

Energiatehokkaiden malliratkaisujen seuranta ja asukasnäkökulma

**Aki Pesola, Miikka Autio, Jonas Alam,
Laura Ylimäki, Laura Descombes,
Iivo Vehviläinen & Juha Vanhanen**



ASUMISEN RAHOITUS- JA KEHITTÄMISKESKUKSEN
RAPORTTEJA 1 | 2016

Energiatehokkaiden malliratkaisujen seuranta ja asukasnäkökulma

**Aki Pesola, Miikka Autio, Jonas Alam,
Laura Ylimäki, Laura Descombes,
Iivo Vehviläinen & Juha Vanhanen**

LAHTI 2016

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus



ASUMISEN RAHOITUS- JA KEHITTÄMISKESKUKSEN RAPORTTEJA I | 2016
Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA)

Kansikuva: Aki Pesola, Gaia Consulting Oy (Puuseppä, Kuopio)
Taitto: Iiris Väistölä, Juvenes Print

Julkaisu on saatavana internetistä:
www.ara.fi/julkaisut

Lahti 2016

ISBN 978-952-11-4548-3 (PDF)
ISSN 1797-5514 (verkkojulk.)

ESIPUHE

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) vastaa keskeisesti valtion asuntopoliittikan toimeenpanosta. ARA kuuluu ympäristöministeriön hallinnon alaan. ARA myöntää asumiseen ja rakentamiseen liittyviä avustuksia, tukia ja takauksia sekä ohjaa ja valvoo ARA-asuntokannan käyttöä. ARA on myös mukana asumisen kehittämiseen ja asuntomarkkinoiden asiantuntijuuteen liittyvissä hankkeissa ja tuottaa alan tietopalvelua.

”Energiatehokkaiden malliratkaisujen seuranta ja asukasnäkökulma” -selvityksen lähtökohtana oli ARAn vuosina 2009–2012 toteuttama Asumisen uudistaminen -projekti, jonka tavoitteena oli kehittää ja parantaa asuntokannan ja -alueiden energiatehokkuutta. Projektin kokeiluhankkeissa olivat mukana matala-, passiivi- ja nollaenergiaratkaisut.

Selvitys tehtiin ARAn kehittämisrahahankkeena. Tavoitteena oli saada tietoa energiatehokkaiden ARA-kohteiden onnistuneista ja kehittämistä vaativista suunnittelu- ja toteutusratkaisuista, joiden perusteella ARA ja hankkeiden toteuttajat voisivat parantaa tulevien hankkeiden laatua. Kohteiksi valittiin yhdeksän rakennusta eri puolilta Suomea. Rakennusten suunnittelusta ja käytöstä kerättiin tietoa suunnittelijoilta, kiinteistönomistajilta ja asukkailta.

Kiitämme asiantuntevasta työstä selvityksen tekijöitä, Gaia Consulting Oy:stä Aki Pesolaa, Miikka Autiota, Jonas Alamia, Laura Ylimäkeä, Laura Descombesia, Iivo Vehviläistä ja Juha Vanhasta. Kiitos kuuluu yhteistyöstä myös selvityksen kohteina olleiden kiinteistöjen omistajille ja henkilökunnalle, suunnittelijoille ja asukkaille.

Lahdessa 10.11.2015

Vesa Ijäs
kehittämisarkkitehti

Marianne Matinlassi
kehittämisspällikkö

Hanna Koskela
johtava ylitarkastaja

Sisällys

ESIPUHE	3
I Johdanto	7
1.1 Raportin sisältö.....	7
1.2 Raportin rakenne.....	8
2 Tarkasteltavat kohteet	9
2.1 Nollaenergiatalot.....	9
2.1.1 Jampankaaren palvelutalo	9
2.1.2 Opiskelija-asuntola Puuseppä	14
2.1.3 Onnelanpolun palvelutalo	19
2.1.4 Lantti-talo	25
2.2 Passiivitalot.....	29
2.2.1 Soinisen passiivitalot	29
2.2.2 Kaaripolun palvelukoti.....	32
2.2.3 Leinikkien opiskelija-asunnot	37
2.2.4 Isopurjeen passiivitalo.....	41
2.2.5 Innova-talo, kerrostalon passiivikorjaus.....	45
3 Yhteenveto	49
3.1 Energiankulutus	49
3.2 Hiilijalanjälki.....	52
3.3 Käyttökokemukset	53
3.4 Johtopäätökset ja suositukset	54
Lähteet	55
Termit ja käsitteet	56
Luettelo kuvista ja taulukoista	58
Kuvailulehti	60
Presentationsblad	61

1 Johdanto

Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskuksen (ARA) kehittämistoiminnan tavoitteena on ollut kehittää erityisesti kohtuuhintaista vuokra-asuntotuotantoa. ARA-tuotannossa yhdeksi keskeiseksi tavoitteeksi on asetettu aiempaa energiatehokkaampien ratkaisujen aikaansaaminen sekä rakennus- että asuinaluetasolla. ARA on ollut mukana kehittäjänä ja / tai rahoittajana kaikissa tässä raportissa esitetyissä kohteissa.

Selvitystyö toteutettiin helmi-syyskuussa 2015 ja sitä on ohjannut Vesa Ijäs, Hanna Koskela ja Marianne Matinlassi ARasta. Selvityksen on toteuttanut riippumaton asiantuntijayhtiö Gaia Consulting Oy.

1.1

Raportin sisältö

Raportissa vertaillaan yhdeksän vuosien 2010–2014 aikana valmistuneen energiatehokkaan rakennuksen suunnitteluvaiheen laskennallista energiankulutusta todelliseen toteutuneeseen kulutukseen. Raportissa esitellään kohdekohtaisesti suunnitteluratkaisut, jotka vaikuttavat tarkasteltujen rakennusten energiatehokkuuteen. Kulutusvertailun ja toteutettujen suunnitteluratkaisujen pohjalta esitetään johtopäätökset suunnitellun energiatehokkuuden toteutumisesta, energiankulutuksesta aiheutuvan hiilijalanjäljen suuruudesta sekä rakennuksen suunnittelun ja käytön onnistumisesta.

Tarkastellut rakennukset on suunniteltu joko nollaenergia- tai passiivitasoisiksi. Lista kohteista on esitetty taulukossa 1.

Taulukko 1. Selvityksessä mukana olevat kohteet.

KOHDE	VALMISTUMIS- VUOSI	RAKENNUSTYYPI
Jampankaaren palvelutalo, Järvenpää	2011	Palvelurakennus, nollaenergiatalo
Opiskelija-asuntola Puuseppä, Kuopio	2011	Asuinkerrostalo, nollaenergiatalo
Onnelanpolun palvelutalo, Lahti	2014	Palvelurakennus, nollaenergiatalo
Lantti-talo, Tampere	2012	Erillispientalo, nollaenergiatalo
Soinisen passiivitalot, Naantali	2013	Rivi-/paritalo, passiivitalo
Kaaripolun palvelutalo, Siilinjärvi	2012	Palvelurakennus, passiivitalo
Leinikkien opiskelija-asunnot, Joensuu	2011	Rivi-/pienkerrostalo, passiivitalo
Isopurjeen passiivitalo, Oulu	2010	Asuinkerrostalo, passiivitalo
Innova-talo, Riihimäki	2012 (saneeraus)	Asuinkerrostalo, passiivisaneeraus

Energiankulutustietojen lisäksi raportissa tuodaan esiin asukkaiden asumiskokemuksia sekä rakennusten omistajien ja suunnittelijoiden näkemyksiä, joita voidaan hyödyntää energiatehokkaiden rakennusten suunnittelussa ja käytössä.

Selvitystyössä hyödynnettiin tuoreinta saatavilla olevaa suunnitteluaineistoa, joka saatiin tilaajalta (ARA) sekä kohteiden rakennuttajilta, suunnittelijoilta, urakoitsijoilta, arkkitehtitoimistoilta ja kohteiden suunnitteluvaiheen energia-asiantuntijoilta. Lisäksi tietoja täsmennettiin asukkaille sekä kohteiden suunnitteluun, rakentamiseen ja käyttöön osallistuneille tahoille suunnatuilla kyselyillä.

1.2

Raportin rakenne

Raportointi on tehty kohdekohtaisesti siten, että luvussa 2 on jokaisen tarkastellun rakennuksen osalta kuvattu niiden perustiedot, rakennuksen suunnitteluvalinnat, suunniteltu ja toteutunut energiankulutus sekä mahdollinen oma energiantuotanto. Lisäksi on esitetty rakennuksen suunnitteluun ja / tai ylläpitoon osallistuvien tahojen näkemyksiä liittyen lähinnä kohteen teknisiin ratkaisuihin. Myös asukkaiden kokemuksia on nostettu esiin, mikäli näitä on hankkeen aikana saatu. Luvussa 2 esitetään kohdekohtaisesti vastaukset ennen kaikkea seuraaviin kysymyksiin:

- Millaiset energiatehokkuuslähtökohdat tarkasteltavissa kohteissa valitut suunnitteluratkaisut ovat tuottaneet?
- Millainen on rakennusten todellinen mitattu energian kulutus?
- Miten rakennusten asukkaat ovat kokeneet asumisen näissä kohteissa?

Luvussa 3 on esitetty yhteenveto kohteiden energiankulutuksista ja hiilijalanjäljistä, käyttökokemuksista sekä suunnitteluun ja ylläpitoon osallistuneiden tahojen näkemyksistä. Luvussa esitetään myös suosituksia rakennusten energiatehokkuuden tukemiseen liittyen. Luku 3 vastaa ennen kaikkea seuraavaan kysymykseen:

- Mitä johtopäätöksiä voidaan tehdä kohteiden energiatehokkuuden ja hiilijalanjäljen toteutumisesta suhteessa suunniteltoon?

Lista raportin kuvista ja taulukoista on koottu raportin loppuun. Tarkasteltujen kohteiden pääyhteyshenkilöt on esitetty lähdeluettelossa.

2 Tarkasteltavat kohteet

2.1

Nollaenergiatalot

2.1.1

Jampankaaren palvelutalo

Järvenpäässä sijaitseva Jampankaaren palvelutalo suunniteltiin esteettömäksi nollaenergiataloksi. Tavoitteena oli löytää teknisesti, taloudellisesti ja toiminnallisesti optimaalinen nollaenergiarakennuksen toteutuskonsepti ARA-asuinkiinteistöihin. Tontilla aiemmin sijainnut vanha rakennus purettiin ja kaavaan lisättiin rakennusoikeutta. Nollaenergiatalossa haasteena ei ole lämmitysenergian tarve, vaan rakennuksen viilennystarve kesäaikaan. Järvenpäässä viilennys on toteutettu maaviileän avulla. Kohteessa tuotettua lämpöä myydään ajoittain viereisiin rakennuksiin – tämä korostuu etenkin kesäaikaan kun aurinkolämpöä tuotetaan yli oman tarpeen. Järvenpään Jampankaaren palvelutalo ja Kuopion opiskelija-asuntola Puuseppä rakennettiin yhteistyökehittämishankkeina.

Taulukko 2. Jampankaaren perustiedot.

KOHTEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Palvelurakennus, uudiskohte
Sijainti:	Jampankaari, Järvenpää
Koko:	2 568 brm ² , 44 asuntoa
Valmistumisvuosi:	2011
Rakennuttaja:	Järvenpään Mestariasunnot Oy
Arkkitehtisuunnittelu:	Arkkitehtistudio Kujala & Kolehmainen Oy
Lämmitysmuoto:	Maalämpö, aurinkolämpö, kaukolämpö
Oma energiantuotanto:	Maalämpö, maaviileä, aurinkolämpö, aurinkosähkö, hissien jarrutusenergian talteenotto
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha todistus) Toteutunut: A (vanha todistus)
Netto-osteoenergia:	80 MWh/v (31 kWh/brm ²) (v. 2014)
Hiilijalanjälki:	20 tnCO ₂ /v (8 kg/brm ²) (v. 2014)



Kuva 1. Jampankaaren palvelutalon julkisivu.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Jampankaaren palvelutalon sisäpiha avautuu etelään. Rakennuksen kantavan rungon materiaali on teräsbetoni. Ulkovaippa on pääasiallisesti eristetty uretaanilla ja yläpohja suulakepuristetulla polystyreenillä. Ikkunoiden yläpuolelle on asennettu varjostavia säleikköjä vähentämään viilennystarvetta. Itse ikkunat ovat nelinkertaiset ja selektiivisesti pinnoitetut. Matkapuhelinten kuuluvuus on haluttu varmistaa erikseen asennetuilla GSM-sisäverkoilla.

Aurinkokeräimet on sijoitettu katolle ja suunnattu etelään päin vuotuisen tuotannon maksimoimiseksi. Aurinkolämpö ja maalämpö vähentävät kohteen kaukolämmön tarvetta. Lämpö jaetaan kohteessa vesikiertoisella lattialämmityksellä. Keväällä, kesällä ja syksyllä lämmön tarpeen ylittävä lämmöntuotanto ohjataan viereisten rakennusten tarpeisiin. Palvelutalon katolle ja seinälle on sijoitettu aurinkopaneeleita, joilla tuotetaan sähköä kiinteistön omaan käyttöön. Kulutuksen ylittävä tuotanto on mahdollista myydä jakeluverkkoon, mutta sähkö pyritään käyttämään aina itse. Suunnitteluvaiheen jälkeen tehdyt lisäinvestoinnit maalämpöjärjestelmään mahdollistavat itse tuotetun sähkön hyödyntämisen maalämpöpumpun kompressoreiden tehonlähteenä. Kun aurinkosähköä ei ole saatavilla, pyritään maalämpöpumpun kompressoreita ajamaan yösähköllä. Rakennuksen viilennys on toteutettu maaviileällä, joka jaetaan asuntoihin ilmanvaihdon pattereiden välityksellä.



Kuva 2. Aurinkosähköpaneeleita ja aurinkolämpökeräimiä Jampankaaren palvelutalon katolla. Sijoittelussa on pyritty minimoimaan rakenteiden synnyttämät varjostukset.

Kohteessa käytetään huoneistokohtaista koneellista ilmanvaihtoa, johon on yhdistetty lämmön talteenotto ja lämmitys- / viilennyspatterit. Rakennuksen hississä on käytössä KERS-järjestelmä, joka mahdollistaa hissien jarrutusenergian varastoinnin ja hyödyntämisen. Kiinteistössä ei vielä ole käytössä LED-valaistusta, mutta siihen siirtymistä on suunniteltu. Kaikki yleisten tilojen valaisimet ovat liiketunnistimilla ohjattuja.

Kohteen teknisessä tilassa voidaan säätää ja seurata yleisten tilojen ja yksittäisten huoneistojen lämpötiloja ja muita ominaisuuksia sekä ohjata energiajärjestelmän

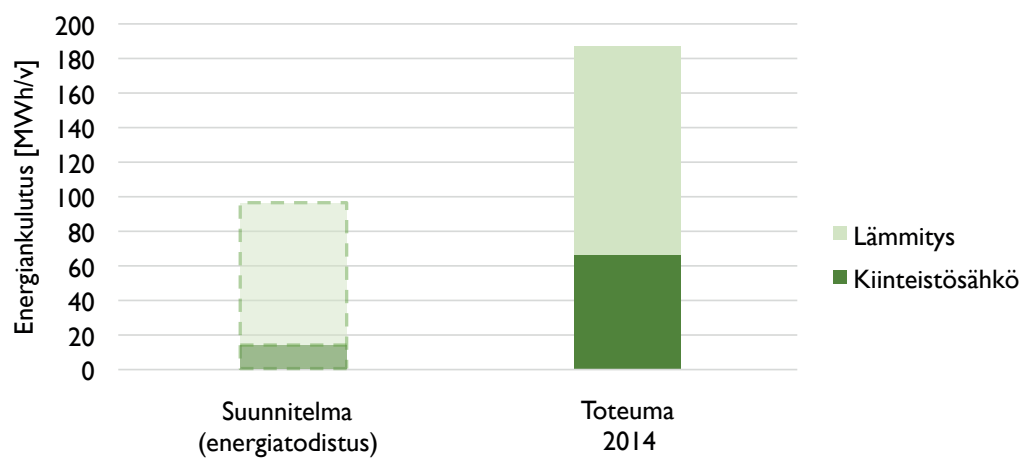


Kuva 3. Maalämpöpumppu ja vesivaraaja Jampankaaren palvelutalon teknisessä tilassa.

toimintaa. Asukkailla ei ole mahdollisuutta säätää huoneistokohtaisia asetuksia. Teknisten tilojen mitoitus on vastannut tarvetta hyvin ja se salli myöhemmin hankittujen maalämpökompressoreiden asentamisen ilman ongelmia.

Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus ja -tuotanto

Kuvassa 4 on esitetty Jampankaaren palvelutalon energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuonna 2014. Kiinteistön käyttötarkoitus muuttui rakennusvaiheen aikana kokonaan palvelutaloksi. Aiemman suunnitelman mukaan palvelutalona oli tarkoitus toimia ainoastaan kaksi alinta kerrosta loppujen tilojen ollessa seniorivuokra-asuntoja. Käyttötarkoituksen muutoksen myötä kohteen suunnitteluarvot (energiatodistus) eivät enää vastanneet lopullista toteutusta. Merkittävin muutos kohdistui keskilämpötilan nostoon 21 celsiusasteesta 23 celsiusasteeseen. Keskilämpötilan nousu vaikuttaa merkittävästi kohteen lämmönkulutukseen.

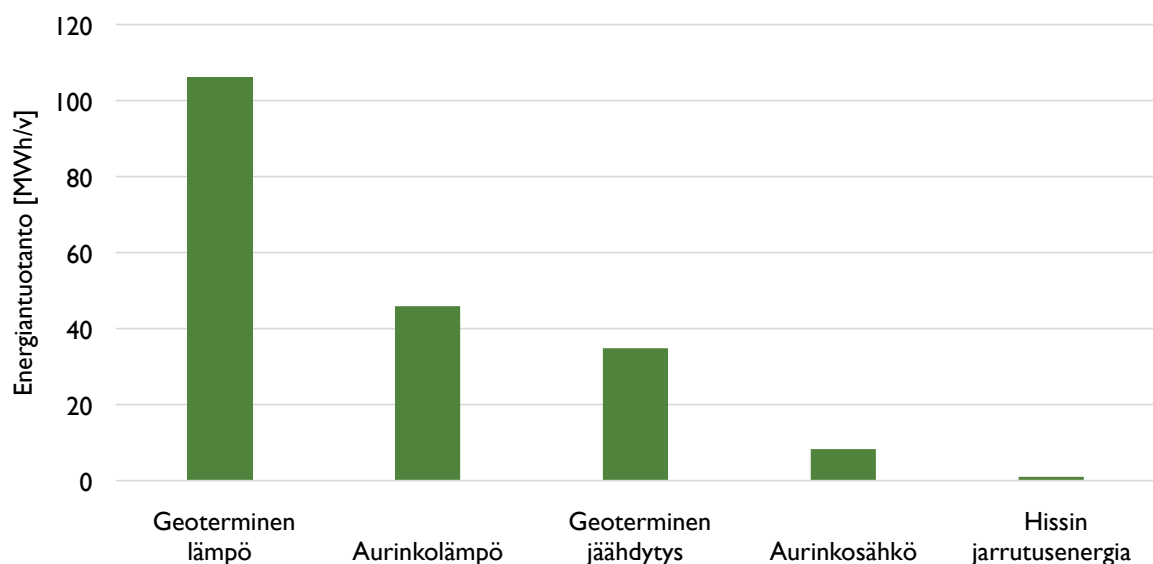


Kuva 4. Jampankaaren palvelutalon energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuonna 2014. Kulustiedot suunnitelman ja toteuman osalta kuvaavat energiantarvetta, eli luvuista ei ole vähennetty omaa tuotantoa. Ostoenergian määrä on siis pienempi kuin kuvassa esitetty.

Myös maalämpöinvestoinnit toteutettiin suunnitteluvaiheen jälkeen. Geoterminen jäähdytys (maaviileä) on ollut olennainen osa käyttötarkoituksen muutosta, koska palvelutalon henkilökunnan sekä koneiden ja laitteiden synnyttämää lämpökuormaa ei ole otettu huomioon alkuperäisen suunnitelman jäähdytystarvetta määritettäessä. Lisääntynyt jäähdytystarve on katettu maaviileällä, joka lisää jonkin verran sähkön kulutusta, vaikka sen tuotannossa on voitu osittain hyödyntää itse tuotettua aurinkosähköä. Kohteen merkittävät sähkökuormat mahdollistavat itse tuotetun sähkön korkean omakäyttöasteen ja sähköä on tarvinnut myydä verkkoon vain marginaalisia määriä.

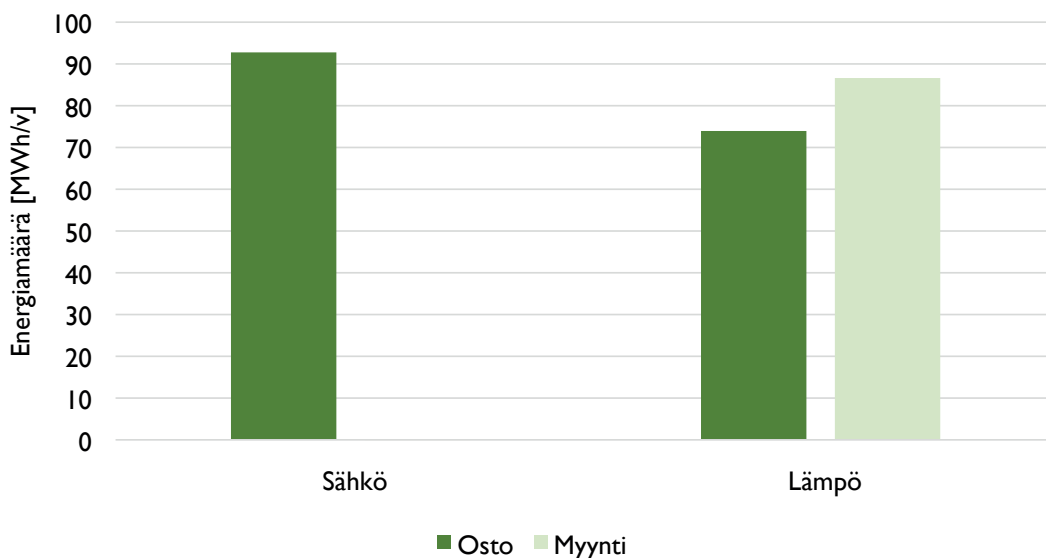
Kiinteistösähkön suurempi toteutunut kulutus verrattuna suunniteltuun selittyy osittain myös kiinteistön suunnittelusta poikkeavalla käyttötarkoituksella. Hissin suuri käyttöaste, jatkuvasti päiväsaikaan päällä olevat valot ja suurempi henkilömäärä sisällä nostavat kiinteistösähkönkulutusta. Suunnitteluvaiheessa ei myöskään huomioitu kohteen käyttötapamuutoksen vaatimien lisälaitteiden, kuten valvontakameroiden, tietokoneiden ynnä muiden sähkönkulutusta. Suunnitteluvaiheen jälkeen kohteeseen on myös asennettu matkapuhelinten kuuluvuuden varmistamiseksi erillisiä sisäverkkoja. Kuvan 4 sähkönkulutuksen toteumassa on mukana täysimääräisesti myös mm. aurinkolämpöjärjestelmän kiertovesipumppujen sähkönkulutus, vaikka osa tästä pitäisi allokoida naapurirakennuksille, sillä merkittävä osa tuotetusta aurinkolämmöstä myydään naapuritalojen käyttöön. Maalämpöpumpun kuluttama sähkö ei sisälly kuvan 4 kiinteistösähkön kulutukseen; pumppujen tuottama lämpö on otettu huomioon lämmitysenergian kulutuksessa.

Palvelutalokonsepti sopii hyvin aurinkolämmön hyödyntämiseen, koska päivällä tuotettua lämpöä voidaan hyödyntää käyttöveden lämmityksessä tehokkaasti. Palvelutaloissa lämpimän veden kulutus on tyypillisesti korkeimmillaan auringonpaistetuina. Mahdollisuus ohjata kysynnän ylittävää aurinkolämmön tuotantoa viereisiin rakennuksiin luo lisää joustoa kysyntään tarvittaessa. Kohteen oma uusiutuvan energian tuotanto on esitetty kuvassa 5. Lämpöä tuotetaan huomattavasti enemmän kuin sähköä – sähkön tuotanto vastasi noin 14 % rakennuksen kiinteistösähkön kulutuksesta vuonna 2014 kun taas lämpöä tuotettiin selvästi yli oman tarpeen.



Kuva 5. Jampankaaren oma uusiutuvan energian tuotanto vuonna 2014.

Kohde tuottaa ja myy lämpöä enemmän kuin ostaa ulkopuolelta, joten se on lämmitysenergiatase on positiivinen. Sähköä kuitenkin ostetaan huomattavasti enemmän kuin tuotetaan ja myydään (ks. kuva 6). Yhteenlaskettu lämpö-, sähkö- ja jäähdytysenergian tuotanto (ks. kuva 5) on Jampankaaressa suurempi kuin vuotuinen ostoenergian (kaukolämpö + verkosta ostettava sähkö) määrä.



Kuva 6. Jampankaaren sähkön ja lämmön osto ja myynti vuonna 2014 (sääkorjaamaton).

Rakennuttajan ja kiinteistöhuollon näkemyksiä

Rakennuksen tiiveys mahdollistaa vähäisen lämmitystarpeen. Kiinteistön rakennuttajan mielestä ei olisi kannattanut liittyä alun perin lainkaan kaukolämpöverkkoon, sillä maa- ja aurinkolämpö riittäisivät tuottamaan kohteen tarvitseman lämmön. Käyttötarkoituksen muutoksesta johtuen viilennyksen tarve lisääntyi selvästi ja tämä päätettiin kattaa maaviileällä. Kohteen energiajärjestelmät ovat toimineet ongelmitta käytön vakiinnuttua säätöjen ja tekniikoiden yhteensovittamisen ansiosta.

Rakennuttajan mukaan seinille sijoitettujen aurinkopaneelien tuotto on jäänyt suunniteltua heikommaksi johtuen rakenteiden ja puuston synnyttämistä varjostuksista. Toisaalta aurinkosähkön tuotanto ylitti käytön alkuvaiheessa sähköntarpeen, sillä järjestelmä mitoitettiin alun perin liian suureksi. Tilanne korjaantui, kun kohteeseen lisättiin maalämpöjärjestelmä, jonka kompressorit pystyvät hyödyntämään käytännössä kaiken tuotetun aurinkosähkön.

Kiinteistöistä saadut kokemukset on siirretty kaikkiin rakennuttajan uudempiin kohteisiin. Tämä tarkoittaa, että kaikki rakennuttajan kohteet on toteutettu energiatehokkaina ja lämmityksessä suositaan uusiutuvaa energiaa. Teknisen tilan mitoitukseen rakennuttaja on tyytyväinen, koska maalämpöjärjestelmä saatiin mahdutettua jälkiasennettuna.

Kiinteistöhoitajien mielestä kohteen valmistuttua laitetoimittajan pitämä käyttökoulutus oli erittäin hyödyllinen. Yhteistyö laitetoimittajan kanssa on koettu tärkeäksi ja tarpeelliseksi. Osa käytetyistä ratkaisuista, kuten huonekohtaisen ilmanvaihdon huoltaminen, on koettu keskitettyä ratkaisua työläemmäksi, mutta kokonaisuutena eroa aikaisempiin kohteisiin ei merkittävästi ole.



Kuva 7. Jampankaaren palvelutalon suunnitteluvalinnat.

2.1.2

Opiskelija-asuntola Puuseppä

Opiskelija-asuntola Puuseppä on ensimmäinen valmistunut nollaenergiataloksi suunniteltu kerrostalo Suomessa. Rakennus on suunniteltu palvelemaan liikunta-rajoitteisia asukkaita, joten esteettömyys on otettu huomioon useissa ratkaisuihissa. Tontilla aiemmin sijainnut 60-luvulla rakennettu asuinkerrostalo purettiin uudisrakennuksen alta. Kohteen tiivis muoto, runko ja rakenteet mahdollistavat alhaisen ilmanvuotoluvun ja tukevat näin energiatehokkuuden toteutumista. Kuopion opiskelija-asuntola Puuseppä ja Järvenpään Jampankaaren palvelutalo rakennettiin yhteistyökehittämishankkeina.

Taulukko 3. Puusepän perustiedot.

KOHTEEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Asuinkerrostalo, uudiskohde
Sijainti:	Suokatu, Kuopio
Koko:	2 124 brm ² (ilman autotallia), 47 asuntoa
Valmistumisvuosi:	2011
Rakennuttaja:	Kuopas - Kuopion Opiskelija-asunnot Oy
Arkkitehtisuunnittelu:	Arkkitehtistudio Kujala & Kolehmainen
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö, aurinkolämpö, maalämpö
Oma energiantuotanto:	Maalämpö, maaviileä, aurinko-lämpö, aurinkosähkö, hissien jarrutus-energian talteenotto
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha todistus) Toteutunut: A (vanha todistus)
Netto-ostenergia:	90 MWh/v (42 kWh/brm ²) (v. 2012–2014 keskiarvo)
Hiilijalanjälki:	17 tnCO ₂ /v (8 kg/brm ² /v) (v. 2012–2014 keskiarvo)



Kuva 8. Opiskelija-asuntola Puusepän julkisivu.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Rakennuksen kantava runko on tehty betonista. Ulkovaippa ja yläpohja on eristetty polyuretaanieristeillä. Matkapuhelinten kuuluvuutta on pyritty parantamaan jälkikäteen asennetuilla vahvistimilla. Asemakaava ei asettanut rajoituksia rakennuksen suuntaukselle, jolloin aurinkopaneeleita voitiin sijoittaa katon lisäksi rakennuksen eteläpuoleiselle seinälle. Rakennussuunnittelulla on pyritty minimoimaan ulkokulmien - ja näin ollen kylmäsiltojen määrää. Ikkunapinta-alaa on optimoitu ilman-suuntien mukaan. Eteläseinällä olevat aurinkopaneelit on aseteltu ikkunoiden päälle varjostamaan ja suojaamaan suoralta auringonsäteilyltä, jolloin kohteen kesäaikainen jäähdytystarve vähenee. Aurinkopaneelien lisäksi kohteen katolla on aurinkokeräimiä, joilla tuotetaan lämpöä kiinteistön käyttöön. Aurinkokeräimillä tuotettu lämpö vähentää kohteen kaukolämmön kulutusta. Lämpö jaetaan asuntoihin vesikiertoisella lattialämmityksellä sekä ilmanvaihdon kautta.



Kuva 9. Aurinkolämpökeräimiä ja aurinkosähköpaneeleja asennettuna opiskelija-asuntola Puusepän katolle.

Mikäli aurinkokeräinten tuotanto ylittää hetkellisesti rakennuksen lämmönkulutuksen, voidaan lämpöä hyödyntää rakennuksen alla olevan autotallin sekä sen ajoluiskan lämmityksessä. Aurinkopaneelien tuottama sähkö pyritään hyödyntämään itse, mutta tarvittaessa sähköä voidaan myydä myös jakeluverkkoon. Rakennuksen alle on porattu lämpökaivoja, joita hyödynnetään kohteen jäähdytykseen. Jäähdytys on toteutettu ilmanvaihdon kautta. Lämpökaivoja ei juurikaan hyödynnetä kohteen lämmityksessä, sillä järjestelmään ei ole liitetty kompressoriyksikköä. Tätä vaihtoehtoa on kuitenkin harkittu ja kompressoriyksikön hankinta on mahdollista tulevaisuudessa.

Ilmanvaihto on toteutettu huoneistokohtaisesti ja siihen on liitetty lämmöntalteenottojärjestelmä. Asukkailla on mahdollisuus säätää huoneistokohtaista lämpötilaa asetettuun termostaatin ylärajaan asti. Suurin osa kohteen valaistuksesta on katettu LED-valaisimilla ja yleisten tilojen valoja ohjataan liiketunnistimilla. Hissin jarrutusenergiaa hyödynnetään KERS-järjestelmän avulla.

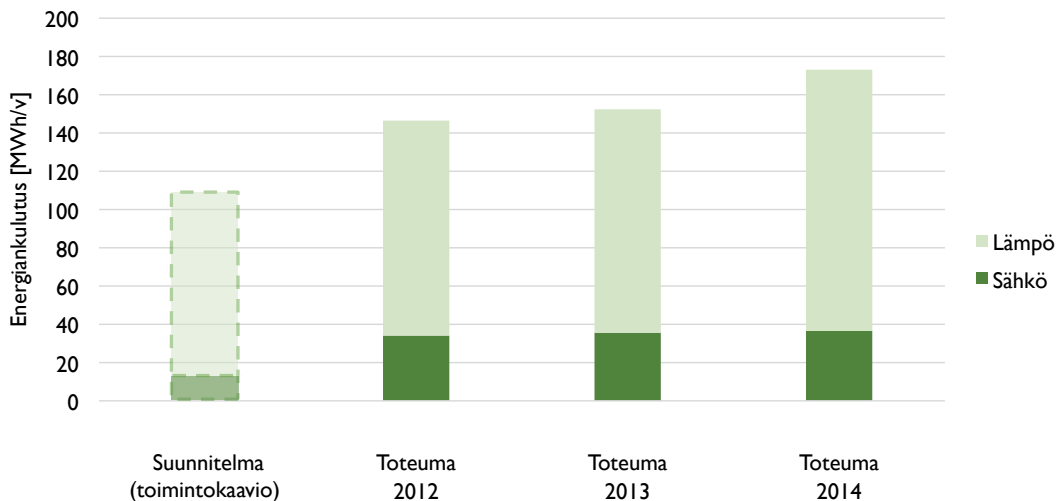


Kuva 10. Puusepän energiajärjestelmän laajentaminen vaatisi teknisen tilan kasvattamista parkkihalliin puolelle.

Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus ja -tuotanto

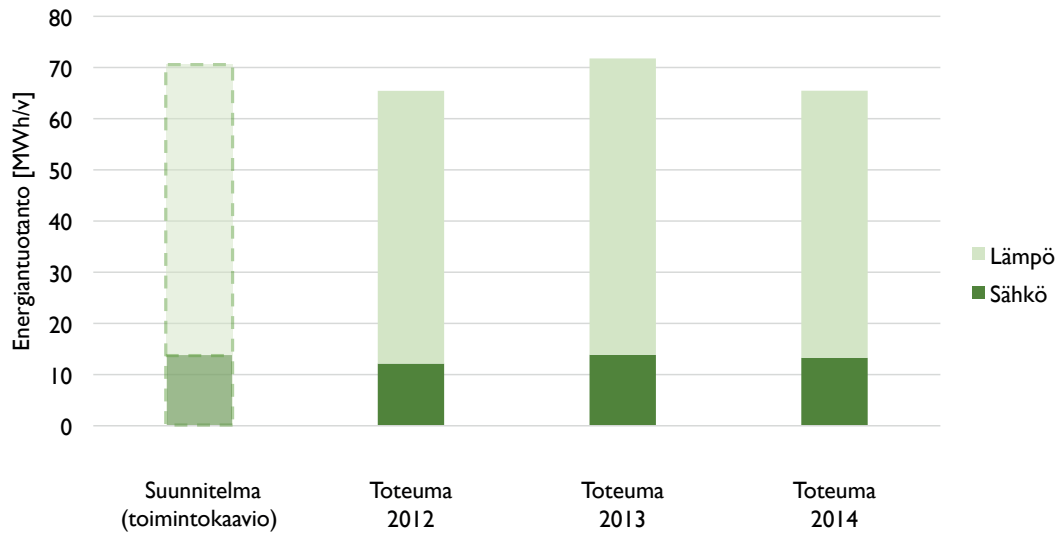
Kohteen energiantarpeesta on olemassa erilaisia laskelmia. Tässä tarkasteluun valittiin kiinteistönomistajan laatimat suunnitelmaluvut (toimintokaavio) VTT:n laskelmien sijasta, sillä näin saavutettiin parempi vertailukelpoisuus suunniteltujen ja toteutuneiden lukujen välillä. Energiatodistusta kohteesta ei saatu selvityksen käyttöön.

Kohteen kaikki järjestelmät ovat toimineet moitteettomasti alun normaalien säätötoimien jälkeen. Toteutuneet kulutusluvut vastaavat melko hyvin suunniteltuja arvoja lämmityksen osalta, mutta sähköä on kulunut huomattavasti suunniteltua enemmän (ks. kuva 11). Tämä saattaa johtua ainakin osittain jäädytys­sähkön kulutuksesta, joka on todennäköisesti arvioitu kohteen suunnittelussa alakanttiin. Kohteen oma energiantuotanto on saatu hyödynnettyä tehokkaasti kiinteistön omaan käyttöön. Tämä johtuu etenkin lämpimän käyttöveden ja sähköenergian tasaisesta tarpeesta päivällä. Hissin jarrutusenergian hyödyntämistä ei ole otettu huomioon suunnitelma- eikä toteumaluvuissa. Luvut eivät sisällä rakennuksen alla olevan autotallin energiankulutusta.



Kuva 11. Opiskelija-asuntola Puusepän toimintokaavion mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2012–2014. Kulutustiedot kuvaavat energiantarvetta, eli suunnitelma- ja toteumaluvuista ei ole vähennetty omaa tuotantoa eikä ilmaisenergiaa (auringon, laitteiden, ihmisten ja valaistuksen synnyttämä lämpökuorma, joka vähentää kohteen lämmitystarvetta). Ostoenegian määrä on siis pienempi kuin kuvassa esitetty.

Aurinkosähkön, aurinkolämmön sekä maalämmön tuotanto on vastannut pitkälti suunniteltua (ks. kuva 12). Aurinkolämpöjärjestelmän kiertoneste pääsi säätöjakson aikana muutaman kerran kiehumään alipaineilmanpoistimen toimintavaikeuksien vuoksi. Tuotantotasoihin kiehumisongelmalla ei ole ollut kuitenkaan merkittävää vaikutusta ja vika saatiin korjattua integroimalla aurinkolämpölaitteisto paremmin rakennuksen muuhun taloautomaatioon.



Kuva 12. Opiskelija-asuntola Puusepän suunniteltu ja toteutunut oma energiantuotanto vuosina 2012–2014.

Asukkaiden ja kiinteistöhuollon näkemyksiä

Asukkailta on saatu jonkin verran palautetta vedon tunteesta ja ilmanvaihdosta yleisesti. Palaute on ajoittunut syksyihin. Kyseessä on kuitenkin todennäköisesti tottumuskysymys koneelliseen ilmanvaihtoon. Muutamissa asunnoissa on ajoittain ilmennyt ikkunoiden huurtumista.

Hankkeessa mukana olleiden tahojen mielestä laitteiden sijoitteluun ja huollettavuuteen tulisi jatkossa kiinnittää enemmän huomiota. Huoneistokohtaisen LTO-laitteiston suodattimet täytyy vaihtaa kolme kertaa vuodessa, eikä suodattimille ole helppoa pääsyä tai nopeita kiinnikkeitä. Lisääntynyt teknologia vaatii enemmän valvontaa ja seurantaa, mutta kohteen ei koeta työllistävän merkittävästi perinteisempää rakennusta enemmän.



Kuva 13. Opiskelija-asuntola Puusepän suunnitteluvallinat.

2.1.3

Onnelanpolun palvelutalo

Lahden Paavolan kaupunginosassa sijaitseva Onnelanpolku on Suomen ensimmäinen nollaenergiataloksi suunniteltu palvelutalo. Lahden vanhusten asuntosäätiö LVAS omisti tontilla aiemmin sijainneet kolme kerrostaloa. Rakennusten huono kunto ja suunnitteluratkaisut ohjasivat peruskorjaamisen sijaan purkamaan vanhat rakennukset, sillä saneeraaminen ei ollut varteenotettava vaihtoehto kustannusten eikä toiminnallisuuden kannalta.

Arkkitehtuurilla on suuri merkitys energiatehokkuuden toteutumisessa. Rakennuksen muoto on pidetty tiiviinä ja kohteessa on hyödynnetty erilaisia ratkaisuja materiaaleja, jotka tukevat energiatehokkuutta.

Taulukko 4. Onnelanpolun perustiedot.

KOHTEEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Palvelurakennus, uudiskohde
Sijainti:	Paavola, Lahti
Koko:	16 335 brm ² , 228 asuntoa
Valmistumisvuosi:	2014
Rakennuttaja:	Lahden vanhusten asuntosäätiö LVAS
Arkkitehtisuunnittelu:	Arkkitehtityö Boman, Lindström, Vesanen, Virtanen Oy
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö, aurinkolämpö
Oma energiantuotanto:	Aurinkolämpö, aurinkosähkö
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha todistus) Toteutunut: A (vanha todistus)
Netto-ostoenergia:	1 006 MWh/v (62 kWh/brm ²) (7/2014-6/2015)
Hiiilijalanjälki:	201 tnCO ₂ /v (12 kg/brm ² /v) (7/2014-6/2015)



Kuva 14. Onnelanpolun palvelutalon julkisivu.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Onnelanpolun palvelutalon muoto on suunniteltu tarkasti, minkä tuloksena suhteellinen seinäpinta-ala on saatu 40 % tavanomaista asuinkerrostaloa pienemmäksi. Rakennuksen kantavan rungon pääasiallinen materiaali on betoni. Ulkovaippa on eristetty villalla ja yläpohjassa on käytetty kevytsoraa ja EPS-eristettä. Sisäpihan atrium koostuu pääosin lasirakenteista. Rakennuksen ikkunat on valittu ilmansuunnan mukaan. Etelän puolella olevissa ikkunoissa on selektiivinen pinnoite ja ikkunoiden päälle on asennettu varjostavat säleiköt. Matkapuhelinten kuuluvuus kohteessa on varmistettu erillisellä sisäverkolla.

Rakennus koostuu kahdesta osasta. Kahdeksankerroksinen osa suojaa rakennuksia yhdistävää atriumia suoralta auringonsäteilyltä estäen ylikuumenemista. Passiivisen aurinkoenergian hyödyntäminen on optimoitu rakennuksen sijoittelulla ja atriumin hyödyntämisellä lämpöakkuna. Atriumin lämpöä hyödynnetään ilmanvaihdon tuulilman esilämmitykseen ja se myös pienentää seinärakenteiden kautta tapahtuvaa



Kuva 15. Atrium toimii Onnelanpolun palvelutalon lämpöakkuna.

lämpöhäviötä. Atriumin yläosasta poistetaan ilmaa tarvittaessa. Poistoilma ohjataan katonrajasta aukeavan ikkunan tai lämmöntalteenottolaitteiston kautta ulos. Atriumin ylä- ja alaosaan sijoitetut ikkunat toimivat automaattisesti lämpötilaohjauksella ja tarvittaessa sadetunnistimilla säääten sisälämpötilaa.

Palvelutalon lämmitys katetaan kaukolämmöllä ja itse tuotetulla aurinkolämmöllä. Aurinko- ja kaukolämpö on yhdistettynä samaan lämmönvaihtimeen, josta lämpö jaetaan vesikiertoisella lattialämmityksellä. Kaukolämmön paluuvellä pidetään pihakäytävä sulana ympäri vuoden. Aurinkokeräimien ylimääräinen lämmöntuotanto voidaan ohjata myös tähän tarkoitukseen. Aurinkokeräimet on sijoitettu kiinteistön katolle yhdessä aurinkopaneelien kanssa. Aurinkopaneelien sähköntuotanto käytetään ensisijaisesti itse ja tarvittaessa myydään sähköverkkoon. Asuntojen ja yleisten tilojen jäähdytys hoidetaan sähkökäyttöisillä kompressoreilla. Jäähdytys on toteutettu ilmanvaihdon kautta.

Kiinteistön kaikki valaisimet ovat LED-valaisimia ja yleisten tilojen valaistus toimii liiketunnistinohjauksella. Koneellinen ilmanvaihto on toteutettu keskitetysti kolmessa lohossa. Ilmanvaihtokoneita ohjataan ajastetusti, mutta asukkailla on lisäksi mahdollisuus säätää ilmanvaihdon voimakkuutta asunnoissa. Jokaisella loholla on oma lämmön talteenotto. Käyttöveden kulutusta seurataan asuntokohtaisilla vesimittareilla.

Taloautomaatiojärjestelmän säätämisen hoitaa palveluntarjoaja keskitetystä valvomosta. Kiinteistöhoitajalla on pääsy järjestelmään verkkoyhteyden kautta, mikä mahdollistaa ilmanlaadun ja järjestelmän tilan seuraamisen etäyhteydellä. Tekniset tilat on mitoitettu väljiksi, joka mahdollistaa talo- ja energiateknisten järjestelmien laajentamisen tulevaisuudessa.



Kuva 16. Onnelanpolun teknisessä tilassa on runsaasti tilaa järjestelmälaajennuksille.

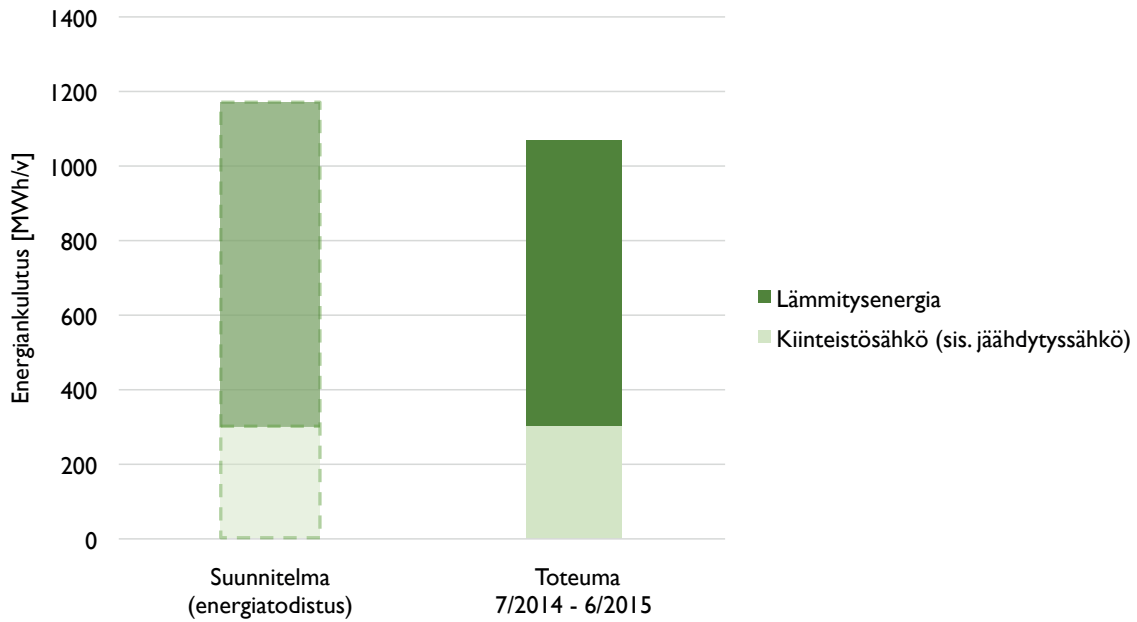
Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus ja -tuotanto

Kohteen toteutus ei ole eronnut suunnittelun mukaisesta merkittävästi (ks. kuva 17). Suunnitteluarvot vastaavat seurantajaksolla melko hyvin toteutuneita. Suunnitteluarvoihin pääsemistä tukevat useat seikat, kuten lämpöakkuna käytetty atrium. Palvelutalokonsepti sopii erittäin hyvin aurinkolämmön hyödyntämiseen, koska asunnot eivät ole päivisin tyhjiä ja kysyntä lämpimälle käyttövedelle on suurimmillaan yhtä aikaa aurinkolämmön tuotannon kanssa.

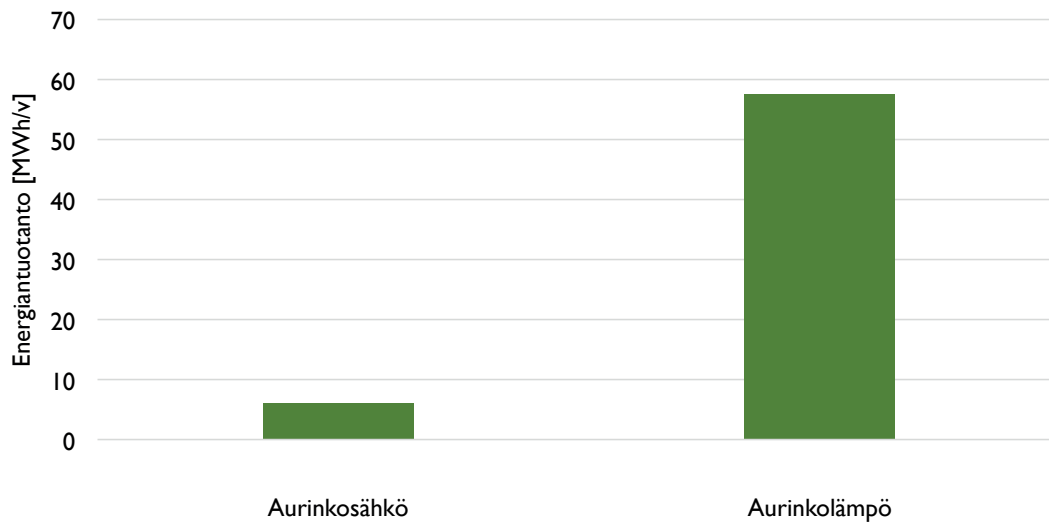
Kohteen suurella koolla on positiivinen vaikutus energiatehokkuuteen. Oma energiantuotanto (ks. kuva 18) voidaan hyödyntää tehokkaammin, kun energiantarve on riittävän suuri. Aurinkolämmön tuotanto vastaa noin 8 % rakennuksen kokonaislämmönkulutuksesta ja aurinkosähkön tuotanto noin 2 % kiinteistösähkönkulutuksesta.

Sisäilman toteutuneet lämpötilat ovat hieman suunniteltuja arvoja matalampia, joten lämmitysenergian kokonaiskulutus on pysynyt maltillisena. Tosin täytyy ottaa huomioon, että toteutuneista kulutustiedoista ei ole vielä kovin kattavasti tietoa saatavilla, sillä kohde on niin uusi.

Kiinteistösähkönkulutuksen toteuma on lähellä suunniteltua. Kiinteistön käyttöönotosta on lyhyt aika, joten käyttöarvot eivät ole vielä täysin vakiintuneet.



Kuva 17. Lahden Onnelanpolun energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus ajanjaksolla 7/2014-6/2015. Kulutustiedot kuvaavat energiantarvetta, eli suunnitelma- ja toteumaluvuista ei ole vähennetty omaa tuotantoa. Ostoenergian määrä on siis pienempi kuin kuvassa esitetty.



Kuva 18. Lahden Onnelanpolun oma uusiutuvan energian tuotanto ajanjaksolla 7/2014-6/2015.

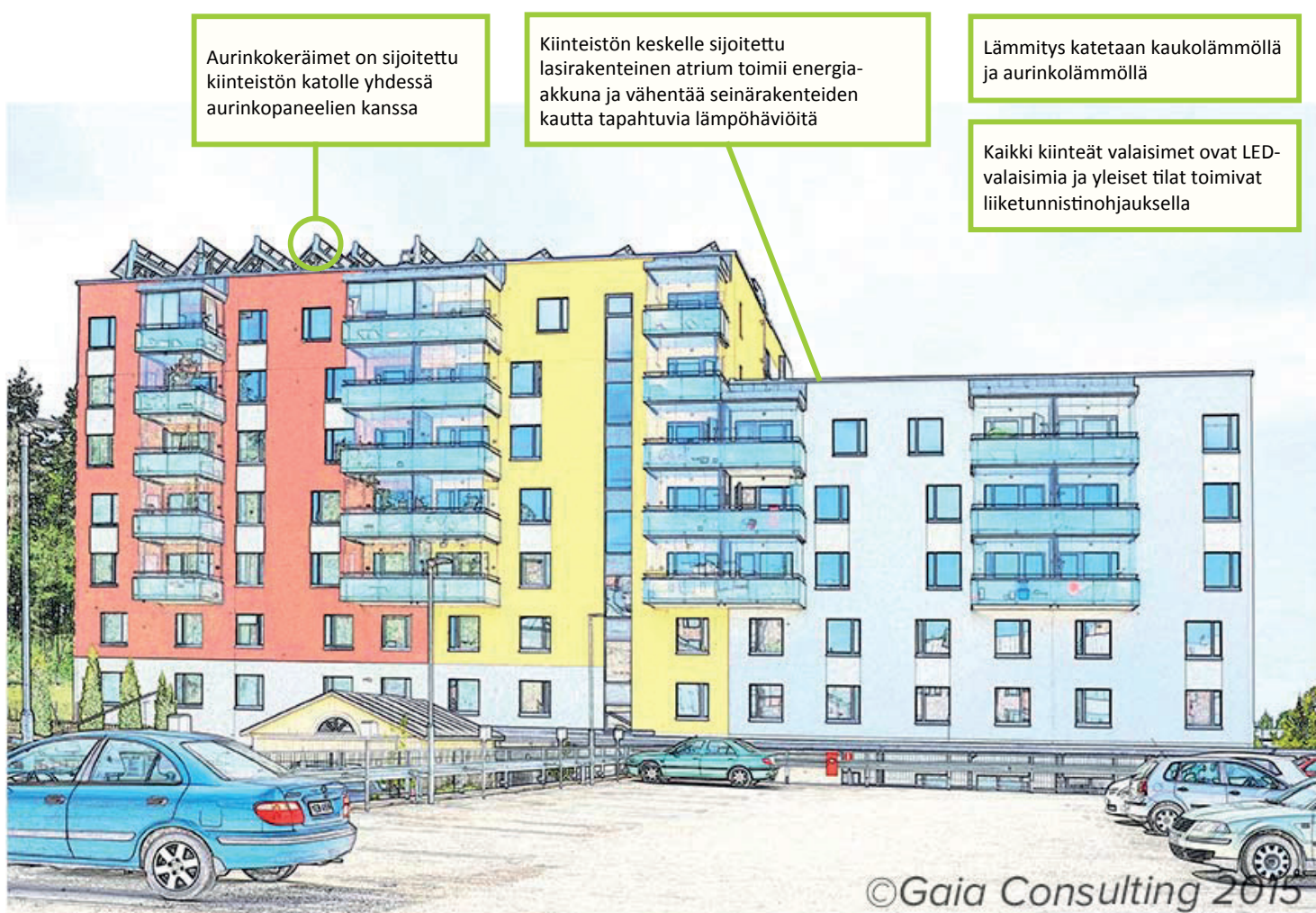
Asukkaiden, rakennuttajan ja kiinteistöhuollon näkemyksiä

Kohde on jakanut jonkin verran mielipiteitä asukkaiden kesken. Eniten huomiota herättäneet yksityiskohdat ovat olleet lattian epätasainen lämpötila ja vedon tunne sisällä. Lisäksi on mainittu, että huoneiston lämpötila ei ole tasainen vuoden ympäri, vaan kesällä on kuuma ja talvella kylmä. Kiinteistöhuollon mukaan asukasvastaukset ovat osin selitettävissä tottumattomuudella käytettyyn tekniikkaan – koneellinen

ilmanvaihto ja vesikiertoinen lattialämmitys vaativat totuttelua, etenkin mikäli aiemat asumiskokemukset ovat vanhoista rakennuksista. Äänieristystä pidettiin yleisesti ottaen parempana kuin asukkaiden aiemmissa asunnoissa.

Kohteen suunnittelussa mukana olleen tahon mukaan IV-hormit olisi voinut suunnitella suuremmiksi, mikä olisi vähentänyt vedon tunnetta sisällä. Kiinteistön järjestelmien käyttämisen kannalta haastavimmaksi on koettu lauha talvisää, jolloin kostea ilma tuntuu sisällä kylmältä.

Rakennuttajan mukaan kyseessä on erittäin energiatehokas kohde, joka on syntynyt hyvän yhteistyön tuloksena. Kaikki järjestelmät ovat toimineet alusta pitäen täsmälleen suunnitellusti. Hankkeen aikana on ymmärretty, että energia- ja kustannustehokkuudessa pätee suuruuden ekonomia – hyödyt maksimoituvat suuressa kohteessa.



Kuva 19. Onnelanpolun palvelutalon suunnitteluvaihtelut.

2.1.4

Lantti-talo

Tampereen Vuoreksessa sijaitseva Lantti-talo on Suomen ensimmäinen nollaenergiataloksi suunniteltu rakennus. Se oli vuoden 2012 asuntomessukohde. Tavoitteena oli toteuttaa nollaenergiapientalo, joka tutkisi EU-parlamentin asettaman tavoitteen ¹ toteutumiskeinoja vastaten normaalin nelihenkisen perheen asumistarpeisiin.

Suunnittelun lähtökohdaksi asetettiin energiansäästö kaikissa suunnitteluratkaisuissa. Rakennuksen energiankulutusta simuloitiin koko hankkeen ajan IDA ICE -ohjelmistolla ja suunnitelmia tarkennettiin vaiheittain energiasimulaation pohjalta.

Taulukko 5. Lantti-talon perustiedot.

KOHTEEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Erillispientalo, uudisrakennus
Sijainti:	Vuores, Tampere
Koko:	246 brm ² , 4-5 h+k+s
Valmistumisvuosi:	2012
Rakennuttaja:	TA-Yhtymä Oy
Arkkitehtisuunnittelu:	Aalto-yliopisto / Pekka Heikkinen, Ioana Maftei, Einari Sutinen, Tomi Tulamo
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö, aurinkolämpö
Oma energiantuotanto:	Aurinkolämpö, aurinkosähkö
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha todistus) Toteutunut: A (vanha todistus)
Netto-ostoenergia:	18 MWh/v (74 kWh/brm ²) (v. 2013–2014 keskiarvo)
Hilijalanjälki:	4 tnCO ₂ /v (15 kg/brm ² /v) (v. 2013–2014 keskiarvo)



Kuva 20. Lantti-talon julkisivu.

¹ Vuoden 2021 alusta tulee voimaan EU-direktiivi, joka edellyttää kaikkien uusien rakennusten olevan lähes nollaenergiataloja.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Lantti-talon alueella kaavamääräykset asettivat rajoituksia rakennettavan talon katokulmalle ja mallille. Rakennussuunnitteluun oli pakko sisällyttää räystäällinen taitekatto. Rakennuksen kantava runko on tehty puusta. Ulkovaipan ja yläpohjan lämmöneristeinä on käytetty villaa ja puukuitua eli selluloosaeristettä. Kohde on toteutettu elementtiratkaisuna, jossa erityistä huomiota on annettu rakenteiden ilmatiiviydelle. Rakennuksen energiatehokkuutta on maksimoitu monilla suunnitteluvaihtelulla. Kohteen vaipan pinta-alaa on minimoitu muotoilemalla rakennus neliön muotoiseksi ja ikkunat ovat tarkoituksella normaalia pienemmät. Pieniä ikkunoita on kompensoitu sisätiloissa mahdollisimman vaaleilla värivalinnoilla.

Tampereen Vuores on kaukolämpöaluetta, joten Lantti-taloon oli luontevaa valita kaukolämpö päälämmitysmuodoksi. Kohteessa on vesikiertoinen lattialämmitys. Talon katolle on asennettu aurinkokeräimiä vähentämään tarvetta ostetulle kaukolämmölle. Aurinkokeräimet on suunnattu länteen, jotta mahdollisimman paljon ilta-päiväauringosta saataisiin hyödynnettyä. Tällä ratkaisulla aurinkolämmön tuotanto ja kulutus kohtaavat ajallisesti paremmin suhteessa perinteisempään suuntaukseen kohti etelää. Rakennuksen katolla ja eteläpuoleisella seinäpinnalla on aurinkopaneeleita tuottamassa sähköä. Ikkunoiden eteen on sijoitettu varjostavia säleikköjä suojaamaan suoralta auringonsäteilyltä. Ala-aulan ikkunoita on haluttu suojata vielä tehokkaammin liikkuvilla säleikoilla. Oman kulutuksen ylittävä määrä aurinkosähköstä syötetään sähköverkkoon. Rakennuksen kaukolämpökytkentä on suunniteltu siten, että kohde hyödyntää ensin kaiken saatavilla olevan aurinkolämmön.

Kohteen taloautomaatiojärjestelmä on räätälöity siten, että kohteesta saadaan mahdollisimman paljon mittaustietoa, jota voidaan hyödyntää järjestelmän säädössä. Asukasmukavuuteen vaikuttavat tekijät, kuten lämpötila ja ilmanvaihto, on jätetty asukkaiden vapaasti säädettäväksi. Asukkaiden kuluttamaa energiaa on pyritty minimoimaan energiatehokkailla kodinkoneilla ja laitteilla.



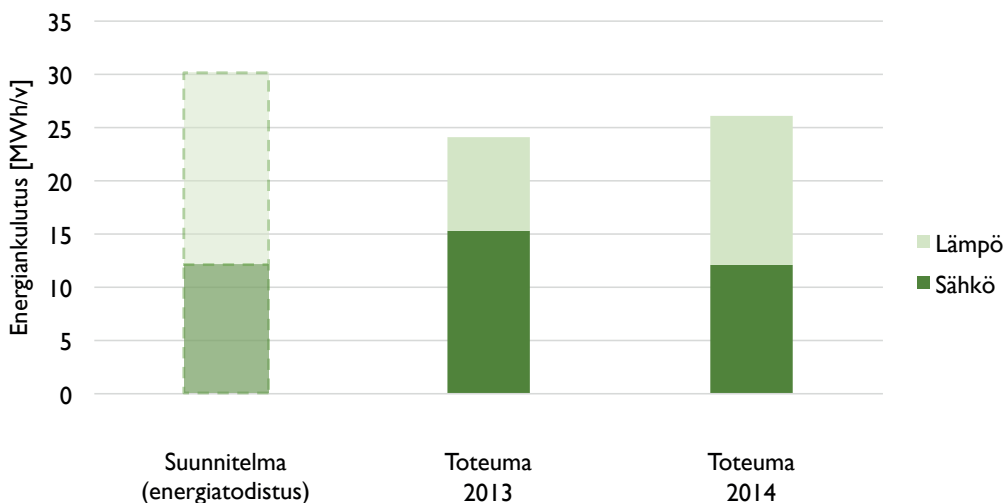
Kuva 21. Lantti-talossa aurinkoenergiaa tuotetaan päärakennukseen sekä ulkovaolinevarastoon integroiduilla paneeleilla ja keräimillä. Ikkunoiden eteen asennetut säleiköt suojaavat suoralta auringonsäteilyltä ja vähentävät näin jäähdytystarvetta.

Rakennuksen ilmanvaihto on toteutettu koneellisella tulo- ja poistoilmalla. Ilmanvaihtoon on yhdistetty pyöriväkennoinen lämmöntalteenottojärjestelmä. Ilmanvaihtoa ohjataan helpotetusti kotona-pois -kytkimellä, jolloin ilmanvaihto ei ole turhaan päällä rakennuksen ollessa tyhjiään. Kytkin ohjaa myös jännitteen syöttöä osalle pistorasioista. Kaikki kiinteät valaisimet ovat LED-valaisimia.

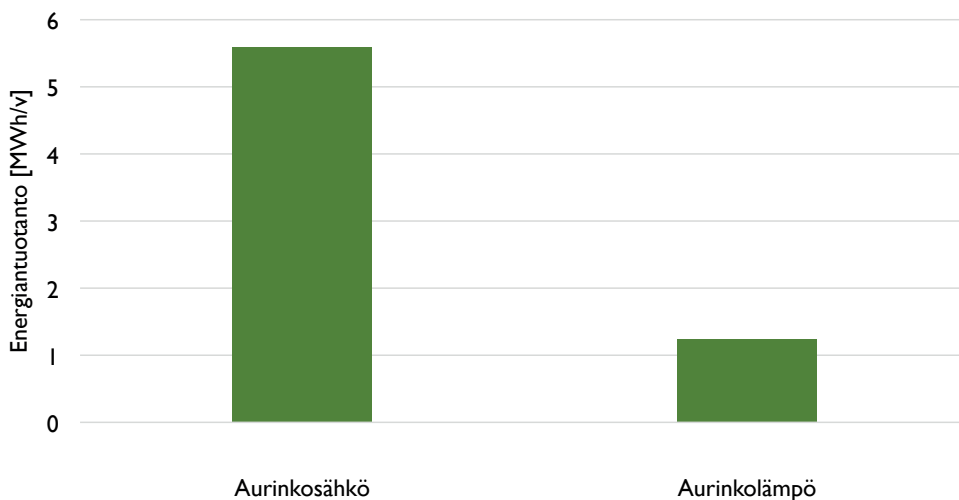
Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus ja -tuotanto

Lantti-talon kehittämiseen osallistui useita tahoja ja sille asetettiin paljon tavoitteita. Energiankulutustietojen vertailu suunniteltujen ja toteutuneiden arvojen välillä osoittaa, että kohde on jopa alittanut suunnittelutason (ks. kuva 22). Lantti-talon energiankulutustietoja on seurattu aktiivisesti koko historian ajan ja tavoitteet ovat täyttyneet koko seurantajaksolla. Jatkuvan tutkimuksen ja seurannan ansiosta säästöarvot ovat päivittyneet poikkeuksellisen nopeasti.

Kohteen oma energiantuotanto on havainnollistettu kuvassa 23. Aurinkosähköä tuotetaan kohteessa enemmän kuin aurinkolämpöä – sähkön tuotanto vastasi keskimäärin noin 40 % rakennuksen kokonaissähkön kulutuksesta vuosina 2013–2014. Lämmöntarpeesta reilu 10 % katettiin aurinkolämmöllä samalla ajanjaksolla.



Kuva 22. Lantti-talon energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2013–2014. Kulutustiedot kuvaavat energiantarvetta, eli suunnitelma- ja toteumaluvuista ei ole vähennetty omaa tuotantoa. Ostoenergian määrä on siis pienempi kuin kuvassa esitetty.

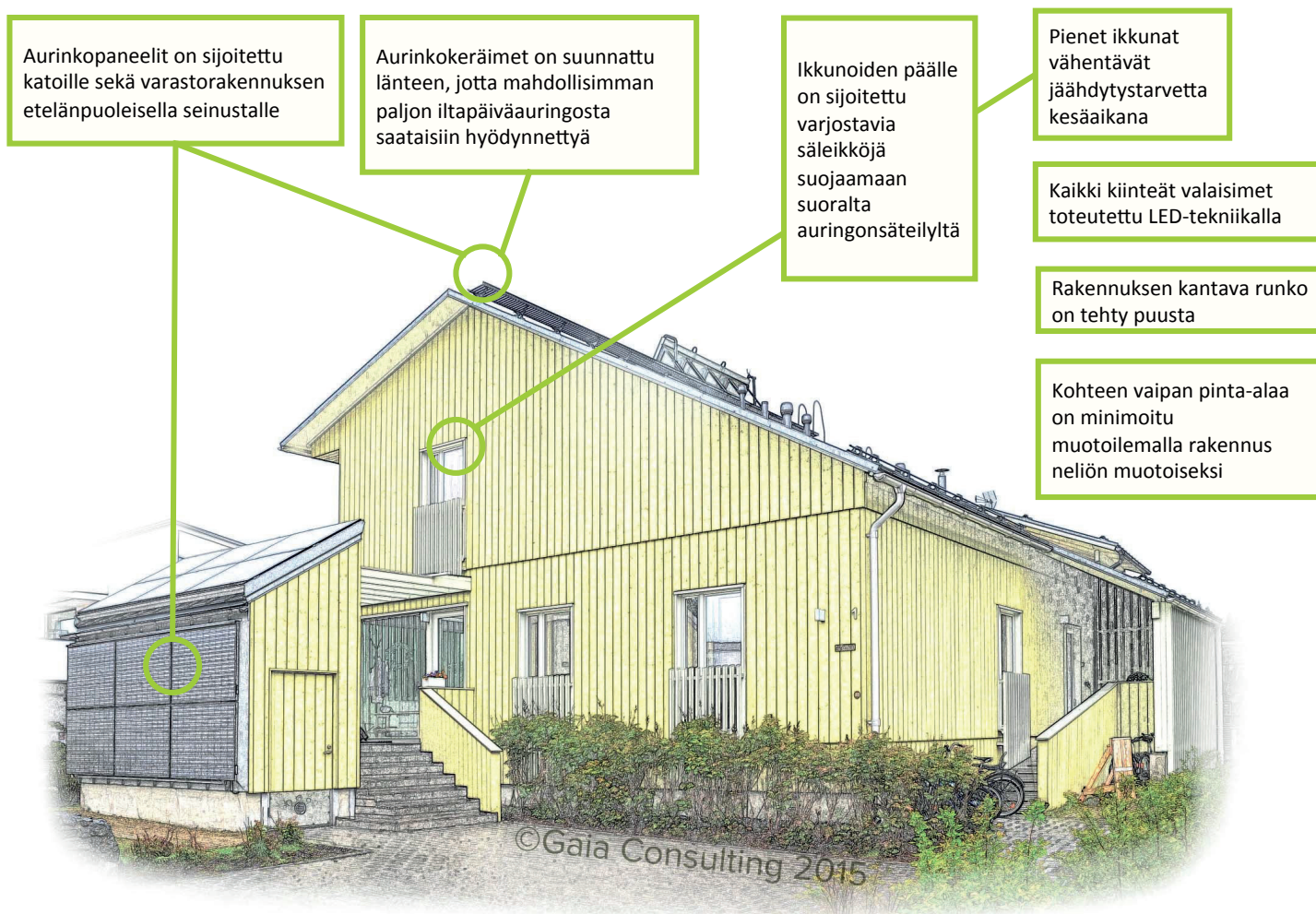


Kuva 23. Lantti-talon aurinkoenergian tuotanto vuonna 2014.

Asukkaiden, isännöitsijän ja rakentajan näkemyksiä

Asukkaat ovat olleet tyytyväisiä asumiskokemukseensa Lantti-talossa. Kohde on koettu hyvin suunnitelluksi ja valoiseksi ja ilmanvaihto toimii hyvin. Myös äänieristystä pidetään tavallista parempana. Huoneiden välillä asukkaat ovat havainneet lämpötilaeroja erityisesti kylmällä säällä. Oman energian tuotantoon tarkoitettujen laitteiden ylläpidosta ei ole koitunut asukkaille ylimääräistä vaivaa.

Isännöitsijän mukaan energiajärjestelmät ovat toimineet pääosin luvatussti ja kohteen ylläpito ei eroa merkittävästi perustalon ylläpidosta. Hankkeen kehityksessä mukana olleet tahot ovat kuitenkin kokeneet aurinkoenergian tuotannon pienemmäksi kuin alkuperäiset laskelmat ovat osoittaneet. Rakentajan mukaan käytetty tekniikka on ajoittain turhan raskasta. Liian raskaan tekniikan massasoveltaminen asumisessa voi osoittautua kannattamattomaksi.



Kuva 24. Lantti-talon suunnitteluvalinnat.

2.2

Passiivitalot

2.2.1

Soinisen passiivitalot

Naantalın Soinisten kaupunginosassa sijaitsevalle tontille rakennettiin 38 asumisoikeusasuntoa pari- ja rivitaloihin. ARAn tavoitteena oli yksittäisen hankkeen sijaan kokonaisen energiatehokkaan korttelin rakentaminen passiivienergiatasoiseksi. Soinisen kiinteistössä on tiiviit rakenteet ja runsaasti lämpöeristettä seinissä sekä ala- ja yläpohjassa.

Energiatehokkuustavoitteet pyrittiin huomioimaan parhaalla tavalla jo kaavoitusvaiheessa. Lisäksi haluttiin suosia puurakentamista. Naantalın kaupunki puolestaan sitoutui hankkeen yleisiin tavoitteisiin tontin omistajana ja kaavoittajana. Kaavan tulkinta ja mahdollinen kaavamuutos pyrittiin toteuttamaan joustavasti projektin tavoitteiden ja aikataulun mukaan.

Taulukko 6. Soinisen passiivitalojen perustiedot.

KOHTEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Rivi-/paritalo, uudiskohde
Sijainti:	Soinistentie, Naantali
Koko:	3 938 brm ² , 10 asuinrakennusta, 38 asuntoa
Valmistumisvuosi:	2013
Rakennuttaja:	Varsinais-Suomen Asumisoikeus Oy (VASO)
Arkkitehtisuunnittelu:	Arkkitehtuuritoimisto Kimmo Lylykangas Oy
Lämmitysmuoto:	Sähkölämmitys, aurinkolämpö
Oma energiantuotanto:	Aurinkolämpö
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha todistus) Toteutunut: A (vanha todistus)
Netto-ostoenergia:	146 MWh/v (37 kWh/brm ²) (v. 2014)
Hiilijalanjälki:	33 tnCO ₂ /v (8 kg/brm ² /v) (v. 2014)



Kuva 25. Soinisen passiivitalojen julkisivu. Rakennuksen suunnitteluvaihe

Asemakaava Soinisen passiivitaloalueella oli optimaalinen rakennuksen sijoittelulle, koska se mahdollisti kaikkien rakennusten suuntaamisen suoraan etelään. Suuntauksen ansiosta maksimipotentiali passiivisesta aurinkoenergiasta saadaan hyödynnettyä taloissa. Kaavamääräykset eivät rajoittaneet rakennusten suunnittelua, joten energiatehokkuus voitiin huomioida vapaasti rakentamisessa. Talojen suunnittelussa otettiin huomioon erityisesti vaipan ja ikkunoiden pinta-ala ja ikkunoiden sijoittelu.

Rakennuksen kantava runko on rakennettu pääasiallisesti puusta. Ulkovaipan ja yläpohjan eristysmateriaalina on kierrätyslasista tehty puhalluslasivilla. Kiinteistön elinkaariajattelu on yletetty materiaalivalintoihin asti, mikä ratkaisi osaltaan tehtyjä päätöksiä. Kaikki asennetut ikkunat ovat nelinkertaisia ja selektiivisesti pinnoitettuja. Ikkunoiden päälle ei ole asennettu varsinaisia varjostussäleikköjä, mutta takapihojen terassien kattorakennelmalla on suojattu suuret ikkunapinta-alat suoralta auringonsäteilyltä. Asukkaita on neuvottu kesäisin pitämään suoralle auringonsäteilylle altistuvat ikkunan suojattuna sälekaihtimilla, mikä estää sisäilman kuumenemistä tehokkaasti. Matkapuhelimet kuuluvat kohteessa hyvin tehtyjen materiaalivalintojen ansiosta.

Asuinrakennusten katolle on sijoitettu asuntokohtaiset aurinkokeräimet. Aurinkolämpöjärjestelmää hallitaan jokaisesta asunnosta itsenäisesti. Järjestelmä on kuitenkin automatisoitu käynnistämään ja sulkemaan aurinkolämpökierto aurinkokeräimessä vallitsevan lämpötilan mukaan. Aurinkokeräimistä lämpö ohjataan lämmönvaihtimen kautta huoneistokohtaiseen lämminvesivaraajaan. Mikäli aurinkolämpöä ei tuoteta riittävästi tarpeeseen nähden, käyttövedtä lämmitetään varaajissa sähkövastuksilla. Käyttövedenkulutusta seurataan asuntokohtaisilla vesimittareilla. Kylminä kuukausina sisäilman lämmityksen tukena käytetään sähköpattereita. Jokainen asunto tekee oman sähkösopimuksen ja vastaa omasta kulutuksesta. Aurinkolämpöjärjestelmän huolloista huolehtii kiinteistöhuoltoja. Lämmityksen osalta energiatehokkuutta parantaa asuntokohtainen lämmön talteenottojärjestelmä.

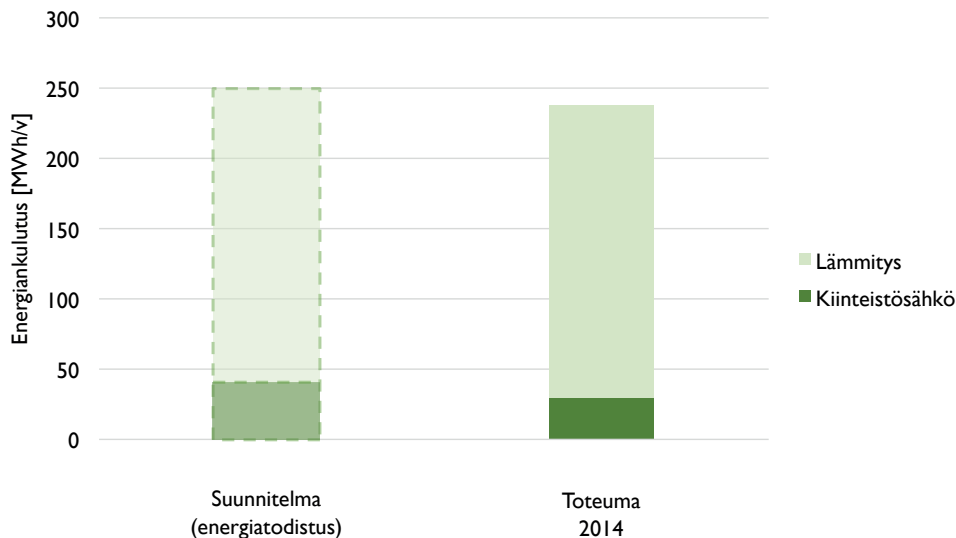


Kuva 26. Jokaisella asunnolla on käytössä omat aurinkolämpökeräimet, joita hyödynnetään lämpimän käyttöveden valmistuksessa.

Kiinteistössä on laajasti käytössä LED-valaistus. Ulkovalaisimia ohjataan aika- ja liiketunnistimilla. Jokaisessa asunnossa on näytöllinen seurantalaitte, jolla voi seurata kyseisen asunnon sähkönkulutusta ja vesivaraajan tietoja. Myös aurinkolämpöjärjestelmän tuotantotietoja voi seurata reaaliajassa. Kiinteistössä ei ole käytössä varsinaista taloautomaatiojärjestelmää, koska säädöt tehdään asuntokohtaisesti. Asunnoissa on kotona-pois -kytkin, millä ilmanvaihtoa ja sisäilman lämpötilaa voi säätää tarvittaessa. Kiinteistössä ei ole käytössä jäähdytysjärjestelmää.

Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus

Soinisen energiankulutus on jäänyt kokonaisuutena hiukan suunniteltua matalammaksi (ks. kuva 27). Tämä perustuu kuitenkin vain yhden vuoden (2014) toteumaan ja lisäksi kyseisenä vuonna viisi asunnoista oli tyhjillään (38 asunnosta), mikä osaltaan pienentää kokonaisenergiantarvetta. Toteutuneet sisälämpötilat ovat vaihdelleet sään mukaan eivätkä ole vastanneet täysin suunniteltuja. Aurinkokeräimet ovat asuntokohtaisia, joten asunnon ollessa pidempään tyhjillään jää aurinkolämpö käytännössä hyödyntämättä. Aurinkolämmön tarkkoja tuotantotietoja ei ollut saatavilla tähän selvitykseen.



Kuva 27. Soinisen passiivitalojen energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkoryhdyttävä energiankulutus vuonna 2014. Sähkönkulutus ei sisällä kotitaloussähköä, vaan ainoastaan kiinteistö sähkö. Lämmityssähkön kulutus sisältyy Lämmitys-luokkaan. Kulutustiedot kuvaavat energiatarvetta, eli suunnitelma- ja toteumaluvuista ei ole vähennetty aurinkolämmön tuotantoa. Ostoennergian määrä on siis pienempi kuin kuvassa esitetty.

Asukkaiden ja rakentajan näkemyksiä

Asukkaat ovat antaneet negatiivista palautetta kylmistä lattioista ja vedon tunteesta. Lämpötila ei ole myöskään ollut tasainen ympäri vuoden kaikissa asunnoissa. Lisäksi tyytymättömyyttä herätti pian käyttöönoton jälkeen tulleet ensimmäiset sähkölaskut. Talon käyttöönotto tapahtui sydäntalvella, joten tuntiperusteisesti mitattava sähkölasku antoi väärän kuvan kokonaisuudesta, koska se sisälsi oletettua enemmän lämmityssähköä. Aurinkolämpöjärjestelmät ovat toimineet moitteettomasti eikä niiden ylläpidosta ole ollut asukkaille vaivaa.

Kiinteistön rakennuttajan mukaan käyttöönoton jälkeiseen järjestelmien säätämiseen meni aikaa noin vuoden verran. Tällöin lämmön talteenoton säätöjä uudistettiin ja asukkaille annettiin käytön opastusta. Samalla valmistui rakennettavan kokonaisuuden b-puoli, jossa aiemmat kokemukset järjestelmän säätämisestä otettiin suoraan käyttöön. Tämän jälkeen kokemuksia ei ole siirretty eteenpäin, koska vastaavia kohteita ei ole sittemmin rakennettu.



Kuva 28. Soinisen passiivitalojen suunnitteluvaihtelut.

2.2.2

Kaaripolun palvelukoti

Siilinjärven Kaaripolku on Suomen ensimmäinen passiivienergiapalvelutalo. Tontilla aiemmin sijainnut korjauskelvoton, huonokuntoinen rivitalo purettiin pois. Tekesin tukeman kehitysprojektin tavoitteena oli luoda toimiva, viihtyisä, turvallinen ja energiatehokas palvelukoti. Kunnan ja tilaajan hankkeelle asettamia energiankäyttöön liittyviä tavoitteita olivat muun muassa tilojen muunneltavuus tarpeiden ja tilanteiden mukaan, moderni kiinteistöhallinta, pitkä käyttöikä sekä säästöt energia- ja elinkaarikustannuksissa.

Taulukko 7. Kaaripolun perustiedot.

KOHTEEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Palvelurakennus, uudiskohde
Sijainti:	Jännepolku, Siilinjärvi
Koko:	1 781 brm ² , 27 asuntoa
Valmistumisvuosi:	2012
Rakennuttaja:	Rakennusliike Mustonen Oy, LVI-Tahko Oy, Innoriihi Oy
Energialähde/lämmitysmuoto:	Maalämpö, aurinkolämpö
Oma energiantuotanto:	Maalämpö, maaviileä, aurinkolämpö, aurinkosähkö
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha todistus) Toteutunut: A (vanha todistus)
Netto-ostoenergia:	164 MWh/v (92 kWh/brm ²) (v. 2013–2014 keskiarvo)
Hiilijalanjälki:	37 tnCO ₂ /v (20 kg/brm ² /v) (v. 2013–2014 keskiarvo)



Kuva 29. Kaaripolun palvelukodin julkisivu.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Asemakaava salli rakennuksen optimaalisen suuntauksen etenkin aurinkoenergian tuotannon kannalta - suunnittelussa päädyttiin U-muotoiseen rakennukseen, joka avautuu etelään. Rakennus sijaitsee pientaloalueella, joten kaavamääräykset oli huomioitava erityisen tarkasti suunnittelussa. Rakennuksen kantava runko on tehty kevytsoraeristeharkoista. Yläpohja on lämpöeristetty mineraalivillalevyillä ja puhallusvillalla. Seinien lämmöneriteinä on käytetty polyuretaania ja saumat on tiivistetty polyuretaanivaahdolla. Kiinteistöhuolto seuraa ja ohjaa verkkokäyttöliittymän kautta kohteen taloautomaatiojärjestelmään liitettviä laitteita ja rakennuksen sisäolosuhteita. Matkapuhelinten kuuluvuus ei ole rakennuksen tiloissa normaalia heikompi, vaikka erityistä tekniikkaa kuuluvuuden parantamiseksi ei ole käytössä.

Rakennuksen vesikaton taitemuoto ja kulma suunniteltiin vastaamaan aurinkokeräinten ja aurinkopaneeleiden tarpeita. Ratkaisulla pystyttiin välttämään kattoa jyrkemmässä kulmassa olevat asennustelineet, jolloin katon siluetti säilyy rikkoutumattomana (ks. kuva 30).



Kuva 30. Aurinkolämpökeräimet ja aurinkosähköpaneelit on suunnattu etelää kohti.

Kiinteistön lämmitystarve katetaan maa- ja aurinkolämmöllä. Aurinkolämmöllä on mahdollista lämmittää huoneita ja käyttövettä sekä pitää sulana kulkuluiskia. Kun aurinkolämpöä ei ole tarpeeksi saatavilla, kulutus katetaan maalämmöllä. Lämpö jaetaan huoneistoihin lämmönvaihtimen jälkeen vesikiertoisilla kattosäteilylämmittimillä. Tarvittaessa huoneistoja voidaan viilentää samalla vesikierrolla hyödyntäen maaviileää. Maalämpöä ja maaviileää varten kiinteistön alle on sijoitettu yhteensä 9 porakaivoa. Katolle asennetuista aurinkopaneeleista saatu sähkö syötetään talon verkkoon käytettäväksi. Kaikki tuotettu sähkö kyetään hyödyntämään itse kohteessa.

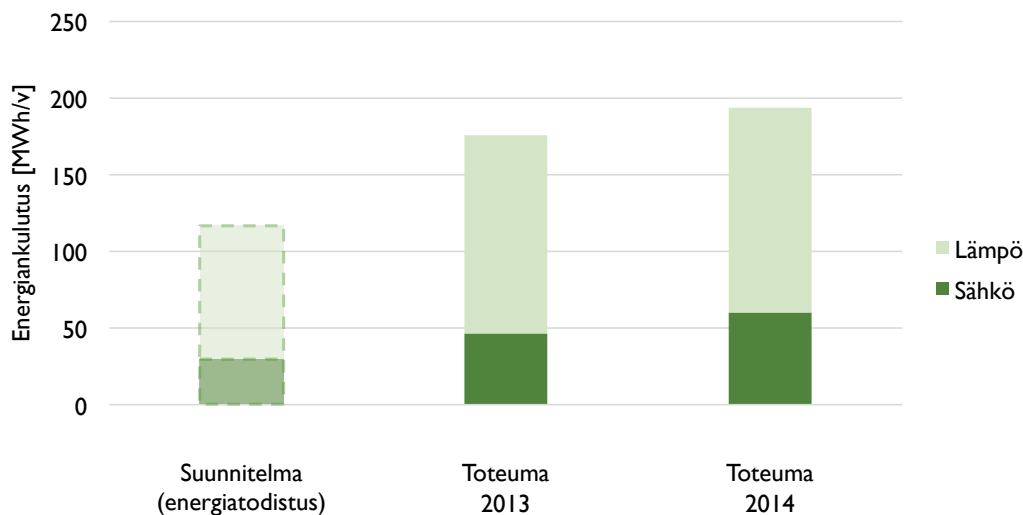


Kuva 31. Lämpö ja viileä jaetaan huoneistoissa vesikiertoisilla kattosäteilylämmittimillä.

Ilmanvaihto on toteutettu koneellisella ilmanvaihtojärjestelmällä. Järjestelmään on liitetty lämmön talteenotto, joka on tehty ryhmäkohtaisesti, joten suodattimia ei tarvitse vaihtaa huoneistokohtaisesti. Tämän lisäksi käytetään huippuimureita sekä aksiaalipuhaltimia erillispoistojen toteutuksessa. Ilmanvaihtokoneiden ohjaus tapahtuu asetettujen ajastusten mukaisesti automaattisesti.

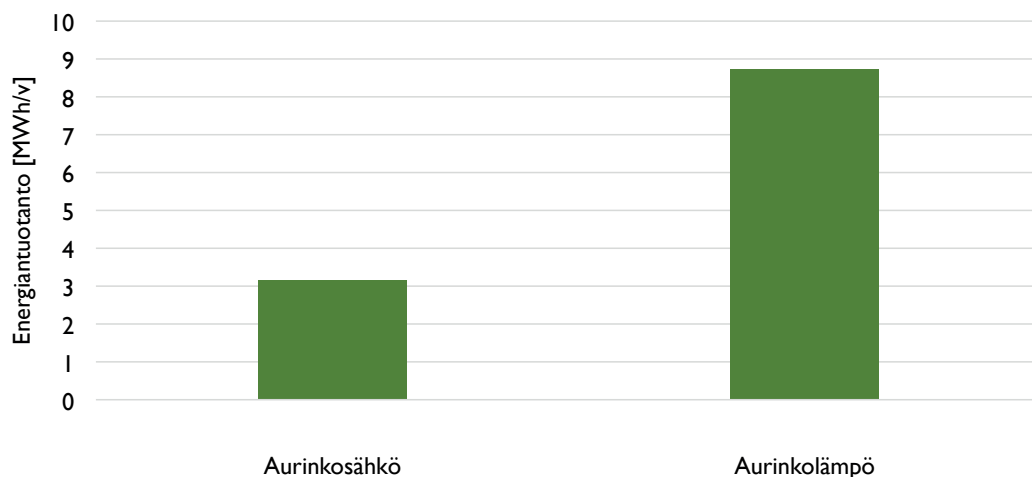
Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus ja -tuotanto

Kaaripolun palvelukoti muuttui kesken rakennusvaiheen muistisairaiden yksiköksi, jossa potilaat ovat suunniteltua huonokuntoisempia. Muutos nosti henkilökunnan ja laitteiston tarvetta kohteessa suunnitellun ja toteutuneen välillä. Muutoksen myötä lämmityksen, jäähdytyksen ja kiinteistösähkön osalta kysynnässä on tapahtunut muutoksia, jotka selittävät eroa suunniteltujen ja toteutuneiden arvojen välillä. Kaaripolun energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus on esitetty kuvassa 32.



Kuva 32. Kaaripolun energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2013–2014. Sähkönkulutus ei sisällä kotitaloussähköä, vaan ainoastaan kiinteistösähkön. Lämpöpumpun sähkönkulutus sisältyy Lämpö-luokkaan. Kulutustiedot kuvaavat energiantarvetta, eli suunnitelma- ja toteumaluvuista ei ole vähennetty omaa aurinkosähkön ja -lämmön tuotantoa. Ostoenergian määrä on siis pienempi kuin kuvassa esitetty.

Normaalin säätöjakson jälkeen laitteistot ja järjestelmät ovat toimineet moitteetta. Aurinkopaneelit ovat tuottaneet jotakuinkin alkuperäistä suunnitelmaa vastaavan määrän sähköä tähän mennessä. Aurinkolämmön osalta alkuperäisestä suunnitelmasta on jääty selvästi. Syytä tähän ei ole tiedossa. Aurinkosähkön ja aurinkolämmön keskimääräinen vuotuinen tuotanto ajanjaksolla 2013–2015 on esitetty kuvassa 33. Aurinkolämmön tuotanto vastaa noin 7 % kohteen keskimääräisestä lämmönkulutuksesta ja aurinkosähkön noin 6 % kiinteistösähkön keskimääräisestä kulutuksesta.

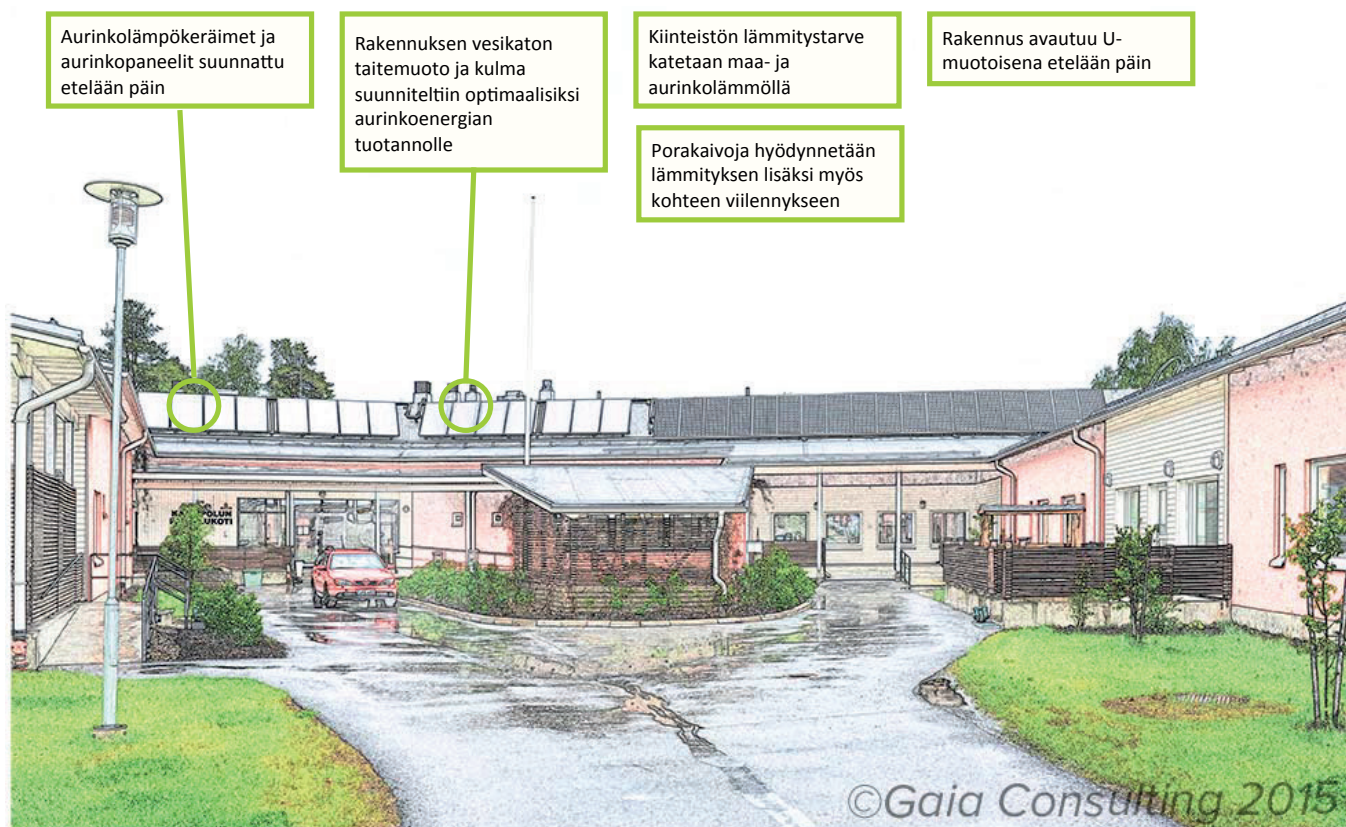


Kuva 33. Aurinkosähkön ja aurinkolämmön keskimääräinen vuotuinen tuotanto ajanjaksolla 2013–2015.

Rakennuttajan ja kiinteistöhuollon näkemyksiä

Kohteesta on kerätty paljon mittaustietoa, kuten kosteustietoa seinien mittaustutkimuksilla, mutta tietoja ei ole koottu tai analysoitu tähän mennessä lainkaan ja pitkäaikaisseuranta on jäänyt puuttumaan. Hankkeessa mukana olleiden tahojen mukaan olisi kaikkien etu, jos suunnittelijat ja toimijat jakaisivat enemmän tietoja ja tekisivät yhteistyötä seurannan ja analysoinnin muodossa.

Kohteen energiajärjestelmät ovat toimineet käytön vakiinnuttua moitteettomasti. Kiinteistöhuollon mukaan aluksi oli epävarmaa kuinka hyvin vesikiertoinen lämmönjako toimii lämmitys- ja jäähdytyskäytössä, mutta tässä ei ole ilmennyt käytön aikana ongelmia.



Kuva 34. Kaaripolun palvelukodin suunnitteluvalinnat.

2.2.3

Leinikkien opiskelija-asunnot

Kohde sijaitsee 1950-luvulla perustetulla Kanervalan asuinalueella. Alue oli aiemmin väljästi rakennettua, viheralueet olivat laajoja ja ympäristö puustomainen. Rakennuskanta oli pääosin 1960-luvulta. Alueen rakennusten kunto arvioitiin huonoksi ja todettiin, että peruskorjaaminen ei ole järkevää.

Hankkeen tavoitteena oli tehdä arkkitehtuuriltaan korkeatasoisia, vanhalle pientalovaltaiselle alueelle sopivia energiatehokkaita kerrostaloja. Purettavien perheasuntojen tilalle rakennettiin opiskelijoille sopivia yksiöitä ja kaksioita. Alkuperäisen suunnitelman mukaan kohteessa olisi tuotettu aurinkolämpöä, mutta toteutusvaiheessa suunnitelmista luovuttiin.

Taulukko 8. Leinikkien kohteen perustiedot.

KOHTEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Rivi-/pienkerrostalo, uudiskohde
Sijainti:	Leinikkitie, Joensuu
Koko:	4 337 brm ² , 79 asuntoa
Valmistumisvuosi:	2011
Rakennuttaja:	Opiskelija-asunnot Oy Joensuun Elli
Arkkitehtisuunnittelu:	Arkkitehtitoimisto Arcadia Oy
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö
Oma energiantuotanto:	Ei omaa tuotantoa
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha todistus) Toteutunut: A (vanha todistus)
Netto-ostoenergia:	521 MWh/v (120 kWh/brm ²) (v. 2012–2014 keskiarvo)
Hiilijalanjälki:	90 tnCO ₂ /v (21 kg/brm ² /v) (v. 2012–2014 keskiarvo)



Kuva 35. Leinikkien opiskelija-asuntojen julkisivu.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Alueen kaavamääräykset asettivat rajoitteita rakennussuunnittelulle. Määräysten mukaan rakennuksesta tuli tehdä kaksikerroksinen rivitalo yhtenäisellä julkisivun pituudella. Rakennuksen kantavan rungon pääasiallinen materiaali on betoni. Rakennuksen ulkovaipassa ja yläpohjassa lämmöneristeenä on käytetty materiaalia, joka valmistetaan grafiittia sisältävistä rakeista ja soveltuu erityisesti matalaenergiarakentamiseen. Kohteen ikkunat ovat kolmekerroksiset ja selektiivisesti pinnoitetut. Kohteen suunnittelussa on pyritty ottamaan passiivinen aurinkoenergian hyödyntäminen huomioon mahdollisimman hyvin. Asuntojen parvekkeet on sijoiteltu varjostamaan suuria ikkunapinta-aloja kuumuuden välttämiseksi kesäisin.

Matkapuhelinten kuuluvuus on otettu huomioon jo rakennuksen suunnitteluvaiheessa. Signaali ohjataan kulkemaan kattorakenteiden läpi, sillä seinien grafiitti ja ikkunoiden selektiivinen pinnoitus estävät signaalin läpäisyn seinistä ja ikkunoista.

Kohteessa päädyttiin hyödyntämään kaukolämpöä pääasiallisena lämmitysmuotona. Paikallisesta kaukolämmöstä yli 50 % tuotetaan uusiutuvilla energianlähteillä. Lämmitysenergiankulutusta vähennetään pitämällä porraskäytävien lämpötila tavanomaista alhaisempana. Kaukolämpö jaetaan lämmönvaihtimen kautta asuntoihin vesikiertoisella patterilämmityksellä. Kohteessa ei ole käytössä aktiivista jäähdytysratkaisua eikä kohteessa tuoteta itse sähköä. Tämän raportin kirjoitushetkellä ostettava kiinteistönsähkö on 100 % uusiutuvilla energialähteillä tuotettua.

Kohteessa on käytössä ilmanvaihdon ohjaus kotona-pois -kytkimen avulla ja lämmöntalteenotto toteutettuna huoneistokohtaisesti. Yleisten tilojen valaistus on toteutettu liiketunnistimilla ja LED-valaisimilla. Asunnoissa valot ja kriittiset pistokkeet on kytketty avaimella aktivoitavaan kytkimeen oven suussa, jolloin valot ja turhat sähkölaitteet katkeavat aina poistuttaessa asunnosta.

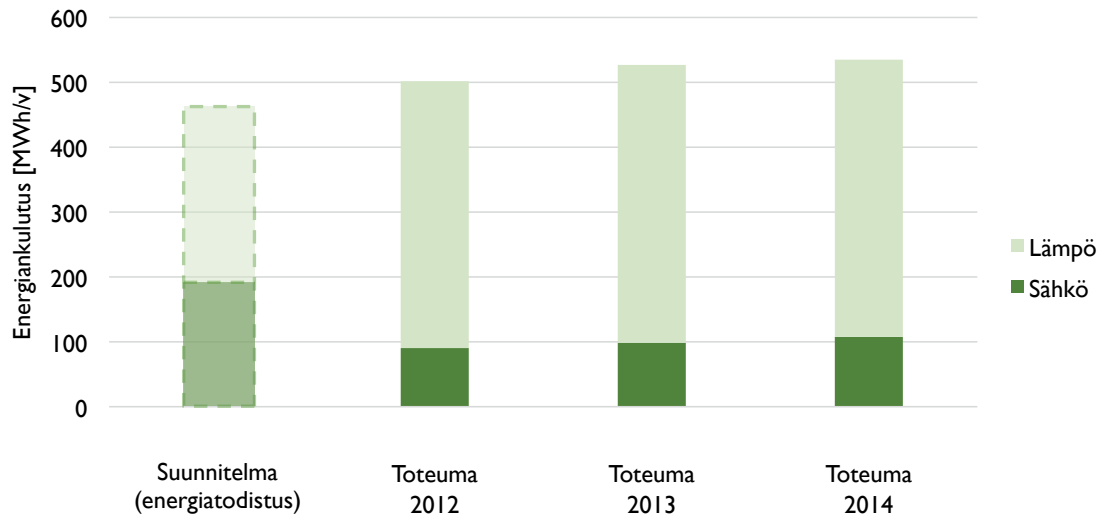
Joensuun Elli käyttää kaikissa kohteissaan saman toimittajan taloautomaatiojärjestelmää. Yhtenäisen järjestelmän käyttö tuo kustannussäästöjä pitkällä aikavälillä, koska järjestelmien seuraaminen on helpompi hoitaa keskitetysti. Kaikkia automaatiojärjestelmiä seurataan keskitetysti rakennuttajan päävalvomosta. Järjestelmällä on mahdollista seurata lämpötilojen ja virtausten lisäksi CO₂-pitoisuuksia. CO₂-seurantaa ei kuitenkaan ole suoraan kytketty ohjaamaan järjestelmää, vaan se mahdollistaa rakennuksen ilmanlaadun yleisen tason seuraamisen.

Huoneistokohtaisen ratkaisun huollettavuutta on huomioitu suunnittelussa sijoittamalla pääsy ilmanvaihtokoneisiin porraskäytävästä. Näin nopeutetaan huoltotoimenpiteitä ja asukasta ei tarvitse häiritä. Vedenkulutusta seurataan asuntokohtaisilla vesimittareilla.

Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus

Kohteen kokonaisenergiankulutus on kaikkina seurantavuosina ollut jonkin verran suurempi kuin suunniteltu (ks. kuva 36). Erityisen paljon suunnitteluarvosta on poikennut lämmönkulutus. Asuntojen sisälämpötilat ovat vaihdelleet paljon sään mukaan ja huoneistokohtainen LTO-laitteisto ei ole vastannut suunniteltua tehokkuutta. Laitteiston kanssa on ollut teknisiä ongelmia, kuten pyörivien LTO-kiekkojen jäätymistä talvisin. Pienissä asunnoissa ilmamäärät jäävät pieniksi, minkä seurauksena ilmankosteutta ja lämpötilaa on vaikea hallita keskitetysti. Lämmönkulutuksen voidaan arvioida olevan vielä suurempi, mikäli asunnot olisi lämmitetty suunnitteluarvoon asti.

Sähkönkulutus sen sijaan on ollut suunniteltua alhaisempaa. Tähän vaikuttaa varmasti osaltaan opiskelija-asunnoille tyypillinen alhainen käyttöaste eli kesäkuukausina asunnot ovat usein tyhjillään.



Kuva 36. Leinikintien opiskelija-asuntojen energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2012–2014. Sähkönkulutus sisältää kaiken kulutuksen, eli sekä kiinteistö- että kotitaloussähkön.

Asukkaiden, rakennuttajan ja kiinteistöhuollon näkemyksiä

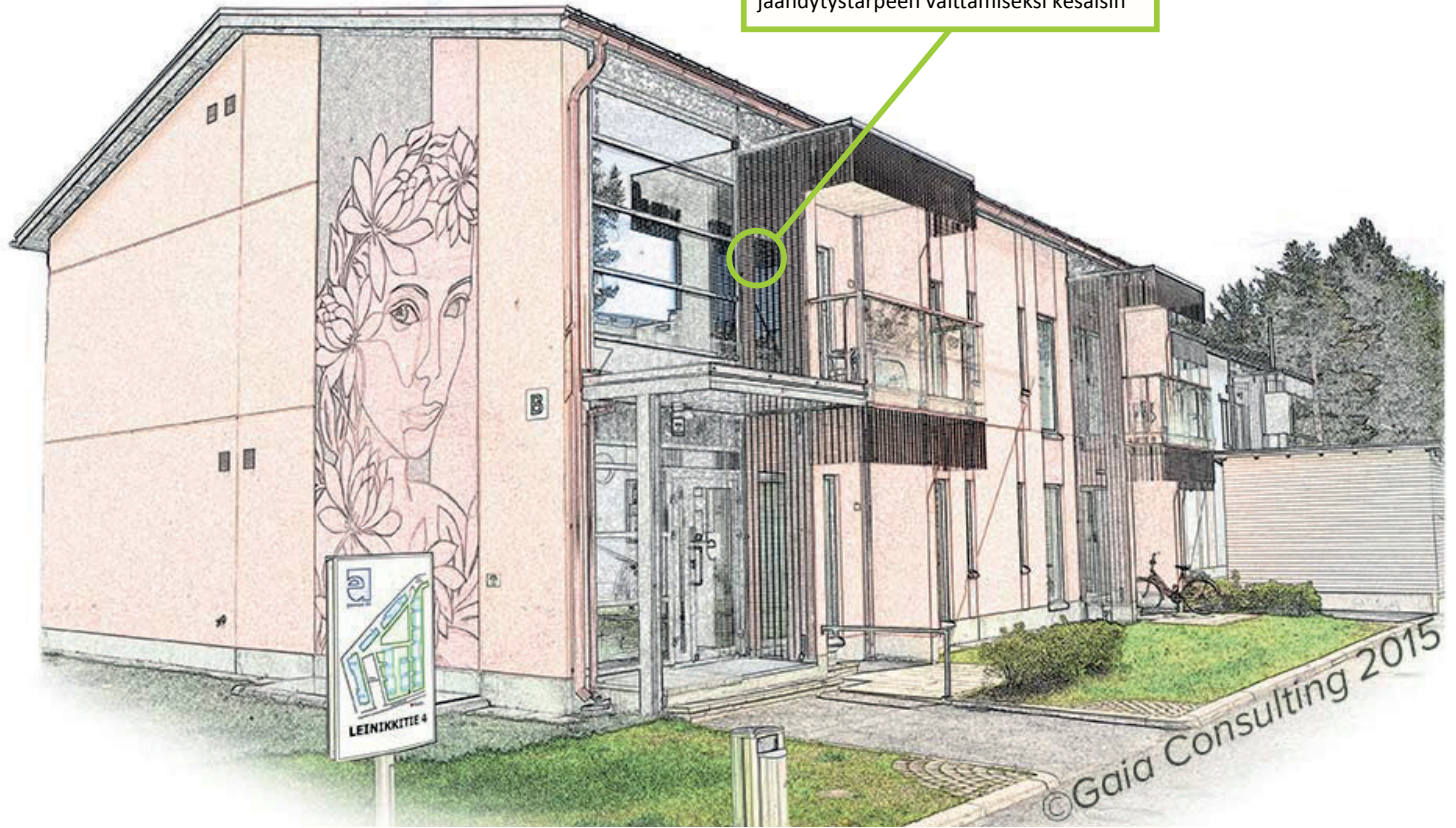
Rakennuttajan mielestä kohteen ikkunat olisi järkevää vaihtaa uusissa kohteissa toisenlaisiin. Kiinteät ikkunat lähellä lattianrajaa tiivistävät pintaansa kosteutta il-mankosteuden kasvaessa. Lisäksi kohteesta saatujen kokemusten myötä on palattu keskittyneisiin ilmanvaihtoratkaisuihin. Seuraaviin kohteisiin tulevat LTO-laitteistot hankitaan jäätymisen estämiseksi esilämmityksellä. Yleisesti ottaen käyttöönoton aikaiseen säätämiseen kulunut aika on koettu täysin vastaavaksi suhteessa tavan-omaisiin rakennuksiin ja ratkaisuihin.

Suurin osa asukkaista kokee asuntojen sisälämpötilat ongelmallisiksi. Talvisin asuntojen lämpötila ei kohoa riittävästi ja kesällä on tukalan kuuma. Matkapuhelinten kuuluvuus koettiin erittäin heikoksi koko kiinteistössä. Energiatehokkuus ei tehtyjen kyselyjen mukaan vaikuttanut asunnon valintaan – toisaalta energia-asioista haluttai-siin aktiivisempaa tiedottamista Joensuun Elliltä. Huoneistojen valoisuudesta ja ilman laadusta (pl. lämpötila) annettiin kyselyissä pääosin hyvää palautetta. Äänieristys voisi vastaajien mukaan olla nykyistä parempi.

Kohde liitetty kaukolämpöverkkoon,
ei omaa energiantuotantoa

Yleisissä tiloissa LED-valaistus
liiketunnistimilla

Asuntojen parvekkeet on sijoitettu
varjostamaan suuria ikkunapinta-aloja
jäähdytystarpeen välttämiseksi kesäisin



Kuva 37. Leinikkien opiskelija-asuntojen suunnitteluvalinnat.

2.2.4

Isopurjeen passiivitalo

Isopurjeentie on kolmikerroksinen passiivikerrostalo Oulun Toppilan kaupunginosassa. Kohde kuuluu 3-osaiseen taloryhmään, joista kaksi on kolmikerroksisia (A- ja B-talot) ja yksi kaksikerroksinen (C-talo). Näistä tarkastellaan B-taloa, joka muistuttaa ulkoisesti A-taloa, mutta on energiatehokkaampi. Ajatuksena oli tehdä kaksi identtistä taloa, joista toinen on passiivitasoinen ja toinen rakentamismääräykset täyttävä. Tarkoituksena on seurata ja verrata talojen energiakustannuksia.

Taulukko 9. Isopurjeen perustiedot.

KOHTEEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Asuinkerrostalo, uudiskohde
Sijainti:	Isopurjeentie, Oulu
Koko:	3 taloa (A, B ja C), yhteensä 40 asuntoa Tarkasteltava B-talo 097 netto-m ² , 17 asuntoa
Valmistumisvuosi:	2010
Rakennuttaja:	TA-Asumisoikeus Oy
Arkkitehtisuunnittelu:	Juhani Romppainen
Lämmitysmuoto:	Kaukolämpö, aurinkolämpö
Oma energiantuotanto:	Aurinkolämpö
ET-luokka:	Suunniteltu: A (vanha luokitus)/C (uusi luokitus) (tarkasteltava B-talo) Toteutunut: A (vanha luokitus)/C (uusi luokitus) (tarkasteltava B-talo)
Netto-ostoenergia:	131 MWh/v (120 kWh/netto-m ²) (v. 2011–2014 keskiarvo)
Hiilijalanjälki:	34 tnCO ₂ /v (31 kg/netto-m ² /v) (v. 2011–2014 keskiarvo)



Kuva 38. Isopurjeen passiivitalon julkisivu.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Rakennussuunnittelua rajoittivat tiukat rakentamistapaohjeet ja rakennusalueajat kaavamääräyksessä. Energiatohokkuuteen on kiinnitetty erityisesti huomiota rakenteiden ja rakennusosien ajankohdan määräyksiä parempien u-arvojen osalta. Rakennuksen kantavan rungon pääasiallinen materiaali on betoni. Ulkovaipan ja yläpohjan lämmöneristeinä on puhallusvillaa ja villaa. Rakennuksien ulkovaipan suunnittelussa on kiinnitetty erityistä huomiota rakenteiden ja liittymien ilmatiivyyteen. Rakenteiden tiivistys on tehty elementtisaumauksella. Kohteen alueella matkapuhelinverkko on voimakas ja rakennusten sisälläkin kuuluvuus on ollut hyvää luokkaa, vaikka erityisiä investointeja kuuluvuuden parantamiseksi ei ole tehty. Kohteen ikkunat ovat nelinkertaiset ja selektiivipinnoitetut.

Rakennuksen eteläpuolella on metsäkaistale, joka varjostaa koko rakennuksen suoraan etelästä tulevalta auringonsäteilyltä ja vähentää näin jäädytystarvetta kesäaikaan. Kohteen päälämmitysmuoto on kaukolämpö, joka johdetaan ulkorakennuksessa sijaitsevan teknisen tilan lämmönvaihtimeen, josta lämpö jaetaan kaikkiin taloryhmän rakennuksiin vesikiertoisella lattialämmityksellä. Ulkorakennuksen katolle on lisäksi sijoitettu aurinkokeräimiä, joiden tuottamalla lämmöllä vähennetään kaukolämmön tarvetta etenkin käyttöveden lämmityksessä kesäaikana. Aurinkolämpöä käytetään kaikissa kolmessa taloryhmän talossa. Suunnitteluvaiheen aikana alueen maaperä tutkittiin, mutta se osoittautui kelpaamattomaksi maalämpöjärjestelmän vaatimien lämpökaivojen poraamiseen kallioperän ollessa liian syvällä. Kohteessa ei ole aktiivista jäädytysjärjestelmää.



Kuva 39. Aurinkolämpökeräimet on asennettu ulkorakennuksen katon suuntaisesti lähes vaakasuoraan asennuskulmaan.

Kohteen taloautomaatiojärjestelmä on asennettuna tekniseen tilaan kiinteästi, mutta seuraaminen onnistuu myös etäyhteydellä. Järjestelmä mahdollistaa talokohtaisien arvojen seuraamisen. Kohteen ilmanvaihto on toteutettu huoneistokohtaisilla ilmanvaihtokoneilla. Ilmanvaihtokoneiden yhteyteen on sijoitettu pyörivä lämmöntalteenottokennosto ja vesikiertoinen jälkilämmityspatteri, joka on yhteydessä lämmitysverkostoon. Asukkailla on mahdollisuus säätää itse ilmanvaihdon voimakkuutta ja sisälämpötilaa asetetuissa rajoissa. Porraskäytävissä ja yhteiskäytössä olevissa

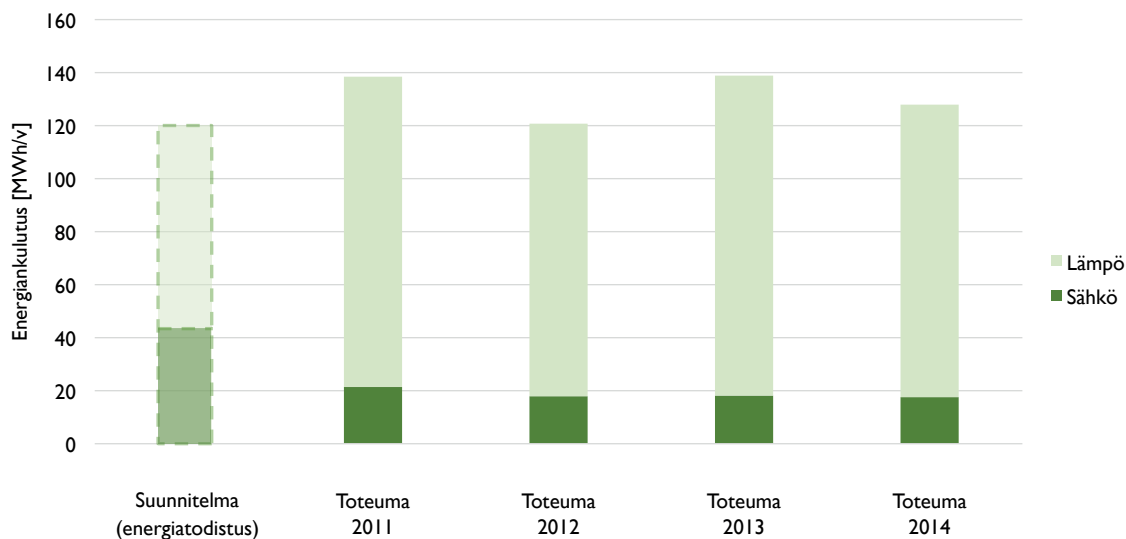
varastoissa on käytössä liiketunnistimet ja ulkona aikakytkin valojen ohjauksessa. Valaistuksessa hyödynnetään kaikissa yleisissä tiloissa LED-valaisimia. Vedenkulutusta seurataan asuntokohtaisilla vesimittareilla.

Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus ja -tuotanto

Kohteen kokonaisenergiankulutus poikkeaa suunnitelluista arvioista sähkön ja lämmön osalta (ks. kuva 40). Lämpöä on tarvittu selvästi suunniteltua enemmän ja kohde ei omistajan mukaan enää ole määritelmältään passiivitalo. Talojen A (normitalo) ja B (passiivitalo) välillä on havaittu vain vähän eroa lämmönkulutuksen osalta. Tämä on omistajan mukaan selitettävissä sillä, että lämpöenergiaa kuluu suhteellisesti paljon lämpimän käyttöveden tuottamiseen ja vedenkulutus riippuu asukkaiden käyttötottumuksista. Sähkönkulutus sen sijaan on ollut vähäisempää kuin suunnitelmissa.

Kaukolämmönkulutusta korvataan kohteessa mahdollisimman paljon aurinkolämmöntuotannolla. Aurinkokeräimistä saatava hyöty on kuitenkin jäänyt selvästi odotettua heikommaksi. Tämän arvioidaan johtuvan siitä, että tuotettua lämpöä ei ole voitu hyödyntää täysmääräisesti ja järjestelmän lämpöhäviöt ovat olleet suuria – aurinkolämmöntuotanto ei siis kohtaa lämmön kysyntää ennen kaikkea käyttöveden osalta. Tarkkoja tuotantotietoja ei ollut saatavilla tätä selvitystä varten.

Kohteen huoneistokohtaisen lämmön talteenoton kanssa on ollut teknisiä ongelmia ja hyötysuhde ei ole ollut oletetulla tasolla. LTO:n toimivuutta saataisiin kohteen omistajan mukaan parannettua merkittävästi esilämmittämällä tuloilmaa maalämmön avulla, mutta kohteen maaperä ei mahdollistanut tätä vaihtoehtoa. Talvisin LTO-laite on ajoittain jäänyt kiinni, mikä on pienentänyt käyttötunteja ja aiheuttanut kustannuksia.



Kuva 40. Isipurjeen B-talon energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2011–2014. Sähkönkulutus ei sisällä kotitaloussähköä, vaan ainoastaan kiinteistö sähköä. Kulutuksista on vähennetty oma aurinkolämmön tuotanto, eli luvut kuvaavat ostoenergian määrää.

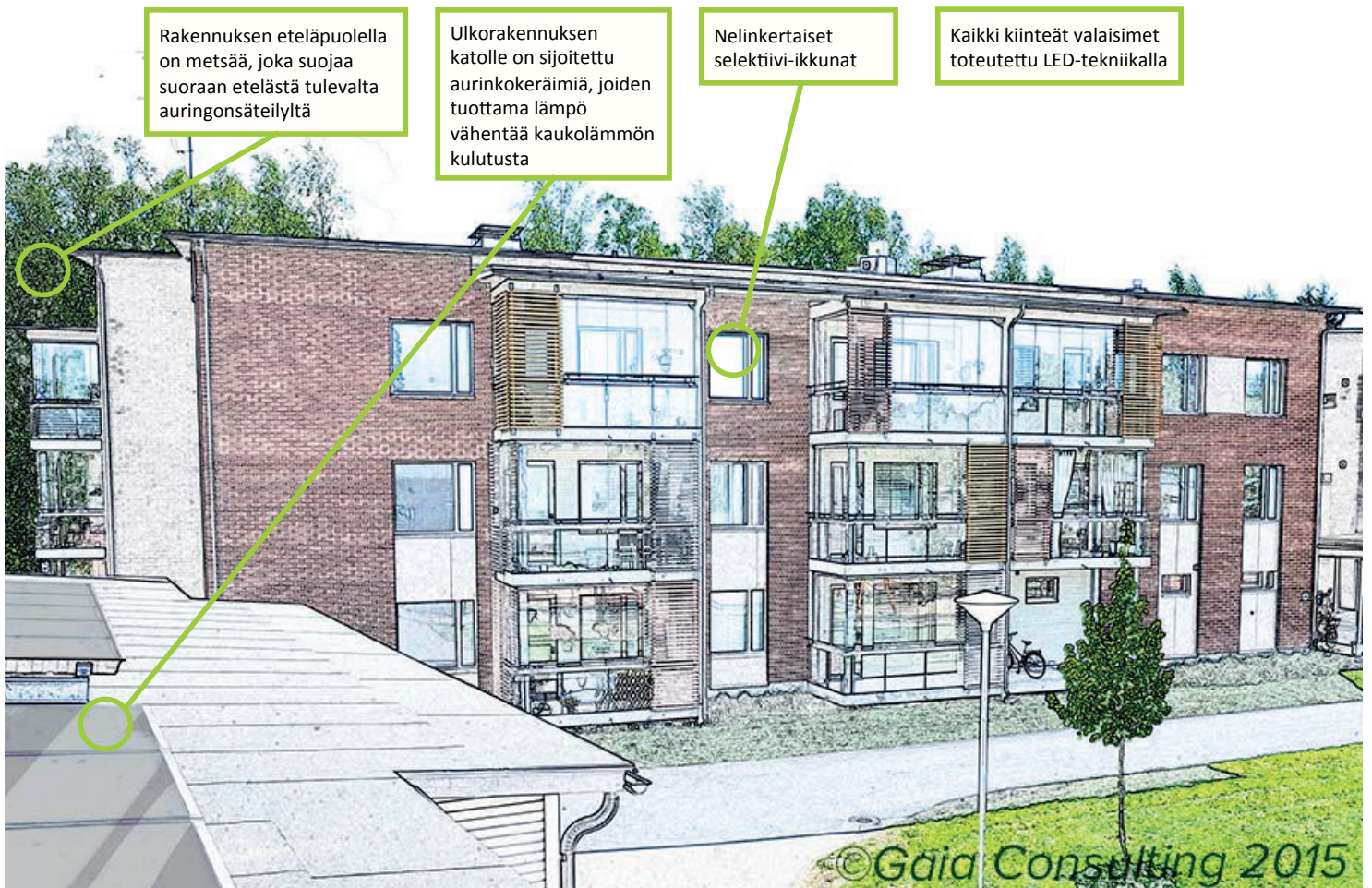
Asukkaiden ja kiinteistön omistajan näkemyksiä

Kiinteistön omistaja on tyytymätön aurinkokeräimien tuottoon, jonka seurauksena uudemmissa kohteissa on siirrytty käyttämään mieluummin aurinkopaneeleja säh-

kön tuotantoon. Asukkaat säättävät suhteellisen aktiivisesti huoneistokohtaisia ilmanvaihtojärjestelmiä, joka aiheuttaa ongelmia taloteknisestä näkökulmasta. Omistajan mielestä olisi hyvä, jos asukas ei voisi ollenkaan vaikuttaa talotekniikan käyttöön, jolloin kokonaisuus pysyisi paremmin hallinnassa. Omistajan mukaan ilmanvaihdon ja lattialämmityksen säätäminen vei käytön alkuvaiheessa aikaa, mutta tämän jälkeen suurempia ongelmia ei ole ollut joitakin poikkeuksia lukuun ottamatta.

Kiinteistön omistaja on Isopurjeentien kohteen jälkeen tehnyt paljon vastaavia kohteita, joissa aiemmat kokemukset on otettu käyttöön. Muutamista teknisistä ratkaisuista, kuten huoneistokohtaisista LTO-laitteistoista, on luovuttu Isopurjeen kokemuksiin perustuen kokonaan. LTO-laitteistot on tämän jälkeen toteutettu keskitetysti ja järjestelmiin on mahdollisuuksien mukaan pyritty asentamaan maalämpöä hyödyntävä esilämmitys, jota voi hyödyntää kesäisin myös viilennykseen.

Asukkaiden kokemusten mukaan kohteen lämpötila pysyy tasaisena ympäri vuoden ja muutenkin sisäilman laatu arvioidaan pääosin hyväksi. Osa asukkaista kokee, että asuntokohtainen vesimittari on vähentänyt vedenkulutusta.



Kuva 41. Isopurjeen passiivitalon suunnitteluvallinat.

2.2.5

Innova-talo, kerrostalon passiivikorjaus

Riihimäen Peltosaaren kaupunginosassa sijaitseva vuonna 1975 rakennettu kerrostalo oli tavoitteena muuttaa passiivitasoiseksi vuonna 2012 valmistuneessa projektissa. Talossa on 38 asuntoa ja alimmassa kerroksessa toimii lasten päiväkoti. Innova-talo on osa laajempaa Peltosaari-projektia, jossa aluetta kehitetään asukasviihtyvyyden, etsivän nuorisotyön ja asukasviihtyvyyden näkökulmista. Koko Peltosaaren alue on aikaisemmin ollut sähkölämmitteistä aluetta, mutta siirtyminen kaukolämpöön on käynnissä. Alueella on tehty useita julkisivuremontteja projektin aikana.

Hankkeen alkuvaiheessa kehitettiin erilaisia korjauskonsepteja sekä rakennetekniikan että taloteknisten järjestelmien osalta. Konseptien energiateknistä toimivuutta simuloitiin numeerisesti käyttäen dynaamista mallinnusta. Saneerauksella pyrittiin leikkaamaan rakennuksen lämmitysenergian tarvetta noin 70 %. Valaistuksen ja laitteiden kuluttamalle sähkölle ei asetettu säästötavoitteita, sillä uudet ilmanvaihtolaitteet lisäävät sähkönkulutusta saneerauksen jälkeen. Erityisen tärkeänä asiana passiivisaneerauksessa nähtiin rakentamisen laatu, joka vaikuttaa herkästi esimerkiksi rakennuksen vaipan tiiviyteen.

Taulukko 10. Innova-talon perustiedot.

KOHTEEN PERUSTIEDOT	
Tyyppi:	Asuinkerrostalo, saneerauskohde
Sijainti:	Saturnuksenkatu, Riihimäki
Koko:	3 535 netto-m ² , 38 asuntoa ja päiväkoti
Valmistumisvuosi:	2012
Rakennuttaja:	Riihimäen Kotikulma Oy
Arkkitehtisuunnittelu:	SAFA Arkkitehtitoimisto Kimmo Lylykangas Oy
Lämmitysmuoto:	Sähkölämmitys, kaukolämpö
Oma energiantuotanto:	Ei omaa tuotantoa
ET-luokka:	Suunniteltu: C (uusi todistus) Toteutunut: F (uusi todistus)
Netto-ostenergia:	512 MWh/v (145 kWh/netto-m ²) (v. 2013–2014 keskiarvo)
Hiilijalanjälki:	113 tnCO ₂ /v (32 kg/netto-m ² /v) (v. 2013–2014 keskiarvo)



Kuva 42. Innova-talon julkisivu.

Rakennuksen suunnitteluvalinnat

Rakennus oli jo ennen korjausta vaipan pinta-alan suhteen energiatehokas. Hyvä muotoilu tuki ajatusta passiivisaneerauksesta. Rakennuksen kantava runko on pääasiallisesti betonia. Ulkovaipan ja yläpohjan lämmöneristeinä on käytetty villaa. Julkisivukorjaus toteutettiin TES-elementeillä, jotka sisälsivät uudet ikkunat, parvekkeiden ovet, uudet ilmanvaihtokanavat, rappausvillan ja pohjarappauksen. Myös sisäänkäyntikatokset ja vesikatto uusittiin, ja ullakkokerrokseen rakennettiin uusi tekninen tila ja asennustila ilmanvaihtokanaville. Saneerauksessa panostettiin merkittävästi sisäilman laadun parantamiseen.

Yksi rakennuksen kerroksista palvelee nykyään päiväkotina ja on mukana passiivitalotavoitteessa. Kohteessa on räystäslämmitys, joka ohjautuu automaattisesti lämpötila-anturin tuottaman tiedon perusteella. Ratkaisulla estetään jääpuikkojen muodostuminen räystäsiin. Ikkunoiksi valittiin tavalliset kolmekerrosiset lämpölasit. Asuntojen märkätilojen kattolämmityksiä ja ulkovalaistusta ohjataan ajastetusti. Yleisissä tiloissa on käytössä valojen liiketunnustusohjaus ja LED-valaisimet.

Kiinteistön lämmin käyttövesi ja ilmanvaihdon tuloilma² lämmitetään nykyään kaukolämmöllä. Huoneistoissa päälämmitysmuotona on sähkölämmityspatterit, joita asukkaat voivat vapaasti säätää huoneistokohtaisesti. Suunnitteluvaiheessa oli arvioitu mahdollisuutta siirtyä pois suorasta sähkölämmityksestä, mutta vesikiertoinen lattialämmitys osoittautui liian kalliiksi ratkaisuksi. Kohteessa ei tuoteta itse sähköä eikä lämpöä.

Taloautomaatiojärjestelmällä asetetaan säätöraajat, jotka määrittävät asuntojen vähimmäislämpötilan ja rajoittavat suurinta mahdollista lämpötilaa. Kokemus on osoittanut että ilman yläraja-arvoa asukkaat helposti yllämmittävät asuntoja ja tuulettavat lämmön ikkunoiden kautta pois. Asukkaille annetusta passiivitalossa asumisen infosta huolimatta lämmityspattereita on pidetty maksimiteholla ja tuuletusluukkuja sekä parvekkeiden ovia avoimina.

Rakennuksen vanha lämmöntalteenottojärjestelmä nuohottiin passiivikorjauksen yhteydessä ja säilytettiin käytössä. Lämmöntalteenotto tehdään poistoilmasta keskitetysti kolmessa lohossa. Uusi lämmöntalteenottokone vaati lisätilaa, mutta vanha pohja mahdollisti teknisten tilojen uudelleen suunnittelun. Suurempi tilantarve saatiin katettua hyödyntämällä vanhoja teknisiä tiloja, entisiä varastotiloja ja käyttämättä ollutta ullakkoa. Suunnittelu onnistui erittäin hyvin ja varastot saatiin sijoitettua uudestaan, eikä asuntojen lukumäärää tarvinnut vähentää.

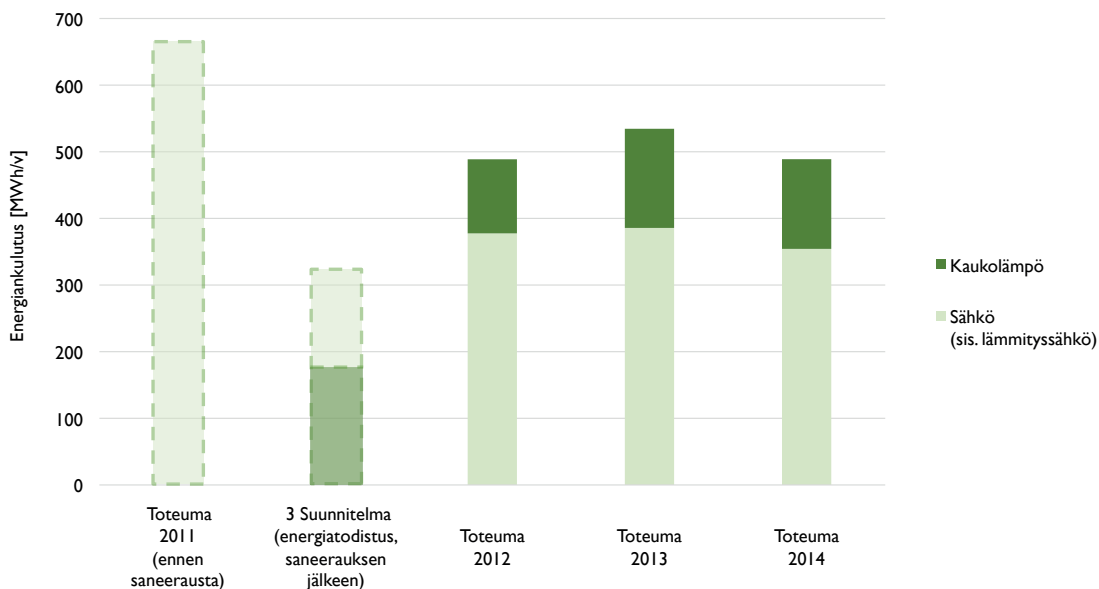
Passiivikorjauksen yhteydessä olisi haluttu siirtyä huoneistokohtaiseen sähkön ja veden mittaukseen. Vanha kaapelointi ei tätä kuitenkaan mahdollistanut ja sähkökaapeloinnin uusimisen kustannus todettiin kohtuuttoman suureksi, joten lämmitys- ja taloussähkö eivät ole eroteltavissa. Myös asuntokohtaiset vesimittarit jätettiin lopulta toteuttamatta.

Suunniteltu ja toteutunut energiankulutus

Kohteen saneerausta edeltävistä, tavoiteltavista sekä saneerauksen jälkeisistä energiankulutuksista on tietoa saatavilla eri lähteistä, eivätkä luvut ole täysin vertailukelpoisia keskenään. Vuosien 2011 ja 2012 kulutustiedot ovat saatavilla kohteesta vuonna 2013 laaditusta energiakatselmuksesta. Vuosien 2013 ja 2014 kulutustiedot on kerätty vuonna 2014 laaditusta energiatodistuksesta sekä kiinteistöhuollon kulutusseurantajärjestelmästä. Ongelmaksi vuoden 2012 kulutustietojen käyttämisen osalta

² Poikkeuksena on päiväkodin keittiössä olevan tuloilmakoneen tuloilman lämmitys, joka on toteutettu sähköllä.

muodostuu se, että saneeraus valmistui vuoden 2012 kesällä, joten ensimmäinen vertailuun soveltuva vuosi on 2013. Saneerauksen tavoitetasona on käytetty vuonna 2014 laaditun energiatodistuksen laskennallisia ostoenergiämääriä, jotka vastaavat kokonaisostoenergiämäärältään pitkälti VTT:n aiempia laskelmia.³ Saatavilla olevat toteutuneet sääkorjatut kulutustiedot sekä tavoitearvot on esitetty kuvassa 43.



Kuva 43. Innova-talon energiatodistuksen mukainen ostoenergiankulutus ja toteutunut sääkorjattu ostoenergiankulutus vuosina 2011–2014. Sähkönkulutus sisältää kaiken kohteessa kulutetun sähkön, myös kotitaloussähkön ja lämmityssähkön.

Saneerauksen jälkeinen energiankulutus ei ole vastannut peruskorjaukselle asetettua tavoitetta. Energiansäästö oli ensimmäisen käyttövuoden aikana noin 30 %, vaikka alkuperäinen tavoite oli noin 70 %. Heikko toteuma johtui VTT:n arvion mukaan pääosin rakennuksen ilmanvaihdon ja lämmityksen säädön puutteista. Sisäilman lämpötilat ovat olleet normaalia sisäilman lämpötilaa korkeampia. Asuntoihin jätettiin urakan yhteydessä vanhat lämmityspatterit, joiden säätäminen tai lukitseminen pienentyneitä lämpöhäviöitä vastaavaan lämpötilaan on lähes mahdotonta. Normaalikäytössä voidaan VTT:n mukaan saavuttaa noin 50 % energiansäästö, mutta tätä ei voida selvittää varten saaduilla tiedoilla todentaa. Joitakin järjestelmien säätöitä tehtiin vielä vuonna 2014, joten vertailukelpoisia energiankulutustuloksia saadaan todennäköisesti vasta tämän raportin valmistumisen jälkeen.⁴

Kiinteistön omistajan, kiinteistöhuollon ja suunnittelijan näkemyksiä

Kaiken kaikkiaan omistajan mukaan saneerauksen yhteydessä valitut tekniset järjestelmät ovat toimineet hyvin. Suorasta sähkölämmityksestä olisi haluttu eroon, mutta siirtyminen kaukolämpöön ei ollut kannattavaa. Energiasuunnittelijan mielestä patterit tulisi uusia tai rakentaa näihin ainakin mahdollisuus säätämiseen tai lukitsemiseen pienentyneitä lämpöhäviöitä vastaavaan lämpötilaan.

Huolto-yhtiö kyseenalaisti märkätilojen kattolämmityksen tarkoituksenmukaisuuden, sillä osa katosta säteilevästä lämmöstä menee suoraan poistoilmaventtiiliin kautta hukkaan. Huolto-yhtiö olisi myös toivonut kokonaisvaltaisempaa laitteistojen käyttökoulutusta käyttöönoton yhteydessä.

³ VTT 2014. Innova, Kerrostalosta passiivitaloksi.

⁴ VTT 2014. Innova, Kerrostalosta passiivitaloksi.

Huoltoyhtiö toivoi, että heillä olisi käytössään oma valvomo energiankulutuksen reaaliaikaiseen seuraamiseen ja ohjaamiseen. Vaihtoehtona tälle olisi huoneistokohtaisesti taattu lämpötilataso ja lisälämmityksen kustannuksista olisi vastuussa asukas itse. Nyt lämpötiloissa on huoneistokohtaisesti suuria eroja ja yllämmitys koituu kaikkien asukkaiden maksettavaksi.

Innova-projektissa oli kyselyiden mukaan liikaa tahoja mukana ja tästä johtuen tiedot projektista ovat hyvin hajallaan eri osapuolilla. Projektista pitäisi laatia keskitetty tietoportaali, jossa olisi mm. seurantatietoa energiankulutuksista sekä muuta tietoa järjestelmästä, parhaista käytännöistä, hankkeen yhteyshenkilöistä ja muista relevanteista asioista. Näin varmistettaisiin että tieto ja kokemukset siirtyvät myös tuleviin projekteihin.



Rakennuksen lämpöeristystä lisättiin huomattavasti saneerauksen yhteydessä

Ajastetusti ohjattava ulkovaistus sekä yleisissä tiloissa LED-valaisimet liiketunnustusohjauksella

Kohteessa sähkölämmitys, mutta kaukolämpöä käytetään käyttöveden ja ilmanvaihdon tuloilman lämmittämiseen

Ei omaa energiantuotantoa

Kuva 44. Innova-talon suunnitteluvalinnat.

3 Yhteenveto

3.1

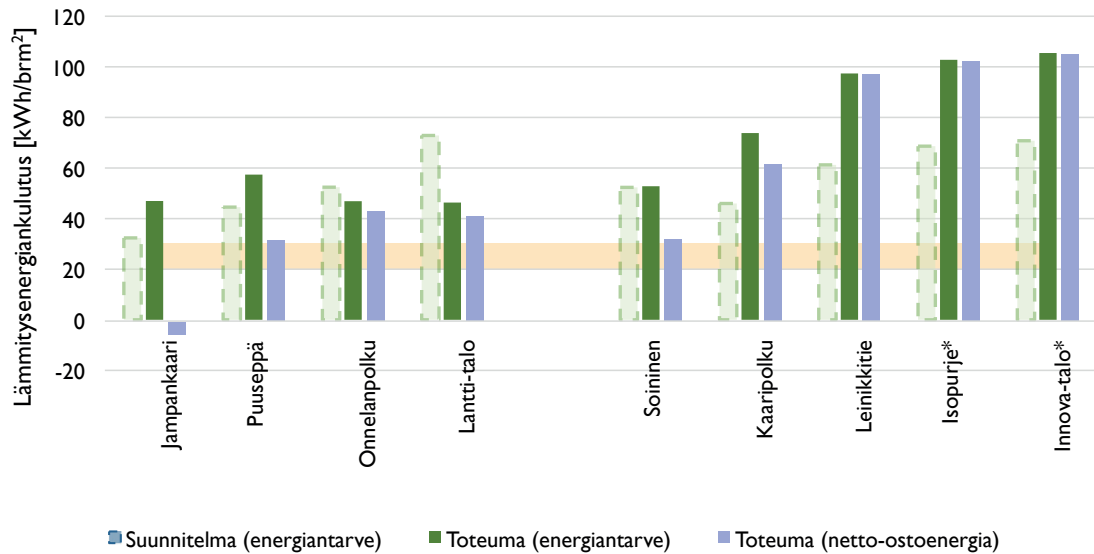
Energiankulutus

Tässä selvityksessä on tarkasteltu passiivi- ja nollaenergiataloja, jotka kuluttavat selvästi tavanomaista rakennusta vähemmän lämmitysenergiaa. VTT:n määritelmän mukaan passiivitalo tarvitsee lämmitysenergiaa Etelä-Suomessa noin 20 kWh/brm² vuodessa ja Pohjois-Suomessa noin 30 kWh/brm² vuodessa. Tavanomaiset rakennukset kuluttavat lämpöä huomattavasti enemmän – esimerkiksi toimistorakennuksien keskimääräinen lämmönkulutus on luokkaa 90 kWh/brm² ja vanhainkotien lämmönkulutus on luokkaa 130 kWh/brm².⁵ Nollaenergiatalo on talo, jossa tuotetaan vuositasolla saman verran energiaa kuin se käyttää.

Nollaenergiatalojen pitäisi siis olla energiatehokkaampia kuin passiivitalojen, mutta joissakin tarkastelluissa tapauksissa näin ei ole, kuten kuvasta 45 voidaan nähdä (nollaenergiatalot on esitetty kuvan vasemmalla puolella ja passiivitalot oikealla). Kuvasta nähdään myös, että mikään tarkastelluista kohteista ei saavuta suunnitteluarvoiltaan VTT:n määrittelemää passiivitalotasoa – ainakaan mikäli mahdollista omaa lämmöntuotantoa ei vähennetä lämmönkulutuksesta. Netto-ostoenergiatarkastelussa ainoastaan Jampankaari täyttää lämpöenergian osalta toteumaltaan nollaenergiarakennuksen määritelmän, ja itse asiassa kohde myy enemmän lämpöä kuin ostaa.⁶ Muista kohteista Puuseppä ja Soininen ovat toteutuneelta netto-ostoenergialtaan lähellä VTT:n passiivenergiatason ylärajaa, muut kohteet kuluttavat lämpöä huomattavasti enemmän kuin passiivenergiataso määrittää. Suurin osa tarkastelluista kohteista myös kuluttaa lämpöä enemmän kuin suunnitteluvaiheessa on laskennallisesti määritelty. Kuvassa 45 energiantarpeen (vihreä palkki) ja netto-ostoenergian (violetti palkki) erotus kuvaa kohteessa itse tuotetun lämpöenergian määrää per kohteen pinta-ala.

⁵ Ks. Motiva, Palvelusektorin ominaiskulutuksia. Saatavissa: http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta/tem_n_tukemat_energiakatselmuksset/tilastotietoa_katselmuksista/palvelusektorin_ominaiskulutuksia

⁶ Lämpöpumpputjärjestelmän kuluttamaa sähköä ei ole laskettu tässä ostolämmöksi.



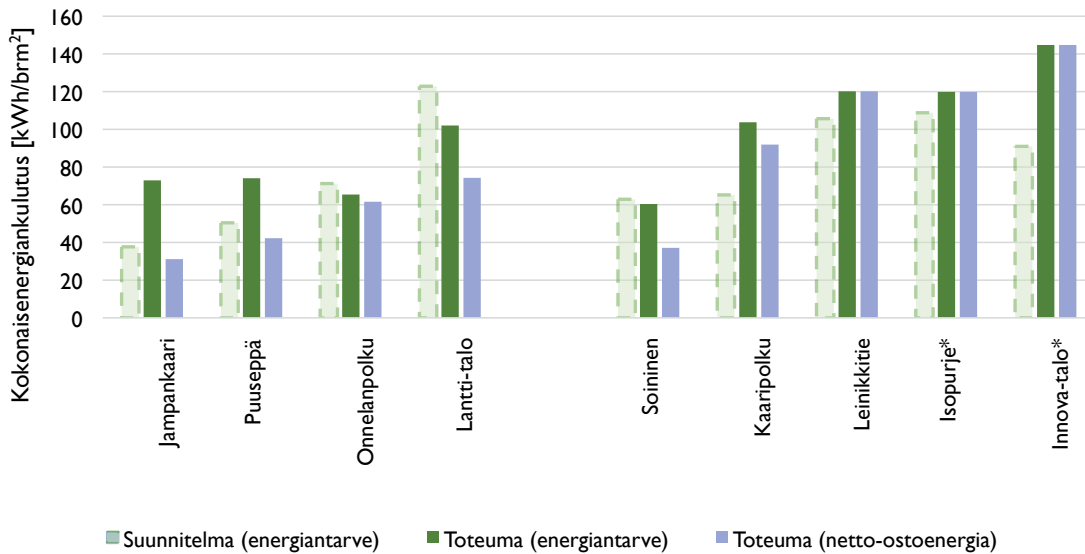
Kuva 45. Tarkasteltujen kohteiden suunnitelman mukainen lämmitysenergiantarve, lämmönkulutuksen toteuma (mahdollista omaa tuotantoa ei huomioitu) sekä netto-ostoenergian kulutus (mahdollinen oma tuotanto huomioitu) suhteutettuna kohteen pinta-alaan. Nollaenergiatalot (4 kpl) ovat kuvassa vasemmalla ja passiivitalot (5 kpl) oikealla puolella. VTT:n määrittelemä lämmityksen passiivenergiatason vaihteluväli (20–30 kWh/brm²) on merkitty kuvaan oranssilla poikkipalkilla. Huom! Tähdellä (*) merkittyjen Isopurjeen ja Innova-talon energiankulutuksen jakajana on kohteen nettopinta-ala, joten nämä eivät ole täysin vertailukelpoisia muiden kohteiden kanssa, joissa jakajana on bruttopinta-ala.

Kuvassa 46 on esitetty tarkasteltujen rakennusten suunnitelman mukainen kokonaisenergiantarve, energiankulutuksen toteuma sekä netto-ostoenergian kulutus suhteutettuna kohteen pinta-alaan. Kuvassa energiantarpeen (vihreä palkki) ja netto-ostoenergian (violetti palkki) erotus kuvaa kohteessa itse tuotetun energian määrää per kohteen pinta-ala.

Kuvissa 45 ja 46 Isopurjeen passiivitalon energiantarve ja ostoenergia ovat yhtä suuret, sillä saaduista lähtötiedoista ei pysty erottelemään aurinkolämmön tuotantotietoja, vaan pelkästään ostoenergian määrän. Leinikkiitiellä ja Innova-talossa ei tuoteta itse energiaa, joten myös näissä kohteissa energiantarve ja netto-ostoenergia ovat samansuuruiset.

Kulutustiedot eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia, sillä toteutuneet kulutukset on sääkorjattu aina lähimpään kuntaan, josta lämmitystarveluku on saatavilla.⁷

⁷ Yleensä sääkorjaus tehdään Jyväskylän sääolosuhteisiin, kun vertaillaan eri puolilla Suomea olevia kohteita keskenään.



Kuva 46. Tarkasteltujen kohteiden suunnitelman mukainen kokonaisenergiantarve, energiankulutuksen toteuma (mahdollista omaa tuotantoa ei huomioitu) sekä netto-ostoenergian kulutus (mahdollinen oma tuotanto huomioitu) suhteutettuna kohteen pinta-alaan. Nollaenergiatalot (4 kpl) ovat kuvassa vasemmalla ja passiivitalot (5 kpl) oikealla puolella. Huom! Tähdellä (*) merkittyjen Isopurjeen ja Innova-talon energiankulutuksen jakajana on kohteen nettopinta-ala, joten nämä eivät ole täysin vertailukelpoisia muiden kohteiden kanssa, joissa jakajana on bruttopinta-ala.

Suurin osa tarkasteltujen kohteiden toteutuneista kokonaisenergiansyöistä ylittää suunnitellut arvot. Joukossa on myös kohteita, joissa toteutunut kulutus on alittanut suunnitelmat. Yhteenveto tavoitteiden toteutumisesta on esitetty taulukossa 11. Taulukkoa tarkasteltaessa on syytä huomata, että vaikka suunniteltuihin energiansyötöihin päästiin vain kolmessa kohteessa, vastasi toteutunut energiansyötykseen ET-luokkaa kaikissa muissa kohteissa, paitsi Innova-talossa.

Taulukko II. Yhteenveto energiatehokkuustavoitteiden toteutumisesta tarkastelluissa kohteissa.

Nollaenergiatalot	Laskennallinen kulutus toteutunut	Energiatodistuksen ET-luokka / todellisen kulutuksen mukainen ET-luokka	Tarkastelujakso	Lisätietoja
Jampankaari	EI	A / A (vanha todistus)	2014	luku 2.1.1
Puuseppä	EI	A / A (vanha todistus)	2012–2014 (ka.)	luku 2.1.2
Onnelanpolku	KYLLÄ	A / A (vanha todistus)	7/2014–6/2015	luku 2.1.3
Lantti-talo	KYLLÄ	A / A (vanha todistus)	2013–2014 (ka.)	luku 2.1.4
Passiivitalot	Laskennallinen kulutus toteutunut	Energiatodistuksen ET-luokka / todellisen kulutuksen mukainen ET-luokka	Tarkastelujakso	Lisätietoja
Soininen	KYLLÄ	A / A (vanha todistus)	2014	luku 2.2.1
Kaaripolku	EI	A / A (vanha todistus)	2013–2014 (ka.)	luku 2.2.2
Leinikkitie	EI	A / A (vanha todistus)	2012–2014 (ka.)	luku 2.2.3
Isopurje	EI	C / C (uusi todistus)	2011–2014 (ka.)	luku 2.2.4
Innova-talo	EI	C / F (uusi todistus)	2013–2014 (ka.)	luku 2.2.5

Syyt laskennallisen ja toteutuneen energiankulutuksen erotukseen ovat kohdekohtaisia eikä erotuksen voida aina arvioida johtuvan rakennusteknisistä asioista. Joissain tapauksissa kulutuserot johtuvat siitä, että rakennuksen suunniteltu käyttötarkoitus on muuttunut, jolloin laskennallinen energiantarve ei vastaa todellisen käytön vaatimuksia. Esimerkiksi kokonaan palvelutaloiksi muuttuneissa kohteissa lisääntyvä henkilökunnan tarve lisää jäähdytystarvetta ja oletettavasti myös sähkön kulutusta. Joidenkin kohteiden osalta energiatodistusten kulutusarvoja ei voida pitää täysin luotettavina, sillä taustalaskelmia ei ollut aina saatavilla eikä suunniteltuja järjestelmiä (esim. aurinkoenergian tuotanto) aina toteutettu alkuperäisen suunnitelman mukaan.

3.2

Hiilijalanjälki

Kohteiden hiilijalanjälkeen vaikuttaa ostoenergian kulutusmäärä sekä paikallinen kaukolämmön päästökerroin, mikäli kohde on liitetty kaukolämpöverkkoon. Sähkön päästökertoimenä on käytetty kaikkien kohteiden osalta kansallista hyödynjakomenetelmällä laskettua päästökerrointa⁸, vaikka kohteen ostosähkö olisikin nk. vihreää sähköä. Tulokset on esitetty kuvassa 47. Hiilijalanjäljelle ei ollut asetettu tavoitearvoja hankkeiden suunnitteluvaiheessa. Tavanomaisen kaukolämmitteisen toimistorakennuksen hiilijalanjälki on luokkaa 30–40 kgCO₂/m² ja vanhainkodin luokkaa 35–45 kgCO₂/m². Kuvasta 47 nähdään että suurimmat hiilijalanjäljet tarkasteltavista kohteista on Isopurjeen passiivitalolla sekä Innova-talolla, kun taas alhaisimpiin hiilijalanjälkiin pääsevät Jampankaari, Puuseppä sekä Soinen.

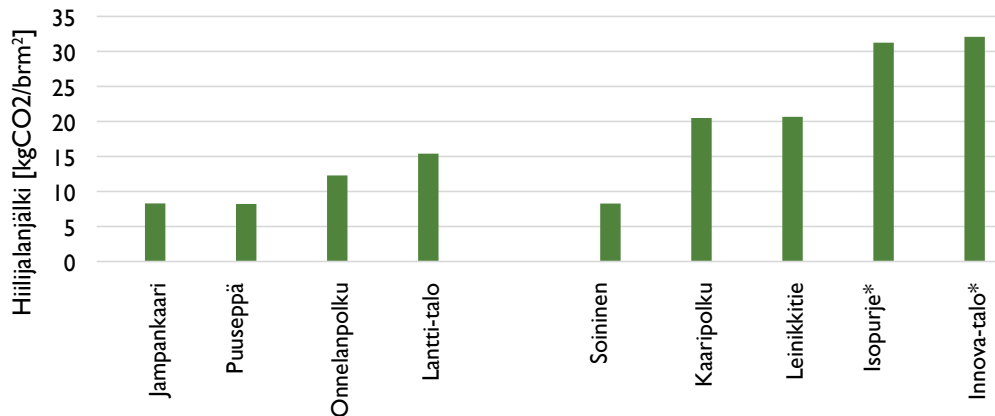
Jampankaaren hiilijalanjälki on pieni, sillä kohde tuottaa lämpöä myyntiin enemmän kuin kohteeseen ostetaan kaukolämpöä ja myydyn lämmön on oletettu korvaavan kaukolämmön tuotantoa. Tällöin kohteen lämmönkulutukselle allokoitujen päästöt muodostuvat negatiivisiksi.⁹ Puuseppän opiskelija-asuntolassa tuotetaan sähköä ja lämpöä merkittävästi itse ja tämä vähentää ostoenergian tarvetta ja pienentää tätä kautta kohteen hiilijalanjälkeä. Soisen passiivitaloissa energiantarve on vähäinen ja lisäksi kohteessa tuotetaan aurinkolämpöä, joka pienentää hiilijalanjälkeä. Isopurjeen passiivitalossa kaukolämmön kulutus on ollut selvästi suurempaa kuin oli suunniteltu; tämä on johtunut ainakin osittain aurinkolämpökeräimien heikosta tuotosta. Tämän lisäksi Oulun kaukolämmön päästökerroin on tarkastelluista kohteista selvästi korkein, joka lisää kohteen lämmönkulutuksesta aiheutuvia päästöjä. Innova-talossa ei ole päästy energiankulutukselle asetettuun tavoitteeseen saneerauksen jälkeen ja lisäksi alueellinen kaukolämmön päästökerroin on suhteellisen korkea.

Hiilijalanjäljet eivät ole keskenään täysin vertailukelpoisia, sillä laskennan pohjalla olevat kulutustiedot on säädöskorjattu aina lähimpään kuntaan, josta lämmitystarveluku on saatavilla.¹⁰

⁸ Tilastokeskus, vuosien 2008–2012 liukuva keskiarvo.

⁹ Lämpöpumppujärjestelmän kuluttamaa sähköä ei ole laskettu tässä ostolämmöksi.

¹⁰ Yleensä säädöskorjaus tehdään Jyväskylän sääolosuhteisiin, kun vertaillaan eri puolilla Suomea olevia kohteita keskenään.



Kuva 47. Tarkasteltujen kohteiden hiilijalanjäljet netto-ostoenergian kulutukseen perustuen. Nollaenergiatalot (4 kpl) ovat kuvassa vasemmalla ja passiivitalot (5 kpl) oikealla puolella. Huom! Tähdellä (*) merkittyjen Isopurjeen ja Innova-talon hiilidioksidipäästöjen jakajana on kohteen nettopinta-ala, joten nämä eivät ole täysin vertailukelpoisia muiden kohteiden kanssa, joissa jakajana on bruttopinta-ala.

3.3

Käyttökokemukset

Rakennusten suunnitteluvalinnat ovat pääosin mahdollistaneet hyvän energiatehokkuustason tarkastelluissa kohteissa. Hankkeen aikana tehtyjen kyselyjen ja haastatteluiden perusteella voidaan tiivistetysti todeta, että energiatehokkaiden rakennusten käyttö ja ylläpito ei käytännössä eroa tavanomaisista rakennuksista. Käytetyt energiatehokkuusratkaisut, kuten LTO-laitteet, lämpöpumput, eristysratkaisut ym. ovat kaupallista teknologiaa ja niiden käytöstä on jo paljon kokemusta. Esimerkiksi aurinkopaneelit ja -keräimet eivät rakennuttajien mukaan vaadi lainkaan puhdistamista tai muuta ylläpitoa. Kiinteistöhuolto toivoi kuitenkin joissain tapauksissa rakennusten käyttöönottovaiheessa laiteoimittajilta kattavampaa koulutusta esimerkiksi taloautomaatiojärjestelmien toiminnasta. Suunnitteluvalintoja ja näiden vaikutusta kohteiden energiankulutukseen on esitelty ja arvioitu kohdekohtaisesti luvussa 2.

Kyselyissä ja haastatteluissa mainitut haasteet olivat vastaavia kuin rakennuksissa, joissa energiatehokkuustavoitteet eivät ole yhtä kunnianhimoiset kuin tässä raportissa esitellyissä nollaenergia- ja passiivirakennuksissa. Haasteet liittyvät esimerkiksi rakennuksen käyttöönottovaiheessa asetettuihin taloautomaatiojärjestelmän raja-arvojen säätämiseen ja huoneistojen sisälämpötilaan ja sen tasaisuuteen sekä vedontunteeseen. Huoneistokohtaiset LTO-laitteet aiheuttavat enemmän työtä kiinteistöhuollolle, sillä näissä tapauksissa suodattimien vaihtoon kuluu huomattavasti enemmän aikaa kuin keskitetyissä järjestelmissä. Urakkaa voitaisiin kiinteistöhuollon edustajien mukaan keventää huomattavasti suunnittelemalla laitteet siten, että niiden perushuollettavuutta helpotettaisiin esimerkiksi huoltoluukkujen pikakiinnikkeillä.

Energiantuotantojärjestelmät ovat lähes kaikissa kohteissa toimineet moitteettomasti – tosin poikkeuksiakin on. Esimerkiksi kaikissa tapauksissa ei ole päästy aurinkokeräintoimittajan lupaamiin tuotantomääriin. Toisissa kohteissa taas aurinkolämpöjärjestelmät ovat saaneet kiitosta siitä, että keräimet alkavat tuottaa jo vähäiselläkin auringonpaisteella. Osa rakennuttajista pitää esimerkiksi maalämpöä niin hyvänä ratkaisuna, että olisi valmis valitsemaan sen myös tulevien kohteiden osalta päälämmitysmuodoksi, vaikka kohde sijaitsisi kaukolämpöalueella. Maalämpöjärjestelmää pidetään hyvänä ratkaisuna myös sen takia, että siihen on helppo integroida jäähdytystoiminto. Tekniset tilat ovat olleet riittävät kaikissa kohteissa, mutta osassa kohteita jouduttaisiin tekemään laajennuksia, mikäli lisää laitteita otet-

taisiin käyttöön. Rakennuttajien mukaan hankkeista on tullut paljon oppeja etenkin energijärjestelmien käytöstä ja toiminnasta – näitä oppeja on siirretty ja siirretään myös uusiin rakennushankkeisiin.

Asukkaiden asumiskokemukset vaihtelevat kohteesta riippuen, ja kokemuksissa on vaihtelua myös yksittäistä kohdetta tarkasteltaessa. Asukkaat ovat kuitenkin monen kohteen osalta maininneet vedon tunteesta. Tämä voi ainakin osittain olla selitettävissä sillä, että kyselyyn vastanneiden aiemmissa asunnoissa ei ole ollut yhtä tehokasta ilmanvaihtojärjestelmää – mikä on yleensä tilanne etenkin vanhoissa rakennuksissa. Usein toistuva ongelma on myös matkapuhelinten kuuluvuus, jota on kuitenkin pyritty useassa kohteessa parantamaan operaattoreiden asentamalla vahvistimilla. Samoin ikkunoiden huurtumisesta on valitettu. Monet kyselyihin vastanneista asukkaista eivät kuitenkaan huomaa asuvansa energiatehokkaassa rakennuksessa, vaan kokemus vastaa heidän käsitystään normaalista uudesta asuinrakennuksesta.

3.4

Johtopäätökset ja suositukset

Vaikka alle puolet tarkastelluista rakennuksista on saavuttanut niille asetetun laskennallisen energiatehokkuustason, ovat käyttökokemukset olleet kuitenkin pääosin hyviä. Tuloksia tarkasteltaessa on myös syytä huomata, että kulutustiedot perustuvat kohteesta riippuen 1–4 vuoden mittausjaksoon. Luotettavamman analyysin tekeminen vaatisi kulutusmittauksia pidemmältä aikaväliltä, jolloin kohteiden käyttö on vakiintunut sekä talotekniset ja energijärjestelmiin liittyvät säädöt optimoitu.

Selvitys osoittaa, että teknologiset ratkaisut rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiseen ovat kypsiä. Parantamisen varaa sen sijaan on rakennuksen ja sen energia- ja automaatiojärjestelmän käyttöönotossa sekä asukkaiden kulutustottumuksissa. Tähän voidaan vaikuttaa kiinteistön ylläpitäjän kokonaisvaltaisemmalla käyttöönottokoulutuksella sekä asukkaiden aktiivisemmalla tiedottamisella. Myös tässä raportissa esitetyt asumiseen liittyvät kokemukset, kuten vedon tunne, ikkunoiden huurtuminen sekä matkapuhelinten kuuluvuusongelmat on syytä ottaa huomioon tulevilla kohteilla jo suunnitteluvaiheessa.

Energian kulutusseurannan ja jaottelun eri kulutuslajeihin (lämmitys, lämmin käyttövesi, valaistus, laitesähkö jne.) tulisi olla paremmalla ja tarkemmalla tasolla, jotta mahdolliset parannustoimet voitaisiin kohdistaa oikein. Mahdollisiin ongelmiin, kuten suunniteltua korkeampiin kulutustasoihin, on helpompi puuttua kun kulutusta seurataan riittävän tiheästi, pitkältä ajalta ja useilla alamittauksilla. Joillakin kohteilla on julkinen web-pohjainen seurantajärjestelmä, josta näkee kohteen energiankulutuksen ja -tuotannon reaaliaikaisesti tai lähes reaaliaikaisesti. Nämä järjestelmät eivät kuitenkaan ole usein riittävän käyttäjäystävällisiä ja esitetyt kulutus- ja tuotantoluvut ovat vaikeaselkoisia.

Usean tarkastellun kohteen osalta nousi esiin myös huomio, että rakennus- ja energiatekniikkaan liittyvää osaamista pitäisi jakaa aktiivisemmin toimijoiden kesken esimerkiksi web-pohjaisessa palvelussa. Tällä hetkellä yksityiskohtaisia käyttökokemuksia ei ole käytännössä julkisesti saatavilla – tieto on usein hajallaan ja/tai henkilöitynyttä ja tiedonvaihtoa tapahtuu lähinnä erityistapahtumissa, kuten alan seminaareissa.

Selvityksessä kävi myös ilmi, että etenkin vanhat energiatodistukset eivät aina tarjoa laadukasta tietoa suunnittelun ja toteutuneen kulutuksen vertailuun. Useista tätäkin selvitystä varten kerätyistä energiatodistuksista puuttui esitetyn energiatarpeen taustalaskelmat, jolloin on mahdotonta arvioida esimerkiksi laskennallista oman energiantuotannon määrää tai kohteen sisäisiä lämpökuormia. Selvityksessä käytettiin uusimpia saatavilla olevia energiatodistuksia. Kaikkien kohteiden osalta ei

ollut kuitenkin saatavilla ennen rakennuksen käyttöönottoa päivitettyä todistusta, jolloin mikäli rakennuksen käyttötarkoitus muuttuu esimerkiksi kesken rakentamisen – kuten tässäkin selvityksessä mukana olevien joidenkin rakennusten osalta tapahtui, eivät energiatodistuksen tiedot mahdollista tarkoituksenmukaista vertailua suunnitellun ja toteutuneen kulutuksen välillä.

LÄHTEET

Kirjallisuuslähteet

VTT 2014. Innova, Kerrostalosta passiivitaloksi.

Kohteiden yhteyshenkilöt:

Jarkko Piiparinen, Jampankaaren palvelutalo

Tuula Vartiainen, Opiskelija-asuntola Puuseppä

Markku Tyrväinen, Onnelanpolun palvelutalo

Jesse Apilainen, Lantti-talo

Pekka Peltomäki, Soinisen passiivitalot

Pekka Tynkkynen, Kaaripolun palvelutalo

Vesa Vapanen, Leinikkitie opiskelija-asunnot

Jouko Knuutinen, Isopurjeen passiivitalo

Kim Junell, Innova-talo

TERMIT JA KÄSITTEET

Aurinkopaneeli

Laite, joka muuntaa auringon säteilyä sähköenergiaksi valosähköisen ilmiön avulla. Myös aurinkosähköpaneeli.

Energiatodistus

Vuoden 2008 alusta lähtien uusille rakennuksille on vaadittu energiatodistus. Energiatodistuksessa rakennukset luokitellaan asteikolla A:sta G:hen. Energiatehokkaimmat rakennukset kuuluvat A-luokkaan.

E-luku

Kesäkuussa 2012 voimaan tulleissa rakentamismääräyksissä rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen E-luku (kWh/netto-m²) lasketaan rakennukseen ostettavan energian ja energiamuotojen kertoimien tulona. E-luvun laskennassa huomioidaan rakennuksen lämpöhäviöiden lisäksi myös lämmitystapa ja sen käyttämän energian tuotantomuoto. Jos rakennuksen tarvitsemasta sähköenergiasta osa tuotetaan omalla tontilla esimerkiksi auringon tai tuulen avulla, niin tämä tuotto hyvitetään laskennassa, mikä alentaa ostettavaa energiaa ja E-lukua.

ET-luku

Ennen kesäkuuta 2012 voimaan tulleita rakentamismääräyksiä määräsi ET-luku rakennuksen energiatodistuksen energialuokan (nykyisen E-luvun sijasta). ET-luku saadaan jakamalla rakennuksen laskennallinen energiantarve rakennuksen bruttoalalla.

Hiilijalanjälki

Tässä: hiilidioksidipäästöt, jotka aiheutuvat rakennuksen ostoenergian kulutuksesta.

Kylmäsilta

Rakennuksen vaipan paikallinen rakenneosia, jossa syntyy korkea lämpöhäviö.

LTO

Lämmön talteenotto. LTO-laite ottaa talosta poistettavasta ilmasta lämpöä talteen. Talteen otettu lämpö käytetään rakennuksen tuloilman lämmittämiseen.

Netto-ostoenergia

Ostoenergian ja verkkoon syötetyn (myydyn tai annetun) energiamäärän erotus.

Nollaenergiatalo

Talo, jossa tuotetaan vuositasolla saman verran energiaa kuin se käyttää huonetilojen ja käyttöveden lämmittämiseen sekä valaistukseen ja laitteisiin.

Ostoenergia

Energia, joka hankitaan rakennukseen sähköverkosta, kaukolämpöverkosta, kaukojäähdytysverkosta ja / tai polttoaineen sisältämänä energiana.

Passiivitalo

Erittäin vähän energiaa kuluttava rakennus, jonka tarvitsema lämpöenergia pyritään kattamaan passiivisilla aurinkoenergiaratkaisuilla sekä rakennuksen käytön aiheuttamalla lämmöllä. Passiivinen aurinkoenergian hyödyntäminen voi tarkoittaa esimerkiksi auringon lämmön varastoitumista talon rakenteisiin, ikkunoiden suuntaamista

haluttuun ilmansuuntaan ja/tai markiisien tai ikkunasäleikköjen hyödyntämistä. VTT:n määritelmän mukaan passiivitalo tarvitsee lämmitysenergiaa Etelä-Suomessa noin 20 kWh/brm² vuodessa ja Pohjois-Suomessa noin 30 kWh/brm² vuodessa.

Sääkorjattu energian kulutus

Ilmaisee todellisen lämmitysenergiankulutuksen lämpötilakorjattuna normaalivuoteen (= keskiarvo 1971–2000, 1.6.2013 alkaen 1981–2010) verrattuna. Sääkorjauksella eri vuosien lämmitysenergian kulutuksista saadaan vertauskelpoisia keskenään ulkoilman lämpötilaeroista huolimatta.

LUETTELO KUVISTA JA TAULUKOISTA

Kuvien ja taulukoiden käyttämiseen pyydettyä lupa Gaia Consulting Oy:ltä.

Kuvat

Kuva 1.	Jampankaaren palvelutalon julkisivu	9
Kuva 2.	Aurinkosähköpaneeleita ja aurinkolämpökeräimiä Jampankaaren palvelutalon katolla. Sijoittelussa on pyritty minimoimaan rakenteiden synnyttämät varjostukset	10
Kuva 3.	Maalämpöpumppu ja vesivaraaja Jampankaaren palvelutalon teknisessä tilassa	11
Kuva 4.	Jampankaaren palvelutalon energiatodistuksen mukainen energian kulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuonna 2014	11
Kuva 5.	Jampankaaren oma uusiutuvan energian tuotanto vuonna 2014	12
Kuva 6.	Jampankaaren sähkön ja lämmön osto ja myynti vuonna 2014 (sääkorjaamaton)	13
Kuva 7.	Jampankaaren palvelutalon suunnitteluvalinnat	14
Kuva 8.	Opiskelija-asuntola Puusepän julkisivu	15
Kuva 9.	Aurinkolämpökeräimiä ja aurinkosähköpaneeleja asennettuna opiskelija-asuntola Puusepän katolle	16
Kuva 10.	Puusepän energiajärjestelmän laajentaminen vaatisi teknisen tilan kasvattamista parkkihalliin puolelle	16
Kuva 11.	Opiskelija-asuntola Puusepän toimintokaavion mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2012–2014	17
Kuva 12.	Opiskelija-asuntola Puusepän suunniteltu ja toteutunut oma energiantuotanto vuosina 2012–2014	18
Kuva 13.	Opiskelija-asuntola Puusepän suunnitteluvalinnat	19
Kuva 14.	Onnelanpolun palvelutalon julkisivu	20
Kuva 15.	Atrium toimii Onnelanpolun palvelutalon lämpöakkuna	21
Kuva 16.	Onnelanpolun teknisessä tilassa on runsaasti tilaa järjestelmälaajennuksille	22
Kuva 17.	Lahden Onnelanpolun energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus ajanjaksolla 7/2014-6/2015	23
Kuva 18.	Lahden Onnelanpolun oma uusiutuvan energian tuotanto ajanjaksolla 7/2014-6/2015	23
Kuva 19.	Onnelanpolun palvelutalon suunnitteluvalinnat	24
Kuva 20.	Lantti-talon julkisivu	25
Kuva 21.	Lantti-talossa aurinkoenergiaa tuotetaan päärakennukseen sekä ulkovaolinevarastoon integroiduilla paneeleilla ja keräimillä	26
Kuva 22.	Lantti-talon energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2013–2014	27
Kuva 23.	Lantti-talon aurinkoenergian tuotanto vuonna 2014	27
Kuva 24.	Lantti-talon suunnitteluvalinnat	28
Kuva 25.	Soinisen passiivitalojen julkisivu	29
Kuva 26.	Jokaisella asunnolla on käytössä omat aurinkolämpökeräimet, joita hyödynnetään lämpimän käyttöveden valmistuksessa	30
Kuva 27.	Soinisen passiivitalojen energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuonna 2014	31

Kuva 28.	Soinisen passiivitalojen suunnitteluvalinnat	32
Kuva 29.	Kaaripolun palvelukodin julkisivu	33
Kuva 30.	Aurinkolämpökeräimet ja aurinkosähköpaneelit on suunnattu etelää kohti	34
Kuva 31.	Lämpö ja viileä jaetaan huoneistoissa vesikiertoisilla kattosäteilylämmittimillä	34
Kuva 32.	Kaaripolun energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2013–2014	35
Kuva 33.	Aurinkosähkön ja aurinkolämmön keskimääräinen vuotuinen tuotanto ajanjaksolla 2013–2015	36
Kuva 34.	Kaaripolun palvelukodin suunnitteluvalinnat	36
Kuva 35.	Leinikkitien opiskelija-asuntojen julkisivu	37
Kuva 36.	Leinikintien opiskelija-asuntojen energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2012–2014	39
Kuva 37.	Leinikkitien opiskelija-asuntojen suunnitteluvalinnat	40
Kuva 38.	Isopurjeen passiivitalon julkisivu	41
Kuva 39.	Aurinkolämpökeräimet on asennettu ulkorakennuksen katon suuntaisesti lähes vaakasuoraan asennuskulmaan	42
Kuva 40.	Isopurjeen B-talon energiatodistuksen mukainen energiankulutus ja toteutunut sääkorjattu energiankulutus vuosina 2011–2014	43
Kuva 41.	Isopurjeen passiivitalon suunnitteluvalinnat	44
Kuva 42.	Innova-talon julkisivu	45
Kuva 43.	Innova-talon energiatodistuksen mukainen ostoenergiankulutus ja toteutunut sääkorjattu ostoenergiankulutus vuosina 2011–2014	47
Kuva 44.	Innova-talon suunnitteluvalinnat	48
Kuva 45.	Tarkasteltujen kohteiden suunnitelman mukainen lämmitysenergiatarve, lämmönkulutuksen toteuma (mahdollista omaa tuotantoa ei huomioitu) sekä netto-ostoenergian kulutus (mahdollinen oma tuotanto huomioitu) suhteutettuna kohteen pinta-alaan	50
Kuva 46.	Tarkasteltujen kohteiden suunnitelman mukainen kokonaisenergiatarve, energiankulutuksen toteuma (mahdollista omaa tuotantoa ei huomioitu) sekä netto-ostoenergian kulutus (mahdollinen oma tuotanto huomioitu) suhteutettuna kohteen pinta-alaan	51
Kuva 47.	Tarkasteltujen kohteiden hiilijalanjäljet netto-ostoenergian kulutukseen perustuen	53

Taulukot

Taulukko 1.	Selvityksessä mukana olevat kohteet	7
Taulukko 2.	Jampankaaren perustiedot	9
Taulukko 3.	Puusepän perustiedot	15
Taulukko 4.	Onnelanpolun perustiedot	20
Taulukko 5.	Lantti-talon perustiedot	25
Taulukko 6.	Soinisen passiivitalojen perustiedot	29
Taulukko 7.	Kaaripolun perustiedot	33
Taulukko 8.	Leinikkitien kohteiden perustiedot	37
Taulukko 9.	Isopurjeen perustiedot	41
Taulukko 10.	Innova-talon perustiedot	45
Taulukko 11.	Yhteenveto energiatehokkuustavoitteiden toteutumisesta tarkastelluissa kohteissa	51

KUVAILOLEHTI

Julkaisija	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA)			Julkaisu-aika Tammikuu 2016
Tekijä(t)	Aki Pesola, Miikka Autio, Jonas Alam, Laura Ylimäki, Laura Descombes, Iivo Vehviläinen ja Juha Vanhanen			
Julkaisun nimi	Energiatohokkaiden malliratkaisujen seuranta ja asukasnäkökulma			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus raportteja 1 2016			
Julkaisun teema				
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut				
Tiivistelmä	<p>Tässä selvityksessä vertaillaan yhdeksän passiivi- ja nollaenergiatalon suunnitteluvaiheen laskennallista energiankulutusta todelliseen toteutuneeseen kulutukseen. Kohteet sijaitsevat eri puolilla Suomea ja edustavat erilaisia rakennustyyppisiä. Energiankulutustietojen vertailun lisäksi selvityksessä tuodaan esille asukkaiden asumiskokemuksia sekä rakennuttajien ja suunnittelijoiden näkemyksiä rakennusten suunnitteluvaiheisiin.</p> <p>Kuudessa tarkastellussa kohteessa toteutunut kokonaisenergiankulutus ylittää suunnitellut arvot. Rakennusten suunnitteluvaiheet ovat kuitenkin pääosin mahdollistaneet hyvän energiatohokkuustason ja toteutunut energiankulutus vastaa yhtä kohdetta lukuun ottamatta energiatodistuksen ET-luokkaa. Kolmen rakennuksen toteutunut energiankulutus on myös alittanut laskennallisen arvon. Tuloksia tarkasteltaessa on kuitenkin syytä huomata, että kulutustiedot perustuvat kohteesta riippuen 1–4 vuoden mittausjaksoon. Luotettavamman analyysin tekeminen vaatisi kulutusmittauksia pidemmältä aikaväliltä.</p> <p>Syyt laskennallisen ja toteutuneen energiankulutuksen erotukseen ovat kohdekohtaisia eikä erotuksen voida aina arvioida johtuvan rakennusteknisistä asioista. Joissain tapauksissa kulutuserot johtuvat puutteellisista lähtötiedoista. Selvityksessä käytettiin lähtötietoina uusimpia saatavilla olevia energiatodistuksia, mutta kaikkien kohteiden osalta ei ollut kuitenkaan saatavilla ennen rakennuksen käyttöönottoa päivitettyä todistusta. Koska joidenkin rakennusten käyttötarkoitus muuttui kesken rakentamisen eikä päivitettyä energiatodistusta ollut saatavilla, selittää tämä näissä kohteissa eron suunnitellun ja toteutuneen kulutuksen välillä.</p> <p>Tarkasteltujen rakennusten käyttökokemukset ovat olleet kiinteistöhuollon ja rakennuttajien mukaan pääosin hyviä. Hankkeista on tullut oppeja etenkin energiajärjestelmien käytöstä ja toiminnasta ja näitä oppeja on siirretty ja siirretään myös uusiin rakennusprojekteihin. Hankkeen aikana tehtyjen kyselyjen ja haastatteluiden perusteella rakennusten käyttö ja ylläpito ei käytännössä eroa tavanomaisista rakennuksista. Selvitys osoittaa, että teknologiset ratkaisut rakennuskannan energiatohokkuuden parantamiseen ovat kypsiä. Haasteet liittyvät lähinnä rakennuksen ja sen energia- ja automaatiojärjestelmän käyttöönottoon sekä asukkaiden kulutustottumuksiin. Näihin voidaan vaikuttaa kiinteistön ylläpitäjän kokonaisvaltaisemmalla käyttöönottokoulutuksella sekä asukkaiden aktiivisemmalla tiedottamisella.</p> <p>Selvityksen tuloksien perusteella suositeltavia käytäntöjä ovat kattavamman ja tarkemman energiankulutusseurannan järjestäminen sekä alamittauksien hyödyntämistä kulutusseurannassa. Lisäksi rakennus- ja energiatekniikkaan liittyvää osaamista suositellaan jaettavaksi aktiivisemmin rakennusten suunnitteluun ja käyttöön osallistuvien toimijoiden kesken. Myös useiden asukkaiden kokemaa vedon tunne, kohteiden ikkunoiden huurtuminen sekä matkapuhelinten kuuluvuusongelmat suositellaan otettavaksi huomioon tulevissa kohteissa jo suunnitteluvaiheessa. Asukkaiden esiin nostamista ongelmista huolimatta monet kyselyihin vastanneista eivät kuitenkaan huomaa asuvansa energiatohokkaassa rakennuksessa, vaan kokemus vastaa heidän käsitystään tavanomaisesta uudesta asuinrakennuksesta.</p>			
Asiasanat	energiankulutus, rakennukset, energiatohokkuus, lämpö, sähköenergia, passiivitalot, nollaenergiatalot, seuranta			
Rahoittaja/toimeksiantaja	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA)			
	ISBN (nid.)	ISBN 978-952-11-4548-3 (PDF)	ISSN (pain.)	ISSN 1797-5514 (verkkoi.)
	Sivuja 61	Kieli suomi	Luottamuksellisuus julkinen	Hinta (sis. alv 8 %)
Julkaisun myynti/jakaja	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA) Email: viestinta.ara@ara.fi www.ara.fi/julkaisut			
Julkaisun kustantaja	Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA)			
Painopaikka ja -aika				

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finansierings- och utvecklingscentralen för boendet (ARA)			Datum Januari 2016
Författare	Aki Pesola, Miikka Autio, Jonas Alam, Laura Ylimäki, Laura Descombes, Iivo Vehviläinen och Juha Vanhanen			
Publikationens titel	Energiatohokkaiden malliratkaisujen seuranta ja asukasnäkökulma (Uppföljning av energieffektiva modellösningar och invånarsynvinkeln)			
Publikationsserie och nummer	Finansierings- och utvecklingscentralen för boendet rapporter 1 2016			
Publikationens tema				
Publikationens delar / andra publikationer inom samma projekt				
Sammandrag	<p>I denna utredning jämför vi den kalkylerade energiförbrukningen i planeringsstadiet i nio passivhus och noll-energihus med den verkliga realiserade förbrukningen. Objektet ligger på olika håll i Finland och representerar olika typer av byggnader. Utöver jämförelsen mellan energiförbrukningsdata lyfter vi fram invånarnas erfarenheter av boendet samt byggherrarnas och planerarnas synpunkter om avgörandena under planeringen av byggnaderna.</p> <p>I sex av de undersökta objekten översteg den realiserade totala energiförbrukningen de planerade värdena. Avgörandena under planeringen av byggnaderna har dock i huvudsak gjort det möjligt att nå en god energieffektivitetsnivå och den realiserade energiförbrukningen motsvarar energicertifikatets ET-klass. Energiförbrukningen i tre av husen har också underskridit det kalkylerade värdet. Vid en granskning av resultaten bör det dock observeras att förbrukningsdata grundar sig på en mätperiod på 1–4 år beroende på objekt. En mera pålitlig analys skulle kräva förbrukningsmätningar under en längre tid.</p> <p>Orsakerna till skillnaderna i den realiserade och kalkylerade energiförbrukningen är objektsspecifika och skillnaden kan inte alltid sägas bero på byggnadstekniken. I vissa fall beror skillnaderna i förbrukningen på bristfälliga utgångsdata. I utredningen använde vi som utgångsdata de nyaste tillgängliga energicertifikaten, men för alla objekt hade vi dock inte tillgång till certifikat uppdaterade till tiden innan byggnaden togs i bruk. Ändringen av vissa byggnaders användningsändamål under deras konstruktion och avsaknaden av ett uppdaterat energicertifikat förklarar skillnaden mellan den planerade och realiserade förbrukningen.</p> <p>Erfarenheterna av användningen av de undersökta byggnaderna har enligt fastighetsserVICEN och byggherrarna varit i huvudsak goda. Projekten har utmynnat i kunskap i synnerhet om hur energisystem används och fungerar och denna kunskap har överfört och ska överföras också i nya byggprojekt. På basis av enkäterna och intervjuerna som vi gjorde under projektet skiljer sig användningen och underhållet av byggnaderna i praktiken inte från den av vanliga byggnader. Utredningen visar att de teknologiska lösningarna för att förbättra energieffektiviteten hos byggnadsbeståndet är fullt utvecklade. Utmaningarna ligger närmast i ibruktagandet av byggnaden och dess energi- och automatiseringssystem samt invånarnas konsumtionsvanor. Man kan påverka dessa genom att den som underhåller fastigheten får en mera övergripande utbildning i ibruktagande samt en aktivare information till invånarna.</p> <p>Utgående från utredningens resultat är rekommenderad praxis att ordna en mera omfattande och noggrannare uppföljning av energiförbrukningen samt att i den utnyttja individuell mätning. Vidare rekommenderar vi att kunskap i byggnads- och energiteknik distribueras aktivare bland aktörerna som deltar i planeringen och användningen av byggnaderna. Vi rekommenderar också att draget som många invånare känner, det att fönstren i objekten inmar samt problemen i mobiltelefonernas hörbarhet beaktas i kommande objekt redan i planeringsstadiet. Trots problemen som invånarna lyft fram märker många av dem som besvarade frågorna inte att de bor i en energieffektiv byggnad, utan erfarenheten motsvarar deras uppfattning om ett vanligt nytt bostadshus.</p>			
Nyckelord	energiförbrukning, byggnader, energieffektivitet, värme, elenergi, passivhus, nollenergihus, uppföljning			
Finansiär/uppdragsgivare	Finansierings- och utvecklingscentralen för boendet (ARA)			
	ISBN (hft.)	ISBN 978-952-11-4548-3 (PDF)	ISSN (print)	ISSN 1797-5514 (online)
	Sidantal 61	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/distribution	Finansierings- och utvecklingscentralen för boendet (ARA) Epost: viestinta.ara@ara.fi www.ara.fi/publikationer			
Förläggare	Finansierings- och utvecklingscentralen för boendet (ARA)			
Tryckeri/tryckningsort -år				

Raportissa vertaillaan yhdeksän passiivi- ja nollaenergiatalon suunnitteluvaiheen laskennallista energiankulutusta todelliseen toteutuneeseen kulutukseen. Kohteet sijaitsevat eri puolilla Suomea ja edustavat erilaisia rakennustyyppejä. Energiankulutustietojen vertailun lisäksi selvityksessä tuodaan esille asukkaiden asumiskokemuksia sekä rakennuttajien ja suunnittelijoiden näkemyksiä rakennusten suunnitteluvalintoihin.

ara Asumisen rahoitus-
ja kehittämiskeskus

gaia 

ISBN 978-952-11-4548-3 (PDF)

ISSN 1797-5514 (verkojulk.)