



Juho Raappana

Yrityksen energiakatselmuksen kohdekatselmuksen raportoinnin kehittäminen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

10.5.2023

Tiivistelmä

Tekijä:	Juho Raappana
Otsikko:	Yrityksen energiakatselmuksen kohdekatselmuksen raportoinnin kehittäminen
Sivumäärä:	35 sivua + 1 liite
Aika:	10.5.2023
Tutkinto:	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	talotekniikka
Ammatillinen pääaine:	LVI-suunnittelu
Ohjaajat:	ryhmäpäällikkö Jussi From lehtori Pasi Partonen

Opinnäytetyö käsittelee pakollisen suuren yrityksen energiakatselmukseen sisältyvän kohdekatselmuksen raportoinnin kehittämistä. Kohdekatselmusten toteuttamisessa ja raportoinnissa käytetään apuna erilaisia raportointipohjia ja aputyökaluja, joilla helpotetaan esimerkiksi säästövaikutusten laskentaa. Näiden työkalujen osalta tunnistettiin kehittämistarve.

Työn tavoitteena oli käydä läpi olemassa olevat raportointi- ja aputyökalut sekä parantaa ja päivittää materiaali sellaiseksi, että se mahdollistaa tehokkaan ja laadukkaan raportin tuottamisen kohdekatselmuksesta. Insinöörityön alussa tutustutaan energiakatselmusten ja kohdekatselmusten taustaan, lainsäädännöstä tuleviin vaatimuksiin sekä niistä laadittuihin ohjeisiin. Materiaalien kehittämistyön suuntaviivat tunnistettiin asiantuntijatyöpajassa, joka järjestettiin palvelua tuottavien asiantuntijoiden kesken. Työpajan lopputuloksena syntyivät konkreettiset kehitettävät asiat, jotka toteutettiin työn yhteydessä.

Opinnäytetyössä luotiin uusi ilmanvaihdon energiankulutuksen ja säästöjen laskennan työkalu sekä uusi aputaulukko, jolla energiankulutustiedot voidaan raportoida automaattisesti uudistetulle raporttipohjalle. Tämän lisäksi työn aikana päivitettiin aikaisemman materiaalin pohjalta kohdekatselmukseen soveltuva tarkastuslista kohdekäynnin suorittajalle. Uudet materiaalit helpottavat kohdekäynnin suorittamista ja raportointia.

Uudessa materiaalissa annettuja lähtötietoja hyödynnetään läpi raportin laatimisprosessin ja raportointia on automatisoitu soveltuvin osin. Materiaaliin on koottu raportin laatimiseen tarvittavat taustatiedot ja apumateriaalin käyttöä on yksinkertaistettu.

Avainsanat: energiakatselmus, palvelun kehittäminen, kohdekatselmus

Abstract

Author:	Juho Raappana
Title:	Improving Site Audit Reporting in Mandatory Energy Audits for Large Enterprises
Number of Pages:	35 pages + 1 appendix
Date:	10.5.2023
Degree:	Bachelor of Engineering
Degree Programme:	Building Services Engineering
Professional Major:	HVAC Design
Supervisors:	Jussi From, Group Manager Pasi Partonen, Senior Lecturer

The purpose of this bachelor's thesis was to develop tools for site audit reporting done as a part of an energy audit of a large enterprise. The goal was to review the existing reporting and auxiliary tools of the commissioning company, and to improve and update them to enable a more efficient way to draft a report that meets the statutory reporting requirements.

Firstly, energy audit and site audit legislation and other relevant material were reviewed. Previous material and reporting tools of the company were reviewed to identify the development needs, further identified in an expert workshop, organized for specialists with relevant experience.

The thesis resulted in a report template and a tool for editing and visualizing reportable data. Edited data from the tool is linked to the report template, partly automatizing the process. In addition, a check list for site visits was updated to better suit site audits, and a tool for calculating ventilation system energy consumption and savings was created.

The new materials make it easier to draft a site audit report. The initial data provided in the material is utilized throughout the report process, which is automated where applicable. The ideas presented in the thesis are already in use.

Keywords: energy audit, service development, site audit

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Suuren yrityksen pakollinen energiakatselmus	2
2.1	Tausta	2
2.2	Energiakatselmustoiminta, tausta ja sisältö	4
2.2.1	Yrityksen energiakatselmus	5
2.2.2	Kohdekatselmus	6
2.3	Katselmoijan pätevyysvaatimukset	9
3	Nykytilan kartoitus	10
4	Kehitystyöpaja	11
4.1	Kehittämistyön prosessi	12
4.2	Kehitystyöpajan valmistelu	13
4.3	Kehitystyöpajan eteneminen ja tulokset	14
5	Materiaalin kehitys	18
5.1	Kohdekatselmuksen tarkistuslista	18
5.2	Ilmanvaihdon energiankulutuksen laskentataulukko	20
5.3	Energiankulutusten ja kustannusten laskennan aputaulukko ja raportointityökalu	23
5.3.1	Perustiedot	23
5.3.2	Kulutus- ja kustannustiedot	25
5.3.3	Nykytilan kuvaus	27
5.3.4	Energiansäästötoimenpiteet	28
6	Yhteenveto	31
	Lähteet	33

Liitteet

Liite 1: Työ- ja elinkeinoministeriön asetuksen liitteen 1 vaatimukset ja muistion lisäykset

Lyhenteet

ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Yhdysvaltalainen LVI-alan yhdistys.
ETJ(+):	Energiatehokkuusjärjestelmä on yleisellä tasolla oleva energiatehokkuuden johtamisjärjestelmä, ETJ+ on työkalu energiatehokkuuden jatkuvaan parantamiseen
ISO	International Organization for Standardization on kansainvälinen voittoa tavoittelematon standardoimisjärjestö
LTO	Lämmön talteenotto
PK-yritys	Pieni tai keskisuuri yritys
SFP-luku	Specific fan power. Ilmanvaihdon ominaissähköteho kuvaa, paljonko sähkötehoa tarvitaan siirtämään 1 m ³ ilmaa sekunnissa.

1 Johdanto

Suurten yritysten pakollinen energiakatselmus on vaadittu tietyn kokoisilta yrityksiltä energiatehokkuuslain voimaantulosta lähtien, ja energiatehokkuuslaki velvoittaa yrityksiä tekemään katselmuksen neljän vuoden välein. Granlund Oy on tarjonnut suurten yritysten pakollisia energiakatselmuksia osana energiaohtamisen konsultointipalveluja aina lain voimaantulosta lähtien.

Energiatehokkuuslain tarkoituksena on edistää energiatehokkuutta. Pakolliset energiakatselmut ovat keino tuottaa tietoa yrityksen energiankulutuksesta sekä tunnistaa mahdollisuudet energian säästöön ja sen kautta myös kustannusten säästöön. Energiakatselmukseen sisältyy pakollisena osana kohdekatselmus, jonka tarkoituksena on selvittää tietyn energiankäyttökohteen, kuten rakennuksen energiankulutusprofiili ja siihen kustannustehokkaasti toteutettavat energiatehokkuustoimenpiteet. Kohdekatselmusten raportointi on säädetty asetuksella. Raportin tuottaminen asetuksessa esitettyyn muotoon vaatii mm. kulutusdatan käsittelyä taulukoiksi ja kuvaajiksi sekä energiatehokkuustoimenpiteiden laskemista kohdekatselmuksen ja rakennuksen dokumenteista saatujen lähtötietojen perusteella.

Granlundilla on aikaisemmin laadittuja apumateriaaleja palvelun tuottamiseksi, mutta johtuen lakisääteisestä neljän vuoden laatimisveloitteesta, palvelun tuottamisen apumateriaaleja ei ole jatkuvasti päivitetty. Toisaalta myös ohjelmistojen kehittyminen mahdollistaa tehokkaamman raportoinnin ja raportoinnin osittaisen automatisoinnin. Vuonna 2023 suuret yritykset laativat tai tilaavat palveluna suurten yritysten pakollisen energiakatselmuksen johtuen energiatehokkuuslain voimaantulon ajankohdasta ja neljän vuoden laatimisvälistä. Näistä lähtökohdista syntyi opinnäytetyön aiheena oleva kehittämistarve.

Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää olemassa olevan materiaalin nykytila, jota Granlundilla on käytetty suurten yritysten energiakatselmuksen osana olevien kohdekatselmusten laatimiseen. Nykytilan kartoittamisen jälkeen insinööriyössä pyritään löytämään kehityskohteita palvelun tuottamisen ja raportoinnin tehostamiseksi sekä laadun ja palvelun ulkoasun yhtenäistämiseksi. Materiaalilla tarkoitetaan erilaisia raportointi- ja laskentapohjia. Kehityskohteet on tarkoitus tunnistaa yhdessä Granlundilla toimivien energia-asiantuntijoiden kanssa, joiden työtehtävänä on laatia suurten yritysten pakollisia energiakatselmuksia. Kehityskohteiden tunnistamisen pohjalta tuotetaan päivitetyt materiaalit asiantuntijoiden käyttöön. Työn lopputuloksena syntyy päivitetty materiaali, jolla palvelua tullaan jatkossa toteuttamaan.

2 Suuren yrityksen pakollinen energiakatselmuks

Energiakatselmuksesta ja sen toteuttamisesta on säädetty kansallisesti laissa ja asetuksissa. Lainsäädännön lisäksi energiakatselmuksista on tuotettu tulkintaa ja raportin laadintaa helpottavia ohjeita lain toteuttamista valvovan viranomaisen Energiaviraston toimesta.

2.1 Tausta

Vuonna 2015 voimaan tullut energiatehokkuuslaki (Energiatehokkuuslaki 1429/2014) velvoittaa suuria yrityksiä tekemään energiakatselmuksen neljän vuoden välein. Energiakatselmuksessa selvitetään yrityksen tai konsernin kaikkien toimipaikkojen energian käyttöä sekä tunnistetaan sen energiansäästöpotentiaalia (Energiakatselmuks). Katselmukseen sisältyy myös kohdekatselmuksia, joiden tarkoituksena on saada yksityiskohtaisempaa tietoa kohteen energiankulutuksesta ja energiatehokkuustoimenpiteistä.

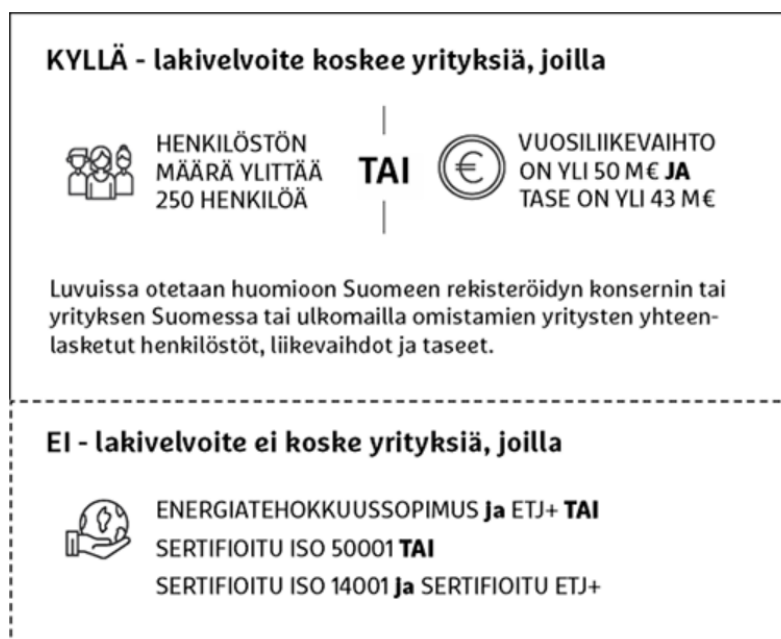
Energiavirasto toimeenpanee ja hallinnoi suurten yritysten pakollisia energiakatselmuksia. (Energiatehokkuussopimukset ja -katselmukset).

Lakivelvoite koskee suuria yrityksiä, joiden työntekijämäärä on yli 250 tai joiden liikevaihto on yli 50 miljoonaa euroa ja joiden tase on yli 43 miljoonaa euroa.

Energiavirasto tarkentaa velvoitetta seuraavasti:

Määrittelyssä otetaan huomioon Suomessa rekisteröidyn konsernin tai yrityksen sekä sen Suomessa tai ulkomailla omistamien yritysten yhteenlasketut työntekijät, liikevaihdot ja taseet. Jos yritys määritellään suureksi yritykseksi, niin sen kaikki Suomessa omistamat yritykset kuuluvat velvoitteen piiriin. (Energiakatselmukset).

Suuren yrityksen katsotaan täyttävän energiatehokkuuslain 6 §:n vaatimukset pakollisesta energiakatselmuksesta, jos se kuuluu energiatehokkuussopimukseen ja käyttää energiatehokkuusjärjestelmää ETJ+. Järjestelmän ei tarvitse olla tässä tapauksessa sertifioitu. Vaihtoehtoisesti yrityksellä voi olla käytössä akkreditoidun toimielimen ISO 14001 -standardin mukaisesti sertifioitu ympäristöhallintajärjestelmä sekä sertifioitu ETJ+ -järjestelmä. Sertifioitu ISO 50001 -energianhallintajärjestelmä vapauttaa myös suuren yrityksen katselmusvelvoitteesta. (Energiatehokkuusjärjestelmä:2014 (ETJ+) 2015). Kuvassa 1 on selkeytetty lakivelvoitteen määräytymistä ja sen täyttymistä muilla järjestelyillä.



Kuva 1. Lakivelvoitteen määräytyminen (Energiakatselmukset).

Energiavirasto on julkaissut myös suurten yritysten energiakatselmuksiin liittyvän ”Kysymykset ja vastaukset” -asiakirjan, joka vastaa lakivelvoitteen määrittelyyn liittyviin tarkentaviin kysymyksiin esimerkiksi kansainvälisten toimintojen osalta. (Suurten yritysten energiakatselmukset, kysymykset ja vastaukset 2022.)

2.2 Energiakatselmustoiminta, tausta ja sisältö

Yrityksen pakollinen energiakatselmus pitää sisällään yrityksen tai konsernin energiankäytön analysoinnin. Energiatehokkuuslain 4. pykälä määrittelee yrityksen energiakatselmuksen seuraavasti:

Yrityksen energiakatselmus on järjestelmällinen menettely, jolla saadaan riittävästi tietoa koko konsernin tai yrityksen energiankulutusprofiilista, tunnistetaan mahdollisuudet kustannustehokkaaseen energiansäästöön, määritetään säästön suuruus ja raportoidaan katselmuksen tuloksista. Yrityksen energiakatselmuksessa otetaan huomioon kaikki yrityksen energiankäyttökohteet, joita ovat rakennukset, teollinen ja kaupallinen toiminta sekä liikenne. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014.)

Tämän lisäksi katselmuksen tulee sisältää riittävä määrä kohdekatselmuksia, joka on määritelty

—järjestelmälliseksi menettelyksi, jolla saadaan yksityiskohtaista tietoa energiankäyttökohteen energiankulutuksen rakenteesta ja jonka avulla voidaan esittää ehdotukset kustannustehokkaasti toteutettavista energiatehokkuustoimista. Kohdekatselmus tehdään rakennukseen, rakennusryhmään, teollisuuslaitokseen tai sen osaan, kuljetusketjuun taikka muuhun yksittäiseen energiankäyttökohteeseen. (Energiatehokkuuslaki 1429/2014, 5§.)

Ennen energiatehokkuuslain voimaantuloa Suomessa ei ole ollut lainsäädäntöä energiakatselmuksista. Energiakatselmuksia on tehty vuodesta 1992 lähtien vapaaehtoisesti, ja ne ovat olleet tärkeä osa kansallista energiatehokkuuspolitiikkaa (Kumpuvaara 2015). Energiatehokkuuslailla pannaan täytäntöön energiatehokkuusdirektiivi (2012/27/EU), jonka myötä energiakatselmukset tulivat pakollisiksi suurille yrityksille. Aiemmin energiakatselmustoiminta on ollut kokonaan vapaaehtoista, esimerkiksi työ- ja elinkeinoministeriön tukemat ns. Motiva-malliset katselmukset (HE 182/2014).

Nykyään energiakatselmustoiminta jaetaan Suomessa vapaaehtoiisiin, tuettuihin katselmiin kunnille ja PK-yrityksille sekä pakollisiin energiatehokkuuslain (1429/2014) velvoittamiin katselmiin suurille yrityksille (Energiakatselmustoiminta 2023). Suurten yritysten pakollisten energiakatselmusten osalta Energiavirasto vastaa energiatehokkuuslain toimeenpanemisesta sekä katselmoijien pätevöittämisestä laadunvarmistuksen ja valvonnan muodossa (Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma 2017).

2.2.1 Yrityksen energiakatselmus

Yrityksen energiakatselmuksen sisällöstä on säädetty energiatehokkuuslain (1429/2017) 8. pykälässä. Energiavirasto on laatinut esimerkkiraportin yrityksen energiakatselmuksen sisällöstä, jossa kerrotaan energiakatselmuksen sisältö otsikkotasolla ja annetaan yleisohjeita raportin sisällöstä. Yrityksen energiakatselmuksessa tulee kuvata yleisesti yrityksen energian käyttöön

liittyviä tietoja sekä kuvata yrityksen energia- tai ympäristöjohtamisjärjestelmiä, tavoitteita ja vastuita. Katselmusraporttiin kuvataan koko yrityksen kaikkien energiankäyttökohteiden (kuten toimipaikkojen tai kuljetusten) kulutustiedot energialajeittain vähintään yhden vuoden ajalta. Tämä pitää sisällään esimerkiksi myös polttoaineen kulutuksen raportoinnin. Yrityksen energiakatselmuksen tulee sisältää tietty määrä kohdekatselmuksia ja niiden raportit tulee liittää osaksi yrityksen energiakatselmusraporttia. Kohdekatselmusten määrä suhteutetaan energiankäyttökohteiden ja energiankäytön mukaan. Katselmukseen on sisällytettävä myös yrityksen energiatehokkuutta parantavat, tehdyt, suunnitteilla olevat tai lisäselvitystä vaativat toimenpiteet sekä suunnitelma seuraavaan energiakatselmukseen sisältyvistä kohdekatselmuksista ajankohtineen. (Tiivistelmä suuren yrityksen energiakatselmuksesta 2018; Yrityksen energiakatselmuksen esimerkkiraportti.)

2.2.2 Kohdekatselmus

Kohdekatselmusten vähimmäisvaatimuksista säädetään valtioneuvoston asetuksessa energiakatselmuksissa 20/2015. Asetuksessa todetaan, että

katselmuskohde on käytävä läpi riittävän edustavasti ja riippumattomasti, jotta katselmuksen perusteella voidaan muodostaa luotettava kuva kohteen energiankulutuksesta, kulutuksen jakaumasta, energiakustannuksista ja kokonaisenergiatehokkuudesta (Valtioneuvoston asetus 20/2015).

Muut vähimmäisvaatimukset kuvaavat katselmuksen toimenpiteitä, niiden säästövaikutuksia, kuvaamisen selkeyttä ja laskelmien luotettavuutta. Viimeisessä vaatimuksessa todetaan, että katselmoitavissa kohteissa on tehtävä riittävä määrä mittauksia. Vaatimusten osalta voidaan löytää tarkentavia ohjeita ja asetuksia. Riippumattomuudesta todetaan esimerkinomaisesti niin, että prosessinhoitaja ei saa katselmoida omaa prosessiaan, mutta toisen prosessin hoitaja voi suorittaa katselmoinnin. Perusteena on se, että henkilö voi tulla sokeaksi omalle työlleen. (Suurten yritysten energiakatselmuksset, kysymykset ja vastaukset 2022.) Toimenpiteiden vähimmäisvaatimuksia avataan myöhemmin työ- ja elinkeinoministeriön asetuksessa 41/2015.

Mittausten osalta valtioneuvoston asetuksen perustelumuistiossa (Kumpuvaara 2015), todetaan että mittauksia olisi tehtävä riittävä määrä riippumatta toimialasta tai kohteen rajauksesta. Samalla todetaan, että erillismittausten lisäksi luotettavaa tietoa voidaan saada kiinteistö- tai prosessiautomaatiojärjestelmistä, energiankulutuksen seurantajärjestelmistä tai muusta luotettavasta ajan tasalla olevasta lähteestä.

Valtioneuvoston asetuksen (20/2015) 3 §:n mukaan kohdekatselmuksilla katetun energian tulee vastata vähintään kymmentä prosenttia yrityksen kokonaisenergian käytöstä. Sähköä ja lämpöä tuottavan yrityksen tai konsernin on vastattava viittä prosenttia kokonaisenergiankäytöstä. Vaihtoehtoisesti kohdekatselmusten määrä on laskettava asetuksessa annetun laskentaohjeen mukaan rakennusten tai toimipaikkojen määrästä. Rakennukset, joiden ostoenergian kustannukset ovat alle 15 000 € vuodessa tai joiden pinta-ala on alle 500 m², voidaan jättää tarkastelun ulkopuolelle.

Kohdekatselmuksen sisällöstä ja Energiavirastolle toimitettavista tiedosta on säädetty työ- ja elinkeinoministeriön asetuksessa kohdekatselmusten raportoinnista. Asetuksen mukaan kohdekatselmuksen (41/2015) tulee sisältää yrityksen ja kohteen perustiedot, energian kulutus- ja kustannustiedot energialajeittain sekä kulutuksen jakautuminen laiteryhmittäin tai kulutuskohteittain. Kulutus- ja kustannustiedot tulee esittää vuosikulutuksina kolmelta edelliseltä vuodelta sekä kuukausikulutuksena edeltävän 12 kuukauden osalta tietojen ollessa saatavilla. Asetusehdotuksen muistiossa todetaan, että raportissa kulutuksien jakautumisesta tulisi tehdä sanalliset johtopäätökset sekä kommentoida arvioinnin ja laskennan luotettavuutta ja tarkkuutta (Rittonummi 2015). Raportissa on esitettävä merkittävimpien osakuormien tai järjestelmien energiakulutukset ja kustannukset sekä

tarve ja käyttö

järjestelmän ja laitteen energiatehokkuus

ohjaustapa ja sen soveltuvuus sekä ohjauksen toimivuus

säätötapa ja sen soveltuvuus sekä säädön toimivuus

toimintaparametrit ja niiden tarkoituksenmukaisuus, kuten
asetusarvot ja käyntiajat

energiatalouden tehostamismahdollisuudet. (Työministeriön
asetuksen mukaan 41/2015).

Näiden lisäksi raporttiin on kuvattava kohteen energianseuranta, käyttö- ja huolto-organisaation toiminta energiatalouden näkökulmasta sekä näiden mahdolliset kehittämistoimenpiteet. Energiansäästötoimenpiteiden osalta raportissa on esitettävä energiansäästötoimenpiteet ”niin tarkasti ja kattavasti että yrityksellä on mahdollisuus tehdä toimenpiteestä toteuttamispäätös”. (Työ- ja elinkeinoministeriön asetus kohdekatselmusten raportoinnista 41/2015.)

Asetuksen mukaan toimenpide-ehdotuksiin tulee sisällyttää soveltuvien osien alla olevat tiedot:

toimenpiteen kuvaus

suure, johon muutos vaikuttaa

suureen arvot ennen ja jälkeen ehdotetun toimenpiteen

energiankulutus energialajeittain ennen ja jälkeen ehdotetun toimenpiteen niiden energialajien osalta, joiden kulutukseen kyseinen toimenpide vaikuttaa

säästöarvio energialajeittain ennen ja jälkeen ehdotetun toimenpiteen

arvio toimenpiteen kokonaisinvestoinneista suunnittelu- ja käyttöönottokustannuksineen

toimenpiteen kannattavuuslaskelma

toimenpiteen mahdolliset muut vaikutukset, kuten vaikutukset tuotannon määrään, terveysvaikutukset ja huoltokustannukset. (Työministeriön asetus kohdekatselmusten raportoinnista 41/2015.)

Näiden lisäksi raporttiin tulee esittää säästötoimenpiteet, joille ei voi katselmuksen perusteella esittää säästö- tai investointilaskelmia täsmällisesti.

Työ- ja elinkeinoministeriön asetuksen ehdotusmuistiossa (Ritnummi 2015) raportin sisällön vaatimuksia on tarkennettu. Yllä olevat asiat on kuvattu asetuksen liitteessä 1 ”kohdekatselmusraportin sisältö”. Asetuksen liite kohdekatselmuksen sisällön vaatimuksista ja niiden tarkennuksista sekä asetuksen muistiossa annetut tarkennukset on esitetty kokonaisuudessaan opinnäytetyön liitteenä 1.

Asetuksen liitteessä 2 on kuvattu myös Energiavirastolle toimitettavat tiedot kohdekatselmusraportilta. Raportoitavia tietoja ovat mm. perustiedot, energiankulutustiedot veden ja energian osalta energialajeittain, energiatoimenpiteiden kuvaus, niiden energiansäästövaikutukset, investointikustannukset ja kannattavuus suorana takaisinmaksuaikana sekä toteutuksen vaihe. Jos toimenpiteille lasketaan elinkaarikustannukset, tulee sen tulokset liittää myös raportille. Kyseiset tiedot raportoidaan Energiaviraston laatimalla kohdekatselmusten seurantatietojen raportointilomakkeella. Liitteen kohdassa 2 ja 3 annetaan myös erillisiä vaatimuksia voimalaitoksille tai kohteille, jotka sisältävät voimalaitoksen sekä kohteille, jotka sisältävät kaukolämmön tuotannon, siirron tai jakelun. Liite 2:n kohdat 2 ja 3 eivät ole kuitenkaan oleellisia opinnäytetyön kannalta, koska kehitystyön lopputulos on tarkoitettu pääasiassa kiinteistöjen kohdekatselmusten tekemiseen.

2.3 Katselmoijan pätevyysvaatimukset

Energiakatselmuksen vastuuhenkilönä saa toimia henkilö, joka on suorittanut yrityksen energiakatselmuksen pätevyyskoulutuksen ja jonka pätevyys on todettu Energiaviraston toimesta. Vastuuhenkilön tehtävänä on vastata energiakatselmuksen vaatimustenmukaisuudesta. Vastuuhenkilönä voi toimia yrityksen oma työntekijä tai ulkopuolinen konsultti. (Energiakatselmukset.)

Koulutukseen on pätevyysvaatimukset. Koulutukseen osallistuvalla tulee olla joko vaadittu tutkinto tai sen korvaava työkokemus. Kohdekatselmusten osalta ei ole muodollista pätevyysvaatimusta kohdekatselmuksen suorittajalle (Pakollinen suuren yrityksen energiakatselmus 2020). Energiakatselmuksen vastuuhenkilö vastaa aina siitä, että kohdekatselmukset on toteutettu laadukkaasti ja vaatimusten mukaisesti.

3 Nykytilan kartoitus

Nykytilan kartoitus toteutettiin hakemalla energiakatselmuksen eri dokumentteja eri tietolähteistä ja tutustumalla aiemmin tehtyjen kohdekatselmusten taustamateriaaleihin ja raportteihin. Kohdekatselmuksiin liittyvää materiaalia haettiin Granlundin verkkolevyltä sekä tiedonhallintajärjestelmästä. Palvelun toteuttamiseen liittyviä dokumentteja ovat tarjouspohja, kohdekäynnin tarkistuslista, energiankulutusten ja kustannusten aputaulukko sekä raporttipohja. Tarjouspohjassa on kuvattuna tarvittavat lähtötiedot energiakatselmukseen liittyvän kohdekäynnin osalta. Riittävät lähtötiedot ovat edellytys laadukkaasti kohdekatselmuksen raportin tuottamiselle. Lähtötietoina asiakkaalta pyydetään mm. energiankulutustiedot ja energian kustannustiedot esimerkiksi laskujen muodossa. Kiinteistön teknisen dokumentaation osalta pyydetään mm. valaisinluettelo, IV-konekortit ja LVI-järjestelmien koneluettelot. Tarjouspohja on päivitetty ja ajantasainen.

Varsinaisella kiinteistössä tehtävällä kohdekäynnillä asiantuntijalla on mukanaan kohdekäynnin tarkastuslista, jota ei ole alun perin suunniteltu suuren yrityksen energiakatselmusta varten, vaan on yleisluontoinen energiatehokkuuskatselmuksen kohdekäynnin tarkastuslista kohteessa tehtävää tiedonkeruuta tukemaan. Lomakkeessa on listattuna teknisten järjestelmien ominaisuuksia, ja niitä on täydennetty kommentteilla ja apukysymyksillä.

Energian kulutus- ja kustannustietojen laskentaan ja raportointiin on käytössä exceltaulukko, johon lisätään kohteen kulutus- ja kustannustiedot sekä kohteen

perustiedot. Taulukolla voi laskea kiinteistön eri järjestelmien energiankulutuksia, jotka visualisoidaan yleensä graafiksi tai taulukoksi. Taulukossa on pohjat mm. energiankulutusten raportointiin, järjestelmien osakuormien laskentaan sähkön ja lämmityksen osalta, veden kulutuksen jakautuminen sekä näiden laskentaan tarvittavia kaavoja.

Kohdekatselmuksen varsinainen raportti on word-dokumentti, jossa on otsikkotasolla ja valmiiksi esitetyä esimerkkitekstiä kyseisen kohdan keskeisistä raportoitavista asioista. Aputaulukon tiedot, kuten kuvaajat ja taulukot, siirretään manuaalisesti excelpohjasta raportointipohjaan.

Energiansäästötoimenpiteiden laskentaan käytössä on ilmanvaihtokoneiden kulutusta laskeva exceltaulukko, joka on Granlundin kehittämä. Taulukolla voi laskea ilmanvaihtokoneiden sähkön ja lämmön kulutuksen sekä esimerkiksi aikaohjelmien muuttamisesta syntyvät säästöt. Säästölaskentaan voidaan käyttää myös energiatehokkuussopimusten säästölaskentaan käytettävää laskentaesimerkkipohjaa (Säästöjen laskenta 2020) yksinkertaisempien säästötoimenpiteiden osalta. Tämän lisäksi asiantuntijoilla on käytössä omia laskentapohjia esimerkiksi lämpöpumppujen ja aurinkopaneeleiden säästöjen ja investoinnin takaisinmaksuaikojen laskentaan. Energiavirastolle raportoitavat tiedot täytetään Energiaviraston toimittamalla pohjalla. Pohjan energiansäästötaulukko liitetään kohdekatselmukseen.

4 Kehitystyöpaja

Materiaalien kehitystarve on sisäisesti tunnistettu jo aiemmin. Opinnäytetyön aiheeksi se valikoitui allekirjoittaneelle vuonna 2022. Kohdekatselmuksen raportoinnin haasteista ja kehittämisestä on keskusteltu palvelua tuottavien asiantuntijoiden kesken jo ennen opinnäytetyön aloitusta.

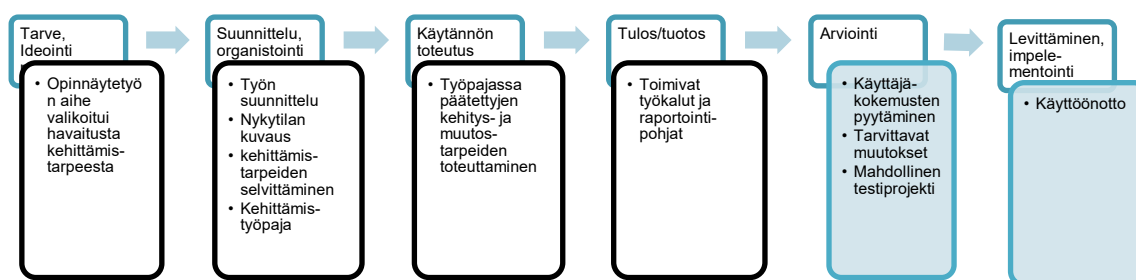
4.1 Kehittämistyön prosessi

Kehittämistyön prosessia on jäsennelly Salosen ym. (2017: 52) kehittämistoiminnan vaiheiden mukaan, joita ovat nykytoiminnan kehittämistarpeiden tunnistaminen, ideointivaihe, suunnitteluvaihe, toteutusvaihe, tulos ja tuotos, arviointivaihe ja viimeiseksi päätös vaihe.

Kehitystarpeen toteamisen jälkeen ideoitiin ja suunniteltiin, millä tavalla päästään kiinni kriittisimpiin kehitystarpeisiin. Suunnittelu- ja ideointivaihe aloitettiin tutustumisella pakollisen suuren yritysten energiakatselmusten lainsäädäntöön, vaatimuksiin ja kirjallisuuteen, joka on kuvattu insinööriyön alussa. Tämän jälkeen selvitettiin olemassa olevan materiaalin nykytila.

Nykytilan selvittämisen jälkeen suunniteltiin menetelmä, jolla keskeisimmät kehitystarpeet saataisiin tunnistettua ja siten tuotettua opinnäytetyöllä mahdollisimman suurta lisäarvoa. Kehittämistarpeiden tunnistaminen päätettiin toteuttaa työpajatyöskentelynä, johon osallistui niitä asiantuntijoita, jotka työskentelevät kyseisen palvelun parissa. Työpajassa oli tarkoitus tunnistaa kehitys- ja muutostarpeet sekä tehdä päätökset siitä, mitä ja miten palvelun tuottamiseen tarkoitettuja työkaluja tullaan konkreettisesti kehittämään. Nämä kehitystarpeet tullaan toteuttamaan opinnäytetyössä.

Kuvan 2 kuviossa prosessia on jäsennelly Salosen ym. (2017) kehittämistoiminnan vaiheita kuvaavan kehittämistoiminnan etenemisen mallin mukaan.



Kuva 2. Kehittämistyön eteneminen ja tavoitteet

Malliin on kuvattu työhön sisältyvät vaiheet ja tavoitteet. Opinnäytetyö sisältää ensimmäiset neljä vaihetta. Arviointi- ja implementointivaiheet jätetään opinnäytetyön ulkopuolelle, koska arviointivaihe tulee kestäämään mahdollisesti vuoden loppuun.

4.2 Kehitystyöpajan valmistelu

Kehitystyöpajan tarkoituksena oli tunnistaa merkittävimmät kehitystarpeet ja muodostaa yhtenäinen ajatus siitä, miten materiaaleja voidaan kehittää niin, että kehityksestä saadaan haluttu lisäarvo. Kehitystyöpaja toteutettiin 13.3.2023 Microsoft Teamsin välityksellä. Työpajaan osallistui viisi asiantuntijaa (opinnäytetyön tekijä mukaan lukien), jotka työskentelevät suurten yritysten pakollisten energiakatselmusten parissa.

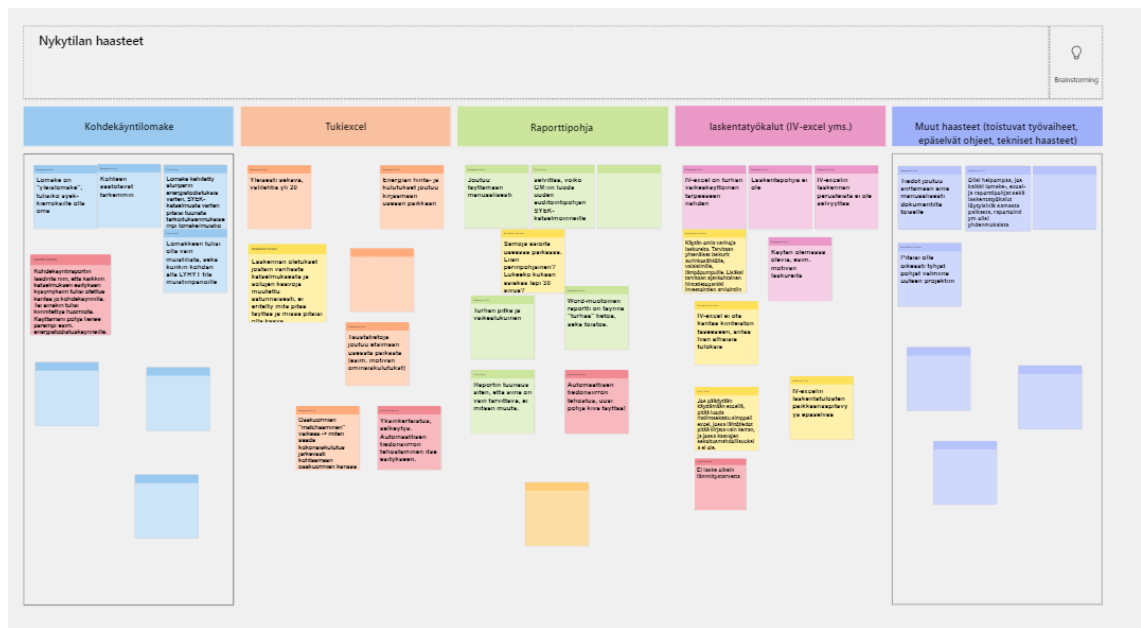
Työpaja toteutettiin Microsoft Whiteboard -alustaa käyttäen, jonne luotiin erilaisia teemoja apukysymyksineen. Whiteboard on Microsoft 365:n digitaalinen yhteistyöalusta, joka mahdollisti osallistavan työpajan toteuttamisen. Ennen työpajaa suunniteltiin työpajan kulku ja luotiin Whiteboardiin pohja työpajan toteuttamiselle. Kehitystyöpajassa käsiteltiin kolmea kokonaisuutta, jotka olivat nykytilan haasteet, nykytilan parantamisen ideointi ja päätökset konkreettisista kehitettävistä asioista.

Nykytilan haasteiden tunnistamista varten Whiteboard-sovellukseen luotiin taulukko, johon kirjattiin aivoriihessä syntyneitä ideoita. Taulukot oli jaettu seuraaviin välilehtiin: ”kohdekäyntilomake”, ”tukiexcel” (viittaa excelpohjaiseen aputaulukoon, johon on koottu energiakulutus- ja kustannustietoja aiemmin), ”raportointipohja”, ”laskentatyökalut” sekä ”muut haasteet”. Muiden haasteiden osalta kokonaisuutta tarkennettiin vielä aputeemoilla ”toistuvat työvaiheet, epäselvät ohjeet, tekniset haasteet”.

Nykytilan parantamisen ideointiin tehtiin erilliset ideointitaulukot aiheella ”Ideoita nykytilan parantamiseksi”. Taulukot oli jaoteltu energiakatselmuskaavioille, raporttipohjalle, laskentatyökaluille ja laadulle. Kehitettäville kohteille luotiin oma

taulukko, johon toteutettavat ideat ja kehitysehdotukset tulvaisiin siirtämään työpajan lopuksi. Nämä kehitysehdotukset muodostavat insinööriyössä tuotettavan lopputuloksen kehittämisen suuntaviivat.

Kuvassa 3 on kuvakaappaus Whiteboardista, jossa näkyy nykytilan haasteiden täytetty taulukko otsikkotasolla. Kuvalla on tarkoitus avata työpajan toteutustapaa.



Kuva 3. Whiteboard-sovellus ja aivoriien tekninen toteutus

Whiteboard-sovellus mahdollistaa sen, että jokainen osallistuja pystyy itse lisäämään ja muokkaamaan materiaalia. Jokaiselle osallistujalle annettiin muokkausoikeudet, jotta he pystyivät lisäämään "tarralapuilla" omat ajatuksensa teemoittain.

4.3 Kehitystyöpajan eteneminen ja tulokset

Kehitystyöpaja aloitettiin lyhyellä katsauksella kohdekatselmusten raportoinnin vaatimuksiin ja keskeisiin vaatimuksiin, jotka on esitetty työ- ja elinkeinoministeriön asetuksen 41/2015 liitteessä 1. Tämän lisäksi käytiin läpi opinnäytetyön liite 1, joka sisältää valmistelumuistiossa olevat tarkennukset

asetuksen sisältöön. Molemmista dokumenteista oli myös liitetty kuvakaappaukset Whiteboardille taustamateriaaliksi. Sen jälkeen käytiin läpi nykytilan kuvauksessa mainitut dokumentit pintapuolisesti, sillä materiaali oli osallistujille tuttua ja työpajan osallistujat olivat käyttäneet materiaalia kohdekatselmusten osalta aikaisemmin. Alustuksen jälkeen tunnistettiin nykytilan haasteita käytettävissä olevan materiaalin osalta. Työpajan jäsenille annettiin aikaa lisätä itsenäisesti Whiteboardin taulukkoon kokemiaan haasteita. Kun osallistujat olivat tehneet haluamansa kirjaukset, käytiin tulokset keskustellen yhdessä läpi. Tämän jälkeen toimittiin vastaavasti kehittämisideoiden osalta.

Nykytilan haasteet ja niiden vastaavat kehitysideoita on esitetty taulukossa 1 ja ne on puhtaaksi kirjoitettu niin, että ne sopivat kysymyksen asetteluun (niin, että haaste/ongelma kuvataan taulukossa).

Taulukko 1. Kehitystyöpajan tulokset

Materiaali	Nykytilan haasteet	Kehitysideoita nykytilan parantamiseksi
Kohdekatselmuslomake	<ul style="list-style-type: none"> • Lomake on muodoltaan yleislomake, ei kehitetty energiakatselmuksia silmällä pitäen • Kohdekäyntilomake ei seuraa energiakatselmuksen raportoinnin sisältöä • Kohdekatselmuslomake ei ohjaa ottamaan kantaa kohdekatselmuksen vaatimukseen kierroksen aikana 	<ul style="list-style-type: none"> • Kohdekatselmuksille oma räätälöity apulomake, joka tukee paremmin kohdekatselmuksen raportin tavoitteita

Materiaali	Nykytilan haasteet	Kehitysideat nykytilan parantamiseksi
Energiankulutukset ja kustannukset -aputaulukko	<ul style="list-style-type: none"> • Taulukko vaikeaselkoinen, välilehtiä on yli 20 • Samoja tietoja (kuten energiankulutuksia ja hintoja) joutuu kirjaamaan useaan paikkaan • Laskennan oletuksia ei ole riittävästi avattu • Pohjassa ei ole selkeästi osoitettu, mihin tietoa pitäisi/ei pitäisi kirjata • Laskennassa käytettäviä taustatietoja joutuu etsimään useista lähteistä • Tiedot joutuu siirtämään manuaalisesti raportille 	<ul style="list-style-type: none"> • Lomakkeen päivittäminen niin, että lähtötiedot syötetään yhteen paikkaan vain kerran ja lähtötietojen hyödyntäminen koko raportissa • Aputaulukot, kuten Motivan ominaiskulutukset, keskilämpötilat, lämmitystarveluvut yms. valmiina taulukossa • Aputaulukon yleinen selkeyttäminen, vähemmän välilehtiä
Raporttipohja	<ul style="list-style-type: none"> • Pohjan joutuu täyttämään pääosin manuaalisesti • Raportti on pitkä ja vaikealukuinen • Raportissa on turhaa tietoa ja toistoa 	<ul style="list-style-type: none"> • Raportointi powerpoint-tiedostomuodossa • Automaattisesti siirtyvät taulukot lukittuihin paikkoihin
Laskentatyökalut	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmanvaihdon energiankulutuksen laskuri on vaikeakäyttöinen, laskennan oletukset ei kuvattu riittävästi • Yhtenäistä käytäntöä ei ole, käytetään omia laskureita 	<ul style="list-style-type: none"> • Ilmanvaihdon energiankulutuksen laskentataulukon päivittäminen/uudistaminen • Energiansäästö-laskennan ja laskinten lisääminen yhteen aputaulukkoon
Muut haasteet	<ul style="list-style-type: none"> • Tyhjät pohjat ei valmiina uusiin projekteihin • Aputyökalut ei yhdessä paikassa 	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumenttien ylläpito ja jalkauttaminen

Viimeisessä vaiheessa kehitysehdotusten pohjalta päätettiin keskustellen ne suuntaviivat, joilla materiaaleja kehitetään opinnäytetyön osalta. Seuraavat konkreettiset toimenpiteet päätettiin toteuttaa insinöörityön aikana:

- Kohdekäynnille muistilistatyyppinen suuren yrityksen pakollisiin energiakatselmuksiin tarkoitettun lomakkeen laatiminen.
- Energiankulutuksen ja -kustannusten aputaulukon uudelleen laatiminen niin, että
 - Taulukkoon laitetaan lähtötiedot vain kerran, ja lähtötietojen avulla lasketaan automaattisesti kaikki tarvittavat asiat, jotka ovat niiden avulla laskettavissa
 - Taulukon yksinkertaistaminen niin, että taulukko on helppokäyttöinen
 - Selkeä ohjeistus taulukon täyttöön
 - Julkisista lähteistä saatavien lähtötietojen, kuten säädatan, pysyvyysskäyrien, ominaiskulutusten yms. lisääminen aputaulukkoon
 - erilaisten järjestelmien tyypillisten energiankulutusten tietojen tuominen suoraan taulukkoon.
- Raportin tiedostomuodon päivittäminen powerpointiksi
 - Raportti tehdään niin, että excel-tilukosta kaikki tarvittavat kulutus- ja kustannustiedot sekä muut taulukot ja kuvaajat siirtyvät automaattisesti lukituille paikoille
- Energiansäästölaskennan työkalujen luonti
 - Ainakin ilmanvaihdon energiankulutuksen ja säästöjen laskennan aputaulukon selkeyttäminen tai tekeminen uudelleen.

Visiona lopputilanteesta oli se, että työn tekemiseen tarvitaan ainoastaan yksi exceltaulukko, joka sisältää kaiken laskennan ja raportoinnin mahdollistavan tiedon. Tarvittavat tiedot siirtyvät suoraan asiakkaan raportille.

5 Materiaalin kehitys

5.1 Kohdekatselmuksen tarkistuslista

Kohdekatselmuksen tarkistuslista on apulomake, joka on tarkoitettu otettavaksi mukaan kohdekäynnille. Kohdekäynnin tarkistuslista nimensä mukaisesti listaa erilaisia asioita, joista kohdekäynnin aikana tulee kerätä tietoa raportointia varten. Listan tehtävänä on helpottaa katselmoijaa dokumentoimaan kaikki tarvittavat asiat kohdekatselmuksen aikana. Kohdekäyntien tueksi aikaisemmin käytössä ollut tarkistuslista ei kehitystyöpajan perusteella täysin vastannut suurten yritysten kohdekatselmuksen vaatimuksia. Olemassa olevaa listaa on käytetty pohjana kehitykselle, sillä se sisältää valmiiksi suuren osan keskeisistä tarkastettavista kokonaisuuksista. Olemassa oleva tarkistuslista päivitettiin soveltuvammaksi suuren yrityksen energiakatselmuksen kohdekatselmustoimintaan.

Lista sisältää apukysymyksiä ja ohjeita erilaisten järjestelmien systemaattiseen tarkasteluun. Listalla on alun perin otsikkotasoisesti kysymyksiä kohteen perustiedoista, sen rakenteista, lämmityksestä ja jäähdytyksestä, käyttövedestä, ilmanvaihdosta, sähköjärjestelmistä. Tämän lisäksi siinä on aputaulukko ilmanvaihtokoneiden tietojen kirjaamiseksi. Tarkistuslistaa päivitettiin sekä lisäämällä otsikkotason kokonaisuuksia että muuttamalla ja lisäämällä apukysymyksiä otsikkotason kokonaisuuksien alle.

Otsikkotasolla taulukkoon lisättiin kohta ”rakennusautomaatio ja ohjaustavat”. Vaikka alkuperäinen lista ottaa kantaa apukysymyksissä ohjaustapoihin ja automaatioon, se erotettiin omaksi kokonaisuudekseen, koska kokemusperäisesti automaation tiedot tulee dokumentoida huolella laadukkaan tarkastelun ja laskennan taustatiedoksi. Tarkistuslistalla ohjeistetaan kuvaamaan kaikki grafiikkakuvat sekä erilaisten järjestelmien säätötavat, säätökäyrät, asetusarvot jne. Tämän lisäksi ohjeistetaan kirjaamaan tiedot automaatiojärjestelmän mallista, iästä, sekä arviota sen toimivuudesta kiinteistön ohjauksessa.

Otsikkotasolla tarkastuslistaan lisättiin myös ”Energian mittaus, seuranta ja energiankäytön jakautuminen”. Kokonaisuus ei ollut aiemmassa tarkistuslistassa riittävän yksiselitteinen. Lista ohjeistaa selvittämään mahdolliset alamittaukset vuokralaisten osalta ja selvittämään mittaroinnin laajuuden sekä laiteryhmäkohtaisten mittaustietojen olemassaolon. Mittaroinnin osalta todennäköistä on, että tarvittavat tiedot saadaan jo lähtötietoina, sillä usein energiankulutustiedot pystytään hakemaan itse järjestelmistä, kuten Granlund Managerista tai vastaavista järjestelmistä, joihin kerätään kulutusdataa. Granlund Manager on kiinteistön ylläpitoprosessien ja tiedonhallintaan tarkoitettu ohjelmisto, johon sisältyy myös energianhallintatoiminnallisuus (Granlund Manager 2021). Tyypillistä on, että projektin ajaksi yrityksen energianhallintajärjestelmään pyydetään vierailijatunnukset, joilla kohdekatselmuksen kohteena olevien kiinteistöjen tietoja voidaan tarkastella.

Sähköjärjestelmiin lisättiin apukysymykset hissien ja liukuportaiden määristä sekä keittiölaitteista. Näiden osalta ohjeistettiin keräämään tiedot laitteiden määristä ja iästä. Pääsulakkeen koko sekä loistehon kompensointi lisättiin myös omiksi kysymyksiksi. Valaistukselle lisättiin aputaulukko tilatyypikohtaisten valaisutehojen arvioimisen helpottamiseksi. Aputaulukon ohjeistustekstissä pyydetään arvioimaan erilaisten tilojen valaisintyyppi ja teho sekä laskemaan tilan valaisinten lukumäärä. Tila täytyy myös yksilöidä niin, että sen pystyy tunnistamaan pohjapiirustuksesta. Näiden tietojen pohjalta voidaan arvioida kiinteistön tyypillisten tilojen valaisutehoa tehotiheyden (W/m^2) muodossa. Aputaulukolla pyritään helpottamaan tyyppitilojen energiankulutuksen arviointia. Asetuksen 41/2015 valmistelumuiotissa todetaan, että joissain tapauksissa valaistuksen kulutus voi olla syytä jakaa kulutukseen tyyppitiloittain. Tarkistuslistassa jo olleita kokonaisuuksia tarkennettiin. Lämmöntuotantoa käsittelevään osioon lisättiin apukysymys lämpöpumpuista ja ohjeistettiin dokumentoimaan merkki, malli, teho, kylmäaine ja laitteen ikä. Vastaava lisäys tehtiin jäähdytysjärjestelmiä käsittelevään osioon. Tarkistuslistalta poistettiin kysymykset mm. kokonaisenergiankulutuksista, sillä niiden kerääminen kohdekäynnillä ei ole todennäköistä.

5.2 Ilmanvaihdon energiankulutuksen laskentataulukko

Ilmanvaihdon energiakulutuksen laskentataulukon kehittämisen tavoitteena oli tuottaa aputyökalu, jolla voidaan laskea kiinteistön ilmanvaihdon kuluttama lämmitys- ja sähköenergian kulutus sekä samalla laskea ilmanvaihtoon liittyvien toimenpiteiden säästövaikutukset. Ilmanvaihtolaskin on rakennettu käyttäen tasauslaskentaoppaan (Tasauslaskentaopas 2018) ja Energiatehokkuus – Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon laskentaoppaita soveltaen (Ympäristöministeriö, Energiatehokkuus 2018). Laskimen kehittämisen tavoitteena oli saada aikaiseksi laskin, jolla pystytään sekä arvioimaan kiinteistön ilmanvaihdon energiankulutusta nykytilanteessa että laskemaan energiatehokkuutta parantavien toimenpiteiden vaikutukset energiankulutukseen.

Ilmanvaihtolaskimeen syötetään seuraavat lähtötiedot:

- ilmanvaihtokoneen tunnus
- palvelualue
- käyttöönottovuosi
- tuloilman lämpötilasuhde
- jäteilman lämpötilarajoitus
- LTO-tyyppi
- mitoitusilmavirta, tulo ja poisto
- SFP-luku
- ilmavirta % täystehon osalta (tulo ja poisto erikseen)
illmavirta % puolitehon tai osatehon osalta
- sisäänpuhallusilman lämpötila
- sisäilma = poistoilman lämpötila
 - Tällä hetkellä oletuksena on, että poistoilman lämpötila on sama kuin sisäilman lämpötila, kuten tasauslaskentaoppaan (2018) laskentatavassa
- käyntiajat arkena, lauantaina ja sunnuntaina, täysteholle ja osateholle erikseen.

Laskuri laskee ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin lämmitysenergian tarpeen Q_{lp} , lämmöntalteenoton poistoilmasta ottaman energian Q_{LTO} , tuloilman lämmittämisen huonelämpötilaan $Q_{iv,tuloilma}$ sekä ilmanvaihdon lämmityksen tarpeen ulkoilmasta huonelämpötilaan Q_{iv} tietyllä tarkastelujaksolla.

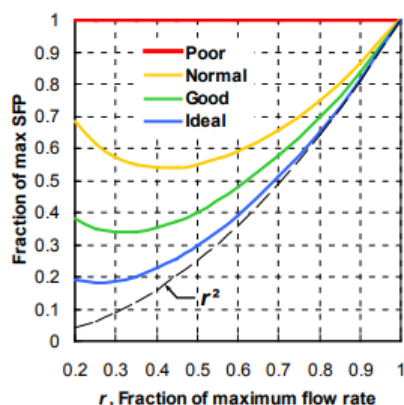
Ilmanvaihdon sähköenergian kulutus lasketaan SFP-luvun kautta. Koska usein ilmanvaihtokoneen puhaltimien sähkötehoa ei ole saatavissa, voidaan SFP-luku arvioida IV-koneen iän perusteella. Ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus lasketaan SFP-luvun kautta saadun tehon avulla. Laskin laskee sähköenergiankulutuksen sekä tulo- että poistopuhaltimelle, mutta valitsee energiankulutuksen laskentaan aina suuremman. Näin laskenta ottaa aina huomioon sen, että laskenta tapahtuu suuremmalla ilmavirralla.

Osatehotilanteen SFP-luku lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$SFP_{osakuorma} = SFP_{Mitoitustilanne} \times a + br + cr^2 + dr^3$$

Kertoimet on valittu kuvassa 4 esitetyn ideaalin käyrän mukaan, joka kuvaa SFP-luvun muutoksen suhteessa ilmamäärän muutokseen muuttuvailmavirtaisissa järjestelmissä.

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
Poor	1.0	0.0	0.0	0.0
Normal	1.0547	-2.5576	3.6314	-1.1285
Good	0.5765	-1.5030	2.6557	-0.7292
Ideal	0.2869	-0.8836	1.9975	-0.4008



Kuva 4. SFP-luku osailmamäärän suhteen funktiona (Schild & Mysen 2009: 4)

Ideaali käyrä on lähellä hypoteettista tehokkuuskäyrää ja kuvaa järjestelmää, jossa on tehokkaasti toimiva taajuusmuuntaja ja jossa puhallinpaine laskee ideaalisti matalilla ilmamäärillä. Käyrä edustaa myös vakioilmavirtajärjestelmiä vakio k-arvoilla, joissa puhaltimen pyörimisnopeutta voidaan vähentää. (Schild & Mysen 2009). Käyrä valittiin sillä perusteella, että se on hyvin samanlainen kuin IDA ICE -energiasimulaatio-ohjelmassa vakiona oleva osatehokäyrä, joka on esitetty ASHRAE:n standarissa 90.1 (2022: 327).

Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton kautta saadun energian laskenta seuraa Energiatehokkuus-oppaan (2018) mukaista laskentatapaa. Lähtötiedoissa annetaan tuloilman hyötysuhde tai tyypillinen arvo LTO :n lämmönsiirtimen tyyppin perusteella. Ilmavirtojen suhde R_{LTO} lasketaan lähtötiedoissa annettujen ilmavirtojen perusteella, ja sen avulla määritetään poistoilman lämpötilahyötysuhde ilmavirtojen suhteen ja tuloilman lämpötilahyötysuhteen tulosta.

Ulospuhallusilman lämpötilaa voidaan rajoittaa syöttämällä ulospuhallusilman minimilämpötila lähtöarvoihin. Ulospuhallusilman arvo ei voi tällöin olla laskennassa matalampi kuin asetettu arvo. Ulkolämpötila määräytyy energialaskennan testivuoden TRY2020 mukaan tuntitasolla. TRY2020 on Ilmatieteen laitoksen kehittämä rakennusten lämmitys- ja jäähdytysenergiankulutuksen laskennan uusi, nykyistä ilmastoa vastaava testivuosi. Tuntitasoinen aineisto on tehty neljälle säävyöhykkeelle. (Energialaskennan testivuodet 2023.) Laskentapohjaan on tuotu eri säävyöhykkeiden TRY2020:n mukaiset tuntikohtaiset ulkolämpötiladat, jolloin kohteen sijainnista riippuen voidaan valita oikea vyöhyke laskennan taustalle. Haluttu säädata noudetaan piilotetulta aputaulukolta.

Aikaohjelmien laskenta eroaa tasauslaskentaoppaassa esitetystä tavasta niin, että käyntiaika määritetään erikseen arkena, lauantaina ja sunnuntaina. Näistä lasketaan keskimääräinen käyntiaikasuhde, jolla kokonaisenergian määrä kerrotaan energiankulutuksen laskemiseksi.

5.3 Energiankulutusten ja kustannusten laskennan aputaulukko ja raportointityökalu

Kohdekatselmuksen raportissa vaaditaan kulutus- ja kustannustietojen raportointia laajasti. Tämä vaatii kulutusdatan muokkaamista raportin vaatimaan muotoon. Laatinäkökulmasta on myös luonnollista, että raportoitavat kulutustiedot ovat sellaisessa muodossa, joka tarjoaa asiakkaalle mahdollisimman helposti luettavaa, tulkittavaa ja laadukasta informaatiota oman energiankulutuksen ymmärtämiseksi ja johtopäätösten tekemisen tueksi. Aputaulukkoon kootaan lähtötiedot kohdekatselmusraportin laatimista varten. Tarkoituksena on muuntaa kulutusdata raportin vaatimusten mukaisesti ja helpottaa raportin laatijaa työssään. Aputaulukkoon lisätään lähtötietoja niille määrättyihin soluihin. Lähtötiedot ovat esimerkiksi katselmuksen tekijöiden tiedot, katselmoitavan kohteen perustiedot, energiankulutustiedot, energian kustannukset ja kohteen tekniset perustiedot. Solujen tietojen perusteella tieto siirtyy raportille.

5.3.1 Perustiedot

Aputaulukkoon lisätään kohteen ja asiakkaan katselmuksen kannalta oleelliset perustiedot, raportin laatijat ja heidän tietonsa. Kuvassa 5 on kuvakaappaus perustietonäkymästä.

Raportin valmistumispäivä	23.3.2023
Katselmointipäivämäärä	10.2.2023
Katselmuksen suoritti	Vastuuhenkilö
Matti Testi	Maija Testi
Katselmoija	Vastuuhenkilö
Vastuuhenkilönumero	Vastuuhenkilönumero
-	#1111
Kohdekäynnillä mukana ollut henkilö	
Marja Testi	Huoltohenkilö
OY Huolto Ab	
Kohde	Koy Testikatu
Katuosoite	Testikatu
Postinumero ja toimipaikka	00000 Helsinki
Käyttötarkoitus	Toimistorakennus
Projektinumero	12345-xxxx
Rakennustilavuus (m ³)	10000
Pinta-ala (m ²)	3000
Katselmoitavan yrityksen toimialaluokka	
Raportin valmistumispäivä	
Rakennusvuosi	2004
Lähin vertailupaikkakunta	Helsinki
Lämmitysjärjestelmä	Kaukolämpö
Ilmanvaihtojärjestelmä	Konellinen tulo- ja poisto lämmöntalteenotolla
Huoltoyhtiö	OY Huolto Ab

Kuva 5. Perustiedot

Perustietojen tiedot linkataan erilliselle välilehdille aputaulukossa, jossa ne muokataan esitettävään visuaaliseen muotoon. Sen jälkeen taulukko linkitetään raportointipohjaan siten, että raporttipohja päivittyy, kun taulukon tietoja muutetaan aputaulukossa. Kuvassa 6 on raportointipohjan näkymä perustietojen osalta.



Katselmuksen suoritti

Matti Testi
Katselmoija
Vastuuhenkilönumero
-
Katselmointipäivämäärä
Kohdekäynti
Kohde käynnillä mukana ollut henkilö
Marja Testi
OY Huolto Ab
Raportin valmistumispäivä
23.3.2023

Kohdetiedot

Kohde
Katuosoite
Postinumero ja toimipaikka
Käyttötarkoitukseluokka

Rakennusvuosi
Rakennustilavuus (m³)
Pinta-ala (m²)
Käyttötarkoitukseluokka
Lämmitysjärjestelmä
Ilmanvaihtojärjestelmä
Automaatiojärjestelmä
Jäähdytystapa
Kiinteistönhuolto

Maija Testi
Vastuuhenkilö
Vastuuhenkilönumero
#1111
10.2.2023

Huoltohenkilö

Koy Testikatu
Testikatu
00000 Helsinki
Toimistorakennus

2004
10000
3000
Toimistorakennus
Kaukolämpö
Konellinen tulo- ja poisto
lämmöntalteenotolla
Testi
Kaukojäähdytys
OY Huolto Ab

Kuva 6. Perustietonäkymä raportilla (kehitysvaiheessa).

Taulukon kautta lähtötiedot muutetaan visuaalisesti raportoitavaan muotoon. Käyttäjän ei ole tarkoitus muokata taulukon visuaalista ulkonäköä, ja sen välillehti on piilotettu käyttäjältä.

5.3.2 Kulutus- ja kustannustiedot

Kulutustiedot lisätään aputaulukkoon niille osoitetuille paikoille. Oletuksena on, että kohdekatselmuksen kohteena olevan kiinteistön kulutustiedot saadaan haettua jostain energianhallintaa tarjoavasta palvelusta, kuten Granlund Managerista tai vastaavasta. Kustannustiedot saadaan yleensä energian toimittajan verkkosivulta tai sitten lähtötietona asiakkaalta, mikäli energiaa hankitaan toimittajalta muuhun hintaan (kuten esimerkiksi sähkön osalta usein on). Aputaulukkoon on lisätty myös energian raportointia helpottavaa julkisesti saatavilla olevaa, taustoittavaa tietoa, kuten Motivan tarjoama palvelusektoreiden ominaiskulutusten taulukko. Taulukkoon on koostettu Motivan energiakatselmusten tietojen perusteella olevia ominaiskulutuksia luokitelluista rakennustyypeistä, joiden avulla katselmoitavan kiinteistön ominaiskulutusta voidaan verrata muihin vastaavan tyyppisiin kiinteistöihin. (Motiva ominaiskulutukset). Tämän avulla kulutus- ja lähtötietojen perusteella voidaan

kohteen ominaiskulutus laskea ja verrata sitä Motivan antamiin mediaaniarvoihin. Aputaulukossa on alueet eri kulutuslajeille kuukausitasolla sekä sähkön ja kaukolämmön kulutuksen osalta tuntitasolla. Kulutustietoja käytetään energia- ja kulutuslajikohtaisen raportoinnin lisäksi energiatehokkuustoimenpiteiden säästöjen arvioimisessa, laskemisessa sekä säästöjen raportoimisessa Energiavirastolle. Kuvassa 7 on esitetty kuvakaappauksia esimerkinomaisesti tuntikulutusten, kuukausikulutusten, energian hintatietojen ja Motivan vertailuarvojen tietojen syötöstä. Motivan ominaiskulutusten vertailuarvot ovat nykyään PowerBI-raporttina katseltavissa, ja sen lähdedataa ei ole saatavilla verkkosivulla. Käyttötarkoituksiluokkien ominaiskulutukset olisi pitänyt siirtää solu kerrallaan Exceltaulukkoon, joten tämän takia ominaiskulutustaulukot päätettiin liittää kuvina aputaulukkoon. Ominaiskulutuksen mediaaniarvon voi syöttää oikean käyttötarkoitukseluokan mukaan sille varattuun kohtaan.

Sähkönkulutus (KWh)				
	2020	2021	2022	
Tammikuu	3808	3897	3477	
Helmi	3055	3492	3409	
Maaliskuu	3723	3448	6579	
Huhtikuu	3173	2851	6020	
Toukokuu	2406	2541	6127	
Kesäkuu	2176	2050	5633	
Heinäkuu	2417	2110	5843	
Elokuu	2491	2083	5955	
Syyskuu	2623	2349	6075	
Lokakuu	3062	2509	6448	
Marraskuu	3403	2879	6303	
Joulukuu	3810	3509	6953	
Sähkön kulutus MWh/a	36,8	33,7	69,8	
Lämmönkulutus (MWh)				
	2020	2021	2022 (normitettu)	2021 (normitettu 2022 (normitettu))
Tammikuu	75,03	94,41	97,78	109,49
Helmi	77,99	92,82	82,68	97,75
Maaliskuu	75,35	78,25	77,14	86,92
Huhtikuu	59,72	55,91	61,76	58,72
Toukokuu	42,25	40,26	34,18	40,36
Kesäkuu	21,99	22,48	27,08	21,99
Heinäkuu	22,53	20,67	24,31	22,53
Elokuu	22,34	22,47	24,49	22,34
Syyskuu	28,68	38,39	50,43	28,68
Lokakuu	50,44	66,51	56,17	64,43
Marraskuu	63,17	78,16	71,14	79,78
Joulukuu	79,08	105,04	92,38	97,08
Kaukolämmön kulutus MWh/a	622,5	715,9	725,9	725,9
Kaukolämmön kulutus MWh/a	622,5	715,9	725,9	725,9

Tuntikulutusarjat	Sähkö (KWh)	Kaukolämpö (MWh)	Kaukolämpö normitettu (MWh)
1	3	0,13	0,13
2	3	0,12	0,12
3	3	0,12	0,12
4	4	0,12	0,12
5	5	0,12	0,12
6	4	0,12	0,12
7	4	0,12	0,12
8	3	0,13	0,13
9	4	0,14	0,14
10	4	0,13	0,13
11	6	0,15	0,15
12	6	0,14	0,14
13	3	0,14	0,14
14	3	0,14	0,14
15	3	0,14	0,14
16	3	0,14	0,14

Motivan vertailuarvot	
Sähkö	33,2
Vesi	54,6
Kaukolämpö	20,6
Sähkön hintatiedot	
Vaihtoehto 1	
Perusmaksu, €	
Tehomaksu, €/MWh	
Energiamaksu, €	
Sähkön siirto	
Kokonais hinta per MWh	
Vaihtoehto 2: Kokonais hinta	129,2
Kaukolämmön hinta	
Kaukolämpöyhtiö	Helex
Tammikuu (€/MWh)	91,56
Helmi	91,56
Maaliskuu	90,67
Huhtikuu	96,42
Toukokuu	96,51
Kesäkuu	96,51
Heinäkuu	96,51
Elokuu	96,51
Syyskuu	96,51
Lokakuu	96,51
Marraskuu	96,51
Joulukuu	96,51

Kuva 7. Kuvakaappaukset kulutus- ja kustannustietojen syöttönäkymistä

Kulutustiedot raportoidaan erillisten taulukko- ja kuvaajavälilehtien kautta loppuraporttiin. Kulutus- ja kustannustiedot raporttimuodossa on esitetty kuvassa 8.

Kaukolämmön energian kulutus ja kustannukset

Kaukolämmön kuukausikulutus, MWh



• Tekstikenttään kommentit

Kaukolämmön kulutus ja kustannukset, 2022

Kuukausi	Kulutus (MWh)	Kustannus (€/MWh)	Kustannus (€)
Tammikuu	97,78	91,56	8 952,74 €
Helmikuu	82,68	91,56	7 570,18 €
Maaliskuu	77,14	96,67	7 457,12 €
Huhtikuu	61,76	96,67	5 970,34 €
Toukokuu	40,89	36,91	1 509,25 €
Kesäkuu	27,09	36,91	999,89 €
Heinäkuu	24,31	36,91	897,28 €
Elokuu	24,49	36,91	903,93 €
Syyskuu	50,47	36,91	1 862,85 €
Lokakuu	56,17	86,65	4 867,13 €
Marraskuu	71,14	86,65	6 164,28 €
Joulukuu	92,96	86,65	8 054,98 €
Yhteensä	706,88	Keskihinta/MWh	78,1
			55 209,97 €

• Tekstikenttään kommentit

Kuva 8. Esimerkki kulutus- ja kustannustiedoista kaukolämmön osalta

Aputaulukon kautta tuotetaan raporttiin tarvittava asetuksen määrittelemä kulutus- ja kustannustieto. Kohdekatselmuksen laatija kirjaa havainnot ja sanallisen analyysin energiankulutuksesta tekstiosioon.

5.3.3 Nykytilan kuvaus

Nykytilan kuvausten osalta raportti toimii vastaavalla tavalla kuin kulutus- ja kustannustiedot. Aputaulukon tekniset tiedot -välilehdelle merkitään perustiedot kiinteistön teknisten järjestelyiden osalta, joka muotoillaan automaattisesti apu-excelissä esimerkiksi taulukoksi ilmanvaihtokoneista ja niiden keskeisistä ominaisuuksista. Nykytilan kuvauksen osalta valmiita kokonaisuuksia ovat rakenteet, ilmanvaihto, lämmitys, jäähdytys, sähköjärjestelmät, käyttövesi, viemärointi ja valaistus. Tarvittaessa muita järjestelmiä lisätään raporttiin manuaalisesti. Kuvassa 9 on esimerkki lämmitysjärjestelmän nykytilan kuvauksen osiosta.

Lämmitysjärjestelmä

- a) tarve ja käyttö;
- b) järjestelmän ja laitteen energiatehokkuus;
- c) ohjaustapa ja sen soveltuvuus sekä ohjauksen toimivuus;
- d) säätötapa ja sen soveltuvuus sekä säädön toimivuus;
- e) toimintaparametrit ja niiden tarkoituksenmukaisuus, kuten asetusarvot ja käyntiajat;
- f) energiatalouden tehostamismahdollisuudet.

Lämmön tuotanto		Kaukolämpö	
Lämmönsiirtimet	Järjestelmä	Teho (kW)	Ikä
LS1	Lämmin käyttövesi	200	2004
LS2	Ilmanvaihto	800	2004
LS3	Lämmitys	300	2004

Lämmityslaitteet	Lämpötilatasot °C	Teho (kW)
Lämmityspatterit	70-40	350
Ilmanvaihtokojeet	60-40	800
Kiertoilmakeeet	70-40	50
Lattialämmitys	39-30	6
Tilauvesivirta, m3/h	15	
Sopimusteho, kW	1200	
Lisätiedot		
Kiinteistössä on yksi kaukolämmön alajakokeskus		

Kuva 9. Nykytilan kuvaus lämmitysjärjestelmästä

Aputaulukon tiedoilla tuotetaan järjestelmien perustiedot, ja tekstikenttään on jätetty laatijalle ohje asetustekstistä niistä tiedoista, joita asiantuntijan tulee kyseisestä järjestelmästä ja sen toiminnasta kuvata raporttiin.

5.3.4 Energiansäästötoimenpiteet

Aputaulukkoon syötetyt lähtötiedot toimivat myös energiansäästölaskennan lähtötietoina. Aputaulukkoon on syötetty kulutus- ja hintatietojen mukaan mm. tiedot päästökertoimista. CO₂-päästökertoimet voi halutessaan syöttää itse, jos laskennassa haluaa käyttää esimerkiksi tarkempia säästökertoimia. Jos päästökertoimia ei muuta, laskenta käyttää sähkön ja kaukolämmön osalta Motivan keskimääräisiä päästökertoimia (CO₂-päästökertoimet 2023). Mikäli toimenpiteille tehdään elinkaarikustannustarkastelu, merkitään lähtötietoihin energian hinnan eskalaatio, laskennan korkokanta ja inflaatio. Laskennan lähtötiedot esitetään raportissa kootusti kuvan 10 mukaisesti.

Toimenpiteiden laskennan lähtötiedot

- Energiansäästötoimenpiteiden säästövaikutukset on laskettu laskettu taulukoiden mukaisilla hintatiedoilla ja päästökertoimilla.
- Mikäli toimenpiteestä on tehty elinkaarikustannusten tarkastelu, on se laskettu taulukon mukaisilla oletuksilla.

Energian hinnat (€/MWh)

Sähkön kokonaishinta	129,7
Veden kokonaishinta (€/m ³)	1,6
Kaukolämmön hinta	78,1
Kaukojäähdytyksen hinta	33,3

Laskennan perustiedot

Sähkön päästökerroin (Kg CO ₂ /MWh)	77	
Kaukolämmön päästökerroin (Kg CO ₂ /MWh)	158	
Päästökertoimen lähde		Motiva päästökertoimet
Lämpöenergian hinnannousu %	3 %	
Sähköenergian hinnannousu %	2 %	
Inflaatio %	3 %	
Korkokanta	4 %	
Energiankulutustietojen lähde		Granlund manager

Kuva 10. Energiansäästölaskennan lähtötiedot

Toimenpiteiden energiansäästöjen laskentaa varten aputaulukossa on useita erilaisia laskureita. Ilmanvaihdon energiankulutuksen laskurissa on toiminnallisuus, jolla voidaan verrata ilmanvaihtokoneen nykytilaa muutettuun tilanteeseen. Laskurilla voidaan laskea mm. lämmön talteenoton lisäämisen, lämpötilasuhteen parantamisen, SFP-luvun parantamisen ja aikaohjelmien optimoinnin vaikutusta energiankulutukseen.

Aputaulukkoon tehtiin myös laskuri, jolla voi laskea tehon ja muuttuvien lämpötilarajojen mukaan energiansäästöä esimerkiksi sulanapitojen osalta. Laskuriin syötetään järjestelmän teho, säävyöhyke, vanhat lämpötilarajat ja uudet lämpötilarajat. Laskuri laskee lämpötilarajojen mukaan lasketun energian erotuksen. Taustadatanä laskurissa on energialaskennan referenssivuoden D3 2012 tuntikohtaiset ulkolämpötilat (Lämpöpumppujen energialaskentaopas 2012, liite 2). Aputaulukkoon tuotiin myös valmiina Granlundin käytössä oleva aurinkopaneelien mitoitus ja säästöjen laskentaan tarkoitettu pohja. Valmis pohja liitettiin osaksi aputaulukkoa. Aurinkopaneelilaskurin vaatimat lähtötiedot (kuten sähköenergian tuntitasoinen kulutus ja sähkön hinta) linkitettiin perustiedoista laskentataulukko.

Valaistuksen energiankulutuksen laskennan lähtötiedot syötetään aputaulukkoon tyyppitiloittain. Mikäli valaistuksesta ei ole saatavilla lähtötietoja

esimerkiksi suunnitelmien muodossa, kerätään kohdekatselmuksen aikana tiedot valaisintyypeistä tyyppitiloittain. Tyyppitiloittain lasketaan esimerkiksi toimisto-osan tietyn huoneen valaisinten lukumäärä ja teho, ja se jaetaan huoneen pinta-alalla. Pohjapiirustuksista arvioidaan erityyppisten tilojen kokonaismäärää kiinteistössä. Tyyppitilojen pinta-aloista ja neliötehoista (W/m^2) lasketaan painotettu keskiarvo, jolla arvioidaan koko kiinteistön valaistuksen keskineliötehoa. Kiinteistön valaistuksen laskennallinen energiankulutus saadaan rakennuksen käyttötarkoituksiluokan vakioidun käytön arvoilla ja laskentakaavalla, jotka on esitetty ympäristöministeriön asetuksessa uuden rakennuksen energiatehokkuudesta (1010/2017). Valaistuksen uusinnan energiansäästö lasketaan aputaulukon laskimessa, johon syötetään valaistusmuutoksen mukainen tehontiheys tyyppitiloittain. Laskin antaa lopputulokseksi nykytilan ja uuden tilan energiankulutuksen erotuksen (eli säästöpotentiaalin). Valaistuksen uusinnan negatiivinen vaikutus lämmityksen tarpeeseen huomioidaan niin, että sähköenergian säästö kerrotaan $-0,5$:llä, jolloin saadaan valaistusuusinnan aiheuttama lämmitysenergian kulutuksen muutos. Työ- ja elinkeinoministeriön asetuksen muistiossa mainitaan, että valaistusuusinnan yhteydessä tulisi ottaa huomioon kokonaisarvio valaistuksen säästöjen laskennassa. Kokonaisarviointinolle oli kuitenkin vaikea löytää menetelmää tai mallia säästön laskennalle, jolla päästäisiin realistiseen kokonaisarvioon.

Energiansäästötoimenpiteet raportoidaan Energiaviraston kohdekatselmusten raportointiin tarkoitettuun siirtotiedostoon, joka on liitetty osaksi aputaulukkoa omille välilehdille. Siirtotiedoston perustiedot täyttyvät automaattisesti aputaulukon perustietojen välilehden tiedoista. Toimialaluokan ja käyttötarkoitukseluokan joutuu valitsemaan perustietoihin manuaalisesti. Myös ”energia”-välilehden kulutustiedot haetaan aputaulukkoon syötettyjen kulutus- ja kustannustiedosta automaattisesti. Siirtotiedoston ”Toimenpiteet”-taulukkoon kirjataan kohdekatselmuksen aikana havaitut energiansäästötoimenpiteet, jotka raportoidaan Energiavirastolle. Toimenpiteiden kuvaukset, investoinnit ja energiansäästöt kirjataan taulukkoon manuaalisesti. Taulukko hakee energian

hintatiedot aputaulukon kulutustiedoista. Toimenpidetaulukko on yhdistetty omalle sivulleen kohdekatselmusraportissa.

Jokainen energiansäästötoimenpide raportoidaan erikseen kuvassa 11 esitetyllä tavalla raportointipohjassa.

Sähköjärjestelmät

Valaistuksen uusinta LED-valaistukseen

- a) toimenpiteen kuvaus;
- b) suure, johon muutos vaikuttaa;
- c) suureen arvot ennen ja jälkeen ehdotetun toimenpiteen;
- d) energiankulutus energialajeittain ennen ja jälkeen ehdotetun toimenpiteen niiden energialajien osalta, joiden kulutukseen kyseinen toimenpide vaikuttaa;
- e) säästöarvio energialajeittain ennen ja jälkeen ehdotetun toimenpiteen;
- f) arvio toimenpiteen kokonaisinvestoinneista suunnittelu- ja käyttöönottokustannuksineen;
- g) toimenpiteen kannattavuuslaskelma;
- h) toimenpiteen mahdolliset muut vaikutukset, kuten vaikutukset tuotannon määrään, terveysvaikutukset ja huoltokustannukset.

Ehdotettu toteutusvuosi

2023

Lämpöenergia ennen toimenpidettä	707	MWh
Lämpöenergia toimenpiteen jälkeen	715	MWh
Lämpöenergian säästö	-8	MWh
	-609	€
sähköenergia ennen toimenpidettä	69,0	MWh
Sähköenergia toimenpiteen jälkeen	43,0	MWh
Sähköenergian säästö	26	MWh
	3372	€
Vedenkulutus ennen toimenpidettä	4375	m ³ /a
Vedenkulutus toimenpiteen jälkeen	4375	m ³ /a
Veden kulutuksen säästö	0	m ³ /a
	0	€
Säästö yhteensä	2763	€
Investointikustannus	40000	€
Takaisinmaksuaika	14,5	a
Päästövähennys	769,6	Kg CO₂

Kuva 11. Esimerkkitoimenpide ja sen säästöt kulutuslajeittain

Energiansäästötoimenpiteiden tunnusluvut siirtyvät suoraan toimenpidetaulukosta kuvassa 11 näkyvään yksittäisen toimenpiteen tunnuslukutaulukkoon, jossa on kuvattu kyseisen toimenpiteen vaikutukset kulutuslajeittain sekä toimenpiteen CO₂-päästövähennysvaikutukset. Päästövähennysvaikutukset on laskettu aputaulukkoon perustietoihin syötetyillä päästökertoimilla.

6 Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää suuren yrityksen pakollisen energiakatselmuksen osana olevien kohdekatselmusten toteuttamiseen käytettäviä työkaluja. Insinööriyön tuloksena kehitettiin ja muokattiin olemassaolevia työkaluja ja luotiin uusia tehostamaan asiantuntijoiden työtä, parantamaan laatua ja yhtenäistämään käytäntöjä. Kehitystyölle asetetut vaatimukset olivat insinööriyön laajuuteen suhteutettuna vaativat ja ihan

jokaista asiaa työn aikana ei saatu ratkaistua tai automatisoitua. Esimerkiksi raportointipohjan kopiointi osoittautui ennakoitua hankalammaksi. Aputaulukkoa ja powerpoint-raportointipohjaa ei voi helposti kopioida, koska kopioidessa uusi raporttipohja ottaa edelleen lähtötietonsa alkuperäisestä. Kopiointi kuitenkin onnistuu, mutta siihen todennäköisesti pitää kehittää parempi ratkaisu.

Lähtötilanteeseen nähden suuri osa tunnistetuista ongelmista saatiin kuitenkin ratkaistua. Kerran lisättyä lähtötietoa ei tarvitse enää lisätä useaan paikkaan, ja annettuja lähtötietoja hyödynnetään mm. energiankulutusten ja kustannusten raportoinnissa, osakuormien laskennassa ja toimenpiteiden säästövaikutusten laskennassa. Työ kokosi myös merkittävän osan tarvittavista julkisista tietolähteistä samaan työkaluun, mikä helpottaa tiedon nopeaa löytämistä.

Tuotetut työvälineet eivät kuitenkaan tehneet katselmusraportin laatimisesta mitään raporttiautomaattia, vaan tärkeimmän työn tekevät edelleen asiantuntijat, jotka tarkastelevat kohdetta ja sen energiansäästöpotentiaalia ammattitaitonsa ja osaamisensa kautta ja tekevät järkeviä toimenpide-ehdotuksia hankkimansa tiedon pohjalta. Apuvälineitä tullaan kehittämään ja päivittämään vielä useasti, niin kuin jatkuvan parantamisen malli edellyttääkin.

Insinööriyön alussa tehty katsaus kohdekatselmusten vaatimuksiin teki selväksi, että vaatimukset eivät ole lainkaan selviä tai yksiselitteisiä, ja ne jättävät usein paljon tulkinnan varaan. Energiatehokkuusasetuksen muistiossa todetaan, että kohdekatselmuksille on hankala esittää yksityiskohtaisia vaatimuksia, koska erilaisia toimialoja erityispiirteineen on paljon. Vaikuttaa kuitenkin siltä, että kohdekatselmusten ja koko energiakatselmustoiminnan keskiössä on toteutettavien ja energiaa säästävien toimenpiteiden löytäminen, joiden kautta voidaan vaikuttaa energiankulutuksen ja päästöjen vähenemiseen.

Lähteet

CO₂-päästökertoimet. 2023. Verkkoaineisto. Motiva.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energian kaytto_suomessa/co2-paastokertoimet.
Luettu 10.3. 2023.

Energiakatselmukset. Verkkoaineisto. Energiavirasto.
<<https://energiavirasto.fi/energiakatselmukset>> Luettu 20.3.2023.

Energiakatselmustoiminta. 2023. Verkkoaineisto. Motiva.
<https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta>. Luettu 9.3.2023.

Energialaskennan testivuodet 2020. 2023. Verkkoaineisto. Ilmatieteen laitos.
<http://ilmatieteenlaitos.fi/energialaskenta-try2020>. Luettu 21.3.2023

Energiatehokkuus. 2018. Rakennuksen energiankulutuksen ja tehontarpeen laskenta. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.
https://www.motiva.fi/files/16484/Energiatehokkuus_-_Rakennuksen_energiankulutuksen_ja_lammitystehontarpeen_laskenta.pdf.
Luettu 30.3.2023

Energiatehokkuusjärjestelmä:2014 (ETJ+). 2015. Verkkoaineisto. Motiva.
https://www.motiva.fi/files/10070/Energiatehokkuusjarjestelma_ETJ_.pdf Luettu 10.3.2023

Energiatehokkuuslaki. 2014. 1429/30.12.2014.

Energiatehokkuussopimukset ja -katselmukset. Verkkoaineisto. Työ- ja elinkeinoministeriö. <https://tem.fi/energiatehokkuussopimukset-ja-katselmukset>
Luettu 2.3.2023.

Energy standard for sites and buildings Except Low-Rise Residential Buildings (I-P Edition). 2022. Verkkoaineisto. ASHRAE.
https://ashrae.iwrapper.com/ASHRAE_PREVIEW_ONLY_STANDARDS/STD_90.1_2022_IP. Luettu 30.3.2023

Granlund manager-ohjelmisto. 2021. Verkkoaineisto. Granlund Oy.
<https://www.granlund.fi/palvelut/granlund-manager-ohjelmisto/>. Luettu 1.3.2023

HE 182/2014. Hallituksen esitys eduskunnalle energiatehokkuuslaiksi ja eräiksi siihen liittyviksi laeiksi. <https://www.finlex.fi/fi/esitykset/he/2014/20140182.pdf>

Kumpuvaara, Outi. 2015. Ehdotus valtioneuvoston asetukseksi energiakatselmuksista. Verkkoaineisto. Energiavirasto.fi.

<<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12841431/Muistio-VNA-Energiatehokkuus.pdf/90c14918-33c9-cc28-f81f-c5b7eb663e03/Muistio-VNA-Energiatehokkuus.pdf?t=1553531192000>> Luettu 29.3.2023.

Lämpöpumppujen energialaskentaopas. 2012. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö.

https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Lampopumppujen-energiaskentaopas-3.10.2012-10A732A6_EA2F_45F9_869C_6F909138CB26-30757.pdf/1d053cd5-1865-e174-6424-841fac831c48/Lampopumppujen-energiaskentaopas-3.10.2012-10A732A6_EA2F_45F9_869C_6F909138CB26-30757.pdf?t=1603260214849.
Luettu 27.3.2023.

Pakollinen suuren yrityksen energiakatselmus. 2020. Verkkoaineisto. Motiva.
https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/pakollinen_suuren_yrityksen_energiakatselmus Luettu 29.3.2023.

Ritonummi, Timo. 2015. Ehdotus työ- ja elinkeinoministeriön asetukseksi kohdekatselmusten raportoinnista. Verkkoaineisto. Energiavirasto.
<<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12841623/Energiatehokkuus,+TEM+muistio.pdf/01a0ac87-b97f-8fd8-25cc-efc0a8e1140e/Energiatehokkuus,+TEM+muistio.pdf?t=1553531020000>> Luettu 12.3.2023

Salonen, Kari; Eloranta, Sini; Hautala, Tiina & Kinos, Sirppa. 2017. Kehittämistoiminta ja kehittämisen menetelmiä ammatillisessa korkeakoulutuksessa. Turku: Turun ammattikorkeakoulu.
<<http://julkaisut.turkuamk.fi/isbn9789522166494.pdf>> Luettu 1.3.2023.

Schild, Peter.G.& Mysen, Mads. 2009. Technical Note AIVC 65 Recommendations on Specific Fan Power and Fan System Efficiency Air Infiltration and Ventilation Centre Operating Agent and Management INIVE EEIG Lozenberg 7 B-1932 Sint-Stevens-Woluwe Belgium. https://www.aivc.org/sites/default/files/members_area/medias/pdf/Technotes/TN65_Specific%20Fan%20Power.pdf. Luettu 29.3.2023

Suomen kansallinen energiatehokkuuden toimintasuunnitelma NEEAP-4. 2017. Verkkoaineisto. Euroopan komissio.
https://energy.ec.europa.eu/system/files/2017-05/fi_neeap_2017_fi_0.pdf Luettu 14.3.2023

Suurten yritysten energiakatselmukset, kysymykset ja vastaukset. 2022. Verkkoaineisto. Energiavirasto.
<https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12841623/Kysymykset-vastaukset-pakolliset-energiakatselmukset.pdf/7b20e61a-7abb-ca1e-fd7d-55a2cf0c174e/Kysymykset-vastaukset-pakolliset-energiakatselmukset.pdf?t=1661949748734> Luettu 7.3.2023

Säästöjen laskenta. 2020. Laskentaesimerkit. Verkkoaineisto. Energiatehokkuussopimukset. https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/wp-content/uploads/Saastojen-laskenta_-2020-paivitys-esimerkit_rev_11-2022.xlsx. Päivitetty 11/2022. Luettu 20.3.2023

Tasauslaskentaopas. 2018. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. [https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-\(002\)-8DA891B6_94AC_4367_9E45_D59ECED00CCF-133703.pdf/acb4fd5e-e622-c6e7-c0f0-97aa59de0886/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-\(002\)-8DA891B6_94AC_4367_9E45_D59ECED00CCF-133703.pdf?t=1603260250564](https://ym.fi/documents/1410903/38439968/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-(002)-8DA891B6_94AC_4367_9E45_D59ECED00CCF-133703.pdf/acb4fd5e-e622-c6e7-c0f0-97aa59de0886/Tasauslaskentaopas-2018-310317-181217-(002)-8DA891B6_94AC_4367_9E45_D59ECED00CCF-133703.pdf?t=1603260250564). Luettu 30.3.2023

Tiivistelmä suuren yrityksen energiakatselmuksesta. 2018. Verkkoaineisto Energiavirasto. <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12841623/Tiivistelm%C3%A4+yriyksen+energiakatselmuksesta.pdf/c66d6aa6-2247-d094-bb07-f45b5cbc6233/Tiivistelm%C3%A4+yriyksen+energiakatselmuksesta.pdf?t=1553531090000> Luettu 29.3. 2023.

Työ- ja elinkeinoministeriön asetus kohdekatselmusten raportoinnista. 2015. 41/21.1.2015

Valtioneuvoston asetus energiakatselmuksista. 2015. 20/15.1.2015

Yrityksen energiakatselmuksen esimerkkiraportti. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <https://energiavirasto.fi/documents/11120570/12841623/Esimerkkiraportti-yrityksen-energiakatselmus-11042018.docx/2b27b8bc-0fc2-fbbd-a750-4dc29b62e834?t=1553531089000>. Luettu 18.3.2023.

Työ- ja elinkeinoministeriön asetuksen liite 1 ja muistion lisäykset

Taulukossa on työ- ja elinkeinoministeriön (41/2015) asetuksen vaatimukset kohdekatselmuksen raportista sekä asetusmuistiossa olevat lisäykset ja tarkennukset

Asetuksessa 41/2015 esitetty vaatimus	Asetusmuistion (Ritenummi 2015) Lisäys/tarkennus
Kohteen perustiedot kuten nimi, osoite ja muu tarkentava sijaintitieto	Tarkennus kohteesta: esimerkiksi rakennus, toimitila, prosessi tai prosessin osa
Energiankulutus- ja kustannustiedot	
Energiankulutuksen jakautuminen yksityiskohtaisesti laiteryhmittäin tai kulutuskohteittain	Sähkönkulutus: ryhmitellään vähintään valaistuksen, LVI-laitteiden, sähkölämmitysten, keittölaitteiden ja muun kulutuksen osalta. Valaistuksen osalta kulutus voidaan tarvittaessa jakaa tiloittain. Lämmön kulutus: Lämmönkulutus jaetaan tilalämmityksen, IV-lämmityksen ja lämpimän käyttöveden osalta
Sanallinen kuvaus energiakustannuksista, energiankulutuksesta ja energiankulutuksen jakautumisesta.	
Nykytilan kuvaus	
Energiankulutuksen jakautuminen yksityiskohtaisesti laiteryhmittäin tai kulutuskohteittain	Perustuu kohdekäynnin aikana tehtyihin havaintoihin ja mittauksiin ja katselmoijan näkemykseen

Sanallinen kuvaus energiakustannuksista, energiankulutuksesta ja energiankulutuksen jakautumisesta.	energiankäytöstä ja säästömahdollisuuksista
Energiansäästötoimenpiteet	
Toimenpiteen kuvaus	riittävät taustatiedot ja perustelut, katselmukseen osallistumattoman tulisi voida arvioida kriittisesti toimenpidettä tietojen perusteella
Suure, johon muutos vaikuttaa	Esimerkiksi käyntiaika, lämpötila, teho
Säästöarvio energialajeittain ennen ja jälkeen ehdotetun toimenpiteen	Jos lähtö- ja lopputilanne ei ole täysin selvillä, esitetään oletukset, joihin säästöarvio perustuu
Toimenpiteen kannattavuuslaskelma	Kokonaisarvion huomioiminen, esim. valaistus lisää lämmitysenergian ja vähentää jäähdytysenergian kulutusta
Toimenpiteen mahdolliset muut vaikutukset, kuten vaikutukset tuotannon määrään, terveysvaikutukset ja huoltokustannukset.	CO ₂ -päästöjen väheneminen, huoltokustannusten väheneminen, tuotteen laadun parantuminen

