



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Kalle Ojanen

# Ekosuunnittelu omakotialojen sähkö- lämmityksessä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

3.5.2021

Tekijä Otsikko	Kalle Ojanen Ekosuunnittelu omakotialojen sähkölämmityksessä
Sivumäärä Aika	35 sivua + 2 liitettä 3.5.2021
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	sähkövoimatekniikka
Ohjaaja	lehtori Jarno Nurmio
<p>Tämä insinöörytö käsittelee ekosuunnittelua eli ecodesignia omakotitalojen sähkölämmityksen kontekstissa. Ekosuunnittelulla tarkoitetaan Euroopan unionin energiaa käyttäville tuotteille asettamia energiatehokkuus- ja ympäristövaatimuksia, jotka koskevat tuotteiden markkinoille saattamista unionissa. EU sääntelee määrättyjä tuoteryhmiä ecodesign-direktiivillä 2009/125/EU, johon pohjautuvat Suomen ekosuunnittelulaki ja -asetus. Ekosuunnittelun määräykset koskevat myös sähkölämmityksen järjestelmiä. Niinpä saneerauskohteissa uusien sähkölämmityksen laitteiden on täytettävä ekosuunnittelun säännökset.</p> <p>Insinöörytyössä käydään pääpiirteittäin läpi EU:n ekosuunnittelun säännökset, tarkastellaan ekosuunnittelun soveltamista sähköalalla sekä käydään läpi markkinoilla olevia säännösten mukaisia sähkölämmityksen termostaatteja ja ohjauslaitteita. Tämän taustoittavan osuuden jälkeen työssä esitellään laskelmat omakotitalon sähkölämmitysjärjestelmän saneerauksen kustannuksista sekä syntyvästä energia- ja kustannussäästöstä. Laskelma havainnollistaa ekosuunnittelun vaatimusten mukaiseen sähkölämmitykseen siirtymisen kustannuksia ja hyötyjä.</p> <p>Tuloksena laskelmasta voi havaita, että ekosuunnittelun mukaisella saneerauksella säästetään energiaa. Esimerkkikohteessa energiansäästöä syntyi laskelman mukaan 1514–3476 kWh/a. Laskelmien mukaan saneerauksen kustannukset tulisivat katetuksi sähkönkulutuksen vähenemisen myötä käytetystä tapauksesta riippuen 3–7 vuodessa. Ekosuunnittelun mukaisten sähkölämmitysjärjestelmien hyödyntäminen ja uudistuksista saatava energian säästö on Suomen oloissa parempi, jos sitä verrataan muuhun Eurooppaan.</p> <p>Ekosuunnitteludirektiivin laajeneminen sähkölämmityksen laitteisiin on suhteellisen uusi asia, ja aiheesta on tärkeää tuottaa uutta tietoa. Esimerkiksi sähköalan ammattilaisten tulee tietää, mitkä laitteet ovat direktiivin mukaisia ja missä kohteissa on käytettävä ekosuunnittelun vaatimukset täyttäviä laitteita. Ekosuunnittelun mukaiset laitteet - esimerkiksi älykäs tai etäohjattavat sähkölämmitys - säästävät merkittävästi energiaa, mutta niiden tarkoituksenmukainen käyttö vaatii osaavaa suunnittelua ja ohjausta. Myös tämän vuoksi tiedon lisääminen on tärkeää.</p>	
Avainsanat	ekosuunnittelu, ecodesign, lämmitys, termostaatti

Author Title	Kalle Ojanen Ecodesign in the Electric Heating of Detached Houses
Number of Pages Date	35 pages + 2 appendices 3 May 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and automation engineering
Professional Major	Electrical power engineering
Instructor	Jarno Nurmio, Senior Lecturer
<p>This engineering thesis is about eco-design in the context of electric heating of detached houses. Eco-design directive 2009/125/EU determines energy efficiency and environmental requirements for certain energy consuming product categories. These requirements apply when placing the products to European Union market. Finnish Eco-design Act and Decree are based on this directive. Electric heating systems need also to be designed according to the eco-design regulations. Therefore, when renovating a detached house, new electric heating equipment must comply with the eco-design legislation.</p> <p>The engineering thesis addresses the main topics of EU eco-design directive, the application of eco-design in the device industry, and presents electric heating equipment complying with the eco-design legislation available on the market, such as thermostats and control equipment. After this background section, the calculation of the electric heating system renovation expenses of a detached house is presented. The calculation demonstrates the energy and cost savings which are achieved by switching to the new electric heating system manufactured according to eco-design.</p> <p>The result of the calculation shows that eco-designed electric heating system saves energy. In the example cases, the energy saving is between 1514–3476 kWh/a. Based on the calculation and depending on the situation, the payback time for the renovation is 3–7 years due to the lower electricity consumption. The energy saving benefits of using or switching to the eco-designed electric heating system are better in Finland, compared to the rest of Europe.</p> <p>The expansion of eco-design directive to apply to the electric heating equipment is relatively new issue, and it is important to produce new information about it. For example, electricians need to know which thermostats comply with the directive and where the eco-designed thermostat must be used. The equipment that is manufactured according to the eco-design legislation – for example intelligent or remotely controlled heating – can save energy significantly. However, the appropriate use of controlled heating requires competent design and guidance. This is also a reason why increasing the information about eco-design is important.</p>	
Keywords	ecodesign, heating, thermostat

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Ecodesign- eli ekosuunnitteludirektiivi	2
2.1	Direktiivien ja asetusten historiaa	3
2.2	Viimeisimmät ekosuunnitteluun vaikuttavat direktiivit ja asetukset	5
2.2.1	Energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU	6
2.2.2	Ecodesign-direktiivi 2009/125/EY	6
2.2.3	Euroopan komission asetus 2015/1188	7
2.3	Asetuksen 2015/1188 pohjalta tehty ST-kortti 55.05	8
3	Ecodesign-sähkölämmitystuotteiden markkinatilanne	10
3.1	Tavanomaisimpia tuotteita	10
3.2	Etäohjattavia tuotteita	14
3.3	Muiden tuotteiden saanti markkinoilta	19
4	Ecodesign-tuotteiden hyöty saneerauksissa	20
4.1	Saneerattava 2000-luvun omakotitalo	21
4.2	Laskennan lähtötietoja sekä perusteita	22
4.3	Lämpötilan pienentämisestä saatavan hyödyn määrittäminen	24
4.4	Laskelmat ja tulokset	25
4.5	Saneerauksen toteutustapa	27
5	Ekosuunnittelun muita mahdollisuuksia lämmityksessä	28
6	Yhteenveto	30
	Lähteet	32
	Liitteet	
	Liite 1. Kohderakennuksen tietoja	
	Liite 2. Energialaskelma ja investoinnin takaisinmaksuaika	

## 1 Johdanto

Ekosuunnittelu eli ecodesign tarkoittaa energiaa käyttäville tuotteille asetettavia suunnitteluvaatimuksia, joiden tavoitteena on parantaa tuotteiden energiatehokkuutta ja vähentää niiden ympäristövaikutuksia koko tuotteen elinkaaren aikana. Käytännössä energiaa käyttävistä tuotteista, siis esimerkiksi kodinkoneista tai lämmityslaitteistoista puhuttaessa ekosuunnittelussa painotetaan tuotteiden käyttöaikaista energiankulutusta. Pähkinänkuoressa ekosuunnittelulla tai ecodesignella viitataan tuotteiden kokonaisvaltaiseen ekologiseen lopputulokseen.

Euroopan unioni sääntelee jäsenmaidensa alueella määrättyjen tuoteryhmien energiatehokkuutta ecodesign- eli ekosuunnitteludirektiivillä 2009/125/EU, joka on annettu vuonna 2009 ja jonka pohjalta on säädetty Suomessa ekosuunnittelulaki ja -asetus. Nämä säädökset tähtäävät energiankäytön vähentämiseen ja säädösten kohteina olevista tuoteryhmistä on säädetty erikseen. Vuonna 2018 ekosuunnittelun määräykset ovat laajentuneet koskemaan myös sähkölämmityksen järjestelmiä. Lämmityksen laitteistojen kohdalla ekosuunnittelun mukaisuus tarkoittaa mm. älyratkaisuja ja etäohjattavuutta ja lämpötilan automaattista pudottamista, kun asunnossa ei oleskella. Tämä säästää huomattavasti energiaa ja siten kustannuksia.

Tässä opinnäytetyössä käsitellään ekosuunnittelua (myös ecodesign) omakotitalojen sähkölämmityksessä. Esimerkkitapauksena perehdytään sähkölämmitteisen omakotitalon lämmitysjärjestelmän saneeraukseen siten, että se täyttää vaatimukset. Aluksi työssä käydään pääkohdittain läpi ekosuunnitteluun liittyvää EU:n sääntelyä sekä ekosuunnittelun soveltamista, käytäntöjä ja vastuita sähköalalla, jotka on kirjattu ST-korttiin 55.05. Tämän jälkeen luodaan katsaus markkinoilla oleviin ekosuunnitteludirektiivin vaatimusten mukaisiin sähkölämmitystermostaatteihin ja -ohjauslaitteistoihin. Työn lopussa esitetään laskelma ja tulokset esimerkkitalon lämmitysjärjestelmän uusimisen kustannuksista sekä syntyvästä energiansäästöstä ja taloudellisesta hyödystä. Tavoite on havainnollistaa ekosuunnitteluvaatimukset täyttävien laitteistojen hyötyjä sähkölämmityksessä sekä tuottaa laskelma, jota voisi soveltaa sähkölämmitteisten omakotitalojen

saneeraukseen ekosuunnittelun periaatteiden mukaisesti. Lisäksi työssä arvioidaan, millaisia hyötyjä Suomen oloissa ekosuunnittelusta sähkölämmityksen saneerauksessa saadaan ja käydään lyhyesti läpi muita ekosuunnittelun mukaisia energiansäästövaikutuksia.

Ekosuunnittelua on edistetty EU-tasolla jo pitkään, mutta velvoittava ekosuunnitteludirektiivi ja sähkölämmitykseen liittyvien laitteiden tulo sen piiriin ovat suhteellisen uusia asioita. Joskus sähköalan ammattilaisten tietämys nykyisistä säädöksistä ja vaatimuksista sekä laitteiden ominaisuuksista ja niiden asetustenmukaisuudesta kussakin käyttötarkoituksessa eivät ole ajan tasalla, mikä voi aiheuttaa jopa virheitä asennuksissa tai suunnittelussa. Niinpä on tärkeää lisätä tietoa ekosuunnittelusta ja sen soveltamisen oikeista käytännöistä. Tätäkin tavoitetta tämä opinnäytetyö osaltaan toteuttaa.

## **2 Ecodesign- eli ekosuunnitteludirektiivi**

Ecodesign- eli ekosuunnitteludirektiivi on Euroopan parlamentin ja neuvoston antama säädös, jolla voidaan vaikuttaa markkinoilla olevien tuotteiden energiatehokkuuteen ja ympäristövaikutuksiin. Direktiivi koskee tuoteryhmiä, joista on EU-tasolla säädetty sitova tuoteryhmäkohtainen ecodesign-säädös. Direktiivin pohjana on huoli kasvavasta energiankulutuksesta Euroopan alueella ja kulutuksen kasvun vaikutuksista ilmastonmuutokseen ja sen edistämiseen. Ecodesign-direktiivillä (myöhempänä myös ekosuunnittelulla) on pidempi historia markkinoihin vaikuttamisessa Euroopan alueella. Ekologisempaan suunnitteluun on panostettu jo pidemmän aikaa. Euroopan parlamentin taholta tavoitteena on huomioida ja ennakoida suuremman kuluttajaryhmän vaikutuksia maailmanlaajuisella tasolla.

Vaikka tämä opinnäytetyö käsittää vain erittäin pienen palasen koko ekosuunnittelusta ja direktiivien vaikutuksenalaisista tuotteista, on työn aihe – omakotitalojen lämmitys – kuitenkin suuressa roolissa energiankulutuksen kannalta. Lämmitys on keskeinen ja tärkeä ominaisuus ihmisten elämässä, jota kuitenkin usein käytetään suhteellisen huolettomasti, tai ajattelematta kokonaisvaltaisempia vaikutuksia maailmanlaajuisesti. Jos jokai-

nen maailman ihminen pienentäisi kulutustaan lämmityksessä tai vastaavasti viilennyksessä yhden wattitunnin päivässä, niin tämä vastaisi päivittäisenä energiansäästönä jopa 7,8 GWh.

Vuonna 2010 lähetetyn työ- ja elinkeinoministeriön e-kirjeen mukaan on arvioitu, että ilman sähkölämmityksen huomioonottamista kotitalouksien sähkönkulutuksesta kolme suurinta kulutukseen vaikuttavaa ryhmää ovat valaistus, kylmälaitteet ja kodin elektroniikka. Näiden osuus koko Suomen vuosittaisesta energiankulutuksesta on hieman yli 10 TWh, joka vastaa noin 12 % käytetystä energiasta. Kirjeen arvion mukaan ekosuunnittelun vaatimusten täyttämisen on arvioitu säästävän sähköä 3 TWh vuonna 2020. Rahana tämä tarkoittaa, että suomalaiset kuluttajat säästäisivät yhteensä noin 300 miljoonaa euroa. [1, s. 2.]

Vaikka ecodesign-direktiivi kohdistuu oikeastaan markkinoille saattamiseen ja valmistajien tuotekehittelyyn, on sähkösuunnittelun ja urakoitsijan rooli tärkeä ekologisen kehityksen ja sähköenergian säästöjen toteutumiseksi direktiivien mukaisesti. Sähkösuunnittelussa ja sähköasennuksien toteutuksessa olisi mahdollisuus kiinnittää nykyistä enemmän huomiota kohteeseen asennettavien laitteiden ja järjestelmien energian säästäväyydessä. Rikkoutuneiden laitteiden tilalle voidaan asentaa paljon energiatehokkaampia vaihtoehtoja. Tosin nämä ovat myös hankintahinnaltaan kalliimpia ratkaisuja, joihin kuluttaja ei välttämättä halua sitoutua.

## 2.1 Direktiivien ja asetusten historiaa

Direktiivien ja asetusten muokkautuminen nykyiselle tasolle on tapahtunut vuosien saatossa. Vuosikausia sitten päätettyjä yhteisiä toimintamenetelmiä Euroopan alueella on vähitellen päivitetty vastaamaan senhetkisen ajan tilannetta ja lisäämään toimintamalleja ekologisemman kuluttamisen suuntaan.

Ecodesign-direktiivien pohjimmaisena tarkoituksena on saattaa markkinoille ja kuluttajille tuotteita, jotka rasittavat ympäristöä entistä vähemmän. Direktiivit laaditaan Euroopan jäsenmaille, ja nämä velvoittavat jokaista jäsenvaltiota tekemään toimenpiteitä, jotta markkinatilanne ja tarjonta olisivat yhdenvertaista unionin alueella. Direktiivit ovat sää-

döksiä, jotka toimivat pohjana kunkin EU-maan kansalliselle lainsäädännölle. Seuraavassa historiallisessa katsauksessa keskitytään vain merkittävimpiin muutoksiin sähköenergiaa käyttävien laitteiden rajoittamisessa. Läpikäytävät direktiivit ovat vanhoja ja mahdollisesti jo vanhentuneita, tai muuttuneet vuosien varrella. On mahdollista, että direktiivin tai asetuksen vaikutuksenalaisia markkinoilla olleita laitteita tai tuotteita ei enää löydy, tai niitä ei enää osteta Euroopan markkina-alueella määrällisesti paljon.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 96/57/EY toi markkinoille vaatimuksia kotitalouksien jääkaappien ja pakastimien energiatehokkuudelle. Tällä parannettiin kotitalouskäytössä olevien jääkaappien ja pakastimien energiankulutusta tiukennetuilla laitteistovaatimuksilla. Tämän direktiivin pohjalla on neuvoston päätös 89/364/ETY, jonka tavoitteena on kannustaa kuluttajia suosimaan energiatehokkaampien laitteita. Lisäksi päätöksellä 91/565/ETY luotiin SAVE-ohjelma jolla pyritään edistämään energiatehokkuutta Euroopan alueella. [2.]

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/55/EY toi markkinoille rajoituksia verkkovirralla toimiviin loistelamppujen virranrajoittimiin määräten niille tiukempia energiatehokkuusvaatimuksia. Vaatimukset eivät koskeneet lampun kiinteänä osana olevaa virranrajoitinta. [3, s. 1.]

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2005/32/EY yhtenäisti energiaa käyttävien tuotteiden ekologisen suunnittelun, markkinoille saattamisen ja vaatimusmäärittelyn Euroopan parlamentille. Tämä loi yhtenäisten linjauksien perustan Euroopan alueella kaupankäynnin rajoittamisesta valtioiden sisällä ja lähtökohtaisesti tasapuolisesti markkinatilannetta Euroopan alueella sekä loi peruskiven ekodesign-direktiiveille. [4.]

Asetuksia ja direktiivejä, jotka määrittelevät tuotteille rajoituksia Euroopan alueella löytyy paljon, eikä kaikkia ole syytä käydä tässä läpi. Niinpä listattakoon viimeisenä vielä Euroopan komission asetukset (EY) N:o 244/2009 ja N:o 245/2009, jotka pohjautuvat direktiivin 2005/32/EY antamaan määräykseen, jossa komission vaatimuksena on asettaa ekologista suunnittelua koskevia vaatimuksia ja määräyksiä tuotteille Euroopan alueella. Näissä komission asetuksissa tuotiin ympärisäteileville kotitalouslamppuille, loistelamppuille, elohopealamppuille ja suurpainepurkauslamppuille lisävaatimuksia sekä määrättiin



lamppuille energiatehokkuusvaatimuksia, joiden perusteella hehkulamppuja ei saa saattaa markkinoille. Samanaikaisesti kumottiin direktiivin 2000/55/EY vuoden kuluttua asetuksen N:o 245 voimaantulosta. [5; 6.]

Direktiivit, asetukset, päätökset, standardit ja kansalliset vaatimukset ovat tuotteita suunnittelevien ja valmistavien toimijoiden jokapäiväisessä työssä keskeinen lähtökohta tuotteen valmistumiseen kuluttajalle. Ekosuunnittelun historiakatsauksesta puhuttaessa on hyvä huomioida CE-merkintä ja sen perusta. Merkinnän pääperiaatteena on tekninen yhdenmukaisuus tuotteissa ja merkintä on takuu kuluttajalle tai viranomaiselle, että tuote on valmistettu ja hyväksytty yhtenäisten määritelmien mukaisesti. [7.]

## 2.2 Viimeisimmät ekosuunnitteluun vaikuttavat direktiivit ja asetukset

Viimeisimmät määritelmät ja ohjeet ekosuunnittelun mukaisille asennuksille tulevat eco-design-direktiivistä 2009/125/EY ja tätä täydentävästä energiatehokkuusdirektiivistä 2012/27/EU sekä Euroopan komission asetuksesta 2015/1188. Näiden lisäksi tuotteiden yhdenmukaisuusvaatimukset (CE-merkintä) vaikuttavat taustalla tuotteiden valmistukseen ja markkinoille saattamiseen.

Suunnittelun ja asennusten toteuttaminen viimeisimpien ekosuunnittelu- ja energiamerkitädirektiivien mukaisesti on tärkeää, sillä näin voidaan vaikuttaa tehokkaasti energiankulutukseen ja tehdä suoria päästövähennyksiä. Tavallisen kansalaisen ei tarvitse huolestua uusien direktiivien tulemisesta, sillä ammattilaisten tulee tietää ja tehdä suunnitelmat sekä asennukset viimeisimpien säädösten mukaisesti.

Direktiivien vaikutus loppukuluttajaan on lähinnä vanhan tuotteen ulkoasun muuttumisessa tai poistumisessa markkinoilta sekä tärkeimpänä huomiona on uuden tuotteen käytön oppiminen ja opastaminen loppukuluttajalle. Käytännössä kuluttaja sanelee omalla toiminnallaan energiasäästön suuruuden ekosuunnittelun mukaisessa asennuksessa ja on mahdollista, että tuotteen käytössä ei hyödynnetä uusia ominaisuuksia, vaan esimerkiksi uutta ecodesign-lämmitystermostaattia käytetään vain vakioämpöasetuksella. Alan ammattilaisten on syytä olla hereillä tässä asiassa ja huolehtia opastuksesta. [8.]

### 2.2.1 Energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU

Energiatehokkuusdirektiivi 2012/27/EU korvasi aikaisempia säädöksiä ja täydentää eco-design-direktiiviä sekä energiamerkintöjä koskevaa direktiiviä. Energiatehokkuusdirektiivin yhtenä tärkeimpänä veloitteena on tehdä kansallinen toimintasuunnitelma energiatehokkuudelle kolmen vuoden välein. Tästä suunnitelmasta käytetään lyhennettä NEEAP (National Energy Efficiency Action Plan), joista ensimmäinen NEEAP-1 tehtiin vuonna 2007 ja viimeisin NEEAP-4 toimintasuunnitelma on vuodelta 2017. [9; 10.]

### 2.2.2 Ecodesign-direktiivi 2009/125/EY

Ecodesign-direktiivi 2009/125/EY antaa vaatimuksia energiaa käyttävien tuotteiden suunnittelulle ja markkinoille saattamiselle. Tämä direktiivi on laadittu, koska se poikkeaa huomattavilta osin aiemmasta direktiivistä 2005/32/EY. Direktiivin tärkeimpänä lähtökohdalla on vaikuttaa yhdenmukaiseen markkinatilanteeseen ja kilpailuun energiaan liittyvillä tuotteilla, joilla on suuri vaikutusvalta Euroopan alueella ja joiden suunnitteluun panostamisella pienin kustannuksin voidaan vaikuttaa merkittävästi ympäristöystävällisyyteen sekä energian kulutuksen pienentämiseen. [11, s. 1.]

Ecodesign-direktiivi on puitedirektiivi, joka velvoittaa valmistajia ja maahantuojia vasta kun Euroopan komission johdolla on laadittu tuoteryhmäkohtaiset vaatimukset. Direktiivin tarkoituksena on integroida energiatehokkuus, ympäristönäkökohdat ja elinkaariajattelu tuotesuunnitteluun ja näin vaikuttaa laajemmalla tasolla ympäristön kuormitukseen. [8.] Direktiivin kolme tärkeintä huomionalaista ominaisuutta eco-design-direktiivin vaatimusten alaisille tuotteille ovat:

- Tuotteen myyntimäärä on vähintään 200 000 kappaletta Euroopan alueella.
- Tuotteella on huomattavat ympäristövaikutukset.
- Tuotteella on oltava merkittävä mahdollisuus ympäristövaikutuksien parantamiseen ilman kohtuuttomia kustannuksia. [11.]

Kuluttajien ostopäätökseen vaikuttava direktiivi on energiamerkintädirektiivi 2010/30/EU, joka koskee tuotteiden merkitsemistä energiankulutuksen asteikolla A-G. Tämä on eco-

design-direktiivin ohella toinen puitedirektiivi, joka vaikuttaa tuotteiden energiatehokkuuteen ja auttaa kuluttajaa huomiomaan ostopäätöstä tehdessä tuotteen energiatehokkuutta verrattuna muihin vastaaviin tuotteisiin. [12.]

Euroopan komission ja parlamentin asettamien direktiivien ja asetusten noudattamisesta on määrätty, että jäsenmaiden pitää valvoa niiden noudattamista ja raportoida vaatimustenmukaisuuden noudattamisen tasosta alueellaan. Suomessa näiden direktiivien ja määräyksien noudattamista valvoo Turvallisuus- ja kemikaalivirasto eli Tukes. [12; 13, s. 2.]

### 2.2.3 Euroopan komission asetus 2015/1188

Euroopan komission asetus 2015/1188 on tehty, koska ecodesign-direktiivi 2009/125/EY vaatii, että komission on asetettava vaatimuksia energiaan liittyville tuotteille, joilla on merkittävä ympäristövaikutus ja myyntivolyymi Euroopan alueella ja jotka ovat merkittävä mahdollisuus ympäristövaikutusten parantamiseen ilman kohtuuttomia kustannuksia. Tämän ekosuunnitteluasetuksen siirtymäaika on jo loppunut ja asetuksen voimaantuloaika oli 1.1.2018. [14, s. 76, 80.]

Komission asetuksessa määritellään ekosuunnitteluvaatimuksia kotitalouskäyttöön tarkoitetuille paikallisille tilalämmittimille, joiden lämmitysteho on enintään 50 kW ja kaupalliseen käyttöön tarkoitetuille paikallisille tilalämmittimille, jossa tuotteen tai yhden lohkon nimellislämpöteho on enintään 120 kW. Asetuksen vaatimuksia ja sovellettavien laitteiden määritelmiä voi tarkastella tarkemmin säädetyistä asetuksesta, mutta tämän insinöörityön kannalta tärkeätä on, että ekosuunnitteluvaatimuksia sovelletaan talojen lämmittämiseen sähköllä. Tarkempaan määrittelyyn asetuksesta perehdytään ST-korttia 55.05 käsittelevässä luvussa. [14, s. 78.]

Komission asetus lämmittimille ja asetuksesta koostetun ST-kortin 55.05 tärkeys ovat olennaisia tämän insinöörityön tutkielmaosuudessa, sillä tutkielmaosuudessa perehdytään tarkemmin markkinoilla olevaan ekosuunnittelun mukaiseen tarjontaan, josta selvitetään parhainta ratkaisua opinnäytetyön esimerkkikohteeseen. Vaikka Euroopan parla-

mentilta on tullut muitakin asetuksia tilalämmittimiin liittyen, niin tarkempaa erittelyä asetuksista ja direktiiveistä ei tehdä, sillä insinööriyön kannalta olennaisimmat asetukset ja direktiivit on jo esitelty.

### 2.3 Asetuksen 2015/1188 pohjalta tehty ST-kortti 55.05

Asetuksen 2015/1188 (myöhemmin myös ekosuunnitteluasetus) pohjalta on laadittu ST-kortti 55.05, joka on tehty yhteistyössä Turvallisuus- ja kemikaaliviraston Tukesin kanssa. ST-kortti ekosuunnitteluasetuksesta on kansallinen tulkinta asetuksen soveltamisesta ja eri osapuolien vastuusta sekä menettelytavoista. Kortti toimii ohjeena ja tietolähteenä alan ammattilaisille säädösten ja standardien mukaisen lopputuloksen saavuttamiseksi. Seuraavana esitetään pääkohdat tästä ST-kortista ja asiasta enemmän kiinnostunut voi halutessaan käydä lukemassa ST-kortin Sähköinfon Severi-palvelusta, joka edellyttää palvelun tilausta, jotta ST-kortteja pääsee lukemaan. [8.]

ST-kortin alkuosassa kerrotaan ecodesign-direktiivin ja asetuksen vaatimukset ja määritelmät sovellettavien tuotteiden osalta sekä tarkennetaan tuotteiden energiatehokkuuksia. Kortin keskiosassa kerrotaan direktiivinmukaisesta soveltamisesta, joka kattaa markkinoille saattamisen. Lisäksi kortin keskiosassa kerrotaan ekosuunnitteluasetuksen määritelmät käyttöönoton suhteen, asetuksen piiriin kuuluvat ja kuulumattomat työkohteet erikoistapauksineen, sekä sähkölämmityksen vähimmäisvaatimukset. Kortin lopussa käsitellään vastuurajauksia ja kohteen luovutukseen liittyviä asioita. [15.]

ST-kortin suurin poikkeus ekosuunnitteluasetukseen nähden on kortin sivulla kolme oleva kappale, jossa sanotaan seuraavasti:

Tässä kortissa käsitellään vain kotitalouskäyttöön tarkoitettuja kiinteästi asennettavia sähkökäyttöisiä tilalämmittimiä. Kaupalliseen käyttöön tarkoitettut paikalliset tilalämmittimet ja muut kun sähkökäyttöiset paikalliset tilalämmittimet eivät ole sähköalan kannalta Suomessa relevantteja. [15, s. 3.]

Ekosuunnitteluasetusta noudatetaan sisätiloissa, jotka on tarkoitettu ihmisten pääasialliseen käyttöön ja joiden lämmityksen tarkoituksena on ylläpitää ihmisten lämpöviihty-

vyyttä. Tällä rajataan pois ulkotilojen ja eläinsuojien lämmittäminen. Seuraavana esitetään lista ST-kortin 55.05 ja asetuksen 2015/1188 piiriin kuulumattomista työkohteista ja erikoistapauksista: [15, s. 5–7.]

Asetusta 2015/1188 ei sovelleta

a) paikallisiin tilalämmittimiin, joissa lämmön tuottamiseen käytetään sähkökompressori- tai polttoainekäyttöistä höyryn puristuskiertoa tai sorptiokiertoa

b) paikallisiin tilalämmittimiin, jotka on tarkoitettu muuhun tarkoitukseen kuin sisätilojen lämmitykseen ihmisten tietyn lämpöviihtyvyyden saavuttamiseksi ja ylläpitämiseksi lämmön konvektion tai lämpösäteilyn avulla

c) paikallisiin tilalämmittimiin, jotka on tarkoitettu ainoastaan ulkokäyttöön

d) paikallisiin tilalämmittimiin, joiden suora lämpöteho on alle 6 prosenttia yhdistetystä suorasta ja epäsuorasta lämpötehosta nimellislämpöteholla

e) ilmalämmitystuotteisiin

f) kiukaisiin

g) orjalämmittimiin. [15, s. 5.]

ST-kortissa määritellään, että asetusta noudatetaan uudis- ja peruskorjauksissa sekä ylläpitovaiheessa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että kaikki ekosuunnitteluasetuksen piiriin kuuluvat ja sähkölämmitykseen liittyvät asennus- ja muutostyöt tulee suorittaa asetuksen vaatimusten mukaisesti, tai ne ovat laittomia. Vanhoja termostaatteja, jotka kuuluvat asetuksen piiriin mutta eivät täytä asetuksen vaatimuksia, ei voi vaihtaa uuteen alkuperäisen kaltaiseen. Korjauksen yhteydessä on käytettävä uusia, vaatimukset täyttäviä termostaatteja, tai vaihtoehtoisesti rakennettava asetuksen vaatima ohjaus. Asetus mahdollistaa eri komponenteista rakennetun järjestelmän kokoamisen, kunhan rakennettu kokonaisuus sisältää vaatimusten mukaiset ominaisuudet. [15, s. 4–8.]

Viimeisenä ST-kortin tärkeimpänä huomiona on urakoitsijan vastuu luovuttaa asiakkaalle tuotteen teknisten dokumenttien lisäksi pöytäkirja, jossa on suositeltu lueteltavan lämmittimet tilakohtaisesti. Pöytäkirjojen laatiminen on normaali käytäntö myös muiden sähköasennuksien ja järjestelmien loppudokumentoinnissa. Pöytäkirjaesimerkki ekosuunnittelun mukaisille lämmitysjärjestelmille löytyy ST-kortista 55.05.01. [15, s. 9.]

### 3 Ecodesign-sähkölämmitystuotteiden markkinatilanne

Ecodesign-direktiivin ja ekosuunnitteluasetuksen vaatimukset sähkölämmitykseen ovat olleet vasta muutaman vuoden voimassa, mutta tästä huolimatta valmistajat ovat hyvin nopeasti vastanneet Euroopan unionin asettamiin vaatimuksiin. Markkinoilta löytyy jo suuri määrä erilaisia ekosuunnitteluasetuksen mukaisia tuotteita sähkölämmitykseen. Valmistajat ovat myös huomioineet hyvin uusien tuotteiden sopimisen vanhoihin kalusteisiin, ja osa tuotteista käy suoraan kuluttajien pääasiallisesti käytettyjen kalustesarjojen kehyksiin sekä ovat yhteensopivia useimpien vanhojen lämpötila-antureiden kanssa.

Tuotevalikoimasta löytyy tuotteita tavallisimmasta älytermostaatista WLAN-yhteydellä toimiviin ja puhelimen sovelluksella ohjattaviin ratkaisuihin. Lisäksi markkinatilanne on kehittänyt saataville ohjattavia älykkäitä pistorasioita tai niiden erilaisia tulppasovitteellisiä ratkaisuja, joita on tietyissä järjestelmissä mahdollista ohjata myös etäohjauksella.

Seuraavana esitetään lyhyt katsaus koko tarjontakirjosta. Katsauksessa kiinnitetään huomiota muutamaaan vaihtoehtoiseen järjestelmään, joiden avulla voidaan toteuttaa ekosuunnittelun mukaiset asennukset, ja seuraavana käydään läpi pääasialliset vaihtoehdot markkinoilla olevista tuotteista. Esitettävien tuotteiden valintaperusteena on yleiskuvan hahmottaminen markkinatilanteesta ja lisäksi katsaukseen on valikoitu tuotteita, joita voitaisi hyödyntää kohderakennuksen saneerauksessa tai vanhojen lämmitysjärjestelmien parantamisessa. Suurimmat energiansäästöhyödyt saavutetaan vanhojen talojen lämmitysjärjestelmien päivittämisellä.

#### 3.1 Tavanomaisimpia tuotteita

Tavalliselle termostaatille on kehitetty korvaava ratkaisu, sillä joissakin kohteissa ei ole mahdollista tai halua käyttää paljon rahaa korjaamiseen, uudistamiseen tai uuden rakentamiseen. Näistä termostaateista puhutaan yhdistelmätermostaateina, sillä niitä voi ohjata lattia-anturilla tai termostaatin omalla huoneanturilla. Lisäksi niissä on ekosuunnittelun vaatimusten mukaiset ominaisuudet, ja ne on suunniteltu niin, että ne käyvät vanhaan järjestelmään ilman suurempia muutostöitä.

Yhdistelmätermostaatti on käytännöllinen vaihtoehto, kun halutaan halpa ratkaisu ekosuunnittelun mukaisen lämmityksen ohjaamiseen. Kuvassa 1 havainnollistetaan Pistesarjat-tuotemerkin yhdistelmätermostaattia. Tämä tuote on kattavasti ohjelmoitavissa ja siihen voidaan liittää lattia-anturi. Ohjaus voidaan toteuttaa lattia-anturilla tai laitteen integroidulla huoneanturilla. Lisäksi termostaatista löytyy 4 erilaista ohjelmoitua viikkoaikataulua, joihin voidaan asettaa haluttu sisälämpötilan pudotus esim. työpäivien ajaksi. [16.]



Kuva 1. Yhdistelmätermostaatti Pistesarjat A2018 [16].

Vaihtoehtoisesti voidaan tavalliseen sähköpatteriin uusia älykkäämpi ohjausmoduuli vanhaan runkoon. Näistä löytyy markkinoilta muutamia ratkaisuja olemassa olevien pattereiden rungoille. On myös hyvä huomioida, että vaihdettavia moduuleita ja aikaisemmin esitettyjä yhdistelmätermostaatteja saa myös Bluetooth- tai WLAN-yhteydellä varustettuina, joko yksinään ohjattavina tai kokonaisena automaatiomallisella ohjauksella.

Tavalliseen sähkölämmityspatteriin saatavilla oleva vaihdettava moduuli on esitetty kuvassa 2. Tämä moduuli käy muutamiin Enston valmistamiin eri sähkölämmityspattereiden malleihin ja tällä on mahdollista ohjata lämmitystä manuaalisesti tai Bluetooth-yhteydellä puhelimeen ladattavan sovelluksen avulla. [17.]



Kuva 2. Termostaatti Ensto ELTE6-BT elektroninen [17].

Markkinoilta löytyy etäohjattaville tuotteille vaihtoehtoisia lähiohjauksella toimivia vaihtoehtoja. Kuvassa 3 on havainnollistettu Enston Heat Controll -sovelluksen toimintaa, jossa älykstä lämmitystä voidaan hallita Bluetooth-yhteydellä. Tällä ohjauksella saadaan joustavuutta ja mukavuutta kodin lämmityksen hallintaan. [18, s. 7.]





Kuva 3. Enston ecodesign esitteen kuva Bluetooth-yhteydestä [18, s. 7].

Mikäli haluaa tavanomaisemman tuotteen, mutta kuitenkin erittäin älykkään vaihtoehdon ilman etäohjausta, niin seuraavana kuvassa 4 on esitetty tähän tarkoitukseen varteenotettava vaihtoehto.



Kuva 4. Lattialämmitystermostaatti Etherma Intelligent Controller 16 A [19].

Tämä ohjelmitava digitaalinen älytermostaatti on itseoppiva ja osaa mukautuvuuden avulla laskea, milloin täytyy kytkeytyä päälle, jotta saavutetaan haluttu lämpötila oikeana

ajankohtana. Intelligent-termostaatista löytyy monitoiminen ohjelmatoiminto, jossa saadaan päivää kohden kaksi päälle-pois-jaksoa sekä kello-ohjelmointi. [19.]

### 3.2 Etäohjattavia tuotteita

Etäohjauksella toimivia järjestelmiä saa markkinoilta monenlaisia ja näihin voi käytännössä liittää nykyään kaikki kodin laitteet niin halutessaan. Etäohjattavat järjestelmät ovat suhteessa paljon kalliimpia tavanomaisempiin järjestelmiin nähden, mutta kehityksen ja teknologian edistymisen myötä etäohjattavien järjestelmien integroiminen vanhaan järjestelmään tai uuden rakentaminen on jo paljon vaivattomampaa ja helpompaa kuin aikaisemmin.

Markkinatilannekatsauksen myötä monista etäohjattavista järjestelmistä valikoitui tässä esiteltäväksi Danfossin älykäs lämmitysjärjestelmä. Danfossin etäohjattavan järjestelmän tuotteiden integroiminen vanhaan järjestelmään käy erittäin helposti, ja tämä järjestelmä on todella monipuolinen. Siihen voidaan liittää sähkölämmityksen lisäksi muitakin kodin sähkölaitteita.

Yhtenäisen älykkään lämmitysjärjestelmän ratkaisuna löytyvä Danfoss Link on käytännöllinen, monipuolinen ja milloin vain laajennettavissa oleva järjestelmäkokonaisuus talon lämmityksen tai muiden laitteiden ohjaamiseen etäyhteyden avulla. Tuoteperhe koostuu useista eri tuotteista, jotka ovat yhteensopivia keskenään. Kuva 5 havainnollistaa lämmitysjärjestelmän eri tuotteita ja niiden ohjattavuutta. Järjestelmän tuotekuvauksen mukaan tällä energiatehokkaalla lämmitysjärjestelmällä voitaisiin säästää lämmitykseen kuluvaa energiaa jopa 30 %. [20.] Seuraavaksi on listattu kaikki tuoteperheen lämmitysjärjestelmään löytyvät tuotteet:

- Danfoss Link™ CC -keskusyksikkö
- Danfoss Link™ Connect -patteritermostaatti
- Danfoss Icon™ -huonetermostaatti
- Danfoss Link™ FT -lattiatermostaatti
- Danfoss Link™ HC -kytkentäyksikkö
- Danfoss Link™ RU -toistin. [20.]



Kuva 5. Danfoss Smart Heating -esitteen kokonaisuutta havainnollistava kuva [20].

On syytä huomioida, että sähkölämmityksen lisäksi markkinoilta löytyy myös termostaatteja vesikiertosiin pattereihin. Näitä termostaatteja löytyy tavanomaisemmin säädettävänä, Bluetooth-yhteydellä ohjattavia tai internetin yli toimivia etäohjattavia vaihtoehtoja.

Danfossin älykkään lämmitysjärjestelmän sydämenä toimii Danfoss Link CC -keskusyksikkö. Tällä voidaan ohjata ja ajastaa kaikkia tuoteperheen tuotteita kotiverkon Wi-Fi-yhteydellä. Lisätarvikkeiden avulla voidaan ohjata myös muita kodinkoneita talossa. Laddattavan sovelluksen avulla pystyy tarkistamaan järjestelmän tilanteen ja ohjaamaan sitä etänä puhelimella. [21.]

Kuvassa 6 on Danfoss Link -järjestelmän keskusyksikkö, jolla kaikkien laitteiden ohjaaminen mahdollistetaan. Langattoman järjestelmän vuoksi se on helposti asennettavissa saneerattaviin kohteisiin ilman lisäjohtotuksia ja seinään asennettava PSU-yksikkö toi-

mii keskusyksikön virtalähteenä. Asennusvaiheessa keskusyksikkö voidaan viedä järjestelmän eri yksiköiden viereen ja linkittäminen tapahtuu ilman kaapelia langattomasti. [21.]

Danfoss Link -sarjan tuotteilla voidaan luoda langaton ja älykäs kodinohjausjärjestelmä, joka ohjaa ja optimoi monia kodin laitteita. Voit ohjata samalla järjestelmällä mm. sähköpattereita, lattialämmitystä, ilma-vesilämpöpumppua, maalämpöpumppua tai valoja ja pistorasioita. Kokonaisuutta ohjataan Danfoss Link CC -keskusyksiköstä tai helppokäyttöisen ja intuitiivisen mobiilisovelluksen avulla. Danfoss Link on älykäs kokonaisuus, joka takaa mukavuuden ja energiansäästön. [21.]



Kuva 6. Keskusyksikkö Danfoss Link CC Wi-Fi PSU [21].

Danfoss Link -järjestelmään soveltuva lattialämmitystermostaatti on kuvassa 7. Ulko­näöllisesti termostaatti on tavallisen termostaatin näköinen ja soveltuu lämmitysjärjestel­mien ekosuunnittelun mukaiseen saneeraamiseen. Kaikkien ekosuunnitteluasetuksen

mukaisien toimintojen saaminen edellyttää huoneanturia. Nämä yhdessä järjestelmän ohjainyksikön avulla muodostavat eronomaisten kokonaisuuden. [22.]



Kuva 7. Lattiatermostaatti Danfoss Link -järjestelmään [22].

Lattiatermostaatin rinnalle on tehty huoneanturi, joka on kuvassa 8. Huoneanturi toimii lämpömittarina huoneelle ja sillä voidaan säätää lämpötilaa huonekohtaisesti. Anturi ei ole riippuvainen huoneesta, vaan se voidaan siirtää toiseen huoneeseen ja ohjelmoida säätämään sen huoneen termostaattia. Ohjainyksikön avulla kaikki järjestelmän tuotteet ovat langattomasti yhteydessä toisiinsa ja täysin säädettävissä puhelinsovelluksella laitekohtaisesti. [23.]



Kuva 8. Huoneanturi Danfoss Link RS [23].

Markkinoilta löytyy myös vaihtoehtoinen langattomasti toimiva malli ilman keskusyksikön vaatimia investointikustannuksia. Etäohjattavuus on selvästi ollut kasvussa viime aikoina ja etäohjattavuutta on lisätty kodinkoneisiin sekä muihin kodin sähköjärjestelmiin.

Raychem SENZ WIFI on vaihtoehtoinen uuden sukupolven tuote ekosuunnitteluasetuksen mukaiseen lämmityksen ohjaamiseen. Kuvassa 9 esitetyt lattialämmitystermostaatit ovat etäohjattavissa puhelinsovelluksella ilman erillistä järjestelmän keskusyksikköä ja alueohjaustoiminnolla voidaan ohjata jopa 32 eri termostaattia. Termostaatit on suunniteltu pienentämään energiankulutusta nykyaikaisissa kodeissa ja termostaatti on yhteensopiva useimpien lattia-antureiden kanssa, joten sen pystyy vaihtamaan monen vanhan anturin tilalle ilman ylimääräistä työtä. Tuote-esittelyn mukaan Raychem SENZ WIFI -mallilla päästäisiin jopa 55 % energiatehokkuuden paranemiseen tavanomaiseen termostaattiin verrattuna. [24.]



Kuva 9. Lattialämmitystermostaatti Raychem SENZ WIFI -kosketusnäytöllä [24].

### 3.3 Muiden tuotteiden saanti markkinoilta

Markkinatilanne on erittäin hyvä ekosuunnittelun mukaisia tuotteita ajatellen. Kaikki saaneerattavat kohteet eivät kuitenkaan kuulu ekosuunnitteluasetuksen alaisuuteen, esimerkiksi eläinsuojien lämmitys on asetuksen ulkopuolella. Markkinoilta löytyy vanhoja termostaatteja lämmitysjärjestelmiin, jotka eivät vaadi ekosuunnittelun mukaisia ominaisuuksia. Väärän tuotteen ostamisen mahdollisuus on siis olemassa ja tuotteita hankkiessa on oltava varovainen. Huomiota on syytä kiinnittää esimerkiksi tuotteen tuotekuvaukseen. Tuotekuvausta lukiessa tulisi selvittää, löytyykö tuotteen kuvauksesta mainintaa ekosuunnittelun mukaisuudesta, lämpötilan säätömahdollisuudesta viikkoajastuksella, muunlaisesta ohjattavuudesta tai muista ekosuunnitteluasetuksen vaatimuksista.

Ulkonäön perusteella tuotteesta ei pysty määrittelemään sen kuulumista ecodesign-tuotteisiin, joten tuotteen kuuluminen nykyiseen ekosuunnitteluasetukseen mukaisiin vaatimuksiin on tärkeätä varmistaa ennen kalusteen ostamista. Monen tuotteen tuote-esittelyn alussa monesti kerrotaan selkeästi tuotteen kuulumisesta asetuksen piiriin, mutta epäselvyyksiä löytyi markkinatilanteen selvityksen aikana muutamien tuotteiden osalta

Ulkonäön vaikutusta ekosuunnitteluasetuksen vaatimustenmukaisuuteen havainnollistetaan kuvassa 10, jossa on kaksi lähes identtisen näköistä termostaattia. Oikeanpuoleisesta termostaatista löytyvät ekosuunnittelun vaatimusten mukaiset ominaisuudet, vasemmanpuoleinen termostaatti on vanhan asetuksen mukainen.



Kuva 10. Kahden eri tuotteen kuvat joista toinen täyttää ecodesign-direktiivin [25; 26].

Usein virheellisten asennusten taustalla on suunnittelijoiden tai asentajien tietämättömyys ekosuunnitteluasetuksesta. Tähän vaikuttaa yleinen käsitys siitä, että vanhoja asennuksia saa korjata alkuperäisenä asennusajankohtana olleiden määräyksien mukaisesti. Tästä kerrotaan sähköstandardin luvussa SFS 6000-8-802.30. Uudessa ekosuunnitteluasetuksessa ja sen pohjalta tehdyssä ST-kortissa puolestaan veloitetaan kaikkien ecodesign-asetuksen piiriin kuuluvien lämmitysjärjestelmien korjaustyöt suoritettavan uuden asetuksen mukaisesti. Näin ollen vanhojen lämmitystermostaattien vaihtaminen alkuperäisen kaltaiseksi on laitton toimenpide ekosuunnitteluasetuksen alaisuuteen kuuluvissa lämmitysjärjestelmissä. Ecodesign-asetuksen alaisuuteen kuuluvien vanhojen sähkölämmitystermostaattien tilalle vaihdetun tuotteen tulee täyttää asetuksen mukaiset vaatimukset. [14; 15, s. 7; 27, s. 260; 28.]

#### 4 Ecodesign-tuotteiden hyöty saneerauksissa

Ecodesign-tuotteista saatavaa hyötyä ja lämmitysenergian säästön mahdollisuuksia arvioitaessa tehtiin vanhaan omakotitaloon laskelma saneeraamisesta sekä saneeraamisen hyödyistä. Lähtökohtana laskelmille on vuonna 2000 rakennettu omakotitalo. Laskelmista saatuja tietoja voidaan mahdollisuuksien mukaan soveltaa muihinkin rakennuksiin ja laskelmien tarkoituksena on havainnollistaa vanhojen sähkölämmitystermostaattien päivittämisestä saatavaa hyötyä energia- ja kustannussäästöjen osalta.



Markkinoilla olevien ekosuunnittelun mukaisten sähkölämmitystermostaattien tuoteku-  
vauksissa kerrotaan niiden vähentävän energiankulutusta vanhoihin termostaatteihin  
verrattuna 30–55 %:n välillä [20; 24]. Mikäli näihin energiansäästöihin on uskomisen, niin  
vanhojen järjestelmien päivittäminen olisi hyvinkin kannattavaa, koska investointikustan-  
nukset maksaisivat itsensä takaisin nopeasti nykyisillä sähköenergian hinnoilla.

#### 4.1 Saneerattava 2000-luvun omakotitalo

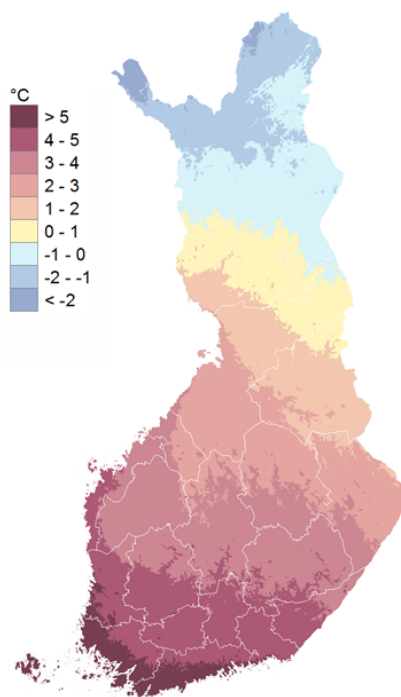
Saneerauksen kohderakennukseksi valikoitui vuonna 2000 rakennettu täysin sähköllä  
lämmitettävä puurunkoinen ja lautaverhoiltu kaksikerroksinen omakotitalo. Vanhojen ra-  
kennusten lämmitysjärjestelmien uudistamisesta ekosuunnittelun mukaiseksi saadaan  
parhain hyöty, sillä niiden lämmön eristävyyskyky on huonoimmalla tasolla ja kohteiden  
järjestelmät alkavat olla teknisen käyttöikänsä lopussa. Tämän omakotitalon saneeraus-  
suunnitelmaa on mahdollista hyödyntää myös muissa vastaavan tyyppisissä kohteissa.

Valitun kohteen huoneistoala on 135 m<sup>2</sup>, kerrosala 154 m<sup>2</sup> ja tilavuus 510 m<sup>3</sup>. Laskel-  
missa käytetään huoneisto- ja kerrosalojen sijaan ympäristöministeriön määräyskokoel-  
man mukaisia mitoituspinta-aloja, jotka lasketaan rakennuksen sisäseinien mukaisesti  
[29, s. 6]. Edellä mainitun mukaisesti laskennassa käytettävä nettoala on 186 m<sup>2</sup> ja  
tilavuus 357 m<sup>3</sup>. Laskennallinen mitoitus tilavuus tulee Timbal Energia -ohjelman lasken-  
nasta erillisten pientalojen kokonaistilavuudesta, mikä sisältää esimerkiksi kalusteiden ja  
sisäseinien tilavuuksien vähennykset.

Kohderakennus on asuinpinta-alaltaan suhteellisen suuri keskimääräistä huoneistoalaa  
vertailtaessa valtakunnallisella tasolla tilastokeskuksen asuntokannan keskipinta-alan  
mukaan [30]. Ekosuunnittelun mukaista saneerauksen vertailua ajatellen tämä ominai-  
suus on huono, sillä pienemmässä kiinteistössä on pienemmät energiahäviöt, jolloin kan-  
nattavuus saneeraamiseen pienemmissä kiinteistöissä on huonompi kuin suuremmissa  
kiinteistöissä. Kiinteistön pinta-alan ja energiahäviöiden kasvaessa huoneiden määrä ei  
kasva samassa suhteessa, jolloin huoneissa sijaitsevien termostaattien ja lämmitysryh-  
mien määrä pysyy lähes samana. Tämä vaikuttaa uusittavien lämmitystermostaattien  
määrään, joka taas vaikuttaa investointikustannusten ja uudistamisesta saatavan hyö-  
dyn suhteeseen.

#### 4.2 Laskennan lähtötietoja sekä perusteita

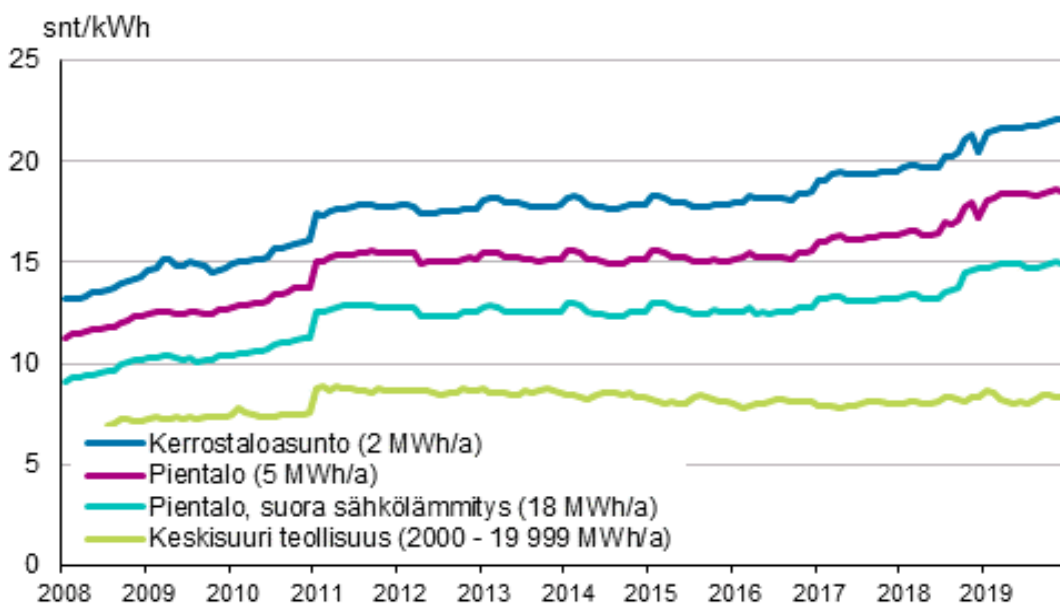
Laskennan lähtötiedoissa ja laskujen perusteluissa ei ole huomioitu Suomen ilmastollisia olosuhteita aluekohtaisesti. Jokaiselle alueelle ei ole tehty erikseen omaa laskelmaa, sillä työn tarkoituksena oli selvittää saneeraukseen käytettävän investoinnin takaisinmaksuaikaa yleisemmin hyödynnettävällä tasolla. Esitettävien laskujen keskilämpötilana on käytetty lämpimintä Timbal Energia -ohjelman mukaista säävyöhykettä. Syynä tähän on maapallon keskilämpötilan jatkuva nousu ilmastonmuutoksen vaikutuksesta ja tärkeimpänä ominaisuutena tällä haetaan kannattavuutta myös muualla Suomessa. Jos saneeraamiseen investoiminen on kannattavaa lämpimimmällä alueella, on saneeraaminen vielä kannattavampaa kylmemmillä alueilla lämmitysenergian kulutuksesta saatavien säästöjen vuoksi. Ilmatieteen laitos on seurannut Suomen lämpötiloja jo pitkään ja keskilämpötilojen alueellista jaottelua voimme tarkastella kuvan 11 mukaisen vuosikeskilämpötilan kuvasta [31]. Energiankulutuksen laskentaa varten valittiin ulkolämpötilan vuoden keskiarvoksi Timbal Energia -ohjelmasta Helsingin paikkakunnan mukaisesti säävyöhyke 1, jonka vuosittainen keskilämpötila on 5,3 °C.



Kuva 11. Ilmatieteen laitoksen ilmoittamat keskilämpötilat Suomessa [31].

Saneerauksen investointikustannukset ja investoinnista saatava hyöty vaikuttavat suuresti uudistuksen toteuttamisen kannattavuuteen. Sähkölämmitystermostaattien vaihdon kannattavuutta arvioitaessa huomionarvoisimmaksi ominaisuudeksi muodostuu muutoksesta saatavat säästöt, joihin vaikuttaa sähkön hinta. Investoinnin takaisinmaksua laskettaessa käytetään sähkön kokonaishintana Timbal Energia -ohjelman oletusarvoa 0,13 €/kWh (130 €/MWh). Kuvassa 12 on ilmoitettu suoran sähkölämmitteisen pientalon sähköenergian kokonaishinnan muutos viimeisen reilun kymmenen vuoden ajalta ja suoralla sähkölämmityksellä toimivan pientalon sähkön kokonaishinta on viime vuosina noussut jo noin 0,15 €/kWh tasolle [32]. Suuresti nousussa ollut ja korkea sähkön hinta lisää merkittävästi investoinnin kannattavuutta.

### Liitekuvio 5. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin



Hinnat sisältävät sähköenergian, siirtomaksun ja verot. Lähde: Energiavirasto, Tilastokeskus.

Lähde: Tilastokeskus, Energian hinnat

Kuva 12. Tilastokeskuksen ilmoittama sähkön kokonaishinta kuluttajatyypeittäin [32].

Investointikustannuksia laskettaessa yksinkertaistettiin laskutoimitusta jättämällä pois talon viilenemiseen ja lämpenemiseen kuluvan ajan huomioiminen. Näin laskennoissa huomioitiin vain sisälämpötilan tiputuksesta saatava energiankulutuksen pieneneminen

ilman vaikeata viilenemisen ja lämpenemisen ajan määrittäystä. Todellisuudessa sisälämpötilan pienenemiseen vaikuttaa taloon varastoitunut lämpöenergia, joka hidastaa talon sisätilan lämpötilan laskua ja nousua, mutta lämmön pienenemiseen kuluvan ajan laskemisen arvioitiin vaikuttavan tulokseen todella vähän, jos ollenkaan, eikä sitä ole sen vuoksi huomioitu laskennassa [33]. Lämmityksen kytkeytyminen pois päältä pystytään säätämään käyttäjän toimesta niin, että lämpö alkaa laskea, vaikka talossa oltaisiin vielä kotona. Lisäksi joistakin järjestelmistä löytyy itseoppivuutta, jolloin optimaaliseen tulokseen pääseminen saavutetaan laitteen toimesta. [19.]

Vanhemmissa kohteissa sisäilman muutos aikaan merkittävästi vaikuttavia tekijöitä ovat ilmanvaihto ja vuotoilma. Uudemmissa kohteissa parempi rakennuksen tiiveys sekä energiatehokkaammat ja paremmalla hyötysuhteella toimivat ilmanvaihtolaitteistot lämmön talteenotolla tekevät kyseisestä oletuksesta huomionarvoisemman. Uudempien kohteiden laskelmissa lämpötilan kompensoitumisen oletusta ei voida paremman tiiveyden ja ilmanvaihdon energiatehokkuuden vuoksi käyttää, vaan lämpötilan muutosta on arvioitava tällöin erikseen. [33.]

Laskentaa varten talon normaaliksi käytönaikaiseksi lämpötilaksi oletetaan 21 °C. Työpäivien aikaiseksi lämpötilan pienennyksen määräksi arvioitiin soveltuvan 3 °C lähtötilanteesta, jolloin työpäivän aikainen lämpötila olisi 18 °C. Tämä olisi vielä lämpövihiytyvyyden kannalta siedettävissä rajoissa, mikäli paikalle saavuttaisiin jo ennen kuin lämmitys olisi kytkeytynyt päälle tai ennen kuin lämpö olisi ehtinyt nousta normaaliin tasoon. Työajan osalta oletuksena oli, että työmatkaan kuluu aikaa, jolloin talosta ollaan todellisuudessa pois enemmän kuin 8 tuntia. Tällä saadaan lämmitykselle pientä pelivaraa lämmön takaisin nostamiseen ja lämpötilan muutoksen kompensoitumiseen [33].

#### 4.3 Lämpötilan pienentämisestä saatavan hyödyn määrittäminen

Lämpötilan pudotuksesta saatavan energiansäästön hyötyä määrittäessä täytyi selvittää kohderakennuksen pintojen eristyksen ominaisuuksia, jotka saatiin liitteessä 1 olevista kohderakennuksen piirustuksista. Piirustuksista saatiin U-arvot eri pinnoille, jotka on aikaisemmin ilmoitettu k-arvoina. Ulko-oven U-arvoa jouduttiin muokkaamaan arkkitehdin piirustuksissa ilmoitetusta arvosta vastaamaan todellisuutta [33]. Julkisivupiirustuksista saatiin mitat rakennukselle ja niistä laskettiin tarkemmat eri rakennusosien pinta-alat.

Laskelmassa ei huomioida talon päädyssä olevaa varastoa, sillä tämän osuus on pieni verrattuna talon kokoon nähden. Myöskään yläkerran parveketerassia ei huomioitu laskelmissa, joten yläkerran mitoituspinta-ala on laskelmassa ilman terassin alan poistoa.

Ilmanvaihdon ja vuotoilman osuus arvioitiin ympäristöministeriön määräyskokoelman mukaisia ilmanvaihtoa ja vuotoilmaa käsittelevän luvun laskentamenetelmiä ja ohjeita käyttäen tarkempien tietojen puuttumisen vuoksi [29]. Ulkoilmavirran määränä käytettiin ympäristöministeriön ilmanvaihdon E-luvun laskentaoppaan käyttötarkoitukseluokan 1 mukaista ulkoilmavirtaa [34, s. 7]. Lisäksi Timbal Energia -ohjelmaan syötettiin lähtötiedot tai oletusarvot kiinteistön muiden lämmönlähteiden, energiaa kuluttavien laitteiden tai sisäilmaa hukkaenergialla lämmittävien laitteiden ja auringon säteilyn lämmitysvaikutus ikkunoiden läpi eri järjestelmien huomioimiseksi laskennassa [29]. Tarkemmin muita lämmityksen kokonaisenergiaan vaikuttavia tekijöitä ei tässä opinnäytetyössä käydyä läpi.

Lämpöenergiaa hävittävien, luovuttavien, sähköenergiaa kuluttavien tai muiden energialaskelmaan vaikuttavien tekijöiden tietojen lisäämisen jälkeen tallennettiin Timbal Energia -ohjelmaan nykytilanneskenaario muiden skenaarioiden simulointia varten. Tämän jälkeen olevaan laskentaan voitiin tehdä sisälämpötilan muutos ja uudella sisälämpötilalla oleva laskenta pystyttiin tallentamaan vaihtoehtoisena skenaariona tapauskohtaisesti. Ohjelmaan oli mahdollista määrittää simulointia varten kolme erilaista simulointitapausta ja kaikkiin tapauksiin laitettiin erilainen painotettu sisälämpötila-arvo oletetun tulevan käytön mukaisesti.

#### 4.4 Laskelmat ja tulokset

Energiansäästö-laskelman laskemisessa käytettiin Timbal Energia v1.2.0 -ohjelmaa, jota voidaan energiatodistusten laatimisen lisäksi käyttää esimerkiksi rakennusten energiatehokkuuden, investointien ja erilaisten korjausvaihtoehtojen kannattavuuden laskentaan sekä simulointiin. Laskentaohjelma käyttää laskelmien automaattisina oletusarvoina uusimman, vuonna 2018 julkaistun Suomen rakennusmääräyskokoelman mukaisia lähtöarvoja ja laskentasääntöjä. [35.]

Laskelmissa käytettiin seuraavia tärkeimpiä manuaalisesti määritettyjä tietoja:

- Nykyinen lämpötila (21 °C) sekä tapauskohtaiset painotetut sisälämpötilat (liite 2, "Simuloinnin lisätiedot").
- Sähkön kokonaishinta 0,13 €/kWh.
- Investointikustannukset: yht.1245,40 € (sis. termostaatit 10 kpl \* 61,90 €/kpl + työkustannukset 10 h \* 60 €/h + 0,44 €/km \* 2 \* 30 km). Työkustannukset sisältävät asennusten lisäksi myös muun muassa tarjouslaskentaan, tarvikkeiden hankintaan, dokumentointiin ja asiakkaan opastukseen liittyvää aikaa.
- Kiinteistön vaipan pinta-alat rakennusosittain (liite 1) ympäristöministeriön määräysten mukaisesti (seinien sisäpintojen mukaan).

Laskennassa on käytetty paljon laskentaohjelman sekä ympäristöministeriön laskentamenetelmien mukaisia oletusarvoja tai vähimmäismääriä, esimerkiksi ilmanvaihdon ja ilmanvaihtokoneen osalta tarkempien kohdetietojen puuttuessa. Tarkempi kohdetietojen selvitys lisäisi investointikustannuksia selvityksen teettämisen johdosta, joten investointikustannusten selvittämisen kannalta valmiiden toimiviksi havaittujen ja määräysten mukaisia oletusarvoja käyttämällä saadaan päätöksen kannalta riittävän tarkat tulokset sekä minimoidaan kokonaisinvestoinnin kuluja.

Laskelmat suoritettiin nykytilanteen lisäksi (nykyinen rakennus) kolmella vaihtoehdoisella tapauksella, jossa kussakin tapauksessa rakennuksen sisälämpötilaa pienennettiin käyttöoletuksien mukaisesti seuraavasti. Tapauksessa 1 sisälämpötila määritettiin olevan 18 °C 5 päivää viikossa ja 8 tuntia päivässä eli normaalin työpäivän ajan 46 viikon ajalta vuodessa. Oletuksena tässä oli 6 viikon loma-aika ja viikonloput, jolloin asukkaat ovat kotona. Tapauksessa 2 on tapauksen 1 oletusten lisäksi huomioitu vielä 2 viikon pituinen lomamatka, jonka ajaksi sisälämpötila laskettiin 13 °C:seen. Tapauksessa 3 on tapauksen 1 määritysten lisäksi lisätty yhden vuorokauden mittainen poissaolo kerran viikossa tai vastaavasti koko viikonloppu joka toisena viikonloppuna, jolloin täksi ajaksi sisälämpötila lasketaan 15 °C:seen. Oheisilla oletuksilla saatiin laskettua tapauskohtaiset vuositteiselle käytölle keskiarvoilliset painotetut sisälämpötilat 20,37 °C (tapaus 1), 20,06 °C (tapaus 2) ja 19,52 °C (tapaus 3). Tapauskohtaiset sisälämpötilan painotetut keskiarvolaskennat löytyvät liitteen 2 kohdasta "Simuloinnin lisätiedot". Painotetun sisälämpötilan keskiarvoa laskettaessa täytyy huomioida koko vuoden oletetun käytön mukainen sisälämpötilan tuntikeskiarvo.

Investointiaskelmissa huomioitiin muunneltavan lämpötilan mahdollistamiseksi vaadittavan yhdistelmätermostaatin investointikustannukset asennuksineen eikä investoinnille

oletettu syntyvän käyttökustannuksia tai rahoituskustannuksia. Nykytilanelaskelma on tarkastettu ja käyty läpi Metropolia Ammattikorkeakoulun kiinteistö- ja rakennusalan lehtorin Sergio Rossin kanssa käydyssä Teams-palaverissa 29.4.2021 [33].

Laskentaperusteissa ilmoitetuilla arvoilla kohderakennukseen saatiin kokonaisenergian säästökseen vuosittaisella tasolla eri tapauksien lämmityksen ohjauksen hyödyntämisestä riippuen 1514–3476 kWh/a, joka vastaa muutostyöstä saatavia vuosittaisia sähköenergian kustannussäästöjä rahallisesti 197–452 €/a ja investoinnin takaisinmaksun osalta ajallisesti 3–7 vuotta. Investointikustannukset ja takaisinmaksuaika huomioiden investoinnin voidaan sanoa olevan kyseisessä esimerkkitapauksessa kannattava. Yksityiskohtaiset laskelmatulokset löytyvät liitteestä 2.

#### 4.5 Saneerauksen toteutustapa

Saneerauksen toteutusvaihtoehtoja selvitetessä toteutuksen valintaan vaikutti investoinnin takaisinmaksuaika kohderakennuksessa. Takaisinmaksuaikaan vaikuttaa oleellisesti lämmitysjärjestelmän kalusteiden markkinahinta. Ecodesign-direktiivin mukaiset lämmitysjärjestelmän kalusteet ovat vielä toistaiseksi uudehkoja tuotteita markkinoilla ja aikaa kuluu ennen kuin markkinatilanne normalisoituu kilpailun suhteen, jolloin kalusteiden hinnat oletettavasti laskevat kysynnän ja tarjonnan myötä.

Kohderakennuksessa oli 10 eri lämmitysryhmää, mikä tekee investointikustannuksista suhteellisen suuria. Lisäksi rakennuksen kattolämmitykset rajasivat termostaattivaihtoehtoja. Jotta investoinnin takaisinmaksuaika pysyy siedettävissä rajoissa, kohteeseen valikoitui uudistusvaihtoehdoksi Pistesarjat A2018 -yhdistelmätermostaatti. Kyseisen termostaatin valintaperusteina oli edullinen hankintahinta, se oli helposti vaihdettavissa vanhojen tilalle ja samalla myös yhteensopiva monien lämpötila-antureiden kanssa. Yhdistelmätermostaattina siinä on sisäänrakennettu huoneanturi ja ohjattavissa myös lattia-anturilla. Kyseistä tuotetta valmistava yritys on toiminut markkinoilla jo 40 vuoden ajan, mikä antaa uskottavuutta tuotteiden toimivuuteen, laatuun ja myöhempään saataavuuteen. Tuotteen huonona puolena on etäohjauksen puutos, jolloin säätömahdollisuudet ovat toteutettavissa vain manuaalisesti asettamalla. [16.]

Lämmitysjärjestelmän termostaattien uusimisessa ei puhuta kovin suurista summista, jos hintoja vertaa muihin omakotitalon korjauskustannuksiin, vaikka järjestelmä vaihdettaisiin vähän älykkäämmäksi, tai jopa etäohjattavaksi järjestelmäksi. Monipuolisemmin ohjattavalla järjestelmällä saadaan suurempia säästöjä energiankulutukseen. Lisäksi kiinteistön energiansäästöä tarkasteltaessa on hyvä huomioida talvella saatava parempi hyöty, mikäli sisälämpötilaa pudotetaan paljon optimaalisemmin. Talvella kiinteistö viilenee nopeammin, mikä mahdollistaa lyhytaikaisemmat lämpötilan pienentämiset monipuolistaen ohjauksen kannattavuutta esimerkiksi huonekohtaiseen ohjaukseen päivällä ja yöllä tilakohtaisen käytön mukaan [33]. Ekosuunnittelun mukaisen tavanomaisemman sähkölämmityksen termostaattien investointihinta on lämmitysryhmien määrästä riippuen noin 1 000 €:n paikkeilla ja älykkäämmän etäohjattavan järjestelmän saa noin 500–1 000 € suuremmalla lisäinvestointikustannuksella. Investointikustannuksen takaisinmaksuaika paranee selkeästi suuremmissa saneerauskohteissa energiahäviöiden kasvun myötä ja parempi ohjattavuus lisää energiasäästöjä sekä ohjausmahdollisuuksia huomattavasti. Kohteen asuinpinta-alan kasvaessa asennettavien lämmitystermostaattien määrä kasvaa suhteessa huoneiden määrän lisääntymiseen mukaisesti. Suuremmissa kohteissa termostaattien määrä neliötä kohden on pienempi, mikä laskee suhteellisten investointikustannusten osuutta, mutta kulutushäviöt ovat verrannollisia kiinteistön neliöihin.

Saneerauksen suunnitteluun ja haluttuun toteutukseen vaikuttaa myös käyttäjän toiveet järjestelmän suhteen. Omakotitalo omistetaan yleensä pidempiä aikoja kerrallaan, jolloin investointiin kuluneet kustannukset saadaan hyödynnettyä kokonaan, vaikka järjestelmän uudistamiseen käytettäisiin enemmän rahaa ja investoinnin takaisinmaksuaika olisi jopa 20 vuotta.

## **5 Ekosuunnittelun muita mahdollisuuksia lämmityksessä**

Pysyvien asuinrakennusten lisäksi ekosuunnittelusta voisi yleisesti ottaen olla hyötyä myös monilla kesämökeillä. Kuten tilastokeskuksen mukaisesti alla olevassa kuvassa 13 on esitetty, kesämökkien osuus on lähes 40 % verrattaessa asuinrakennuksien määrään [36].



## Rakennukset ja kesämökit

	1980	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018
	Tuhatta							
Asuinrakennukset	840	1 005	1 111	1 235	1 283	1 290	1 294	1 301
Erilliset pientalot	773	908	993	1 102	1 144	1 150	1 152	1 157
Rivi- ja ketjutilat	23	53	66	76	80	81	81	82
Asuinkerrostalot	44	45	52	57	59	60	61	61
Muut rakennukset	92	158	189	211	222	222	229	230
Kesämökit	252	368	451	489	502	503	507	510
Saunat <sup>1)</sup>	548	932	1 212	1 502	1 607	1 631	1 651	1 671

<sup>1)</sup> Vain huoneistokohtaiset saunat. Saunoja on kaikkiaan arvioitu olevan v. 2018 lopussa yli 2,3 miljoonaa.

Kuva 13. Tilastokeskuksen tiedot rakennuksista Suomessa [36].

Vaikka kesämökkejä käytetään pääsääntöisesti kesällä, on mökkien käyttöaste kuitenkin korkea myös talvella. Sähkölämmityksen ekosuunnittelun mukaistamisella kesämökkeihin saavutettaisiin lisää säästöjä sähköenergian kulutukseen. Ekosuunnittelun mukaisen sähkölämmityksen lisääminen kesämökeille parantaisi mökkikansan lämmityksen säädettävyyttä, etenkin jos mökeille lisättäisiin etäohjattavia lämmityksiä. Mökin ylläpitolämpöä pystyisi säätämään pienemmäksi poissaolon ajaksi, lämpötilaa pystyisi tarkastelemaan ja säätämään kotoa käsin ja lämmityksen pystyisi nostamaan valmiiksi jo mökille lähdeäessä, jolloin sisälämpötila olisi lämpöviihtyvyyden kannalta mukavampi mökille saavuttaessa.

Lämmitysjärjestelmän ohjattavuuden monipuolisuudella kuluttajat säästäisivät mahdollisimman tehokkaasti sähköenergian kulutuksessa, myös muilla lämmitysmuodoilla kuin sähkölämmityksellä, koska lämmitysjärjestelmien ohjattavuutta on lisätty esimerkiksi vesikiertoisiin lämmitystermostaatteihin [20]. Poissaoloaikojen ennakoiminen ja järjestelmän säätäminen on hankalampaa perinteisillä ratkaisuilla, mutta tätä voidaan parantaa etäohjauksella. Kokonaisvaltaisempaa ohjausjärjestelmää ja ohjattavuutta voidaan hyödyntää esimerkiksi ilmanvaihdon ohjaamiseen lämmityksen lisäksi ja ilmanvaihdon

osuus lämmityskustannuksissa on keskeinen asia energiasäästöjä ajatellen. Ekosuunnitteluasetus on tehty myös ilmanvaihdolle [37; 38] ja nykyiset ratkaisut ovat paljon energiatehokkaampia kuin vanhat. Huonolla hyötysuhteella oleva ilmanvaihtokone, joka mahdollisesti on päällä koko päivän, vaikka talossa ei olisi ketään, hukkaa paljon lämmitysenergiaa turhaan. Ilmanvaihdon tarkoituksena on huoneilman laadun ylläpitäminen. Näin ollen on syytä huomioida ilmanvaihdon ominaisuudet saneerauskohteessa. Ilmanvaihdon hyötysuhteen parantamisella tai ohjattavuudella saavutettaisiin huomattavia hukkalämmön säästöjä Suomen vanhemmassa asuntokannassa.

Suomen energiansäästövaikutuksia tarkasteltaessa sähkölämmityksien uusiminen vanhoihin omakotitaloihin ecodesign-asetuksen mukaisiksi vähentäisi huomattavasti lämmitykseen käytettävää sähköenergian määrää. Kohderakennuksesta saadun energiansäästölaskelman määrää sovellettaessa kuvan 13 mukaiseen pientalojen määrään 2000-luvulla olisi lämmitykseen käytettävän kokonaisenergiesäästö vuosittain noin 1,5–3,5 TWh, joka vastaisi Työ- ja elinkeinoministeriön e-kirjeen mukaista kokonais säästön arvoa tämän opinnäytetyön laskelman parhaimmalla ohjausmallilla, vaikka e-kirjeen arvossa viitataan myös muihin energiansäästöihin kuin pelkästään sähkölämmityksestä saatavaan säästöön [1, s. 2].

Ekosuunnittelun mukaisten sähkölämmitysjärjestelmien hyödyntäminen ja uudistuksista saatavan hyödyn osuus on Suomessa erittäin hyvällä tasolla, jos vertailussa käytetään Euroopan aluetta. Suomen kylmemmät ilmastolliset olosuhteet lisäävä investoinnin kannattavuutta merkittävästi lämpimämpiin maihin verrattuna. Hyödyn kannattavuus muualla Euroopan alueella ei kuitenkaan ole poissuljettu, sillä kiinteistöjen lämmitykseen käytettävän energian määrä on riippuvainen kiinteistön rakenteellisista lämmön eristävyys- ja ilmanvaihdon ominaisuuksista.

## 6 Yhteenveto

Tässä työssä on tarkasteltu ekosuunnittelua omakotitalojen sähkölämmityksessä ja perehdytty saneerauskohteen sähkölämmitysjärjestelmän uusimiseen ekosuunnittelun vaatimukset täyttäväksi. Lisäksi esimerkkikohteen tarkastelu havainnollistaa, miten säh-

kölämmityksen saneeraus käytännössä voidaan tehdä ja minkälainen hyöty muutoksesta saadaan. Työn tavoite oli tuottaa havainnollistava ja samalla myös muissa vastaaventyypisissä kohteissa sovellettava laskentamalli sähkölämmityksen saneerauksesta, kun kohteeseen tehdään muutos soveltuvilla ecodesign-direktiivin mukaisilla sähkölämmityksen termostaateilla. Tehdyistä laskelmista ja päätelmistä saadaan suuntaa antava vastaus kysymykseen, kannattaako sähkölämmitysjärjestelmä saneerata ja millä aikavälillä investointi muuttuu rahallisesti kannattavaksi.

Energiankulutus- ja kustannuslaskelmat laskettiin nykytasolla sekä saneerauksen jälkeen kolmen vaihtoehtoisen energiansäästötapauksen mukaisesti. Laskelmien mukaan kohderakennuksessa saneeraus säästäisi vuositasona energiaa tapauksesta riippuen 1514–3476 kWh/a. Investointien takaisinmaksuaika oli tapauksesta riippuen 3–7 vuotta. Saneerauskohteesta tehdyt laskelmat osoittavat, että ekosuunnitteluvaatimukset täyttävät laitteet säästävät merkittävästi energiaa sähkölämmitteisessä talossa ja maksavat itsensä takaisin melko nopeasti. Suurin vaikuttava tekijä energiahäviöiden vähenemisessä oli saavutetun pienemmän lämpötilan todellinen kokonaisaika ja lämpötilan pudotuksen astemäärä. Tässä työssä laskelmissa ei pystytty ottamaan huomioon viilenemiseen ja lämpenemiseen kuluva aika. Jos nämä pystyttäisiin sisällyttämään laskelmiin, saataisiin tarkempia tuloksia.

Saneerausinvestointia harkitsevan kannattaa määritellä mahdollisimman tarkasti kaikkien kiinteistössä asuvien yhteisvaikutus ja potentiaalinen mahdollisuus lämpötilojen säätämiseksi sekä käytettävälle järjestelmälle. Näin saavutettavan kokonaishyödyn määrän pystyy arvioimaan mahdollisimman tarkasti ja saneerauksesta saatavien energian sekä kustannussäästöjen hyöty investointiin nähden olisi mahdollisimman hyvä. Investoinnin päätöksentekoon voi soveltaa liitteen 2 simuloinnin lisätiedoissa olevaa painotetun vuosittaisen sisälämpötilan tuntikeskiarvon laskentamallia sisälämpötilan oletusarvon saamiseksi koko vuodelle. Muutostilanteen lämpötilan pienenemisen määrään voi soveltaa investoinnin hyödyn arvioinnissa Motivan ohjeellista nyrkkisääntöä. Kun asteen verran pienentää kiinteistön sisälämpötilaa, niin energiasäästöt ovat noin 5 % lähtötilanteen energiankulutuksesta [39].

## Lähteet

- 1 Helander, Outi. 2010. Ecodesign-direktiivin ja energiamerkintädirektiivin nojalla annettavat tuoteryhmäkohtaiset säädökset. Verkkoaineisto. <[https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kirjelma/Documents/e\\_48+2010.pdf](https://www.eduskunta.fi/FI/vaski/Kirjelma/Documents/e_48+2010.pdf)>. 7.6.2010. Luettu 19.5.2020.
- 2 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 96/57/EY. 1996. Verkkoaineisto. Euroopan virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0057&from=FI>>. 18.9.1996. Luettu 19.5.2020.
- 3 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2000/55/EY. 2008. Verkkoaineisto. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02000L0055-20080321&from=RO>>. Annettu 18.9.2000. Muutettu 22.7.2005 ja 20.3.2008. Luettu 19.5.2020.
- 4 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2005/32/EY. 2005. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:191:0029:0058:FI:PDF>>. 22.7.2005. Luettu 19.5.2020.
- 5 Komission asetus (EY) N:o 245/2009. 2009. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0245&from=FI>>. 24.3.2009. Luettu 19.5.2020.
- 6 Komission asetus (EY) N:o 244/2009. 2009. Verkkoaineisto. Euroopan virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009R0244&rid=1>>. 24.3.2009. Luettu 19.5.2020.
- 7 Neuvoston päätös 93/465/ETY. 1993. Verkkoaineisto. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993D0465&from=FI>>. 30.8.1993. Luettu 19.5.2020.
- 8 Einola, Kiiä. 2019. Ekosuunnitteludirektiivi tuo uusia vaatimuksia sähkölämmittimille. Verkkoaineisto. <[https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/energiatehokkuus/fi\\_FI/Ekosuunnitteludirektiivi/](https://www.sahkoala.fi/ammattilaiset/artikkelit/energiatehokkuus/fi_FI/Ekosuunnitteludirektiivi/)>. 4.10.2019. Luettu 19.5.2020.
- 9 Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-4. 2017. Verkkoaineisto. Motiva. <[https://www.motiva.fi/files/12745/Suomen\\_neljas\\_kansallinen\\_energiatehokkuuden\\_toimintasuunnitelma\\_NEEAP-4.pdf](https://www.motiva.fi/files/12745/Suomen_neljas_kansallinen_energiatehokkuuden_toimintasuunnitelma_NEEAP-4.pdf)>. 28.4.2017. Luettu 19.5.2020.

- 10 Energiantehokkuusdirektiivi. 2019. Verkkoaineisto. Motiva. <<https://www.motiva.fi/ratkaisut/ohjauskeinot/direktiivit/energiatehokkuusdirektiivi>>. Päivitetty 22.11.2019. Luettu 19.5.2020.
- 11 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2009/125/EY. 2009. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0125&from=FI>>. 31.10.2009. Luettu 19.5.2020.
- 12 Ekosuunnitteludirektiivi ja energiamerkintädirektiivi. 2019. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <[https://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Rakentamisen\\_ohjaus/Ekosuunnitteludirektiivi\\_ja\\_energiamerkintadirektiivi](https://www.ymp.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Rakentamisen_ohjaus/Ekosuunnitteludirektiivi_ja_energiamerkintadirektiivi)>. 17.9.2013. Päivitetty 4.10.2019. Luettu 19.5.2020.
- 13 Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2010/30/EU. 2010. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010L0030&from=EN>>. 18.6.2010. Luettu 19.5.2020.
- 14 Komission asetus (EU) 2015/1188. 2015. Verkkoaineisto. Euroopan unionin virallinen lehti. <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1188&from=FI>>. 21.7.2015. Luettu 19.5.2020.
- 15 Ekosuunnitteludirektiivin 2009/125/EU sekä asetuksen 2015/1188 noudattaminen sähkölämmityksessä rakentamis- ja huoltokohteissa. 2019. ST-55.05. Sähköinfo Severi. 20.5.2019.
- 16 Yhdistelmätermostaatti Pistesarjat A2018. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <<https://www.taloon.com/yhdistelmatermostaatti-pistesarjat-a2018>>. Luettu 19.5.2020.
- 17 Termostaatti Ensto ELTE6-BT elektroninen. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <<https://www.taloon.com/termostaatti-ensto-elte6-bt-elektroninen>>. Luettu 19.5.2020.
- 18 Sähkölämmitysratkaisut uudisrakentamiseen ja saneeraukseen. 2019. Verkkoaineisto. Ensto. <[https://www.ensto.com/globalassets/brochures/heating/finnish/ensto\\_sahkolammitysesite\\_2019-2020\\_web.pdf](https://www.ensto.com/globalassets/brochures/heating/finnish/ensto_sahkolammitysesite_2019-2020_web.pdf)>. 11.11.2019. Luettu 19.5.2020.
- 19 Lattialämmitystermostaatti Etherma Intelligent Controller 16 A. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <<https://www.taloon.com/lattialammitystermostaatti-etherma-intelligent-controller-16-a>>. Luettu 19.5.2020.

- 20 Danfoss Link™. 2020. Verkkoaineisto. Danfoss. <<https://www.danfoss.com/fi-fi/products/smart-heating/dhs/smart-heating/danfoss-link/#tab-overview>>. Luettu 19.5.2020.
- 21 Keskusyksikkö Danfoss Link CC Wi-Fi PSU uppokojerasia (sis. virtalähde). 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <<https://www.taloon.com/keskusyksikko-danfoss-link-cc-wi-fi-psu-uppokojerasia-sis.-virtalahde>>. Luettu 19.5.2020.
- 22 Lattiatermostaatti FT Jussi ja ELKO (sis. lattia-anturi) kojerasialiitettä Danfoss Link -järjestelmään. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <[https://www.taloon.com/lattiatermostaatti-ft-jussi-ja-elko-sis.-lattia-anturi-kojerasialiitanta-danfoss-link-jarjestelmaan?refSrc=LVI-4035428&nosto=nosto\\_0000\\_ostivatmyos](https://www.taloon.com/lattiatermostaatti-ft-jussi-ja-elko-sis.-lattia-anturi-kojerasialiitanta-danfoss-link-jarjestelmaan?refSrc=LVI-4035428&nosto=nosto_0000_ostivatmyos)>. Luettu 19.5.2020.
- 23 Huoneanturi Danfoss Link RS. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <[https://www.taloon.com/huoneanturi-danfoss-link-rs?refSrc=LVI-4035428&nosto=nosto\\_0000\\_katsoimyos](https://www.taloon.com/huoneanturi-danfoss-link-rs?refSrc=LVI-4035428&nosto=nosto_0000_katsoimyos)>. Luettu 19.5.2020.
- 24 Lattialämmitystermostaatti Raychem SENZ WIFI kosketusnäytöllä. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <<https://www.taloon.com/lattialammitystermostaatti-raychem-senz-wifi-kosketusnaytolla>>. Luettu 19.5.2020.
- 25 Termostaatti ABB Impressivo – Termostaatti ABB keskiölevy RST. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <[https://www.taloon.com/termostaatti-abb-impressivo-termostaatti-abb-keskiolevy-rst?refSrc=S-2621166&nosto=nosto\\_0000\\_userHistory-copy](https://www.taloon.com/termostaatti-abb-impressivo-termostaatti-abb-keskiolevy-rst?refSrc=S-2621166&nosto=nosto_0000_userHistory-copy)>. Luettu 19.5.2020.
- 26 Yhdistelmätermostaatti Ensto ECO16BT-IN-WW 16A IP30 U valkoinen. 2020. Verkkoaineisto. Verkkokauppa Taloon.com. <<https://www.taloon.com/yhdistelma-termostaatti-ensto-eco16bt-in-ww-16a-ip30-u-valkoinen>>. Luettu 19.5.2020.
- 27 SFS-käsikirja 600-1-2. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1-2: Erikoistilojen ja täydentävät vaatimukset (SFS 6000 osat 7-8). 2017. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto.
- 28 Nurmio, Jarno. 2020. Lehtori, Kiinteistö- ja talotekniikan tiimi, Metropolian Ammattikorkeakoulu, Helsinki. Keskustelu, Insinööriyön aloituspalaveri. 5.2.2020.
- 29 Ympäristöministeriö. 2018. Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta, ohjeet. Helsinki: Verkkoaineisto ladattavissa <<https://ym.fi/rakentamismaaraykset>>. Luettu 1.5.2021.
- 30 Tilastokeskus. Asuntokanta 2018. Verkkoaineisto. <[https://www.stat.fi/til/asas/2018/01/asas\\_2018\\_01\\_2019-10-10\\_kat\\_001\\_fi.html](https://www.stat.fi/til/asas/2018/01/asas_2018_01_2019-10-10_kat_001_fi.html)>. Päivitetty 10.10.2019. Luettu 1.5.2021.

- 31 Ilmatieteenlaitos. 2020. Vuositolastot. Verkkoaineisto. <<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/vuositolastot>>. Luettu 19.5.2020.
- 32 Tilastokeskus. Liitekuvio 5. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin. 2018. Verkkoaineisto. <[https://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2019/04/ehi\\_2019\\_04\\_2020-03-12\\_kuv\\_005\\_fi.html](https://www.tilastokeskus.fi/til/ehi/2019/04/ehi_2019_04_2020-03-12_kuv_005_fi.html)>. Päivitetty 12.3.2020. Luettu 19.5.2020.
- 33 Rossi, Sergio. 2021. Lehtori, Kiinteistö- ja rakennusala, Metropolian Ammattikorkeakoulu, Helsinki. Energialaskelman Teams-palaveri. 29.4.2021.
- 34 Ympäristöministeriö. 2018. Opas tarpeenmukaisen ilmanvaihdon huomioimisesta e-luvun laskennassa. Helsinki: Verkkoaineisto ladattavissa <<https://ym.fi/rakentamismaaraykset>>. Luettu 1.5.2021.
- 35 Timbal Energia. 2021. Rakennusten energiatehokkuuden kehittäminen. Verkkoaineisto. <<https://timbal.fi/timbal-energia>>. Luettu 1.5.2021.
- 36 Tilastokeskus. 2019. Asuminen. Verkkoaineisto. <[https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk\\_asuminen.html](https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_asuminen.html)>. Päivitetty 20.5.2019. Luettu 19.5.2020.
- 37 Ympäristöministeriö. 2017. 1009/2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>>. 20.12.2017. Luettu 1.5.2021.
- 38 Ympäristöministeriö. 2017. 1010/2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen energiatehokkuudesta. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>>. 20.12.2017. Luettu 1.5.2021.
- 39 Motiva. 2021. Hallitse huonelämpötiloja. Verkkoaineisto. <<https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171010>>. Päivitetty 4.2.2021. Luettu 1.5.2021.



## Kohderakennuksen tietoja

- KONEELLINEN ILMANVAIHTO RøKMK D2 MUKAAN	
- PALOAHIDASTAVA RAKENNUS	
- IKKUNOIDEN KOOT MERKITTY MODULISIN LIITTYMÄ- MITOIN LEVEYS (dm) x KORKEUS (dm)	
- ASUINOSAN IKKUNAT OVAT AVATTAVIA, 3-LASISIA (MSE), k-ARVO = 1.7 W/m <sup>2</sup> K, ULKOMELUERISTÄVYYS ESIM. LENTOMELULLE R <sub>av</sub> = 33.5 dB	
- ULKO-OVISSA ON ALUMIINIJÄYKISTEINEN RUNKO + POLYURETAANIERISTE (3-KERTAINEN LASI), k-ARVO = 0.3 W/m <sup>2</sup> K	
HUONEISTOALA	135.0 M <sup>2</sup>
KERROSALA	
ASUNTO	154.0 M <sup>2</sup>
VAR/AT	6.0 M <sup>2</sup>
TILAVUUS	
ASUNTO	510 M <sup>3</sup>
VAR/AT	20 M <sup>3</sup>



Lähtötiedot ja pinta-alat arkkitehdin piirustuksista mitattuna

U-arvot ja pinta-alat määräysten mukaisesti:

Rakosa	A [m <sup>2</sup> ]	U [W/m <sup>2</sup> *K]
Ulkoseinä	123,87	0,2
Yläpohja	130,67	0,15
Alapohja	94,83	0,26
Ulko-ovet*	8,64	1
Ikkunat	30,92	1,7

Rakennuksen perustiedot:

Rakennuksen valmistumisvuosi on 2000
Lämmitysmuoto on suora sähkö
Ilmanvaihto on RakMK D2:n mukainen**
Lämmitetty nettoala*** = 135 [m <sup>2</sup> ]
Bruttoala = 154 [m <sup>2</sup> ]
Rakennustilavuus = 510 [m <sup>3</sup> ]

\*U-arvoa muutettu piirustuksista poikkeavaksi vastaamaan todellisuutta [33].

\*\*Poistokone

\*\*\*Määräysten mukaisesti mitoituspinta-ala lasketaan sisäseinien mittoja käyttäen, summaamalla jokainen kerros täysimääräisenä [29, s. 6]. Huonekorkeus, väliseinät ja aukot eivät vaikuta mitoituspinta-alaan.

Lähtötiedot ohjearvoille:

Tunnus	Arvo	Yksikkö	Arvon selite
x =	24		Rakennuksen kerroskorkeuskertoimien kaksikerroksisille rakennuksille [29, s. 21]
A <sub>netto</sub> =	186	[m <sup>2</sup> ]	Määräysten mukainen lämmitetty nettoala [29, s. 6]
n <sub>50</sub> =	6	[1/h]	Timbal Energia -ohjelman mukainen ilmanpitävyyden ohjearvo rakennuksille jotka valmistuneet ennen vuotta 2003
V =	357	[m <sup>3</sup> ]	Timbal Energia -ohjelman mukainen ilmatilavuus erilliselle pientalolle
	0,4	[dm <sup>3</sup> /s*m <sup>2</sup> ]	Asuinkerrostalon määräysten mukainen ulkoilmavirtakerroin [34, s. 7]
q <sub>50</sub> =	5,5	[m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup> ]	Ilmanvuotoluku lasketaan Energiatohokkuuden kaavalla (3.9) [29, s. 21]
q <sub>v,poisto</sub> =	0,07440	[m <sup>3</sup> /s]	Timbal Energia -ohjelman mukainen poistoilmavirta erilliselle pientalolle
q <sub>v,vuotoilma</sub> =	0,02479	[m <sup>3</sup> /s]	Vuotoilmavirta lasketaan Energiatohokkuuden kaavalla (3.8) [29, s. 21]

Ikkunoiden pinta-alat ja ilmansuunnat:

Ilmansuunta	A [m <sup>2</sup> ]
Koillinen	10,11
Kaakko	9,8
Lounas	6,93
Luode	4,08

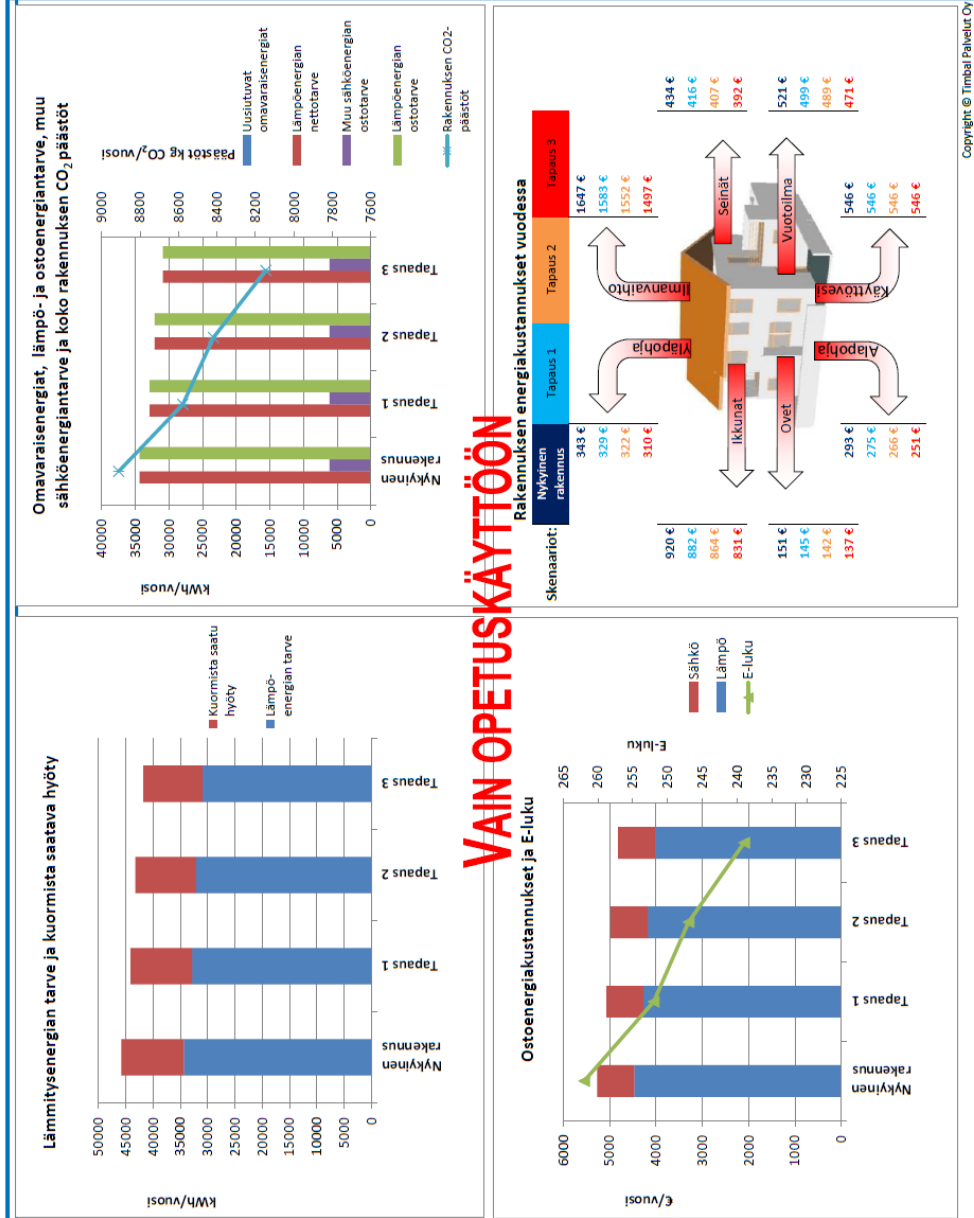


## Energialaskelma ja investoinnin takaisinmaksuaika

KORJAUSEDOTUSTEN SIMULOINTI - KÄYTTÖKUSTANNUKSET JA INVESTOINNIT												
Rakennuksen perustiedot												
Simulointiskenaarion nimi	E-luokka ja -luku		Ohje									
Kiinteistönumeros	Nykyinen rakennus		E (262)									
Korjauksen nimi	Bruttoala	Nettoala		Tapaus 1			E (252)					
Osoite	186 m <sup>2</sup>	357 m <sup>2</sup>		Tapaus 2			E (247)					
Postinumero ja -paikka	Valmistunut		Tapaus 3			D (239)						
Laatijan yhteystiedot												
Helsinki												
<b>Johtumiseen ja käyttöveteen ehdotettujen ei lämmöntuotantoon perustuvien korjausten vaikutus energiaan ja kustannuksiin eri skenaarioilla</b>												
Vaippa	Nykyinen			Tapaus 1			Tapaus 2			Tapaus 3		
	Kulutus kWh/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	Kulutus kWh/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	Kulutus kWh/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	
Seinät	3355	3199	156	3131	204	27	3014	321	42			
Yläpohja	2659	2531	128	2477	161	21	2385	254	33			
Alapohja	2251	2115	136	2048	203	26	1931	320	42			
Ovet	1163	1116	48	1092	71	9	1051	112	15			
Ikkunat	7077	6787	290	6644	433	56	6395	681	89			
Kylmäsillat	1646	1575	72	1539	107	14	1478	169	22			
<b>Yhteensä</b>	<b>18111</b>	<b>17321</b>	<b>791</b>	<b>16932</b>	<b>1180</b>	<b>153</b>	<b>16254</b>	<b>1857</b>	<b>241</b>			
Vuotoilma	4005	3841	164	3760	245	32	3620	386	50			
Lämminkäyttövesi	4200	4200	0	4200	0	0	4200	0	0			
<b>Ilmanvaihtoon ehdotettujen ei lämmöntuotantoon perustuvien korjausten vaikutus energiaan ja kustannuksiin eri skenaarioilla</b>												
Ilmanvaihto	Nykyinen			Tapaus 1			Tapaus 2			Tapaus 3		
	Kulutus kWh/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	Kulutus kWh/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	Kulutus kWh/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	Kulutus kWh/a	Kust.säästö €/a	
Korvausilma	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Ilmanvaihtokoneet	12020	11527	493	11284	735	96	10862	1157	150			
IV-puhalttimien sähkö	652	652	0	652	0	0	652	0	0			
IV-jalkalämmityspatteri	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<b>Yhteensä</b>	<b>12671</b>	<b>12179</b>	<b>493</b>	<b>11936</b>	<b>735</b>	<b>96</b>	<b>11514</b>	<b>1157</b>	<b>150</b>			
Jäähdytys	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<b>Energiahäviöihin ja kuormiin ehdotettujen korjausten vaikutus energiaan ja kustannuksiin eri skenaarioilla</b>												
Häviöt	Nykyinen			Tapaus 1			Tapaus 2			Tapaus 3		
	Häviöt kWh/a	Häviöt kWh/a	Kust.säästö €/a	Häviöt kWh/a	Häviöt kWh/a	Kust.säästö €/a	Häviöt kWh/a	Häviöt kWh/a	Kust.säästö €/a	Häviöt kWh/a	Kust.säästö €/a	
Lämmitysjärjestelmä	6024	5769	255	33	381	50	5424	600	78			
Käyttövesijärjestelmä	1460	1460	0	1460	0	0	1460	0	0			
<b>Yhteensä</b>	<b>7484</b>	<b>7229</b>	<b>255</b>	<b>7193</b>	<b>381</b>	<b>50</b>	<b>6884</b>	<b>600</b>	<b>78</b>			
<b>Kuormat</b>	<b>Kuormat</b>	<b>Kuormien ero</b>	<b>Kust. ero</b>	<b>Kuormien ero</b>	<b>Kust. ero</b>	<b>Kuormien ero</b>	<b>Kuormien ero</b>	<b>Kust. ero</b>	<b>Kuormien ero</b>	<b>Kust. ero</b>	<b>Kuormien ero</b>	
Väläistys	978	978	0	978	0	0	978	0	0			
Kuluttajalaitteet	2933	2933	0	2933	0	0	2933	0	0			
Henkilöt	1953	1953	0	1953	0	0	1953	0	0			
Aurinko	2547	2547	0	2547	0	0	2547	0	0			
LKV häviöistä	415	415	0	415	0	0	415	0	0			
<b>Kuormat yhteensä</b>	<b>8826</b>	<b>8826</b>	<b>0</b>	<b>8826</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>8826</b>	<b>0</b>	<b>0</b>			

VAIN OPEJUSKÄYTTÖÖN

Rakennuksen lämpövähienergia- ja lämmitysenergian tarve											
Nykyinen	Tapaus 1			Tapaus 2			Tapaus 3			Hävitys kWh/a	Kust.säästö €/a
	Hävitys kWh/a	Hävitys säästö kWh/a	Kust.säästö €/a	Hävitys kWh/a	Hävitys säästö kWh/a	Kust.säästö €/a	Hävitys kWh/a	Hävitys säästö kWh/a	Kust.säästö €/a		
<b>Lämpövähienergiat yhteensä</b>	45820	44117	1703	221	43279	2541	330	41820	4001	520	
<b>Lämmitysenergian tarve yhteensä</b>	34384	32871	1514	197	32144	2241	291	30908	3476	452	
Uusiutuvien omavaraisenergioiden hyödyntäminen											
Nykyinen	Tapaus 1			Tapaus 2			Tapaus 3			Ostoenergian tarve eri vaihtoehdoilla	
Muutos kWh/a	Muutos kWh/a	Muutosero kWh/a	Muutos kWh/a	Muutos kWh/a	Muutosero kWh/a	Muutos kWh/a	Muutosero kWh/a	Tapaus 1	Tapaus 2	Tapaus 3	
Ilmalämpöpumppu	0	0	0	0	0	0	0	kWh/a	kWh/a	kWh/a	
Ilma-vesilämpöpumppu	0	0	0	0	0	0	0	32871	32144	30908	
Maalämpöpumppu	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aurinkolämpö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Aurinkosähkö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Yhteensä</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muut ostoenergiaa pienentävät lämpöenergian tuotantomuodot	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PILP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Takka	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Muut	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Yhteensä</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ostoenergia, energiakustannukset, sähkön tarve ja koko rakennuksen hiilidioksidipäästöt											
Rakennuksen											
Nykyinen											
Tapaus 1											
Tapaus 2											
Tapaus 3											
<b>Lämmitysenergian</b>	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Nettotarve vuodessa	34384	32871	32871	32144	30908	30908	30908	30908	30908	30908	30908
Ostotarve vuodessa	34384	32871	32871	32144	30908	30908	30908	30908	30908	30908	30908
CO <sub>2</sub> päästöt, koko rakennus, kg CO <sub>2</sub> /a	8911	8578	8578	8418	8147	8147	8147	8147	8147	8147	8147
Käytetyt energialajit											
Energialaji	Energian yksikköhinta €/MWh	Osuus ostoenergiasta %	Kustannus €/vuosi	Osuus ostoenergiasta %	Kustannus €/vuosi	Osuus ostoenergiasta %	Kustannus €/vuosi	Osuus ostoenergiasta %	Kustannus €/vuosi	Osuus ostoenergiasta %	Kustannus €/vuosi
Kaukolämpö	85,0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0
Öljy	90,0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0
Kaasu	100,0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0
Pelletti	62,0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0
Pilkkeet	76,0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0	0 %	0
Sähkö (lämmitys)	130,0	100 %	4470	100 %	4273	100 %	4179	100 %	4018	100 %	4018
Sähkö (muut)	130,0	-	796	-	796	-	796	-	796	-	796
<b>Yhteensä</b>		100 %	5266	100 %	5069	100 %	4975	100 %	4814	100 %	4814
Energialaji											
Energialaji	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a	kWh/a
Sähkö (muut)	6122	6122	6122	6122	6122	6122	6122	6122	6122	6122	6122
Ostoenergian keskimääräinen yksikköhinta	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh	€/MWh
	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0	130,0



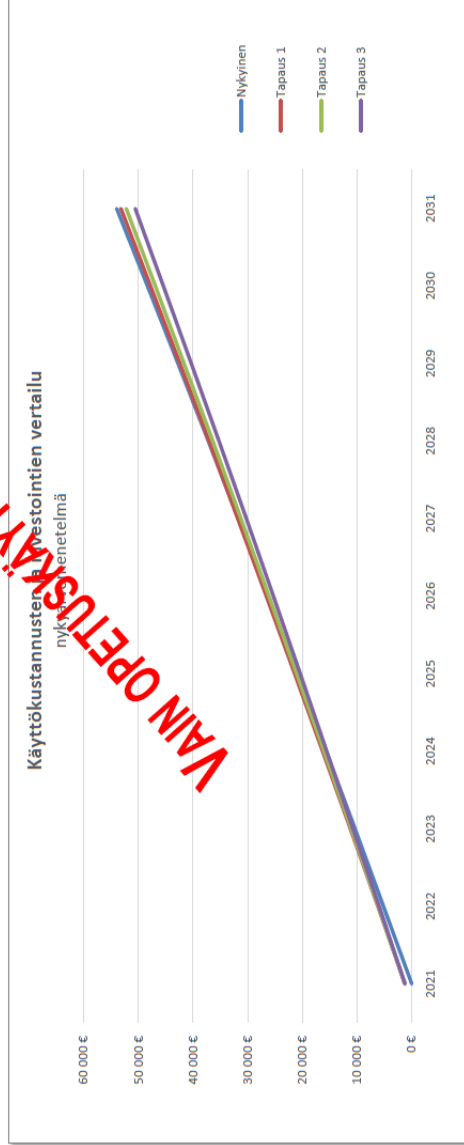
Copyright © Timbal Palvelut Oy

Copyright Timbal Palvelut Oy



### Simulointi skenaarioiden kannattavuuksien vertailu

Laskentaparametrit		Rahoitus ja korko parametrit		
Tarkastelujakso, vuosia		Rahavirran muutoskorko		
2021	10	Rahavirran muutoskorko		
3%	3%	Investoinnin korko (Tiedot siulla asetettu arvo: 3%)		
3%	3%	Investoinnin takaisinmaksuaika, vuosia		
3%	3%	Investointilaskennassa käytetään annuiteettimenetelmää		
Kustannukset		Tapaus 1	Tapaus 2	Tapaus 3
Nykyinen	5 266 €/a	5 069 €/a	4 975 €/a	4 814 €/a
Käyttökustannukset				
Vuosittaiset maksut				
Investointikustannukset	1 245 €	1 245 €	1 245 €	1 245 €
Vuosittaiset kustannussäästöt	197 €/a	291 €/a	452 €/a	452 €/a
Lämpöenergian keskihinta	130,0 €/MWh	130,0 €/MWh	130,0 €/MWh	130,0 €/MWh
Sähkönenergian hinta	130 €/MWh	130 €/MWh	130 €/MWh	130 €/MWh
Tarkastelujakson käyttökustannukset yht.	60 366 €	57 027 €	55 186 €	53 932 €
Tarkastelujakson käyttö- ja investointi yht.	53 964 €	51 947 €	50 979 €	49 332 €
Käyttökust. nykyarvo ja investointi yht.	53 964 €	53 192 €	52 224 €	50 578 €
Investointi kannattavaksi		vuonna 2028	vuonna 2025	vuonna 2024
Sisäinen korkokanta				



Copyright © Timbal Palvelut Oy

Simulointiskenaarioiden tulosten yhteenveto										
Kohde:	Esimerkki simulaatio, , Helsinki, ()	Osto- ja kokonaisenergiankulutus, kWh/vuosi	Osto- ja kokonaisenergian kustannus	CO <sub>2</sub> päästöt, kg CO <sub>2</sub> /a	E-luku ja E-luokka	Vuositulokset käyttö- ja huolto-kustannukset, €/vuosi	Investointi	Energian säästö, kWh/vuosi	Kustannusten säästö, €/vuosi	Talokäihin maksuaika, vuotta
	Nykyinen rakennus	40506	5 266 €	8911	E (262)	0 €	-	-	-	-
	1. Tapaus 1	38992	5 069 €	8578	E (252)	0 €	1 245 €	1514	197 €	7
	2. Tapaus 2	38265	4 975 €	8418	E (247)	0 €	1 245 €	2241	291 €	4
	3. Tapaus 3	37030	4 814 €	8147	D (239)	0 €	1 245 €	3476	452 €	3

Copyright © Timbal Palvelut Oy

### Simuloimien lisätiedot

Lämpötilan tiputus on huomioitu alkoja sisälämpötilan tippumiselle ja uudelleenlämmittämiselle. Nämä oletetaan kompensoituvien, sillä lämpötilan tiputus voi alkaa jo ennen kiinteistöä poistumista ja todellinen poissaoloa kiinteistöä on enemmän kuin 8 h/työpäivä, koska työmatkoihin kuluu myös aikaa. Sisälämpötilan muutosaikaan vaikuttaa huomattavasti kiinteistön vuotolma ja ilmanvaihto. Vanhempien rakennusten tiiveys on heikkoa nykyaikaisempien rakennusten tiiveyteen verrattuna, jolloin lämpötilan kompensoitumisen oletusta ei voida käyttää uudemmilla rakennuksilla vaan sitä on arvioitava erikseen tiiveyden ollessa parempi. Betonillaan upotettu lattialämmitys aiheuttaa myös hitaata vielenemiseen betoniin ominaislämpökapasiteetin vuoksi. Nopeimpiin muutostapaisiin päästään sähköpattereilla, tai muilla ilmaan lämpöä luovuttavilla lämmitysvuodolla. [33.]

Laskennassa ei ole huomioitu alkoja sisälämpötilan tippumiselle ja uudelleenlämmittämiselle. Nämä oletetaan kompensoituvien, sillä lämpötilan tiputus voi alkaa jo ennen kiinteistöä poistumista ja todellinen poissaoloa kiinteistöä on enemmän kuin 8 h/työpäivä, koska työmatkoihin kuluu myös aikaa. Sisälämpötilan muutosaikaan vaikuttaa huomattavasti kiinteistön vuotolma ja ilmanvaihto. Vanhempien rakennusten tiiveys on heikkoa nykyaikaisempien rakennusten tiiveyteen verrattuna, jolloin lämpötilan kompensoitumisen oletusta ei voida käyttää uudemmilla rakennuksilla vaan sitä on arvioitava erikseen tiiveyden ollessa parempi. Betonillaan upotettu lattialämmitys aiheuttaa myös hitaata vielenemiseen betoniin ominaislämpökapasiteetin vuoksi. Nopeimpiin muutostapaisiin päästään sähköpattereilla, tai muilla ilmaan lämpöä luovuttavilla lämmitysvuodolla. [33.]

Investointikustannukset on laskettu Pistesarjojen yhdistelmätermoistaan A2018 hintaa käyttäen, joka taloon.com -sivuston mukaan on 61,90 €/kpl (tarkistettu 17.4.2021, alennuksessa 25% ja tämä on huomioitu hinnassa). Vaihdytöy kymmenelle termostaalle on arvioitu kestävän enintään 10 h, hintaan 60 €/h. Vaihdytöy suorittavan sähköurakoitsijan on oletettu tulevan lähialueelta noin 30 kilometrin säteeltä. Näinollen investointikustannukset ovat yhteensä: 10 kpl \* 61,90 €/kpl + 10 h \* 60 €/h + 0,44 €/km \* 2 \* 30 km = 1245,40 € (sis. alv). Investointikustannuksissa ei huomioida vanhojen termostaattien rahallista arvoa ja niiden mahdollista myymistä esim. tori.fi -sivuston kautta. Investointiin ei ole ajateltu liittyvän rahoitusjärjestelyjä kyseisessä tapauksessa. Lisäksi termostaattien markkinaarvo on alkuvaiheessa, joka puolestaan voi vaikuttaa termostaattien ja automaattisten ohjauksjärjestelmien hintaan sekä tarjontaan lähivuosiin.

Laskennassa on käytetty paljon ohjelman ja määräysten mukaisia oletusarvoja rakennuksen todellisten tietojen puuttuessa. Vanhempien kiinteistöjen kohdalla tämä voi olla yleista vanhojen piirustuksien ja suunnitelmien puuttumisen tai häviämisen vuoksi. Täysin tarkkan laskelman tekemiseksi olisi tehtävä selvitystyö kyseisten kiinteistöjen tarkkojen arvojen määrittämiseksi. Selvitystyön teettämisen lisäksi investointikustannuksia ja saatu hyöty olisi vain laskelman tarkempi paikkaansapitävyys investointiin takaisinmaksulle. Suurin vaikuttava tekijä energiahäviöiden vähentämiseen on saavutetun pienemmän sisälämpötilan todellisella kokonaisuuden ja puutoksen määrällä, joihin vaikuttaa yksilölliset tarpeet ja mahdollisuudet säätää sisälämpötilaa. Investointia harkitsevan kannattaa määrittää mahdollisimman tarkasti kaikkien kiinteistöissä asuvien yhteisvaikutus ja mahdollisuus sisälämpötilanlämpötilan ohjaamiselle.

Nykytilanlaskelman lähtötiedot on vahvistettu olevan määrätynmukaisia Metropolian Ammatikorkeakoulun kiinteistö- ja rakennusalan lehtori Sergio Rossin kanssa käytössä Teams palvelussa sekä skenaarioiden lämpötilan muutoksen vaikutus tarkastettiin vastaamaan todellisia energiansäästöjä. Laskelman kokonaisenergiakulutusta ei vastaa kiinteistön todellista vuosikulutusta, sillä tämä poikkeama tulee oikean tuloksen määrittämiseksi rakennusmääräysoikeelman mukaisesti täyskokoislaämmittämiseen kiinteistöön. [33.]

Copyright © Timbal Palvelut Oy