

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU

Uusiutuvan energian koulutus

Ylempi ammattikorkeakoulututkinto

Timo Hassinen

**TALOUELLISEN JA EKOLOGISEN LÄMMITYSJÄRJESTEL-
MÄN VALINTA PIENRAKENNUSHANKKEESSA**

Opinnäytetyö

Elokuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Syyskuu 2017
Uusiutuvan energian koulutus
Ylempi ammattikorkeakoulututkinto
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
Puh. (013) 260 600

Tekijä(t)
Timo Hassinen

Nimeke
Taloudellisen ja ekologisen lämmitysjärjestelmän valinta pienrakennushankkeessa

Toimeksiantaja
Karelia-amk

Tällä hetkellä pienrakentamiseen liittyvän lämmitysjärjestelmän valintatyökalujen kirjo on hyvin laaja. Näitä työkaluja ovat kehittäneet valtion omistamasta Motivasta alkaen erilaiset eri energiamuotojen käyttöä edistävät yhdistykset ja erilaiset energia- ja rakennusteollisuusyritykset. Nämä työkalut eivät ota kokonaisvaltaisesti huomioon lämmitysjärjestelmän valintaan liittyviä näkökohtia, vaan lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät näkökohdat otetaan huomioon valikoivasti riippuen työkalusta.

Opinnäytetyössä on selvitetty mahdollisuutta kehittää lämmitysjärjestelmän valintaan toimintamalli ja siihen käytettävä päätöksentekojärjestelmä. Sen pohjalta voidaan kehittää työkalu, joka on käytettävyydeltään ja käyttöliittymältään selkeä ja yleispätevä ja jonka voisivat hyväksyä kaikki rakennushankkeissa mukana olevat osapuolet.

Selvitettiin ensin pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan nykytila hankitun viiteaineiston pohjalta. Lisäksi selvitettiin lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät ja kehittämiskohteet, jotka liittyvät valintaprosessiin.

Tämän jälkeen laadittiin suunnitelma toimintamallista pienrakennushankkeen valinnan päätöksentekoon, jonka avulla voidaan huomioida pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät taloudelliset ja ekologiset näkökohdat paremmin.

Mahdollisesti tämän opinnäytetyön pohjalta kehitettävä CBA-päätöksentekomenetelmään perustuvan valintatyökalun avulla voidaan automatisoida lämmitysjärjestelmän valintaprosessi ja kehittää työkalu, joka huomioi kaikki lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät näkökohdat kokonaisvaltaisesti.

Kieli
suomi

Sivuja 57
Liitteet 1

Asiasanat
Lämmitysjärjestelmä, energiatehokkuus, päätöksentekomenetelmä



THESIS
September 2017
Degree in Renewable Energy
Master's Degree
Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
FINLAND
Puh. (013) 260 600

Author (s)
Timo Hassinen

Title
Choosing an Economic and Ecological Heating System on a small construction project

Commissioned by
Karelia UAS

Abstract

Currently, the assortment of the selection tools for the heating system on small-scale construction projects is relatively broad. The tools have been developed by the state-owned Motiva and several other different associations that are promoting the usage of different forms of energy as well as various energy and construction companies within the industry. However, these tools do not comprehensively take into consideration all the aspects related to the choice of the heating system, but the aspects related to the choice of the heating system are taken into consideration selectively depending on the tool.

The aim of the thesis was to examine the possibility of developing a framework for choosing a heating system and the related decision-making process within it. This can be used as a basis of developing a tool that is clear and universally valid in terms of usability and user interface and which could be accepted by all the parties involved in construction projects.

The first part of the thesis consists of mapping out the current state of choosing a heating system for a small-scale construction project based on the reference material obtained. In addition, the factors that affect selection of the heating system and the development targets related to the selection process were investigated.

Thereafter, a plan for action model which can assist taking into consideration the economic and ecological aspects better into consideration regarding the choice of heating system on a small-scale construction project was made and elaborated.

Based on this thesis, the potentially CBA decision-making tool can be used to automate the heating system selection process and to develop a tool that takes into consideration all aspects of the heating system selection in a comprehensive manner.

Language

Finnish

Pages 57

Appendices 1

Keywords

Heating system, energy efficiency, decision-making method

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Lämmitysjärjestelmän valinta pienrakennushankkeessa.....	9
	2.1 Tausta.....	9
	2.2 Tavoitteet.....	12
	2.3 Menetelmät ja rajaukset.....	13
3	Lämmitysjärjestelmän valinnan nykytila.....	14
	3.1 Lämmitysjärjestelmien nykytila.....	14
	3.2 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät säädökset.....	17
	3.3 Käytössä olevat lämmitysjärjestelmät.....	18
	3.3.1 Lämmitysjärjestelmien kehitys.....	19
	3.4 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät toimijat.....	22
	3.5 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät näkökohdat.....	29
4	Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvien työkalujen nykytila.....	33
	4.1 Valintatyökalut.....	33
	4.2 Valintatyökalut ja niiden sisältö.....	35
5	Lämmitysjärjestelmän valinnan tietotarpeet.....	38
	5.1 Rakentamisen tietformaattit.....	38
	5.2 IFC-formaatti.....	40
	5.3 RT-kortistot.....	41
6	Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät kehittämiskohteet ja tulokset.....	41
	6.1 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät kehittämisehdotukset.....	42
	6.2 Choosing by Advantages (CBA) päätöksenteon menetelmä.....	47
7.	Yhteenveto ja pohdinta.....	55
	7.1 Johtopäätökset.....	56
	7.2 Ratkaistavia ongelmia lämmitysjärjestelmän valinnan päätöksenteon helpottamiseksi.....	57
	Lähteet.....	59

Liite Lämmitysjärjestelmän valinnan kotimaiset työkalut

1 Johdanto

Rakentaminen ja siihen liittyvä energiankulutus ja etenkin siihen liittyvien ympäristövaikutusten arviointiin liittyvät asiat ovat olleet viime vuosien aikana voimakkaasti esillä. Tämä on seurausta siitä keskustelusta, jota on käyty ilmastomuutoksesta ja sen vaikutuksesta maapallon olosuhteisiin.

Rakentamisen ja asumisen ympäristövaikutuksilla on laajaa yhteiskunnallista merkitystä. Asumiseen liittyvät ilmastovaikutukset aiheuttavat noin kolmanneksen Suomen kaikista ilmastovaikutuksista. (Ilmasto-opas 2016.)

Energian loppukäytöllä tarkoitetaan energiaa, joka jää energian siirto- ja muuntohäviöiden jälkeen yritysten, kotitalouksien ja muiden kuluttajien käyttöön. Loppukäyttö sisältää siis energian lopputuotteiden eli sähkön ja kaukolämmön sekä rakennusten lämmitykseen käytettyjen polttoaineiden, liikennepolttoaineiden ja teollisuuden prosessipolttoaineiden kulutuksen. Rakennusten lämmityksen osuus on neljäsosa energian loppukäytöstä. (Motiva 2017.)

Tämä seurauksena rakennuslainsäädännössä on kiinnitetty huomiota entistä enemmän rakennusten energian käyttöön ja niiden aiheuttamaan ympäristökuormitukseen. Nämä näkökohdat ovat lähtökohtana pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan päätöksentekoprosessin kehittämiseksi. Tällaisesta lainsäädännöstä on hyvä esimerkki kaavoitusta koskeva lainsäädäntö. Asemakaavassa voidaan antaa määräys rakennuksen liittämistä kaukolämpöverkkoon, jos määräys on tarpeen energian tehokkaan ja kestävä käytön, ilman tavoiteltavan laadun taikka asemakaavan muiden tavoitteiden kannalta. Määräystä sovelletaan rakennukseen, jonka rakennuslupaa haettaessa kaukolämpöverkko on toteutettu siten, että siihen liittyminen on mahdollista rakennuspaikan välittömässä läheisyydessä. (Maankäyttö- ja rakennuslaki 2009)

Yhtenä tausta-aineistona on uudistettavalle rakennuslainsäädännölle FInZEB-hanke. Sen tavoitteena oli luoda kansalliset tulkinnat rakennusten energiatehokkuusdirektiivin (EPBD) lähes nollaenergiarakentamista koskeviin määritelmiinsä tuottaa kiinteistö- ja rakennusalan yhteinen näkemys vuonna 2015 käynnistyneen

energiatehokkuuden säädösvalmistelun pohjaksi. Hankkeen tavoitteena oli selvittää, kuinka kansalliset vaatimukset tulisi asettaa riittävän haasteellisesti mutta kustannustehokkaasti direktiivien täyttämiseksi rakenteiden turvallisuus ja hyvät sisäolosuhteet huomioiden. (FInZeb-loppuraportti 2015, 8.)

FInZEB-hankkeessa selvitettiin laskennallisten tarkastelujen avulla energiansäästövaikutuksiltaan ja kustannuksiltaan toteutuskelpoisia ratkaisukokonaisuuksia, jotka toimivat lähtökohtina ja vertailuaineistona määriteltäessä kansallisia nZEB-vaatimuksia. Hankkeessa huomioitiin kansalliset erityispiirteet, vallitseva rakentamiskäytäntö ja energiatehokkuuden tarkasteluperiaatteet sekä muut asiaan liittyvät direktiivit ja määräykset. (FInZeb-loppuraportti 2015,8.)

Velvoite siirtyä uudisrakentamisessa lähes nollaenergiarakentamiseen sisältyy uudelleenlaadittuun Euroopan parlamentin ja neuvoston rakennusten energiatehokkuudesta antamaan direktiiviin. Direktiivissä säädetään lähes nollaenergiarakennuksen määritelmästä ja määräajoista, joilla lähes nollaenergiarakennuksiin tulee siirtyä. Maankäyttö- ja rakennuslaissa määriteltäisiin direktiivin mukaisesti, mitä lähes nollaenergiarakennuksella tarkoitetaan. (Luonnos maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 2016, 1.)

Hallituksen luonnoksessa uudeksi maankäyttö- ja rakennuslaiksi nämä vaatimukset tulevat esille. Vaatimus lähes nollaenergiarakennuksista koskee vain uusia rakennuksia. Olemassa olevien rakennusten osalta energiatehokkuutta on parannettava rakennuksen rakennus- tai toimenpideluvanvaraisen korjaus- ja muutostyön tai rakennuksen käyttötarkoituksen muutoksen yhteydessä kuten nykyisin, eli jos parannus on teknisesti, toiminnallisesti ja taloudellisesti toteutettavissa. Hallituksen esityksen lisäksi on otettava huomioon myös tällä hetkellä valmisteilla oleva EU:n ehdotus rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU muuttamisesta.

Energiatehokkuus etusijalle periaate on energiaunionin keskeinen tekijä, ja tällä ehdotuksella se pannaan täytäntöön. Yksi tapa parantaa energiatehokkuutta on hyödyntää tehokkuushyötyjen valtavaa potentiaalia rakennussektorilla. Rakennusala on suurin yksittäinen energian kuluttaja Euroopassa. Se käyttää 40 prosenttia loppuenergiasta. Rakennuksista noin 75 prosenttia on energiankulutukseltaan tehottomia, ja jäsenvaltiosta riippuen vain 0,4–1,2 prosenttia

rakennuskannasta peruskorjataan vuosittain. (Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU muuttamisesta 2016, 2.)

Tämän ehdotuksen päätavoitteena on nopeuttaa olemassa olevien rakennusten kustannustehokkaita peruskorjauksia. Tämä on kaikkia osapuolia hyödyttävä vaihtoehto koko EU:n talouden kannalta. (Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU muuttamisesta 2016, 2.)

Edellä mainittujen tavoitteiden mukaisesti tällä ehdotuksella päivitetään rakennusten energiatehokkuudesta annettua direktiiviä:

- integroimalla siihen pitkän aikavälin rakennusten peruskorjausstrategiat (energiatehokkuusdirektiivin 4 artikla), tukemalla rahoituksen käyttöönottoa ja luomalla selkeä visio rakennuskannan muuttamiseksi vähähiiliseksi vuoteen 2050 mennessä
- kannustamalla tieto- ja viestintätekniiikan ja älykkään teknologian käyttöä rakennusten tehokkaan toiminnan varmistamiseksi ja
- järkeistämällä säännöksiä, jos ne eivät ole tuottaneet toivottuja tuloksia

Erityisesti sillä otetaan käyttöön rakennusten automaatio ja valvontajärjestelmät vaihtoehtona fyysisille tarkastuksille, kannustetaan sähköisen liikkuvuuden edellyttämän infrastruktuurin käyttöönottoon (keskiössä ovat suuret kaupalliset rakennukset, mutta julkiset rakennukset ja pk-yritykset jätetään soveltamisalan ulkopuolelle). Otetaan käyttöön älykkäitä ratkaisuja koskeva indikaattori, jolla arvioidaan rakennuksen teknisiä valmiuksia toimia vuorovaikutuksessa asukkaiden ja sähköverkon kanssa ja hoitaa tehokkaasti toimintojaan. Tällä rakennusten energiatehokkuutta koskevan direktiivin päivityksellä vahvistetaan myös rakennusten peruskorjausten julkisen rahoituksen ja energiatehokkuustodistusten välistä linkkiä.

Tarjotaan kannustimia energiaköyhyyden torjumiseen rakennusten peruskorjausten kautta. (Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU muuttamisesta 2016, 2.)

Uudisrakentamisella ja korjaus- ja muutostöillä on omat erilaiset energiatehokkuusvaatimuksensa. Euroopan komissio on katsonut, että rakennusten energiatehokkuusdirektiivin olemassa olevia rakennuksia koskevien säännösten kansallinen täytäntöönpano on ollut osin puutteellinen. Esityksessä ehdotetaan olemassa olevien rakennusten osalta tehtäväksi Euroopan komission tietopyynnössään esittämät täsmennykset. (Luonnos maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta 2016, 1.)

Ympäristönäkökohdat on otettava huomioon, kun tehdään rakennushankkeita koskevia päätöksiä. On selkeä tarve kehittää eri toimijoiden kanssa yhdessä sovittu pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintamallimalli, jossa lähtötiedot ovat läpinäkyviä, ja liittää se pienrakennushankkeen kokonaistoteutukseen.

Yhtenä ponttimena opinnäytetyössä tekemiseen oli nykyinen hallitusohjelma, jonka mukaan päästöttömän, uusiutuvan energian käyttöä lisätään kestävästi niin, että sen osuus 2020-luvulla nousee yli 50 prosenttiin ja omavaraisuus yli 55 prosenttiin sisältäen mm. turpeen.

Tämä perustuu erityisesti bioenergian ja muun päästöttömän uusiutuvan tarjonnan lisäämiseen. Kannustetaan tuontiöljyn korvaamiseen lämmityksessä päästöttömillä uusiutuvilla vaihtoehdoilla. (Hallitusohjelma 2016, 23.)

Lämmitysjärjestelmän valinta ei koske pelkästään uudisrakentamista, vaan korjaushankkeiden skaala arvolla mitattuna on yhtä laaja kuin uudisrakentamisessa. Sisällön variaatiot on moninkertaiset, koska korjauksen kohteena on eri aikakausina rakennettuja kohteita ja alueita. Tästä syystä on vähättelevää pitää korjausrakentamista vain uudisrakentamisen suhdannevaihteluita tasaavana varamarkkinana.

Tällä perusteella korjausrakentaminen on otettava osaksi pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmä valintaprosessin kehittämistyötä. (Airaksinen, Hietanen, Manninen, Reijula & Vainio 2011, 45.)

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda malli lämmitysjärjestelmän päätöksentekoprosessin pohjaksi pienrakentajalle. Siinä selvitetään millaista tietoa rakennuksesta ja valittavana olevista lämmitysjärjestelmistä pitää olla, jotta sitä voidaan hyödyntää lämmitysjärjestelmän valinnan päätöksenteon eri vaiheissa.

2 Lämmitysjärjestelmän valinta pienrakennushankkeessa

2.1 Tausta

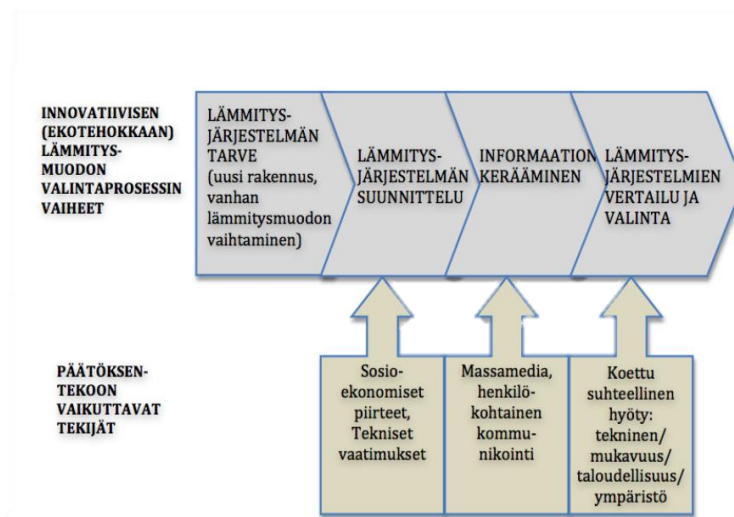
Pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan on viime vuosina kiinnitetty entistä enemmän huomiota lämmityksen aiheuttaman ympäristökuormituksen vähentämiseksi ja energiatehokkuuden parantamiseksi. Tämän seurauksena on tullut tarve selvittää eri lämmitysjärjestelmien kokonaistilanne. Tehdä konkreettinen selvitys ja esitys lämmitysjärjestelmän valinnan pohjaksi siten, että se palvelisi pienrakentajan päätöksentekoa lämmitysjärjestelmää valittaessa.

Pienrakennushankkeessa monet rakentajat kokevat lämmitysjärjestelmän valinnan hankalaksi ja joutuvat tekemään valinnat puutteellisen tiedon pohjalta. Kuitenkin rakentamisprosessissa lämmitysjärjestelmänvalinta on tärkeä osa koko hanketta ajatellen. Luotettavan yhteen kootun tiedon puuttuessa tärkeimmiksi tietolähteiksi nousevat tuttujen rakennusammattilaisten kokemukset. Tietoa haetaan lisäksi Internetin keskustelupalstoilta ja laitemyyjiltä, mutta näistä lähteistä saatu informaatio ei aina ole riittävän objektiivista.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda malli lämmitysjärjestelmän päätöksentekoprosessin pohjaksi pienrakentajalle. Siinä selvitettiin millaista tietoa rakennuksesta ja valittavana olevista lämmitysjärjestelmistä pitää olla, jotta sitä voidaan

hyödyntää lämmitysjärjestelmän valinnan päätöksenteon eri vaiheissa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmien kokonaistilanne ja tehdä konkreettinen selvitys ja esitys lämmitysjärjestelmän valinnan päätöksenteon pohjaksi pienrakennushankkeessa. Kartoitettiin pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan nykytila hankitun viiteaineiston pohjalta. Selvitettiin lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät ja kehittämiskohteet valintaprosessiin liittyen. Tehtiin suunnitelma toimintamallista pienrakennushankkeen valinnan päätöksentekoon, jonka avulla voidaan huomioida pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät taloudelliset ja ekologiset näkökohdat paremmin.

Pienrakennushankkeessa taloudellisen ja ekologisen lämmitysjärjestelmän valinta etenkin siihen liittyvien ympäristövaikutusten arviointiin liittyvät asiat ovat olleet viime vuosien aikana voimakkaasti esillä. Tämä on seurausta siitä keskustelusta, jota on käyty ilmastomuutoksesta ja sen vaikutuksesta maapallon olosuhteisiin. Lämmitysjärjestelmän valintaa kuvaa kuvio 1.



Kuvio 1. Päätöksenteon vaiheet innovatiivisen lämmitysjärjestelmän valinnassa (Mukaillen Mahapatra ja Gustavsson 2008; Rogers 2003). (Lahti 2011, 23.)

Mitä pitemmälle hanke etenee, sitä kapeammaksi muodostuu ratkaisuvaihtoehtojen vaihteluväli. Tarveselvitysvaiheessa vaihteluväli on suurin, silloinhan vasta

vartaillaan erilaisia lämmitysjärjestelmien hankintavaihtoehtoja. Hankesuunnitteluvaiheessa mitoitetaan ja asetetaan lämmitysjärjestelmälle halutut vaatimukset. Rakennussuunnitteluvaiheessa mitoitetaan ja suunnitellaan lämmitysjärjestelmän yksityiskohdat.

Rakentamisen ja asumisen ympäristövaikutuksilla on laajaa yhteiskunnallista merkitystä. Asumiseen liittyvät ilmastovaikutukset aiheuttavat noin kolmanneksen Suomen kaikista ilmastovaikutuksista. (Ilmasto-opas 2016.)

Energian loppukäytöllä tarkoitetaan energiaa, joka jää energian siirto- ja muuntohäviöiden jälkeen yritysten, kotitalouksien ja muiden kuluttajien käyttöön. Loppukäyttö sisältää siis energian lopputuotteiden eli sähkön ja kaukolämmön sekä rakennusten lämmitykseen käytettyjen polttoaineiden, liikennepolttoaineiden ja teollisuuden prosessipolttoaineiden kulutuksen. Rakennusten lämmityksen osuus on neljäsosa energian loppukäytöstä. (Motiva 2014.)

Luonnos Valtioneuvoston asetukseksi rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista ohjaa myös osaltaan lämmitysjärjestelmän valintaa myös pienrakennushakkeissa. Yleisesti ottaen kertoimissa on kysymys järjestelmän kokonaisyötysuhteesta esim. primäärienergianlähdeä poltettavaa puuta verrataan kaukolämpöön ja sähkөөn. Osittain on kysymys myös poliittisesta ohjauksesta.

Taulukossa 1 on esimerkki uusista kertoimista, jotka osaltaan ohjaavat lämmitysjärjestelmän valintaa tiettyyn suuntaan.

Taulukko 1. Rakennuksissa käytettävät energiamuotojen kertoimien lukuarvot ovat (Luonnos asetukseksi rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 2016, 1 §.)

Sähkö	1,20
Kaukolämpö	0,50
Kaukojäähdytys	0,28
Fossiiliset polttoaineet	1,00
Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,50

Lämmitysjärjestelmää valittaessa on otettava huomioon energian säästöön liittyvät asiat kuten lämmöneristyksen määrä eri rakenteissa, ikkunoiden ja ovien lämmöneristävyys ja ilmanvaihdon ja siihen mahdollisesti liittyvä jäähdytys jne. Ensimmäisestään energiansäästötoimenpiteillä pyritään vähentämään rakennuksen lämmityskustannuksia, ja vasta kun nämä toimenpiteet on selvitetty, niin tämän jälkeen tehdään lopullinen valinta lämmitysjärjestelmästä, joka parhaiten täyttää ko. pienrakennuskohteen lämmitystarpeen.

Tämä on johtanut myös siihen, että rakennuslainsäädännössä on kiinnitetty huomiota entistä enemmän rakennusten energian käyttöön ja niiden aiheuttamaan ympäristökuormitukseen. Nämä näkökohdat ovat olleet lähtökohtana lämmitysjärjestelmää valittaessa. Ympäristönäkökohdat otetaan huomioon, kun tehdään lämmitysjärjestelmää koskevia päätöksiä. Rakennusosalta ovat toistaiseksi puuttuneet kokonaan yhtenäiset lämmitysjärjestelmän valitsemisen käytännöt, lukuun ottamatta rakennusten energiatehokkuuteen liittyviä näkökohtia. On selkeä tarve kehittää eri toimijoiden kanssa yhdessä sovittu pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintamalli, jossa lähtötiedot ovat läpinäkyviä, ja liittävät sekä taloudelliset ja ekologiset näkökohdat lämmitysjärjestelmän valinnan kokonaisarviointiin.

Lämmitysjärjestelmän valinta ei koske pelkästään uudisrakentamista, vaan korjaushankkeiden skaala arvolla mitattuna on yhtä laaja kuin uudisrakentamisessa, mutta sisällön variaatiot moninkertaiset, koska korjauksen kohteena on eri aikakausina rakennettuja kohteita.

2.2 Tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää seuraavat asiat:

- Kartoitettiin pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan nykytila.
- Selvitettiin lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät ja se, millaista tietoa rakennuksesta pitää olla, jotta lämmitysjärjestelmä voidaan valita.

- Selvitettiin olemassa olevat lämmitysjärjestelmän valintaan käytettävät työkalut.
- Selvitettiin kehittämiskohteet ja tehdään suunnitelma toimintamallista, jonka avulla voidaan paremmin huomioida pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät taloudelliset ja ekologiset näkökohdat.

Kehitettävän toimintamallin ja mahdollisesti siihen tehtävän työkalun pitäisi olla käytettävyydeltään ja käyttöliittymältään selkeä ja yleispätevä, jonka voisivat hyväksyä kaikki rakennushankkeissa mukana olevat osapuolet. Toimintasuunnitelman pohjalta voitaisiin tehdä pienrakennushanketta ajatellen lämmitysjärjestelmän valintaa helpottamaan tietokoneohjelma ja lämmitysjärjestelmän valintaopas pienrakentajalle.

2.3 Menetelmät ja rajaukset

Selvitys perustuu kirjallisiin lähteisiin mukaan lukien www-julkaisut ja mahdollisiin yrityskäynteihin.

Opinnäytetyössä käytetyt menetelmät:

- Kartoitettiin pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan nykytila hankitun viiteaineiston pohjalta.
- Selvitettiin lämmitysjärjestelmän valintaan käytettävissä työkaluissa käytettävät lämmitysjärjestelmänvalintakriteerit ja se, miten valintaan liittyvät eri näkökohdat ovat niihin liitettävissä vai pitääkö kehittää ihan uusi työkalu, joka huomioi lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät taloudelliset ja ekologiset näkökohdat kokonaisvaltaisesti.
- Choosing by Advantages (CBA) on päätöksenteon menetelmä, joka perustuu vaihtoehtojen ja niiden ominaisuuksien välillä vallitsevien eroavaisuuksien ja hyötyjen arvioimiseen.

Menetelmää voidaan käyttää lähes kaikissa yleisissä päätöksenteon tilanteissa strategisesta suunnittelusta henkilöstövalintoihin sekä erilaisissa projektiliiketoimintaa ja rakentamista koskevilla valintatilanteissa, kuten hankemuodon, palveluntarjoajan, materiaalin, suunnitteluratkaisun tai tuotteen valinnassa. (Lean Construction Instituutti 2016.)

Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvää kehittämistyötä voivat hyödyntää rakennushankkeeseen osallistuvat eri tahot ja erityisesti huomioiden varsinainen pienrakennuskohteen omistaja/käyttäjä, mutta välillisesti hankkeen kohderyhmänä ovat kaikki rakentamisprosessissa mukana olevat tahot.

Opinnäytetyön varsinaisena kohderyhmänä on pienrakennuskohteen omistaja/loppukäyttäjä. Koska rakentamisen ympäristövaikutukset tulevat olemaan osa rakentamisen julkista ohjausta, myös julkinen valta on omalta osaltaan kiinnostunut lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvistä kriteereistä.

Työssä ei tarjottu suoria ratkaisuja pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan liittyviin näkökohtiin, mutta kartoitettiin vielä toimenpiteitä vaativat tehtävät.

3 Lämmitysjärjestelmän valinnan nykytila

3.1 Lämmitysjärjestelmien nykytila

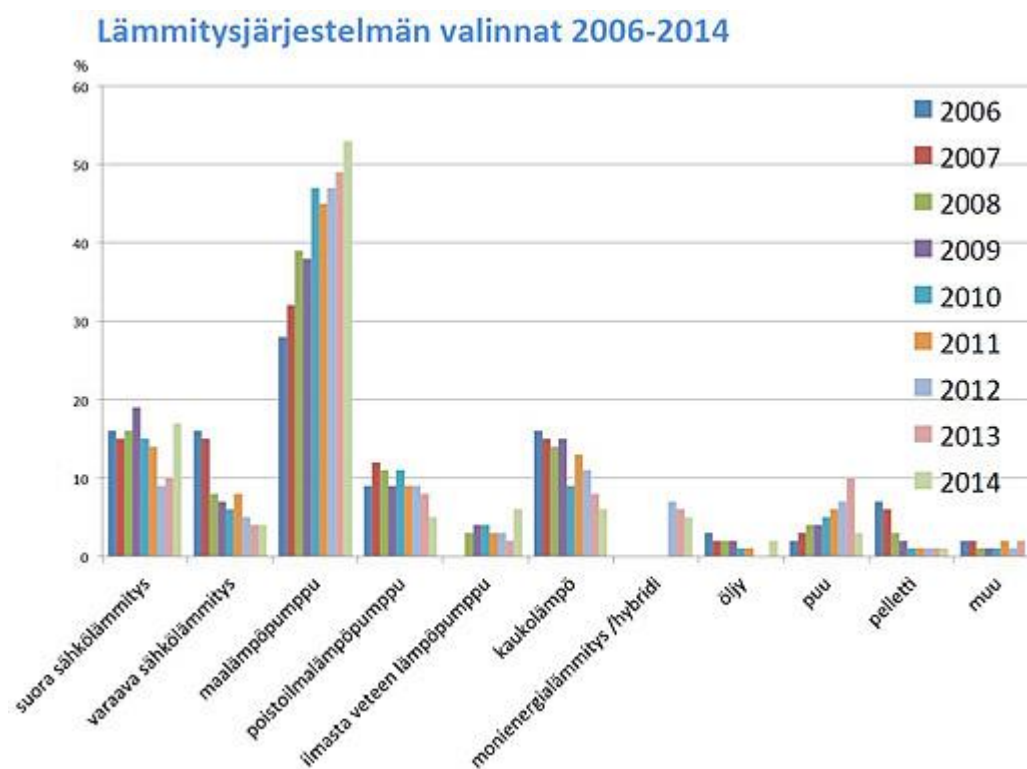
Tällä hetkellä pienrakentaja on suurien mahdollisuuksien ja toisaalta suuren epä-tietoisuuden varassa siitä, mikä olisi paras lämmitysjärjestelmävalinta omassa pienrakennuskohteessa.

Tietoa ja neuvoja on saatavissa runsaasti samoin kuin on olemassa erilaisia lämmitysjärjestelmävaihtoehtoja, mistä voi valita. Suurin epävarmuustekijä on alati muuttuvat rakennuksen energiatehokkuuteen liittyvät viranomaisvaatimukset.

Pientalojen lämmittäminen on murroksessa, sillä talojen lämmitykseen tarvittava energia on putoamassa murto-osaan 90-luvun tilanteesta. Energiatehokkuusvaatimukset asettavat vaatimuksia lämmitysjärjestelmille ja lämmin käyttövesi haukkaa suuremman osan energialaskusta kuin aikaisemmin. Siksi nykyään on erityisen tärkeä huomioida lämpimän käyttöveden tarve lämmitysjärjestelmää valittaessa.

Suurin muutos lämmitysjärjestelmien menekissä viimeisen viiden vuoden aikana on maalämmön yleistyminen ja nyt yli puolet rakentajista valitsee sen pääasialliseksi lämmönlähteeksi. Jäähdytysmahdollisuudella varustetun lämmitysjärjestelmän valitsee myös puolet rakentajista. (Suomirakentaa 2016.)

Kuviossa 2 nähdään viime vuosien kehitystä uusien pientalojen lämmitysjärjestelmän valinnassa. Maalämpö on viime vuosina noussut hyvinkin nopeasti suosituimmaksi lämmitysjärjestelmäksi. Ilmalämpöpumpun osuutta kuvassa ei ole, koska sitä ei ole määritelty päälämmitysjärjestelmäksi. Ilmalämpöpumppujen määrä oli jo vuonna 2007 Motivan mukaan (Lämpöä ilmassa Motiva,3.) yli sata-tuhatta kappaletta. Suoran sähkölämmityksen osuus on pysynyt ennallaan viimeisen yhdeksän vuoden aikana. Puun osuus lämmityksestä on taas kasvanut.



Kuvio 2. Lämmitysjärjestelmien markkinaosuudet uusissa pientaloissa vuosina 2006–2014. Monienergiälämmitys/hybridilämmitysmuodon osalta tilasto on saatavilla vain vuosilta 2012–2014. (Motiva 2016.)

Korjausrakennuskohteissa pientalojen lämmitys on perustunut sähköön (40 %), öljyyn (20 %) ja puuhun (20 %). Vasta noin 20 % energian tarpeesta hoidetaan kaukolämmöllä ja lämpöpumpuilla. (Suomirakentaa 2016.)

Näissä kohteissa lämmitysjärjestelmän uusimiselle lähtökohdat ovat aivan erilaiset kuin uudisrakennuksessa. Lämmitysjärjestelmän valintaa arvioitaessa on otettava huomioon myös vanhan lämmitysjärjestelmän nykytila ja arviotava se, uusitaanko koko lämmitysjärjestelmä vai täydennetäänkö sitä jollakin ns. lisälämmitysjärjestelmällä ja miltä osin toteutetaan energiatehokkuutta parantavia toimenpiteitä.

3.2 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät säädökset

EU:n asettama tavoite energiatehokkuuden parantamisesta on edennyt Suomessa hyvin pitkälle. Uusille rakennuksille on asetettu tiukat normit rakennusten energiankulutukselle, minkä seurauksena rakenteiden eristepaksuudet ovat kasvaneet ja mikä on kannustanut myös kehittämään ns. passiivi- ja matalaenergiataloja, joiden kuluttama lämmitysenergia on lähes nollassa. Tämä asettaa lämmitysjärjestelmän valinnalle uusia haasteita tulevaisuudessa.

Rakentamista ohjaavien määräysten tavoitteena on karsia pois tehottomimmat ratkaisut. Mikään ei estä tekemästä energiatehokkaampia taloja. (Motiva 2016.)

Euroopan laajuudessa rakennusten energiatehokkuutta ohjataan Rakennusten energiatehokkuusdirektiivillä. Suomessa rakennusten energiankäyttöä ohjataan useilla rakentamismääräyskokoelman osilla. Määräykset ovat velvoittavia, mutta niissä on myös paljon opastavia ohjeita. Myös muita kuin ohjeissa esitetyjä ratkaisuja voidaan käyttää, kunhan rakentamiselle asetetut vaatimukset täyttyvät. (Motiva 2016.)

Rakentamismääräykset ohjaavat hyvään rakentamisen laatuun ja energiatehokkuuteen. Määräyksien tarkoitus on karsia pois huonot ja tehottomat ratkaisut sekä asettaa minimivaatimustaso. (Motiva 2016.)

Uudisrakentamisessa siirryttiin 1.7.2012 rakennuksen kokonaisenergiatarkasteluun. Talon rakenteelliset energiatehokkuusvaatimukset pysyivät vuoden 2010 rakentamismääräyksien tasolla, mutta suurimpana muutoksena mukaan tuli kokonaisenergiatarkastelukulutus, jossa muun muassa lämmitysmuodon valinta vaikuttaa lopputulokseen oleellisesti. (Motiva 2016.)

Kokonaisenergiatarkastelu koskee kaikkea rakennuksessa tapahtuvaa laskennallista energiankulutusta, kuten lämmitystä ja ilmanvaihtoa, valaistusta sekä käyttöveden lämmitystä. Tämän pohjalta rakennukselle lasketaan E-luku, joka ei saa ylittää rakennustyyppille määritettyä ylärajaa.

Pientaloilla E-luvun yläraja riippuu pinta-alasta, ja vaatimukset ovat lievemmat pienille pientaloille. E-lukuvaatimus on lievempi pienille pientaloille, mutta pienissä pientaloissa vaipan pinta-alan suhde lattiapinta-alaan on suurempi, joten teknisille ratkaisuille asetetut vaatimukset ovat lähes yhtä kovat. (Motiva 2016.)

E-lukua laskettaessa eri energiamuodoille käytetään kertoimia, jotka ohjaavat valitsemaan ympäristön ja ilmaston kannalta mahdollisimman haitattomia vaihtoehtoja. Lämmitystapavalinnalla on ratkaiseva merkitys rakennuksen kokonaisenergiankulutukseen ja E-lukuun. (Motiva 2016.)

Rakennuksen energian käyttöön ja sitä kautta lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaa rakennusmääräyskokoelman osa D ja siitäkin lähinnä osat D3 Rakennusten energiatehokkuus D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmityshontarpeen laskenta. (Motiva 2016.)

3.3 Käytössä olevat lämmitysjärjestelmät

Puulla ja pelleteillä lämmittäminen on vaivattomampaa ja hyötysuhteiltaan parempaa kuin ennen. Lämpöpumput ovat yleistyneet, ja uusia lämpöpumppuratkaisuja on tullut markkinoille. Öljykattiloiden hyötysuhteet ovat parantuneet, ja markkinoille on tullut lämmityspolttoöljyjä, joihin on lisätty biokomponentti.

Sähkön ja kaukolämmön tavoitteena on pienentää merkittävästi hiilidioksidipäästöjä tulevana vuosina. Huolellinen suunnittelu ja asennus ovat luotettavasti ja tehokkaasti toimivan lämmitysjärjestelmän perusedellytys. (Motiva 2009, 3.)

Päälämmitystavaksi luokitellaan öljylämmitys, kaukolämpö, maalämpö ja pellettikeskuslämmitys aina, kun sellainen taloon tulee. Sähkölämmitys puolestaan lasketaan pääasialliseksi järjestelmäksi aina, kun sen rinnalla ei ole edellämäinittuja. Poistoilmalämpöpumppu, ulkoilma-vesilämpöpumppu ja puulämmitys ovat pääasiallisia silloin, kun talolla ei ole muuta pääasiallista lämmitystapaa. Vesikiertoiset lämmitystavat ovat pääasiallisia aina, kun sellainen tulee taloon. (Suomirakentaa 2016.)

Hybridilämmityksessä hyödynnetään useampaa kuin yhtä energialähdettä lämmityksessä ja lämpimän käyttöveden tuottamisessa. Omakotiorakentajat valitsevat taloonsa käytännössä aina keskimäärin kaksi lämmitysjärjestelmää. Puu-uuni on ylivoimaisesti yleisin rinnakaislämmönlähde. (Suomirakentaa 2016.)

Yleensä on yksi päälämmitysjärjestelmä. Tämän päälämmitysjärjestelmän tukena on ns. tukilämmitysjärjestelmiä, joita ovat aurinkolämmitys, ilmalämpöpumppu, kaminat ja tulisijat. (Motiva 2009,28).

3.31 Lämmitysjärjestelmien kehitys

Pienrakennuksissa käytettävät lämmitysjärjestelmät ovat kehittyneet vuosikymmenten saatossa samaan tahtiin kuin rakennukset ja niissä käytettävä teknologia. Uutena näkökohtana on tullut lämmitysjärjestelmän valinnan rinnalle energiatehokkuus.

Varsinaisten asuinrakennusten (pientalot, rivi- ja ketjutalot, asuinkerrostalot) hankitun energian määrässä on pieni laskeva trendi, mutta energiantarve pysyy oleellisesti samalla tasolla tarkasteluajanjaksolla.

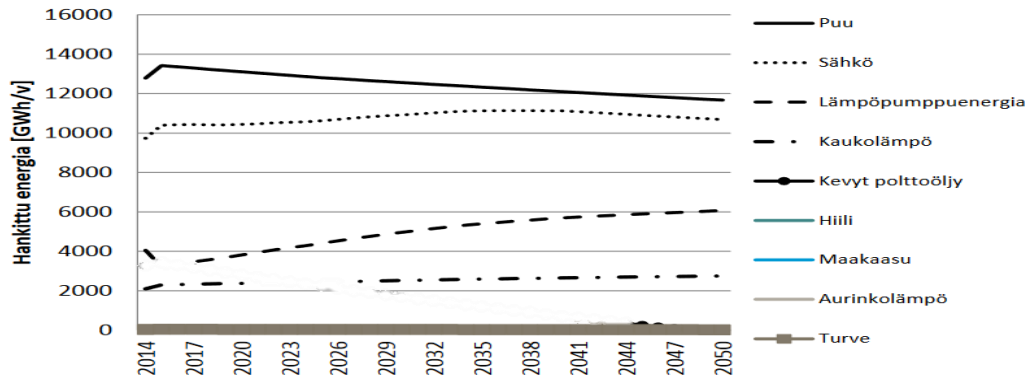
Rakennuksista eniten energiaa käyttävät pientalot, joissa on myös monipuolisin päälämmitystapajakauma sekä toissijaisia lämmitysmuotoja ja erilaisia lämmityksen hybridiratkaisuja. Pientaloissa tapahtuvien lämmitystapamuutosten myötä öljyn käyttö loppuu käytännössä vuoteen 2050 mennessä. Aurinkolämmön kehitykselle muodostettiin maltillinen lineaariseen kasvuun perustuva ennuste. (Syke 2016, 46.)

Puun käyttö pientaloissa vähenee kokonaisuudessa, mutta takkojen käyttö kasvaa. Nykyisessä rakennuskannassa puun lisälämmityskäyttö vähenee rakennusten poistuman ja korjausrakentamisesta tulevan lämmitystarpeen vähenemisen myötä. Pientaloissa varaava takka tai muu tulisija on yleinen lisälämmityslaite.

Perusskenaariossa mallitettua takkojen käytön kasvua tukee viimeaikainen trendi, jossa puun käyttö on noussut 2000-luvulla sekä kysely (Torvelainen, 2009), jossa ihmiset ovat kertoneet lisäävänsä tulevaisuudessa puun käyttöä. (Syke 2016, 46.)

Pientaloissa hyödynnetään eniten puuta, sähköä ja kaukolämpöä sekä lämpöpumppujen tuottamaa energiaa (Kuvio 3). Puusta noin 10 % käytetään saunoissa ja takkojen osuus vaihtelee 40–54 prosentin välillä tarkasteluajanjaksolla. Takkojen suhteellinen osuus kasvaa perusskenaariossa ajan myötä. Puulla hankitun energian suurta määrää selittää myös tilastoissa ja tässä työssä käytetyt alhaiset hyötysuhteet puupäälämmitykselle, takoille ja saunoille (55 %). Kevyen polttoöljyn käyttö on laskenut viime vuosikymmeninä ja sen oletetaan käytännössä häviävän vuoteen 2050 mennessä. (Syke 2016, 29.)

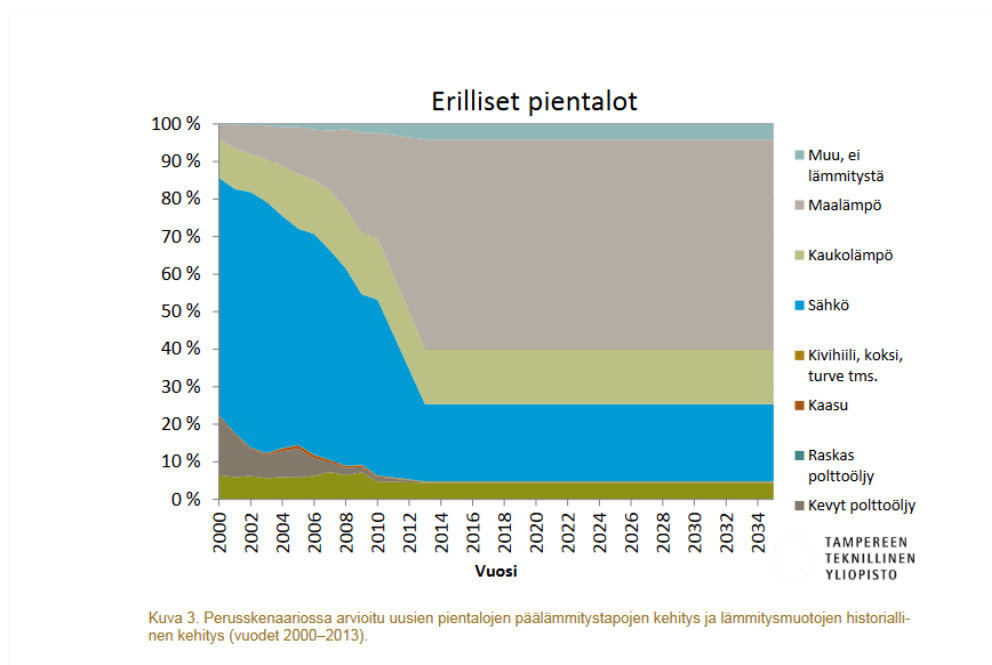
Toissijaiset lämmitysmuodot on käsitelty erillään päälämmitysmuodoista. Mallitettujen lämpöpumppujen tuotot eroavat tilastoinnissa käytetyistä vuosituotoista, mutta pumppumäärät perustuvat samaan aineistoon. Lämpöpumppuenergia kasvaa pientaloille tehdyssä skenaariossa, maalämmön osuus pumppuenergiasta on noin 60 %, loppu osuus jakautuu ilmalämpöpumppujen ja ulkoilmavesilämpöpumpun kesken. Tuosta osuudesta ilmalämpöpumppujen osuus vaihtelee välillä 67–85 %, ilmavesilämpöpumppujen vaihteluväli vastaavasti 33–15 % tarkasteluajaksolla. (Syke 2016, 46.)



Kuva 10. Pientalojen hankittu energia perusskenaariossa. Vuosi 2014 on tilastotieto.

Kuvio 3. Pientalon energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015–2050. (Syke 2016, 29)

Suuret talot taajamissa liittyvät lähes kaikki kaukolämpöön, vaikka jonkin verran näissäkin on yleistynyt maalämpö. Suurin vaihtelu lämmitystavoissa on pientaloissa ja muissakin pienissä rakennuksissa, joissa maalämmön suosio on kasvanut ja suoran sähkölämmityksen suosio on vähentynyt (Kuvio 4, vuodet 2000–2013). Muutostrendi on jatkunut jo pitkään. Pientaloissa lämmitysjärjestelmien investointikustannukset ovat merkittäviä, koska energiankulutus on suhteellisen pientä. Vuonna 2012 tuli käyttöön uudisrakentamisen energiamääräyksissä (D3) E-luvun käyttö, joka vaikeutti sähkölämmitystalojen rakentamista.



Kuva 3. Perusskenaariossa arvioitu uusien pientalojen päälämmitystapojen kehitys ja lämmitysmuotojen historiallinen kehitys (vuodet 2000–2013).

Kuvio 4. Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015-2050. (Syke 2016, 15).

3.4 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät toimijat

Pienrakennushankkeeseen liittyvään lämmitysjärjestelmän valintaan osallistuvat hyvin monipuolinen joukko erilaisia toimijoita riippuen hankkeen toteuttajan taustoista ja rakennushankkeen laadusta.

Energiayhtiöt energian tuottajina ja myyjinä ovat tehneet jo vuosia myös energia- tehokkuuden ja järkevän energiankäytönneuvontaa asiakkailleen. Energiayhtiöt kehittivät palveluja yhteistyössä vielä 90-luvulla. Sähkömarkkinoiden vapautumisen jälkeen sähkönmyynnin ja verkkoyhtiöiden eriydyttyä yhtiöt ovat karsineet kotitalous- ja sähkölämmitysneuvontaa sekä purkaneet mm. omia näyttelyjä. Myös yhteistyö on muuttunut kilpailun myötä. Yhteistyökumppanuuksia on vähemmän ja ne liittyvät usein tuotantoon tai myyntiin liittyviin yhteistyökuvioihin. (Sitra 2009, 8.)

Energiatoimistot edistävät energiatehokkuutta ja uusiutuvien energialähteiden käyttöä. Ne palvelevat monipuolisesti ja puolueettomasti alueen yrityksiä ja yhteisöjä sekä toteuttavat yhteistyössä erilaisia energiahankkeita. (Sitra 2009, 8.)

Euroopan Yhteisön ohjelmarahoituksella on Suomeen perustettu yhteensä 12 energiatoimistoa. Kolmivuotinen rahoitus on ollut suuruusluokaltaan enimmillään puolet ja noin 150 000 € perustettavaa toimistoa kohden. Toimistoissa työskentelee yleensä 2–3 henkilöä. (Sitra 2009, 8.)

Monet energiatoimistot ovat löytäneen EU-tuen päätyttyä kotipesän joko kaupunkien ja kuntien organisaatioista (Helsinki), useamman toimijan yhteenliittymästä (Morenia/Tampere ja Valonia/Varsinais-Suomi) tai teknologiakeskuksista (Vaasa, Pori, Jyväskylä). Suomessa toimii kahdeksan paikallista tai alueellista toimistoa. (Sitra 2009, 8.)

Motiva toimii energiatoimistoverkoston kansallisena koordinaattorina. Motivan kautta kanavoitunut tuki on pääsääntöisesti ollut yhteisten verkottumistilaisuuksien järjestämistä ja materiaalien välittämistä. (Sitra 2009, 11.)

Ympäristötieto- ja palvelukeskuksissa annetaan tietoa ja neuvontaa energiankäytön lisäksi myös ekotehokkaammista elämäntavoista: liikkumisen neuvontaa, taloudellisen ajotavan koulutusta, neuvotaan jätteen synnyn ehkäisyssä, kierrättämisessä ja veden käytössä. (Sitra 2009, 12.)

Keskuksset ovat yleensä kaupunkien ympäristötoimen ylläpitämiä ja niihin on koottu myös alueen muiden toimijoiden palveluja. Mukana toiminnan rahoittajina ovat usein paikallinen energiayhtiö, liikennelaitos, vesilaitos ja jäteyhtiö. Yhteistyötä keskenään tehdään vähintään projekti- ja kampanjatasolla. (Sitra 2009, 12.)

Motivan toiminta alkoi vuonna 1993 Energiansäästön palvelukeskus-projektina kauppa- ja teollisuusministeriön rahoituksella. Toiminta vakinaistettiin ja yhtiöitettiin vuonna 2000. Nykyisin Motiva toimii monimuotoisesti energian säästön ja materiaalien tehokkaan käytön edistämiseksi. Vuoden 2009 alussa perustettiin tytäryhtiö – Motiva Service Oy. (Sitra 2009, 12.)

Motiva tuottaa tietoaaineistoa ja toimintakonsepteja myös muille toimijoille esim. energiayhtiöille, energiatoimistoille ja monille yhdistyksille niiden neuvonta ja tiedotuspalveluiden tueksi. Jos aineisto on tuotettu TEM:in tuella, maksavat käyttäjät siitä ns. omakustannushinnan eli esim. oman osuutensa painokustannuksista. (Sitra 2009, 13.)

Kuluttajavirastolla on muutama pysyvä toimintomuoto, jotka sisältävät tietoa energiaa säästävistä valinnoista ja tuotteiden energiankulutuksesta. Näitä voivat hyödyntää joko kuluttajat suoraan tai sitten muuten energianeuvontaa antavat tahot. (Sitra 2009, 14.)

Vielä 90-luvulla monet tutkimuslaitokset jalostivat tutkimustietoa kuluttajille ja neuvoivat sekä puhelimitse että erilaisissa tapahtumissa mm. messuilla. Tällaisia olivat mm. Työtehoseura ja jossakin määrin myös VTT. Nyt tästä toiminnasta on pääosin luovuttu. Työtehoseura lopetti neuvontapuhelimensa vuoden 2007 lopulla. Tutkimustieto julkaistaan tutkimusraporteissa ja lehdissä, esim. TTS:n tutkimustieto julkaistaan usein Kuluttajalehdessä. Osa tutkimuksesta on laitetoimitajien tai lehtien tilaamaa, esim. monet kotitalouslaitteiden vertailututkimukset. (Sitra 2009, 15.)

Lisäksi monet järjestöt tarjoavat jäsenistölleen myös energiankäyttöön liittyvää neuvontaa. Järjestöt jakavat jäsenistölle tietoa ja jalostavat tutkimustietoa omiksi tietotuotteiksi tai käyttävät valmiita tietotuotteita. Tällaisia ovat mm. Martat, Maa- ja kotitalousnaiset, Kuluttajaliitto Pientalorakentajain kehittämiskeskus, Suomen omakotiliitto, Nuohousalan keskusliitto, Suomen kiinteistöliitto ry ja jne. (Sitra 2009, 15.)

Rakennusvalvonnalla on paljon lakisääteisiä tehtäviä, joiden yhteyteen myös neuvonta toiminta kuuluu. Rakennusvalvonta jakaa tietoa ja aineistoa matala-energiarakentamisesta ja tarkastaa energiatodistukset sekä muut lain vaatimat asiakirjat lupaprosessin yhteydessä sekä valvoo, että rakennushanke täyttää voimassa olevat määräykset. (Sitra 2009, 17.)

Rakentamiskeskuksessa on tarjolla tietoa lämmitysenergiasta, sen oikeaoppisesta säästämisestä ja muista energiaan ja ympäristöön liittyvistä asioista. Energiamuodoista tuodaan esille erityisesti uusiutuvat energiamuodot, esim. metsäenergia, maalämpö ja aurinkoenergia. Rakentamiskeskuksen palvelut suuntautuvat ensisijaisesti kuluttajiin, rakentamisen pienyrityksiin, ja oppilaitoksiin. (Sitra 2009, 18.)

Valtion myöntää energia-avustuksia myönnetään pientalojen lämmitystapamuutoksiin ja kerros- ja rivitalojen energiataloudellisiin toimenpiteisiin. Energia-avustukset myöntää asuinrakennuksen sijaintikunta.

Korjausavustukset myöntää käyttötarkoituksen mukaan joko kunta tai Asumisen rahoitus- ja kehittämiskeskus (ARA). ARA antaa tarkemmat ohjeet avustusten hakumenettelystä ja hakuajasta. Hankekäsittelijöitä ARA:ssa on yhdeksän, joista kaksi arkkitehtia, neljä insinööriä ja kolme rahoituskäsittelijää. Valtioneuvoston korjausavustukset eivät pidä sisällään neuvontaa. Erityisryhmille suunnattuihin avustuksiin liittyy myös neuvontapalvelua, näissä energia-asiat on yhdistetty muuhun korjausneuvontaan. (Sitra 2009, 19.)

Monet energia-alalla toimivat yhdistykset antavat lämmitysjärjestelmiin ja niiden valintaan liittyvää neuvontaa. Neuvonnassa korostuu yhdistyksen oman lämmitysjärjestelmän puolesta puhuminen ja sen etujen esilletuonti. Asiakas joutuu aina tekemään itse varsinaisen vertailun lämmitysjärjestelmien välillä. Riippumattonta neuvontaa valintatilanteessa on vaikea löytää. Motiva on tuottanut tietomateriaalia ja verkkopalvelun lämmitysjärjestelmän valintaan, mutta henkilökohtaiset neuvontaresurssit eivät riitä lisääntyneeseen kysyntään. (Sitra 2009, 19.)

Energia-alalla toimivista yhdistyksistä ovat esimerkkejä Sulpu (Suomen lämpöpumppuyhdistys), Suomen Pellettienergiayhdistys ry, Sähköfoorumi, Öljyalan keskusliitto ja Öljyalan palvelukeskus, Aurinkoteknillinen yhdistys ja Puuenergianeuvojat jne. (Sitra 2009, 19-20.)

Markkinoille on aivan viime vuosina tullut myös muutamia tuote- ja palvelukonseptin yhdistelmiä, jotka markkinoivat lämmitysjärjestelmiä energiansäästöllä ja ympäristöargumenteille.

Nämä eroavat perinteisistä LVI-liikkeistä siinä, että niillä on tarjolla useampia energialähteitä ja myös neuvontapalvelua ja tietoa www-sivuilla. Tällaisia yrityksiä ovat esimerkiksi Oilon Home Oy ja Kodin Onniset Oy. (Sitra 2009, 20.)

Muista toimijoista on esimerkkinä Adato Energia Oy, joka on ensisijaisesti suomalaisten energiayritysten palveluyhtiö, jonka omistaa Energiateollisuus ry. Se tuottaa koulutus- ja viestintätuotteita kokoamalla ja jalostamalla energia-alan tietoa esitteisiin, sillä on sähköinen verkkopalvelu ja se järjestää seminaari- ja koulutustapahtumia. Kuluttajaviestinnän tuotteet on tarkoitettu energiayhtiöiden asiakaspalvelun tueksi ja neuvontaorganisaatioiden viestintämateriaaliksi. (Sitra 2009, 20.)

Energianeuvontaa, varsinkin energiatehokkuuden noustessa myyntiargumentiksi antavat myös monet tuotteita tai palveluja tarjoavat yritykset, kodinkoneliikkeet, talotehtaat, automyyjät, kiinteistönvälittäjät, isännöitsijät, rakennus- ja LVIS-urakoitsijat jne. Heidän antamansa tieto on tärkeää, koska valintoja tekevä asiakas kohtaa yleensä ainakin myyjän ja on viime kädessä hänen antamansa informaation varassa. Neuvonnan vaikuttavuuden kannalta olisikin tärkeää kehittää näiden toimijoiden asiakaspalvelutaitoja ja tietotaitoa energian käyttöön ja tuotantoon liittyvissä asioissa sekä tarjota heille tietopalvelua, koulutusta ja neuvontakanavia. (Sitra 2009, 21-22.)

Myös monet tiedotusvälineet, televisio-ohjelmat, lehdet ja www-palvelut käsittelevät aktiivisesti energia- ja ilmastokysymyksiä. Lehdillä ja www-sivuilla on myös kysymys- ja vastauspalstoja. Esimerkiksi Rakennuslehdellä oli ollut oma Energiatalkootkampanja (www.energiatalkoot.fi). (Sitra 2009, 22.)

Erilaiset vertaisverkot mm. energiaeksperttiverkoston syntynyt tarpeeseen antaa tietoa ja neuvoja mahdollisimman lähellä, nopeasti ja kansantajuisesti. Energiaeksperttien verkosto syntyi VVO:n kehittäessä omia asumispalvelujaan ja levisi 90-luvun lopussa myös muihin vuokrataloyhtiöihin.

Suomessa toimii Motivan sivujen mukaan tällä hetkellä noin 1000 energiaeks-perttiä. Vastaavia verkostoja on myös ympäristöjärjestöillä. Näissä verkostoissa neuvonta perustuu muutaman tunnin tai päivän koulutuksella ja työkalupakilla va-rustetun innokkaan maallikon vapaaehtoiseen toimintaan. Toiminta tarvitsee säi-lyäkseen verkostokoordinaattorin ja jatkuvaa kehittämistä, kouluttamista ja moti-vointia. (Sitra 2009, 22.)

Taulukko 2. Yhteenvetotaulukko lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvistä toimijoista ja niiden tarkoituksesta.

Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvä toimija	Tarkoitus
Energiayhtiöt	Neuvonnan tarkoitus on ollut energiatehokkuuden ja järkevän energiankäytön neuvonta asiakkailleen.
Energiatoimistot	Energiatoimistot edistävät energiatehokkuutta ja uusiutuvien energialähteiden käyttöä.
Motiva	Motiva toimii energiatoimistoverkoston kansallisena koordinaattorina.
Kuluttajavirasto	Jakaa tietoa energiaa säästävistä valinnoista ja tuotteiden energiankulutuksesta.
Työtehoseura	Jalostaa tutkimustietoa kuluttajille.
Järjestöt esim. Martat, Pientalorakentajain kehittämiskeskus, Suomen omakotiliitto jne.	Järjestöt jakavat jäsenistölle tietoa ja jalostavat tutkimustietoa omiksi tietotuotteiksi tai käyttävät valmiita tietotuotteita.
Rakennusvalvonta	Valvoo ja tarkastaa energiatodistukset lain vaatimat asiakirjat lupaprosessin yhteydessä sekä valvoo, että rakennushanke täyttää voimassa olevat määräykset.
Rakentamiskeskukset	Rakentamiskeskuksessa on tarjolla tietoa lämmitysenergiasta.
Valtio ja kunnat	Myöntävät energia- ja korjausavustuksia.
Energia-alalla toimivat yhdistyksistä ovat esimerkiksi Sulpu(Suomen lämpö-pumppuyhdistys), Suomen Pellettienergiayhdistys ry, Sähköfoorumi, Öljyalan keskusliitto jne.	Energia-alalla toimivat yhdistykset antavat lämmitysjärjestelmiin ja niiden valintaan liittyvää neuvontaa.
Erilaiset palvelukonseptit	Markkinoivat lämmitysjärjestelmiä energiansäästöllä ja ympäristöargumenteille esim. Oilon Home Oy ja Kodin Onniset Oy.
Tiedotusvälineet	Jakavat tietoa energia-asioista esim. Rakennuslehti.
Erilaiset vertaisverkot	Esim. Energiaeksperttiverkoston syntynyt tarpeeseen antaa tietoa ja neuvoja mahdollisimman lähellä, nopeasti ja kansantajuisesti.
Monet tuotteita tai palveluja tarjoavat yritykset kuten talotehtaat, kiinteistönvälittäjät, isännöitsijät, rakennus- ja LVIS-urakoitsijat jne	Antavat energianeuvontaa energiatehokkuuden noustessa myyntiargumentiksi.

3.5 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät näkökohdat

Lämmitysjärjestelmän valinta ei koske pelkästään lämmitettävään rakennukseen valittavaa lämmönlähdettä, vaan rakennusta on tarkasteltava kokonaisuutena. Rakennusta suunniteltaessa on myös huomioitava rakennuksen energiatehokkuus ja käytettävissä olevat energianlähteet alueelliset näkökohdat ja myös ekologiset näkökohdat huomioiden.

Lämmitysjärjestelmän valinnassa kannattaa kiinnittää huomiota hankinta- ja käyttökustannusten lisäksi ympäristöystävällisyyteen, käytön vaivattomuuteen sekä energiakustannuksiin nyt ja tulevaisuudessa. Täydentävät lämmitysjärjestelmät toimivat varalämmönlähteenä ja pienentävät ostoenergian tarvetta. (Motivan hankintapalvelu 2016.)

Vaihtoehtoja on monia ja valintaperusteita useita: (Motivan hankintapalvelu 2016.)

- ympäristöseikat (hiilidioksidi- ja pienhiukkaspäästöt)
- polttoaineen hinta (tulevaisuuden hintakehitys)
- helppohoitoisuus (varmatoimisuus)
- käyttökustannukset
- investointikustannukset
- tilantarve.

Energian hinta eri muodoissaan tulee suurella todennäköisyydellä nousemaan rakennuksen elinkaaren aikana. Rakennuksen lämmitystarpeen pienentämiseen tähtäävät investoinnit tulevat aina kannattavammaksi takaisinmaksuaikojen lyhentyessä. Lämmitysjärjestelmän valintaa mietittäessä on myös hyvä pohtia, voiko lämmitysenergian tarvetta vähentää paremmalla eristyksellä ja tiiveydellä. (Motivan hankintapalvelu 2016.)

Yksi näkökohta on myös lämmitysjärjestelmää valittaessa kiinteistöautomaation merkitys lämmöntarvetta ajatellen esim. huonelämpötilanohjaus ja ilmanvaihdon säätely ja esim. siihen liittyvä lämmöntalteenotto järjestelmä. Kuitenkaan tässä opinnäytetyössä ei ole tarkoitus tarkastella tähän liittyviä näkökohtia tarkemmin, vaan se on yksi osatekijä valittaessa päälämmitysjärjestelmää.

Jos lämmitysjärjestelmän valintaa ajatellaan pelkästään ympäristön kannalta, niin on suositeltavaa valita uusiutuvaa energiaa käyttävä lämmitysratkaisu. Uusiutuvaa energian lämmitysratkaisuja ovat (Motivan hankintapalvelu 2016.)

- puu ja pelletti
- maalämpö
- kaukolämpö (tuotantotavasta riippuen)
- aurinko- ja tuulienergia.

Lämmitysjärjestelmän valinta on yleensä vaikeaa pientalon rakentajalle ja remontoijalle. Se on myös hyvin tärkeää, koska kyse on kauaskantoisesta ratkaisusta, jolla on merkitystä talon koko käyttöiän ajan. Lämmitysmuodon valinta vaikuttaa ratkaisevasti asumisviihtyvyyteen ja asumiskustannuksiin. Lämmityksen pitäisi mukautua vuosien saatossa elämäntilanteiden ja arvostusten muutoksiin sekä yhteiskunnan suosimien energiamuotojen tilanteisiin. (Suomen sähköopas 2016.)

Lämmöntuottojärjestelmien tehtävänä on tuottaa lämpöä sekä rakennuksen lämmittämiseen että lämpimän käyttöveden valmistamiseen. Lämpöä voidaan tuottaa ja käyttövettä lämmittää eri energialähteillä: sähköllä, öljyllä, puulla, hakkeella, turpeella, maalämmöllä, aurinkoenergialla jne. Kaikki energiamuodot puhdasta puulämmitystä lukuun ottamatta tarvitsevat toimiakseen sähköä. (Suomen sähköopas 2016.)

Lämmitysjärjestelmän valinta vaikuttaa ratkaisevasti talon elinkaaren aikaisiin energiakustannuksiin ja -kulutukseen ja siten myös ympäristöön. Lämmitysjärjestelmän valinta pienrakennuskohteisiin ohjautuu mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittavaan lämmitysjärjestelmään ja on tulevaisuuden kannalta turvallinen valinta. Yhtä ja ainoaa oikeaa lämmitystapaa ei ole, vaan sopivin ratkaisu määreytyy muun muassa talon koon ja rakennuspaikan mukaan. Kaikissa tarjolla olevissa lämmitystavoissa on hyviä ja huonoja puolia. Kestävän kehityksen kannalta paras ratkaisu on rakentaa talo, joka tarvitsee vähän lämmitysenergiaa ja valita lämmitystavaksi uusiutuvaa energiaa hyödyntävä lämmitysmuoto. Suomessa pientalojen lämmittäminen aiheuttaa noin 10 prosenttia Suomen kasvihuonekaasupäästöistä. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 3.)

Usein edullinen investointi merkitsee kalliimpia käytönaikaisia kustannuksia ja vastaavasti suurempi investointi usein pienempiä käytönaikaisia kustannuksia. Lämmitysjärjestelmää valittaessa kannattaa pohtia myös tulevaisuutta. Energian hinnat muuttuvat. Viisas ratkaisu voisi olla esimerkiksi lämmitysjärjestelmä, jonka energialähteen voi tarvittaessa helposti vaihtaa. Järkevää on rakentaa mahdollisimman niukasti lämmitysenergiaa kuluttava talo. Silloin energian hinnan muutokset vaikuttavat vähemmän vuotuisiin lämmityskustannuksiin. Energian tulevia hintoja ei voida tarkasti ennustaa, mutta todennäköisesti hinnat nousevat. (Pientalon lämmitysjärjestelmät 2009, 5.)

Kaukolämpö on saatavissa vain määrätuille alueille isoissa taajamissa ja kaupungeissa. Se onkin järkevä vaihtoehto silloin, kun pientalo rakennetaan kaukolämmitysalueelle. Sähkölämmityksen saa käytännössä mihin tahansa. (Suomen sähköopas 2016.)

Valitessa lämmitysmuotoa pientalorakentajana ja remontoijana on lähdettävä puimaan omia henkilökohtaisia ja perheen tarpeita sekä arvostuksia. Sen jälkeen punnitaan asioiden tärkeysjärjestystä ja katsotaan, mikä lämmitysmuoto vastaisi parhaiten omia odotuksia. Näissä eivät yleensä voi muut auttaa, vaan ne täytyy ratkaista itse, vaikka muiden käyttökokemuksista voi olla myös hyötyä. (Suomen sähköopas 2016.)

Remontoitaessa pientalon lämmitystavan valintaan vaikuttavista tekijöistä olennaisimpia ovat talon ikä, koko, lämpöeristyksen taso, mahdollinen häviölämmön talteenotto, jo tehdyt investoinnit sekä mahdollisuus polttopuun edulliseen hintaan. (Suomen sähköopas 2016.)

Vesikiertoiset lämmitysjärjestelmät sopivat parhaiten vanhoihin saneerattaviin ja isokokoiisiin kohteisiin, joiden vuotuinen lämmitysenergian tarve on huomattava. Olemassa olevan patteriverkoston takia tyypillinen kaukolämmitettävä, lämpöpumppulämmityksen tai varaavan sähkölämmityksen kohde on vanhahko, suuri-kokoinen aikaisemmin öljylämmitetty talo. (Suomen sähköopas 2016.)

Maalämpö on maahan, kallioon tai veteen sitoutunutta ja varastoitunutta aurinkoenergiaa. Näistä lähteistä lämpö kerätään maahan asennetun putkiston avulla lämpöpumppujärjestelmään, jossa se lämmittää käyttöveden ja rakennuksen lämmitysjärjestelmän kiertoveden tai ilman. (Suomen sähköopas 2016.)

Lämpöpumpun avulla toimiva maa- ja ilmalämmitys eroavat perinteisistä öljy- ja sähkölämmityksistä. Samoin kuin öljylämmitys, lämpöpumppulämmitys on keskuslämmitys, jossa lämpö siirretään joko veden tai ilman välityksellä huoneisiin. Lämpöpumppu toimii sähköllä, mutta tarvitsee toimiakseen vain osan suoran sähkölämmityksen vaatimasta sähköenergian määrästä. (Suomen sähköopas 2016.)

Maalämpöjärjestelmän maaputkiston suunnittelu vaatii aina ammattitaitoa. Oikein mitoitettu ja asennettu maaputkisto ei häiritse kasvillisuutta asentamisen jälkeen. (Suomen sähköopas 2016.)

Kriteerejä, joilla yleensä on merkitystä lämmitysmuodon valinnassa ovat taloudelliset tekijät, asumisviihtyvyys, käytön ja hoidon vaivattomuus, energian saataavuus ja riittävyys, ympäristönäkökohdat sekä lämmitysmuodon tilojen tarve, muunneltavuus ja joustavuus. (Suomen sähköopas 2016.)

Lämmitysjärjestelmä vaikuttaa keskeisesti asumisen mukavuuteen ja käyttökustannuksiin. Yksi näkökohta asiaan on se, että tarjolla on monia vaihtoehtoja ja on mahdotonta sanoa, mikä ratkaisu on paras tulevien vuosikymmenien aikana. Sen vuoksi varmin investointi on rakentaa talo, joka tarvitsee vähän energiaa. (Motiva 2016.)

4 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvien työkalujen nykytila

4.1 Valintatyökalut

Nykyisin ei ole olemassa yleispätevää pienrakennuksen lämmitysjärjestelmän valintatyökalua, joka ottaisi kokonaisvaltaisesti huomioon taloudelliset, ekologiset ja energiatehokkuus näkökohdat valintaprosessissa.

Lämmitysjärjestelmän valintatyökalujen nykytilaa kuvaa hyvin "EHKÄ TOIMII, EHKÄ EI" -näkökulmia pientalorakentajan ekotehokkaan lämmitysjärjestelmän valintaan tehty opinnäytetyö, jossa on tutkittu kolmen omakotitalorakentajan kokemuksia lämmitysjärjestelmän valintaprosessiin liittyen.

Ko. opinnäytetyössä lämmitysjärjestelmän valintatilannetta kuvaa hyvin opinnäytetyön tekijän tekemä huomio. Kaiken kaikkiaan voi siis yleisesti todeta, että rakentajat ovat tottuneita laajaan teknisten ratkaisujen kirjoon, tiedonhakuun useita lähteistä sekä siihen että päätösten tueksi ei aina ole saatavilla luotettavan tahon tekemää vertailevaa tutkimusta. Tässä valossa on ymmärrettävää, että haastateltavani olivat suurimmilta osin tyytyväisiä lämmitysvalintaprosessin sujuvuuteen, hyväksyen tiedonhankintaan ja vertailuun tarvittavan vaivannäön. Yksi haastateltavista totesi, ettei "yhden luukunperiaate" olisi hänen mielestään tarpeellinen, koska se luultavasti nostaisi hintoja. (Lahti 2011, 50.)

Lämmitysjärjestelmän valintatyökalut voidaan jakaa viiteen eri pääryhmään:

1. Puhtaasti taloudellisten näkökohtien perusteella tehdyt energialaskurit, jotka ottavat huomioon valitun lämmitysjärjestelmän investointi ja käyttökustannukset valitun lämmitysjärjestelmän osalta.
 - Bioenergiapörssin lämmityslaskuri
2. Toinen ryhmä ovat energialaskurit, jotka on tehty lähinnä uusiutuviin energiaan perustuviin lämmitysratkaisuihin.
 - Pelettilämmityksen kustannuslaskuri
 - Solar Arena-aurinkolämpölaskuri
 - Sun-aurinkoenergiälaskuri
 - Energialaskuri maalämpöön siirryttäessä
3. Laskurit, jotka huomioivat lähinnä ekologisia näkökohtia lämmitysjärjestelmän valinnassa
 - Rakentajan Ekolaskuri Light
 - Rakentajan Ekolaskuri Pro
4. On myös olemassa ns. E-lukulaskurit, jotka ottavat huomioon kohteen kokonaisvaltaisen energian käytön siten, että rakennus täyttää vaaditun energiatehokkuusvaatimukset myös energiatehokkuuden osalta (lämmöneristykset jne.)
 - Cads Planner E-lukulaskuri
 - Eneuvonta
 - Laskentapalvelut E-laskuri
 - MX6 energia
 - Uponor Koti-energiälaskuri
 - Energiasjunior 7.1
 - Energiasenior 13

5. Laskurit, jotka keskittyvät lähinnä rakennuksen käytön aikaisen energiankäytön optimointiin.

- Kymppivoiman laskuri
- Puuinfo E-laskuri

Tämän selvityksen keskeinen tarve on ollut se, että toistaiseksi ei ole olemassa välineitä, joilla pienrakennuskohteen lämmitysjärjestelmän valintaa voitaisiin tarkastella kokonaisvaltaisesti.

4.2 Valintatyökalut ja niiden sisältö

Lämmitysjärjestelmän valintatyökalujen kirjo on varsin laaja. Työkaluja ovat kehittäneet valtion omistamasta Motivasta alkaen erilaiset eri energiamuotojen käyttöä edistävät yhdistykset ja erilaiset energia- ja rakennusteollisuusyritykset. Valintatyökalut on kuvattu tarkemmin liitteessä 1.

Kotitaloudet tarvitsisivat energiansäästöön, energiatehokkuuteen ja uusiutuviin energialähteisiin liittyviä palveluja erityisesti valinta- ja hankintatilanteissa. Puolueetonta ja luotettavaa tietoa antavia henkilökohtaisia neuvontapalveluja on tällä hetkellä Suomesta vaikea löytää sen sijaan yleistietoa ja erilaisia laskentatyökaluja on tarjolla runsaasti. (Sitra 2009, 4.)

Valtaosa saatavilla olevasta tiedosta ja palveluista on rakennettu verkkoon. Www-sivuilla annetaan tietoa monessa eri muodossa: ohjeita ja vinkkejä, laitteita paremmuusjärjestykseen laittavia listauksia, merkintöjä sekä laskureita, mittareita oman kulutuksen analysointiin. Kysymyksiä voi myös lähettää sähköpostin välityksellä.

Henkilökohtaista neuvontaa annetaan muutamaa poikkeusta lukuun ottamatta ainoastaan puhelimitse tai erilaisten tempausten tai tapahtumien esim. messujen yhteydessä. (Sitra 2009, 4.)

Saatavilla olevat palvelut voidaan jakaa kotitalouksille suunnattuihin energiaa säästävään asumiseen tai energiatehokkaampien kotitalouslaitteiden valitsemiseen liittyviin palveluihin, lämmitysjärjestelmän valintaan ja kunnostamiseen sekä pientalojen rakentamiseen liittyviin palveluihin. (Sitra 2009, 4.)

Eniten energiankäyttöön ja -säästöön liittyviä palveluja tarjoavat energiayhtiöt. Lähes kaikilla energiayhtiöllä on www-sivut, joille on koottu monipuolisesti tietoa, säästövinkkejä ja työkaluja oman energiankäytön arviointiin. Monella energiayhtiöllä oli vielä 90-luvulla näyttely ja tietopiste sekä kotitalous- ja sähkölämmitysneuvontaan erikoistunutta henkilökuntaa. Nyt näyttelyt on purettu ja palvelut viety verkkoon tai osaksi yhtiöin muuta asiakaspalvelua, ensisijaisesti verkko- ja puhelinpalveluksi. Muutamia poikkeuksia vielä löytyy ja nähtäväksi jää, miten yhtiöt tulevat ratkaisemaan energiatehokkuussopimuksissa heille sovitun vuorovaikutteisen neuvontapalvelun kehittämisen. Myös sähkönkulutuksen reaaliaikainen mittaus mahdollistaa monenlaisia, kulutuksen seurantaan ja analysointiin liittyviä palveluja. Energiayhtiöiden keskinäinen kilpailu ei näy palvelutarjonnassa, vaan hinta näyttäisi olevan edelleen tärkein kilpailutekijä. (Sitra 2009, 4.)

Ilmastopöimusten myötä muutamat kunnat ovat aktivoituneet ilmastomyönteisen elämäntavan edistämiseen. Kunnissa toimii ympäristötoimen kokoamia tieto- ja/tai palvelukeskuksia, joissa ohjataan ekotehokkaampaan elämäntapaan. Kotitalouksien ohella niiden asiakkaita ovat koulut ja oppilaitokset sekä kuntien omat organisaatiot. Joidenkin keskusten taustalla on projektina käyntiin lähtenyt alueellinen tai paikallinen energiatoimisto. Keskuksset toimivat pienillä resursseilla ja usein projektirahoituksen turvin, joten pitkäjänteisten palvelukonseptien kehittäminen ja henkilökohtaisen palvelun tarjoaminen on usein vaikeaa. Usean toimijan ja palvelun yhdistäminen samaan pisteeseen saattaa kuitenkin tuoda kustannussäästöjä ja ainakin asiakkaiden on helpompi löytää palvelut yhdestä pisteestä. Lämmitysjärjestelmän valinta ja energiatehokkaan rakentamisen ratkaisut vaativat erityisosaamista, jota on vaikea löytää ja organisoida neuvontapalveluksi. Kuntien omien viranomaisten esim. rakennusvalvontaviranomaisten resurssit ei-

vät useinkaan riitä oman työn ulkopuolisiin tehtäviin. Alan suunnittelijoiden ja ammattilaisten antamat palvelut ovat maksullisia ja sidoksissa oman työpanoksen tai tuotteen myyntiin. (Sitra 2009, 4-5.)

Energianeuvontaa annettiin aiemmin myös monissa tutkimuslaitoksissa luontevana osana tutkimustulosten raportointia. Esimerkiksi Työtehoseuralla oli vuosia palveleva puhelin ja tutkijat osallistuivat tiedon jakamiseen aktiivisesti messuilla ja tapahtumissa. Syntyi jopa kuluttajien luottamusta herättäviä brändejä esim. ”Työtehoseuran tai VTT:n testaama”. Nykyisin tutkimustulokset raportoidaan yleensä tutkimusraportteina ja tiedotteina organisaatioiden verkkosivuilla. Tulosten hyödyntäminen neuvonnassa vaatii yleensä erillisen projektin. (Sitra 2009, 5.)

Monet yhdistykset ja järjestöt tarjoavat energiankäyttöön liittyviä neuvontapalvelua jäsenilleen. Nämä palvelut on usein rakennettu projektirahoituksella ja niiden jatkuvuus on katkolla projektien päättyessä. Palvelut säilyvät sitä todennäköisemmin, mitä suurempi ja luontevampi asiayhteys on yhdistyksen muuhun toimintaan. Esim. Martat antavat kotitalousneuvontaa ja Omakotiliitto rakennusten korjausneuvontaa. Näihin energiatehokkuus on luontevaa yhdistää. Yhdistysten tietotaito on usein rakennettu projektirahoituksella eikä niissä välttämättä ole tarvittavaa asiantuntijaosaamista, varsinkin, jos palvelu on rakennettu vapaaehtoisuustoiminnan varaan. Usein puhelinpalvelua täydentävät www-sivut, joiden päivittämiseen ei ole käytettävissä resursseja projektivaiheen jälkeen. (Sitra 2009, 5.)

Kiinnostus uusiutuvien energialähteiden hyödyntämiseen lämmityksessä on viime vuosina noussut nopeasti. Energiamuotoja edustavat järjestöt tarjoavat tietoa ja palvelua lämmitysjärjestelmän valintaan. Yhdistyksistä saatavaa tietoa leimaa oman lämmitysjärjestelmän puolesta puhuminen. Taustalla on usein energiamuotoon liittyvä liiketoiminta, yhdistyksen jäsenet edustavat joko energiamuotoja, polttoaineita tai niiden hyödyntämiseen liittyviä laitteita. Asiakas joutuukin itse suorittamaan tuotteiden vertailun eikä aina voi luottaa tiedon riippumattomuuteen. Markkinoille on muutaman viime vuoden aikana tullut uusia toimijoita, jotka edustavat useampia energialähteitä ja joiden taustalla on myös kehitystoimintaa. (Sitra 2009, 5.)

Motiva perustettiin vuonna 1993 energiansäästön palvelukeskukseksi ja sen yhtenä keskeisenä tehtävänä oli energiansäästön tiedotuksen, neuvonnan ja koulutuksen organisointi Suomessa. Työ- ja elinkeinoministeriö onkin tukenut Motivan kautta lähes kaikkia nykyisin tarjolla olevien tieto- ja palvelutuotteiden kokoamista ja kehittämistä. (Sitra 2009, 5.)

Motiva tuottaa tietoa, kokoaa toimijoita yhteen ja organisoii kampanjoita. Motivan resurssit eivät ole riittäneet kuluttajien ja kotitalouksien suoraan henkilökohtaiseen palveluun, vaan valtaosa palveluista on rakennettu nettiin. Suoraa palvelua tarjotaan myös osana erilaisia kampanjoita, jos sille on ulkopuolinen tilaus ja rahoitus. (Sitra 2009, 5.)

5 Lämmitysjärjestelmän valinnan tietotarpeet

5.1 Rakentamisen tietoformaatit

Tietomalli on tuotteen (rakennuksen tai infrakohteen) ja rakennusprosessin koko elinkaaren aikaisten tietojen kokonaisuus digitaalisessa muodossa. Tämän kolmiulotteisen tietokonemallin tarkoituksena on koota kaikki tarvittava tieto yhteen, jotta tiedon hyödyntäminen on helppoa. Kukin yksittäinen tieto tallennetaan vain yhteen kertaan ja sitä voi hyödyntää koko suunnittelu- ja toteutusketju aina ylläpitoon saakka. Malli mahdollistaa erilaisten analyysien ja simuloitien tekemisen jo hankkeen varhaisessa vaiheessa. Tämä edesauttaa vaatimukset ja suunnittelunormit täyttävien, hyvin toimivien ja helposti rakennettavien kohteiden suunnittelua. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y 2016.)

Perinteiseen dokumenttipohjaiseen toimintatapaan nähden hankkeen tiedot eivät ole hajallaan eri piirustuksissa ja raporteissa vaan mallissa, josta voidaan tulostaa aina kulloinkin tarvittavat dokumentit. Dokumenttien tietosisältö voidaan sovitaa vastaamaan kunkin käyttäjän tarpeita. Esimerkiksi työvaihekohtaiset kuvat

on helppo ottaa perinteistä piirustusta riisutummalla tietosisällöllä, mikä helpottaa ja nopeuttaa niiden tulkintaa ja käyttöä. Myös erilaiset havainnekuvat on helposti tulostettavissa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y 2016.)

Aikaisemmassa 2D-tietokoneavusteisessa suunnittelussa kuvat sisältävät erilaisia piirustusobjekteja, joissa kuitenkin ei ole varsinaista tuotesisältöä parametroidu. Teollisuudessa on käytössä tuotetiedon arkistointi- ja hallintajärjestelmä PDM (Product Data Management). Ko. järjestelmät tallentavat tietoa tuotteen teknisistä ominaisuuksista, valmistuksesta ja käytetyistä materiaaleista.

Rakennustenkin suunnittelussa ollaan siirtymässä ja siirrytty tuotemallipohjaiseen suunnittelumenetelmään (rakennuksen tuote- tai tuotetietomalli, engl. Building Information Model, BIM). Senaatti kiinteistöt Suomessa on vaatinut arkkitehtisuunnittelun tietomallinnusta jo lokakuusta 2007 lähtien. (Suomen ympäristökeskus 2011,18.)

Rakennushankkeen tuotemallipohjainen suunnittelu eroaa aikaisemmasta 2D-(kaksiulotteisesta) suunnittelusta siinä, että tuloksena syntyy rakennuksen koko elinkaarta koskeva tietovarasto sekä 3D-malli (kolmiulotteinen malli). Rakennushankkeen tuotemallipohjainen tiedonhallinta liittyy yhteen suunnittelussa, tuotevalmistuksessa, rakentamisessa ja rakennusten käytössä ja ylläpidossa tarvittavat tiedot. Yhteisen mallin avulla voidaan siirtää, hallita ja hyödyntää valtava määrä tietoa entistä tehokkaammin.

Osin rakennusten tietomallit ovat monissa eri tietoformaateissa. Eri suunnitteluohjelmilla on käytössä vielä omia formaatteja esim. Word- ja Excel-pohjaiset dokumentit ja erilaiset projektiohjelmat. Tilanne olisi käyttäjien kannalta katsottuna paljon parempi, jos eri ohjelmistojen välillä tiedonsiirto toimisi ilman mitään erikoistoimenpiteitä käyttämällä yhteistä tietoformaattia tai tietoa, johon se on yhdistettävissä.

5.2 IFC-formaatti

Mallista voidaan tuottaa tarvittavat dokumentit automaattisesti tai puoliautomaattisesti. Malli itsessään varmistaa sen, että tuotetut dokumentit ovat keskenään ristiriidattomia. Esimerkiksi plaanikuvien ja leikkausten välillä ei voi olla ristiriitaisuuksia ja määrälisat vastaavat tarkasti mallin määriä. Eri suunnittelu-alojen mallien yhteensopivuus tulee varmistaa yhdistämällä kaikki osamallit yhdistelmämalliksi. Koska tietomallia voi tuottaa eri suunnitteluohjelmilla, tarvitaan eri ohjelmien väliseen tiedonsiirtoon yhteinen siirtomuoto objektien älykkääseen tiedonsiirtoon. Talonrakennuksessa tähän on kehitetty IFC -formaatti, joka sisältää tiedon rakennusosien muodoista ja ominaisuuksista. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y 2016.)

Tietomallin osille voidaan myös liittää tietoa mm. aikataulusta, hinnoista ja hankinnoista. Näiden tietojen avulla esivalmistus-, valmistus- ja rakentamisprosessit voivat hyödyntää mallin tietoja prosessin hallinnassa. (Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y 2016.)

Yhtenä esimerkkinä cad-ohjelmasta on CADS Planner-ohjelmisto, joka voidaan integroida energialaskentaohjelmaan, mutta se ei itsessään sisällä dynaamista energialaskentatyökalua, vaan ohjelmisto tarjoaa mahdollisuuden viedä tietoja dynaamiseen laskentaan erikoistuneisiin ohjelmistoihin laskennan suorittamista varten. Tietojen siirtämisessä hyödynnetään IFC-formaattia.(Cads Planner-esite 2016.)

CADS Planner -ohjelmistoihin on toteutettu toiminnallisuus, jolla projektiin määritetyt tilat saadaan vietyä IFC-tiedostoon. Tilojen geometria (rajaavine seinä-, aukko- yms. tietoineen) on hyödynnettävissä dynaamista energialaskentaa suorittavissa ohjelmistoissa. (Cads Planner-esite 2016.)

Tilojen IFC-tietojen vienti kattaa nykyisellään varsinaisten tilojen ja niitä rajaavien rakennusosien (seinät, ylä-, ala- ja välipohjat, ikkunat ja ovet) tiedot. Toiminnallisuutta tullaan kehittämään jatkossa myös muiden mahdollisesti hyödynnettävissä olevien tietojen viemisen osalta.

Tätä ei kuitenkaan pystytä toteuttamaan välittömästi, koska kyseessä on kokonaan uusi asia ja valmista toimintamallia tietojen siirtämiseen ei ole vielä käytössä. Toiminnallisuutta siis kehitetään sitä mukaa kun tietoa ja yhteisiä pelisääntöjä asian suhteen muodostuu. (Cads Planner-esite 2016.)

5.3 RT-kortistot

Suomen Arkkitehtiiliiton Jälleenrakennustoimiston nimellä toimintansa aloittanut Rakennustieto sai alkunsa 1942, aikana jolloin suomalaiset puhalsivat yhteen hiiheen sodan keskellä. Rakennustietoa Alvar Aallon mukana oli perustamassa toinen Suomen arkkitehtuurin suurimpia nimiä ja kansainvälistä mainetta saavuttanut Viljo Revell. Pian järjestelmästä kehittyi ohjeistus palvelemaan myös rauhanajan tarpeita ja ensimmäisen kortiston perusta, 70 standardin sarja, valmistui 1943. RT-kortisto on suomalaisen rakentamisen peruspilari. (Rakennustieto Oy 2012.)

Rakennustieto kustantaa ja julkaisee ohjeita, joiden mukaan suomalaiset rakennukset, sillat ja tiet suunnitellaan ja rakennetaan, kiinteistöt hoidetaan ja sisustetaan, tietoverkot vedetään ja työmailla toimitaan. Alan ammattilaisista koostuvien toimikuntien työn tuloksena syntyvät rakentamista ohjeistavat RYL:it eli rakennusalan yleiset laatuvaatimukset sekä ohjekortit, joiden julkaisijana toimii puolueeton Rakennustietosäätiö RTS. Ennen julkaisemista ohjeet käyvät läpi lausuntokierroksen ja löytyvät myös nettisivuilta, joten niitä voi kuka tahansa asiaan perehtynyt vielä kommentoida. (Rakennustieto Oy.)

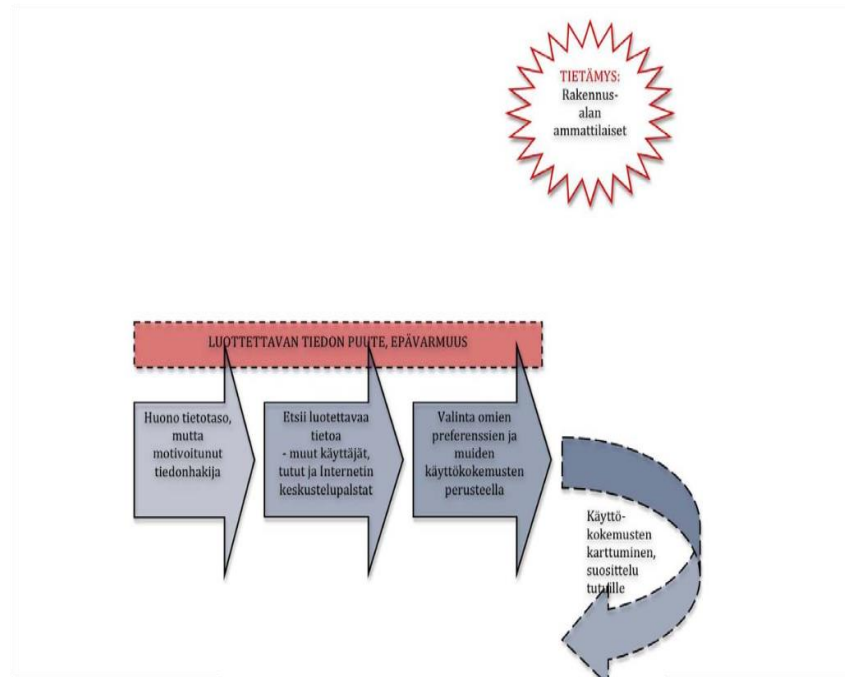
Näistä tietokannoista löytyy osaltaan myös lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvää tietoa.

6 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät kehittämis-kohteet

Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyviä kehittämiskohteita tukee hyvin myös omien huomioiden ohella “Ehkä toimii, ehkä ei” -näkökulmia pientalorakentajan ekotehokkaan lämmitysjärjestelmän valintaan tehty maisterin tutkinnon tutkielmassa, jossa on tutkittu kolmen omakotitalorakentajan valintaprosessiin liittyviä kokemuksia.

Alla olevassa kuviossa 5 on tiivistetty tässä esiin tulleita pientalorakentajan lämmitysvalintaprosessin piirteitä. Tärkeä havainto on, että rakentajat pitivät lämmitysvalintaa merkittävänä, olivat motivoituneita tiedonhakuun ja hakivat tietoa monipuolisesti eri luonteisista lähteistä. Niin sanottu tiedonjano oli olemassa. Toinen valintaprosessia vahvasti muovaava piirre oli puolueettoman ja vertailukelpoisen tiedon puute, mikä johtaa todellisen vertailun puutteeseen eri lämmitysvaihtoehtojen välillä sekä päätöksentekoon mututiedon perusteella. (Lahti 2011, 50-52.)

Kolmantena valintaprosessin piirteenä oli rakennusalanammattilaisten passiivisuus ja etäisyys suhteessa rakentajien päätöksentekoon. Rakennusprojektiin osallistuvat ammattilaiset eivät juurikaan olleet haastattelujen mukaan tuke-
massa päätöksentekoa osaamisensa ja tietämyksen kautta. Kokkolan kaupungin kaavoitus ja rakennustarkastusosastoja ei mainittu tietolähteeksi yhdessäkään rakentajan haastattelussa. Rakennustyön vastaavat valvojat, joidenka roolina on asiantuntijana tukea pientalorakentajaa eri ratkaisuisissa, jäivät haastatteluissa vaille mainintaa. LVI-palvelujen tarjoajilta rakentajat olivat hakeneet aktiivisesti tietoa, mutta ainakin jälleenmyyjinä toimivien tahojen antamiin tietoihin suhtauduttiin varauksella. Myyjiltä saatua tietoa ei pidetty puolueettomana. Rakentajien tarvitsemaa lämmitysjärjestelmien teknistä tuntemusta sekä aiempaa kokemusta laitteiden käytöstä näille tahoille on varmasti kertynyt. (Lahti 2011, 50.)



Kuvio 5. Pientalorakentajan lämmitysvalintaprosessin piirteitä: Rakennusalan ammattilaisten tietotaito pientalorakentajan lämmitysvalintaprosessin ulkopuolella. (Lahti 2011, 50.)

6.1 Lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvät kehittämiskohteet

Tässä opinnäytetyössä sekä “Ehkä toimii, ehkä ei” -näkökulmia pientalorakentajan ekotehokkaan lämmitysjärjestelmän valintaan tehdyssä tutkielmassa ja on tullut selvästi esille seuraavat kehittämistä vaativat seikat ajatellen lämmitysjärjestelmän valintaa pienrakennushankkeessa:

- Rakentajat pitivät lämmitysjärjestelmän valintaa merkittävänä, olivat motivoituneita tiedonhakuun ja hakivat tietoa monipuolisesti eri lähteistä, mutta ongelma on se, että tieto hajallaan ja vaatii kertarakentajalta suuria ponnistuksia hankkia tietoa eri lämmitysjärjestelmistä
- Valintaprosessia vahvasti muovaava piirre oli puolueettoman ja vertailukelpoisen tiedon puute, mikä johtaa todellisen vertailun puutteeseen eri lämmitysvaihtoehtojen välillä sekä päätöksentekoon mututiedon perusteella. Motiva on ollut lähes ainoa toimija, joka on kerännyt yhteen puolueettomana toimijana lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvää tietoa.
- Ongelma on ollut ns. rakennusalan ammattilaisten passiivinen tai etäinen asenne pienrakentajiin.
- Energialaskurit ovat erilaisia ajatellen sitä, että ne ottaisivat huomioon pienrakentajien erilaiset toiveet lämmitysjärjestelmän valinnasta.
- Olemassa olevissa ohjelmistoissa tilojen IFC-tietojen vienti kattaa nykyisellään varsinaisten tilojen ja niitä rajaavien rakennusosien (seinät, ylä-, ala- ja välipohjat, ikkunat ja ovet) tiedot. Toiminnallisuutta kehitetään jatkossa myös muiden mahdollisesti hyödynnettävissä olevien tietojen viemisen osalta. Tätä ei kuitenkaan pystytä toteuttamaan nykyisissä ohjelmistoissa välittömästi, koska kyseessä on kokonaan uusi asia ja valmista toimintamallia tietojen siirtämiseen ei ole vielä käytössä. Toiminnallisuutta siis kehitetään sitä mukaa kun tietoa ja yhteisiä pelisääntöjä asian suhteen muodostuu. (Cads Planner-esite 2016.)
- Ei ole olemassa energialaskentatyökalua, joka ottaisi huomioon kokonaisvaltaisesti kaikki pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat näkökohdat.
- On tullut selkeä tarve kehittää yleispätevä menetelmä pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaprosessia varten.

- Omalta osaltaan myös kiristynyt lainsäädäntö rakennusten energiatehokkuutta koskien vaatisi työkaluja pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan tueksi.

Näiden kehittämisenäkökohtien perusteella on tässä opinnäytetyössä tullut tarve etsiä sellainen työkalu, jonka avulla voitaisiin huomioida kaikki edellä mainitut kehittämistä vaativat asiat. Kartoituksen perusteella on tarkoitus löytää sellainen päätöksentekomenetelmä, jonka pohjalta voitaisiin kehittää lämmitysjärjestelmän valintaa helpottava tietokoneohjelma esimerkkinä Talopeli-ohjelma rakennuksen kokonaiskustannusten määrittämiseen.

Selvityksen kohteena on ollut kaksi päätöksentekomenetelmää hyötyihin perustuva CBA-päätöksentekomenetelmä ja monitavoitteinen päätösanalyysimenetelmä(MCDA-menetelmä).

Päätösanalyysiprosessi voidaan toteuttaa monella eri tavalla, mutta eri lähestymistapojen rakenne on yleensä hyvin samanlainen. Kirjassaan "Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach", Belton ja Stewart (2002) jaottelevat prosessin kolmeen päävaiheeseen:

1. Ongelman tai suunnittelutilanteen tunnistaminen ja jäsentely

Ennen ongelman ratkaisemista eri osapuolien, mukaan lukien päätösanalyytikko ja asiantuntijat, on muodostettava yhteinen käsitys suunnittelutilanteesta tai ratkaisun vaativasta ongelmasta, siitä, mistä asioista on tarve päättää sekä kriteereistä, joiden mukaan päätöksiä arvioidaan.(Syke 2008, 10.)

2. Tavoitemallin rakentaminen ja käyttö

Päätöksentekijän arvostuksista ja tavoitteista sekä niiden välillä tehtävistä kompromisseista pyritään luomaan muodollinen tavoitemalli siten, että vaihtoehtoisia toimenpiteitä tai menettelytapoja voidaan vertailla keskenään järjestelmällisesti ja läpinäkyvästi. (Syke 2008, 10.)

3. Toimenpidevaihtoehtojen kehittäminen

Päätösanalyysi ei tuota valmista ratkaisua ongelmaan, vaan tavoitemallin avulla suoritettujen vaihtoehtojen vertailun tuloksia tulkitsemalla pyritään muodostamaan konkreettisia toimenpidevaihtoehtoja, joista voidaan neuvotella. Tavoitteena on, että päätösanalyysin soveltamisen jälkeen suunnittelutilanne ymmärretään paremmin, ja että ryhmäpäätöksenteossa siitä on muodostunut yhteinen käsitys. (Syke 2008, 10.)

Hyötyihin perustuva päätöksentekomenetelmä Choosing by Advantages (CBA) on päätöksenteon menetelmä, joka perustuu vaihtoehtojen ja niiden ominaisuuksien välillä vallitsevien eroavaisuuksien ja hyötyjen arvioimiseen. Menetelmää voidaan käyttää lähes kaikissa yleisissä päätöksenteon tilanteissa strategisesta suunnittelusta henkilöstövalintoihin sekä erilaisissa projektiliiketoimintaa ja rakentamista koskevissa valintatilanteissa, kuten hankemuodon, palveluntarjoajan, materiaalin, suunnitteluratkaisun tai tuotteen valinnassa. Menetelmä sopii erinomaisesti käytettäväksi yhteistoiminnallisissa suunnitteluprosesseissa, joissa valintapäätös voidaan tehdä konsensusperusteisesti työpajoissa. (Lean Construction Instituutti 2016.)

Selvitysten perusteella monitavoitteinen päätöksentekomenetelmä(MCDA) soveltuu parhaiten monimutkaisten ja paljon erilaisia muuttujia sisältävien ongelmien ja ilmiöiden selvittämiseen. Hyötyihin perustuva CBA-päätöksentekomenetelmä soveltuu taas parhaiten esim. rakentamisessa tehtäviin tuotevalintoihin kuten esim. lämmitysjärjestelmän valinta on sellainen prosessi. Lämmitysjärjestelmää valittaessa tehdään vertailuja eri vaihtoehtojen ja niiden ominaisuuksien välillä vallitsevien eroavaisuuksien ja hyötyjen suhteen. Tämän takia päädyin valitsemaan hyötyihin perustuvan CBA-päätöksentekomenetelmän työkaluksi pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmävalinnan pohjaksi.

6.2 Choosing by Advantages (CBA) päätöksenteon menetelmä

Kuten edellisessä luvussa on jo mainittu, niin Choosing by Advantages (CBA) on päätöksenteon menetelmä, joka perustuu vaihtoehtojen ja niiden ominaisuuksien välillä vallitsevien eroavaisuuksien ja hyötyjen arvioimiseen. Menetelmää voidaan käyttää lähes kaikissa yleisissä päätöksenteon tilanteissa strategisesta suunnittelusta henkilöstövalintoihin sekä erilaisissa projektiliiketoimintaa ja rakentamista koskevissa valintatilanteissa, kuten hankemuodon, palveluntarjoajan, materiaalin, suunnitteluratkaisun tai tuotteen valinnassa. Menetelmä sopii erinomaisesti käytettäväksi yhteistoiminnallisissa suunnitteluprosesseissa, joissa valintapäätös voidaan tehdä konsensusperusteisesti työpajoissa. (Lean Construction Instituutti 2016.)

1. Nykytila

Usein päätöksiä tehdään hatarin perustein (mielipiteet, kokemus, suositukset, kustannukset) tai perusolettamuksiensa takia harhaan johtavin menetelmin. CBA-menetelmä ei esimerkiksi sisällä sellaisia yleisiä perusolettamuksia, että yksittäisen arvioitavan tekijän suorituskyvyn kasvu tai kompromissit eri tekijöiden välillä olisivat lineaarisia. CBA-menetelmä keskittyy sen sijaan vaihtoehtojen välisiin eroavaisuuksiin, ja se arvioi niiden ominaisuuksiin liittyviä hyötyjä ja näiden hyötyjen suhdetta toisiinsa. Tämä auttaa muita menetelmiä paremmin ja läpinäkyvämmiin ymmärtämään arvon suhdetta kustannuksiin. (Lean Construction Instituutti 2016.)

2. Tavoite

CBA-menetelmän tavoitteena on yksinkertaisesti tehostaa päätöksentekoa, jotta tehtävät päätökset olisivat viisaampia ja läpinäkyvämpiä. Menetelmä korostaa

myös yhteisymmärryksen tärkeyttä, sillä päätösten seuraukset ovat yleensä moniulotteiset ja tästä syystä päätöksenteossa tulisi hyödyntää laajamittaisesti projektitiimistä löytyvää tietämystä. (Lean Construction Instituutti 2016.)

3. Menetelmäkuvaus

CBA-menetelmässä käytetään tarkasti määriteltyä terminologiaa ymmärrettävyyden ja läpinäkyvyyden parantamiseksi:

- Vaihtoehdoilla tarkoitetaan tarkasteluun otettuja valintamahdollisuuksia.
- Tekijöillä tarkoitetaan päätöksentekoon vaikuttavia osakomponentteja (ei voi olla kustannus).
- Kriteerillä tarkoitetaan ominaisuuksien arvioimiseen luotavia sääntöjä.
- Ominaisuus kuvaa yhden vaihtoehdon suorituskykyä jonkun tekijän avulla.
- Hyöty on kahden ominaisuuden välinen ero.
- Tärkein hyöty on päätöksen teon kannalta merkittävin hyöty.

Edellä määritettyä terminologiaa käyttäen, CBA-menetelmä etenee taulukossa 3 esitetyin askelin. (Lean Construction Instituutti 2016.)

Taulukko 3. CBA-menetelmän vaiheet. (Lean Construction Instituutti 2016).

1. Tunnista ja valitse arvioitavat vaihtoehdot.
2. Määrittele tekijät.
3. Määrittele kriteerit (subjektiivinen).
4. Kuvaa ominaisuudet.
5. Määritä vaihtoehtojen hyödyt vertaamalla ominaisuudeltaan huonoimpaan vaihtoehtoon.
6. Päätä tärkein hyöty (100) ja muiden hyötyjen suhde tähän (0-100).
7. Arvioi vaihtoehtoja suhteessa niiden kustannuksiin.

Esimerkki vaihtoehtojen vertailusta CBA-menetelmän avulla on alla olevassa taulukossa.

Taulukko 4. CBA-menetelmän vertailuesimerkki. (Lean Construction Instituutti 2016.)

Tekijä (kriteeri)	Vaihtoehto 1: Hehkulamppu		Vaihtoehto 2: CFL		Vaihtoehto 3: LED	
Energiatehokkuus [lm/W]	Ominaisuus: 14 lm/W		Ominaisuus: 60 lm/W		Ominaisuus: 64 lm/W	
(Korkeampi on parempi)	Hyöty:	Tärkeys: -	Hyöty: 46 lm/W korkeampi	Tärkeys: 90	Hyöty: 50 lm/W	Tärkeys: 100
Syttyminen	Ominaisuus: Syttyy heti		Ominaisuus: 30s viive		Ominaisuus: Syttyy heti	
(Nopeammin on parempi)	Hyöty: Heti vs. viiveellä	Tärkeys: 10	Hyöty:	Tärkeys: -	Hyöty: Heti vs. viiveellä	Tärkeys: 10
Turvallisuus	Ominaisuus: Ei elohopeaa		Ominaisuus: 4mg elohopeaa		Ominaisuus: Ei elohopeaa	
(Ei elohopeaa on parempi)	Hyöty: 0 vs. 4mg elohopeaa	Tärkeys: 10	Hyöty:	Tärkeys: -	Hyöty: 0 vs. 4mg elohopeaa	Tärkeys: 10
Valon laatu	Ominaisuus: 100 CRI		Ominaisuus: 82 CRI		Ominaisuus: 93 CRI	
(Korkeampi on parempi)	Hyöty: 18 CRI enemmän	Tärkeys: 50	Hyöty:	Tärkeys: -	Hyöty: 9 CRI enemmän	Tärkeys: 45
Ulkonäkö	Ominaisuus: Tyylikäs		Ominaisuus: Tosi tyylikäs		Ominaisuus: Ruma	
(Tyylikkäämpi on parempi)	Hyöty: Tyylikäs vs. ruma	Tärkeys: 10	Hyöty: Tosi tyylikäs vs. ruma	Tärkeys: 15	Hyöty:	Tärkeys: -
Yhteensä:		80		100		165
Kustannus:	5 €		10 €		20€	

Tulosten eli päätösten arviointi ja seuranta on mahdollista ihan kuten muillakin menetelmillä tehdyissä päätöksissä, mutta ennen kaikkea CBA-menetelmä mahdollistaa myös tehtyjen päätösten jäljitettävyyden – miksi päätös tehtiin – ja tätä kautta luo edellytyksiä oppimiselle.

4. Vakiinnuttaminen käytäntöön

CBA-menetelmää voidaan käyttää heti, kun ihmiset oppivat ja ymmärtävät sen toiminnan. Menetelmän oppiminen vie vähemmän aikaa kuin vaikkapa matemaattisten taitojen oppiminen.

Molempien oppimisprosessi on samankaltainen: ne vaativat sanojen ja symbolien täsmällistä käyttöä, opetetaan ja opitaan pala kerrallaan ja uuden asian oppiminen perustuu aina edeltävän vaiheen hallitsemiseen. (Lean Construction Instituutti 2016.)

Pienrakennuskohteen lämmitysjärjestelmä valitaan pääsääntöisesti seuraavien kriteerien perusteella:

1. Sijainti

Pienrakennuskohteen sijainti määrittää jo hyvin pitkälle millaisen lämmitysjärjestelmän kohteeseen voi valita. Esim. jos rakennus sijaitsee asemakaava-alueella, niin kaavassa voi olla velvoite liittää rakennus kaukolämpöön. Tässä tapauksessa voi tietysti kohteen varustaa jollakin lisälämmönlähteellä esim. varaavalla takalla tai ilmalämpöpumpulla.

Valintaa kuvaavia parametreja voisi kuvata seuraavasti:

1 = kaava-alue

2 = kaava-alueen ulkopuolella

2. Lämmönjakojärjestelmä

Lämmön siirtoon ja luovutukseen taas käytetään joko kiertovesijärjestelmää tai ilmakiertoa, tai vaihtoehtoisesti lämpö tuotetaan huonetilassa sähkövastuksilla ja/tai tulisijalla. (Suomi rakentaa 2015.)

Valintaa kuvaavia parametreja voisi kuvata seuraavasti:

1=kiertovesijärjestelmä patteriverkoston kautta

2=kiertovesijärjestelmä lattialämmityksen kautta

3=ilmakiertojärjestelmä

4=lämpö tuotetaan huonetilassa sähkövastuksella tai tulisijalla

3. Käyttömukavuus

Lämmitysjärjestelmän valintaa voi ohjata myös omat taipumukset ja mahdollisuudet hankkia esim. kohteen lämmitykseen tarvittavia polttopuita eli ostaako valmiina vai tekeekö itse, jos omistaa metsää.

Tästä valinnasta käyttömukavuutta ajatellen on hyvä vertailukohde suorasähkölämmitys, joka ei vaadi juurikaan ylläpitoa verrattuna esim. hake- tai pellettilämmitykseen, jossa on panostettava aikaa lämmityspolttoaineen hankintaan ja lämmityksen käytännön toteutukseen.

Valintaa kuvaavia parametreja voisi kuvata seuraavasti:

1 = ei vaadi käytön aikaista ylläpitoa

2= vaatii käytön aikaista ylläpitoa

4. Päästöt

Myös ekologisilla näkökohdilla on nykyisin entistä suurempi painoarvo lämmitysjärjestelmää valittaessa. Ekologisina lämmitysjärjestelminä pidetään uusiutuvalla energialla tuotettua lämpöä.

Tässä tarkastelussa ei huomioida eri energiajärjestelmien valmistuksen aiheuttamia päästöjä niiden vähäisemmän merkityksen ja mahdollisen valintyökalun kehittämisen yksinkertaistamisen takia.

Valintaa kuvaavia parametreja voisi kuvata seuraavasti:

1= CO₂-ekv/v päästöt

5. Sisustus

Jotkut lämmitysjärjestelmän osat voivat olla osa sisustusta, joka voi osaltaan määrittää lämmitysjärjestelmän valintaa.

Valintaa kuvaavia parametreja voisi kuvata seuraavasti:

1= lämmitysjärjestelmä ei rajoita sisustamista tai on osa sitä

2= lämmitysjärjestelmä rajoittaa sisustamista

6. Kustannus

Kustannus ei saa olla tässä mentelmässä päätöksentekoon vaikuttava osakomponentti, mutta se voidaan huomoida lopullisessa päätöksenteossa.

Taulukko 4. Esimerkkilaskelma omakotitalon lämmitysjärjestelmän investointi- ja ylläpitokustannuksista(lähde Motivan laskuri). (Ylen Kuningaskuluttaja-ohjelma 2016).

Omakotitalo 110 m2	hankinta	energia / vuosi
sähkölämmitys	4 000 €	1 387 €
kaukolämpö	10 500 €	879 €
pelletti	15 000 €	765 €
maalämpö	18 000 €	523 €

hankinnassa mukana lämmönjakoverkko

Valintaa kuvaavia parametreja voisi kuvata seuraavasti:

1 =investointikustannus

2= ylläpitokustannukset

3= takaisin maksuaika

7. E-luku

Lainsäätäjän asettama E-lukuarvo vaikuttaa osaltaan pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan. E-luku suosii pienempien ja energiatehokkaiden rakennusten rakentamista. Valintaparametreinä toimivat energiamuotojen kertoimet.

E-luvun laskennassa käytetään maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetussa valtioneuvoston asetuksessa rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista (9/2013) määrättyjä energiamuotojen kertoimia.

Taulukko 5. Rakennuksissa käytettävät energiamuotojen kertoimien lukuarvot ovat (Luonnos asetukseksi rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 2016, 1 §.)

Sähkö	1,20
Kaukolämpö	0,50
Kaukojäähdytys	0,28
Fossiiliset polttoaineet	1,00
Rakennuksessa käytettävät uusiutuvat polttoaineet	0,50

Luonnos asetukseksi rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista 2016 kuitenkin tulee sähkön, kaukolämmön ja kaukojäähdytyksen suhteellinen asema paranemaan.

Tässä CBA-päätöksentekomenetelmän esimerkissä lämmitysjärjestelmään valitaan neljä vaihtoehtoista lämmitysjärjestelmää. Valinta tehdään lopullisesti muiden ominaisuuksien pohjalta, mutta lopullisessa tarkastelussa otetaan huomioon myös hinta, jos se ei ole kohtuuton saavutettuun hyötyyn nähden.

Taulukon 6 tietojen pohjana on rakentamismääräyskoelma eli RT-kortisto, joka on mainittu luvussa 5.3. Muilta osin taulukon tiedot ovat esimerkinomaisia, millä tavalla CBA-päätöksentekomentelmää voidaan soveltaa eri lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaviin tekijöihin.

Lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttaviin tekijöihin ei ole otettu mukaan automaatiota eikä säätöä, koska se ei valintaperusteena tuo välttämättä lisäarvoa millekään vartailussa mukana olevalle lämmitysjärjestelmälle.

Taulukko 6. Esimerkki CBA-päätöksentekomenetelmän soveltamisesta lämmitysjärjestelmän valintaprosessiin.

Tekijä(kriteeri)	Sähkölämpö	Pellettilämpö	Kaukolämpö	Maalämpö
E-lukukerroin	Ominaisuus	Ominaisuus	Ominaisuus	Ominaisuus
	Ei ekologinen	ekologinen	ekologinen	ekologinen
(Pienempi parempi)	Hyöty: Tärkeys: -	Hyöty:uusiutuva Tärkeys: 20	Hyöty:uusiutuva Tärkeys:20	Hyöty:uusiutuva Tärkeys:20
Sijainti	Ominaisuus	Ominaisuus	Ominaisuus	Ominaisuus
	ei merkitystä	haja-asutusalue	kaavoitettu	haja-alue
(Kaavoitettu alue parempi)	Hyöty: Tärkeys: -	Hyöty: Tärkeys: -	Hyöty:voi liittyä Tärkeys: 30	Hyöty: Tärkeys:-
	Ominaisuus: Yksinkertainen	Ominaisuus: Monimutkainen	Ominaisuus: Monimutkainen	Ominaisuus: Monimutkainen
(Yksinkertaisempi parempi)	Hyöty:ei häiriöherkkä Tärkeys: 30	Hyöty: Tärkeys: -	Hyöty: Tärkeys: -	Hyöty: Tärkeys: -
	Ominaisuus: Huoleton	Ominaisuus: Vaatii ylläpitoa	Ominaisuus: Vaatii vähän ylläpitoa	Ominaisuus: Vaatii vähän ylläpitoa
(Ei ylläpitoa vaativa parempi)	Hyöty:huoltovapaa Tärkeys: 30	Hyöty: Tärkeys: -	Hyöty:Vaatii ylläpitoa Tärkeys: 10	Hyöty:Vaatii ylläpitoa Tärkeys:10
	Ominaisuus: 200 kgCO ₂ /MWh	Ominaisuus: 0 kgCO ₂ /MWh	Ominaisuus: 20 - 450 kgCO ₂ /MWh (riippuen tuotantotavasta)	Ominaisuus: 60 - 70 kgCO ₂ /MWh
(Vähäpäästöisempi parempi)	Hyöty: Tärkeys: -	Hyöty: 0 vs päästöjä 20-450 kgCO ₂ /MWh Tärkeys: 100	Hyöty: 20 vs päästöjä 20-450 kgCO ₂ /MWh Tärkeys:0-95	Hyöty: 60 vs päästöjä 20-450 kgCO ₂ /MWh Tärkeys:75
	Ominaisuus: Ei rajoita sisustamista	Ominaisuus: Lämmönjakotavasta riippuen ei rajoita sisust.	Ominaisuus: Lämmönjakotavasta riippuen ei rajoita sisust.	Ominaisuus: Lämmönjakotavasta riippuen ei rajoita sisust.
(Ei rajoita sisustamista)	Hyöty: Neutraali Tärkeys: 10	Hyöty: Tärkeys:-	Hyöty: Tärkeys:-	Hyöty: Tärkeys:-
	Yhteensä	70	120	60 - 155
Investointikust.(€)	4 000	15 500	10 500	18 000
energiakust.(a)	1 387	765	879	523

Kun vaihtoehtojen hyödyt on pisteytetty, voidaan analyysiin ottaa mukaan myös kustannusdata. Jos lämmitysjärjestelmäinvestoinnin budjetti on edellä esitetystä yksinkertaisessa esimerkissä vaikkapa 4 000 €, tulee valinta todennäköisesti kohdistumaan vaihtoehtoon 1. Mikäli budjetti taas on 10 500 €, voidaan harkita myös hyödyiltään reilusti paremman vaihtoehdon (vaihtoehto 3) valintaa. Kysymys on siis siitä, että luoko paras vaihtoehto riittävästi arvoa oikeuttaakseen korkeamman kustannuksen suhteessa toiseksi parhaaseen vaihtoehtoon ja/tai lämmitysjärjestelmän budjettiin. (Lean Construction Instituutti 2016.)

Niin kuin jo aikaisemmin on todettu CBA-päätöksentekomenetelmän periaatteena on tehdä vertailu ensin muiden ominaisuuksien perusteella ja vasta sitten ottaa mukaan taloudelliset näkökohdat vertailuun. Näin menetellen päästään kokonaisempaan ajatteluun ja puolueettomampaan lopputulokseen ajattellen lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavia erilaisia näkökohtia.

7 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena on ollut selvittää pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan nykytila ja lämmitysjärjestelmän valintaan vaikuttavat tekijät ja se millaista tietoa rakennuksesta pitää olla, jotta lämmitysjärjestelmä voidaan valita. Lisäksi opinnäytetyössä on selvitetty olemassa olevat lämmitysjärjestelmän valintaan käytettävät työkalut. Tärkeimpänä pohdinnan aiheena on ollut mahdollisuus kehittää taloudelliset ja ekologiset näkökohdat huomioon ottava työkalu pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan ja siihen käytettävä päätöksentekojärjestelmä.

Tämän pohdiskelun pohjalta on tutkittu erilaisten päätöksentekomenetelmien sopivuutta valintatyökalun pohjaksi. Tässä työssä on päädytty käyttämään tehdyn analyysin pohjalta kehitettävän pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintatyökalun pohjaksi CDA-päätöksentekomenetelmää.

Tämän päätöksentekomentelmän pohjalta on tarkoitus kehittää työkalu, joka on käytettävyydeltään ja käyttöliittymältään selkeä ja yleispätevä ja jossa tiedot voitaisiin siirtää IFC-formaatissa rakennussuunnitteluohjelmista suoraan ja jonka voisivat hyväksyä kaikki rakennushankkeissa mukana olevat osapuolet.

Eri lämmitysjärjestelmävaihtoehtoja tarkasteltaessa ei ole sen tarkemmin kiinnitetty huomiota niiden valmistuksen aiheuttamaan ja muihin mahdollisiin ympäristövaikutuksiin kuin varsinaisen käytön aikaisiin päästöihin. Tämä siitä syystä, että kokonaisuutta ajatellen eri lämmitysjärjestelmien valmistuksen aiheuttamien päästöjen merkitys verrattuna varsinaiseen lämmitysjärjestelmien käytön aikaisiin päästöihin on minimaalinen.

Maalämpö on ainut lämmitysmuoto, jonka käyttöön liittyy teoreettinen ympäristöriski lähinnä, jos maalämpöputkia porataan ns. pohjavesialueilla. Ainakaan toistaiseksi ei ole tullut ilmi maalämmön aiheuttamia ympäristövahinkoja, jotka olisivat pilanneet ympäristöä.

7.1 Johtopäätökset

Tässä opinnäytetyössä selvitystyön tuloksena tuli esille se, että parhaiten kehittämistapeet pystytään ratkaisemaan käyttämällä Choosing by Advantages (CBA) päätöksenteon menetelmää. Se perustuu vaihtoehtojen ja niiden ominaisuuksien välillä vallitsevien eroavaisuuksien ja hyötyjen arvioimiseen.

Tämän päätöksentekojärjestelmän pohjalle voidaan rakentaa IFC-formaattiin perustuva tietokoneohjelma, jossa pienrakennuskohteen lämmitysjärjestelmän valinta voidaan tehdä siten, että tarvittavat lähtötiedot siirtyvät automaattisesti rakennussuunnitteluohjelmasta ko. ohjelmaan. Tällöin käyttäjän tarvitsee syöttää ohjelmaan lähinnä omiin toiveisiinsa liittyvät vaatimukset ja toiveet pienrakennuskohteeseen halutulle lämmitysjärjestelmälle.

Lisäksi kehitettävään työkaluun tarvitaan pohjalle tietokanta, jossa ovat ajantasalla olevat esim. lainsäädännön asettamat vaatimukset pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmälle ja muut tekniset ajantasalla olevat tiedot eri lämmitysjärjestelmistä.

Tämä opinnäytetyö voi toimia pohjana kehitettäessä lämmitysjärjestelmän valintatyökalua, koska tässä työssä on tehty esiselvitys tarpeista ja esille tulleista ongelmista pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valintaan liittyen. Samoin tässä työssä on esitys valintatyökalun pohjana käytettävästä päätöksentekoformaatista, jonka pohjalle tietokoneohjelma voidaan tehdä.

CBA-päätöksentekomenetelmän pohjalle tehdyn esimerkinomaisen lämmitysjärjestelmän valintataulukossa 4 oleva sovellus ei ole kannanotto minkään lämmitysjärjestelmän puolesta, vaan siinä oleva pisteytys on yksi mahdollisuus soveltaa ko. menetelmää riippuen painotuksista.

Mahdollisesti tälle pohjalle tehtävä lämmitysjärjestelmän valintatyökalu ottaa huomioon ensisijaisesti muut valintaperusteet ja lopuksi yhdeksi valintaperusteeksi tulee myös lämmitysjärjestelmäratkaisun taloudellinen näkökulma.

7.2 Ratkaistavia ongelmia lämmitysjärjestelmän valinnan päätöksenteon helpottamiseksi

Jotta pienrakennushankkeessa lämmitystavan valintaa voitaisiin tehokkaasti ohjata, tulisi se ottaa huomioon jo kaavoitusmääräyksissä ja tontinluovutusehdoissa. Pienrakentaja tarvitsee tähän päätöksentekoon puolueettoman ekologiset ja taloudelliset näkökohdat huomioon ottavan työkalun valinnan tueksi.

Ongelma on löytää sopivan puolueeton taho pitämään yllä lämmitysjärjestelmän valintaan liittyviä ajantasaisia tietokantoja. Opinnäytetyössä on tullut esille se, että lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvä tieto ja ohjeistus on hajallaan eri toimijoilla, jotka kaiken lisäksi antavat pienrakennushankkeeseen ryhtyvälle omilla painotuksillaan varustettua tietoa riippuen toimijan taustasta.

Opinnäytetyössä tehtyjen selvitysten pohjalta on puolueettomin ja luotettavin taho pienrakennushankkeen lämmitysjärjestelmän valinnan ajantasaisen tietokantojen ylläpitoa ja valintatyökalun kehittämistä koordinoimaan Motiva.

Kehitettävän työkalun pitäisi olla sellainen, että sen vaatimat tiedot rakennuksesta voidaan siirtää automaattisesti rakennuksen suunnitteluasiakirjoista ko. ohjelmaan ja asiakas voi simuloida sen pohjalta omia toiveitaan ja taloudellisia näkökohtia eri lämmitysjärjestelmävaihtoehdoilla omista lähtökohdistaan käsin.

Ennen varsinaisen työkalun kehittämistä on ratkaistava lämmitysjärjestelmän valintaan liittyvän tietoperustan hajanaisuuteen liittyvät ongelmat ja sitten tämän tiedon siirtäminen rakennusprojektin eri vaiheissa sujuvasti järjestelmästä toiseen siten, että välttämättä käyttäjä ei huomaa tiedonsiirron eri vaiheita, vaan hän voi simuloida eri lämmitysjärjestelmä vaihtoehtoja pienrakennushankkeen eri vaiheissa alkaen ideointivaiheesta lopulliseen toteutukseen asti.

Tämä edellyttää yhteistä tiedonsiirtoformaattia eri ohjelmistojen välillä siten, että tiedot on siirrettävissä sujuvasti järjestelmästä toiseen. Hyvänä esimerkkinä voisi olla Talopelin kaltainen pienrakennushankkeen ohjaukseen ja päätöksentekoon kehitetty ohjelma.

Mahdollisesti tämän opinnäytetyön pohjalta kehitettävä CBA-päätöksentekomenetelmään perustuvan valintatyökalun avulla voidaan automatisoida lämmitysjärjestelmän valintaprosessi.

Lähteet

- Airaksinen, M., Hietanen O., Manninen, A., Reijula, K. & Vainio, T. 2011. Rakennetun ympäristön roadmap. Tekesin loppuraportti http://www.tekes.fi/fi/document/.../rakennetun_%20ympariston%20 1.8.2017.
- Cads-Planner esite.2016. http://www.cads.fi/fi/ajankohtaista/?news_id=79 1.8.2017.
- Ehdotus Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU muuttamisesta.2016. http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:4908dc52-b7e5-11e6-9e3c-01aa75ed71a1.0020.02/DOC_1&format=PDF 1.8.2017.
- Finlex.2013. <http://www.finlex.fi/data/sdliite/liite/6186.pdf> 1.8.2017.
- FInZeb-loppuraportti.2015. http://tem.fi/documents/1410877/2735615/FInZEB_loppuraportti.pdf/6527928a-809b-4870-9e3e-425fe26c15d1 1.8.2017.
- Hallitusohjelma.2016. http://valtioneuvosto.fi/documents/10184/1427398/Ratkaisujen+Suomi_FI_YHDISTETTY_netti.pdf/801f523e-5dfb-45a4-8b4b5b5491d6cc82 1.8.2017.
- Ilmasto-opas.2016. <https://ilmasto-opas.fi/fi/ilmastonmuutos/hillinta/-/artikkeli/73fa2827-42d1-4fd7-a757-175aca58b441/rakennusten-lammitys.html> 1.8.2017.
- Lahti, E.2011. "EHKÄ TOIMII, EHKÄ EI" – näkökulmia pientalorakentajan ekotehokkaan lämmitysjärjestelmän valintaan. Pro-gradu tutkielma. Aalto-yliopisto kauppakorkeakoulu. Johtamisen ja kansainvälisen liiketoiminnan laitos http://epub.lib.aalto.fi/fi/ethesis/pdf/12681/hse_ethesis_12681.pdf 1.8.2017.
- Luonnos maankäyttö- ja rakennuslain muuttamisesta.2016. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_n_ja_rakentamisen_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Lausuntopyynto_luonnoksesta_hallituksen_\(38540\)](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankaytto_n_ja_rakentamisen_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Lausuntopyynto_luonnoksesta_hallituksen_(38540)) 1.8.2017.
- Luonnos asetukseksi rakennuksissa käytettävien energiamuotojen kertoimien lukuarvoista.2016. [http://www.ym.fi/fiFI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankayton_ja_rakentamisen_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Lausuntopyynto_luonnoksesta_hallituksen_\(38540\)](http://www.ym.fi/fiFI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Maankayton_ja_rakentamisen_valmisteilla_oleva_lainsaadanto/Lausuntopyynto_luonnoksesta_hallituksen_(38540)) 1.8.2017.
- Lean Construction Instituutti.2016. Hyötyihin perustuva valintamenettely – Choosing by Advantages (CBA) <http://lci.fi/blog/menetelma-kortti/choosing-by-advantages-hyotyihin-perustuva-valintamenettely/> 1.8.2017.

- Maankäyttö- ja rakennuslaki.2009. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132> 1.8.2017.
- Motiva.2017. Energiankäyttö Suomessa http://www.motiva.fi/taustatietoa/energiankaytto_suomessa/energian_loppukaytto 1.8.2017.
- Motivan hankintapalvelu.2016. <http://www.motivanhankintapalvelu.fi/tietopankki/lammitysjarjestelmat> 1.8.2017.
- Motiva.2016. Lämmitysjärjestelmän valinta http://www.motiva.fi/rakentamisen/lammitysjarjestelman_valinta <http://www.energiatehokaskoti.fi/perustietoa/maaraykset/rakentamismaaraykset> 1.8.2017.
- Motiva.2009. Pientalon lämmitysjärjestelmät https://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf 1.8.2017.
- Pientalon lämmitysjärjestelmät.2009. http://www.motiva.fi/files/2701/Pientalon_lammitysjarjestelmat.pdf 1.8.2017
- Rakennustieto Oy.RT-kortisto.2016. <https://www.rakennustieto.fi/index/rakennustieto/historia.html> 1.8.2017.
- https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/nimikkeistot_21/talo2000.html 1.8.2017.
- <https://www.rakennustieto.fi/index/tuotteet/ratu.html> 1.8.2017.
- Sitra.2009. Suomen energianeuvonnan tilanne ja toimijat helmikuussa 2009 <https://media.sitra.fi/2017/02/27173337/SelvityksiC3A44-2.pdf> 1.8.2017.
- Suomirakentaa.2015 ja 2016.
- <http://www.suomirakentaa.fi/omakotirakentaja/laemmitys/laemmitysen-valinta> 1.8.2017.
- <http://www.suomirakentaa.fi/29-omakotirakentajat/omakotirakentamisen/776-yleisimmat-lammitysjarjestelmat> 1.8.2017.
- <https://www.suomirakentaa.fi/korjaaja/laemmitys/lammitysremontissa-hybridilammitys-on-jarkeva> 1.8.2017.
- Suomen ympäristökeskus(SYKE).2011. Materiaalinäkökulmia rakennusten ympäristöarvioinnissa. Helsinki Suomen ympäristökeskus http://www.motiva.fi/files/7851/Materiaalinakokulma_rakennusten_ymparistoarvioinnissa_Suomen_ymparistokeskuksen_raportteja_16-2011.pdf 1.8.2017.
- Suomen ympäristökeskus(SYKE) 2008. Monitavoitearviointi vuorovaikutteisessa ympäristösuunnittelussa https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/38341/SY11_2008_Monitavoitearviointi.pdf 1.8.2017.
- Suomen ympäristökeskus(SYKE).2016. Rakennusten energiankulutuksen perusskenaario Suomessa 2015 - 2050 Maija Mattinen, Juhani Heljo, Mikko Savolahti https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/166673/SYKEra_35_2016.pdf?sequence=4 1.8.2017.

Suomen sähköopas rakentajan ja remontoijan tarpeisiin

<http://www.sahkoopas.com/sahkotietoa/tarpeet/lammitysmuoto>
1.8.2017.

Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.2016.

<http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html> 1.8.2017

Yle kuningaskuluttaja.2016. <http://yle.fi/aihe/artikkeli/2016/04/14/pientalon-lammituksen-valinta-vaatii-paljon-puntarointia-apua-saa-motivan>
1.8.2017

Työkalun nimi	Viite	Mak sul- li- nen	Vain asian- tunti- joille	Puo lu- ee- ton	Kattaa kaikki energia- muodot
Bioenergia- pörssiin läm- mityslaskuri	http://www.bioenergia-porssi.fi/k%C3%A4sitteet-ja-lasku-rit/l%C3%A4mmityslaskuri				x
Cads Planner E-lukulaskuri	http://www.cads.fi/ohjelmistot/cads-he-pac/energielaskenta	x	x	x	
Energielaskuri maalämpöön siirryttäessä	http://www.takuulampo.fi/in-dex.php/energielaskuri				
Energiajunior 7.1	https://www.energiajunior.fi/energiaju-nior/	x	x	x	x
Energiasenior 13	https://energiasenior.energiajunior.fi/	x	x	x	x
Eneuvonta	http://www.lammitysvertailu.eneu-vonta.fi/			x	x
Etlas Pro energias- kentaohjelma	https://www.etlas.fi/eluku/login/	x	x	x	x
Kymppivoi- man laskuri	http://www.kymppivoima.fi/energielas- kuri/savon_voima.html				x
Laskentapal- velut e-laskuri	http://www.laskentapalvelut.fi/in- dex_for_JRF.php	x	x		x
MX6 energia	http://www.mx6energia.fi/public/#/etu- sivu#anchor3	x	x	x	x
Pellettiläm- mytyksen kus- tannuslaskuri	http://www.pellettienergia.fi/de- fault.asp?sivuID=28931&item=com- ponent;/modules/laskuri/laskuri.asp				
Puuinfo E-las- kuri 1.02	http://www.puuinfo.fi/mitoitushjelmat/e- lukulaskuri-102				x
Rakentajan ekolaskuri light	http://www.rakentajanekolaskuri.fi/las- kuri.php				
Rakentajan ekolaskuri pro	http://www.rakentajanekolaskuri.fi/las- kuri-pro.php				
Solar Arena- aurinkolämpö- laskuri	http://demo1.solar-arena.com/				
Sun-aurin- koenergielas- kuri	http://map.sunenergia.com/start				
Uponor Koti- energialaskuri	http://www.uponorkoti.fi/energielaskuri				