

Olli Kairenius

Suurten yritysten energiakatselmusten tuotteisuus

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

30.5.2016

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Olli Kairenius Suurten yritysten energiakatselmusten tuotteistus 27 sivua + 5 liitettä 30.5.2016
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka, tuotantopainotteinen
Ohjaajat	diplomi-insinööri Heikki Iivonen lehtori Hanna Stammeier
<p>Tämä insinöörityö tehtiin Raksystems insinööritoimisto Oy:lle.</p> <p>Insinöörityön tavoitteena oli luoda yritykselle uusi energiakatselmustuote, joka täyttää 1.1.2015 voimaan tulleen energiatehokkuuslain asettamat vaatimukset pakollisille suurten yritysten energiakatselmuksille.</p> <p>Alussa tutustuttiin lakeihin ja asetuksiin, jotka määrittävät katselmoinneille asetetut vaatimukset. Niiden perusteella luotiin tarvittavat raporttipohjat yrityksen energiakatselmuksille ja kohdekatselmuksille. Lisäksi luotiin asiakasmateriaaleja helpottamaan asiakkaan ja katselmoijien yhteistoimintaa.</p> <p>Usein esiin tuleville potentiaalisille energiasäästötoimenpide-ehdotuksille ja elinkaarilaskennalle luotiin myös laskentapohjia, joiden on tarkoitus tehostaa katselmoijien ajankäyttöä katselmusten raportointivaiheessa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kehitettyä uusi toimiva suurten yritysten energiakatselmustuote oheismateriaaliseen ja raportointia tehostavine laskentapohjineen.</p>	
Avainsanat	suurten yritysten energiakatselmus, energiatehokkuuslaki

Authors Title Number of Pages Date	Olli Kairenius The productization of an energy survey for large-scale enterprises 27 pages + 5 appendices 30 May 2016
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructors	Heikki Iivonen, Master of Science in Technology Hanna Stammeier, Senior Lecturer
<p>The goal of the bachelor's thesis was to create a new energy survey product which would be in accordance with the energy efficiency act of January 2015. The act requires large-scale enterprises to perform an obligatory energy survey.</p> <p>At the beginning of the final year project, acts and regulations which define the requirements for an energy survey were examined. On the basis of the requirements, the necessary report templates for energy surveys of enterprises, as well as for property-specific energy surveys were created. In order to facilitate the co-operation between customers and people performing energy surveys, customer material was also created.</p> <p>Calculation templates were made for common energy-saving proposals, as well as for life cycle calculations. The calculation templates are intended to increase the effectivity of reporting by cutting the time needed for it.</p> <p>The result of the bachelor's thesis is a new and functional energy survey product for large scale enterprises with customer materials and calculation templates. It will be used widely by the commissioning company.</p>	
Keywords	energy survey for large-scale enterprises, energy efficiency act

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Lain asettamat määräykset ja vaatimukset	2
2.1	Energiatehokkuuslain alaiset yritykset	2
2.2	Energiakatselmuksen tekijöiden pätevyysvaatimukset	3
2.3	Yrityksen energiakatselmus	3
2.4	Kohdekatselmukset	3
2.5	Energiavirastolle toimitettavat tiedot	5
3	Raporttipohjien luonti	5
3.1	Yrityksen energiakatselmusraportti	6
3.1.1	Esipuhe	6
3.1.2	Yrityksen energiankäytön nykytila ja energiatalouden arviointi	6
3.1.3	Toimenpide-ehdotukset, niiden energiansäästö ja kannattavuus	7
3.1.4	Seuraavaan energiakatselmukseen sisällytettävät kohdekatselmukset ja niiden ajankohta	7
3.2	Kohdekatselmusraportti	7
3.2.1	Esipuhe	8
3.2.2	Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimista	8
3.2.3	Kohteen energiankäytön nykytila	8
3.2.4	Kohteen energiatalouden arviointi	9
3.2.5	Toimenpide-ehdotukset, niiden energiansäästö ja kannattavuus	11
3.2.6	Raportin liitteet	11
4	Asiakasmateriaalien luonti	11
4.1	Alkutietolomake	11
4.2	Palvelukuvaus	12
4.3	Valmistautumisohje	13
5	Energiakatselmuksen suorittaminen ja katselmoitavat asiat	14
5.1	Pohjatiedot	14
5.2	Kohdekatselmuksessa katselmoitavat tiedot	14
6	Laskentapohjien luonti	16

6.1	Elinkaarikustannusten laskuri	16
6.2	Ilmanvaihdon käyntiajan säästölaskuri	19
6.3	Sulanapidon säästölaskuri	21
6.4	Kiertovesipumpun taajuusmuuttajan ja kesäkäytön säästölaskuri	22
7	Yhteenveto ja pohdinta	24
	Lähteet	26
	Liitteet	
	Liite 1. Yrityksen energiakatselmus, malliraportti	
	Liite 2. Kohdekatselmus, malliraportti	
	Liite 3. Alkutietolomake	
	Liite 4. Palvelukuvaus	
	Liite 5. Valmistautumisohje	

1 Johdanto

Tämän insinööritoimiston tarkoituksena on luoda Raksystems Insinööritoimisto Oy:lle uusi energiakatselmustuote, joka täyttää energiatehokkuuslain asettamat vaatimukset pakollisille suurten yritysten energiakatselmuksille.

Työssä tutustutaan lakeihin ja asetuksiin, joita on asetettu pakollisille suurten yritysten energiakatselmuksille. Yritysten energiakatselmuksille ja niihin kuuluviin kohdekatselmuksiin laaditaan raporttimallit lakien pohjalta. Raporttien on tarkoitus toimia yrityksen sisäisessä käytössä laadittavien raporttien pohjina ja jossain määrin myös asiakkaille esiteltävinä malliraportteina. Raporttimallien luonnissa hyödynnetään yrityksen jo olemassa olevia energiakatselmusraportteja. Lisäksi luodaan asiakasmateriaaleja, joiden on tarkoitus helpottaa ja selkeyttää asiakkaan yhteyshenkilön ja katselmoijien yhteistointia katselmuksissa.

Energiakatselmuksissa tarkoituksena on löytää katselmoitavista kohteista potentiaalisia energiansäästökohteita ja laskea niille kustannus- ja päästösäästöt. Kohdekatselmuksissa on tyypillistä, että joitain säästötoimenpide-ehdotuksia tulee hyvin usein esille. Tällaisille toimenpide-ehdotuksille tehdään laskentapohjia, joiden on tarkoitus tehostaa katselmoijan ajankäyttöä raportointivaiheessa.

Energiakatselmustoiminta kuuluu osana työ- ja elinkeinoministeriön energiatehokkuustoimintaa. Toiminnan keskeisenä tavoitteena on kasvihuonekaasujen kustannustehokas vähentäminen. Ilmastonmuutoksen hidastamisen ohella energiansäästäminen on tärkeää muun muassa energiakustannusten pienentämisen, energiansaannin turvaamisen, tuotteen energian vähentämisen ja ympäristön suojelun kannalta. [1]

1.1.2015 voimaan tullut energiatehokkuuslaki 1429/2014 vaikuttaa energiakatselmuksiin siten, että katselmustoiminta jakautuu kahteen osaan: jo aikaisemmin käytössä olleisiin työ- ja elinkeinoministeriön tukemiin vapaaehtoisin energiakatselmuksiin sekä pakollisiin suurten yritysten energiakatselmuksiin. Energiatehokkuuslaki perustuu EU:n energiatehokkuusdirektiiviin, jonka tavoitteena on vähentää sen jäsenmaiden energiankulutusta 20 % vuoteen 2020 mennessä [1]. Suurten yritysten pakollisiin katselmuksiin ei ole mah-

dollista saada katselmustukea. Muihin Motivan mallin mukaisiin katselmuksiin on edelleen mahdollista saada työ- ja elinkeinoministeriön tukea. Suurten yritysten on pitänyt suorittaa ensimmäinen katselmus 5.12.2015 mennessä. [2]

Raksystems Insinööritoimisto Oy on rakennus- ja kiinteistöalan asiantuntijayritys, joka tarjoaa palveluita kiinteistöjen kunnon ylläpitoon, korjausrakentamiseen, kauppatilanteeseen liittyviä teknisiä palveluita sekä suunnittelu- ja rakennuttamispalveluita. Raksystems insinööritoimiston tuotteita ovat muun muassa kuntotarkastukset, kuntoarviot, kuntotutkimukset, energiapalvelut sekä suunnittelu ja valvonta. Yritys on aikaisemmin tehnyt energiakatselmuksia useisiin erilaisiin kohteisiin, joten suurten yritysten energiakatselmuksien sopivat näin ollen luontevasti uudeksi tuotteeksi. [3]

2 Lain asettamat määräykset ja vaatimukset

2.1 Energiatehokkuuslain alaiset yritykset

Energiatehokkuuslaki koskee yrityksiä, joiden henkilömäärä on yli 250 henkilöä tai vuosiliikevaihto on yli 50 miljoonaa euroa ja taseen loppusumma on yli 43 miljoonaa euroa. Yrityksen koon määrittelyyn otetaan mukaan myös toiminta, joka tapahtuu Suomen ulkopuolella. [4] Lain piiriin kuuluvat myös pääomasijoittajat, säätiöt ja osuuskunnat, jotka täyttävät suuren yrityksen määritelmän [5].

Yrityksen ei tarvitse tehdä pakollista suuren yrityksen energiakatselmusta, jos sen käytössä on eurooppalaisten tai kansainvälisten standardien mukaan sertifioitu energianhallintajärjestelmä tai ympäristönhallintajärjestelmä, joka sisältää energiatehokkuuslain mukaisesti laaditun energiakatselmuksen. Tällaisiksi lasketaan ainakin sertifioitu ISO 50 001 -järjestelmä ja ISO 14 001 -järjestelmä yhdistettynä energiahallintajärjestelmään, jonka energiakatselmusvaatimukset ovat ISO 50 001 -järjestelmän mukaiset. [4]

Yrityksen on tehtävä energiakatselmus koko sen energiankulutuksesta ja kohdekatselmuksia riippuen sen rakennusten lukumäärästä tai suhteutettuna sen kokonaisenergiankulutukseen [4].

2.2 Energiakatselmuksen tekijöiden pätevyysvaatimukset

Suurten yritysten energiakatselmuksia tekevällä vastuuhenkilöllä on oltava Energiaviraston toteama pätevyys. Vuoden 2016 loppuun asti suurten yritysten energiakatselmusten vastuuhenkilönä voi kuitenkin toimia henkilö, jolla on Motiva Oy:n ennen energiatehokkuuslain 1429/2014 voimaantuloa myöntämä energiakatselmus vastuuhenkilöpätevyys. Kohdekatselmusta suorittavalle henkilölle ei ole asetettu pätevyysvaatimuksia. [4]

2.3 Yrityksen energiakatselmus

Yrityksen energiakatselmus tulee suorittaa neljän vuoden välein, ja ensimmäisen katselmuksen on pitänyt olla suoritettuna viimeistään 5.12.2015. Yrityksen energiakatselmuksessa tulee olla tietoa koko yrityksen energiankulutuksesta ja sen koostumuksesta. Kokonaisenergiankulutukseen tulee sisältyä kaikki yrityksen energiankäyttökohteet eli rakennukset, liikenne, teollinen ja kaupallinen toiminta. Katselmuksessa tulee myös esittää merkittävät energiansäästömahdollisuudet, jotka käyvät ilmi kohdekatselmuksissa. Katselmusraportissa pitää esittää myös mahdollisuuksien mukaan seuraavaan katselmukseen sisältyvät kohdekatselemukset ja aikataulu niiden suorittamiselle. [4]

Yrityksen energiakatselmuksessa pitää käyttää ajan tasalla olevia ja luotettavia tietoja. Lisäksi tietojen tulee olla mitattuja ja jäljitettävissä olevia, mikäli niitä on saatavilla. Tiedot otetaan talteen sitä varten, että energiankulutuksen muuttumista voidaan tulevaisuudessa vertailla. Raportissa ei saa käyttää tietoja, jotka estävät katselmusten tulosten siirtämistä kolmansille osapuolille. [4]

2.4 Kohdekatselemukset

Katselmoitavien kohteiden määrä on vastattava vähintään 10 % koko yrityksen energiankulutuksesta. Sähköä tai lämpöä tuottavan yrityksen katselmoitavien kohteiden on vastattava vähintään 5 % koko yrityksen energiankäytöstä. Kun yrityksen energiankäytön kohteet ovat rakennuksia, voidaan katselmoitavien rakennusten määrä laskea vaihtoehtoisesti kokonaislukumäärän mukaan seuraavasti:

- rakennuksia alle 15 → 1 katselmus
- rakennuksia 16–100 → 10 % katselmoidaan
- rakennuksia 101–400 → \sqrt{x} katselmoidaan
- rakennuksia yli 400 → 5 % katselmoidaan.

Jos rakennuksen kuluttaman energian hankintahinta on alle 15 000 € tai sen pinta-ala on alle 500 m², ei sitä tarvitse ottaa huomioon katselmoitavien kohteiden lukumäärää laskettaessa. [6]

Kohdekatselmuksen kohteena voi olla rakennus, rakennusryhmä, teollisuuslaitos, kuljetusketju tai joku muu yksittäinen energiankäyttökohde. Katselmukset tulee kohdistaa rakennuksiin, joiden energiankulutus on korkein, tai niihin, joiden energiankulutuksessa arvioidaan olevan eniten parantamisen varaa. Katselmuksessa pitää selvittää yksityiskohtaisesti energiankulutuksen rakenne, ja sen perusteella selvitetään potentiaaliset energiansäästökohteet ja niistä esitetään kustannustehokkaasti toteutettavat energiansäästötoimenpide-ehdotukset. Säästölaskelmissa käytetään ensisijaisesti elinkaarikustannuslaskentaa. [4]

Valtioneuvoston asetuksessa 20/2015 on annettu kohdekatselmuksille seuraavanlaiset vähimmäisvaatimukset:

- 1) katselmuskohde on käytävä läpi riittävän edustavasti ja riippumattomasti, jotta katselmuksen perusteella voidaan muodostaa luotettava kuva kohteen energiankulutuksesta, kulutuksen jakaumasta, energiakustannuksista ja kokonaisenergiatehokkuudesta;
- 2) katselmuksessa on kartoitettava toimenpiteitä, joilla voidaan kustannustehokkaasti parantaa kohteen energiatehokkuutta tai säästää sen energiakustannuksissa;
- 3) toimenpide-ehdotukset on kuvattava selkeästi;
- 4) toimenpiteillä saavutettavalle energiansäästölle ja niiden kannattavuudelle tulee laatia luotettavat laskelmat;

5) kaikissa katselmoitavissa kohteissa on tehtävä riittävä määrä mittauksia. [6]

2.5 Energiavirastolle toimitettavat tiedot

Energiavirastolle toimitettavien tietojen vaatimukset on annettu työ- ja elinkeinoministeriön asetuksessa 41/2015. Energiavirastolle tulee toimittaa kaikista kohteista seuraavat tiedot:

- katselmoitavan yrityksen ja kohteiden perustiedot sekä katselmoijan tiedot
- energiankulutus ja -kustannustiedot energialajeittain
- energiasäästötoimenpiteistä kuvaus, arvioidut investointikustannukset sekä säästöt ja kannattavuuslaskelmat. Lisäksi ilmoitetaan tieto toteutuksen vaiheesta ja käyttöteknisyydestä.

Jos kohdekatselmuksessa on kyseessä voimalaitos tai se on osa kohdetta, on siitä toimitettava lisäksi tiedot lämmön toimituksesta, sähkön kehityksestä, omakäyttösähköstä, polttoaineiden kulutuksesta ja voimalaitoksen hyötysuhteista. Mikäli katselmuskohhteessa on kaukolämmön tuotantoa, siirtoa ja jakelua, on siitä toimitettava lisäksi yksityiskohtaiset tiedot lämmitysenergian tuotannosta ja siirrosta. [7]

3 Raporttipohjien luonti

Raporttipohjista oli tarkoituksena luoda sellaiset, että ne täyttävät niille asetetut vaatimukset, ovat yrityksen muiden raporttien kanssa yhteensopivia ja katselmoijan olisi niiden perusteella mahdollisimman helppo tehdä lopullinen katselmusraportti. Raporteista pyrittiin tekemään myös mahdollisimman selkeitä ja hyödyllisiä asiakkaille.

Raporttipohjien pääasiallinen tarkoitus on toimia yrityksen sisäisinä raporttipohjina tehtäville katselmusraporteille, jotta niistä saadaan yhdenmukaiset ja vaatimukset täyttävät. Tarpeen mukaan raporttipohjia voidaan kuitenkin käyttää myös markkinointitarkoituksessa, kun asiakas haluaa saada selkeän kuvan siitä, mitä valmis raportti tulee sisältämään.

Yritys on aikaisemmin tehnyt Motivan mallin mukaisia energiakatselmuksia, joten niistä kertynyttä materiaalia päätettiin hyödyntää raporttipohjien luonnissa. Energiavirasto on todennut suurten yritysten pakolliset energiakatselmukset internetsivullaan dokumentissa ”Kysymykset ja vastaukset”, että Motiva-mallin mukaan tehty raportti ylittää suurille yrityksille pakollisen energiakatselmuksen kohdekatselmuksen vähimmäisvaatimukset, joten raporttipohjia alettiin tehdä niiden pohjalta [5].

3.1 Yrityksen energiakatselmusraportti

Yrityksen energiakatselmusraportille (liite 1) ei ollut asetettu kovinkaan laajoja vaatimuksia mitä asioita siinä tulee esittää. Vaadittuja tietoja ovat katselmoitavan yrityksen energiakulutusprofiili, keskeiset kohdekatselmusten tulokset ja säästöpotentiaalin suuruus sekä listaus siitä, mitä kohteita tullaan katselmoimaan neljän vuoden kuluttua [4]. Näin ollen raportista päädyttiin tekemään ainoastaan keskeisimmät asiat sisältävä ja selkeä.

3.1.1 Esipuhe

Esipuheen tarkoituksena on esitellä katselmoitavan yrityksen ja katselmoijan tiedot lyhyesti. Lisäksi siinä kerrotaan lyhyesti, mitä tietoja raportissa esitetään. Siihen on listattu katselmoitavan yrityksen nimi, y-tunnus ja toimialaluokka sekä katselmuksen yhteyshenkilönä toimivan henkilön yhteystiedot. Lopussa esitetään katselmuksen vastuuhenkilön tiedot sisältäen katselmoijanumeron.

3.1.2 Yrityksen energiankäytön nykytila ja energiatalouden arviointi

Tässä raportin osiossa tarkoituksena on esittää yrityksen kuluttama kokonaisenergia, kuvaus siitä, mistä se koostuu ja miten se on muuttunut viimeisen kolmen vuoden aikana. Lisäksi samaan kappaleeseen on koottu yrityksen koon määrittävät tiedot ja tiedot, joista selviää, että katselmuksia on tehty riittävä määrä. Kulutustiedot esitetään kulutusmuodoittain seuraavasti:

- lämpö
- sähkö

- vesi
- jäähdytys
- muu energia.

Muu energia-kohta on tarkoitettu energiamuodoille, joita ei pystytä sisällyttämään muihin kulutusmuotoihin. Tällaisia voivat olla esimerkiksi yrityksen kulkuneuvojen kuluttama polttoaine.

3.1.3 Toimenpide-ehdotukset, niiden energiansäästö ja kannattavuus

Tässä osiossa esitetään kohdekatselmuksissa esille tulleet toimenpide-ehdotukset energian säästämiseksi. Tiedot on esitetty kohdekatselmusten siirtotiedostossa, joka lisäksi toimitetaan vaaditusti energiavirastolle sähköpostitse.

3.1.4 Seuraavaan energiakatselmukseen sisällytettävät kohdekatselmuksiset ja niiden ajankohta

Tässä osiossa esitetään aika, jolloin seuraavien kohdekatselmusten on oltava tehtyinä, ja siihen on nimetty tilaajan kanssa yhdessä sovitut kohteet, jotka siihen mennessä tul-
laan katselmoimaan.

3.2 Kohdekatselmusraportti

Kohdekatselmusraportille (liite 2) oli annettu työ- ja elinkeinoministeriön asetuksessa 41/2015 raportointiohjeistus, mitä raportissa tulee esittää. Vaatimukset ovat hyvin samankaltaisia kuin Motiva-mallinmukaisissa raporteissa, joskaan ne eivät olleet yhtä tiukoja [7]. Päätimme käyttää hyväksi yrityksen aikaisemmin tekemiä Motivan mallin mukaisia energiakatselmusraportteja. Aikaisemmin tehtyjä Motivan mallin mukaisia raportteja mukaillen ja asetusten vaatimuksia noudattaen raporttipohjaan sisällytettiin seuraavana kuvattuja asioita.

3.2.1 Esipuhe

Esipuhe osion tarkoituksena on esitellä katselmoitavan yrityksen ja katselmoijien tiedot lyhyesti. Siinä kerrotaan lyhyesti, mitä tietoja raportissa esitetään. Siihen on listattu katselmoitavan yrityksen nimi, y-tunnus ja toimialaluokka sekä katselmuksen yhteyshenkilönä toimivan henkilön yhteystiedot. Lisäksi siinä esitetään katselmuksen tekijöiden tiedot sisältäen katselmoijanumerot.

3.2.2 Yhteenveto kohteen energiataloudesta ja ehdotetuista säästötoimista

Yhteenvedon tarkoituksena on luoda helposti ja nopeasti hahmotettava kuva kohteen energiankulutuksen nykytilanteesta, löydetyistä säästöpotentiaalista ja säästölaskelmista. Siinä esitetään energiankulutus verrattuna vastaavanlaisten rakennusten keskiarvoiseen energiankulutukseen, säästöpotentiaali ja toimenpide-ehdotukset, jotka esitetään kohdekatselmusten siirtotiedostossa. Siirtotiedosto toimitetaan myös energiavirastolle yrityksen energiakatselmuksen yhteydessä.

3.2.3 Kohteen energiankäytön nykytila

Luvun tarkoituksena on antaa kuva kohteen energiankäytön nykytilanteesta, verrata sitä muiden vastaavien rakennusten energiankäytön keskiarvoihin sekä esittää laskelmat ja arviot kulutuksien jakautumisesta eri käyttökohteisiin. Lisäksi osiossa on esitetty kohteen tiedot sekä energian ja veden hankinnan tiedot.

Energian ja veden hankinnan osalta esitetään kohteen lämmöntuotantotapa, sähköliittymän koko ja energian toimittajat.

Lämpöenergian kulutustiedot esitetään kolmelta aikaisemmalta vuodelta mitattuna, säädöskorjattuna ja ominaiskulutuksena. Lämmitysenergian ominaiskulutusta verrataan muiden vastaavien rakennusten keskiarvoiseen ominaiskulutukseen. Lämmönkulutukselle esitetään laskennallinen kulutusjakauma lämmityksen, ilmanvaihdon ja käyttöveden lämmityksen osalta. Lämmityskustannusten jakautumisesta kulutus- ja perusmaksuun esitetään laskelma.

Sähköenergian kulutustiedot esitetään kolmelta aikaisemmalta vuodelta mitattuna ja ominaiskulutuksena. Sähkön ominaiskulutusta verrataan muiden vastaavien rakennusten keskiarvoiseen ominaiskulutukseen. Sähköenergiankulutukselle esitetään laskennallinen kulutusjakauma laitoryhmittäin. Kuukausikulutuksia analysoidaan, jotta voidaan todeta onko kohteessa ulkolämpötilasta riippuvaisia kulutuksia. Näin saadaan tarkempi kulutusjakauma.

Vedenkulutustiedot esitetään kolmelta aikaisemmalta vuodelta mitattuna ja ominaiskulutuksena. Veden ominaiskulutusta verrataan muiden vastaavien rakennusten keskiarvoiseen ominaiskulutukseen. Vedenkulutusjakauma arvioidaan tyypillisesti kohteen varustelutason perusteella sekä käyttäjähaastatteluilla.

3.2.4 Kohteen energiatalouden arviointi

Energiataloudellisessa arvioinnissa käydään läpi energiaa kuluttavien järjestelmien ja muiden energiankulutukseen vaikuttavien tekijöiden ominaisuuksia yksityiskohtaisemmin. Analysoidaan järjestelmien energiataloutta sekä niiden tarpeenmukaista käyttöä ja ohjausta. Katselmuksessa tehdyistä mittauksista esitetään tulokset ja johtopäätökset.

Lämmitysjärjestelmistä esitetään lämmöntuotannon, -jakelun ja -luovutuksen periaatteet sekä mitoitustehot. Lämmitysenergian mittausten riittävyttä ja perusmaksun koostumista arvioidaan kustannusten kannalta. Mikäli kohteessa ollaan suunnittelemassa lämmöntuotantomuodon vaihtamista muuhun kuin nykyiseen, tämä otetaan huomioon raportoinnissa. Katselmuksen aikana kohteesta mitataan sisäilman lämpötiloja otoksin, mittaustulosten esittelyssä arvioidaan lämpötilojen tasaisuutta.

Vesi- ja viemärilaitteiston kuvauksessa esitetään tiedot kiinteistön veden hankinnasta ja viemäroinnistä, käyttöveden lämmityksestä sekä mahdollisesta paineen alennuksesta tai korotuksesta. Vesi- ja viemärikalusteiden kunnosta tehdyt havainnot kirjataan ja arvioidaan kalusteiden vaikutus veden kulutukseen. Katselmuksen aikana kohteesta mitataan hanavirtaamia otoksin ja mittaustuloksia verrataan virtaamien ohjearvoihin.

Ilmanvaihdosta esitetään ilmanvaihtojärjestelmien yleiskuvaus, joka sisältää kuvauksen ilmanvaihdon toimintaperiaatteesta (painovimainen, koneellinen tms.), ainakin energiataloudellisesti tärkeimpien koneiden luettelon sekä niiden toiminnan ja toiminta-alueiden

kuvauksen. Lisäksi arvioidaan koko ilmanvaihdon ja erillisten ilmanvaihtokoneiden energiatehokkuutta, lämmöntalteenoton höytysuhdetta sekä ohjauksen ja käytön tarpeenmukaisuutta. Katselmuksen aikana kohteesta mitataan tuloilman lämpötilaa otoksin ja mittaustuloksista arvioidaan lämpötilojen tarpeenmukaisuutta.

Jäähdytyksestä esitetään jäähdytysjärjestelmien yleiskuvaus, jossa kuvataan sen toteuttamistapa ja toiminnan periaatteet. Energiatehokkuutta arvioidaan myös laitteiston perusteella, mutta erityisesti ohjauksien kannalta; tarpeenmukainen käyttö sekä se, ettei tiloja lämmitetä ja jäähdytetä samanaikaisesti.

Sähköjärjestelmistä esitetään sähköjärjestelmien yleiskuvaus, jossa kerrotaan, mitä sähköenergialla toimivia järjestelmiä ja laitteita kohteessa on, sekä kerrotaan niiden ominaisuuksista ja käyttöprofiilista. Katselmuksen aikana tärkeimmistä tiloista mitataan valaistusvoimakkuudet, mittaustuloksia hyödyntäen arvioidaan valaistuksen riittävyys ja tarpeenmukaisuus.

Muut järjestelmät osiona käsitellään kohteessa mahdollisesti olevat järjestelmät, jotka kuluttavat energiaa, jota ei pystytä käsittelemään muiden järjestelmien yhteydessä tai joka halutaan jakaa omaan osioonsa. Tällaisia järjestelmiä voivat olla esimerkiksi paineilmalaitteistot tai uima-allasjärjestelmät.

Rakennusautomaatiosta esitetään yleiskuvaus kohteen LVIS-järjestelmien ohjaus- ja valvontajärjestelmien toimintaperiaatteista. Lisäksi kerrotaan säätölaitteiden nykyisestä kunnosta ja mahdollisten vikojen aiheuttamasta energiankulutuksesta. Tarvittaessa säätölaitteiden toiminnan tarkastamiseksi voidaan tehdä erillisiä mittauksia, joista kirjataan tulokset ja johtopäätökset ylös.

Rakenteista käydään läpi ikkunat, ulko-ovet, ulkovaippa sekä ylä- ja alapohja. Osiossa kuvaillaan niiden materiaalit, kunto ja energiatehokkuuteen vaikuttavat tekijät.

Kiinteistön käyttö ja ylläpito-osiossa esitetään kohteen ylläpidosta vastaavien toimijoiden tiedot ja vastuualueet, kulutusseurannan toteutustapa sekä teknisten asiakirjojen olemassa olo ja niiden sijainti.

3.2.5 Toimenpide-ehdotukset, niiden energiansäästö ja kannattavuus

Toimenpide-ehdotuksissa esitetään kannattavuuslaskelmat katselmuksessa havaituille potentiaalisille säästötoimenpiteille. Laskelmissa käytettäville hinnoille ja päästökertoimille on esitetty tiedot lähteineen. Malliraportissa energian hintatiedot on esitetty keskiarvoina, mutta lopullisissa raporteissa hinnat ilmoitetaan kyseisessä kohteessa olevan hintatason mukaan.

3.2.6 Raportin liitteet

Liitekohta on tarkoitettu mahdollisille liitteille. Malliraportissa esimerkkeinä on esitetty liitesivu energiankulutus ja kustannustiedoille edeltävältä 12 kuukaudelta. Toisena esimerkkinä malliraportissa on esitetty mahdolliset lisätyöt, joita voidaan suorittaa energia-katselmuksen yhteydessä. Malliraportissa esimerkkeinä ovat paineilma-aseman kompressorien käynnistysjaksojen selvitys ja sähköenergian kuormitusvaihtelun selvitys. Lisätöitä suoritetaan, mikäli sellaiselle on tarvetta ja asiakkaan niin halutessa.

4 Asiakasmateriaalien luonti

Asiakasmateriaaleiksi tehtiin alkutietolomake, palvelukuvaus ja valmistautumisohje. Asiakasmateriaalien tarkoituksena on olla myynnin ja markkinoinnin tukena sekä selkeyttää asiakkaan ja toimittajan yhteistyötä.

4.1 Alkutietolomake

Alkutietolomakkeen (liite 3) tarkoituksena on helpottaa asiakasyrityksen ja palveluntarjoajan keskinäistä kommunikointia tarjouspyyntö- ja tarjousvaiheessa. Katselmoitavien kohteiden laajuus on riippuvainen koko yrityksen energiankulutuksesta tai vaihtoehtoisesti rakennusten määrästä, joten tarjousvaiheessa on tärkeää tietää, kuinka paljon katselmoitavaa on tarve katsella. Alkutietolomakkeessa kerätään tietoa seuraavista asioista:

- yrityksen/konsernin tiedot

- energiankäytön kohteiden määrä
- energiankulutustiedot.

Yrityksen/konsernin tiedot kohdassa käydään läpi asioita, joista pystytään selvittämään, kuuluuko yritys ylipäättään pakollisten suurten yritysten energiakatselmusten piiriin, kirjataan muistiin asiakasyrityksen yhteyshenkilö ja tieto siitä, kuuluuko organisaatioon mahdollisesti muita yrityksiä.

Energiankäytön kohteiden määrässä selvitetään, kuinka monta rakennusta ja kulkuneuvoa yritykselle kuuluu. Rakennusten lukumäärän perusteella voidaan tehdä tarjous, jossa kohdekatselmusten määrä valitaan rakennusten lukumäärän mukaan.

Energian kulutustiedot osiossa pyritään selvittämään koko yrityksen energiankäytön kokonaiskulutusta ja mahdollisesti yksittäisten energiankulutuskohteiden energiankulutusta. Kokonaisenergiankulutuksen ja yksittäisten energiankulutuskohteiden kulutustiedoilla voidaan tehdä tarjous, jossa kohdekatselmusten määrä valitaan energiankulutuksen mukaan.

4.2 Palvelukuvaus

Palvelukuvauksen (liite 4) tarkoituksena on toimia markkinoinnin ja myynnin tukena. Palvelukuvauksesta asiakas saa kokonaiskuvan siitä, mitä energiakatselmuksessa on tarkoitus katselmoida, mihin sen vaatimukset perustuvat ja mitä sen suorittamiseksi vaaditaan. Palvelukuvaus sisältää seuraavat kohdat:

- yrityksen energiakatselmuksen sisältö
- kohdekatselmukset
- energiakatselmuksen vastuuhenkilö
- raportointi.

Palvelukuvauksen alussa on lyhyt selitys siitä, ketä suurten yritysten pakollisiin energia-katselmusten piiriin kuuluu ja mitkä sertifikaatit mahdollisesti vapauttavat yrityksen velvollisuudesta. Lisäksi siinä ilmoitetaan lain voimaantulopäivämäärä ja päivämäärä, jolloin energiakatselmus on viimeistään tehtävä.

Yrityksen energiakatselmuksen sisältö osiossa on kuvailtu, mitä kyseinen raportti tulee valmiina sisältämään.

Kohdekatselmukset osiossa kerrotaan lain asettamat vaatimukset kuinka paljon katselmuksia yrityksen energiankulutuskohteista on tehtävä ja mitä katselmuksilla ajetaan takaa.

Energiakatselmuksen vastuuhenkilö kohdassa kerrotaan, mitä vaatimuksia vastuuhenkilölle on asetettu.

4.3 Valmistautumisohje

Valmistautumisohje (liite 5) on tarkoitettu asiakkaalle ennen kohdekatselmuksen suorittamista. Se toimii asiakkaalle omanlaisenaan muistilistana, josta selviää toimenpiteet, jotka hänen tulee tehdä ennen kohdekatselmusta. Tällöin katselmus voidaan suorittaa onnistuneesti. Valmistautumisohjeessa kerrotaan seuraavista asioista:

- alkutietolomake ja haastattelu
- asiakirjat
- tärkeää huomioitavaa.

Valmistautumisohjeen alussa kerrotaan, että ohjeita noudattamalla energiakatselmuksesta saa parhaan hyödyn ja ohjeisiin pyydetään tutustumaan huolella.

Alkutietolomake ja haastattelu kohdassa pyydetään toimittamaan kohteesta pyydetty alkutietolomake tai sitä vastaavat tiedot katselmoijille ennen kohdekatselmusta. Lisäksi siinä kerrotaan, että katselmuksen alussa tulisi olla mahdollisuus haastatella kohteen huoltomiestä tai vastaavaa henkilöä, joka osaa kertoa tarvittavia tietoja kohteesta.

Asiakirjoista on esitetty ne, joita katselmoija tarvitsee energiakatselmusten tekemiseksi. Pakollisina tietoina ovat kulutustiedot energialajeittain ja lisäksi katselmuksen kannalta hyötyä on suunnitelmista, huoltokirjoista ja muista vastaavista dokumenteista.

Tärkeitä huomioita katselmuksen tilaajalle ovat muun muassa se, että hän huolehtii tiloihin pääsystä, huoltomiehen paikallaolosta ainakin osan aikaa ja että hänen olisi myös hyvä ilmoittaa tilojen käyttäjille katselmuksesta.

5 Energiakatselmuksen suorittaminen ja katselmoitavat asiat

Erillistä suositusta emme kokeneet tarpeelliseksi tehdä siitä syystä, että katselmoitavat kohteet voivat olla hyvinkin erilaisia keskenään eikä näin ollen suosituksesta olisi saatu kaiken kattavaa. Lisäksi katselmointeja tekevillä henkilöillä on energiakatselmoijan pätevyys ja katselmoitavat asiat ovat lähes samat kuin Motivan energiakatselmuksissa. Seuraavana on lyhyesti kuvattu asiat, jotka katselmuksessa tulee huomioida.

5.1 Pohjatiedot

Pohjatietoina ennen katselmuksen aloitusta katselmoijilla tulisi olla energiakulutustiedot kohteesta mielellään kolmelta aikaisemmalta vuodelta ja yhdeltä vuodelta kuukauden tarkkuudella. Lisäksi katselmoijat tarvitsevat tekniset piirustukset ja asiakirjat niin laajalti kuin niitä on saatavissa. Myös erilaisia käyntiaikatietoja on hyvä toimittaa jo etukäteen mikäli mahdollista. Tällöin katselmoijalla on jo etukäteen mahdollisuus tutustua kohteen ominaisuuksiin ja löytää mahdollisia ongelmakohtia, joihin katselmuksella voi paneutua tarkemmin.

5.2 Kohdekatselmuksessa katselmoitavat tiedot

Kohdekatselmusten suorittamisesta tai siellä suoritettavista mittauksista ei ollut annettu tarkkoja ohjeita. Katselmoinnin laajuus määritettiin sen perusteella, että Energiavirasto on todennut verkkosivuillaan dokumentissa ”Suurten yritysten energiakatselmuksien kysymykset ja vastaukset 26.10.2015”, että Motiva-mallin mukainen energiakatselmus ylittää suurille yrityksille pakollisen energiakatselmuksen kohdekatselmuksen vähimmäisvaatimukset.

Kohdekatselmusten aikana kohde katselmoidaan siltä osin, että kaikki energiankulutukseen vaikuttavat tekijät tulee käydyksi riittävältä tarkasti läpi. Kaikissa kohteissa tehdään tapauskohtaisesti päätös katselmoinnin kulusta ja siitä mihin katselmuksen pääpaino osoitetaan. Pääasiallisena tarkoituksena katselmuksessa on löytää kohteesta suurin säästöpotentiaali ja saada paras ratkaisu säästömahdollisuuksien kannalta.

Mittausten osalta päätimme noudattaa energiakatselmustoiminnan yleisohjeen mitausohjeita:

7.5.1 LVI-järjestelmiin liittyvät mittaukset

Kaikissa katselmuskohteissa on kohteiden erityispiirteet huomioiden suoritettava ja dokumentoitava vähintään seuraavat mittaukset:

- Sisälämpötilat otoksella, jonka perusteella voidaan määritellä katselmuskohteen sisälämpötilojen tasaisuus, keskimääräinen sisälämpötila ja säästöpotentiaali. Mittauksissa on huomioitava ulkoisten ja sisäisten kuormien vaikutus, rakenteelliset tekijät sekä lämmityksen ja ilmanvaihdon yhteisvaikutus.
- Vesikalusteiden virtaamat otoksella, jonka perusteella voidaan määritellä säästöpotentiaali.
- Ilmanvaihtokoneiden lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhteet tarkkuudella, jonka perusteella voidaan todeta oleellinen poikkeama normaalista tai suunnitellusta tasosta.
- Ilmanvaihtokoneiden sisäänpuhalluslämpötilat normaalissa käyttötilanteessa.
- Kattilalaitoksen palamishyötysuhteet sekä vuosihyötysuhteen laskenta.

7.5.2 Sähköjärjestelmiin liittyvät mittaukset

Kaikissa katselmuskohteissa on kohteiden erityispiirteet huomioiden suoritettava ja dokumentoitava vähintään seuraavat mittaukset:

- valaistuksen laadun ja energiatehokkuuden arvioimiseksi merkittävässä tyypittiloissa mitataan valaistusvoimakkuuksia huomioiden mm. valovirtojen alenemat ja

päivänvalon vaikutus. Samassa yhteydessä arvioidaan valaistuksen laadun tarpeenmukaisuus ja energiatehokkuus.

– katselmuskohteen sähkön kuormitusvaihtelu ja kulutuksen ajoittuminen selvitetään todellisiin tietoihin perustuen mm. tariffivertailujen tekemiseksi ja yö- ja viikonlopun aikaisen kulutuksen tarpeenmukaisuuden arvioimiseksi. [8]

6 Laskentapohjien luonti

Kohdekatselmuksissa on tyypillistä, että niiden avulla löydetään usein samankaltaisia säästöpotentiaaleja kuin muistakin kohteista [9]. Luomme tällaisille toimenpide-ehdotuksille Excel-laskentaohjelmalla laskentapohjia, joiden on tarkoitus tehostaa katselmoijan ajankäyttöä raportointivaiheessa. Elinkaarikustannusten laskentaan luodaan myös laskentapohja, jolla pystytään laskemaan tyypillisille toimenpide-ehdotuksille hyödylliset investointilaskelmat.

6.1 Elinkaarikustannusten laskuri

Pitkäaikaisia investointeja tehdessä on hyvä huomioida mahdollisimman laajasti investoinnin kannattavuuteen vaikuttavat tekijät. Tällöin saadaan mahdollisimman tarkka ja luotettava kuva siitä, onko investointi kannattava. Energiakatselmuksissa esiin tulevat potentiaaliset säästötoimenpiteet voivat olla sellaisia, joissa alkuinvestointi on suhteellisen suuri. Tällöin energian hinnan nousulla ja rahoituskustannuksilla voi olla suurikin merkitys investoinnin kannattavuuteen. Tällaisia voivat olla esimerkiksi ilmanvaihtokoneiden uusimiset energiatehokkaampiin. [9] Elinkaarilaskennalla on mahdollista vertailla erilaisten järjestelmien takaisinmaksuaikoja ja vuosikustannuksia siten, että niissä on huomioitu energian hinnan nousu sekä rahoituskustannukset. Elinkaarilaskuri on tehty tarkoitukseen, jossa verrataan ehdotettavaa säästötoimenpidettä kohteessa jo olevaan ratkaisuun.

Säästötoimenpide-ehdotukset ovat tyypillisesti sellaisia, että ne koostuvat kertaluontoisista alkuinvestoinneista ja sen jälkeen tasaisista vuosittaisista säästöistä. Tästä johtuen laskelmissa on käytetty yksinkertaisen- ja korollisen takaisinmaksujärjestelmän menetelmää sekä annuiteettimenetelmää. Elinkaarilaskuri on tehty siten, että sillä on mahdollista laskea takaisinmaksuaika korkoja ja energian hinnan nousua lukuun ottamatta tai siten,

että ne huomioidaan. Vuosisäästölaskuri on tehty myös samalla periaatteella, sillä on mahdollista laskea vuosikustannuksia erilaisille laskentajaksoille, esimerkiksi kymmen vuoden jaksolle tai laitteiston oletetulle käyttöiälle.

Taulukossa 1 on esitetty elinkaarikustannuslaskuri ja laskentaesimerkki.

Taulukko 1. Esimerkkikohteen elinkaarikustannuslaskuri.

Toimenpiteen kustannus	50000 €
Säästö vuodessa	7000 €/a
Rahoitus kustannus	5,00 % /a
Energian hinnan nousu	2,00 % /a
Laskentajakson pituus	10 a

Koroton takaisinmaksuaika	7,1 a
Korollinen takaisinmaksuaika	8,1 a
Vuosisäästö laskentajakson aikana, korkoja ei huomioitu	2000 €/a
Vuosisäästö laskentajakson aikana, korot huomioituna	1156 €/a

Koroton takaisinmaksuaika on laskettu kaavalla (1).

$$n = \frac{H}{T} \quad (1)$$

Korollinen takaisinmaksuaika on laskettu kaavalla (2).

$$n_k = \frac{\ln\left(\frac{T}{T-Hr_e}\right)}{\ln(1+r_e)} \quad (2)$$

Laskennan korossa on otettu huomioon oletettu energian hinnan nousu, joka on laskettu kaavalla (3).

$$r_e = \frac{i-e}{1+e} \quad (3)$$

Vuosisäästö laskentajakson aikana, joissa ei ole otettu huomioon korkoa eikä energian hinnan nousua on laskettu kaavalla (4).

$$VS = -\left(\frac{H}{l} - T\right) \quad (4)$$

Vuosisäästö laskentajakson aikana, jossa on otettu huomioon korot ja energian hinnan nousu on laskettu kaavalla (5).

$$VS_k = -(H * p - T) \quad (5)$$

Annuiteettikerroin p on laskettu kaavalla (6).

$$p = \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \quad (6)$$

n	on koroton takaisinmaksuaika
T	on vuotuinen säästö
H	on hankintahinta
nk	on korollinen takaisinmaksuaika
re	on korko, jossa otettu huomioon energian hinnan nousu
i	on korko
e	on energianhinnan oletettu hinnan nousu
VS	on vuosisäästö laskentajakson aikana, korkoja tai hinnan muutoksia ei huomioitu
VS _k	on vuosisäästö laskentajakson aikana, korot ja hinnan muutokset huomioitu
l	on laskentajakson pituus
p	on annuiteettikerroin. [10]

6.2 Ilmanvaihdon käyntiajan säästölaskuri

Ilmanvaihdon käyntiajan säästölaskuri on tarkoitettu toimenpide-ehdotuksille, joissa pyritään optimoimaan ilmanvaihdon käyntiajat tarpeen mukaisiksi. Laskurilla voidaan laskea, kuinka paljon käyntiaikojen muutos vaikuttaa puhaltimen energiankulutukseen, vuosikustannuksiin ja hiilidioksidipäästöihin. Lähtötietoina tarvitaan käyntiaikojen viikkoaikataulu, puhaltimen ottoteho ja energian hinta.

Taulukossa 2 on esitetty käyntiajan säästölaskuri puhaltimelle ja laskentaesimerkki.

Taulukko 2. Esimerkkikohteen ilmanvaihdon käyntiajan säästölaskuri.

Ilmanvaihtokone:	TK1	Energian hinta (€/MWh)	100
Puhaltimen teho:	5 kW		

Nykyinen käyntiaikataulu			Suositeltu käyntiaikataulu		
Käyntiaika (h/vk)			Käyntiaika (h/vk)		
	1/1	1/2		1/1	1/2
Ma	10	6	Ma	8	4
Ti	10	6	Ti	8	4
Ke	10	6	Ke	8	4
To	10	6	To	8	4
Pe	10	6	Pe	8	4
La	6	4	La	5	3
Su			Su		
Kulutus vuodessa	15,7 MWh		Kulutus vuodessa	12,4 MWh	

Säästö (MWh/a)	3,2
Säästö(€/a)	322
Säästö (kgCO₂/a)	708

Puhallinlakien perustella on selvitetty puhaltimen ottoteho 1/2 tilavuusvirralla verrattuna 1/1 tilavuusvirtaan.

$$qv_2 = qv_1 * \left(\frac{n_2}{n_1}\right) \quad P_2 = P_1 * \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^3 \quad (7,8)$$

qv on tilavuusvirta

P on ottoteho

n on kierrosnopeus.

Kaavoista 7 ja 8 voidaan päätellä, että kierrosnopeuden kaksinkertaistuessa tilavuusvirta kaksinkertaistuu ja tehontarve kahdeksankertaistuu. [11]

Kulutus vuodessa on laskettu kaavalla 9.

$$E = \left(P * t_1 + \frac{P}{8} * t_2 \right) * \frac{52}{1000} \quad (9)$$

E on energian kulutus vuodessa

P on puhaltimen ottoteho

t_1 on puhaltimen käyntiaika viikossa 1/1 tilavuusvirralla

t_2 on puhaltimen käyntiaika viikossa 1/2 tilavuusvirralla.

Toimenpiteelle on laskettu säästöt energiankulutukselle kaavalla 10, kustannuksille kaavalla 11 ja päästöille kaavalla 12.

$$E_s = E_1 - E_2 \quad k_s = k * E_s \quad p_s = p * E_s \quad (10,11,12)$$

E_s on energiankulutuksen säästö vuodessa

E_1 on energiankulutus nykyhetkellä vuodessa

E_2 on energiankulutus säästöehdotuksessa vuodessa

k_s on kustannussäästö vuodessa

k on energian hinta

p_s on päästösäästöt vuodessa

p on päästökerroin.

Päästökertoimen laskelmissa käytetään Suomen keskimääräistä sähkönhankinnan CO₂-päästökerrointa viiden vuoden liukuvasta keskiarvosta, joka on 220 kg CO₂/MWh. [12]

6.3 Sulanapidon säästölaskuri

Sulanapidon säästölaskurilla voidaan laskea kaikenlaisten sulana pitoratkaisujen säästöpotentiaali sen perusteella, että sen toiminta-alueita muutetaan. Tavoitteellisena toiminta-alueena sulanapidolle pidetään $-3\text{ °C} \dots 1\text{ °C}$, jolloin toiminta on vielä tarpeenmu-
kaista, mutta energiaa ei tuhjata turhaan [13]. Säästölaskurista on tehty 3 eri versiota, säävyöhykkeille 1 ja 2, säävyöhykkeelle 3 ja säävyöhykkeelle 4. Lämpötilan pysyvyys-
tietoina on käytetty Suomen energialaskennan referenssivuoden (D3 2012) tunnitaisia
ulkolämpötiloja [14].

Taulukossa 3 on esitetty sulana pidon säästölaskuri ja laskentaesimerkki.

Taulukko 3. Esimerkkikohteen sulanapidon säästölaskuri.

Säävyöhyke 1 ja 2		
Teho (kW)	10	
Energian hinta (€/MWh)	100	
Toiminta-alue °C	-5 ... 3	
Suositeltu toiminta-alue °C	-3 ... 1	
Säästö:	12,21	MWh/a
	1221	€/a
	2686	kgCO ₂ /a

Sulana pidon ohjauksen muuttamisella saatava säästö on laskettu kaavalla 13.

$$E_s = \frac{(tn_2 - tn_1) * P - (ts_2 - ts_1) * P}{1000} \quad (13)$$

E_s on energiankulutuksen säästö vuodessa

P on sulana pidon ottama teho

tn_1 on alemman lämpötilan kumulatiivinen lämpötilavälin kesto nykyään

tn_2 on ylemmän lämpötilan kumulatiivinen lämpötilavälin kesto nykyään

ts_1 on alemman lämpötilan kumulatiivinen lämpötilavälin kesto, suositeltu

ts_2 on ylemmän lämpötilan kumulatiivinen lämpötilavälin kesto, suositeltu.

Sulanapidon ohjauksen muuttamisella saatavat vuosikustannussäästöt on laskettu kaavalla 11 ja päästösäästöt vuodessa kaavalla 12.

6.4 Kiertovesipumpun taajuusmuuttajan ja kesäkäytön säästölaskuri

Säästölaskuri on tehty lämmityksen kiertovesipumpulle, joka toimii vakiovirtaamalla ympärivuotisesti, ja se tullaan vaihtamaan taajuusmuuttajalla ja kesäkäytöllä varustettuun kiertovesipumppuun.

Euroopan unionin direktiivissä 2005/32/EY on annettu kiertovesipumpuille vuotuinen käyttöprofiili eri virtaamille taulukossa 4. [15]

Taulukko 4. Kiertovesipumppujen vuotuinen käyttöprofiili.

Virtaama (% maksimivirtaamasta)	Aika (% vuodesta)
100	6
75	15
50	35
25	44

Koska pumppuihin voidaan soveltaa samaa affiniteettisääntöä kuin puhaltimiin, tehon ja virtaaman suhteen määrittämiseen käytetään kaavaa 8.

Teho 100 %:n virtaamalla:

$$P_{100\%} = 100\% * \left(\frac{100\%}{100\%}\right)^3 = 100\%$$

Teho 75 %:n virtaamalla:

$$P_{75\%} = 100\% * \left(\frac{75\%}{100\%}\right)^3 \approx 42,2\%$$

Teho 50 %:n virtaamalla:

$$P_{50\%} = 100\% * \left(\frac{50\%}{100\%}\right)^3 = 12,5\%$$

Teho 25 %:n virtaamalla:

$$P_{25\%} = 100\% * \left(\frac{25\%}{100\%}\right)^3 \approx 1,6\%$$

Lämmityksen kiertovesipumpun ei tarvitsisi olla lämmityskauden ulkopuolella jatkuvasti päällä. Usein pumppua kuitenkin pidetään koko ajan päällä, jotta se ei pääse jumiutu-
maan. Vaihtoehtona on kuitenkin pumppuja, jotka ovat lämmityskauden ulkopuolella pois
päältä, mutta käynnistyvät tasaisin väliajoin hetkeksi päälle, jotta ne eivät jumiudu. Esi-
merkiksi Grundfosin Alpha2-kiertovesipumppu toimii kesäaikana siten, että se käynnis-
tyy kerran vuorokaudessa yhdeksi minuutiksi. [16]

Lämmityskauden pituus Etelä-Suomessa on noin 245 vuorokautta, ja pohjoisimmassa
Suomessa se voi olla yli 300 vuorokautta [17]. Näin ollen lämmityskauden ulkopuolelle
jää noin 60–120 vuorokautta sijainnista riippuen. Tämän ajan lämmityksen kiertovesi-
pumppu voi toimia kesäkäyttö ominaisuudella.

Taulukossa 5 on esitetty kiertovesipumpun säästölaskuri ja laskentaesimerkki:

Taulukko 5. Esimerkkikohteen kiertovesipumpun taajuusmuuttajan ja kesäkäytön säästölaskuri.

Lämmityskauden pituus (vrk/a)	270
Kiertovesipumpun ottoteho (W)	500
Energian hinta (€/MWh)	100

Säästö (MWh/a)	3,8
Säästö (€/a)	381
Säästö (kgCO₂/a)	838

Taajuusmuuttaja- ja kesäkäyttöohjauksella varustetun kiertovesipumpun ja vakiovirtauksellisen kiertovesipumpun vuosittaisen käyntiajan erotus on laskettu kaavalla 14.

$$t = 365vrk * 24h - ((t_2 * 24h) + \left((365 - t_2) * \frac{1}{60}h\right)) \quad (14)$$

t on kiertovesipumppujen kokonaiskäyntiaikojen erotus
t₂ on lämmityskauden pituus.

Kiertovesipumpun vaihtamisella saatava energiansäästö on laskettu kaavalla 15.

$$E_s = \frac{(365 \text{vrk} * 24 \text{h} * P_{100\%}) - (t * 6\% * P_{100\%} + t * 15\% * P_{75\%} + t * 35\% * P_{50\%} + t * 45\% * P_{25\%})}{1000000} \quad (15)$$

E_s	on energiansäästö vuodessa
t	on kiertovesipumppujen kokonaiskäyntiaikojen erotus
$P_{100\%}$	on kiertovesipumpun ottoteho 100 %:n virtaamalla
$P_{75\%}$	on kiertovesipumpun ottoteho 75 %:n virtaamalla
$P_{50\%}$	on kiertovesipumpun ottoteho 50 %:n virtaamalla
$P_{25\%}$	on kiertovesipumpun ottoteho 25 %:n virtaamalla.

Kiertovesipumpun vaihtamisen vuosikustannussäästöt on laskettu kaavalla 11 ja päästösäästöt vuodessa kaavalla 12.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Tämän insinööritoimiston tarkoituksena oli luoda Raksystems insinööritoimisto Oy:lle uusi tuote suurten yritysten energiakatselmuksista. Lopputuloksena saimme luotua yritykselle uuden toimivan tuotteen, joka täyttää lain vaatiman kirjaimen, sopii yrityksen muun toiminnan yhteyteen ja palvelee asiakkaita toivon mukaan mahdollisimman hyvin. Lisäksi teimme muutamia asiakkaille tarkoitettuja materiaaleja helpottamaan heidän tehtävänsä osana katselmusten suorittamista.

Säästölaskelmia varten luotiin laskentapohjia muutamia yleisempiä säästötoimenpiteitä varten, jotka toivon mukaan tehostavat katselmoijien ajankäyttöä raportointivaiheessa. Jatkossa olisi kuitenkin hyvä jatkaa yhtenäisten laskentapohjien luontia muillekin laskentatapauksille, jotta katselmuksia pystyttäisiin tekemään vielä nykyistäkin tehokkaammin.

Oman tulkintani mukaan suurten yritysten energiakatselmuksissa pyritään samankaltaiseen toimintaan kuin Motivan mallin mukaisissa katselmuksissa, mutta hieman pienemmin vähimmäisvaatimuksin. Suurena apuna tuotteen ja varsinkin raporttipohjien luomisessa olivatkin yrityksen aikaisemmin tekemät energiakatselmuksiset, niiden raportit sekä muut oheismateriaalit. Olisikin mielenkiintoista tietää, millä tavoin muut toimijat ovat toteuttaneet katselmuksia ja millaisen linjan Energiavirasto ottaa katselmusten laajuuden valvonnassa.

Suurten yritysten pakolliset energiakatselmukset ovat vielä suhteellisen uusi katselmusmuoto, ja niiden suorittamisohjeet ovat mielestäni vielä hieman epäselvät ja ympäröivät. Jatkossa onkin mielenkiintoista seurata siihen liittyvien lakien ja asetusten kehittymistä. Tulevaisuudessa olisi myös mielenkiintoista tietää, millaisiin säästöihin suuret yritykset ovat päässeet lain voimaantulon jälkeen, miten paljon ehdotettuja toimenpiteitä on käytännössä toteutettu ja miten kustannus- ja säästölaskelmat ovat pitäneet paikkansa.

Lähteet

- 1 Energiatehokkuus. 2015. Verkkodokumentti. Työ- ja elinkeinoministeriö. <https://www.tem.fi/energia/energiatehokkuus>. Luettu 11.1.2016.
- 2 Energiakatselmustoiminta. 2015. Verkkodokumentti. Motiva Oy. <http://www.motiva.fi/toimialueet/energiakatselmustoiminta>. Luettu 11.1.2016.
- 3 Raksystems. Verkkodokumentti. Raksystems Insinööritoimisto Oy. <http://www.raksystems.fi/fi/raksystems>. Luettu 30.10.2015.
- 4 Energiatehokkuuslaki 1429/2014. Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö. 30.12.2014.
- 5 Suurten yritysten energiakatselmukset, kysymykset ja vastaukset 26.10.2015. Verkkodokumentti. Energiavirasto. <http://www.energiavirasto.fi/documents/10191/0/Kysymykset-vastaukset+10262015/c4ee07c6-7130-41a5-899a-ec6f85deefdb>. Luettu 2.11.2015.
- 6 Valtioneuvoston asetus energiakatselmuksista 20/2015. Helsinki. Oikeusministeriö. 19.1.2016.
- 7 Työ- ja elinkeinoministeriön asetus 41/2015 kohdekatselmusten raportoinnista. Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö. 21.1.2015.
- 8 Työ- ja elinkeinoministeriön tukeman energiankatselmustoiminnan yleisohjeet. 2015. Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö, Energiaosasto. Luettu syyskuu 2015.
- 9 Iivonen, Heikki. 2015. LVIA-asiantuntija, Raksystems insinööritoimisto Oy, Keskustelu 11.11.2015.
- 10 Yrjölä, Jukka. 2009. Investointilaskelmat. Opetusministeriö. 11.9.2009.
- 11 Puhallintekninen käsikirja. 2007. Fläkt Woods Oy.
- 12 CO₂-päästökertoimet. 2015. Verkkodokumentti. Motiva. http://www.motiva.fi/taustatietoa/energian kaytto_suomessa/co2-laskentaohje_energian kulu tuksen_hiilidioksidipaastojen_laskentaan/co2-paastokertoimet. Luettu 6.1.2016.
- 13 Virtanen, Tuomas. 2015. Sähköinsinööri, Raksystems insinööritoimisto Oy. Keskustelu 11.11.2015.
- 14 Lämpöpumppujen energialaskentaopas. 2012. Ympäristöministeriö. 3.10.2012.
- 15 Commission regulation (ec) No 641/2009. European Union. 22.7.2009.

- 16 Grundfos Alpha2 tuote-esite. Verkkodokumentti. Grundfos. <https://fi.grundfos.com/tuotteet/etsi-tuote/ALPHA2.html>. Luettu 4.1.2016.
- 17 Ilmastonmuutos ja lämmitystarveluku paikkatietoarvioina Suomessa. 2014. Ilmatieteen laitos.