminnalla lyhennetään kuivanapitolämmityksen pääl-
läoloaikaa tehostamalla ilmanvaihtoa ja siten vähennetään kuivanapidon ener-
gian tarvetta.

3.2.7 Muut saneeraukset ja remontit

Mökkiä remontoidessa ja etenkin suurempien saneerausten yhteydessä on jär-
kevää kiinnittää huomiota energiatehokkuuteen ja talotekniikan ohjattavuuteen.

Rakenteiden lisäeristys on yleensä kannattavinta muiden saneeraustoimenpiteiden yhteydessä. Lisäeristyksen tekemisessä tulee kuitenkin huomioida rakenteiden kosteustekninen toiminta.

Sähköjärjestelmien saneerauksessa kannattaa huomioida tässä raportissa esillä olevat ratkaisut. Mikäli kiinteistössä on käytössä SLY-kytkentä lämmityksen ohjaukseen, on siihen sovellettavat ratkaisut esitetty tämän raportin liitteissä 1 ja 2. Nämä kannattaa huomioida myös, mikäli kiinteistön sähkökeskus uusitaan. Tällöin sähkösuunnittelijan kanssa kannattaa yhdessä tarkastella ohjaukseen soveltuvat sähkökuormat. Mikäli uusitaan sähköpattereita, kannattaa niidenkin valinnassa huomioida ohjattavuus ja mahdollisuus lämpötilan pudotukseen. Tällöin poissaoloajalle ei tarvitse käydä erikseen säätämässä jokaista lämmityslaitetta vaan tämä voidaan tehdä keskitetysti tai etäohjauksella.

3.2.8 Uudiskohteet

Kun suunnitellaan rakennettavaksi uutta vapaa-ajan asuntoa, tulee erityisesti kiinnittää huomiota kohteen käyttöasteeseen. Mikäli on mahdollista, että kiinteistö ei ole aktiivisessa käytössä lämmityskaudella, kannattaa tällöin suunnittelussa pyrkiä keskittämään vesijärjestelmät mahdollisimman pienelle ja hyvin eristetylle alueelle. Vesikiertoiset lämmitysratkaisut eivät näissä kohteissa ole yleensä suositeltuja, ellei erikseen järjestelmää suunnitella niin, että lämpötilan laskemisesta ei koidu järjestelmälle haittaa. Käyttöasteen mukaisesti on järkevää myös kiinnittää huomiota taloteknisten järjestelmien ohjattavuuteen. Mikäli kohdetta käytetään satunnaisesti myös lämmityskaudella, on järkevää suunnitella järjestelmät niin, että mm. lämpötilan nosto ja ilmanvaihdon lisäys/käynnistäminen on mahdollista toteuttaa etäohjauksella. Tällöin käyttäjä voi lämmittää kiinteistön myös edullisimpaan aikaan, mikäli käytössä on pörssihinnoiteltu sähkösopimus. Lisäksi saapuminen mökille on tämän myötä mukavampaa, mökin ollessa valmiiksi lämmin ja sisäilma on tuuletettu ennen saapumista. Mikäli kiinteistössä on käyttövesijärjestelmä, on poissaoloajaksi järkevää sulkea kiinteistön päävesisulku, jotta ongelmatilanteessa voitaisiin rajoittaa mahdollisen vesivahingon laajuutta.

Satunnaisen tai aktiivisen ympärivuotisen käytön uudiskohteissa on järkevää suunnittelussa keskittyä myös olosuhteiden valvontaan. Erityisesti vesijärjestelmillä varustettujen tilojen lämpötilojen lisäksi myös muiden tilojen sisälämpötilat,

ulkolämpötila sekä sisä- ja ulkoilman suhteelliset kosteudet ovat hyödyllisiä tietoja järjestelmien säädössä sekä toivotun toiminnan varmentamisessa. Lisäksi sähköjärjestelmistä lämmitysratkaisuiden, sulanapitojen sekä ilmanvaihdon energiankulutustiedot ovat hyödyllisiä.

3.3 Tulokset ja johtopäätökset

Aikaisemmissa osioissa pyrimme perustelemaan mökkien poissaoloajan aikaisia energiansäästötoimenpiteitä tarkemmin. Merkittävin tekijä käyttöajan ulkopuoliossa energiankulutuksessa ovat sisälämpötila sekä energiatehokkaimman lämmityslaitteen priorisointi. Seuraavaksi tiivistetään tärkeimmät energiansäästötoimet, joiden avulla voidaan valita sopivat toimet kohdekohtaisesti sovellettaviksi:

- Mikäli mökin sisälämpötila voidaan antaa laskea pakkasen puolelle, kuivanapitolämmitys on peruslämpöä energiatehokkaampi ratkaisu. Yksinkertaisimmillaan kuivanapitolämmitys voidaan toteuttaa pistorasiaan tulevalla kuivanapitosäätimellä ja siihen kytkettävällä erillislämmittimellä (siirrettävä sähköpatteri). Mökin kokoluokan mukaan säätimiä ja lämmittämiä tulee sijoittaa yhteen tai useampaan tilaan.
- Peruslämmitysratkaisuissa sisäilman asetuslämpötila tulee asettaa mahdollisimman alhaiseksi ja sitä kannattaa priorisoida tilakohtaisen lämmitystarpeen mukaan.
- Ilmalämpöpumpun käyttö peruslämmityksessä on energiatehokasta ja kannattavaa. Ilmalämpöpumpun teknisiin ominaisuuksiin kannattaa panostaa, jolloin sen asetuslämpötila on mahdollista asettaa lähelle patterien asetuslämpötilaa energiatehokkuuden maksimoimiseksi.
- Kylpyhuoneen lattialämmitys ei ole yleisesti energiatehokkain ylläpitolämmityksen muoto. Jos kylpyhuoneen termostaatin säätöperusteena on lattian lämpötila, tulee kylpyhuoneen ovi sulkea ja asettaa lämpötila korkeahkiksi esimerkiksi noin 20 °C luokkaan, ettei tilan lämpötila laske pakkasen puolelle. Oven sulkemisella pyritään vähentämään muun kiinteistön lämmittämistä kylpyhuoneen lattialämmityksen toimesta.
- Kylpyhuoneen poissaoloajan energiatehokkuutta voidaan parantaa eri toimenpiteillä. Lattialämmityksen vain lattian lämpötilaa mittaava termostaatti voidaan vaihtaa huoneilman lämpötilaa tarkastelemaan yhdistelmätermostaattiin. Toinen vaihtoehto on erillislämmittimen käyttö lattialämmityksen sijaan ja lattialämmityksen sammuttaminen (sähköinen lattialämmitys). Kylpyhuoneen ovi kannattaa jättää auki toimenpiteestä riippumatta, jolloin pystytään priorisoimaan esim. ilmalämpöpumpun käyttöä lämmityksessä. Molempien energiatehokkuustoimien periaatteena on tilan lämpötilan mittaukseen perustuva säätö ja lämmityksen reagointi, jolloin asetuslämpötilaa voidaan laskea merkittävästi.

- Peruslämpöratkaisuissa lämminvesivaraajan lämpöhäviöt osaltaan auttavat pitämään yllä kyseisen tilan peruslämpöä ja vähentää siten vesilaitteiston jäätymisriskiä. Mikäli lämminvesivaraajaa halutaan ohjata esimerkiksi pörssisähkön hinnan perusteella, kannattaa termostaatin asetus nostaa korkeaksi ja varmistua, ettei varaaja pääsisi jäähtymään liikaa ja siten muodostaisi legionellan kasvulle suotuisia olosuhteita. Lisäksi varaajan lämpötilaa nostettaessa kannattaa varmistua, ettei vesikalusteista saatavan käyttöveden lämpötila ylitä 65°C.
- Erilaiset etäohjattavat ratkaisut ovat hyödyllisiä, erityisesti mikäli mökkiä käytetään satunnaisesti myös talviaikaan. Tällöin etäohjattavat lämmityspatterit, ilmalämpöpumpun etähallinta mahdollistavat lämpötilatasojen palauttamisen käyttötasolle jo ennen mökille saapumista. Lisäksi em. ratkaisut mahdollistavat osaltaan pörssisähkösopimuksen yhteydessä edullisten tuntien helpomman hyödyntämisen. Etäohjattavia pistorasioita tai etäohjattavia keskusreleitä käytettäessä tulee kuitenkin varmistua, että etäohjauksen käyttö ohjattavan laitteen yhteydessä ei ole kiellettyä laitteen käyttö- ja turvallisuusohjeissa.

4 UUSIUTUVAN ENERGIAN KÄYTTÖ JA ENERGIAN VARASTOINTI

Uusiutuvaa energiaa käyttävien tuotantolaitosten ja erityisesti aurinkosähköjärjestelmien hankinta erityyppisiin asuinrakennuksiin on jatkanut eksponentiaalista kasvukehitystään. Yhä useampi vapaa-ajan asunnon tai arkikielellä mökin omistaja pohtii aurinkosähköjärjestelmien ja energiavarastoina käytettävien akkujen hankintaa. Voiko aurinkosähköjärjestelmä laskea mökin energiakustannuksia niin paljon, että se on taloudellisesti kannattava? Onko energiavarastona käytettävän akun hankinta mökille järkevää siten, että sillä saavutetaan kustannussäästöjä?

Tässä luvussa uusiutuvan energian käyttöä vapaa-ajan asunnoissa käsitellään ainoastaan verkkoon liitettyjen on-grid aurinkosähköjärjestelmien näkökulmasta, eikä siinä oteta kantaa esimerkiksi aurinkokeräimiin tai muihin uusiutuvaa energiaa hyödyntäviin teknisiin järjestelmiin. Energian varastoinnilla tässä luvussa tarkoitetaan energian varastointia kemiallisesti akkuihin, jolloin varastoitua energiaa voidaan myöhemmin käyttää sähköenergiana.

4.1 Aurinkoenergian hyödyntäminen vapaa-ajan asunnossa

Aurinkosähköjärjestelmien tuottamalla energialla pyritään kattamaan kiinteistön sisällä kulutettua energiaa eli jakeluverkosta ostettu sähköenergia korvataan itse tuotetulla ilmaisenergialla. Jos kiinteistössä ei aurinkosähköjärjestelmän tuotannon aikaan ole kulutusta, ns. ylituotettua energiaa syötetään jakeluverkkoon. Aurinkosähköjärjestelmien taloudelliset tuotot perustuvat säästöihin tuotetun energian ”omakäytöstä” ja tuloihin, joita saadaan ylituotetun energian myynnistä energiayhtiölle. Yleisesti ylituotetun energian määrä pyritään pitämään suhteellisen pienenä, sillä ylituotetun energian taloudellinen tuotto on pienempää kuin tuotetun energian omakäytöllä.

Kun tarkastellaan kuutta tutkimuksessa hyödynnettyä mökkikohdetta, on vuotuinen sähköenergian kulutus suurimmillaan kohteessa 5, joka oli n. 18 000 kWh vuodessa. Kyseisessä kohteessa onkin myös aktiivista talviajan käyttöä, joka nostaa vuotuista energiankulutusta merkittävästi. Viidessä muussa mökkikoh-

teessa kulutus on maltillisempaa, noin 2000–8000 kWh vuodessa. Näissä yhteisenä tekijänä on mökkien pääasiallinen käyttö kesäaikaan, mutta niissä on myös satunnaista talvikäyttöä. Vertailuarvona suoralla sähkölämmityksellä toimivan n. 150 m² kokoisen omakotitalon vuoden aikainen sähköenergian kulutus on yleisesti suuruusluokassa 20 000–30 000 kWh/a. Omakotitaloihin verrattuna perinteisissä kesämökeissä vuotuinen sähköenergian kulutus on siis merkittävästi pienempää. Lisäksi aurinkosähköjärjestelmien mitoituksen näkökulmasta ongelmallista on se, että mökeissä kesäaikainen peruskuorma on hyvin pientä ja suurimpia yksittäisiä kulutuskohteita ovat tyhjänä oloajan aikainen perus- tai kuivanapito-lämmitys. Lämmityskauden aikaan myös aurinkosähköjärjestelmien tuotto on vähäistä.

Tutkimuksessa kolmelle esimerkkikohteelle simuloitiin aurinkosähköjärjestelmä toteutuneen vuoden aikaisen kulutusdatan perusteella. Simuloinnissa ei huomioidu kohteiden todellisia fyysisiä järjestelmän asennusmahdollisuuksia tai rajoitteita, kuten katon suuntaa, kallistusta tai mahdollisia varjostuksia. Simuloinnissa käytettiin Euroopan Komission ylläpitämää PVGIS-simulointiohjelmistoa (Photovoltaic Geographical Information System). Aurinkosähköjärjestelmän simulaation pohjana käytettiin vuoden 2019 aikaista 1 kWp järjestelmän tuotantodataa. 1 kWp tuotantodataa kerrottiin kolmella tyypillisellä pienen kokoluokan aurinkosähköjärjestelmäkoolla. Kaikki kohteet oletettiin sijaitsevan Tampereella. PVGIS-ohjelmiston asetteluparametrit on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 2):

TAULUKKO 2. Aurinkosähköjärjestelmien tuotantodatan parametrit (PVGIS)

Parametri	Arvo
Auringon säteilytietokanta	PVGIS-SARAH2 (2019)
PV teknologia	Monikiteinen piikenno
Asennettu tuotantokapasiteetti	1 kWp
Järjestelmähäviöt	14 %
Paneelien suunta	Etelä (0°)
Paneelien kallistus	30°
Sijainti	Tampere, Suomi

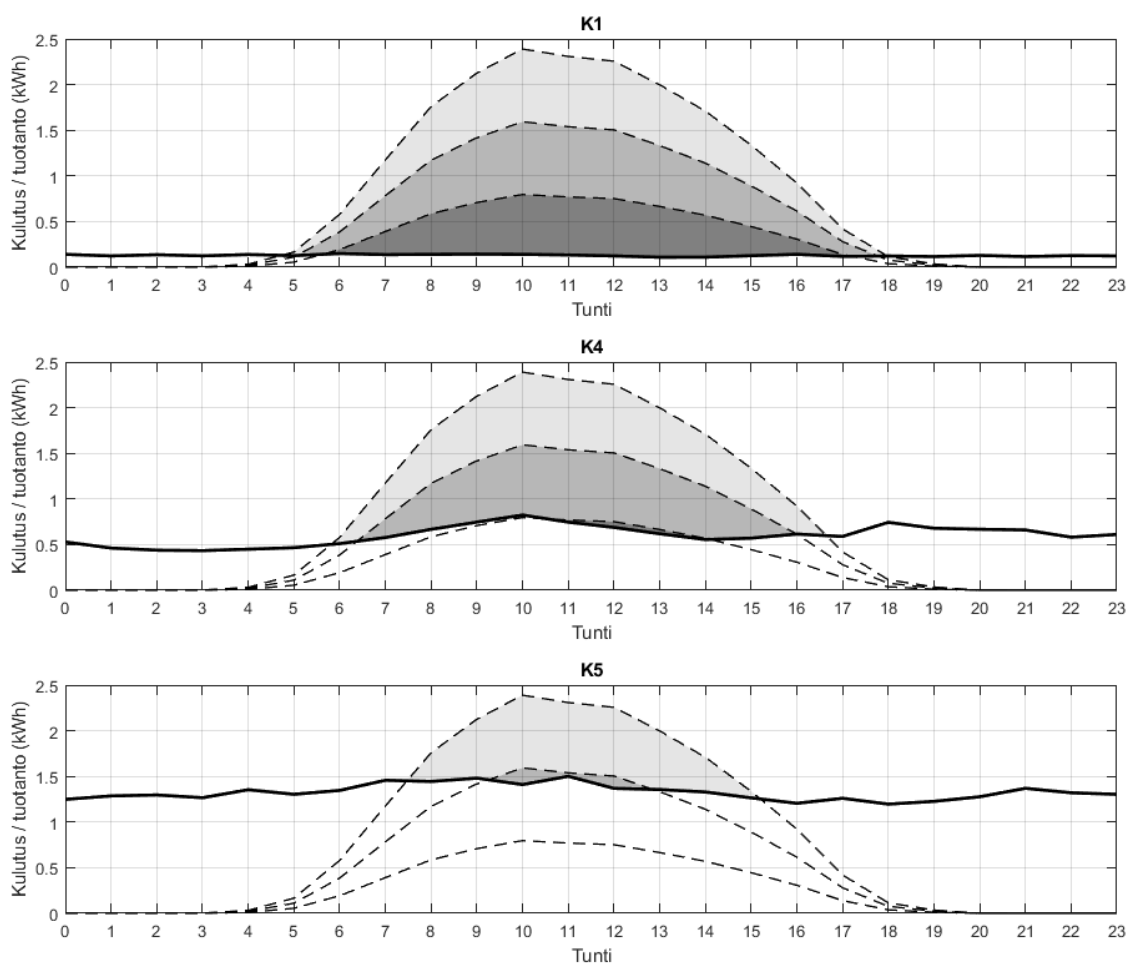
PVIS-simulointiohjelmistosta saadun tuotantodatan perusteella kolmelle tutkuskohteelle laskettiin todellisen tuntikulutuksen perusteella arvot tuotetun energian omakäytölle, ylituotetulle energialle ja omakäyttöasteelle. Laskenta toistettiin kolmella eri tehoisella aurinkosähköjärjestelmällä, jotka olivat 1,5 kWp, 3 kWp ja 4,5 kWp. Edellä mainitut järjestelmäkoot valittiin käytännön toteutuksen kautta yleisinä pidettyjen järjestelmien teholuokkien perusteella. Laskennan tulokset on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 3):

TAULUKKO 3. Aurinkosähköjärjestelmien simulointi kohteisiin

Kohde	PV teho		
	1,5 kWp	3 kWp	4,5 kWp
1	Energian kulutus (kWh/a)		2401
	Tuotanto (kWh/a)	1323	2646
	Tuotetun energia omakäyttö (kWh/a)	341	435
	Ylituotanto (kWh/a)	982	2211
	Omakäyttöaste (%)	26	16
4	Energian kulutus (kWh/a)		8820
	Tuotanto (kWh/a)	1323	2646
	Tuotetun energia omakäyttö (kWh/a)	892	1319
	Ylituotanto (kWh/a)	431	1327
	Omakäyttöaste (%)	67	50
5	Energian kulutus (kWh/a)		18 314
	Tuotanto (kWh/a)	1323	2646
	Tuotetun energia omakäyttö (kWh/a)	1211	2056
	Ylituotanto (kWh/a)	112	590
	Omakäyttöaste (%)	92	78

Taulukossa esitetyt omakäyttöasteet laskettiin tunneittain, joka kuvaa järjestelmän toimintaa todellisuudessa. Kun tunnin aikainen netotettu tuotanto ylittää tunnin aikaisen netotetun kulutuksen määrän syntyy verkkoon myytävää ylituotantoa.

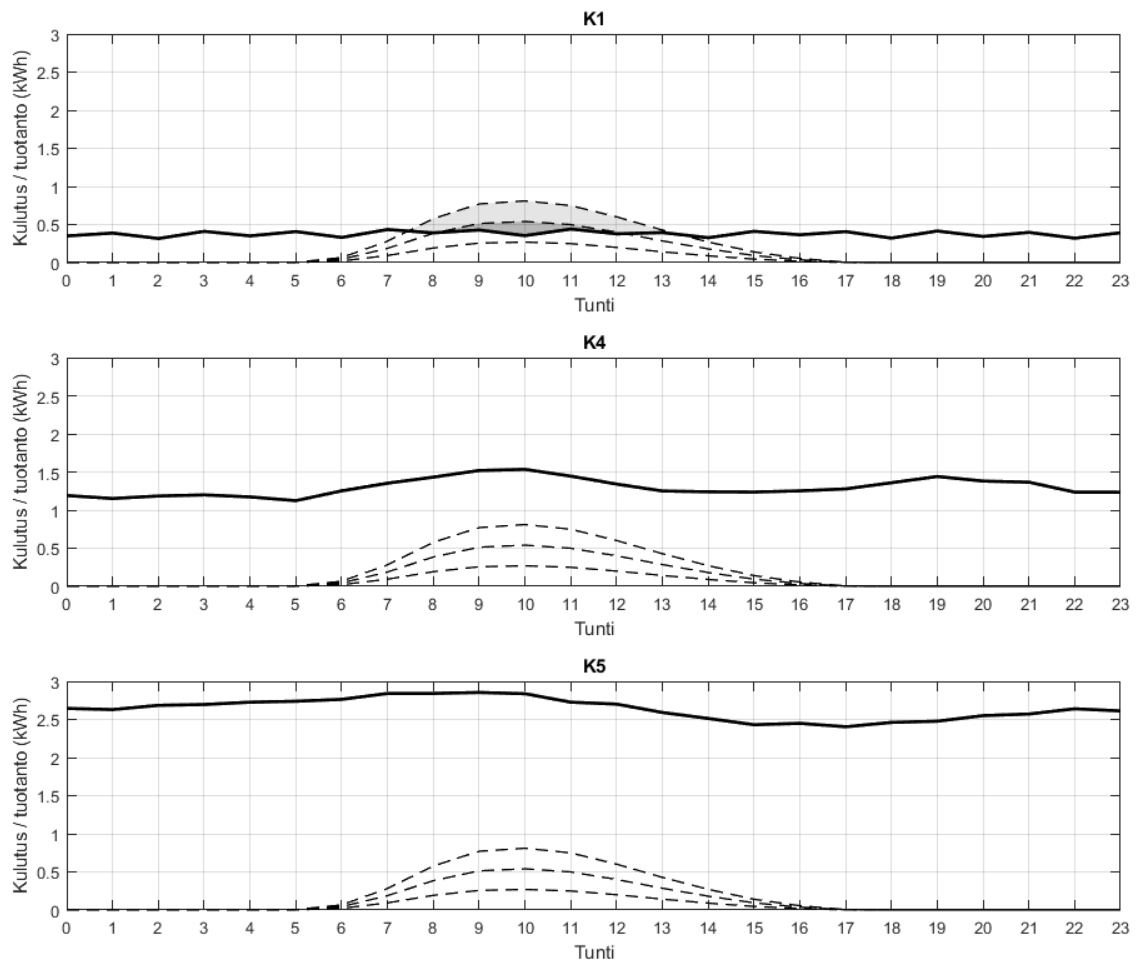
Ylituotannon ja omakäytön määrä vaihtelee merkittävästi vuoden aikana ja esimerkiksi usein talviaikaan omakäyttöaste on 100 % ja kesäaikaan omakäyttöaste voi olla esimerkiksi 60 %. Aurinkosähköjärjestelmän mitoituksessa on tärkeää tuntea kohteen kulutusprofiili, jolloin tuotannon ja kulutuksen kohdistaminen voidaan suunnitella tarkasti ja paremmin. Jos kulutusprofiilissa on esimerkiksi suuri piikki ilta-aikaan, aurinkosähköjärjestelmä ei ilman erillistä energiavarausta pysty kattamaan tätä kulutusta. Kohteiden ominaisen kulutusikäytymisen havainnoimiseksi, simuloitun tuotantodatan ja todellisen kulutusdatan perusteella tutkimuskohteisiin muodostettiin kulutus- ja tuotantoprofiilit kesäajalle (Kuva 9) sekä oletetulle tyhjänä oloajalle (Kuva 10). Laskennassa kesäajalla tarkoitetaan huhtikuun ja elokuun välistä ajanjaksoa sekä tyhjänä oloajalla syyskuun ja maaliskuun välistä aikaa. Alla olevissa kuvissa (Kuva 9 ja Kuva 10) on esitetty katkoviivoilla tuotantoprofiili 1,5, 3 ja 4 kWp:n järjestelmille sekä paksummalla yhtenäisellä viivalla kohteen kulutusprofiili.



KUVA 9. Kolmen tutkimuskohteen (kohteet 1, 4 ja 5) kesäajan (huhti-elokuu) keskimääräinen kulutus ja simuloitu tuotanto tunneittain kolmella eri järjestelmäkoollla (1,5, 3 ja 4,5 kWp).

Kesäaikana aurinkosähköjärjestelmällä tuotettu energian määrä on luonnollisesti korkeimmillaan. Kesäisin aurinko nousee aikaisin aamulla ja laskee myöhään illalla. Kuvassa harmaa alue esittää keskimääräistä ylituotannon määrä vuorokauden yhden tunnin aikana (Kuva 9). Ylituotantoa syntyy aina enemmän keväisin ja kesäisin, kuin syksyllä ja talvella. Oikein mitoitetuna aurinkosähköjärjestelmä tuottaa kesäisin hetkellisesti energiaa yli kiinteistön kulutustarpeen. Tällöin oma- käyttöön tuotetun energian määrä pystytään maksimoimaan ja aurinkosähköjärjestelmän hyödyt kasvavat. Kolmen tutkimuskohteen kulutukset olivat eri suuruusluokkaa, jolloin kolmen valitun järjestelmäkoon tuotantoarvoja ei voida suoraan verrata keskenään. Kohteen 1 kulutus on hyvin vähäistä, jolloin aurinkosähköjärjestelmän hankkiminen kohteeseen ei ole todennäköisesti kannattavaa. Kulutusprofiilit ovat kesäisin kaikissa kohteissa melko tasaisia, eikä suurempia ajan hetkeen sidottuja kulutuspiikkejä ole. Kulutusprofiilin perusteella etelään suunnatut paneelit ovat energian hyödyntämisen näkökulmasta paras vaihtoehto, eikä suuntauksella itään tai länteen päin saavutetaan hyötyä energian kohdistamisessa oikealle ajanhetkelle.

Kun tarkastellaan tyhjänä oloajan kulutus- ja tuotantoprofiileja, tyypillisesti vapaa-ajan asuntojen kulutus on hieman korkeampaa kesäaikaan verrattuna, joka on seurausta sisäilman olosuhteita pitävästä ylläpito- tai kuivanapitolämmityksestä ja esimerkiksi lämminvesivaraajan toiminnasta. Suomessa erityisesti jäähdyttämättömissä kiinteistöissä sähköenergian kulutus on suurimmillaan talviaikoina, jolloin aurinkoenergian määrä on alhaista. Alla olevassa kuvassa on esitetty tyhjänä oloajan aikainen kulutus- ja tuotantoprofiilit tutkimuskohteille (Kuva 10):



KUVA 10. Kolmen tutkimuskohteen (kohteet 1, 4 ja 5) tyhjänä oloajan (syys-maaliskuu) keskimääräinen kulutus ja simuloitu tuotanto tunneittain kolmella eri järjestelmäkoolla (1,5, 3 ja 4,5 kWp).

Kuten kesällä, myös tutkimuskohteiden tyhjänä oloajan kulutusprofiilit ovat tasaisia. Aurinkosähköjärjestelmän tuotto siirtyy kesäaikaan verrattuna lähemmäs aamupäivää, mutta tasaisen kulutusprofiilin takia, sillä ei ole tuotetun energian hyödyntämisen näkökulmasta vaikutusta. Kuvasta nähdään myös, että ylituotantoa ei juurikaan synny tyhjänä oloaikana aurinkosähköjärjestelmän koosta riippumatta. (Kuva 10)

Aurinkosähköjärjestelmän hankinta vapaa-ajan asunnolle kulutusprofiilien perusteella on perusteltua ja järkevää. Kulutusprofiilien tasaisuuden takia, mitoittaminen on yksinkertaista ja mahdollisuuksien mukaan paneelit kannattaa suunnata etelään. Ongelmana kuitenkin yleisesti on kulutuksen määrä. Mitä vähäisempää ns. peruskuorma on, sitä vähemmän aurinkosähköjärjestelmästä on taloudellista hyötyä. Huomioitava on kuitenkin vapaa-ajan asuntojen monimuotoisuus. Todel-

lisuudessa kohteiden tekniset ratkaisut, tyhjänä oloajan lämmityksen tarve ja tyhjänä oloaika vaihtelevat merkittävästi, jolloin aurinkosähköjärjestelmän hankinta on aina tehdä kohdekohtaisen harkinnan ja suunnittelun perusteella.

Luvussa 4.3 käsitellään tarkemmin aurinkosähköjärjestelmien taloudellisen säästöjen ja tuottojen perustaa ja lasketaan esimerkkikohteille ja järjestelmille taloudellisen kannattavuuden tunnusluvut.

4.2 Energian varastointi vapaa-ajan asunnoissa

Erilaiset energiavarastot ja erityisesti sähköenergiaa kemiallisesti varastoivat akut ovat kasvattaneet merkittävästi suosiotaan energiakriisin ja sen seurauksena kohonneiden sähkön kuluttajahintojen nousun takia. Energiavarastojen tarkoituksena on esimerkiksi maksimoida omatuotetun energian käyttöä kiinteistön sisällä, vähentää verkosta ostettavan energian määrää kalliin markkinahinnan aikana tai osallistua yksin tai osana isompaa aggregoitua joukkoa kysyntäjoustomarkkinoille. Sähköttömällä mökeillä on tyypillisesti käytetty akun ja aurinkosähköjärjestelmän off-grid-verkkoa, jolloin kiinteistön sähköä tarvitsevat laitteet toimivat 12 V tasajännitteellä tai vaihtoehtoisesti vaihtosuunnatulla 230 V vaihtojännitteellä. Tällöin kohteissa ei ole (tyypillisesti) jakeluverkkoon liitettyä sähköliittymää. Tutkimuksessa käsitellään ainoastaan jakeluverkkoon liitettyjä vapaa-ajan asuntoja, joten off-grid ratkaisut jätetään tarkastelun ulkopuolelle.

Mikäli mökkikohteessa on käytössä vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, energiavarastona voisi toimia myös lämmintä vettä varastoiva puskurivaraaja, jolloin aurinkosähköjärjestelmällä tai halvan markkinahinnan aikana lämmitettyä vettä voitaisiin hyödyntää myöhempänä ajankohtana. Vapaa-ajan asuntojen skaala on laaja, mutta ns. mökkikäytössä olevissa kohteissa vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä on erittäin harvinainen. Jos käytössä on vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, on kyseessä yleensä vapaa-ajan asunto, jota käytetään ympärivuotisesti omakotitalon käyttöprofiilia mukaillen. Tässä luvussa energiavarastoina käsitellään täten ainoastaan sähköakkujen hyödyntämistä vapaa-ajan asunnoissa.

Akun käytön avulla sen omistaja pystyy saavuttamaan käytön aikaisia taloudellisia hyötyjä yhdessä aurinkosähköjärjestelmän kanssa tai ilman sitä. Ongelmana

on kuitenkin akkujen korkeat investointikustannukset, jotka estävät akkujen yleistyminen ja laskevat niiden taloudellisen kannattavuuden matalaksi tai taloudellisesti kannattamattomaksi. Kotiakkujärjestelmän hankinta asennuksineen maksaa tyypillisesti 700–1000 €/kWh, sisältäen arvonlisäveron (alv 24 %). Hinnat ovat laskeneet merkittävästi viimeisten vuosien aikana, mutta ne ovat edelleen normaalille kuluttajalle liian kalliita niiden antamiin tuottoihin verrattuna. Yleisesti akut voivat olla ja ovat mahdollinen ratkaisu useaan energiamurroksen tuomaan muutokseen ja ongelmaan sekä kuluttajille että verkkoyhtiöille, mutta niiden yleistyminen ”joka kodin ratkaisuksi” vaatii vielä hintatason merkittävää alenemista.

Käsitellään akun käyttömahdollisuuksia vapaa-ajan asunnossa. Kuten aiemmin mainittiin, akun käyttö voidaan jakaa neljään kategoriaa: omatuotannon hyödyntämiseen kiinteistössä, kulutuksen ohjaukseen pois kalliilta sähkön markkinahinnan tunneilta, edellä mainittujen yhdistelmästä tai akkua voidaan käyttää osana Fingridin reservimarkkinoita.

Omatuotannon hyödyntämistä kiinteistössä voidaan kasvattaa akun avulla. Kun aurinkosähköjärjestelmä tuottaa energiaa yli kiinteistön tarpeen, akku voi varastoida energiaa. Kun kiinteistö tarvitsee ulkopuolista, jakeluverkosta saatavaa energiaa, voidaan vaihtoehtoisesti käyttää akussa olevaa varastoitua energiaa. Järjestelmä vaatii toimiakseen älyä ja automatiikkaa. Jotta tuotanto ja akun lataus ja purkaus voidaan optimoida, tulee liittymän energiamittauksen lisäksi laitteiston tai kiinteistön automaatiojärjestelmän olla kykenevä ennustamaan, selvittämään ja laskemaan optimaalisia energiankäyttöraatkaisuja. Säätilan vaihtelut, äkilliset kulutusmuutokset ja sähkömarkkinoiden huojuminen saattaa aiheuttaa tilanteen, jossa tuotetun aurinkosähkön myyminen verkkoon on kannattavampaa, kuin sen varastointi esimerkiksi akkuihin. Tällöin automatiikan tulisi olla ennakoivasti tietoinen tulevasta tilanteesta, ladata akut valmiiksi täyteen ja purkaa akuista energiaa kiinteistön sisälle ja syöttää aurinkosähköjärjestelmän tuotto jakeluverkkoon. Vastaavanlaista energiaoptimointia voidaan toteuttaa myös ns. pörssisähköhauksessa yhdessä aurinkosähköjärjestelmän kanssa tai ilman. Kuluttajataason ratkaisut ovat yleistymässä, mutta toistaiseksi ratkaisut ovat vain sähköasennuksista ja ohjelmoitavista logiikoista ymmärtäville olevia pienen mittakaavan automaatoratkaisuja. Tulevaisuudessa tekoälypohjaiset optimointiratkaisut, tuovat varmasti kuluttajaystävällisiä akkuihin ja aurinkosähköjärjestelmiin liitettäviä maallikoiden käyttöön helposti soveltuvia energia- ja kustannustehokkaita ratkaisuja.

Reservimarkkinoille osallistuminen vaatii yleensä vähintään 1 MW tehon, jolloin vaatimuksena on kymmenien tai satojen akkujen yhdistelmä. Tämä taas vaatii ulkopuolista aggregointia. Toisin sanoen vapaa-ajan asunnon 2–5 kW syöttötehon omaavalla akulla ei voida juurikaan vaikuttaa jakeluverkon häiriötilanteisiin, mutta suuri määrä vapaa-ajan asuntolina toimivia kiinteistöjä olisi varteenotettava kohde aggregoitavaksi.

4.3 Taloudellisen kannattavuuden vertailu

Tutkimuskohteisiin simuloituille aurinkosähköjärjestelmien investoinneille laskettiin taloudellista kannattavuutta kuvaavat tunnusluvut. Kuten aiemmin mainittiin, aurinkosähköjärjestelmän taloudelliset hyödyt perustuvat säästöihin ja tuottoihin. Säästöjä syntyy, kun omatuotantoa hyödynnetään kiinteistön sisäisessä sähköenergian kulutuksessa. Tältä osuudelta kuluttaja säästää jakeluverkosta ostettavan sähköenergian kokonaishinnan, joka sisältää energian käyttöperusteisen energiamaksun ja verkkopalvelumaksun eli siirtomaksun, sähköveron ja kaikkiin edellä lueteltuihin lisättävän arvonlisäveron. Kun omatuotantoa on enemmän kuin kulutusta, syntyy verkkoon päin myytävää ylituotantoa. Ylituotanto on kuluttajan näkökulmasta yleensä kannattamattomampaa kuin tuotetun energian käyttäminen kiinteistön sisällä. Todellisuudessa ylituotetun energian myyntihinta määräytyy ajanhetken markkinahinnan mukaan, eikä siitä makseta arvonlisäveroa. Lisäksi markkinahinnasta vähennetään energiayhtiön toimesta pieni marginaali. Tutkimuksen laskennassa ylituotannolle määritettiin kiinteä arvohinta, eikä erillistä marginaalivähennystä huomioitu. Ylituotannon kannattavuus vaihtelee merkittävästi markkinahinnan vaihtelun seurauksena. Usein ylituotannon markkinahinta on hyvin alhainen ja joskus jopa negatiivinen, mutta satunnaisesti se saattaa olla taloudellisesti kannattavampaa kuin tuotannon omakäyttö. Yleisesti voidaan kuitenkin arvioida, että ylituotetun energian keskiarvohinta on alhaisempi kuin vuoden aikainen markkinakeskihinta, sillä ylituotanto tapahtuu kesäaikaan, jolloin hinnat ovat matalampia kuin muina vuodenaikoina.

Investointilaskelmien laskentaperusteet eli sähkön hintatiedot, investoinnin kustannukset, aurinkosähköjärjestelmän tiedot ja laskentakorko, on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 4):

TAULUKKO 4. Aurinkosähköjärjestelmän taloudellisen kannattavuuden laskentaperusteet

Parametri	Arvo	Info
Sähkön hintatiedot:		
Ostosähkön kokonais- hinta	16,00 snt/kWh (sis. alv 24 %)	Energiamaksu, verkkopalvelu- maksu, sähkövero
Yliuotetun sähköener- gian myyntihinta	5,00 snt/kWh (alv 0 %)	Arvio myyntihinnan keskiarvosta. Todellisuudessa myynti markki- nahinnan mukaisesti tunneittain.
Kustannukset ja tuet:		
Investointikustannus	1000,00 €/kWp (alv 0 %)	Investointikustannus kWp-koh- den. Hinnan oletetaan olevan sama järjestelmäkoosta riippu- matta. Laskennassa hintaan li- sätty alv 24 %.
Työn osuus investointi- kustannuksista	35 %	Arvonlisäverollisesta investointi- kustannuksesta
Kotitalousvähennys	2 henkilöä	40 % työn osuudesta, 100 € oma- vastuu, maksimissaan 4500 €
Invertterin vaihtokus- tannus	10 %	Investointikustannuksista ilman vähennettyjä tukia.
Aurinkosähköjärjestelmän tiedot:		
Järjestelmän elinikä	25 vuotta	
Aurinkosähköjärjestel- män tuotantoalenema	0,5 %/a	Arvio vuosittaisesta vanhenemi- sen aiheuttamasta häviöstä
Muut tiedot:		
Laskentakorkokanta	5 %	
Jäännösarvo	0,00 €	

Aurinkosähköjärjestelmän investoinnin kannattavuuteen vaikuttaa merkittävästi investointikustannus, joka vaihtelee tarjousten ja järjestelmän koon perusteella. Laskennassa investoinnin hinta suhteutettiin järjestelmän kokoon arvolla 1000 €/kWp (alv 0 %), joka on tällä hetkellä kilpailukyinen hinta pienen kokoluokan

aurinkosähköjärjestelmälle. Koska kaikki kolme aurinkosähköjärjestelmän kokoluokkaa ovat hyvin pieniä, suhteellinen hinta pidettiin samana kaikilla järjestelmätehoilla. Mikäli järjestelmäkoko kasvaisi lähemmäksi 10 kWp, voitaisiin saavuttaa hieman alhaisempi tehoon suhteutettu hinta. Taulukossa on myös esitetty kotitalousvähennyksen määrä, järjestelmän elinikä, aurinkosähköjärjestelmän tuotantoalenema, laskentakorkokanta ja jäännösarvo. (Taulukko 4)

Aikaisemmin taulukossa (Taulukko 3) esitettyjen tuotetun energian omakäytön ja ylituotannon määrien sekä yläpuolella esitetyn taulukon (Taulukko 4) laskentaperusteiden mukaisesti tutkimuskohteiden aurinkosähköjärjestelmille laskettiin investoinnin kannattavuutta kuvaavat tunnusluvut. Järjestelmän kannattavuutta esitetään neljällä tunnusluvulla, jotka ovat nettonykyarvomenetelmä (NPV), investoinnin sisäisen koron menetelmä (IRR), koroton takaisinmaksuaika kotitalousvähennyksellä ja ilman kotitalousvähennystä. Huomionarvoisena asiana on, että takaisinmaksuaikojen laskennassa ei oteta huomioon investoinnin aikaisen rahan arvon muutosta eli laskentakorkokantaa. Tämän takia takaisinmaksuaika voi olla kannattava vaikka, muut tunnusluvut eivät. Arvio takaisinmaksuajasta on myös laskettu kokonaisina vuosina, sillä kassavirtalaskenta toteutettiin vuositasoilla, eikä esimerkiksi kuukausitasolla.

Kohteisiin 1, 4 ja 5 simuloitujen aurinkosähköjärjestelmien kannattavuutta on esitetty alla olevassa taulukossa (Taulukko 5):

TAULUKKO 5. Aurinkosähköjärjestelmien kannattavuuslaskennan tulokset

Kohde	PV teho			
	1,5 kWp	3 kWp	4,5 kWp	
1	Nettonykyarvo (NPV)	-383.87 €	-1 024.79 €	-1 731.46 €
	Investoinnin sisäinen korko (IRR)	2.4 %	1.3 %	0.7 %
	Takaisinmaksuaika (kotitalousvähennyksellä)	19 vuotta	21 vuotta	22 vuotta
	Takaisinmaksuaika (ilman kotitalousvähennystä)	20 vuotta	24 vuotta	25 vuotta
4	Nettonykyarvo (NPV)	392.28 €	219.51 €	-204.88 €
	Investoinnin sisäinen korko (IRR)	7.4 %	5.7 %	4.5 %
	Takaisinmaksuaika (kotitalousvähennyksellä)	10 vuotta	12 vuotta	14 vuotta
	Takaisinmaksuaika (ilman kotitalousvähennystä)	11 vuotta	14 vuotta	17 vuotta
5	Nettonykyarvo (NPV)	841.96 €	1 258.15 €	1 295.90 €
	Investoinnin sisäinen korko (IRR)	9.9 %	8.8 %	7.7 %
	Takaisinmaksuaika (kotitalousvähennyksellä)	8 vuotta	9 vuotta	10 vuotta
	Takaisinmaksuaika (ilman kotitalousvähennystä)	9 vuotta	10 vuotta	11 vuotta

Taulukossa taloudellisesti kannattava järjestelmä on esitetty vihreällä täyttövärillä ja kannattamaton punaisella. Taulukosta nähdään, että kohteeseen 1 ei ole taloudellisesti kannattavaa hankkia aurinkosähköjärjestelmää. Kohteen neljä kulu- tus oli vuositasolla myös hyvin maltillista, mutta laskennan perusteella aurin- kosähköjärjestelmän hankinta on silti niukasti kannattavaa. Mitä suurempi säh- köenergian kulutus, sitä kannattavampi on aurinkosähköjärjestelmän investointi. Tämä nähdään kohteen 5 taloudellisen kannattavuuden tunnusluvuista. (Tau- lukko 5)

Kaikkien kohteiden kulutus ja täten taloudellinen tuotto on myös niin alhaista, että ilman erillistä laskentatarkastelua voidaan sanoa, että investointikustannuksiltaan 1000–3000 € akun hankkiminen pienen kulutuksen kohteeseen yhdessä aurinkosähköjärjestelmän tai ilman aurinkosähköjärjestelmää on taloudellisesti kannattamatonta. Koska kulutus on vähäistä, on kulutuksen siirtämisestä halvemmille käyttötunneille saadut tuotot tai aurinkosähköjärjestelmän omakäytön kasvattamisen tuotot niin alhaisia, ettei niillä voida kattaa järjestelmän investointikustannusta sen eliniän aikana.

4.4 Tulokset ja johtopäätökset

Kohteina vapaa-ajanasuntojen kulutusprofiili on tasainen ja aurinkoenergian hyödyntäminen korvaamaan verkosta ostettavaa sähköenergiaa on perusteltua. Vuotuinen sähköenergian määrä on kuitenkin pientä, jolloin aurinkosähköjärjestelmän taloudellinen kannattavuus on huonoa tai kannattamatonta. Taloudellisen tuoton näkökulmasta aurinkosähköjärjestelmän hankintaa vapaa-ajan asuntoihin tulee harkita huolellisesti ja esimerkiksi investoinnin rahoittaminen lainalla tekee investoinnista helposti taloudellisesti kannattamattoman.

Kun mietitään vapaa-ajan asuntojen energiankäyttöä, on suurimmat kulutuskohteet talviaikainen ylläpito- tai kuivanapitolämmitys. Näihin kulutuskohteisiin aurinkosähköjärjestelmä ei tuo juurikaan hyötyjä. Taloudellisesti järkevämpää olisi tehostaa kiinteistön energian käyttöä olemassa olevilla ratkaisuilla ja niiden parantamisella kuin hankkia kohteeseen aurinkosähköjärjestelmä. Esimerkiksi ilmalämpöpumpulla tai sähkölämmityksen säädöllä ja lämpötilan pudotuksella voidaan tyhjänä oloajan energiankulutusta laskea merkittävästi, jolla alennetaan vapaa-ajan asunnon vuosittaisia energiakustannuksia merkittävästi.

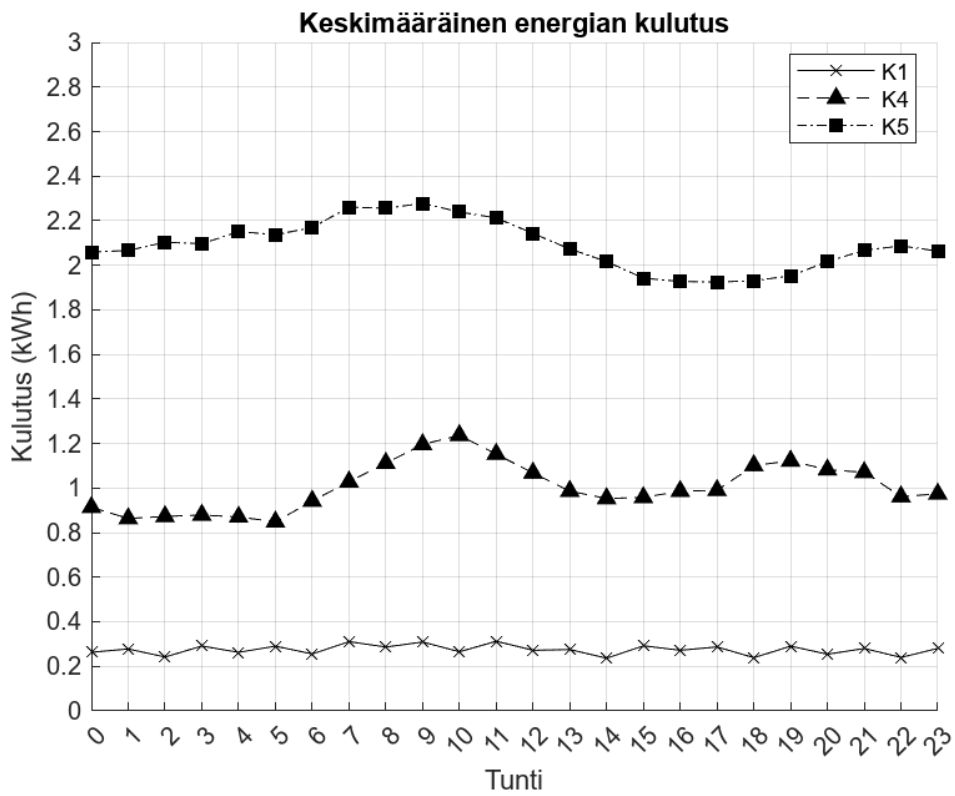
5 KUORMANOHJAUS JA KYSYNTÄJOUSTO

5.1 Kysyntäjouaston mahdollisuudet

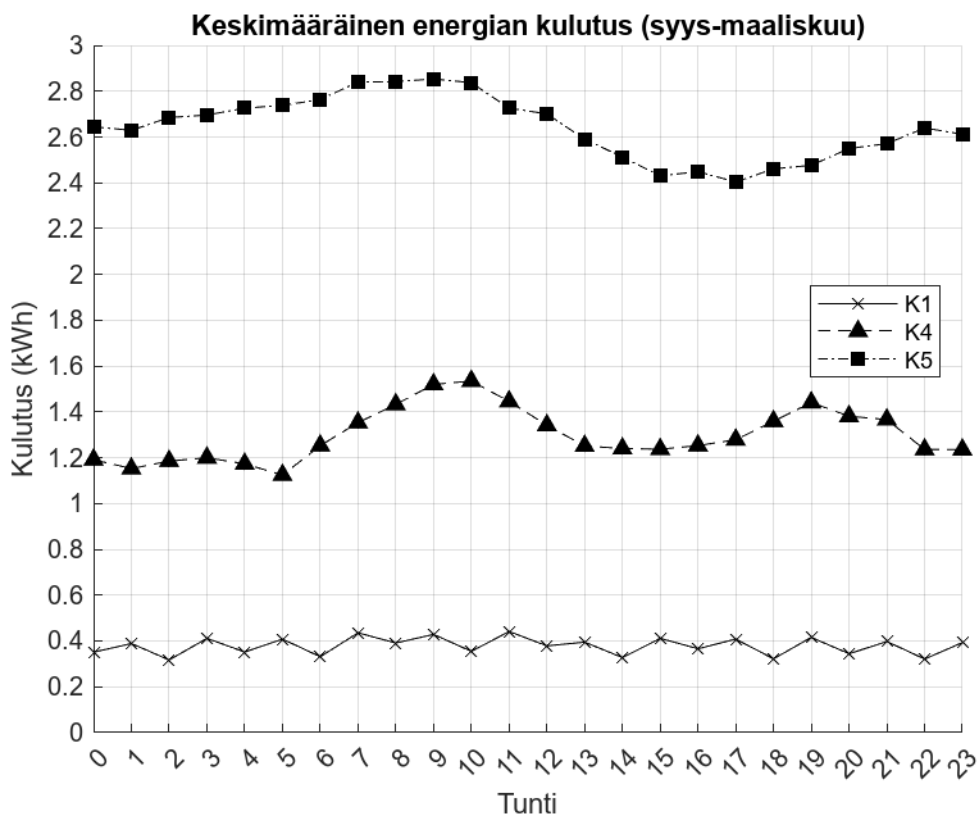
Vapaa-ajan asuntojen sähköenergian kuluista suuri osa koostuu sähköenergian siirtomaksuista. Lisäksi pörssisähköä käytävissä kohteissa mahdollisuudet vaikuttaa kulutuksen ajankohtiin poissaoloaikana ovat yleisesti vähäiset ilman erillisiä ohjausjärjestelmiä. Kuitenkin peruslämmitys voitaisiin suuressa osassa vapaa-ajan asuntoja sammuttaa muutamaksi tunniksi ja vastaavasti siirtää kuluista pois kalleimmilta tunneilta. Tällä saavutettaisiin isossa kuvassa jo merkittäviä säästöjä, vaikkakin säästöt jäänevät yksittäisen mökin omistajan kannalta vielä varsin pieniksi. Mikäli tätä kulutusjoustopotentiaalia aggregoitaisiin esimerkiksi siirtoverkkoyhtiöiden toimesta, tulisi tässä huomioida erityisesti mökin omistajan tai haltijan saavutettavissa oleva hyöty ja asetettava taloudellinen kannuste kulutusjoustoos osallistumiselle esimerkiksi pienentämällä näiden kiinteistöjen sähkönsiirron perusmaksua. Perusmaksu on näiden kiinteistöjen osalta merkittävä tekijä sähkön siirtohinnan osuudesta, etenkin poissaoloaikoina.

Kysyntäjouaston mahdollisuuksien laajemmassa kartoittamisessa on suurimpana haasteena tilastoinnin puute. Vapaa-ajan asuntojen tilastoinnissa ei ole tietoa siitä, kuinka moni näistä on liitetty sähköverkkoon tai miten niiden lämmitys on toteutettu. Vapaa-ajan asuntojen rakennusajankohdat on sentään tilastoitu, jolloin sen perusteella voidaan tehdä päätelmiä. Yhteensä kesämökkejä on koko maassa ollut vuoden 2023 tilaston mukaan hieman yli 503 000.

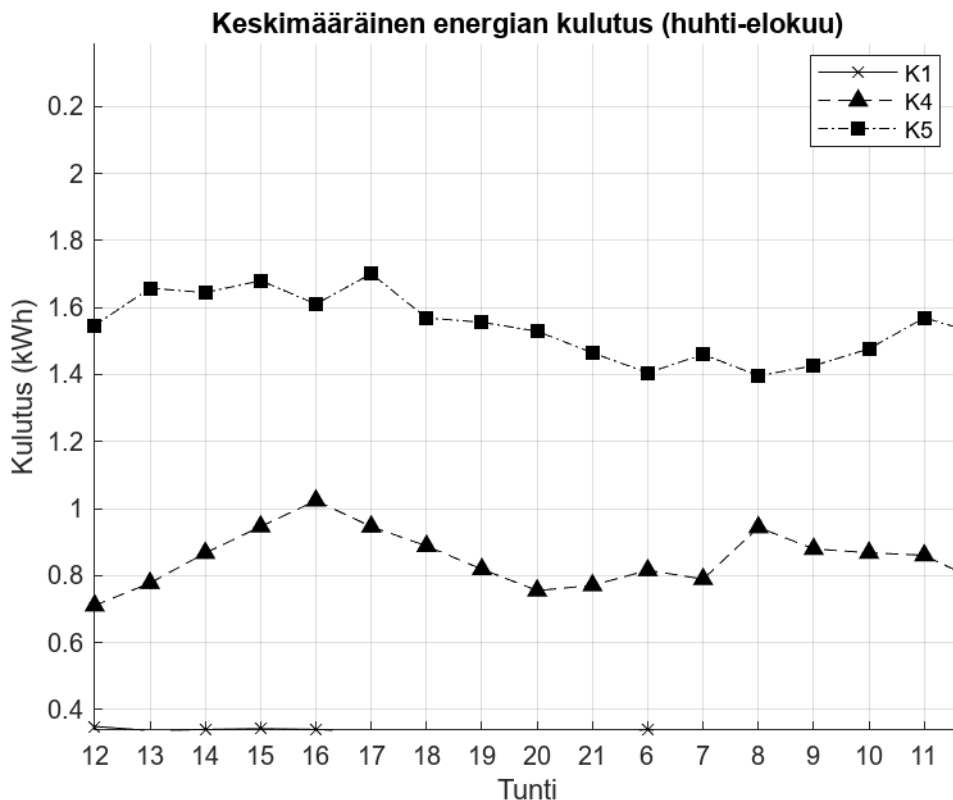
Hankkeessa tarkasteltiin tarkemmin kolmen erityyppisen kesämökin sähkön kuormitusprofiileita. Kohteiden kuormitusprofiilit ovat esitettynä alla kuvissa 11–13. Tutkittavat kohteet valittiin edustamaan erityyppisiä kuormitusprofiileita. Kohteiden kuvaukset on tiivistetty aiemmin taulukkoon 1.



KUVA 11. Kohteiden 1, 4 ja 5 vuosikulutusprofiili



KUVA 12. Kohteiden 1,4 ja 5 tyhjänä oloajan (syys-maaliskuu) kulutusprofiili



KUVA 13. Kohteiden 1,4 ja 5 kesäajan (huhti-elokuu) kulutusprofiili

Kohteen 1 tasainen kulutusprofiili kuvaa hyvin kohdetta, jossa ei ole käyttövesijärjestelmiä ja niihin liitettyä lämminvesivaraajaa. Tällöin kuormitusprofiili on poissaoloaikana hyvin tasainen. Lisäksi kyseinen kohde ei ollut kovin suuri ja lämmityskaudella peruslämmön taso oli aseteltu varsin matalalle, noin +7 asteeseen. Kohteessa ei lämmitysjärjestelmän lisäksi ollut juurikaan muita merkittävää sähkökuormaa aiheuttavia laitteita (pl. sähköliesi), jolloin kesäaikana kulutusprofiili jää hyvin matalaksi.

Kohteessa 4 on hieman suuremman lämmitettävän alan lisäksi myös käyttövesijärjestelmä, jossa on lämminvesivaraajan lisäksi myös saattolämmitys osassa tulovesiputkea. Lisäksi kohde oli selvästi ensimmäistä paremmin varusteltu. Kulutusprofiilista huomataan hieman korkeamman peruslämmön tason lisäksi myös varaajan vaikutus.

Kohde 5 otettiin mukaan vertailuun tuomaan esiin lämmityksen asettelun merkitys. Tässä kohteessa vuosikulutus oli yli kaksinkertainen verrattuna kohteeseen 4, mutta käyttöasteen tai varustelun poikkeamat eivät tätä riittäneet selittämään. Mittausten avulla selvitettiin poikkeavan energiankulutuksen selittäväksi tekijäksi kylpyhuoneen lattialämmitys, joka poissaoloaikoina päätyi liian korkean asettelu-

arvon johdosta toimimaan lähes jatkuvasti. Tällöin myöskään kohteen ilmalämpöpumppu ei juurikaan päässyt tuottamaan kiinteistöön lämpöä. Kuten kuvista 11 ja 12 huomataan, on lämmityksen heikomman hyötysuhteen kautta kohteen kulutusprofiili yli kaksinkertainen verrattuna kohteeseen 4.

5.2 Talviaikaiset kuormanohjausmahdollisuudet

Talviaikaan vapaa-ajan asunnoissa on melko vähäisesti mahdollisuuksia kuormanohjaukseen. Mikäli mökkiä pidetään jo mahdollisimman alhaisella peruslämmöllä jäätymis- ja kosteusriskien minimoimiseksi, jää ohjattavaksi kuormaksi lähinnä lämminvesivaraajan vastus. Varaajan pidempiaikainen ohjaus pois päältä asettaa haasteita lämpimän veden pitämiselle asumisterveysasetuksen mukaisena. Ohjauksen keston vaikuttaa varaajan tilavuus, lämpötilataso ennen ohjausta, varaajan eristys sekä ympäröivän tilan lämpötila.

Mikäli mökissä on erillinen suojaus vesijärjestelmien jäätymistä vastaan, voidaan ohjata myös muuta lämmitysverkkoa. Kuitenkin tulee huomioida, että yksittäisen kiinteistön osalta tässäkin tapauksessa varsin pienistä kokonaistehoista. Ohjauksien yhteyteen voisikin olla järkevää asentaa jäätymissuojauksen varmistamiseksi soveltuvat lämpötila-anturit, jotka kytkisivät sulanapitojärjestelmät päälle tarvittaessa, muun lämmitysjärjestelmän osallistuessa kysyntäjousto.

Kuitenkin tarkastellessa verkkoaluetta kokonaisuutena, voi tämä saavutettavissa oleva tehorajoitus muuttua sähköverkon kannalta merkittäväksi. Tämän tulkinta on kuitenkin syytä jättää verkkoyhtiöiden arvioitavaksi.

5.3 Pörssisähkön vaikutus energian käytön kustannuksiin

Pörssisähköä käytettäessä kannattaa vapaa-ajan asunnossa tarkastella mitä kaikkia laitteita voitaisiin ohjata osittain tai kokonaan pörssisähkön hinnan perusteella. Näistä merkittävimpiä voivat olla esimerkiksi lämmitysjärjestelmä, ilmalämpöpumppu ja lämminvesivaraaja. Ohjaus voidaan toteuttaa erillisjärjestelmin, kuten esimerkiksi Shellyn etäohjattavien releiden tai Eonionin jne. automaattoratkaisuilla tai verkkoyhtiöstä riippuen AMR2 -älymittarin kautta. Verkkoyhtiöiden käyttöliittymät saattavat mahdollistaa erilaisia ohjausratkaisuita, kuten esimer-

kiksi halvimpien tuntien hyödyntämisen tai hintaraja-asettelun. Molemmissa ratkaisumalleissa tulee kuitenkin tarkastella erikseen se, että peruslämpöä on kiinteistössä talvikaudella riittävä määrä tarvittaessa.

Ohjauksien avulla on usein myös mahdollista ajoittaa mökin sisälämpötilan nosto jo ennen mökille saapumista, mikäli mökkiä käytetään talvikaudella. Tämä toimenpide voidaan myös ajoittaa pörssisähkön edullisimmille tunneille, jolloin voidaan vaikuttaa lämmityksen kustannuksiin.

5.4 Tulokset ja johtopäätökset

Mikäli mökissä pidetään poissaoloaikana mahdollisimman matalaa peruslämpöä tai käytetään kuivanapitolämmitystä, joka sallii sisäilman laskun jopa pakkaselle, ei yleisesti näissä mökeissä ole juurikaan potentiaalista säästöä kuormanohjauksella saavutettavaksi. Hieman korkeamman peruslämmön (yli +10 astetta) kohteissa voitaisiin verkkoyhtiöiden toimesta ohjata lyhytkestoisesti lämmityskuormaa. Käyttäjän puolelta voitaisiin saada pieni taloudellinen hyöty, jos kuormanohjauksella vältetään pörssisähköä käytettäessä kalleimmat tunnit ja saadaan käyttöä ajoitettua edullisemmille tunneille. Tehopiikkien hallinnassa korostuu vuorostaan erityisesti lämminvesivaraajien ohjaus. Mikäli lämminvesivaraajat asetellaan niin, että termostaatti sallii varaajan lämmittämisen korkeampaan (yli 70–80 astetta) lämpötilaan, voidaan varaajan lämpöhäviöistä riippuen tehonkäytön ajankohtaan vaikuttaa merkittävästikin vuorokauden sisällä.

Ohjausten taloudellinen kannuste jää kiinteähintaista sähkösopimusta käytettäessä varsin pieneksi, koska yksittäisessä mökissä käytön ajoituksella ei voida kuitenkaan saavuttaa erityisen suuria säästöjä ja ohjausten toteuttamisen kustannukset ovat varsin korkeita erikseen toteutettuna. Mikäli ohjausta aggregoitaisiin esimerkiksi siirtoverkkoyhtiöiden toimesta antamalla taloudellinen kannuste vaikkapa siirron perusmaksun yhteydessä, voisi ohjausten asentamisesta tulla jopa taloudellisesti kannattavaa. Suuremmassa mittakaavassa tällä voitaisiin saavuttaa merkittäviäkin vaikutuksia sähkön kulutuspiikkeihin ja siten myös osaltaan sähköverkon vakauteen sekä mahdollisesti jopa sähkön pörssihintaan.

6 YHTEENVETO

Kesämökeissä on varustelusta riippuen jonkin verran tai hyvin mahdollisuuksia energian säästöön. Mökin kulutukseen suhteutettuna nämä säästöt voivat olla hyvinkin suuria. Kuitenkin sähköenergian vuosikulutuksen ollessa alle 10 000 kWh/mökki, ei kustannussäästöillä saada helposti katettua laajempia saneerauksia energiansäästömielessä. Tällöin parhaita vaikuttavuuksia saadaan erityisesti käyttäjien toimilla joista tärkeimpänä voidaan pitää tyhjänäoloajan sisälämpötilan laskua. Etenkin pidemmille tyhjäksi jätetyille ajanjaksoille kannattaakin pyrkiä talotekniikan osalta mahdollistamaan matalamman sisälämpötilan käyttö. Tähän tähtäävät toimenpiteet riippuvat mökin varustelusta sekä jossain määrin rakenteista.

Saneerausten yhteydessä on järkevää huomioida mahdollisuudet järjestelmien etäohjaukseen ja valvontaan sekä pyrkiä vähentämään rakennuksen energiantarvetta pienentämällä lämpöhäviöitä. Etäohjauksen lisääminen kannattaa etenkin sähkösaneerausten yhteydessä, jolloin myös satunnaisen käytön kohteissa saadaan energiansäästön lisäksi lisättyä myös käyttömukavuutta.

Siirtomaksujen muodostaessa vapaa-ajan asuntojen sähköenergian kuluista usein suurimman osan, voidaan tapauskohtaisesti saada hyötyä myös aurinkosähköjärjestelmistä. Järjestelmän hyvä suunnittelu on merkittävässä roolissa myös saavutettavissa olevien hyötyjen arvioinnissa.

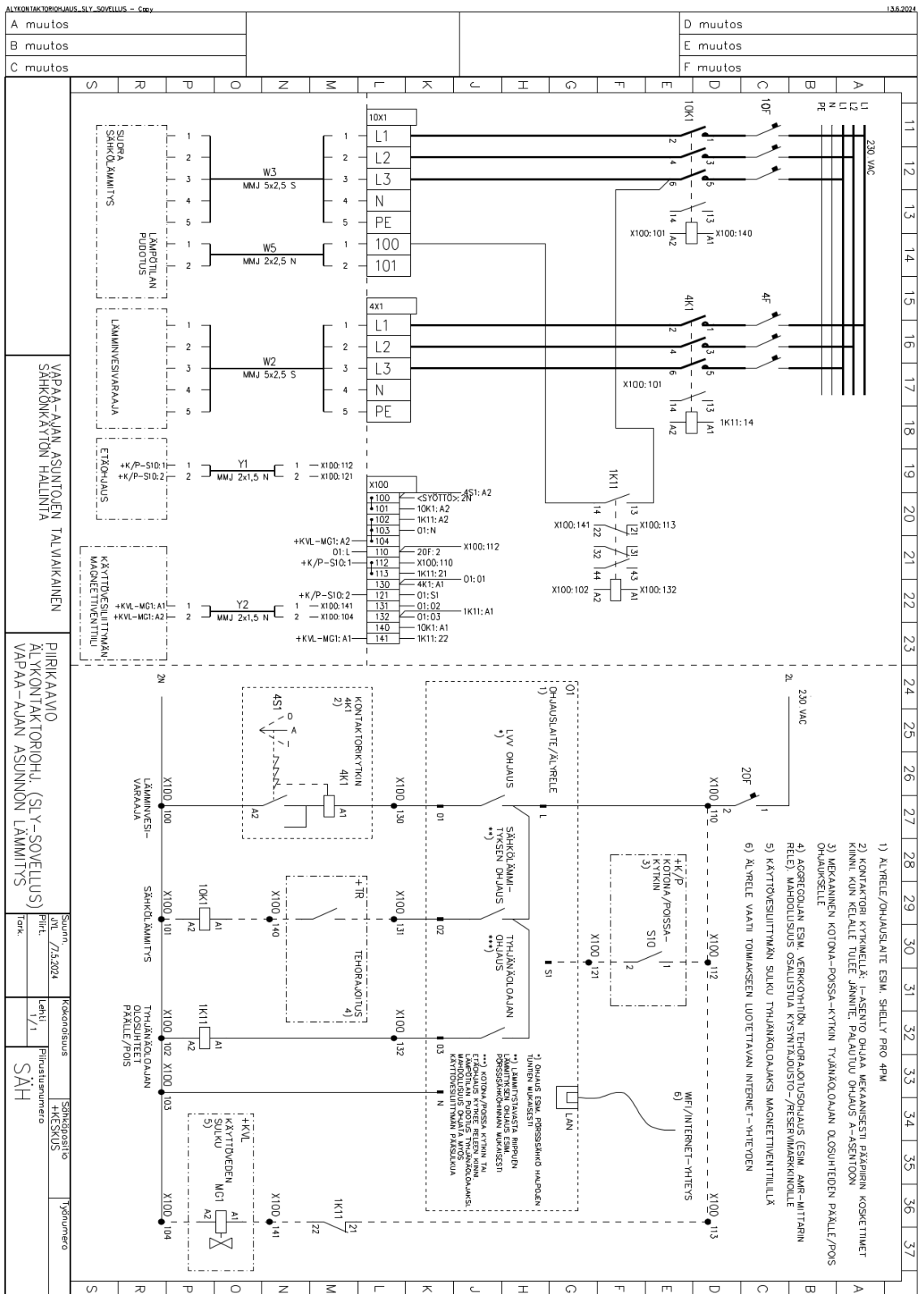
Vapaa-ajan asuntojen kysyntäjoustopotentiaali on yksittäisen kohteen kannalta hyvin vähäinen, mutta kollektiivisesti katsottuna merkittävä. Etenkin peruslämmöllä olevat ja käyttövesivaraajilla varustetut mökit, joita käytetään satunnaisesti muodostavat verkkotasolla jo varmasti näkyvän potentiaalin. Ratkaisuiden yleistymistä varten tähän tarvittaisiin laajemmin aggregointia hoitava taho.

LÄHTEET

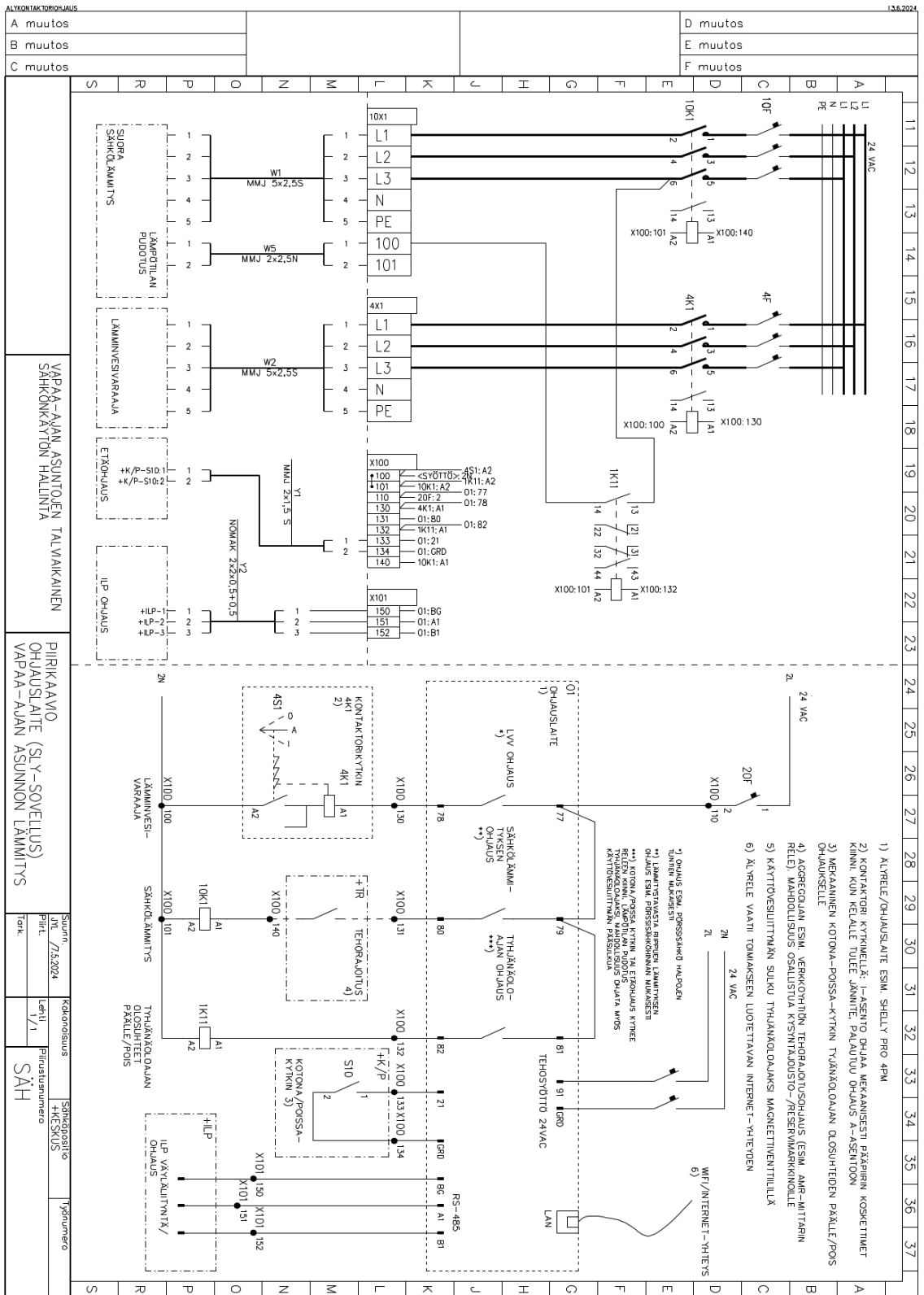
- [1] Tilastokeskus, "Kesämökit valmistumisen mukaan". Viitattu: 28. syyskuuta 2023. [Verkossa]. Saatavissa: https://pxdata.stat.fi/PxWeb/pxweb/fi/StatFin/StatFin__rakke/statfin_rakke_pxt_116k.px/table/tableViewLayout1/
- [2] *Energiatehokkuuslaki 1429/2014*. Oikeusministeriö, Edita Publishing Oy. Viitattu: 25. huhtikuuta 2023. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2014/20141429>
- [3] *Laki rakennuksen energiatodistuksesta 50/2013*. Oikeusministeriö. Viitattu: 25. huhtikuuta 2023. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130050>
- [4] *Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta 1010/2017*. Viitattu: 15. toukokuuta 2023. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>
- [5] Kirkkari, Anna-Maija ja Rytönen, Arja, *Vapaa-ajan asumisen ekotehokkuus*. Ympäristöministeriö. Viitattu: 17. kesäkuuta 2024. [Verkossa]. Saatavissa: <https://core.ac.uk/download/pdf/14926604.pdf>
- [6] *Ympäristöministeriön asetus rakennusten vesi- ja viemärlaitteistoista 1047/2017*. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171047#Pidm46111190711968>
- [7] *Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksesta 545/2015*. [Verkossa]. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150545>

LIITTEET

Liite 1. Piirikaavio. SLY-sovelluskytkentä älykontaktorilla vapaa-ajan asuntoon



Liite 2. Piirikaavio. SLY-sovelluskytkentä ohjauslaitteella tai ohjelmoitavalla logiikalla vapaa-ajan asuntoon



A muutos	D muutos
B muutos	E muutos
C muutos	F muutos

Summa	Kokonaissumma	Sähköpostiosoite	Työnumero
7/15/2024		HKEKESKUS	
Piiritt.	Lähti	Pinjalusnumero	
	1/1		
Tark.			

PIIRIKAAVIO
 OHJAUSLAITE (SLY-SOVELLUS)
 VAPAA-AJAN ASUNNON LÄMMITYS
 SÄH