



Anni Ursin

# Energiansäästöläskennan kehittäminen taloteknisessä palveluliiketoiminnassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

7.10.2024

# Tiivistelmä

Tekijä:	Anni Ursin
Otsikko:	Energiansäästölaskennan kehittäminen taloteknisessä palveluliiketoiminnassa
Sivumäärä:	43 sivua + 1 liite
Aika:	7.10.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	Kiinteistöjohtaminen
Ohjaajat:	Lehtori Tommi Mäntyselä Asiakkuuspäällikkö Topi Malm

---

Insinööriyössä kehitettiin energiansäästölaskentaa taloteknisen palveluliiketoiminnan tarpeisiin. Työn tavoitteena oli parantaa yrityksen laskennan yhdenmukaisuutta ja käytettävyyttä siten, että se tukee paremmin työjohtajien, työntekijöiden ja asiantuntijoiden toimintaa ja vastaa entistä tehokkaammin asiakkaiden odotuksiin.

Työ toteutettiin kehittämistutkimuksena, jossa tietoa kerättiin teemahaastatteluilla ja dokumenttianalyysillä. Haastatteluissa kartoitettiin laskentatoiminnan nykytila, laskijoiden tarpeet sekä asiakkaiden odotukset. Haastatteluaineiston analysoinnissa käytettiin koodausta. Kehitystyön apuna käytettiin toimija-analyysia, joka on ongelmanratkaisun menetelmä.

Tuloksista ilmeni, että laskentaa hyödynnettiin vaihtelevasti ja nykyiset laskentatyökalut olivat hajanaisia. Tarve koko yrityksen yhteisille, valmiiksi tehdyille laskentatyökaluille tunnistettiin.

Tutkimuksen pohjalta kehitettiin ja testattiin Excel-pohjaisia laskentatyökaluja, joiden avulla voidaan arvioida energiatehokkuus- ja investointien kannattavuutta erilaisissa taloteknisissä toimenpiteissä. Laskelmia tullaan hyödyntämään tarjousten ja ehdotusten tukena.

Uudet laskurit paransivat laskennan hyödynnettävyyttä ja yhtenäistivät laskentatapoja, mikä mahdollistaa energiatehokkuustoimenpiteiden vaikutusten luotettavan arvioinnin ja asiakkaille esittämisen. Kehitetyt laskurit otetaan yrityksessä käyttöön koko Suomessa.

Avainsanat: energiansäästö, energiatehokkuus, talotekniikka, laskentamenetelmät, kiinteistöjen ylläpito, kestävä kehitys, kehittämistutkimus

---

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla.

## Abstract

Author: Anni Ursin  
Title: Development of Energy Savings Calculation in Building Services Business  
Number of Pages: 43 pages + 1 appendice  
Date: 7 October 2024

Degree: Bachelor of Engineering  
Degree Programme: Building Services Engineering  
Professional Major: Property Management  
Supervisors: Tommi Mäntykoski, Senior Lecturer  
Topi Malm, Account Manager

---

The purpose of this final year project was to study and develop energy savings calculation tools and practices for building services engineering. The goal was to enhance the consistency and usability of the company's energy savings calculations, ensuring they integrate as well as possible into daily practices and align effectively with customer expectations.

The project employed development research, utilizing interviews and document analysis to identify current practices, user needs, and customer expectations. The results revealed that some individuals used their own calculation tools while others used none, leading to inconsistent practices across the organization. A clear need for standardized, company-wide calculation tools and practices was identified.

In response to these findings, new Excel-based tools were developed to standardize the assessment of the impact and payback time of technical measures. These tools were designed to be straightforward, focusing on improving usability and ensuring consistent application across the organization. The standardized tools are intended to be used when providing energy savings assessments to customers, particularly in the context of project proposals and offers. The implementation of these tools is expected to lead to more uniform practices, making it easier for personnel to evaluate and communicate the effects of energy efficiency measures to customers from environmental and economical points of view.

Keywords: energy savings, energy efficiency, building services, calculation methods, facility maintenance, sustainable development, development research

# Sisällys

1	Johdanto	1
2	Toimeksiantaja	2
3	Tutkimusasetelma	3
3.1	Tutkimusaihe ja rajaukset	3
3.2	Tutkimusote	4
3.3	Aineistonkeruumenetelmät	6
3.3.1	Kirjalliset aineistot	6
3.3.2	Teemahaastattelu	7
3.4	Analyysimenetelmät	8
3.4.1	Litterointi ja koodaus	8
3.4.2	Toimija-analyysi	9
4	Energiatehokkuus	9
4.1	Ilmastopolitiikka	9
4.2	Energiatehokkuuden rooli ilmastotavoitteiden saavuttamisessa	11
4.3	Energiatehokkuus rakennuksissa	12
4.4	Energiatehokkuussopimukset	14
5	Energiatehokkuustoimenpiteet ja säästöjen laskenta	15
5.1	Energiatehokkuustoimenpiteet	15
5.1.1	Ilmanvaihtojärjestelmä	17
5.1.2	Lämmitysjärjestelmä	18
5.1.3	Valaistus	19
5.2	Säästöjen laskenta	20
6	Tutkimus	21
6.1	Tutkimusongelma	21
6.2	Haastattelut	22
6.3	Haastattelujen analyysi	24
6.3.1	Koodaus	24
6.3.2	Toimija-analyysi	25
7	Tulokset	25

7.1	Nykytila	25
7.2	Toimeksiantajan tavoitteet	26
7.3	Asiakkaiden odotukset	27
7.4	Laskijoiden tarpeet	27
8	Kehitystyö	28
8.1	Laskureiden suunnittelu	28
8.2	Laskureiden aiheet ja toteutus	29
8.2.1	LVI-säästölaskurit	29
8.2.2	Valaistuksen säästölaskurit	35
8.3	Laskureiden käyttöönotto	37
9	Yhteenveto	37
	Lähteet	39
	Liitteet	
	Liite 1: Toimija-analyysi	

# 1 Johdanto

Tämän insinööriyön tarkoituksena on tutkia ISS Palveluiden kahden taloteknistä palvelua tuottavan liiketoimintayksikön energiansäästölaskennan tilaa ja selvittää, miten sitä voitaisiin kehittää. Opinnäytetyö toteutetaan kehittämistutkimuksena, joten tutkimuksesta nousseet kehitysehdotukset on myös tarkoitus toteuttaa käytännössä.

Energiatehokkuus on noussut viime vuosikymmeninä ja erityisesti viime vuosina keskeiseksi teemaksi niin kansallisessa kuin kansainvälisessäkin ilmastopolitiikassa. Energiankäytön optimointi on keskeisessä asemassa ilmastonmuutoksen torjunnassa ja kestäväen kehityksen tavoitteiden saavuttamisessa. Energiatehokkuuden parantaminen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ja tuottaa kustannussäästöjä, mikä tekee siitä kilpailuedun niin ympäristön kuin taloudenkin näkökulmasta. Näin ollen energiatehokkuusosaamisen kehittämisestä on tullut olennaista yrityksille, jotka haluavat pysyä kilpailukykyisinä ja vastuullisina toimijoina.

Tutkimusmenetelmänä työssä käytetään kehittämistutkimusta. Tietoa kerätään teemahaastatteluin. Haastatteluilla halutaan selvittää toiminnan nykytila, toimikiantajan tavoitteet ja muodostaa suunnitelma kehitystyölle. Haastateltaviksi on valittu mahdollisimman monipuolinen joukko sidosryhmien edustajia. Analyysimenetelmänä käytetään litteroidun aineiston koodausta.

Kehitystyössä on tarkoitus huomioida mahdollisimman hyvin projektin eri osapuolet. Työn tavoitteena on kehittää ISS Palveluiden energiatehokkuusosaamista ja tukea taloteknisten korjaus-, huolto- ja muutostöiden kanssa toimivien henkilöiden asiantuntemusta. Työn tuloksia on tarkoitus hyödyntää läpi organisaation Suomessa.

## 2 Toimeksiantaja

Insinööriyön toimeksiantaja on ISS Palvelut Oy, joka kuuluu kansainväliseen ISS-konserniin. Vuonna 1901 Tanskassa perustettu ISS-konserni toimii yli 30 maassa ja työllisti vuonna 2023 noin 350 000 henkilöä. ISS Palvelut on Suomen johtava kiinteistö- ja toimitilapalveluyritys, joka toimii noin 300 kunnassa eri puolilla Suomea. Vuonna 2023 yhtiö työllisti 7613 työntekijää, mikä tekee siitä yhden Suomen suurimmista yksityisistä työnantajista. Vuoden 2023 liikevaihto oli 445 miljoona euroa. [ISS yritysraportti 2023 2024.]

ISS tarjoaa Suomessa laajan valikoiman kiinteistö- ja toimitilapalveluja, jotka kattavat siivous-, kiinteistön ylläpito-, ravintola-, turva- ja työpaikkapalvelut. Kiinteistöpalveluihin sisältyy kaikki suunnittelusta ylläpitoon, mukaan lukien tekniset palvelut, asiantuntijapalvelut ja kiinteistöhuolto. [ISS yritysraportti 2023 2024.]

Kiinteistön ylläpitopalveluihin kuuluvien teknisten palveluiden tarjooma kattaa laaja-alaisesti useita toimialoja. Näitä ovat lämmitystekniikka, vesi- ja viemäritekniikka, ilmanvaihtotekniikka, jäähdytystekniikka, paloturvallisuus, turvatekniikka, rakennustekniikka, rakennusautomaatio sekä sähköjärjestelmät [Tekniikat].

ISS:n arvot ovat yhtenäisyys, rehellisyys, vastuullisuus, yrittäjäyys ja laatu. ISS pyrkii jatkuvasti vähentämään ympäristövaikutuksiaan samalla, kun se tukee asiakkaitaan heidän kestävänsä kehityksen tavoitteidensa saavuttamisessa. Vastuullisuustyön perusta kiinteistöpalveluissa on kiinteistön käytön ja ylläpidon aiheuttaman ympäristökuorman hillitseminen. ISS voi palveluratkaisuillaan vähentää asiakkaidensa kiinteistöjen hiilijalanjälkeä mm. tukemalla asiakkaita energiatehokkuudessa, päästöjen vähentämisessä ja ilmastonmuutokseen sopeutumisessa. [ISS Yritysraportti 2023 2024.]

ISS tukee asiakkaitaan energiatehokkuustavoitteiden saavuttamisessa tarjoamalla heille monipuolisia energiapalveluita, jotka auttavat optimoimaan energiankäyttöä ja vähentämään hiilijalanjälkeä. Tarjoomaan sisältyy energia- ja

olosuhdehallintakeskuksen palvelut, energiakatselmukset ja energiamanage-  
rointi, jossa asiantuntija suunnittelee asiakkaan energianhallintaa ja siihen liitty-  
viä projekteja. [Energia-asiantuntijapalvelut.]

ISS Palveluiden vahvan energiaosaamisen tukeminen ja laajentaminen on tä-  
män insinööriyön keskiössä.

### **3 Tutkimusasetelma**

Insinööriyössä sovelletaan kehittämistutkimuksen periaatteita. Lisäksi apuna  
käytetään toimija-analyysia, joka on ongelmanratkaisumenetelmä. Tiedonkeruu-  
menetelminä käytetään teemahaastattelua ja dokumenttianalyysia. Kerättyä ai-  
neistoa analysoidaan koodauksen avulla.

#### **3.1 Tutkimusaihe ja rajaukset**

Työssä keskitytään taloteknisen energiansäästölaskennan tarkasteluun ja kehit-  
tämiseen teknisen palveluliiketoiminnan kontekstissa. Tavoitteena on kehittää  
organisaation energiansäästölaskentaa siten, että se tukee paremmin yksiköi-  
den teknistä palvelua ja vastaa entistä tehokkaammin asiakkaiden tarpeisiin.

Koska työ keskittyy energiansäästölaskentaan, joka kohdistuu taloteknisiin jär-  
jestelmiin tehtäviin toimenpiteisiin, tutkimuksesta on rajattu pois tarjouslaskenta,  
talouslaskenta sekä suunnitteluun ja mitoitukseen liittyä laskenta. Lisäksi tutki-  
muksesta on rajattu pois syvällisemmät asiantuntijoiden suorittamat laskelmat.  
Tutkimus keskittyy verrattain yksinkertaisten, usein toistuvien toimenpiteiden  
energiansäästöjen laskentaan.

Tässä insinööriyössä käytettävä termi ”talotekniikka” on yhteisnimitys kiinteis-  
tön ja siihen liittyvien tilojen teknisten palveluiden, järjestelmien ja laitteiden ko-  
konaisuudelle. Keskeisiä osia talotekniikasta ovat LVI-tekniikka (lämmitys-, vesi-  
johto- ja ilmanvaihtotekniikka) ja sähkötekniikka. Lisäksi talotekniikkaan kuulu-  
vat jäähdytys-, kulunvalvonta-, tele- ja data- sekä palontorjuntajärjestelmät.



Talotekniikan osalta tässä työssä keskitytään lämmitys-, vesi-, ilmanvaihto- ja sähkötekniseen energiansäästölaskentaan. [Toimitilakiinteistön kuntoarvio 2019: 2.]

Tässä työssä tarkasteltavaa laskentaa suoritetaan Excel-taulukkolaskentaohjelmistolla. Tämä rajaus on tehty, koska Excel on laajasti käytetty, helppokäyttöinen ja monelle ennestään tuttu työkalu, joka tarjoaa paljon toimintoja laskennan ja raportoinnin suorittamiseen. Excelin käyttö tarjoaa mahdollisuuden tehdä valmiita laskentapohjia ja raportteja, mikä on tärkeää laskentaprosessin selkeyttämisessä ja tulosten esittämisessä.

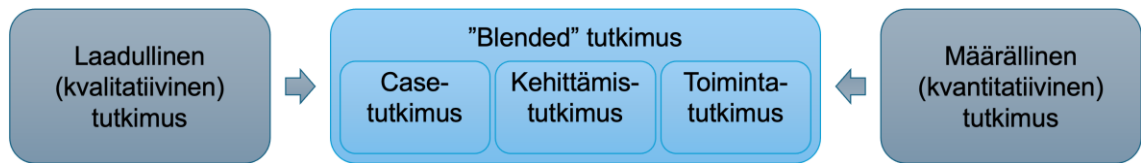
Tutkimusosio kohdistuu kahteen ISS Palveluiden liiketoimintayksikköön, joista toisessa opinnäytetyön tekijä itse työskentelee ja joka on antanut kehitystyön toimeksiannon. Tutkimus kohdistetaan liiketoimintayksiköiden teknisiin palveluihin, jotka tuottavat asiantuntija-, huolto-, ja korjauspalvelua sekä muutosprojekteja, urakoita ja modernisointeja.

### 3.2 Tutkimusote

Kehittämistutkimuksessa yhdistyvät sekä tutkimus että kehittäminen syklisessä prosessissa. Menetelmän tavoitteena on tuottaa toimivia käytännön ratkaisuja. Kehittämistutkimuksessa kehitetään organisaatiota, tuotetta, prosessia, toimintoa tai palvelua muutoksen aikaansaamiseksi. [Kananen 2012: 19; Kananen 2015: 40.]

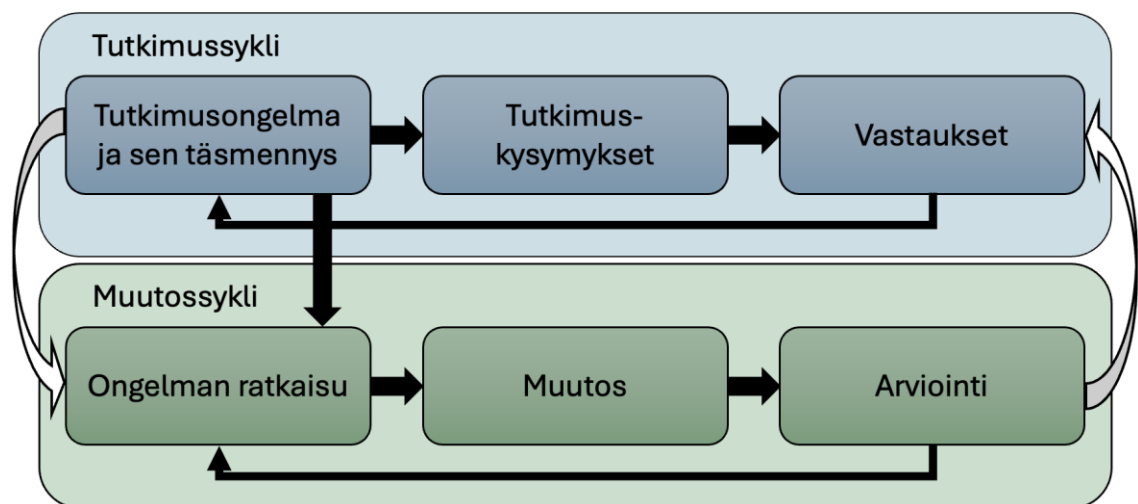
Kehittämistutkimus on monimenetelmäinen tutkimusote, joka tarkoittaa, että sillä ei ole omaa metodologiaa, vaan siinä voidaan soveltaa tarpeen mukaan niin laadullisen kuin määrällisenkin tutkimuksen menetelmiä. Menetelmät valitaan tutkimusongelman, tilanteen ja kehittämiskohteen mukaan. Monimenetelmäisestä tutkimuksesta käytetään myös englanninkielisiä termejä ”blended” tai ”mixed methology”. Muita monimenetelmäisiä tutkimuksia ovat mm. case-tutkimus ja toimintatutkimus, jotka ovat hyvin lähellä kehittämistutkimusta. Kuvassa

1 esitetään kehittämistutkimuksen asema laadulliseen ja määrälliseen tutkimukseen nähden. [Kananen 2015: 33–34; Vilkkä 2015: 70.]



Kuva 1. Tutkimusotteiden luokittelu jatkumona, jonka ääripäissä on laadullinen ja määrällinen tutkimus. [Mukaillen Kananen 2012: 25; Kananen 2015: 34.]

Kehittämistutkimus on enemmän kuin perinteinen laadullinen ja määrällinen tutkimus, koska siihen kuuluu myös ongelman poistaminen. Tutkimusosio on tarpeellinen varsinaisen ongelman löytämiseen, määrittelyyn ja ratkaisumallien tuottamiseen, koska niihin tarvitaan tietoa, jota tutkimuksella tuotetaan. Kuvassa 2 esitetään, kuinka kehittämistutkimus voidaan jakaa tutkimus- ja muutososioon, jotka voidaan jakaa edelleen tutkimus- ja muutosprosessin vaiheisiin. Kehittämistutkimukseen kuuluu myös prosessin sykliisyys, jossa osat ovat kytköksissä toisiinsa mahdollistaen jatkuvan parantamisen. [Kananen 2015: 40–41.]



Kuva 2. Kehittämistutkimuksen vaiheet ja syklit. [Mukaillen Kananen 2015: 40.]

Kehittämistutkimus eroaa tavallisesta organisaatioissa tehtävästä kehitystoiminnasta siinä, että kehittämistutkimuksessa on aina mukana tutkimusosio, jonka

pohjalta kehittämistyötä tehdään, ja työ myös raportoidaan. Perinteisestä laadullisesta tutkimuksesta se eroaa siinä, että mukana on myös ongelman poistamisvaihe. [Kananen 2012: 19; Kananen 2015: 40]

Kehittämistutkimus on valittu tutkimusotteeksi tässä tutkimuksessa, koska se soveltuu hyvin työelämälähtöiseen tutkimukseen, joka usein pyrkii käytännönläheisiin, konkreettisiin ratkaisuihin. Työelämän tutkimuskohteina voivat olla käytännön ratkaisut, jotka kaipaavat kehittämistä tai uusien käytäntöjen luomista. Tuotetun tutkimustiedon tulee soveltua käytäntöön. [Vilkkä 2015: 18.]

### 3.3 Aineistonkeruumenetelmät

Tutkimuksessa hyödynnetään laadullisen tutkimuksen aineistonkeruumenetelmiä, jotka sisältävät sekä sekundääriaineistoa että primääriaineistoa. Käytetty sekundääriaineisto koostuu olemassa olevista dokumenteista ja muista tallenteista, jotka liittyvät tutkittavaan ilmiöön. Primääriaineisto puolestaan kerätään nimenomaista tutkimusongelmaa varten havainnoinnin ja haastattelujen avulla, ja se kohdistuu suoraan tutkittavaan ilmiöön. [Kananen 2015: 76.]

#### 3.3.1 Kirjalliset aineistot

Dokumenttianalyysi toimii täydentävänä menetelmänä primäärisen aineiston ohella. Dokumentteihin tutustuminen toimii hyvänä lähtökohtana teemahaastattelujen suunnittelulle, koska sen avulla voi paljastua keskeisiä teemoja, joita on tarpeen käsitellä syvällisemmin haastattelussa.

Käytettyjä dokumentteja ovat yrityksen sisäiset ja julkiset materiaalit, kuten aikaisemmin tehdyt laskennat, sisäiset ohjeet ja markkinointimateriaalit sekä mm. Energiaviraston ja valtion kestävän kehityksen yhtiö Motivan ohjeet ja laskentamallit.

### 3.3.2 Teemahaastattelu

Haastattelumenetelmät voidaan jakaa strukturoimattomaan, puolistrukturoituun ja strukturoituun haastatteluun. Erot eri menetelmien välillä liittyvät strukturointiasteeseen, joka tarkoittaa sitä, miten kiinteästi kysymykset on muotoiltu ja missä määrin haastattelijä jäsentää tilannetta. [Hirsjärvi & Hurme 2015: 43; Kananen 2015: 82.]

Tämän kehittämistutkimuksen haastattelumenetelmäksi on valittu teemahaastattelu, joka on puolistrukturoitu haastattelumuoto ja kuuluu laadullisiin tiedonkeruumenetelmiin. [Hirsjärvi & Hurme 2015: 47; Kananen 2015: 76].

Teemahaastattelu etenee tiettyjen keskeisten teemojen varassa yksityiskohtaisten kysymysten sijaan. Tutkija valitsee teemat siten, että ne kattavat ilmiön ymmärtämisen kannalta oleelliset osat. Teemahaastattelun tekeminen vaatii siten tutkijalta jonkinlaista ennakkokäsitystä aiheesta, mikä voidaan saavuttaa esimerkiksi dokumentteihin tutustumalla ja havainnoinnilla. [Hirsjärvi & Hurme 2015: 47–48; Kananen 2015: 77–78, 83.]

Teemahaastattelu on valittu tiedonkeruumenetelmäksi, koska sen avulla on mahdollista saada kehittämistyön kohteesta aitoa käytännön tietoa, joka auttaa ymmärtämään ilmiötä. Lisäksi sen avulla saadaan tutkittavien omia näkemyksiä kehityskohteesta. [Kananen 2015: 81.]

Teemahaastattelussa haastattelijalla on valmiiksi laadittu haastattelurunko, mutta keskustelu etenee joustavasti haastateltavan vastauksien mukaan, jolloin voidaan esittää tarkentavia kysymyksiä tarvittaessa. Menetelmä on sopiva energiansäästölaskennan kehittämistarpeiden kartoittamiseen, koska se toimii hyvin tilanteissa, joissa haastattelijalla on jo jonkin verran tietoa aiheesta, mutta kaikki kehittämisen kannalta tärkeät yksityiskohdat eivät ole vielä täysin selvillä. Avoimet kysymykset antavat mahdollisuuden uusien ja odottamattomien asioiden esille tuomiseen, ja haastattelutilanne tarjoaa tilaisuuden syventyä näihin yllättäviin seikkoihin ja tutkia niitä tarkemmin. [Hyysalo 2009: 132.]

### 3.4 Analyysimenetelmät

Haastatteluista kerättyä aineistoa analysoitiin laadullisen analyysin keinoin. Lisäksi ongelman jäsentämisessä käytettiin apuna ympäristötieteissä käyttöön otettua ongelmanratkaisumenetelmää, toimija-analyysiä [Heikkinen 2023].

#### 3.4.1 Litterointi ja koodaus

Laadullinen analyysi tarkoittaa aineiston tiivistämistä ja jalostamista käsitteelliseen tai teoreettiseen muotoon. Tavoitteena on nostaa aineiston informaatioarvoa, ja tähän voidaan käyttää useita erilaisia menetelmiä. Tässä työssä käytetään koodausta. Se auttaa jäsentämään ja tulkitsemaan kerättyä tietoa syvästi. [Günther ym. 2021.]

Ennen varsinaisen analyysin aloittamista haastatteluista syntyvä aineisto tulee muuttaa kirjalliseen muotoon, eli litteroida. Litteroinnin voi suorittaa eri tarkkuus-tasoilla, ja tarkkuus valitaan analyysimenetelmän ja tutkimuskysymysten perusteella. Litteroinnissa voidaan antaa yleispiirteinen kuva siitä, mitä haastattelussa sanotaan, keskittyä puheen sisältöön tai huomioida vuorovaikutuksen pienimätkin yksityiskohdat, kuten puheen tauot. [Kallio 2021.]

Koodaaminen on laadullisen analyysin perusväline, jonka tarkoituksena on järjestää ja luokitella aineistoa. Koodaamalla aineiston osia niitä voidaan yhdistellä ja erotella niiden ominaisuuksien perusteella, jolloin aineistosta saadaan hallittavampi ja voidaan saada esiin uusia näkökulmia. Koodausprosessin aikana voi syntyä uusia luokkia, kun aineistoon tutustutaan tarkemmin, ja luokat voivat hienojakoistua alaluokiksi. On kuitenkin tärkeää, että tutkimusongelma ohjaa koodausta ja luokkien valintaa. Tämä varmistaa, että analyysi pysyy olennaisena tutkimuskysymysten kannalta. [Juhila 2021.]

### 3.4.2 Toimija-analyysi

Toimija-analyysi on ongelmanratkaisun apuna käytettävä menetelmä, joka auttaa tunnistamaan erilaisten ryhmien tarpeet ja löytämään ratkaisun, joka huomioi erilaiset näkökulmat. Toimija-analyysi auttaa ongelmanasettelun tarkentamisessa tuomalla projektiin liittyvien tahojen intressit näkyviin. [Heikkinen 2023.]

Toimija-analyysi aloitetaan tunnistamalla ongelmaan liittyvät toimijat, jonka jälkeen tunnistetaan, miten eri toimijat kokevat tutkittavan ongelman. Toimijoiden tarpeita voi tutkija pohtia ensin itse, jonka jälkeen omista oletuksista voi käydä toimijan kanssa keskustelua. Joskus yksi toimijaryhmä kannattaa jakaa kahteen osaan, koska heillä voi olla erilaiset tarpeet. [Heikkinen 2023.]

Toimija-analyysin apuna voidaan käyttää tavoitteiden taulukointia, johon kirjataan toimijat, heidän tavoitteensa ja tavoitteiden pohjalta uudelleen muotoiltu ongelmanasettelu. [Heikkinen 2023.]

## 4 Energiatehokkuus

Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin energiatehokkuuteen, sen rooliin ilmastotavoitteiden saavuttamisessa, siihen liittyvään politiikkaan ja vaatimukseen sekä kiinteistöjen rooliin energiansäästöjen saavuttamisessa.

### 4.1 Ilmastopolitiikka

Ilmastonmuutos on erittäin vakava uhka, joka aiheuttaa ilmaston lämpenemistä ja vaikuttaa kaikkiin maailman ihmisiin. Se on seurausta yli vuosisadan aikana kertyneistä nettokasvihuonekaasupäästöistä, jotka johtuvat energian käytöstä, tuotannosta, maankäytöstä ja maankäytön muutoksista sekä elämäntavoista ja kulutuskäyttäytymisestä. Suurin vaikutus ilmaston lämpenemiseen on ihmisen toiminnasta peräisin olevalla hiilidioksidilla. [Causes of climate change; Climate Change 2023: Synthesis Report 2023: 44.]

Vuonna 2015 solmittiin ensimmäinen oikeudellisesti sitova maailmanlaajuinen ilmastopimus Pariisissa. Sopimukseen sitoutui 196 osapuolta ympäri maailmaa. Sen tarkoituksena on luoda puitteet vaarallisen ilmastonmuutoksen välttämiseksi rajoittamalla maapallon keskilämpötilan nousu alle 2 °C:seen suhteessa esiteolliseen aikaan, pyrkien kuitenkin rajaamaan lämpötilan nousu 1,5°C:seen. [Pariisin sopimus 2021.]

Euroopan unionin (EU) tavoitteena on saavuttaa ilmastoneutraalius vuoteen 2050 mennessä, mikä tarkoittaa sitä, että ilmakehään ei pääse enempää kasvihuonekaasuja kuin mitä luonto kykenee sitomaan. Välitavoitteeksi vuoden 2050 ilmastoneutraaliudelle on asetettu kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen 55 % vuoteen 2030 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoihin. Näiden tavoitteiden ja Pariisin sopimuksen velvoitteiden saavuttamiseksi EU on luonut Euroopan vihreän kehityksen ohjelman, Green Dealin. Euroopan vihreän kehityksen ohjelman keskeinen osa on vuonna 2021 voimaan astunut eurooppalainen ilmastolaki, joka asettaa EU-maille lakisääteisen velvollisuuden saavuttaa vuosien 2030 ja 2050 ilmastotavoitteet. [Ilmastonmuutos: mitä EU tekee? 2024.]

Osana EU:n toimia ilmastoneutraaliuden saavuttamiseksi on luotu ns. 55-valmiuspaketti, Fit for 55, joka on joukko ehdotuksia, joilla tarkistetaan ja päivitetään EU:n lainsäädäntöä vastaamaan ilmastotavoitteita. Nimi viittaa edellä mainittuun tavoitteeseen vähentää nettokasvihuonekaasupäästöjä 55 % vuoteen 2030 mennessä. [55-valmiuspaketti 2024; Ilmastonmuutos: mitä EU tekee? 2024.]

EU:n ilmasto- ja energialainsäädännön velvoitteet sitovat myös Suomea, mutta Suomen omat päästövähennystavoitteet ovat vieläkin kunnianhimoisempia. Keskeinen osa Suomen ilmastopolitiikkaa on kansallinen ilmastolaki. Vuonna 2022 voimaan tulleeseen lakiin on kirjattu, että vuoteen 2030 mennessä kasvihuonekaasupäästöjen on vähennyttävä 60 % ja vuoteen 2050 mennessä 90 % vuoden 1990 tasoon verrattuna. Suomen on myös oltava hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. [Ilmastolaki 2022; Suomen kansallinen ilmastopolitiikka.]

## 4.2 Energiatehokkuuden rooli ilmastotavoitteiden saavuttamisessa

Energiatehokkuus on keskeinen tekijä ilmastotavoitteiden saavuttamisessa, koska nykyinen energiajärjestelmämme tuottaa noin 75 % maailmanlaajuisista kasvihuonekaasupäästöistä. Tämä tarkoittaa, että energian tuotannon ja kulutuksen muuttaminen on välttämätöntä ilmaston lämpenemisen hillitsemiseksi. Energiajärjestelmän muutos vaatii laajamittaista siirtymää uusiutuviin energiateknologioihin, ja energiatehokkuus on tässä siirtymässä avainasemassa. [Climate change; Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector 2021.]

Energiatehokkuus tukee siirtymistä uusiutuvaan energiaan vähentämällä energiankulutusta ja mahdollistamalla uusiutuvan energian tehokkaamman ja laajemman hyödyntämisen. Se on paitsi edullisin ja puhtain energianlähde, myös nopein ja kustannustehokkain tapa vähentää kasvihuonekaasupäästöjä. Ilmastomuutoksen hillitsemisen lisäksi energiatehokkuuden parantaminen myös vähentää energiakustannuksia, mikä tekee energiatehokkuustoimenpiteistä usein kannattavia investointeja. Lisäksi energian tehokkaalla käytöllä turvataan myös energian saatavuutta ja vähennetään energian tuontitarvetta Suomen ulkopuolelta. [Energy Efficiency 2024; Energiatehokkuus.]

Energiatehokkuuden edistäminen on keskeinen osa sekä Suomen kansallista että EU:n energia- ja ilmastopolitiikkaa. Suomi on kansainvälisesti johtavassa asemassa energiansäästötoimissa ja energiatehokkuudessa. [Energiatehokkuus 2019; Energiatehokkuus.]

Osana Euroopan vihreän kehityksen ohjelmaa ja 55-valmiuspakettia EU on kirstänyt energiatehokkuustavoitteita hiljattain uudelleen laaditussa energiatehokkuusdirektiivissä (EED EU 2023/1791). Direktiivi ohjaa eurooppalaista energiankäyttöä ja siinä säädetään EU:n ja kansallisen tason energiatehokkuustavoitteita, kansallisia energiansäästövelvoitteita ja energiatehokkuuden edistämisen toimenpiteitä. Sen keskeiset vaikutusalueet ovat rakennukset, liikenne ja



teollisuus. Tavoitteena on energian loppukulutuksen säästöt, joka vähentää investointitarvetta uusiutuvan energian tuotantoon. [Heilä 2023; Vuorinen 2024: 20.]

Vanha energiatehokkuusdirektiivi (EU 27/2012) on toimeenpantu Suomessa energiatehokkuuslailla (1429/2014). Uudistetun direktiivin toimeenpanoon on aikaa kaksi vuotta, joten toimeenpanon edellyttämän lainsäädännön on oltava voimassa vuonna 2025. [Vuorinen 2024: 20.]

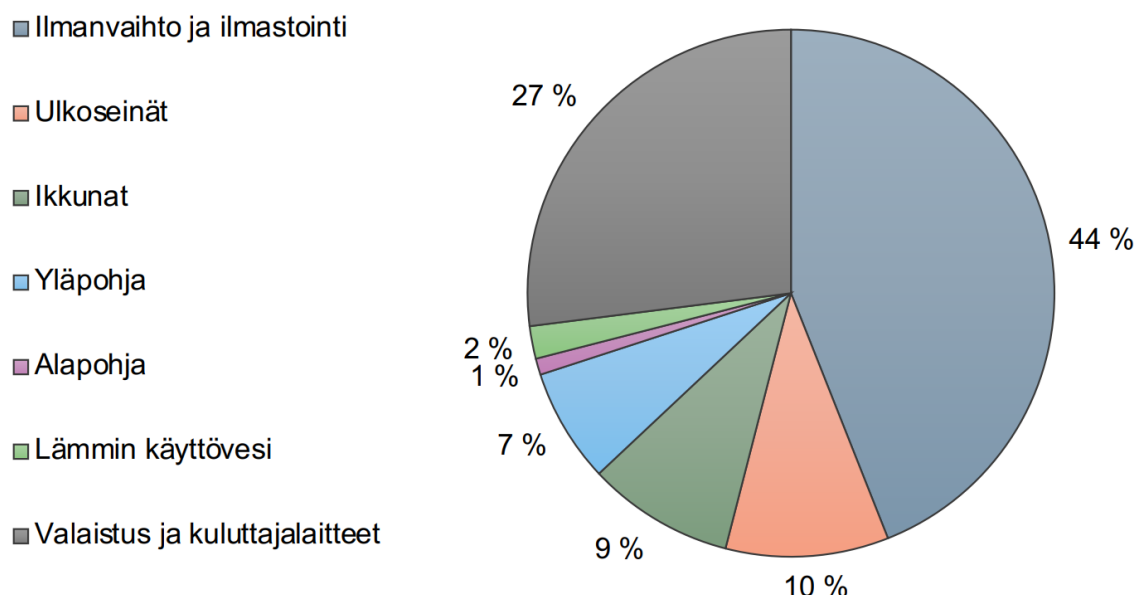
### 4.3 Energiatehokkuus rakennuksissa

Energiatehokkuusdirektiivin uudistamisen lisäksi myös rakennusten energiatehokkuusdirektiivi (EPBD EU 2024/1275) uudistettiin osana EU:n 55-valmiuspakettia. Direktiivi tarkentaa rakennusten energiatehokkuuteen liittyviä tavoitteita ja asettaa entistä tiukempia vaatimuksia niin uudisrakentamiselle kuin olemassa olevan rakennuskannan energiatehokkuuden parantamiselle. Direktiivi tuli voimaan toukokuussa 2024, ja toimeenpanoon on aikaa kaksi vuotta. [Vuorinen 2024: 21.]

Rakennuksilla on merkittävä rooli energiantuotannosta aiheutuvien kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisessä. Suomessa rakennusten energiankäyttö kattaa noin 40 % energian loppukulutuksesta ja aiheuttaa noin 30 % kasvihuonepäästöistä. Rakennusten käytönaikainen energiankulutus muodostaa jopa 75 % koko rakennetun ympäristön hiilijalanjäljestä Suomessa. Rakennuskannan energiatehokkuutta voidaan parantaa sekä uudisrakentamisen että olemassa olevien rakennusten energiatehokkuustoimenpiteiden kautta. Nopeimmat päästövähennykset saadaan kuitenkin keskittymällä olemassa olevien rakennusten energiatehokkuuden parantamiseen, sillä uudisrakentamisen vaikutukset tulevat näkyviin vasta pitkällä aikavälillä. Lisäksi vähähiilisten energiamuotojen kehittäminen on keskeisessä roolissa päästövähennysten saavuttamisessa, ja energiankulutuksen vähentäminen pienentää siihen liittyviä investointitarpeita. [Heilä 2023; Vuorinen 2024: 26–27.]

Muiden kuin asuinrakennusten energiankulutuksesta merkittävä osuus kohdistuu talotekniikkaan (kuva 3). Ilmanvaihto ja ilmastointi (sisältäen ilman lämmityksen) vie lähes puolet energiasta (44 %), kun taas valaistuksen ja kulutuslaitteiden osuus on 27 %, samoin kuin rakennuksen vaipan lämpöhäviöiden, joka tarkoittaa käytännössä tilojen lämmitykseen kuluva energiaa. Käyttöveden lämmitykseen kuluu vain 2 % energiasta. Huomattavia parannuksia energiatehokkuuteen saadaan aikaan talotekniikan ja automaation avulla ilman raskaampia remontteja itse rakennukseen. [Heilä 2023; Holopainen 2024: 79.]

### Energiankulutuksen keskimääräinen jakautuminen muissa kuin asuinrakennuksissa



Kuva 3. Energiankulutuksen jakautuminen muissa kuin asuinrakennuksissa. [Holopainen 2024: 79].

Uudistetun rakennusten energiatehokkuusdirektiivin mukaan koko rakennuskannan energiankulutusta on vähennettävä 16 % vuoteen 2030 mennessä ja 26 % vuoteen 2035 mennessä. Tavoitteista tuli osa sitovaa eurooppalaista lainsäädäntöä eurooppalaisessa ilmastolaissa. Tavoitteen saavuttamiseksi energiatehokkuusvaatimuksia tullaan kiristämään merkittävästi varsinkin korjausten

yhteydessä, ja muille kuin asuinrakennuksille on tiedossa velvoittavia korjausvaatimuksia. [Vuorinen 2024: 21.]

#### 4.4 Energiatehokkuussopimukset

Energiatehokkuutta on parannettu Suomessa järjestelmällisesti jo vuosien ajan muun muassa vapaaehtoisten energiatehokkuussopimusten avulla. Ne ovat olleet valtion ja toimialojen yhdessä valitsema keino energiatehokkuusvelvoitteiden täyttämiseksi ilman uutta lainsäädäntöä tai muita uusia pakkokeinoja jo 1990-luvulta lähtien. Sopimusten tavoite on tehostaa energiankäyttöä niin kiinteistöalalla kuin teollisuudessa, energia- ja palvelualoilla sekä kuntasektorilla jatkuvan parantamisen periaatteen mukaisesti. Sopimukseen liittyneet asettavat määrällisen energiansäästötavoitteen ja toteuttavat toimenpiteitä sen saavuttamiseksi. Energiatehokkuussopimuksilla on katettu yli puolet energiatehokkuusdirektiivin Suomea sitovasta energiansäästötavoitteesta kaudella 2014–2020. [Sopimus.]

Vuonna 2022 energiatehokkuussopimukseen oli liittynyt 718 yritystä ja 134 kuntaa. Kiinteistöalalta liittyneitä yrityksiä oli 178, joilla oli yhteensä 3 047 toimipaikkaa. Kaudella 2017–2022 kiinteistöalalla toteutettiin 8 472 energiansäästötoimenpidettä, joihin investoitiin noin 120 miljoonaa euroa. Nämä toimenpiteet tuottivat vuosittain noin 600 GWh energiansäästöä. Säästöistä suurin osa, 75 %, on saatu aikaan lämmön säästämällä, kun taas sähkön osuus säästöistä on 24 % ja polttoaineiden osuus 1 %. [Sopimusten tulokset yhteensä 2022.]

Kiinteistöalalla energiatehokkuussopimukseen liitetään toimitila- ja vuokra-asuin-kiinteistöjä. Sopimukseen voivat pääsääntöisesti liittyä Rakli Ry:n (Kiinteistönomistajat ja rakennuttajat) jäsenyritykset. Tehdyistä energiatehokkuustoimenpiteistä raportoidaan vuosittain seurantajärjestelmään, jonka kautta Suomi raportoi eteenpäin EU:n komissiolle. Kiinteistöalalta sopimukseen liittyneitä merkittäviä toimijoita ovat muun muassa Aalto-yliopistokiinteistöt Oy, Logicor Oy, Onvest Oy, Posti Kiinteistöt Oy, Puolustuskiinteistöt ja Senaatti-kiinteistöt. [Sopimukseen liittyneet 2024; Sopimus.]

## 5 Energiatehokkuustoimenpiteet ja säästöjen laskenta

Tässä luvussa tarkastellaan energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä ja niillä saavutettavien säästöjen laskentaa.

Energiatehokkuudella tarkoitetaan tuotetun suoritteen, palvelun, tavaran tai energian ja siihen syötetyn energian välistä suhdetta. Yleisesti energiatehokkuus mielletään saman tuotoksen aikaansaamista pienemmällä energiamäärällä. Energiansäästö taas tarkoittaa energiankulutuksen vähentymistä energiatehokkuutta parantavan toimenpiteen toteuttamisen seurauksena. Kyseessä voi olla arvioitu potentiaali tai toimenpiteen toteuttamisesta seuraava tosiasiallinen energiansäästö. [SFS-EN 16212 2012: 12,14.]

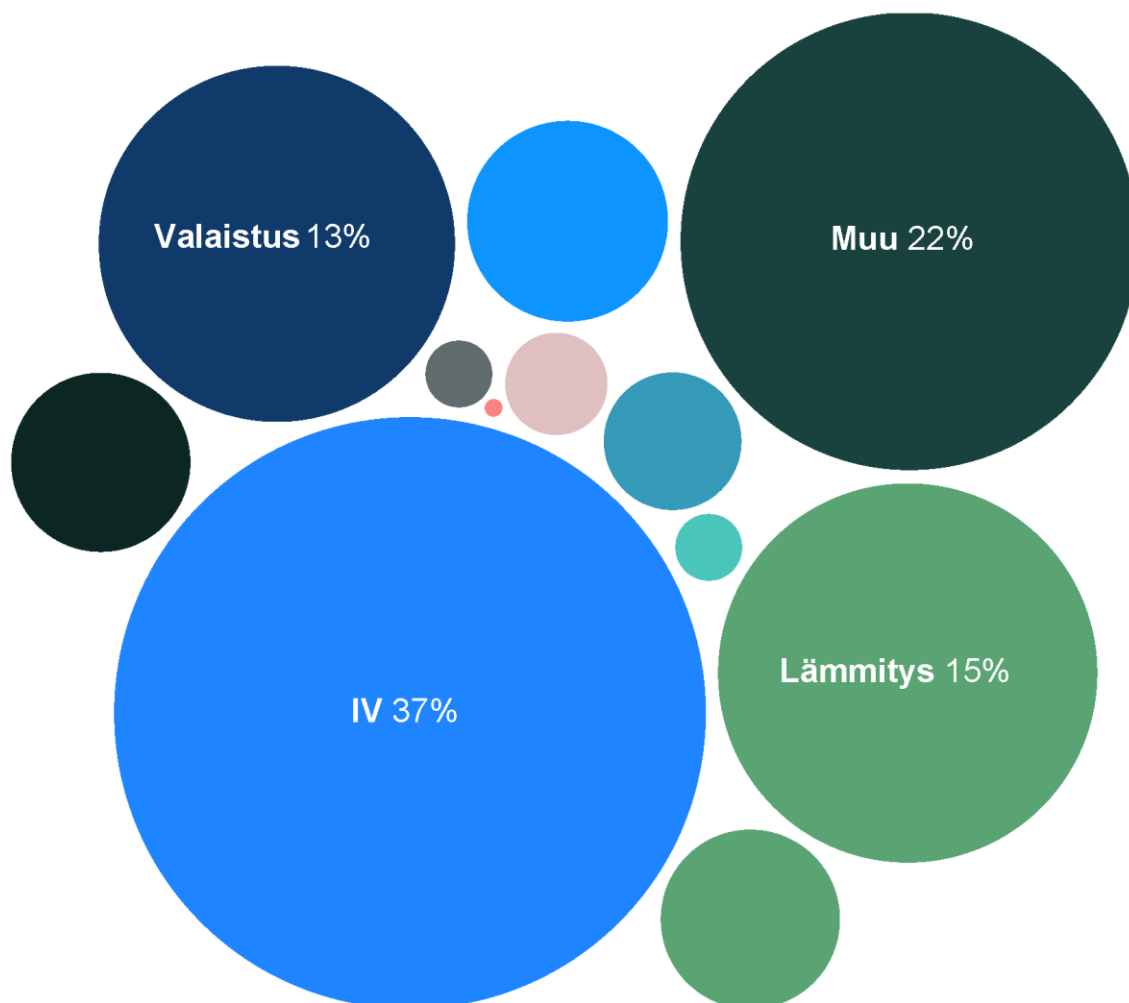
### 5.1 Energiatehokkuustoimenpiteet

Energiatehokkuustoimenpiteet voivat olla teknisiä, eli teknisten järjestelmien tai laitteiden uusintoja tai saneerauksia, tai ne voivat liittyä energiaa kuluttavien laitteiden käyttöön, toimintaympäristöön, toimintatapoihin tai käyttäytymiseen.

Energiatehokkuustoimenpiteestä seuraa todennettavissa, mitattavissa tai arvioitavissa olevaa energiansäästöä. Säästetty energia määritetään laskennallisesti tai mittaamalla siten, että ulkoiset olosuhteet vakioidaan. Useimmiten säästövaikutukset arvioidaan tapauskohtaisilla laskelmilla, koska mittaus ei läheskään aina ole mahdollista tai kustannustehokasta. [Säästövaikutusten laskenta ja dokumentointi: Yleisiä pelisääntöjä 2020: 9, 12, 31.]

Talotekniikan ja automaation avulla voidaan saavuttaa merkittäviä parannuksia rakennuksen energiatehokkuuteen. Motiva kerää ja julkaisee tietoa energiatehokkuussopimukseen liittyneiden toimijoiden tekemistä toimenpiteistä ja niiden säästövaikutuksista. Näissä tuloksissa talotekniikka näyttelee merkittävää osaa, varsinkin toimitilakiinteistöjen säästöjen osalta. Kuvassa 4 on esitetty, miten vuosina 2017–2022 toteutettujen toimenpiteiden säästöt ovat kohdistuneet toimitilakiinteistöissä. [Kiinteistöala: Toimenpideohjelmat 2022.]

Energiatehokkuussopimuksen toimitilakiinteistöjen toimenpideohjelman vuosiraportoinnin tulokset, säästöjen kohdistuminen



Kuva 4. Energiatehokkuussopimusten toimitilakiinteistöjen säästöjen kohdistuminen. Sisältää kaikki sopimuskaudella 2017–2025 toteutetut toimenpiteet, joiden säästövaikutus on voimassa vuonna 2022. [Kiinteistöala: Toimenpideohjelmat 2022.]

Pelkästään ilmanvaihdon, lämmityksen ja valaistuksen toimenpiteillä on saavutettu reilusti yli puolet energiansäästöistä. [Kiinteistöala: Toimenpideohjelmat 2022.]

Seuraavissa alaluvuissa esitellään energiatehokkuussopimukseen liittyneisiin toimitilakiinteistöihin tehtyjä energiatehokkuustoimenpiteitä vuosina 2017–2022

Motivan keräämien tietojen mukaan. [Kiinteistöala: Toimenpidelista – toimitilakiinteistöt.]

### 5.1.1 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmään kohdistuvat toimenpiteet ovat yleisimpiä keinoja, joilla saadaan aikaan energiansäästöjä. Motivan toimenpidelistan mukaan eniten toteutettiin seuraavia muutoksia:

- käyntiaikojen muutos, aikaohjelmat
- asetusarvojen ja säätökäyrien muutos
- ilmanvaihtokanavien puhdistus ja ilmamäärien säätö
- taajuusmuuttajaohjauksen lisäys
- ohjausten lisäys
- lämmön talteenoton huolto, parantaminen tai lisääminen
- IV-koneiden uusiminen
- IV-järjestelmien saneeraus. [Kiinteistöala: Toimenpidelista – toimitilakiinteistöt.]

Ilmanvaihtojärjestelmän energiansäästötoimenpiteet ovat kohdistuneet säätöön, järjestelmän toiminnan parantamiseen sekä suurempiin järjestelmämuutoksiin ja uusintoihin.

Energiatehokkuuden kannalta tärkein tekijä on käyttöä vastaava ilmanvaihto. Esimerkkejä monista siihen liittyvistä toimenpiteistä ovat aikaohjelmien muutokset, asetusarvojen säätö, taajuusmuuttajan lisääminen ja erilaisten ohjausten hyödyntäminen, kuten tilan hiilidioksiditason mukaan toimiva ilmanvaihto. Toimisto- ja palvelurakennuksissa ilmanvaihdon tarpeenmukainen säätö ja sen asianmukainen toiminta voivat tuottaa merkittäviä energiansäästöjä. Lämmitysenergian osalta energiankäyttöä voidaan tehostaa 17–47 % ja puhallinsähkön osalta 46–81 %. On kuitenkin huomioitava, että tilojen käyttöaste vaikuttaa merkittävästi säästöpotentiaaliin. [Ilmavirtojen säädöt ja tarkastukset palvelukiinteistöissä -opas 2024: 13; Pylsy 2024: 172.]

Myös lämmön talteenoton oikealla toiminnalla on merkittävä vaikutus ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuuteen. Järjestelmän vuosihyötysuhde voi olla jopa 80 % riippuen laitteiston tyypistä. Vuosihyötysuhde tarkoittaa tuloilman tarvitsevaa osaa lämpöenergiasta, joka voidaan kattaa poistoilmasta talteen otetulla energialla vuodessa. Huollolla on tärkeä rooli energiatehokkuuden kannalta, koska laitteiston puhtaus, säädöt, asetukset, sekä antureiden ja toimilaitteiden toiminta vaikuttavat laitteiston lämmöntalteenottokykyyn. [Ilmavirtojen säädöt ja tarkastukset palvelukiinteistössä -opas 2024: 12.]

Ilmanvaihtokoneiden uusimisella tai järjestelmien saneerauksella saavutetaan energiansäästöjä, koska uusi puhallintekniikka on huomattavasti energiatehokkaampaa kuin vanha. Lisäksi järjestelmien saneerausten yhteydessä myös ohjauksia ja säätömahdollisuuksia voidaan parantaa ja yleensä myös päätelaitteet ja ilmamäärät asetellaan uudestaan, mikä usein entisestään parantaa järjestelmän energiatehokkuutta.

### 5.1.2 Lämmitysjärjestelmä

Lämmitysjärjestelmään kohdistui Motivan toimenpidelistan mukaan seuraavia energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä:

- sisälämpötilojen lasku
- lämmitysverkoston lämpötilan lasku
- ilmanvaihdon tulolämpötilojen säätö
- patteri- ja ilmanvaihtoverkoston menoveden säätökäyrän optimointi
- ohjelmallinen kiertovesipumppujen kesäpysäytys ja kaukolämmön kesäsulku
- lämmitysverkoston perussäätö ja tasapainotus
- patteriventtiilien ja -termostaattien uusiminen
- lämmönjakokeskuksen täydellinen tai osittainen uusiminen. [Kiinteistöala: Toimenpidelista – toimitilakiinteistöt.]

Suurin osa toimenpiteistä liittyi lämpötilojen säätöihin ja järjestelmän toiminnan optimointiin. Lisäksi säästöjä saavutettiin laitteiston uusimisilla.

Sisälämpötilaa voidaan laskea patteritermostaattien säädöllä ja ilmanvaihtokoneen tuloilman lämpötilan laskulla. Sisälämpötilan lasku 1 °C:lla vähentää lämpöenergian kulutusta noin 5 % [Pylsy 2024: 168]. Vain patteritermostaatteja säädettäessä on kuitenkin varmistettava, ettei pattereiden sijaan lämmitetä ilmanvaihdolla, koska tällöin energiankulutus voi jopa lisääntyä.

Lämmönjakoverkostojen menovesikäyrien säätö vähentää hukkalämpöä, mutta sen lisäksi tulee huomioida edellä mainitut ilmanvaihdon tuloilman lämpötila sekä patteritermostaattien asennot.

Lämmitysverkoston perussäädöllä saadaan järjestelmä toimimaan suunnitellulla tavalla, ja vähennetään lämmitysverkon epätasapainoa ja suuria lämpötilaeroja rakennuksen eri osissa. Motivan arvion mukaan perussäädöllä voidaan saavuttaa jopa 10–15 % energiansäästö. [Lämmitysverkoston perussäätö 2024.]

Patteritermostaattien uusinnalla saadaan energiansäästöjä, koska uudet termostaatit ovat tarkempia ja niiden lämpötila-alueet ovat pienemmät. Lisäksi vanhat termostaatit ja venttiilit voivat jumiutua, jolloin järjestelmä ei toimi suunnitellulla tavalla.

Lämmönjakokeskuksen uusinnalla saadaan energiansäästöjä, koska uusi tekniikka, kuten lämmönvaihtimet ja kiertovesipumput ovat vanhaa tekniikkaa energiatehokkaampaa niiden paremman hyötysuhteen ansiosta.

### 5.1.3 Valaistus

Valaistuksen osalta energiansäästöjä on saavutettu seuraavilla toimenpiteillä:

- aikaohjelman muutos
- ohjausten asetusarvojen muutos
- ohjausten lisäys
- vanhojen valaisimien uusinta led-valaisimiin. [Kiinteistöala: Toimintopidelistä – toimitilakiinteistöt.]



Aikaohjelmien avulla voidaan varmistaa, etteivät valot pala silloin, kun tiloissa ei ole käyttöä. Valaistuksen käyttöaikoja voidaan lyhentää myös erilaisilla ohjauksilla. Ulkotiloissa käytetään aikaohjelmia ja hämärätunnistimia. Sisätiloissa liike- ja läsnäolotunnistimet, päivänvaloanturit ja himmennykset auttavat vähentämään energiankulutusta. Järjestelmän oikean toiminnan kannalta tärkeää on myös olemassa olevien ohjausten toiminnan varmistaminen ja antureiden puhdistaus.

Vanhojen valaisimien korvaaminen LED-valaisimilla tai niiden muokkaaminen LED-tekniikalla toimiviksi vähentää järjestelmän energiankulutusta ja usein myös parantaa valaistuksen toimivuutta. LED-valaistus kuluttaa huomattavasti vähemmän energiaa kuin esimerkiksi loisteputkivalaistus ja sillä on myös pidempi käyttöikä. Tämän lisäksi valaistuksen uusimisen yhteydessä voidaan parantaa ohjattavuutta ja valaistuksen tarpeenmukaisuutta.

## 5.2 Säästöjen laskenta

Laskentaohjeiden ja menetelmien valinnassa on suositeltavaa käyttää ensisijaisesti kansainvälisesti ja kansallisesti hyväksytyjä ohjeita ja kirjallisuuslähteitä. Mikäli edellä mainituista lähteistä ei löydy ohjeita, käytetään itse kehitettyjä ja dokumentoituja menetelmiä. [SFS-EN 16212 2012: 58.]

Standardin SFS-EN 16212 [2012: 56] mukaan yleinen tapa säästöjen laskentaan tilanteessa, jossa säästövaikutus ei ole suoraan mitattavissa, on seuraava.

$$UGAES = \text{funktio}(P_{00}, P_{01} \dots P_{0n}) \cdot AF_0 - \text{funktio}(P_{10}, P_{11} \dots P_{1n}) \cdot AF_1$$

*UGAES* on vuotuiset energian bruttoyksikkösäästöt

$P_{00} \dots P_{0n}$  ovat muuttujia

*AF* on normitustekijä

0 on muuttuja ilman toimenpidettä (perusura)

1 on sama muuttuja, kun toimenpide on toteutettu

*funktio* on algoritmi, joka määrittää vuotuisen bruttoenergiankäytön

Yllä olevassa kaavassa mainittua normitustekijää ei usein tarvitse käyttää, koska normitus tapahtuu kaavan muuttujien kautta. Yleisiä normitustekijöitä ovat sää, käyttöasteet, käyttömäärät, tuotantomäärä ja vuorovaikutus muiden yksiköiden kanssa. [SFS-EN 16212 2012: 60.]

Usein tehtävien energiatehokkuustoimenpiteiden säästöjen laskennassa noudatetaan vakiintuneita laskentatapoja. Laskennassa voidaan myös käyttää apuna muun muassa lämpötilaan, tehoon, paineeseen tai ilmavirtaan kohdistuvia mittauksia, joiden perusteella voidaan laskea toimenpiteen säästövaikutus. [Säästövaikutusten laskenta ja dokumentointi: Yleisiä pelisääntöjä 2020: 32–33.]

Käytetyn laskentamenetelmän tarkkuus riippuu monesta tekijästä. Lähtötietojen määrä ja laatu, laskentatyökalut ja laskennan suorittajan osaaminen ovat kaikki merkittävässä roolissa. Laskijan ammattitaito ja aiheen tuntemus ovat tärkeitä lähtötietojen ja tulosten realistisuuden arvioinnissa [Säästövaikutusten laskenta ja dokumentointi: Yleisiä pelisääntöjä 2020: 33].

## 6 Tutkimus

### 6.1 Tutkimusongelma

Tutkimuksen tavoitteena oli kartoittaa taloteknisen energiansäästölaskennan nykytila ja tunnistaa kehityskohteet. Tutkimuksella haluttiin vastata seuraaviin kysymyksiin:

”Mitä hyötyjä energiansäästölaskennalla voidaan saavuttaa?”

”Tehdäänkö energiansäästölaskelmia tällä hetkellä?”

”Mitä energiansäästö merkitsee asiakkaillemme?”

”Miten energiansäästölaskentaa saadaan kehitettyä?”.

## 6.2 Haastattelut

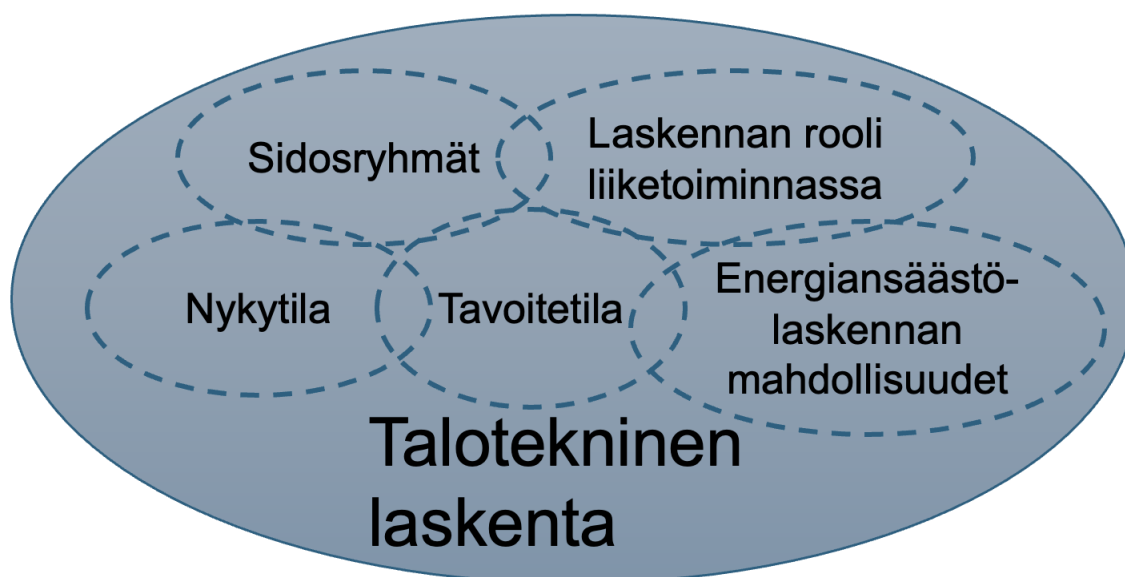
Teemahaastattelua käytettiin tiedonkeruun välineenä useassa työn vaiheessa, kuten ongelman täsmennyksessä, nykytilan kartoittamisessa, toimijoiden tarpeiden selvittämisessä ja muutoksen suunnittelussa.

Ongelman täsmennysvaiheessa tavoitteena oli saada syvälinen ymmärrys ongelmista ja niiden syistä eri osapuolten näkökulmista. Haastattelujen avulla paikannettiin todellinen ongelma ja sen taustalla olevat syyt. Haastattelujen avulla selvitettiin ongelmaan liittyvien toimijoiden tarpeita ja odotuksia, jotka auttavat ottamaan kaikki osapuolet huomioon ongelman ratkaisujen etsinnässä. Lisäksi haastattelujen aikana suunniteltiin tulevia muutoksia yhdessä laskelmia tekevien henkilöiden kanssa.

Haastateltavien valintakriteereinä käytettiin asiantuntemusta, kokemusta ja osallisuutta tutkimusaiheeseen liittyvissä prosesseissa. Haastateltavia pyrittiin valitsemaan riittävä määrä, jotta saatiin kattava kuvaus aiheesta ja useita näkökulmia.

Haastateltavaksi valikoitui joukko eri rooleissa toimivia henkilöitä, kuten tutkittavan aiheen asiantuntijoita, työnjohtajia, työntekijöitä ja asiakkaita.

Ennen haastattelun teemojen ja kysymysten laatimista tutustuttiin energiansäästö-laskennan menetelmiin ja kohteisiin, jotta haastattelussa voitiin käydä läpi potentiaalisia säästökohteita ja laskureita. Teemat pysyivät pääosin samana kaikille haastateltaville, mutta joitain teemoja lisättiin tai poistettiin haastateltavan mukaan. Kuvassa 5 esitetään haastatteluissa käsitellyt teemat, joilla pyrittiin kattamaan tutkittava aihe.



Kuva 5. Haastattelun teemat. Teemahaastattelussa teemoilla pyritään tavoittamaan ilmiö ja saamaan siitä ymmärrys. [Mukaiillen Kananen 2015: 83.]

Työtä varten suoritettiin 11 haastattelua. Viisi haastateltavista oli teknisissä palveluissa toimivia työnjohtajia ja työntekijöitä, yksi energia-alan asiantuntija, kaksi talotekniikka-alan asiantuntijaa ja kolme asiakkaan edustajaa kahdesta eri asiakkuudesta. Lisäksi myös toimeksiantajatahoa haastateltiin kehitystyön tarkempien tavoitteiden kartoittamiseksi. Haastatteluja käytettiin siis useassa vaiheessa, alkukartoituksesta itse kehitystyöhön.

Ensimmäinen haastattelu tehtiin toimeksiantajan kanssa. Siinä kartoitettiin tarkemmin työn tavoitteita ja lopputulokseen liittyviä odotuksia. Toimeksiantajan jälkeen siirryttiin haastattelemaan asiantuntijoita, joilta pyrittiin saamaan tietoa energiansäästö-laskennan nykytilanteesta ja merkityksestä ISS:llä. Lisäksi kerättiin ehdotuksia ja toivomuksia kehitystyölle. Asiakkaiden haastattelussa kartoitettiin heidän näkemyksiään energiatehokkuudesta sekä palveluntuottajaan kohdistuvia odotuksia ja toivomuksia asiaan liittyen. Kun kattava paketti mahdollisia laskureita oli kerätty, siirryttiin haastattelemaan teknisiä työnjohtajia ja työntekijöitä. Toimialoiksi valittiin sähkö, ilmanvaihto, automaatio sekä lämpö ja vesi.

Haastattelujen aikana käytiin läpi kerättyjä laskuriehdotuksia, ja niiden soveltuvuutta kunkin toimialan toimintaan arvioitiin yhdessä haastateltavien kanssa. Samalla kartoitettiin uusia laskuri-ideoita, jotka nousivat esiin haastattelujen yhteydessä. Lisäksi selvitettiin tarpeet laskureiden tekniseen toteutukseen ja käyttöohjeistukseen, jotta ne palvelisivat käyttäjiä mahdollisimman tehokkaasti.

### 6.3 Haastattelujen analyysi

Aineisto litteroitiin analyysia varten Microsoft Teams -ohjelmalla haastattelujen aikana. Tällä tavalla syntyi sanatarkka litteraatio, jossa on mukana myös haastattelijan puhe. Ohjelmallisella litteroinnilla säästettiin aikaa ja saavutettiin analyysia varten riittävä tarkkuus. Litteroinnin paikkansapitävyys varmistettiin kuuntelemalla haastattelut ja lukemalla teksti samanaikaisesti. Tämä toimi myös analyysin ensimmäisenä vaiheena eli aineiston lukemisena. [Hirsjärvi & Hurme 2015: 143].

#### 6.3.1 Koodaus

Aineiston koodaus tehtiin taulukkolaskentaohjelmalla. Litteroitu teksti jaettiin asiakokonaisuuksiin ja tuotiin taulukkoon omille riveilleen. Koodauksessa tunnistettiin merkityksellisiä kohtia aineistosta ja annettiin näille koodeja, jotka kuvastivat niiden sisältöä. Koodit kirjoitettiin omaan sarakkeeseen. Kuvassa 6 on kuvakaappaus haastatteluaineiston pohjalta tehdystä koodauksesta.

<b>Asia</b>	<b>Koodi</b>
Yhtenäisillä työkaluilla voidaan taata laatu meidän tekemisessä valtakunnallisesti	hyödyt, yhtenäistäminen
Meillä on eri kokemuksen omaavia henkilöitä töissä, ja yhteiset työkalut voisivat tukea työntekijöiden osaamista päivittäisen tekemisen ohella	hyödyt, yhtenäistäminen, osaamisen kehittäminen
Stuktuurille on tarvetta	tavoitetila, ongelma

Kuva 6. Kuvakaappaus analyysivaiheen koodauksesta.

### 6.3.2 Toimija-analyysi

Kehitystyöhön liittyen tunnistettiin neljä toimijaa. Toimijat ovat työn toimeksiantaja, laskureiden käyttäjät jaettuna kahteen ryhmään: kokeneisiin ja uusiin laskijoihin, sekä asiakas. Tutkimuksen tekijä pohti eri ryhmien tavoitteita ja tarpeita ensin itse, jonka jälkeen niistä käytiin keskustelua kunkin toimijan kanssa haastattelujen yhteydessä. Haastatteluissa nousi esiin uusia näkökulmia ja ajatuksia, joiden pohjalta tarpeita ja tavoitteita muokattiin. Liitteessä 1 on esitetty toimija-analyysi taulukoituna.

Aikaisemmin käsitellystä Heikkisen (2023) esittämästä toimija-analyysin taulukointimallista poiketen taulukkoon lisättiin uusi sarake, johon kirjattiin ratkaisuehdotus. Näin eri toimijoiden tarpeiden tunnistaminen ja ratkaisuehdotukset on helppo jäsentää ja sovittaa yhteen. Ratkaisuehdotuksilla saatiin selkeät suuntaviivat kehitysprojektille.

## 7 Tulokset

Tutkimuksen tulokset on jaettu nykytilan kuvaukseen, jonka jälkeen siirrytään käsittelemään eri toimijoiden tarpeita, odotuksia ja toiveita kehitystyöhön liittyen. Näin saatiin muodostettua raamit kehitystyölle. Tutkimuksessa haastateltiin liiketoimintayksiköiden henkilöitä kattavasti, mutta koska tutkimus kohdistui vain ISS Palveluihin, tuloksia ei välttämättä voida suoraan soveltaa muihin yrityksiin.

### 7.1 Nykytila

Nykytilaa kartoitettiin haastatteluilla ja havainnoinnilla. Haastatteluissa selvisi, että tällä hetkellä energiansäästö- ja takaisinmaksuaikalaskelmia hyödynnetään paikoittain. Osa asiantuntijaroolissa toimivista käyttivät omia laskureitaan. Teknisten palveluiden työnjohtajat ja työntekijät hyödynsivät laskentaa vähiten, koska se ei suoranaisesti ole osa heidän keskeistä toimenkuvaansa. Isompien, alihankintana hankittavien saneerausten tarjousten yhteydessä asiakkaalle saatetaan toimittaa takaisinmaksuaikalaskelma, jonka alihankkija laatii. Lisäksi

joissain tapauksissa tavarantoimittajat laativat laskelmia tarjoamilleen tuotteille, mutta niiden miinuspuolina nähtiin muokattavuuden puute ja tavarantoimittajan logolla varustettu laskelma. Tavarantoimittajien laskelmien käyttäminen myös rajoittaa toimittajan valintaa, koska laskelmien laatu nähtiin vaihtelevana ja vain tietyiltä toimittajilta saatiin riittävän hyviä laskelmia.

Mitään yrityksen yhteisiä energiansäästöjen laskentatyökaluja tai laskentaohjeita ei tutkimushetkellä ollut käytettävissä, joten kaikki laskentaa tekevät laskivat omilla laskureillaan.

## 7.2 Toimeksiantajan tavoitteet

Toimeksiantajan haastattelujen myötä päätavoitteiksi muodostuivat laskentatoiminnan yhtenäistäminen ja laskennan hyödyntämisen laajentaminen.

Laskentatoiminnan yhtenäistämällä tavoitellaan taloteknisen laskennan yhtenäistä, korkeaa laatua valtakunnallisesti. ISS:n organisaatorakenne on moninainen ja palveluverkosto maantieteellisesti kattava ja energiansäästöjen laskentatoiminnassa ei ole tällä hetkellä maanlaajuista yhtenäistä toimintatapaa tai yhteisiä työkaluja. Lisäksi yhtenäisten työkalujen ja toimintatapojen odotetaan nopeuttavan laskemista ja parantavan uskottavuutta yhtenäisen ja laadukkaan laskennan myötä sekä tuovan etua kilpailijoista erottautumiseen. ISS:n taloteknisen henkilöstön laskentataidot vaihtelevat työtehtävän mukaan, joten yhteiset työkalut voisivat myös tukea ja auttaa kehittämään laskenta- ja energiatehokkuusosaamista.

Yhtenäistämisen lisäksi tavoitellaan laskennan hyödyntämisen laajentamista. Laskentaa halutaan tukea kautta organisaation Suomessa, ja auttaa myös muita kuin asiantuntijaroolissa toimivia tuottamaan laskelmia tarjousten, ehdotusten ja toimenpiteiden kannattavuuden arvioimisen tueksi. Tässä insinööri-työssä keskitytään energiansäästölaskentaan ja yhteisen rakenteen luomiseen, mutta työ jatkuu tämänkin jälkeen ja laskuripankkiin kerätään myös muuhun talotekniseen laskentaan liittyviä työkaluja.

Koska nykyisin ei ole olemassa mitään yhteisiä laskentatyökaluja, laskureiden kerääminen ja kehittäminen tulisi aloittaa yksinkertaisista ratkaisuista.

### 7.3 Asiakkaiden odotukset

Asiakkaat kokivat tarjouksen tai ehdotuksen mukana toimitettavan energiansäästölaskelman tuovan lisäarvoa tarjoukselle tai ehdotukselle. Energiansäästölaskelmalla voi vaikuttaa positiivisesti hankintapäätökseen ja mielikuvaan palveluntuottajasta. Säästöt esittämällä kiinteistönomistajat tilaavat työn suuremmalla todennäköisyydellä, koska siitä saatava hyöty on esitetty selkeästi. Kiinteistönomistajat voivat myös vaatia energiansäästölaskelmia tarjottavien toimenpiteiden yhteydessä ja joskus laskelman puuttuminen voi jopa johtaa tarjouksen hylkäykseen.

Laskelmassa tulisi näkyä myös lähtöarvot ja esimerkiksi energian hinnasta kannattaisi keskustella asiakkaan kanssa, jotta esitetty säästö olisi mahdollisimman tarkkaan laskettu.

Tärkeimmiksi esitettäviksi tuloksiksi mainittiin energiansäästöt, kustannussäästöt, investoinnin takaisinmaksuaika ja hiilidioksidipäästöjen vähennykset.

### 7.4 Laskijoiden tarpeet

Laadittavien laskureiden tulevia käyttäjiä haastatellessa tärkeäksi havaittiin selkeät ja helposti käytettävät laskurit. Laskentaa vähemmän tehneet toivoivat selkeyden lisäksi myös ohjeistusta ja esimerkkejä. Kokeneemmat laskijat toivoivat monipuolisia työkaluja ja muokattavuutta.

Suurin tarve tällä hetkellä on saada käyttöön laskureita, jotka helpottavat tavallisin tavoin tarjottavien toimenpiteiden energiansäästöjen laskentaa. Useimmin käytettävien laskureiden luomisen jälkeen toivottiin laskureita myös hieman monimutkaisempien ja harvemmin tarjottavien toimenpiteiden laskentaa varten.



Laskelmia työssään tekevien tarpeiden huomioimiseksi toivottiin ohjedokumenttia tai hakemistoa, jossa olisi esitetty lyhyesti kaikki saatavilla olevat laskurit ja niiden käyttötarkoitukset. Lisäksi itse laskuriin toivottiin laskentakohtaisia ohjeita, selkeitä syöttökenttiä ja lukitut kaavasolut.

## 8 Kehitystyö

Tutkimuksen tulosten pohjalta kehitettiin laskureita, joiden tarkoituksena on tukea eri toimialojen energiatehokkuustoimenpiteiden tarjousprosessia sekä säästöjen ja kannattavuuden arviointia.

### 8.1 Laskureiden suunnittelu

Laskureiden kehitystyön kannalta tärkeimmät asiat tiivistettiin seuraavaan viiteen kohtaan:

- soveltuvuus teknisten palveluiden liiketoimintaan
- asiakkaalle tärkeiden tulosten laskeminen ja esittäminen
- laskennan tarkkuus ja luotettavuus
- laskurin käytettävyys ja selkeys
- asiakkaalle toimitettavan laskelman ammattimainen ulkoasu.

Jokaiselle tutkitulle toimialalle luotiin laskureita. Toimialojen laskureiden tarve oli kartoitettu haastatteluin, ja tämän pohjalta valittiin kehitettävien laskureiden aiheet. Alkuun tehdään tärkeimmät perustason laskurit ja tulevaisuudessa laskureiden valikoimaa voidaan täydentää.

Asiakkaiden haastattelujen ja erilaisten laskureiden vertailun perusteella päätettiin laskea vuositasolla energiansäästöt energialajeittain, energiansäästöprosentti, kustannussäästöt, hiilidioksidipäästöjen säästöt sekä investoinnin takaisinmaksuaika. Jokaisesta laskurista luotiin kaksi versiota. Yhdessä versiossa lasketaan pelkät energiansäästöt ja toisessa energiansäästöjen lisäksi myös investoinnin takaisinmaksuaika.

Laskentamenetelmien lähteenä käytettiin Motivan energiatehokkuussopimusten säästöjen raportointiin tarkoitettuja esimerkkilaskelmia. Esimerkeissä käytettävät laskentamenetelmät ovat yksinkertaistettuja. Niillä saavutetaan riittävä tarkkuus ja Motiva hyväksyy niiden käytön pienehköille, tyypillisille säästötoimille. Jos toimenpiteen vaikutus kohteen energiankäyttöön olisi merkittävä tai se kohdistuisi monimutkaiseen prosessiin, tulisi suorittaa syvällisempi laskenta tai simulointi. [Energiansäästötoimenpiteiden säästölaskennan perustyyppit 2022; Säästövaikutusten laskenta ja dokumentointi; Yleisiä pelisääntöjä 2020: 32–33.]

Jokaiseen laskuriin lisättiin laskennan kohteena olevan toimenpiteen kuvaus ja laskentaohje tukemaan laskurin tarkoituksenmukaista käyttöä. Laskurin käytettävyyttä, selkeyttä ja ammattimaista ulkoasua parannettiin sijoittamalla lähtötieto- ja tuloskentät toisistaan erilleen ja käyttämällä värejä erottamaan alueet toisistaan. Eri osiot erotettiin otsikoin, ja tuloskentät ovat luettavissa yhdellä vilkaisulla. Värisuunnittelussa pyrittiin selkeään ja ISS-brändin mukaiseen ulkoasuun, ja mukaan liitettiin myös ISS-logo.

## 8.2 Laskureiden aiheet ja toteutus

Säästölaskureita tehtiin yhteensä yhdeksän kappaletta, minkä lisäksi tehtiin myös kaksi muuta laskuria tukemaan säästölaskentaa. Seuraavissa luvuissa esitellään lyhyesti tehdyt laskurit.

### 8.2.1 LVI-säästölaskurit

LVI-tekniikan osalta laadittiin laskentatyökalut seuraavan kuuden toimenpiteen energiansäästöjen ja takaisinmaksuaikojen arvioimiseksi:

- ilmanvaihdon lämpötila-asetusten muutos
- ilmanvaihdon käyntiaikojen optimointi
- ilmavirran muutos
- lämmön talteenoton hyötysuhteen parantaminen
- taajuusmuuttajan lisääminen moottorikäyttöön

- vesikalusteiden hanavirtaamien pienentäminen.

Lisäksi tehtiin laskurit lämmön talteenoton hyötysuhteen ja ilmavirtojen painotetun keskiarvon laskentaan. Näitä käytetään säästölaskennan apuna.

Lämpötila-asetusten muutos vaikuttaa suoraan tuloilman lämmityksen energiankulutukseen. Laskurissa oletetaan, että tuloilman lämpötila pysyy vakiona ympäri vuoden, ja ulkolämpötilana käytetään paikkakunnan ulkolämpötilan keskiarvoa. Lämmitystarpeen säästövaikutus ilmenee lämmityskaudella. Lisäksi laskelmissa otetaan huomioon lämmön talteenoton vaikutus energiankulutukseen.

Käyntiaikojen optimoinnilla voidaan vähentää sekä tuloilman lämmitystarvetta että puhaltimien sähköenergian kulutusta. Lämmitystarpeen säästövaikutus ilmenee lämmityskaudella, kun taas puhaltimien sähköenergian säästö näkyy ympäri vuoden. Tässäkin tapauksessa laskelmissa käytetään paikkakunnan ulkolämpötilan keskiarvoa ja huomioidaan lämmön talteenoton vaikutus energiankulutukseen. Kuvassa 7 esitetään ilmanvaihdon käyntiaikamuutoksen säästölaskuri.

Ilmavirran muutos vaikuttaa tuloilman lämmitystarpeeseen ja puhaltimien sähköenergian kulutukseen. Lämmityksen säästöt ilmenevät vain lämmityskaudella, mutta puhaltimen sähköenergian säästöt vaikuttavat koko vuoden ajan. Puhaltimien tehon muutoksen voi arvioida tai todentaa mittauksin tai taajuusmuuttajasta saaduilla tiedoilla. Laskelmassa käytetään ulkolämpötilana lämmityskauden keskiarvoa, ja lämmön talteenoton vaikutus energiankulutukseen on huomioitu.

Lämmön talteenoton hyötysuhteen parantaminen vähentää tuloilman lämmitystarvetta. Säästö lasketaan vanhan ja uuden hyötysuhteen avulla. Hyötysuhde mitataan ennen toimenpidettä ja sen jälkeen, tai toimenpiteen vaikutus hyötysuhteeseen voidaan arvioida, mikäli säästöjä halutaan laskea ennen toimenpiteen suoritusta. Laskelmassa käytetään ulkolämpötilana lämmityskauden keskiarvoa. Kuvassa 8 esitetään lämmön talteenoton hyötysuhteen parantamisen säästölaskuri.

Säästölaskelma

## Ilmanvaihdon käyntiaikamuutos

### Toimenpiteen kuvaus

IV. koneen käyntiaikaa lyhennetään aikaohjelmaa muuttamalla.

Ilmavirta ja lämpötila-asetukset säilyvät ennallaan. Käyntiaika on sama kesällä ja talvella.

### Laskentaperiaatteen kuvaus

Säästö lasketaan karkealla tasolla olettaen, että

- tuloilman lämpötila pysyy koko vuoden samana
- laskennassa ulkolämpötila on lämmityskauden keskiarvo
- käyntiaikamuutos säästää puhallinenergiaa koko vuoden

Laskennassa käytetään ilman tiheyttä (1,2 kg/m<sup>3</sup>) ja ominaislämpökapasiteettia (1,0 kJ/kg°C).

Säästö lasketaan määrittämällä ilmanvaihtojärjestelmän energiankulutus (lämpö ja sähkö) ennen aikaohjelman muutosta ja sen jälkeen.

### Energiansäästö- ja takaisinmaksuaikalaskelma

#### Lähtötiedot

Ilmavirta	3,2 m <sup>3</sup> /s
Tuloilman lämpötila	21 °C
Ulkolämpötila, lämmityskauden keskiarvo	0 °C
Lämmityskausi	210 vrk
Puhaltimen käyntikausi	365 vrk
Käyntiaika ennen	14 h/vrk
Uusi käyntiaika	12 h/vrk
Tuloilma moottoriteho	7,5 kW
Poistoilma moottoriteho	5,5 kW
Käyntipäiviä viikossa	5 vrk/vko
LTO hyötysuhde	70 %
Lämmityksen päästökerroin	145 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Sähkön päästökerroin	70 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Energian hinta, lämpö	95 €/MWh alv 0%
Energian hinta, sähkö	120 €/MWh alv 0%
Investointi	350 €

#### Tulokset

Energiansäästö, lämpö	7,3 MWh/a
Energiansäästö, sähkö	6,8 MWh/a
Kustannussäästö	1507 €/a
Takaisinmaksuaika	0,2 vuotta
Hiilidioksidipäästöjen vähennys	1,5 tCO <sub>2</sub> /a

Kuva 7. Ilmanvaihdon käyntiajan muutoksen säästölaskuri.

Säästölaskelma

## LTO hyötysuhteen parannus

### Toimenpiteen kuvaus

Ilmanvaihtojärjestelmän lämmöntalteenoton hyötysuhdetta parannetaan.

### Laskentaperiaatteen kuvaus

Säästö lasketaan karkealla tasolla käyttäen laskennassa lämmityskauden ulkolämpötilan keskiarvoa ja olettaen, että

- tuloilman lämpötila pysyy koko vuoden samana
- tuloilma lämpenee koneen lämmityspatterissa ulkolämpötilasta puhalluslämpötilaan.

### Energiansäästö- ja takaisinmaksuaikalaskelma

#### Lähtötiedot

Ilmavirta	5 m <sup>3</sup> /s
Tuloilman lämpötila	22 °C
Ulkolämpötila, paikkakunnan keskiarvo	0 °C
Lämmityskausi	210 vrk
IV-käyntiaika vuorokaudessa	12 h/vrk
Käyntipäiviä viikossa	5 vrk/vko
LTO-hyötysuhde ennen	38 %
LTO-hyötysuhde jälkeen	46 %
Lämmityksen päästökerroin	145 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Energian hinta, lämpö	95 €/MWh alv 0%
Investointi	3500 €

#### Tulokset

Energiansäästö, lämpö	19,1 MWh/a
Kustannussäästö	1817 €/a
Takaisinmaksuaika	1,9 vuotta
Hiilidioksidipäästöjen vähennys	2,8 tCO <sub>2</sub> /a

Kuva 8. Lämmön talteenoton hyötysuhteen parantamisen säästölaskuri.

Taajuusmuuttajan lisääminen moottorikäyttöön vähentää moottorin sähköenergian kulutusta. Muutos arvioidaan karkeasti prosentuaalisella moottoritehon muutoksella. Motiva arvioi taajuusmuuttajan lisäämisen säästöjen olevan pumpukäytössä nykyisestä ohjaustavasta riippuen 20–54 % vuodessa ja puhallinkäytössä noin 33 % vuodessa. Karkeita arvioita käytettäessä tulee laskijalla olla riittävä kokemus ja osaaminen säästöjen arviointiin.

Vesikalusteiden hanavirtaamien pienentäminen vaikuttaa sekä käyttöveden lämmitysenergiatarpeeseen että veden kokonaiskulutukseen. Laskelmassa käytetään mitattua veden kokonaiskulusta, josta arvioidaan pesuallaiden osuus. Lisäksi arvioidaan lämpimän veden osuus pesuallaiden kulutuksesta. Vesikalusteiden virtaamien alenema syötetään laskelmaan prosenttiosuutena. Kuvassa 9 esitetään vesikalusteiden hanavirtaamien pienentämisen säästölaskuri.

Säästölaskelma

## Vesikalusteiden hanavirtaamien pienentäminen

### Toimenpiteen kuvaus

Vesikalusteiden hanavirtaamia pienennetään.

### Laskentaperiaatteen kuvaus

Kalustevirtaamia on mitattu ja pesuallashanojen osuus veden kokonaiskulutuksesta on arvioitu.

Lämpimän veden kulutus veden kokonaiskulutuksesta on arvioitu.

Säästö lasketaan prosenttilaskulla.

### Energiansäästö- ja takaisinmaksuaikalaskelma

#### Lähtötiedot

Veden kokonaiskulutus ennen	1000 m <sup>3</sup> /a
Pesuallaiden osuus kulutuksesta	30 %
Virtaamien alenema	20 %
Lämpimän veden osuus	40 %
Lämmitetyn ja lämmittämättömän veden lämpötilaero	50 °C
Lämmityksen päästökerroin	145 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Energian hinta, lämpö	95 €/MWh alv 0%
Veden hinta	3,7 €/m <sup>3</sup> alv 0%
Investointi	2000 €

#### Välitulokset

Veden säästö	60,0 m <sup>3</sup> /a
Lämpimän veden energiankulutus	58,3 kWh/m <sup>3</sup>

#### Tulokset

Energiansäästö, lämpö	1,4 MWh/a
Kustannussäästö	355 €/a
Takaisinmaksuaika	5,6 vuotta
Hiiidioksidipäästöjen vähennys	0,2 tCO <sub>2</sub> /a

Kuva 9. Vesikalusteiden hanavirtaamien pienentämisen säästölaskuri.

## 8.2.2 Valaistuksen säästölaskurit

Valaistuksen osalta laadittiin laskurit, joilla voidaan arvioida energiansäästöt ja takaisinmaksuajat, jotka seuraavat valaistustehon pienentämisestä ja käyttöajan muutoksesta.

Valaistustehon muutos vaikuttaa järjestelmän kuluttamaan sähköenergiaan. Laskuri ottaa huomioon valaisimien tehon muutoksen, päivittäisen käyttöajan sekä vuoden käyttöpäivien määrän. Muutoksen mahdollisia vaikutuksia jäähdytykseen tai lämmitykseen ei oteta huomioon. Kuvassa 10 esitetään valaistustehon pienentämisen säästölaskuri.

Laskurista kehitettiin kaksi versiota: toinen käyttää kokonaistehoa ja toinen yksikkötehoa valaisimille. Kokonaistehoa käytetään tapauksessa, jossa laskentaan liittyy eritehoisia valaisimia, jolloin eri valaisimien tehot lasketaan yhteen ja summat syötetään ”vanha teho”- ja ”uusi teho” -kenttiin. Yksikkötehon käyttäminen kokonaistehon sijaan on nopeampaa, silloin kun laskentaan liittyy vain samantehoisia valaisimia. Tulevaisuudessa laskuria voidaan kehittää huomioimaan myös uuden valaistuksen huoltokustannusten säästöt, jolloin kustannussäästöjen laskenta tarkentuu.

Myös valaistuksen käyttöajan muutos vaikuttaa järjestelmän kuluttamaan sähköenergian määrään. Laskuri laskee säästöt päivittäisen käyttöajan lyhentämisen ja vuoden käyttöpäivien lukumäärän perusteella. Valaistusteho oletetaan muuttumattomaksi.



Säästölaskelma

## Valaistustehon pienentäminen

### Toimenpiteen kuvaus

Valaistustehoa muutetaan vaihtamalla lampputyyppejä tai valaisin pienempitehoiseen. Valaistuksen käyttöaika pysyy ennallaan.

Toimenpiteen vaikutuksia jäähdytykseen tai lämmitykseen ei oteta huomioon.

### Laskentaperiaatteen kuvaus

Säästö lasketaan tehon muutoksen, päivittaisen käyttöajan ja vuoden käyttöpäivien määrän tulona.

### Energiansäästö- ja takaisinmaksuaikalaskelma

#### Lähtötiedot

Valaisimen teho ennen	60 W
Uuden valaisimen teho	11 W
Valaisimien määrä	120 kpl
Päivittäinen käyttöaika	12 h/vrk
Käyttöpäivien lkm vuodessa	261 vrk/a
Sähkön päästökerroin	70 kgCO <sub>2</sub> /MWh
Energian hinta, sähkö	120 €/MWh alv 0%
Investointi	13000 €

#### Tulokset

Energiansäästö, sähkö	18,4 MWh/a
Energiansäästö	82 %
Kustannussäästö	2210 €/a
Takaisinmaksuaika	5,9 vuotta
Hiilidioksidipäästöjen vähennys	1,3 tCO <sub>2</sub> /a

Kuva 10. Valaistustehon pienentämisen säästölaskuri.

### 8.3 Laskureiden käyttöönotto

Valmiit laskurit kerättiin yhteen Excel-tiedostoon, johon liitettiin ohje- ja navigointisivu. Laskureiden käyttöönotto tehtiin kiinteistön ylläpidon tuotesivujen kautta. Laskurit otettiin käyttöön kahdessa vaiheessa. Ensin niitä testattiin pienemmällä pilotointijoukolla, jotta mahdolliset virheet tulisivat ilmi ennen laajempaa julkistamista. Varsinainen julkistaminen tehtiin ISS:n tuoteohjausryhmän kokouksessa, johon osallistuivat Kiinteistön ylläpito -liiketoimintayksiköiden johto, aluejohtajat, aluepäälliköt ja työnjohto. Kokouksessa käytiin läpi laskureiden keskeinen sisältö ja soveltamisala. Julkistuksen lisäksi tullaan pitämään erillinen koulutus, jossa käydään tarkemmin läpi laskureiden tekninen toteutus ja käyttö.

Tuotesivuille tehdään kanava palautteelle ja kehitysehdotuksille. Laskureiden kehitys- ja parannustyötä tullaan jatkamaan käyttöönoton jälkeen jatkuvan parantamisen ja kehittämistutkimuksen syklisen luonteen mukaisesti.

## 9 Yhteenveto

Tämän insinööriyön tavoitteena oli kehittää ISS Palveluiden taloteknisen palveluliiketoiminnan energiansäästölaskentaa. Työssä pyrittiin parantamaan laskennan käytettävyyttä ja yhtenäisyyttä siten, että se tukisi paremmin organisaation teknisiä palveluja ja vastaisi entistä paremmin asiakkaiden odotuksiin. Työssä keskityttiin yksinkertaisten ja useasti toistuvien energiatehokkuustoimenpiteiden säästöjen ja takaisinmaksuaikojen laskentaan.

Tutkimusosiossa kartoitettiin energiansäästölaskennan nykytila ISS Palveluiden taloteknisessä toiminnassa, toimeksiantajan tavoitteet ja asiakkaiden odotukset. Kehitysosiossa luotiin sarja käytännönläheisiä laskureita, jotka tukevat teknisten palveluiden päivittäistä toimintaa. Laskureiden avulla voidaan entistä paremmin ja yhtenäisemmin arvioida energiatehokkuustoimenpiteiden säästövaikutuksia ja esittää ne selkeästi asiakkaille.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin hyvin. Monimutkaisempien laskureiden kehittäminen ja lisäys osaksi laskentatyökalupakettia tarjoaa mahdollisuuden jatkokkehitykselle. Lisäksi laskureiden käyttö ja ylläpito vaativat seuranta, ja tarkoituksena on kerätä palautetta ja kehitysehdotuksia laskennan toimivuuden ja ajankohtaisuuden ylläpitämiseksi.

Laskureiden avulla ISS Palveluiden asiakasrajapinnassa kaikkialla Suomessa työskentelevät pystyvät tarjoamaan luotettavia ja yhtenäisiä energiansäästölaskekelmia. Tämä tukee ISS:n strategisia tavoitteita ympäristövastuullisuuden edistämässä.

Insinööriyön aikana opittiin tutkimus- ja kehittämismenetelmiä, projektinhallintaa ja sidosryhmäyhteistyötä. Lisäksi tutustuttiin tarkemmin energiansäästölaskeennan lähtökohtiin, merkitykseen ja laskentamenetelmiin sekä harjoiteltiin sähköisten työkalujen suunnittelua ja kehittämistä.

## Lähteet

55-valmiuspaketti. 2024. Verkkoaineisto. EU:n neuvosto ja Eurooppa-neuvosto. <<https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/green-deal/fit-for-55/>>. Päivitetty 12.04.2024. Luettu 16.6.2024.

Causes of climate change. Verkkoaineisto. Euroopan komissio. <[https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_en](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_en)>. Luettu 29.6.2024.

Climate change. Verkkoaineisto. International Energy Agency. <<https://www.iea.org/topics/climate-change>>. Luettu 28.7.2024.

Climate Change 2023: Synthesis Report. 2023. IPCC. Geneve: IPCC.

Energia-asiantuntijapalvelut. Verkkoaineisto. ISS Palvelut Oy. <<https://www.isspalvelut.fi/kiinteiston-yllapitopalvelut/energia-asiantuntija>>. Luettu 1.8.2024.

Energiansäästötoimenpiteiden säästölaskennan perustyyppit. 2020. Verkkoaineisto. Excel-taulukko. <[https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fenergiatehokkuussopimukset2017-2025.fi%2Fwp-content%2Fuploads%2FSaastojen-laskenta\\_-2020-paivitys-esimerkit\\_rev\\_11-2022.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fenergiatehokkuussopimukset2017-2025.fi%2Fwp-content%2Fuploads%2FSaastojen-laskenta_-2020-paivitys-esimerkit_rev_11-2022.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK)>. Motiva Oy. Päivitetty marraskuussa 2022. Luettu 25.7.2024.

Energiatehokkuus. 2019. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://energiavirasto.fi/energiatehokkuus>>. Luettu 28.7.2024.

Energiatehokkuus. Verkkoaineisto. Työ- ja elinkeinoministeriö. <<https://tem.fi/energiatehokkuus>>. Luettu 31.7.2024.

Energy Efficiency. 2024. Verkkoaineisto. Stanford University. <<https://understand-energy.stanford.edu/energy-resources/renewable-energy/energy-efficiency>>. Päivitetty kesäkuussa 2024. Luettu 28.6.2024.

Günther, Kirsi; Hasanen, Kirsi; Juhila, Kirsi. 2021. Johdanto: analyysi ja tulkinta. Teoksessa Jaana Vuori (toim.). Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Verkkoaineisto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto. <<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/analyysi-ja-tulkinta/>>. Luettu 21.4.2024.

Heikkinen, Sami. 2023. Toimija-analyysi auttaa sovittamaan erilaiset tavoitteet yhteen. Verkkoaineisto. LAB Pro. <<https://www.labopen.fi/lab-pro/toimija-analyysi-auttaa-sovittamaan-erilaiset-tavoitteet-yhteen/>>. Luettu 9.5.2024.

Heilä, Sampsa. 2023. EU:n energiadirektiivit tuovat työtä talotekniikka-alalle. Talotekniikka-lehti 7/2023. s.29–30.

Hirsjärvi, Sirkka & Hurme, Helena. 2015. Tutkimushaastattelu: Teemahaastattelun teoria ja käytäntö. Helsinki: Gaudeamus.

Holopainen, Rauno. 2024. Rakennusten energiankulutus. Teoksessa Rakennusten energiatekniikka. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.

Hyysalo, Sampsa. 2009. Käyttäjä tuotekehityksessä: Tieto, tutkimus, menetelmät. Helsinki: Taideteollinen korkeakoulu.

Ilmastolaki. 2022. 10.6.2022/423.

Ilmastonmuutos: mitä EU tekee?. 2024. Verkkoaineisto. EU:n neuvosto ja Eurooppa-neuvosto. <<https://www.consilium.europa.eu/fi/policies/climate-change/>>. Päivitetty 27.1.2024. Luettu 27.6.2024.

Ilmavirtojen säädöt ja tarkastukset palvelukiinteistössä. 2024. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <[https://www.motiva.fi/files/22079/Ilmavirtojen\\_saadot\\_ja\\_tarkastukset\\_palvelukiinteistoissa\\_opas\\_03-2024.pdf](https://www.motiva.fi/files/22079/Ilmavirtojen_saadot_ja_tarkastukset_palvelukiinteistoissa_opas_03-2024.pdf)>. Luettu 18.7.2024.

ISS yritys vastuuraportti 2023. 2024. Verkkoaineisto. ISS Palvelut Oy. <<https://issyrittysvastuuraportti.fi>>. Luettu 23.6.2024.

Juhila, Kirsi. 2021. Koodaaminen. Teoksessa Vuori, Jaana (toim.). Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Verkkoaineisto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. <<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/koodaaminen/>>. Luettu 23.4.2024.

Kallio, Aku. 2021. Litterointi. Teoksessa Vuori, Jaana (toim.). Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Verkkoaineisto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. <<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-prosessi/litterointi/>>. Luettu 23.4.2024.

Kananen, Jorma. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä: Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kananen, Jorma. 2015. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas: Miten kirjoitan kehittämistutkimuksen vaihe vaiheelta. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Kiinteistöala: Toimenpidelistat – toimitilakiinteistöt. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/kiinteistoala/toimenpidelistat/>>. Luettu 20.6.2024.

Kiinteistöala: Toimenpideohjelmat. 2022. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/kiinteistoala/toimenpideohjelmat/>>. Luettu 20.6.2024.

Lämmitysverkoston perussäätö. 2024. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <[https://www.motiva.fi/julkinen\\_sektori/kiinteiston\\_energian kaytto/lammitysverkoston\\_perussaato](https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kiinteiston_energian kaytto/lammitysverkoston_perussaato)>. Luettu 10.7.2024.

Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector. 2021. International Energy Agency.

Pariisin sopimus. 2021. Verkkoaineisto. Euroopan unionin julkaisutoimisto. <[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=LEGISSUM:paris\\_agreement](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=LEGISSUM:paris_agreement)>. Luettu 28.6.2024.

Pylsy, Petri. 2024. Energiatehokas kiinteistön pito. Teoksessa Rakennusten energiatekniikka. Helsinki: Talotekniikka-Julkaisut Oy.

SFS-EN 16212. 2012. Energiatehokkuus ja energiansäästöjen laskentamenetelmät, top-down ja bottom-up. Suomen Standardisoimisliitto.

Sopimukseen liittyneet. 2024. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimukseen-liittyneet/>>. Luettu 30.7.2024.

Sopimus. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimus/#sopimukset-toimenpideohjelmajaliittymisasiakirjat>>. Luettu 17.7.2024.

Sopimusten tulokset yhteensä. 2022. Verkkoaineisto. Motiva Oy. <<https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/tulokset/sopimusten-tulokset-yhteensa/>>. Luettu 18.7.2024.

Suomen kansallinen ilmastopolitiikka. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://ym.fi/suomen-kansallinen-ilmastopolitiikka>>. Luettu 19.6.2024.

Säästövaikutusten laskenta ja dokumentointi: Yleisiä pelisääntöjä. 2020. Verkkoaineisto. Energiavirasto, Motiva Oy. <<https://energiatehokkuussopimukset2017->

2025.fi/wp-content/uploads/Saastovaikutusten-laskenta-ja-dokumen-  
tointi\_2020.pdf>. Luettu 25.6.2024.

Tekniikat. Verkkoaineisto. ISS Palvelut Oy. <[https://www.isspalvelut.fi/kiinteiston-  
yllapitopalvelut/tekniikat](https://www.isspalvelut.fi/kiinteiston-<br/>yllapitopalvelut/tekniikat)>. Luettu 16.8.2024.

Toimitilakiinteistön kuntoarvio: Tilaajan ohje. 2019. RT 103096. Rakennustieto.  
[Toimitilakiinteistön kuntoarvio 2019: 1]

Vilkkä, Hanna. 2015. Tutki ja kehitä. Jyväskylä: PS-kustannus. [Vilkkä 2015: 1]

Vuorinen, Pekka. 2024. Euroopan unionin energiankäytön ja energiatehokkuu-  
den sääntely. Teoksessa Rakennusten energiatekniikka. Helsinki: Talotek-  
niikka-Julkaisut Oy.



## Toimija-analyysi

Toimija	Tavoite/tarve	Uudelleen muotoiltu ongelma	Ratkaisu
Toimeksiantaja	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Yhtenäiset työkalut</li> <li>- Lisää laskentaa</li> <li>- Energiatehokkuusajattelun jalkauttaminen kaikille organisaation tasoille</li> <li>- Yhtenäinen ja asiantunteva vaikutelma asiakkaalle</li> </ul>	Miten laajentaa ja kehittää laskentaa yhtenäisemmäksi?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laskuripankki yhteiseen käyttöön</li> <li>- Painopiste energiatehokkuuslaskentaan</li> <li>- Asiakastulosteiden ulkoonäön suunnittelu</li> </ul>
Kokenut laskija	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monipuoliset työkalut</li> </ul>	Miten laajentaa ja kehittää laskentaa yhtenäisemmäksi huomioiden eri käyttötilanteet?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tarpeiden kartoitus riittävän laajalta joukolta</li> <li>- Palaute- ja kehitysehdotuskanavan luominen</li> </ul>
Uusi laskija	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tukea laskentaan</li> </ul>	Miten laajentaa ja kehittää laskentaa yhtenäisemmäksi huomioiden eri käyttötilanteet ja varmistetaan kokemattomien laskijoiden ohjeistuksen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ohjedokumentti ja yhteenveto laskureista ja niiden käyttötarkoituksista</li> <li>- Laskureiden huolellinen suunnittelu laskentaa ohjaavaksi</li> <li>- Kaavojen lukitseminen</li> <li>- Esimerkkien tarjoaminen</li> </ul>
Asiakas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Laskennan luotettavuuden varmistaminen</li> <li>- Oikeat mittarit</li> <li>- Selkeät tulokset</li> </ul>	Miten laajentaa ja kehittää laskentaa yhtenäisemmäksi huomioiden eri käyttötilanteet ja varmistetaan kokemattomien laskijoiden ohjeistuksen, luotettavan laskennan ja oikeiden asioiden laskemisen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asiakkaiden tarpeiden kartoittaminen</li> <li>- Asiakastulosten suunnittelu asiakkaan tarpeiden pohjalta</li> </ul>

Kuva 1. Toimija-analyysi taulukoituna.