



Rakennusaikaisen pellettilämmityksen liiketoiminnankehitys

Albert Lehtoaho

Opinnäytetyö, ylempi AMK
Toukokuu 2023
Digitaalinen toimitusketju

Lehtoaho, Albert

Rakennusaikaisen pellettilämmityksen liiketoiminnankehitys

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Toukokuu 2023, 96 sivua

Digitaalinen toimitusketju tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö Ylempi AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Työn toimeksiantaja saarijärveläinen uusiutuvaa energiaa hyödyntävien biopolttolaitteiden valmistaja Arterm Service Oy on lähtenyt hakemaan uutta liiketoimintaa rakennusaikaisesta pellettilämmityksestä tilanteessa, jossa nykyisen liiketoimintaympäristön kilpailu on kiristynyt. Tämä nähtiin markkina-alueena, jossa vallitseva lämmitysmuoto perustuu uusiutumattomiin polttoaineisiin, mutta on myös nähtävissä tarvetta uusiutuvan energian käytön lisäämiselle EU:n hiilineutraaliustavoitteiden takia. Työn tavoitteeksi asetettiin selvittää mitä tarpeita mahdollisilla asiakkailta on, onko tuotteelle tai palvelulle kysyntää ja millainen liiketoimintamalli toimisi uudessa liiketoimintaympäristössä.

Toteutustavaksi valittiin tapaustutkimus. Tietoa uudesta liiketoimintaympäristöstä ja liiketoimintaan vaikuttavista ilmiöistä, hiilineutraaliudesta, uusiutuvasta energiasta ja liiketoiminnan kehittämisestä haettiin kirjallisuudesta. Markkinoista ja asiakkaista haettiin tietoa kyselyhaastalulla, jossa selvitettiin lämmityksen teholuokkia, toteutustekniikkaa, investointien ajankohtaisuutta sekä asiakkaille sopivinta palvelulaajuutta. Liiketoiminnan huonetaulun mallin pohjalta tehtiin yksinkertaiset kuvaukset vertailtavista liiketoimintamalleista. Alustavat tulokset käytiin läpi toimeksiantajan kanssa, jonka jälkeen liiketoimintamalleille tehtiin nelikenttä- ja riskikartta-analyytit.

Tuloksista kävi ilmi, että kysyntää olisi ja missä teholuokassa, mutta tarkkaa tietoa mikä tekninen tarve tai liiketoimintamalli asiakkaita kiinnosti ei saatu. Tuloksena saatiin myös yksinkertainen liiketoimintamalli sekä uutta tietoa liiketoimintaympäristöstä mm. säädösten ja teknisten tarpeiden osalta sekä miten sen hiilineutraaliutta arvioidaan rakentamisen elinkaaren aikana.

Työn tulos on, että uutta liiketoimintaa kannattaisi lähteä hakemaan laitemyyntin kautta, koska vastauksista ei selvästi tullut esiin tarvetta lähteä palveluliiketoimintamallien suuntaan ja näissä tunnistettiin suurempi vaikeusaste suhteessa laitemyyntiin, joka oli toimeksiantajalle jo arkea nykyisten asiakkaiden kanssa. Rakennustyömaat olisivat liiketoimintaympäristön kuitenkin uusi alue opittavaksi.

Avainsanat (asiasanat)

liiketoiminnan kehittäminen, hiilineutraalius, puupelletti

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Salassa pidettävät luvut 6 ja 7 ovat siirretty liitteiksi 5 ja 6. Salassapidon peruste on Julkisuuslain 621/1999 24§, kohdat 17, 20 ja 21. Salassapito aika on 10 vuotta ja päättyy 2033.

Lehtoaho, Albert

Business development of construction phase pellet heating

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, May 2023, 96 pages

Degree Programme in Digital Supply Chain Management. Master's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

The client of the thesis, Ariterm Service Oy, a manufacturer of bio-combustion equipment that utilizes renewable energy from Saarijärvi, has started looking for new business from construction phase pellet heating in a situation where competition in the current business environment has intensified. This was seen as a market area where the prevailing form of heating is based on non-renewable fuels, but there is also a need to increase the use of renewable energy due to carbon neutrality goals of the EU. The goal of the thesis was to find out what needs potential customers have, whether there is a demand for the product or service, and what kind of business model would work in the new business environment.

A case study was chosen as the implementation method. Information about the new business environment and phenomena affecting business, carbon neutrality, renewable energy and business development was sought from the literature. Information about the market and customers was sought through a survey, that explained heating power classes, implementation technology, timeliness of investments and the most suitable service scope for customers. Based on the business model canvas, simple descriptions of the comparable business models were made. The preliminary results were reviewed with the client, followed by SWOT and risk map analyzes were performed for the business models.

The results showed that there would be demand and in which power class, but exact information about which technical need or business model interested customers was not obtained. The result was also a simple business model and new information about the business environment, e.g. in terms of regulations and technical needs and how its carbon neutrality is assessed during the construction life cycle.

The result of the thesis is that it would be worthwhile to start looking for new business through equipment sales, because the answers did not clearly show the need to go in the direction of service business models, and in these a greater degree of difficulty was identified compared to equipment sales, which was already commonplace for the client with current customers. However, construction sites would be a new area of the business environment to be learned.

Keywords/tags (subjects)

business development, carbon neutrality, wood pellets

Miscellaneous (Confidential information)

Chapters 6 and 7, which are to be kept confidential, have been moved to appendices 5 and 6. The basis for confidentiality are section 24 paragraphs 17, 20 and 21 of the Openness Act 621/1999. Confidentiality period is ten (10) years and confidentiality will end 2033.

Sisältö

1	Johdanto	4
1.1	Kehittämisasetelma	5
1.1.1	Kehittämistyön tausta ja tavoite	5
1.1.2	Kehittämiskysymykset	5
1.2	Rajaukset.....	6
1.2.1	Kehittämistyön rajausta	6
1.2.2	Tietoperustan rajaukset ja tiedonhaun kuvaus	7
1.2.3	Kehittämismenetelmä ja -prosessi.....	8
2	Hiilineutraalius ja uusiutuva energia	10
2.1	Hiilineutraalius.....	10
2.2	Puupelletti uusiutuvana energiana	11
3	Rakennusaikainen lämmitys	14
3.1	Rakennusaikainen lämmitys osana vähähiilistä rakentamista.....	14
3.2	Rakennusaikaisen lämmityksen tarpeet ja tekniikat	16
3.2.1	Tarpeet.....	16
3.2.2	Lämmitysenergian tuottamis- ja jakelutekniikat	17
3.2.3	Rakennusaikaisen lämmitystehontarpeen mitoitus.....	19
3.3	Rakennusaikaista lämmitystä koskevat säädökset	20
3.3.1	Turvallisuussäädökset.....	20
3.3.2	Energiantuotantotekniikkaa ja myyntiä koskevat säädökset	22
4	Liiketoiminnankehitys ja -malli	23
4.1	Liiketoimintamallit.....	23
4.1.1	Kestävän kehityksen liiketoiminta.....	24
4.1.2	Liiketoiminnan visualisointi liiketoiminnan huonetaulun mallin avulla	24
4.2	Digitaalinen toimitusketju osana kestävästä liiketoiminnasta.....	26
5	Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät	30
5.1	Aineistonkeruu	30
5.2	Aineiston analysointi	31
6	Kehittämistulokset (salassa pidettävä)	32
7	Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset (salassa pidettävä)	32
8	Pohdinta	32
8.1	Kehittämistavoitteiden ja lopputuloksen suhde	32
8.2	Kehittämistyön eettisyys ja luotettavuus	33
8.3	Tulosten soveltaminen	35

8.4 Näkemyksiä jatkokehitysmahdollisuuksista	35
Lähteet	36
Liitteet	44
Liite 1. Arterm Service 500 kW vesikiertoisen pellettikäyttöinen kattilakontin prototyyppisuunnitteluvaiheen kuva päämitoista.....	44
Liite 2. Henkilöturvallisuutta Suomessa koskevat säädökset rakennusaikaisessa lämmittämisessä (ei julkisessa versiossa).....	45
Liite 3. Tuote-, laite- ja koneturvallisuutta ja vaatimuksia Suomessa koskevat säädökset rakennusaikaisessa lämmittämisessä (ei julkisessa versiossa).....	65
Liite 4. Kyselyhaastattelun runko	82
Liite 5 Kehittämistulokset (salassa pidettävä)	83
6 Kehittämistulokset.....	83
6.1 Asiakkaiden tarpeet ja markkinapotentiaali	83
6.2 Liiketoimintamalli	85
Liite 6. Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset (salassa pidettävä)	92
7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset	92
7.1 Johtopäätökset	92
7.2 Toimenpide-ehdotukset	93

Kuviot

Kuvio 1 Käsittekartta tietoperustaa varten	7
Kuvio 2 Tapaustutkimuksen kehittämisprosessin kuvaus	9
Kuvio 3 Hiilijalanjälki elinkaaren vaiheissa	14
Kuvio 4 Elinkaaren hiilijalanjälki osuudet ilman käyttövaihetta.....	15
Kuvio 5 Rakennuksen elinkaaren vaiheiden moduulit.....	16
Kuvio 6 Kestävän liiketoiminnan elementit huonetaulun sovelluksessa	25
Kuvio 7 Liiketoiminnan huonetaulu ja apukysymykset.....	26
Kuvio 8 Digitaalisen toimitusketjun käsittekartta	27
Kuvio 9 Digitaalinen toimitusketju puupellettiin perustuvan kiertotalouden arvoketjussa.....	28
Kuvio 10 Toimitusketju skenaariot videopeleissä	29
Kuvio 11 Liiketoiminnan huonetaulu: Pellettikattilakontin myynti.....	85
Kuvio 12 Liiketoiminnan huonetaulu: Pellettikattilakontin vuokraus	86
Kuvio 13 Liiketoiminnan huonetaulu: Pellettilämpöenergian myynti	86
Kuvio 14 Nelikenttäanalyysi: Pellettikattilakontin myynti	87
Kuvio 15 Nelikenttäanalyysi: Pellettikattilakontin vuokraus	88

Kuvio 16 Nelikenttäanalyysi: Pellettilämpöenergian myynti	88
Kuvio 17 Liikeriskikartta: Pellettikattilakontin myynti	89
Kuvio 18 Liikeriskikartta: Pellettikattilakontin vuokraus.....	90
Kuvio 19 Liikeriskikartta: Pellettilämpöenergia myynti	91

Taulukot

Taulukko 1 Esimerkki metsäteollisuusperäisen puupelletin päästövähennyksistä.....	11
Taulukko 2 oletuspäästökertoimet ja elinkaaripäästökertoimet	12
Taulukko 3 Energialähteet ja lämmönjakotekniikat	17
Taulukko 4 Lämmitystehontarpeen esimerkkejä	20
Taulukko 5 Kyselyhaastattelun analysoidut tulokset.....	84

1 Johdanto

Jotta ilmaston lämpeneminen voitaisiin rajoittaa 1,5 °C:een, on IPPC kehottanut valtioita tavoittelemaan hiilineutraaliutta vuoteen 2050 mennessä. Tavoite esitettiin kirjallisesti Pariisin ilmastopöytäkirjassa ja EU:ssa tavoitteeseen sitouduttiin ilmastolain myötä, mikä sitoo jäsenmaita. (Mitä hiilineutraalius tarkoittaa... 2022). Rakennustoiminnan osuus Suomen kasvihuonepäästöistä on noin 2 % (Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 2022, 9).

Tämä YAMK opinnäytetyö laadittiin toimeksiantajan Ariterm Service Oy:n tarpeisiin. Tarkoituksena oli kehittää yritykselle uutta ja täydentävää liiketoimintaa. Yrityksessä johto oli valinnut rakennustyömaiden pellettilämmitysratkaisun yhdeksi kehitettäväksi uudeksi liiketoiminnaksi, joka on linjassa myös Suomen kasvihuonekaasujen päästövähennystavoitteen kanssa. Tarkoitus on parantaa yrityksen kannattavuutta ja saada aikaan liiketoiminnan kasvua sekä täydentää tuote- ja tai -palvelualikoimaa sekä tarjota asiakkaille hiilineutraali vaihtoehto jo rakennusaikaiseen energiankäyttöön sekä mahdollisesti kustannussäästöihin lämmitysenergiakäytössä. Taustalla on näkemys toimeksiantajan perinteisten tuotteiden lämmityskattiloiden, polttimien ja polttoaineiden varastointi- ja siirtolaitteistoiden markkinoiden kapenemisesta sekä käsitys kilpailun kiristymisestä, jonka taustalla on EU:n sisämarkkinoilta tulevien kustannustehokkaiden kilpailijoiden (vrt. Arvioitujen tuntikohtaiset työvoimakustannukset, 2019) sekä uusien tekniikoiden, kuten maalämmön asettama kilpailupaine (vrt. 1. Asuinrakennusten päälämmönlähteiden kehitys 2010-luvulla. 2018). Uuden liiketoiminnan oletetaan vastaavan myös EU:n ja Suomen asettamiin tavoitteisiin korvata fossiilisia energialähteitä hiilineutraaleilla polttoaineilla. Lisäksi käsillä olevasta Ukrainan sodasta johtuva Venäjän energiaviennin rajoittaminen on esimerkki siitä, että paikallisesti saatavissa olevan polttoaineen, kuten puupelletin käyttö on myös huoltovarmuustekijä.

Toimeksiantajan tavoitetta tarkennettiin tutkimalla, millainen liiketoimintaympäristö rakennusaikea lämmitäminen on, ja onko pellettikäyttöiselle vaihtoehdolle markkinoita ja millainen liiketoimintamalli olisi toimiva uudessa liiketoimintaympäristössä. Tätä varten selvitettiin kirjallisuudesta toimintaympäristöön liittyviä tilastollisia, teknisiä ja säädöllisiä tietoja sekä tehtiin kyselytutkimus potentiaalisille asiakkaille.

1.1 Kehittämisasetelma

1.1.1 Kehittämistyön tausta ja tavoite

Opinnäytetyön tavoitteen tausta tuli Ariterm Service Oy:n hallituksen toimeksiantona. Toimeksiantaja, Ariterm Service Oy on kiinteänpolttoaineen lämmitys- ja varastolaitteita sekä laitekokoaisuuksia valmistava yritys. Ariterm Service toimii pääosin kotimaan markkinoilla, mutta myy komponentteja myös Pohjoismaihin, Baltiaan ja jonkin verran Iso-Britanniaan ja muihin maihin.

Yrityksellä on ollut haastetta saada riittävää ja kannattavaa liikevaihtoa vanhoilta markkinoilta, joiden se arvioi jatkossa jopa supistuvan, sillä lämpöpumpputekniikat ja tehokkaat kilpailijat kevyemmillä tuotantokustannuksilla ovat tulleet markkinoille. Tästä syystä etsittiin markkinaa, jossa pumpputekniikoiden oletettiin olevan huono vaihtoehto öljylämmityksen korvaamiseen. Tällaiseksi valikoitui rakennusaikainen pellettilämmitys ja kokoluokaksi yli 500 kW, koska kokoluokka oli kehittämishetkellä kevyemmän päästöregulaation piirissä: ”...tällä asetuksella vahvistetaan ekosuunnitteluvaatimukset nimellislämpöteholtaan enintään 500 kilowatin kiinteän polttoaineen kattiloiden markkinoille saattamiselle ja käyttöönotolle” (EU 2015/1189, Artikla 1). Kokoluokka katsottiin myös riittävän isoksi, jotta laitteen hinta olisi sopiva suhteessa odotettavissa oleviin polttoainekulusäästöihin ja se arvioitiin, että laitteisto olisi mahdutettavissa järkevästi merikontti-kokoluokkaan.

Tavoitetta varten Ariterm Service kehitti kahteen merikonttiin mahtuvan lämmitysjärjestelmän (ks. Liite 1). Tämän pohjalta tavoitteena oli kehittää liiketoimintaa, joko perinteisesti tuotemyyntinä laitevuorajille täydennettynä varaosa- ja huoltopalveluilla tai vuokraamalla tuotetta suoraan rakennusliikkeille tai jopa myymällä energiaa rakennusliikkeille.

1.1.2 Kehittämiskysymykset

Yrityksessä ei ollut kuitenkaan ennestään tietoa uudesta liiketoimintaympäristöstä eikä tarkkaa tietoa, mikä olisi markkinoiden koko tai mikä toimintatapa olisi toimivin. Näiden selvittäminen asetettiin tavoitteiksi ja tavoitteet muotoiltiin seuraaviin kehittämiskysymyksiin:

1. Mitä ovat rakennusaikaisen lämmittämisen asiakkaiden tarpeet?
2. Onko tuotteelle ja tai palvelulle markkinoita?
3. Mikä liiketoimintamalli olisi uudessa toimintaympäristössä toimivin?

Kysymykset tarkistettiin toimeksiantajan kanssa ja ne todettiin sopiviksi vastaamaan päätavoitteen sekä tuomaan keinoja ja lisätietoa tavoitteen saavuttamiseksi oikealla tavalla.

1.2 Rajaukset

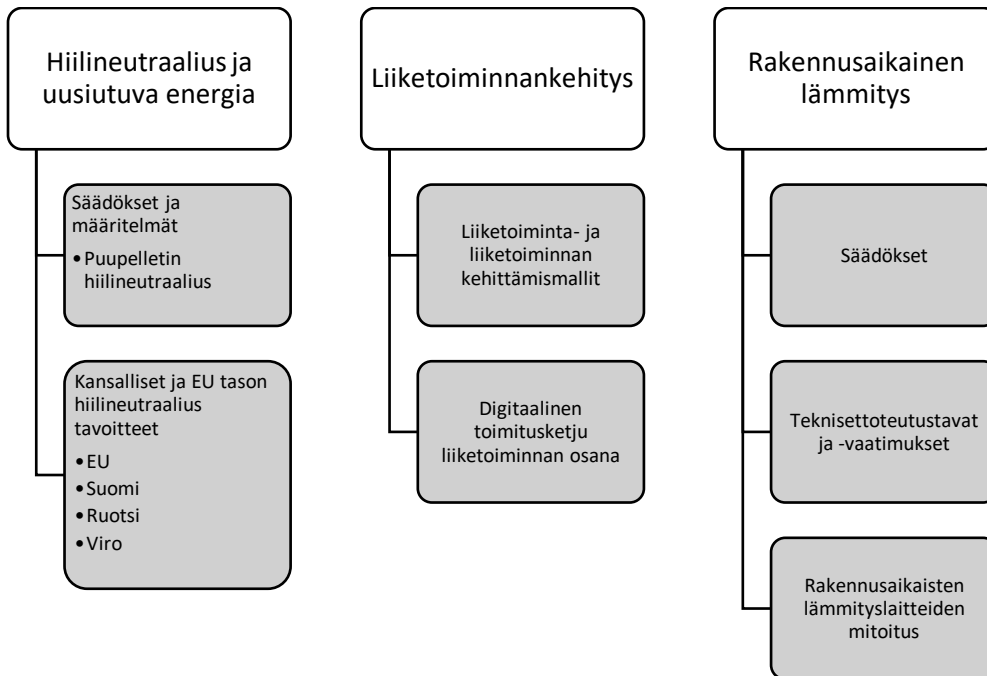
1.2.1 Kehittämistyön rajaus

Työn aihe rajataan käsittelemään vain liiketoiminnan kehittämistä, vaikka aluksi myös uuden tuotteen kehittäminen oli työn piirissä, mutta se jätettiin pois aikataulu- ja resurssisyistä, koska tuotekehitys eteni käytännössä nopeammin kuin työn aikataulu antoi myöden eikä kehitystyötä olisi pystytty tekemään todennetuilla tavoilla, vaan katsaus olisi ollut menneeseen. Resursseja myöskin tuotekehityksen mukaan ottamiseen ei ollut tarpeeksi kehittämistyön raameissa ja teknisesti tuotteessa ei varsinaisesti ollut mitään uutta toimeksiantajalle, vain tuotteiden uudelleen paketointi. Tämä rajaus auttoi myös paremmin kohdentamaan kehittämistä toimeksiantajan kannalta hyödyllisempään tietoon, jota entuudestaan ei organisaatiossa juuri tunnettu, kun taas tuotekehityksestä organisaatiossa oli kokemusta. Valmistukseenkaan ei syvennetty työssä, koska sille on jo olemassa olevat prosessit, joihin työssä käsiteltävä laitteet jo soveltuvat.

Työ teknisenä lähtökohtana ollut pellettilämmitteinen kattilakontti rajattiin kattamaan vain jo enakkoon sovittua 300...500 kW kokoluokkaa, mutta hieman sivuttiin myös muita kokoluokkia. Suurimmaksi sallituksi lämpötilaksi rajattiin 110 °C vesikiertoisissa järjestelmissä. Toimeksiantajan tuotekehitysprosessissa suunniteltiin 500 kW vesikiertoinen kattilakontti, josta on kuva liitteessä 1.

1.2.2 Tietoperustan rajaukset ja tiedonhaun kuvaus

Alla on alustava käsitekartta (vrt. Toikko & Rantanen 2009, 133).



Kuvio 1 Käsitekartta tietoperustaa varten

Käsitekartalla on hahmoteltu teorianeemoja, joista saadaan muodostettua riittävän kattava tietoperusta kehittämiskysymysten selvittämistä varten. Tiedonhaku rajattiin pääosin sähköisiin lähteisiin ja pyrittiin löytämään mahdollisimman ajantasaista tietoa. Tiedonhaku aloitettiin käsitekartan (kuvio 1) mukaan ensin selaamalla erilaisia lähteitä ja poimimalla muistiin pääotsikon alle sopivia lähteitä.

Tiedon tietolähteinä pyrittiin tasapainoilemaan luotettavuuden ja selkeyden kanssa painottaen vertaisarvioituja artikkeleita Janet ja Google Scholar hakukoneiden kautta, mutta täydentämällä aineistoa kaupallisilla oppikirjoilla tai asiantuntijakirjoituksilla, jotka oli julkaistu tunnettujen yritysten sivustoilla. Säädöksissä käytettiin suoraan EU:n omia artikkeleita säädöksistä tai EUR-Lex sivustolta löytyviä säädöksiä itsessään. Kansallisia Suomessa voimassa olevia säädöksiä etsittiin Finlex -sivustolta. Olemassa olevista tekniikoista turvauduttiin aivan kaupallisiin sivustoihin, sillä haluttiin saada toimintaympäristön toimijoista suoraan tietoa. Rakennusteollisuudesta lämmitykseen liittyvää tietoa haettiin myös RT-korteista, jotka ovat tietynlaisia rakennusalan standardeja.

Säädöksiä osalta työ on rajattu erityisesti liiketoiminnan kannalta ja esimerkiksi lakien soveltamisaloja ja säädösten keskinäisiä suhteita ja yleisiä työnantajiin ja työntekijöihin liittyviä asioita ei ole käsitelty. Tuotekehitykseen ja valmistukseen liittyen säädöksiä on käsitelty yleisellä tasolla eikä ole syvennytty säädösten toteuttamiseen esim. yhdenmukaistettujen standardien soveltamisen kautta, koska valmistus- ja tuotekehitysprosessia ei tarkemmin sisälly tähän työhön.

Hiilineutraaliuden ja uusiutuvan energioiden osalta keskityttiin keskeisten ilmiöiden ja EU:n ilmastotavoitteisiin ja niitä koskeviin määritelmiin syventymättä puupellettiin polttoaineena laadullisesti enempää kuin CO₂ päästöjen laskennan osalta. Hiilineutraaliudessa syvennyttiin myös rakennuksen elinkaareen CO₂ päästöjen laskentaan, josta entisestään keskityttiin rakennusaikaisen lämmityksen osuuteen tässä yhteydessä.

Liiketoiminnan osalta avattiin keskeisiä käsitteitä ja syvennyttiin teorian pohjalta sopivaksi havaitun liiketoiminnan huonetaulun mukaiseen kuvaukseen sekä liiketoiminta ympäristön kuvaamiseen osana toimitusketjua yleisellä tasolla.

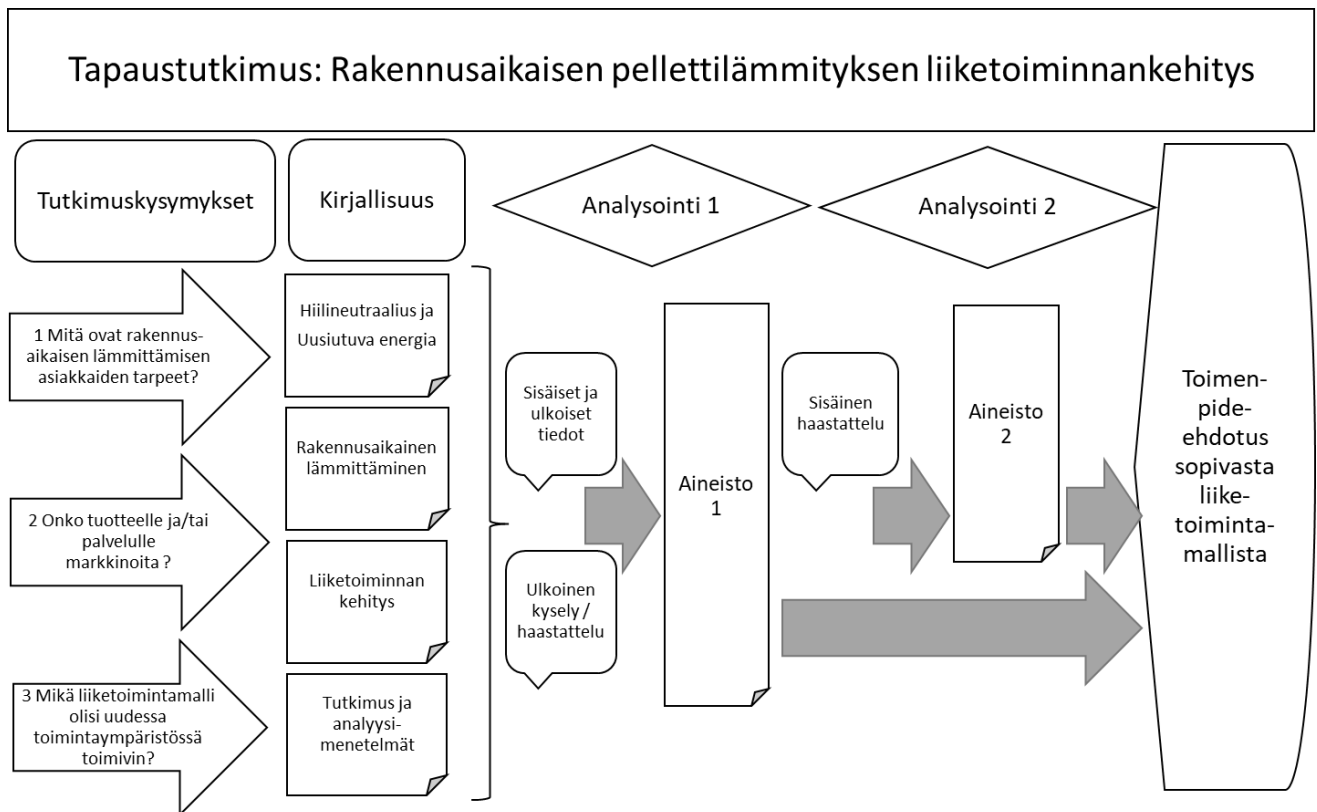
Rakennusaikaista lämmitystä lähestyttiin säädösten osalta ja keskityttiin syvemmin vain kotimaan säädöksiin sekä yleisesti energianjakeluteknikoihin ja yleisellä tasolla, mihin rakennusaikaista lämmitystä käytetään. Teknisiin toteutuksiin työmaalla tehtävästä lämmön jakelusta ei syvennytty, sillä niistä oli saatavilla kattavia opinnäytetöitä ja diplomityö ja kattilakontin tekninen toteutus oli toimeksiantajalle tuttua. Yleiset mitoitusperiaatteet käytiin läpi, mutta tarkkaan mitoitukseen ei syvennytty vaan lähtökohtaisesti ajatus on, että laitekoon määräytyminen säilyisi asiakkaalla myös uudessa liiketoimintamallissa.

1.2.3 Kehittämismenetelmä ja -prosessi

Kehittämiskysymyksiin valittiin kehittämismenetelmäksi tapaustutkimus, sillä se Ojasalon, Moilan ja Ritalahden (2021, 53) mukaan sopii lähestymistavaksi, kun tarvitaan tarkkaa ymmärrystä siitä mitä ollaan kehittämässä. Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara (2009, 134) täydentävät vielä, että tapaustutkimus sopii, kun halutaan tietoa toisiinsa sidoksissa olevista tapauksista. Tässä tapauksessa tarkkaa tietoa halutaan liiketoimintamallista, johon liittyy tiedot liiketoimintaympäristöstä (asiakkaiden tarpeista) sekä organisaatiolle sopivimmasta tavasta toimia uudessa liiketoimintaympäris-

tössä. Ojasalo ja muut (2021, 53) tiivistävätkin, että se sopii kehittämistavaksi, kun halutaan ”miten ja miksi” kysymyksiin vastauksia. Kaksi ensimmäistä kehittämiskysymystä vastaavatkin, miksi liiketoimintaa pitäisi kehittää ja kolmas kysymykseen, miten liiketoimintaa pitäisi harjoittaa.

Lähestymistavan jälkeen kehittämistyöstä laadittiin prosessikuvaus (kuvio 2).



Kuvio 2 Tapaustutkimuksen kehittämisprosessin kuvaus

Kuvion 2 mukainen prosessikuvaus kulkee vasemmalta oikealle ja noudattaa Ojasalon ja muiden (2021, 54) kuviota ”Tapaustutkimuksen vaiheet”, jossa vasemmalla esitellään kehittämistehtävä, sitten perehdytään aiheeseen teoreettisesta ja käytännöllisestä näkökulmasta, jota seuraa aineiston keruu ja analysointi ja lopuksi kehittämiseen nojaava valinta tai tuotos. Kuviota on täydennetty tiedonkeruumenetelmillä ja merkitty missä vaiheessa analysointi tehdään. Tarkoitus on vaiheistaa aineiston keruu ulkoisen ja sisäisen tiedon keruuseen, jossa ulkoisen aineiston tuoma tieto on saatavilla.

2 Hiilineutraalius ja uusiutuva energia

2.1 Hiilineutraalius

Ilmastopaneeli (2014, 9-12) luettelee mm. standardit Defra 2009, ISO 14021 ja PSA 2060 ja muita lähteitä, joissa määritellään hiilineutraaliutta, ja näistä yhteenvedona tiivistetään, että hiilineutraalius on tila, jossa kasvihuonekaasujen nettopäästöt ovat nolla. Euroopan parlamentin artikkelissa *Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä?* (2022) hiilineutraaliuden ilmoitetaan tarkoittavan, että hiilidioksidipäästöjä tuotetaan korkeintaan sama määrä kuin niitä sidotaan hiilinieluihin. Artikkelissa avataan myös lukuina nykytilanne ja kerrotaan, että luonnon hiilinieluihin arvioidaan sitoutuvan 9,5-11 gigatonnia hiilidioksidia ja nykyisten päästöjen olleen vuonna 2020 36 gigatonnia, josta on tehty johtopäätös, että ensisijaista olisi vähentää päästöjä ja yhdeksi keinoksi mainitaan investoinnit uusiutuviin energianlähteisiin. (Mt.)

Euroopan parlamentin artikkelissa *”Uusiutuva energia: Euroopan kunnianhimoiset tavoitteet”* (2022) mainitaan, että vuonna 2020 EU:n energiankulutuksesta uusiutuvan energian osuus oli reilu 22 %, ja että parlamentin täysistunto tavoittelee vuoteen 2030 mennessä jo 45 % osuutta (noin kaksinkertainen vuoteen 2020 verrattuna) ja lämmityksen ja teollisuuden osalta tarkemmin, että uusiutuvaa energiaa tulisi lisätä 1,1 prosenttiyksikköä vuosittain. Euroopan parlamentin artikkelissa *”Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä?”* (2022) on artikkelin nimen mukaisesti kuvattu lopullinen tavoite, jossa vuonna 2050 uusiutumattomia energian lähteitä voidaan käyttää vain niin paljon, kuin niistä syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä sidotaan.

Suomen päästövähennystavoitteita vuoteen 2030 mennessä ollaan nostamassa muuttamalla EU asetusta 2018/842 Euroopan parlamentin artikkelin *”Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen: kansalliset tavoitteet vuodeksi 2030”* (2022) mukaan -39 %:sta -50 %:iin, Ruotsin 40 %:sta -50 %:iin ja Viron -13 %:sta -24 %:iin verrattuna vuoteen 2005. Keski-Suomessa tavoite on vielä kunnianhimoisempi eli saavuttaa hiilineutraalius vuonna 2030 (Tietoa tiekartasta n.d.).

Suomessa rakennetun ympäristön osuus kasvihuonekaasupäästöistä vuonna 2018 olivat 30 %. Jaoteltuna osatekijöihin päästöt jakautuivat näin: 23 % käyttövaiheesta, 5 % rakentamisen materiaaleista ja 2 % työmaatoiminnoista (Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 9).

2.2 Puupelletti uusiutuvana energiana

Uusiutuva energia on EU-tasolla määritelty direktiivin (2018/2001) uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämiseksi artiklan 2 kohdassa 1 seuraavasti:

’uusiutuvista lähteistä peräisin olevalla energialla’ tai ’uusiutuvalla energialla’ tarkoitetaan uusiutuvista, muista kuin fossiilisista lähteistä peräisin olevaa energiaa eli tuuli- ja aurinkoenergiaa (aurinkolämpö ja aurinkosähkö) sekä geotermistä energiaa, ympäristön energiaa, vuorovesi- ja aaltoenergiaa ja muuta valtamerienergiaa, vesi-voimaa sekä biomassaa, kaatopaikoilla ja jätevedenpuhdistamoissa syntyvää kaasua ja biokaasua

Lisäksi liitteen VI osassa A on esitetty biomassapolttoaineiden esim. puupelletin kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksen tyypilliset arvot ja oletusarvot. Myös direktiivin suomalaisessa täytäntöönpanossa viitataan suoraan direktiiviin ”*Biomassapolttoaineiden kasvihuonekaasuvaikutusten laskeamiseen sovelletaan, mitä uusiutuvan energian direktiivin liitteessä VI säädetään.*” (VNa 14.1.2021/6, 17 §). Päästövähennykseen vaikuttavat useat tekijät ja puupelletin osalta on taulukoitu esim. biopolttoaineen tuotantojärjestelmä, kuljetusmatka, lämmön ja sähköntuotantokäyttö. Esimerkki on koostettu taulukkoon 1 metsäteollisuuden lähteistä peräisin olevasta puupelletistä, jonka esikuivaus on tehty hakekattilalla. (2018/2001/EU.)

Taulukko 1 Esimerkki metsäteollisuusperäisen puupelletin päästövähennyksistä (ks. direktiivi 2018/2001/EU liite VI, osa A)

Kuljetusmatka	Kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset - tyypillinen arvo		Kasvihuonekaasupäästöjen vähennykset - oletusarvo	
	Lämmöntuotanto	Sähköntuotanto	Lämmöntuotanto	Sähköntuotanto
1-500 km	87 %	80 %	84 %	76 %
500-2 500 km	87 %	80 %	84 %	77 %
2 500-10 000 km	85 %	77 %	82 %	73 %
Yli 10 000 km	79 %	69 %	75 %	63 %

Taulukossa 1 olevat tyypillinen arvo ja oletusarvo termit on avattu direktiivi 2018/2001/EU artiklan 2 kohdissa 46 ja 47 ja selitetty seuraavasti:

46) 'tyypillisellä arvolla' tarkoitetaan arviota unionin kulutusta edustavan tietyn biopolttoaineiden, bionesteiden tai biomassapolttoaineiden tuotantoketjun kasvihuonekaasupäästöistä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksistä

47) 'oletusarvolla' tarkoitetaan tyypillisestä arvosta ennalta määritettyjen tekijöiden avulla johdettua arvoa, jota voidaan tässä direktiivissä määrittelyissä olosuhteissa käyttää todellisen arvon sijasta

Ks. myös Direktiivin 2018/2001/EU liitteen VI B osa 'MENETELMÄT', jossa on kuvattu laskentatavat kasvihuonekaasupäästöjen ja niiden vähentämisen määrittämiseksi. Lukuarvoina puulle/puupelletille sekä kevyelle polttoöljylle asiaa avaavat Lo Vullo, Monforti-Ferrario, Palermo ja Bertoldi (2022, 6) sekä Tilastokeskuksen taulukko "Polttoaineluokitus 2022", joista on koostettu taulukko 2, jossa yksiköt muutettu yhteneväisiksi.

Taulukko 2 oletuspäästökertoimet ja elinkaari-päästökertoimet (vrt. Polttoaineluokitus 2022; Lo Vullo ym. 2022, 6)

	Tilastokeskus, Polttoaineluokitus 2022		Greenhouse gases emission factors for local emission inventories, 2022	
	Tehollinen lämpöarvo	Oletus-päästökerroin	Oletus-päästökerroin	Elinkaari-päästökerroin
Energianlähde	MWh/t	tCO ₂ /MWh		
Puupelletit / Puu	4,7	0,403	0,403	0,450
Puupelletit / Puu HN	4,7	0,000	0,000	0,047
Kevyt polttoöljy*	12	0,253*	0,267	0,296

HN = hiilineutraali, tilastokeskuksella merkintä BIO, *Tilastokeskus olettaa 4 % BIO-osuuden

Lo Vullon ja muiden sekä Polttoaineluokitus 2022 tietoja verratessa huomataan, että puun välittömät päästöt ovat kevyttä polttoöljyä suuremmat, mutta hiilineutraalius olettamalla päästöt ovat pienemmät, mutta elinkaaren aikana puukaan ei ole täysin päästötön, mikä on linjassa direktiivin 2018/2001/EU kanssa, jossa kasvihuonekaasupäästöjen oletus arvo ei ole puupelletille 100 %. Toisaalta Ympäristöministeriön ohjeistuksessa kuitenkin asiaa on lähestytty yksinkertaisemmin, ja polttoaineiden päästökertoimet on jaoteltu vain fossiilisiin (0,260 tCO₂/MWh) sekä uusiutuviin (0 tCO₂/MWh) (Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmä 2019, 46).

Direktiivin 2018/2001/EU artiklan 29 kohdassa 1 on rajattu kestävyys kriteerien soveltaminen biomassapolttoaineilta seuraavasti:

Biomassapolttoaineiden on täytettävä 2–7 ja 10 kohdassa säädetyt kestävyyttä ja kasvihuonekaasupäästöjen vähennyksiä koskevat kriteerit, jos niitä käytetään sähköä, lämmitystä ja jäähdytystä tuottavissa laitoksissa tai polttoaineissa, joiden kokonaislämpöteho on vähintään 20 MW kiinteiden biomassapolttoaineiden tapauksessa.

Sama rajaus on esitetty Suomen laissa biopolttoaineista, bionesteistä ja biomassapolttoaineista (7.6.2013/393) 2 §:ssä. Hiilineutraaliuden saavuttamiseen metsäbiomassaa käyttämällä on myös kritisoitu. Tästä esimerkkinä Norton M., Baldi, Buda, Carli, Cudlin, Jones , Korhola, Michalski, Novo, Oszlányi, Santos, Schink, Shepherd, Vet, Walloe ja Wijkman (2019, 1260) nostavat esiin maat, jotka ovat korvanneet hiilivoimaa tuontibiomassalla, mikä on tosiasiaa lisännyt kasvihuonekaasupäästöjä, mutta IPCC laskentasääntöjen perusteella olisivat toimineet päästöjä vähentävästi.

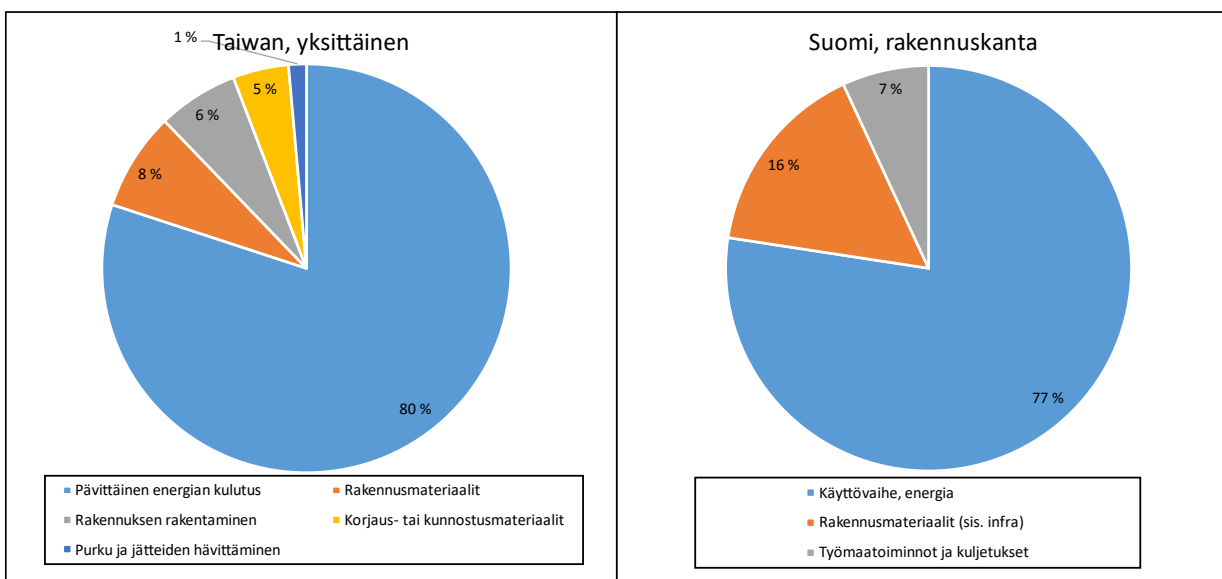
Puun käyttö on lisääntynyt jo pitkän aikaa Suomessa ja esimerkiksi puupelletin osalta tuonti on ylittänyt viennin vuodesta 2016 lähtien (ks. Puun käyttö 2022 (ennakko) 2023; Puupelletit 2022 2023), mutta trendi on maailman laajuinen ja kasvua puutuotteiden kysynnässä vetää Aasia (ks. Hetemäki & Hurmekoski 2016).

Puun hiilineutraalius on siis selvästi tulkinnallinen ja säädöksissä sovittu asia, minkä lisäksi puun riittävyys kohtaa haasteita tulevaisuudessa.

3 Rakennusaikainen lämmitys

3.1 Rakennusaikainen lämmitys osana vähähiilistä rakentamista

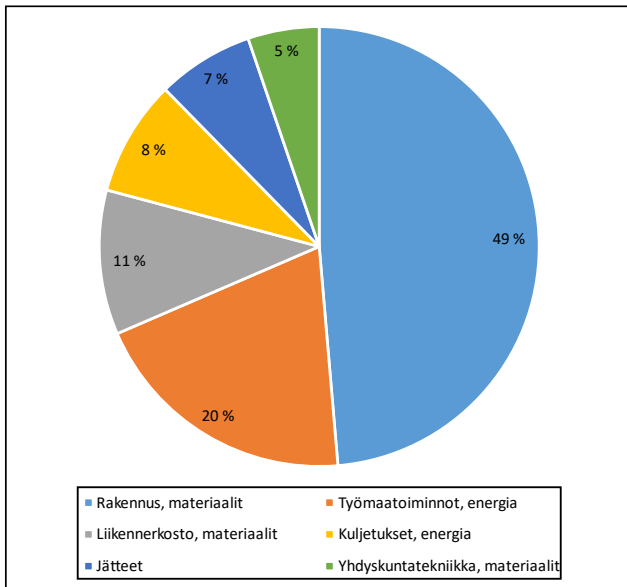
Rakennukset ja niiden valmistus aiheuttaa likimain 30 % Suomen kasvihuonepäästöistä (Vähähiilinen rakentaminen n.d.). Kuviossa 3 on verrattu Yang ja Jian (2019, 4) tutkimuksen uuden rakennuksen elinkaaren hiilijalanjäljestä rakentamisen osuutta Suomen rakennuskantaan (Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 8) jaottelu ei ole aivan vastaava, mutta työmaa-aikaiset ja käyttövaiheen päästöt vastaavat melko hyvin toisiaan.



Kuvio 3 Hiilijalanjälki elinkaaren vaiheissa (vrt. Yang ja Jian 2019, 4; Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 8)

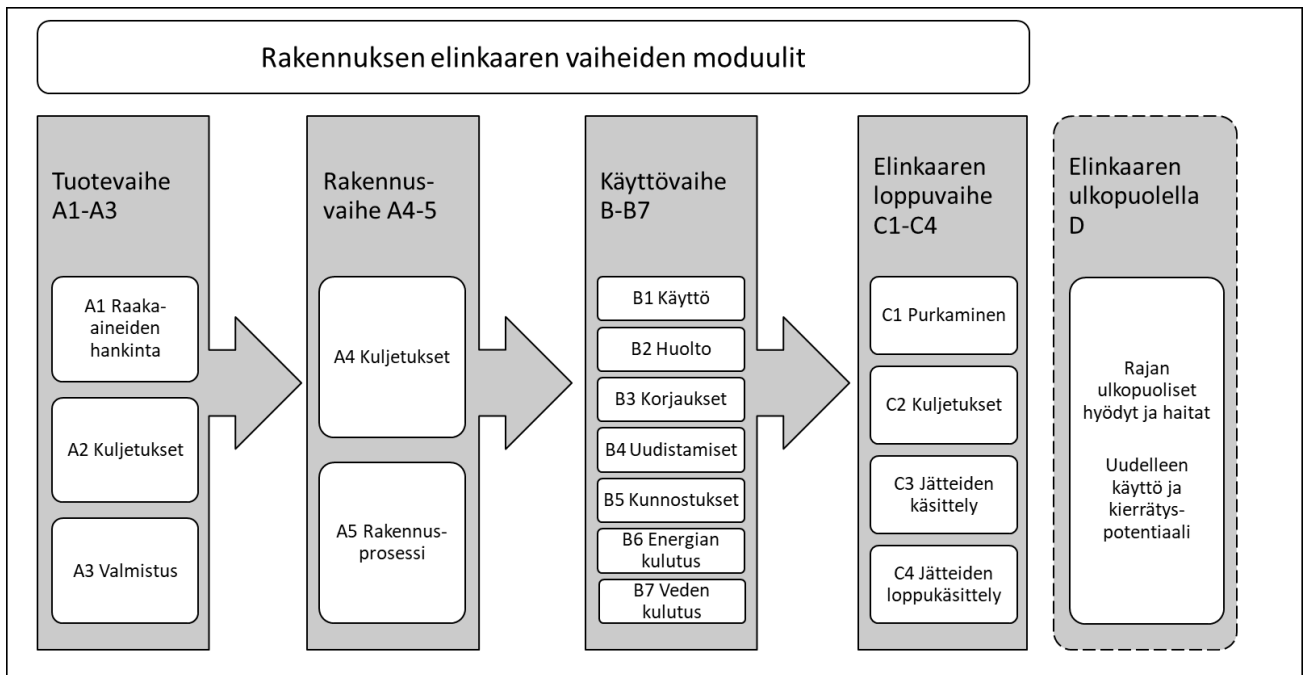
Kuviossa 3 olevat hiilijalanjäljen osuudet täsmäävät myös Ympäristöministeriön ohjeen (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019, 45) liitteen 3 suomalaisen uudisrakennuksen tyypillisistä arvoista, jossa käyttövaiheen ja valmistuksen energiankulutus pois lukien suurin hiilijalanjäljen osuus on rakennusprosessilla.

Kuviossa 4 on esitetty tarkennettu kuvaus Suomen rakennuskannasta tarkennettu kuvaus kasvihuonekaasupäästöistä ilman suurimman, käyttövaiheen päästöjä, jotta muiden osuutta helpompi tarkastella.



Kuvio 4 Elinkaaren hiilijalanjälki osuudet ilman käyttövaihetta (vrt. Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035, 8)

Kuviossa 4 työmaatoimintojen osuus hiilijalanjälki on toiseksi suuri materiaalien jälkeen ollen viides, kun käyttövaiheen energian käyttö on pois eli kyseessä on merkittävä kasvihuonekaasujen lähde. Kuvioden 3 ja 4 hiilijalanjälkiä voidaan verrata standardoituihin malleihin. Rakentamisen elinkaaren hiilijalanjäljen osuuksien jaottelu on esitetty standardeissa EN 15978:2011, EN 15643:2021 ja Ympäristöministeriön ”Rakennuksen vähähiilisyyden arviointimenetelmät” -ohjeuksesta, jotka on koottu kuvioon 5.



Kuvio 5 Rakennuksen elinkaaren vaiheiden moduulit (vrt. SFS-EN 15978:2011, 21; SFS-EN 15643:2021, 28; Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019, 14)

Rakennusaikainen lämmitys on osa A5 moduulia ja sen hiilijalanjäljen laskennassa tulee huomioida käytettävän energian ja polttoaineiden käytöstä johtuva hiilijalanjälki, johon kuuluu mm. kuivatuksesta ja lämmityksen energiankulutus. Laskelmassa tulee huomioida energiantuottomenetelmien ja -lähteiden päästökertoimet (Rakennuksen vähähiilisyden arviointimenetelmä 2019, 27; SFS-EN 15978:2011, 22).

3.2 Rakennusaikaisen lämmityksen tarpeet ja tekniikat

3.2.1 Tarpeet

Rakennusaikaisen lämmityksen tarpeet kumpuavat kosteudenhallinnasta, joka on Suomessa säänneltyä. Koski (2010, 47) esittää, että rakennusaikainen lämmitys suunnitellaan liittyvänä perusrakenteiden suunnitteluun, ja tarkoittaa, että osana suunnittelua on listattava lämmityslaitteista seuraavat tiedot: lukumäärä, laitetyypit ja teholumemat. Koski (2010, 81) jatkaa, että betonin lämmittäminen on tärkeää pakkasaikana, vaikka ympäröivää ilmaa lämmittämällä esimerkiksi puhalluslämmittimiä käyttäen, mutta toteaa vaihtoehtoiseksi tavaksi myös suorasähkön käytön. Myös Olsson (2021) tutkimuksessa lämmitystä kosteuden hallinnassa käytettiin puuelementti, CLT

(cross-laminated timber) rakentamisessa vain lämmityskaudella (talvi). Rakennus hankkeen kosteudenhallinnan selvittäminen ja suunnittelu ovat lakisääteisiä (ks. YM A 216/2015, 15 §; YM A 782/2017 15 §, 16 §).

Kosteuden poisto vaikuttaakin oleva merkittävimpiä tekijöitä rakennusaikaisen lämmittämisen tarpeelle, tämä ilmenee useissa lähteissä (ks. Hämäläinen 2012, 2, 19; Rakenteiden kuivattaminen N.d.; S-1232 2013, 5). Suhteelliselle ilmankosteuden, RH (relative humidity) raja-arvosta tulisi olla rakennusten kuivatukseen ovat Hämäläinen (2012, 17) mukaan alle 70, että mikrobivaurioiden riskiä, mutta Sisäilmayhdistyksen ”Rakenteiden kuivattaminen” artikkelissa pidetään suurimpana arvona 60 % ja suositeltavana arvona Rakennustiedon ohjeistus S-1232 (2013, 5) kanssa 50 % arvoa, mutta Sisäilmayhdistyksen artikkelissa esitetään myös alaraja 30 %, jota pienempi arvo osoittaa epätaloudellista lämmittämistä. Rakennustiedon ohjeessa S-1232 (2013, 4) on esitetty Ilmatieteen laitoksen suhteellisen kosteuden kuvaajat kuukausittain Helsinki-Vantaan, Jyväskylän ja Rovaniemen lentoasemille, joista nähdään, että suhteellinen kosteus ei laske alle 60 % ollenkaan ja käy alle 70 % vain touko-kesäkuun aikana. Tämä osoittaa, että kuivausta ja täten myös lämmitystä tarvitaan lähes ympäri vuoden.

3.2.2 Lämmitysenergian tuottamis- ja jakelutekniikat

Lämmitysenergiaa voidaan tuottaa erilaisista energialähteistä ja taulukossa 3 on lueteltu eri lämmitystekniikoita ja yhdistetty ne energialähteisiin.

Taulukko 3 Energialähteet ja lämmönjakotekniikat (vrt. Pelletscentral på byggarbetsplatser n.d.; Lämmönlähteet biouuni n.d.t; Lämmityskaluston vuokraus n.d.; Lämmityskalusto n.d.; Lämmitys ja kuivaus ja pölyntorjunta n.d. ja Portable Boiler Room RL50 n.d.)

Lämpöenergian lähde työmaalla	Lämmönjakotekniikka				
	Vesikiertoiset lämpöpuhaltimet	Ilmakiertoiset lämpöpuhaltimet	Polttoainekäyttöiset lämpöpuhaltimet	Suorasähkökäyttöiset lämpöpuhaltimet	Säteilijät
Sähkö	X	X		X	X
Kevytpolttoöljy	X	X	X		
Nestekaasu	X	X	X		X
Pelletti	X	X			
Lämpöpumppu	X				
Kaukolämpö	X				

Taulukon 3 ja tiedot on koostettu useista lähteistä ja tiedoista voidaan nähdä, että vesikiertoiselle lämpöpuhaltimelle energia voidaan ottaa mistä tahansa energialähteestä, esimerkiksi pelletistä.

Pellettilämmitys voidaan toteuttaa vesikiertoisena (ks. Biolämpöopas 2017 2, 24, 28; Pelletscentral på byggarbetsplatser n.d.) tai lämpö voidaan siirtää suoraan ilmaan (ks. Lämmönlähteet biouunit n.d.). Jakelutekniikoiltaan näitä voidaan verrata kevyen polttoöljyn jakelutekniikoihin rakennustyömaalla, joiden Hämäläinen (2012, 35, 69) kertoo soveltuvan suuriin yhtenäisiin tiloihin ja väittää näitä käytettävän lähes poikkeuksetta toimisto- ja hallirakennusten rakennusvaiheen lämmittämiseen, mutta toteaa nämä käyttökelpoisiksi myös kerrostalokohteissa, jos talon omaa lämmitysjärjestelmää tai kaukolämpöä ei voida käyttää. Hämäläinen (2012, 30, 35) toteaa, että tällaisen lämmitysmuodon käyttö sähkön ohella on parempi kuin nestekaasulämmitys, koska kuivuminen on parempaa, kun kosteutta ei muodostu energialähteestä, sillä lämmönvaihtimen ansiosta savukaasu ja sen mukana kosteus eivät siirry lämmitettävään tilaan. Lämmittimistä, joista lämpö siirretään suoraan ilmaa Hämäläinen (2012, 36) käyttää termiä lämpökontti ja veteen lämmön siirtävistä lämmittimistä termiä lämmitysyksikkö. Termit eivät ole selvästi vakiintuneita sillä lämmittimiä vuokraavat yritykset käyttävät vesikiertoisista lämmittimistä termejä *kattilakontti*, *lämpökeskus*, ja *lämpökeskuskontti* ja ilmaan siirtävistä lämmittimistä termejä *lämmitysyksikkö*, *lämpökontti*, *lämpöpuhallinkontti*, *lämpökontti epäsuora poltto* (ks. Lämmityskaluston vuokraus n.d.; Lämmitys ja kuivaus n.d.; Lämmityskalusto n.d.; Lämmitys, kuivaus ja pölyntorjunta n.d.).

3.2.3 Rakennusaikaisen lämmitystehontarpeen mitoitus

Lämmitystehontarpeen tarkka mitoitus vaatii tarkkaa tietoa lämmitettävästä rakennuksesta ja olosuhteista kuten Zouloumis, Stergianakos, Ploskas ja Panaras (2021, 6, 7) listaavat mm. eri rakennosien pinta-alat, lämmönjohtokyvyn, lämpövastuksen, ilmanvaihdon, ilmansuunnan lämpötilat, mutta Hämäläinen (2012, 25) puolestaan esittää rakennustyömaille yksinkertaistetun mallin, jossa riittää tiedoksi rakennuksen tilavuus, lämpötilaero sisä- ja ulkoilman välillä sekä K-kerroin. Hämäläinen (2012, 24-25) kuitenkin toteaa mallin olevan suuntaa antava ja usein mitoituksen perustuvan jo tehtyihin rakennustyömaa kohteisiin, mutta alla on hänen esittämä yhtälö 1.

$$\dot{Q} = \frac{V \cdot \Delta T \cdot K}{859,85} \quad (1)$$

missä

\dot{Q} on lämpöteho, kW/h

V on rakennuksen tilavuus, m³

ΔT on lämpötilaero, °C

K on kokemusperäinen kerroin

$K=3,0-4,0$ Eristämätön (esim. puurunko ja levytys)

$K=2,0-2,9$ Huonosti eristetty (esim. tiiliseinät ja yksinkertaiset ikkunat sekä eristämätön yläpohja)

$K=1,0-1,9$ Nykyaikainen eristys (paksut seinät, yläpohja eristetty ja joitakin ikkunoita)

$K=1$ Hyvin eristetty kaksoislasitetut ikkunat, vähän ikkunoita, paksut eristetyt seinät, lattia, katto sekä ovet.

Hämäläinen (2012, 25) antaa esimerkiksi K arvon tulisi olla 2,0-2,9 kerrostalolle, joka on runkovaiheessa ja 1,0-1,9 puolestaan halleille, joissa ei ole paljoa ikkunapinta-alaa ja eristys on hyvä. Taulukossa 4 on Hämäläisen (2012, 67, 68) esittää esimerkkejä rakennusten lämmitystehontarpeesta.

Taulukko 4 Lämmitystehontarpeen esimerkkejä (vrt. Hämäläinen 2012, 67-68)

Lämmitystehon tarve [kW]

1. Runkovaiheen rakennukset, ilmanvaihto 3,0 1/h, muovitetut ikkuna-aukot, yläpohja betonia 2 cm eristeellä

Tilavuus [m ³]	Ulkolämpötilan ja sisälämpötilan ero [°C]				
	10	20	30	40	50
100	3	6	9	11	14
250	7	14	21	29	36
500	14	29	43	57	71
1000	29	57	86	114	143
1500	43	86	128	171	214
2000	57	114	171	228	285

2. Teollisuushallit, ilmanvaihto 0,75 1/h, muovitetut ikkunat < 7% seinäalasta

Tilavuus [m ³]	Ulkolämpötilan ja sisälämpötilan ero [°C]				
	10	20	30	40	50
5000	39	78	117	156	195
10000	78	156	234	312	390
15000	117	234	351	468	585
20000	156	312	468	624	780
30000	234	468	702	937	1171
40000	312	624	937	1249	1561

Taulukosta 4 nähdään, että rakennusvaiheella ja tyyppillä on suuri vaikutus tehontarpeeseen. Taulukon osio 1 täsmää Hämäläisen esittämään kaavaan 1, kun käytetään K-kertoimen arvoa 2,451 ja osioon 2, kun käytetään arvoa 0,6711, joka on ristiriidassa aikaisemman Hämäläisen esityksen kanssa, jossa halleille esitettiin suurempaa K-kertoimen arvoa (1,0-1,9), mutta etsityillä kertoimilla kaava antaa täysin taulukkoa vastaavat arvot kaikkiin soluihin.

3.3 Rakennusaikaista lämmitystä koskevat säädökset

3.3.1 Turvallisuussäädökset

Rakennusaikaista lämmitystä koskevat useat turvallisuuteen liittyvät säädökset. Yleisluontoinen kuvaus turvallisuussäädöksistä Suomessa on esitetty Työsuojelu.fi sivustolla, jossa asiaa on kuvattu, että rakennusala eroaa muista aloista, koska työolot ja -kohteet eivät pysy samanlaisina ja kohteessa toimii useita eri tahoja, mikä asettaa suuria haasteita turvallisuudelle (Rakennusala

n.d.). Liitteisiin 2 ja 3 on koottu Suomessa henkilö-, tuote-, laite- ja koneturvallisuutta koskevista kohdista.

Henkilöturvallisuus

Henkilöturvallisuudesta Suomessa on säädetty työturvallisuuslaissa (L 23.8.2002/738), jonka nojalla on säädetty useita eri asetuksia, jotka vaikuttava rakennus aikaiseen lämmitykseen: ”Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta” (VNa 26.3.2009/205), ”Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta” (VNa 12.6.2008/403), ”Valtioneuvoston asetus henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä” (VNa 20.5.2021/427), ”Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista” (STMa 1.9.2020/654), ”Valtioneuvoston asetus työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden vähimmäisvaatimuksista” (VNa 21.5.2015/687) ja ”Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuvilta vaaroilta” (VNa 26.1.2006/85). Liitteeseen 2 on koottu mainituista säädöksistä lainaukset, jotka on katsottu olevan huomiota vaativia rakennusaikaisen lämmityksen kannalta.

Liitteeseen 2 kootuissa tiedoissa käy ilmi, että säädöksissä on useita erilaisia velvoitteita valmistajalle, työnantajalle sekä työntekijälle. Säädöksissä on paljon toistuvia elementtejä esim. turvallisuuden liittyen, mutta eri näkökulmista. Selvästi vastuut kasvavat, jos liiketoiminnassa on työnantajalle useampia toimintaympäristöjä, joissa on omat säädöksensä.

Tuote-, laite- ja koneturvallisuus

Rakennusaikaiseen lämmitykseen liittyvään tuotteeseen eli lämmityskonttiin kohdistuu koneeseen ja laitteisiin sovellettavia säädöksiä. Suomessa erityisesti lämmityskonttiin soveltuvia lakeja ovat ”laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta” (L 26.11.2004/1016) jonka nojalla on säädetty ”Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta” (VNa 12.6.2008/400) sekä painelaitelaki (L 16.12.2016/1144) jonka nojalla on säädetty ”Valtioneuvoston asetus painelaitteista” (VNa 29.12.2016/1548) ja ”Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta” (VNa 29.12.2016/1549). Liitteeseen 3 on koottu edellä mainituista säädöksistä lainaukset, jotka on katsottu olevan huomiota vaativia rakennusaikaisen lämmityksen kannalta.

Liitteen 3 säädöksistä huomataan, että turvallisuusnäkökulmat on varsin kattavasti huomioitu jo säädöksissä ja huomata, että niitä noudattamalla täytetään tai helpotetaan paljon myös liitteessä 2 olevien säädösten kohtien velvollisuuksien täyttymistä. Säädökset asettavat siis jo suunnittelusta lähtien suuntaviivat turvallisuudelle.

3.3.2 Energiantuotantotekniikkaa ja myyntiä koskevat säädökset

Energian tuotannon päästöjä ja tehokkuutta koskevat säädökset

Energian tuotantotekniikan päästöjä koskevat säädökset on annettu enintään 500 kW:iin asti vesikiertoisille kattilakonteille *Komission asetus (EU) 2015/1189, annettu 28 päivänä huhtikuuta 2015, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanemisesta kiinteän polttoaineen kattiloiden ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta*”, mutta ei ilmakiertoisille sovellus alan rajauksen takia: *”2. Tätä asetusta ei sovelleta... b) kattiloihin, joita käytetään kaasumaisten lämmönsiirtoaineiden kuten höyryn tai ilman lämmittämiseen ja jakeluun...”* (KAs (EU) 2015/1189, 1 artikla). Asetuksessa on määritetty, millaiset tiedot kiinteän polttoaineen kattiloille tulee antaa sekä mitkä ovat päästörajat ja vähimmäishyötysuhteet (KAs (EU) 2015/1189, liite II).

Asetusta EU 2015/2019 ollaan laajentamassa 1000 kW asti vuoden 2023 kolmannella neljänneksellä (Energiatehokkuus – tilalämmittimien ja yhdistelmälämmittimien... n.d.). Kokoluokka 1000 kW:sta 50 MW:iin asti on Suomessa säädetty *”Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista”* piirissä, jonka liitteessä I on määritetty päästörajat, joka pohjaa EU direktiiviin 2015/2193 (VNa 1065/2017, 1§, 5§, 22§).

Energian, laitteiden sekä laitteiden myyntiä ja vuokrausta koskevat säädökset

Energian myynnistä julkisissa hankinnoissa, jotka ylittävät tietyt kynnsarvot on säädetty Suomessa *”Laki vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista”* (L 29.12.2016/1398) ja yleisesti yritysten välillä sovelletaan tuotteisiin kauppalakia, mutta ei palveluille: *”Lakia ei sovelleta sopimukseen, jonka mukaan tavaran toimittajan on myös suoritettava työtä tai muu palvelus, jos palvelus muodostaa pääosan hänen velvollisuuksistaan”* (L 27.3.1987/355). Palveluiden osalta voidaan vedota eurooppalaiseen sopimusoikeuteen, joka tosin ei ole yhtä pitävä kuin varsinaiset lailliset säädökset, sillä Komission

tiedonannossa kirjoitetaan ”*Ongelmien ratkaisut jätetään markkinoitten löydettäväksi*” (Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille Euroopan sopimusoikeudesta 2001). Lindfelt (2022) väittääkin, että koska palveluiden osalta ei siis sovelleta kauppalakia, sopimuksien sisällön tärkeys korostuu, väitettä sopimuksen tukee myös Suomi.fi sivuston tiedote, jossa opastetaan tekemään kirjallinen sopimus ja esimerkiksi sopimus pohjilla voi helpottaa sopimuksen tekoa (Yritysten välinen kauppa 2022). Sopimukseen liittykin sopimusvapaus ja yrityksille sopimukseen liittyvien riskien hallinta on haasteellista (Karttunen, Laasanen, Sippel ja Valtonen 2015, 114).

Uusiutuvan energian myyntiä Suomessa koskee myös ”*Laki energian alkuperätakuista*”, joskin selvissä tapauksissa takuusta voidaan vapautua:

Uusiutuvilla energialähteillä tuotettuna myydyn energian alkuperää ei kuitenkaan tarvitse varmentaa alkuperätakuilla, jos lämmön ... siirtäminen käyttöön tapahtuu teknisesti siten, että lämmön tai jäähdytyksen alkuperästä ei ole epäselvyyttä, ja lämmölle ... ei ole haettu alkuperätakuita. Lisäksi edellytyksenä on, että uusiutuvia energialähteitä käyttävän tuotantolaitoksen huolto- ja käynnistystilanteissa käyttämien fossiilisten polttoaineiden energiasisältö on kalenterivuoden aikana enintään 4 prosenttia laitoksessa käytettyjen polttoaineiden energiasisältöjen summasta (1050/2021, 10 §).

4 Liiketoiminnankehitys ja -malli

4.1 Liiketoimintamallit

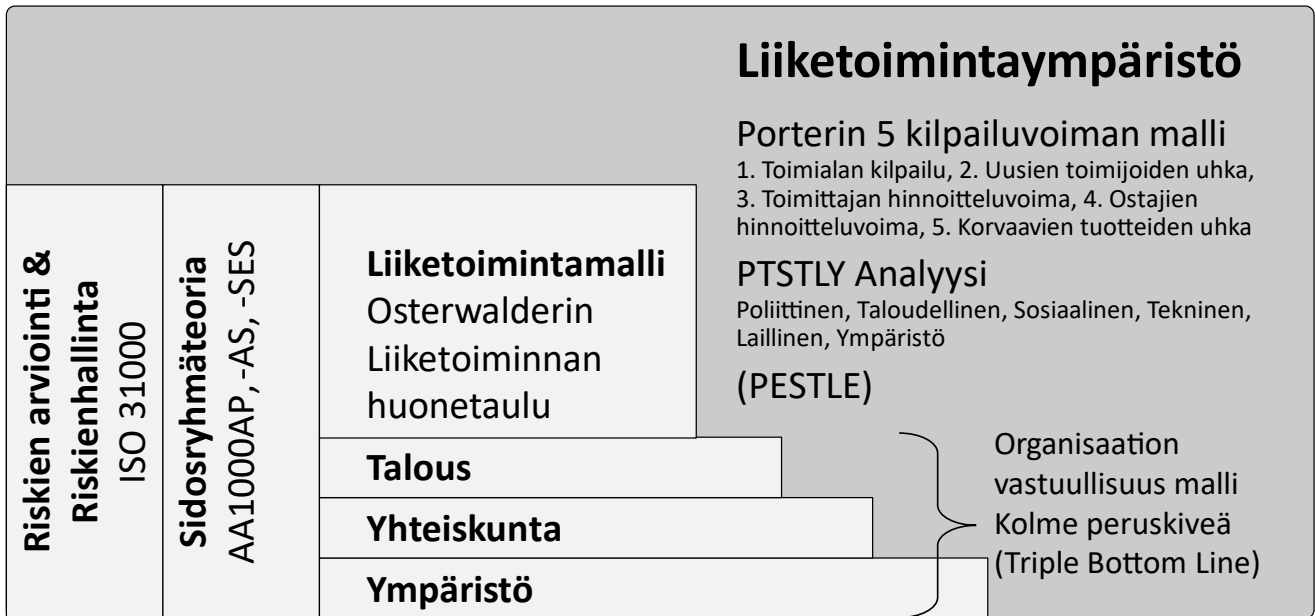
Scott Pollack (2012) tiivistää liiketoiminnankehityksen olevan pitkäaikaisen arvon luontia organisaatiosta, kuluttajilta, markkinoilta ja suhteista. Liiketoiminnan kehitykseen tarvitaan liiketoimintamalli, jonka Geissdoerfer, Savage ja Evans (2017, 263) ymmärtävät olevan yksinkertaistettu esitys organisaatiosta ja sen elementeistä sekä näiden välisestä vuorovaikutuksesta sen systemaattiseen analysointiin, suunnitteluun ja viestintää varten organisaation monimutkaisuuden vuoksi. Cambridgen sanakirjassa (Business model n.d.) liiketoimintamalli on kuvattu yksinkertaisemmin: liiketoimintamalli on kuvaus yrityksen tai organisaation eri osista, joka osoittaa, kuinka ne työskentelevät yhdessä menestyksekkäästi ansaitakseen rahaa.

4.1.1 Kestävän kehityksen liiketoiminta

Kestävän liiketoimintamallin käsitteessä liiketoiminnan täytyy Stubbs ja Cocklin (2008, 103) mukaan olla kestävän kehityksen liikkeellepaneva voima yrityksessä ja sen päätöksenteossa. Sitran käsikirjassa (Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista 2022, 4, 5) linkittää kestävän kehityksen liiketoiminnan kiertotalouteen, jonka keskiössä ovat kestävä suunnittelu, energia- ja resurssitehokas tuotanto, pitkä käyttöikä ja korjaaminen, kierrätys sekä kierrätetyt ja uusiutuvat raaka-aineet. Sekä Sitran käsikirjassa (Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista 2022), että Joyce ja Paquin (2016) ovat ottaneet liiketoiminnan kuvaukseen lähestymistavaksi Alexander Osterwalderin kehittämän ”business model canvas” eli liiketoiminnan huonetaulu (ks. Osterwalder 2013; Testaa ja kehitä liikeideaasi... 2021). Kestävän kehityksen malleista Sitran malli on tehty alkuperäisen taulun päälle (Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista 2022, 7), mutta Joyce ja Paquin (2016, 10) ovat kehittäneet mallin 3-kerroksiseksi, jossa on kolme taulua, joista yksi taloudellinen noudattaa alkuperäistä, mutta näiden lisäksi on ympäristön elinkaaren ja yhteiskunnallisten sidosryhmien liiketoimintamallien huonetaulut.

4.1.2 Liiketoiminnan visualisointi liiketoiminnan huonetaulun mallin avulla

Liiketoiminnan kuvaaminen huonetaulun avulla auttaa yksinkertaistamaan ja visualisoimaan liiketoiminnan (Testaa ja kehitä liikeideaasi... 2021), mutta kuten Osterwalder (2013) tiivistää, malli auttaa organisaatiota käymään jäsenneltyä, konkreettista ja strategista keskustelua, ja jatkaa väitämällä, että näin ei käy perinteisten monimutkaisten liiketoimintamallien kohdalla. Wit ja Pylak (2020, 685) asettavatkin liiketoiminnan huonetaulun vain yhdeksi osaksi kestävästä liiketoiminnasta ja sitovat sen muihin teorioihin ja menetelmiin, mikä on kuvattu kuviossa 6.



Kuvio 6 Kestävän liiketoiminnan elementit huonetaulun sovelluksessa (vrt. Wit ja Pylak 2020, 685)

Kuviossa 6 esitetty on esitetty elementit ja niitä kuvaava teoria- tai standardimalli. Kuviossa voidaan havaita, että liiketoimintaan vaikuttaa useita tekijöitä ja sen kuvaamiseksi yksinkertaisesti on todella tärkeää, mutta tekijöiden syvälinen tunteminen vaatii useita eri lähestymistapoja.

Liiketoiminnan huonetaulu itsessään sisältää 9 eri liiketoimintaan vaikuttavaa elementtiä, jotka on kuvattu kuviossa 7. Kuviossa on lisäksi apukysymyksiä eri tekijöiden hahmottamista varten (Osterwalder 2013).

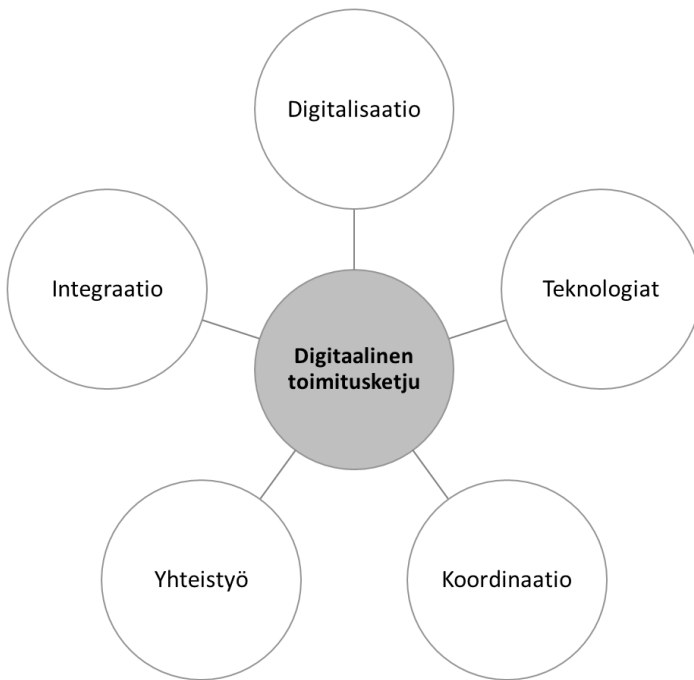
Avainkumppanit: Ketkä ovat meidän avainkumppanit? Ketkä ovat meidän avaintoimittajat? Mitkä avainresursseja hankimme kumppaneiltamme? Mitkä avaintoiminnoista suorittaa kumppani?	Avaintoiminnot: Mitä avaintoimintoja arvolupauksemme, jakelukanavamme, asiakassuhteet ja tulovirrat edellyttävät?	Arvolupaukset: Mitä arvoa tuomme asiakkaalle? Mihin asiakkaan ongelmaan tuomme ratkaisun? Mitä tuote ja palvelukokonaisuuksia tarjoamme asiakasryhmälle? Mitkä asiakkaan tarpeista täytämme? Mitkä ovat minivaatimukset elinvoimaiselle tuotteelle?	Asiakassuhteet: Miten saamme, pidämme ja kasvatamme asiakasmäärää? Mitkä asiakassuhteet olemme luoneet? Miten heidät on integroitu liiketoimintamalliimme? Kuinka kalliita ne ovat?	Asiakasryhmät: Kenelle luomme arvoa? Ketkä ovat kaikkein tärkeimmät asiakkaamme? Mitkä ovat asiakasarkkityypit?
Kulurakenne: Mitkä ovat tärkeimmät kustannukset luonnollisesti liiketoiminnallemme? Mitkä avainresurssit ovat kaikkein kalleimmat? Mitkä avaintoiminnot ovat kaikkein kalleimmat?		Tulovirrat: Mistä arvosta asiakkaat todella ovat valmiita maksamaan? Mitä he tällä hetkellä maksavat? Mikä on tulomalli? Mitkä ovat hinnoittelutaktiikat?		

Kuvio 7 Liiketoiminnan huonetaulu ja apukysymykset (Osterwalder 2013)

Taulussa olevat yhdeksän tekijää täytyisi löytyä myös tavallisesta liiketoimintasuunnitelmasta. Taulun tarkoitus on hahmottaa liiketoiminnan keskeiset tekijät ja niiden välinen vuorovaikutus sekä miten liiketoimintaa voidaan kehittää tai miten se voidaan esitellä ulkoisille tahoille. Taulua voidaan käyttää kehittämään uutta tai olemassa olevaa liiketoimintaa, ja sitä voidaan täyttää myös ryhmässä. (Testaa ja kehitä liikeideaasi... 2021). Osterwalder (2013) tiivistää, että taulun päätarkoitus onkin päästä tuotokeskeisestä ajattelusta liiketoiminnan ajatteluun.

4.2 Digitaalinen toimitusketju osana kestävää liiketoimintaa

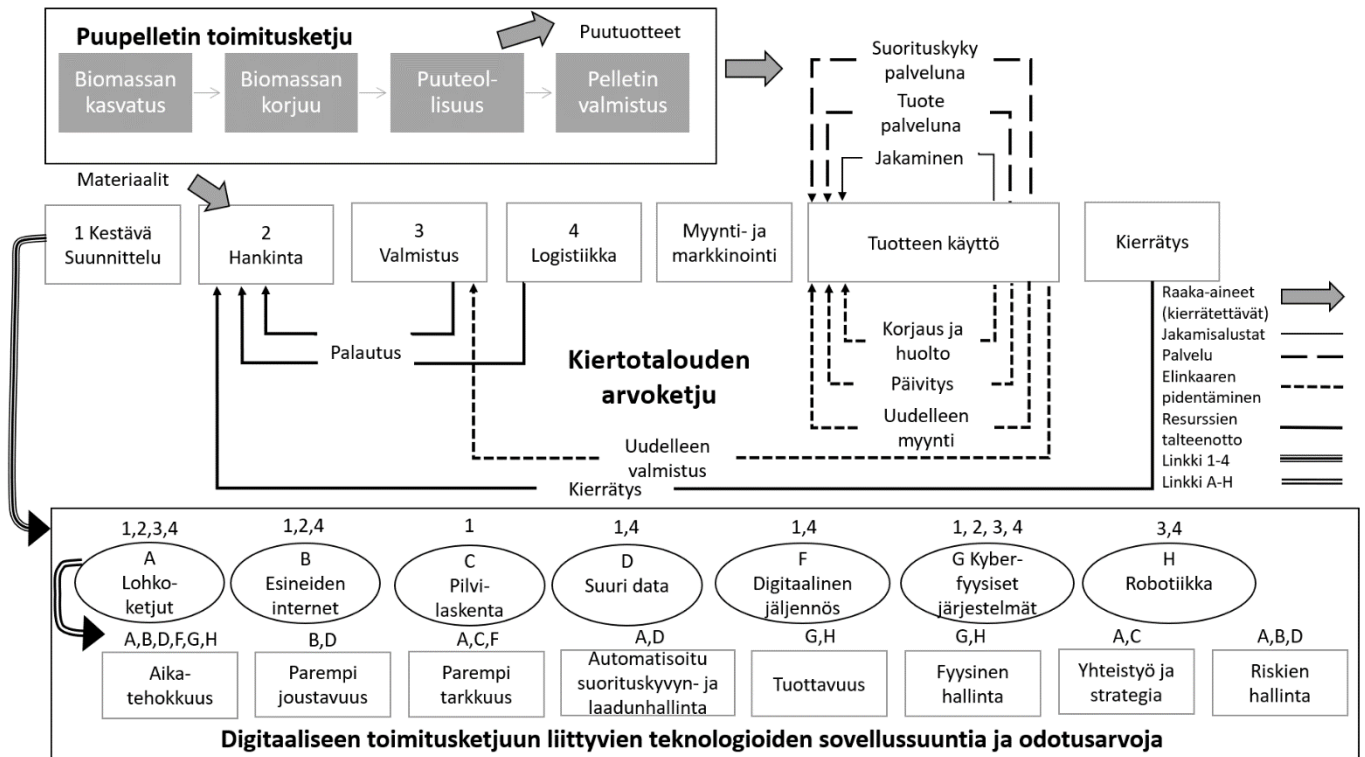
Pyun ja Rha (2021, 2,3) mukaan digitaalisen toimitusketjun määritelmällä on useita variaatioita, mutta yhdistävänä tekijänä on edistää toimitusketjua käyttämällä digitaalista tekniikkaa, mutta painotukset vaihtelevat kolmella tavalla painottaen: 1. liiketoimintaprosessien, 2. yhteistyön tai 3. toiminnan johtamisen kehittämistä digitaalisen tekniikan avulla. Digitaalinen toimitusketju tieteenkin näkökulmasta vaikuttaa olevan häilyvä, sillä esimerkiksi Iddris (2018, 53) esittää kirjallisuuskatsaustutkimuksessaan, että yli 70 %:ssa digitaalista toimitusketjua koskevia artikkeleita ei ole mitään teoriaa taustalla. Iddris (2018, 55) kuitenkin itse esittää digitaaliselle toimitusketjulle käsitekehystä, josta on esitys kuviossa 8.



Kuvio 8 Digitaalisentoimitusketjun käsitekartta (vrt. Iddris 2018, 55)

Kuviossa 8 esitetyjä käsitteitä tukee myös Sitran yrityksille suunnattu käsikirja, jossa linkitetään digitaaliset teknologiat, kanavat ja alustat kiertotalouteen (ks. Kestävää kasvua kiertotalouden... 2022).

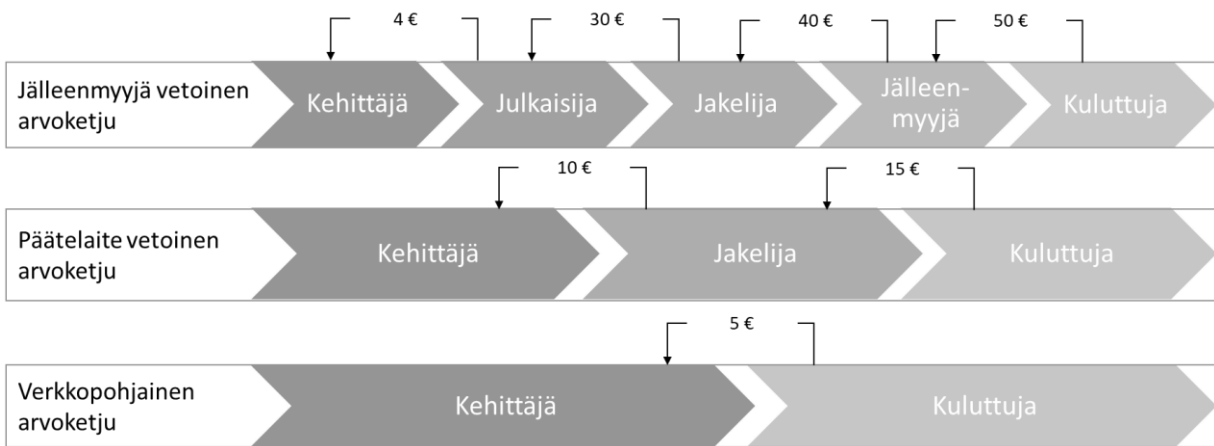
Rakennusaikaisessa pellettilämmityksessä digitaalinen toimitusketju voidaan hahmottaa esimerkiksi digitaalisten tekniikoiden kautta, jotka linkittävät esimerkiksi puupelletin toimitusketjun ja kiertotalouden arvoketjun. Kuviossa 9 on tällä tavalla koostettu Sitran käsikirjan esimerkin arvoketjusta (Kestävää kasvua kiertotalouden... 2022, 50), Kline, Dale, Rose ja Tonn (2021, 5) sekä Liao ja Yaon (2021, 775) näkemys (De Meyer ym., 2014) biopolttoaineen tai pelletin toimitusketjusta yhdistettynä Gharaibeh, Eriksson, Lantz, Matarneh ja Elghaish (2022, 16) esitykseen digitaalisista teknologioista toimitusketjussa.



Kuvio 9 Digitaalinen toimitusketju puupellettiin perustuvan kiertotalouden arvoketjussa (vrt. Kestävä kasvua kiertotalouden... 2022, 50; Kline, Dale, Rose ja Tonn 2021, 5; Liao ja Yaon 2021, 775 (De Meyer ym., 2014); Gharaibeh, Eriksson, Lantz, Matarneh ja Elghaish 2022, 16)

Kuvion 9 selkeyttämiseksi linkitykset on esitetty numero- ja kirjainviitteillä. Numeroilla 1-4 on merkitty kiertotalouden toimitusketjun osat, joista on linkki soveltuviin digitaalisiin teknologioihin, jotka on merkitty kirjaimin A-H, jotka on edelleen linkitetty teknologioihin liitettyihin odotusarvoihin.

Pelkkiin tuotteisiin perustuvalla liiketoiminnalla digitalisaatio voi taas tuoda painetta, sillä kuten Pizzichini, Temperini, Caboni ja Papa (2022, 14) toteavat, tarve on ratkaisuille enemmän kuin tuotteille, ja jatkavat tästä, että digitalisaatio suosii fyysisten tuotteiden korvaamista aineettomilla uusilla digitaalisilla palveluilla. Kuviossa 10 on Kellyn, Klézlin, Israelidisin, Malonen ja Butlerin (2020, 24) havainnollistus EDGF (2011) kuvaamista toimitusketjuista yksinkertaisemmalla, peliteollisuuden arvoketjujen vertailulla.



Kuvio 10 Toimitusketju skenaariot videopeleissä (vrt. Kelly, Klézli, Israilidis, Malone & Butler (2020, 24) EDGF (2011))

Kuviossa 10 voidaan huomata, että liiketoimintamalli voi mahdollistaa kilpailukykyä ja sen perustana voi olla jokin digitaalinen teknologia. Energiantuotantoliiketoiminnasta tästä voi pitää esimerkkinä energian myymistä palveluna (ks. Energy as a Service n.d.; Avaimet käteen -lämpöpalvelussa yhdistyvät... n.d.; Lämpöenergian myynti; n.d. Varaenergiasopimus. n.d.), jossa tuotteen sijaan lämpöenergia on laitteiston sijaan myytävä tuote.

Digitaalisen toimitusketjun hyödyt eivät kuitenkaan ole itsestään selviä uuden digitaalisen toimitusketjun luonnissa. Tohtori Kurz (2021) kehottaa miettimään digitalisaatiossa kolmea kysymystä ennen digitaalisen toimitusketjuprojektin aloittamista:

1. Lupaako projekti kustannussäästöjä tai asiakaskokemuksen paranemista?
2. Mahdollistaako projekti liiketoimintamallin, joka tuo uusia tulovirtoja, joihin olemassa oleva liiketoimintamallilla ei ollut mahdollista saavuttaa?
3. Kestääkö digitaalinen uudistus kilpailukykyisenä vaikeasti kopioitavien ominaisuuksiensa avulla?

Kurz (2021) toteaaakin, että suunnittelu ja priorisointi on hyvä pitää mielessä ympäristössä, jossa useat yritykset ovat jo digitalisaatiossa mukana, sillä ne usein unohtuvat.

5 Aineistonkeruu- ja analyysimenetelmät

5.1 Aineistonkeruu

Vastauksia kehittämisasetelman toteutukseen valittuun tapaustutkimukseen lähdettiin hakemaan kyselyllä, analysoimalla raportteja ja tekemällä haastatteluja (vrt. Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2021, 40-41). Uutta toimintaympäristöä ja sen vaatimuksia sekä liiketoimintamallia kartoitettiin tutustumalla ilmiöön liittyvään teoriaan kirjallisuudesta, jonka kulku on avattu kappaleessa 1.2.2. Potentiaalisten asiakkaiden määrää ja heidän tarpeitansa kerättiin aineisto haastattelukyselyllä (ks. Ojasalo ja muut 2021, kuva 3.1, 54), jonka toteutti ulkopuolinen palveluntarjoaja. Liitteessä 4 on esitetty kyselyhaastattelun runko kokonaisuudessaan. Kysely pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena sekä lyhyenä. Kysely jaettiin kuuteen osioon ja jokaisessa osiossa esitettiin yhdestä kuuteen yksiselitteistä monivalintakysymystä. Tämä lähestymistapa valittiin, jotta vastaukset olisivat keskenään vertailukelpoisia. (Hirsjärvi, Remes ja Sajavaara 2009, 202-203.) Lisäksi jokaiseen osioon jätettiin ns. vapaan sanan kohta mahdollisen laadullisen aineiston saamiseksi, josta itsessään tai yhdistämällä määrälliseen aineistoon, voisi paljastua hyödyllistä asiakkaiden tarpeita tai liiketoimintaympäristöä koskevaa tarkkaa ja laajaa tietoa (vrt. Ojasalo ja muut 2021, 54-55).

Ensimmäisessä osiossa sen avulla haluttiin selvittää minkä kokoisia ja tyyppisiä työmaita potentiaalisilla asiakkailla on. Tämä kysely haluttiin jättää ensimmäiseksi, jotta työmaista saataisiin kattavammin yleiskuvaa, kuin vain kyselyyn rakennusaikaisenlämmityksen tarvekohderyhmään osuivien osalta. Samalla saatiin rakennustyypeistä ja kuutiosta verrokkitietoa lämmityksen tehoarviota varten. Toisessa osiossa lähdettiin selvittämään, mitä laitetyppejä potentiaalisilla asiakkailla on käytössä, vesi- vai ilmakiertoisia öljykattilalämmityskontteja ja minkä tehoisia laitteistot ovat. Jos tässä osiossa ei osunut kohderyhmään siirryttiin kyselyssä osioon 6. Kolmannessa osiossa selvitettiin, onko vastaaja kiinnostunut korvaamaan öljykattilakonttia pellettikäyttöisellä seuraavan kahden vuoden aikana, jos on osoitettavissa kustannussäästöjä. Lisäoletus kirjattiin, koska kysely tehtiin ajankohtana, jolloin puupelletin hintakilpailukyky oli heikko Ukrainan sodan aiheuttaman energian saatavuushäiriön vuoksi, josta johtuvasta puupelletin suhteellisesti korkeaksi kohonneesta hinnasta ei haluttu tehdä kynnystä. Neljännessä osiossa tarkennettiin millä väliaineella ja minkä tehoinen olisi juuri korvattavaksi tuleva kattilakontti. 5 osiossa selvitettiin vielä mikä palvelulaaajuus, laitteen osto, vuokraus vai energian osto olisi kiinnostavin. 6 osiossa selvitettiin vielä, oliko vastaajalla kiinnostusta saada tarjous lämmöntuotantoratkaisusta.

Viimeisenä vaiheena aineiston keruussa oli kyselyhaastattelun ja teoriaosuuden pohjalta alustavien tulosten pohjalta tehdyt havainnot sekä liiketoimintamallien huonetaulukon (ks. kuvio 7) pohjalta tehty vapaamuotoinen haastattelu Arterm Service Oy:n toimitusjohtajan kanssa. Tämä haastattelu tehtiin Team -sovelluksessa ja tallennettiin sekä litteroitiin (vrt. Hirsjärvi ym. 2009, 222).

5.2 Aineiston analysointi

Kyselyhaastattelun aineistoa saatiin palveluntarjoajalta Excel-taulukkona luokiteltuna kyselyhaastattelun otsikoiden mukaisesti sarakkeisiin. Aineistoa analysoitiin sekä laadullisesti, että määrällisesti.

Kyselyn määrällisen aineiston muodostivat monivalintakysymysten vastaukset. Määrällinen aineisto oli luonteeltaan yksinkertaista, joten analysointimenetelmäksi valittiin tulosten suodatus ja taulukointi aiheittain käytännöllisyyden, tehokkuuden ja selkeyden vuoksi (vrt. Cloutier & Ravasi 2021, 127). Tulokset suodatettiin aineistosta käyttämällä Excel suodatus toimintoa, jonka avulla poimittiin ensin kohderyhmään kuuluvaksi arvioidut. Kohderyhmään valikoituivat kaikki vastaajat, joiden vastauksista voitiin päätellä, että kattilakontteja oli käytetty aikaisemmin tai käyttöä oli kyselyhetkellä. Tämän jälkeen tarkasteltiin tietoja kyselyosio kerrallaan ja halutut tiedot kerättiin taulukkoon kunkin kysymyksen osalta lajitellusti. Kyselyn aineistosta haluttiin selvittää tarkemmin lämmöntuotantoratkaisuista kiinnostuneiden tarpeiden kohdentumista, eri kysymysten välisiä yhteyksiä selvittämällä, mihin käytettiin ristiintaulukointia (vrt. Ristiintaulukointi n.d.). Lisäksi kyselyn aineistosta poimittiin tiettyjä tekijöitä vastaajista, joita ei tavoitettu tai ilmoittautuivat kohderyhmän ulkopuolelle, kuten tunnettuja yrityksiä sekä yleisiä syitä kohderyhmän ulkopuolelle jäämiseksi. Näitä usein esiintyviä havaintoja tietoja kvantifioitiin (Tuomi & Sarajärvi 2002, 117), koska ne olivat kehittämistyön kannalta mielenkiintoisia.

Lukujen 2, 3, 4 teoreettisen viitekehyksen ja kyselyhaastattelujen analysoitujen tietojen perusteella tehtiin lopulta liiketoiminnan huonetaulut (ks. kuvio 7) ja näiden sekä muun aineiston pohjalta käydylle haastattelulla vahvistettiin alustava käsitys sopivasta liiketoimintamallista (vrt. , jota vielä vahvistettiin tekemällä nelikenttä -analyysit (ks. Nelikenttäanalyysi – SWOT n.d.) sekä liikeriskikartat liiketoimintamalleille (ks. Pk-yrityksen liikeriskit n.d.).

6 Kehittämistulokset (salassa pidettävä)

Luku 6 on määritelty salassa pidettäväksi toimeksiantajan pyynnöstä ja se on siirretty liitteeksi 5.

7 Johtopäätökset ja toimenpide-ehdotukset (salassa pidettävä)

Luku 7 on määritelty salassa pidettäväksi toimeksiantajan pyynnöstä ja se on siirretty liitteeksi 6.

8 Pohdinta

8.1 Kehittämistavoitteiden ja lopputuloksen suhde

Työ oli toimeksiantajalle Ariterm Service Oy:lle ajankohtainen työn alkaessa, sillä olemassa oleva liiketoimintaympäristö oli osin todettu haastavaksi ja sen mahdollisuudet rajallisiksi. Kehittämistyön tavoitteena oli selvittää kolme asiaa liiketoimintaan liittyen: 1. Mitkä ovat rakennusaikaisen lämmittämisen asiakkaiden tarpeet? ja 2. Onko tuotteelle ja palvelulle markkinoita? sekä 3. Mikä liiketoimintamalli olisi uudessa toimintaympäristössä toimivin? Yleisellä tasollakin työ oli ajankohtainen, sillä EU:n tasolla on tavoite saavuttaa hiilineutraalius vuoteen 2050 mennessä ja Suomessa tavoitetta on kiristetty välitavoittein ja Keski-Suomessa hiilineutraaliustavoite on jo reilun viiden vuoden päässä. Näitä tavoitteita on viety myös rakennustyömaille, joiden elinkaaren aikainen osuus Suomen kaikista kasvihuonekaasupäästöistä on lähes kolmannes ja rakennusaikaisista päästöistä materiaalien jälkeen energian käyttö oli merkittävin. Rakennusteollisuudelle on laadittu ohjeita vähähiiliseen rakentamiseen ja näissä ohjeissa puu oli hiilineutraalien polttoaineiden joukossa.

Kehittämistyön tuloksena saatiin hyvin tietoa asiakkaiden tarpeista sekä varmistus, että tuotteelle on kysyntää, mikäli puupelletti energialähteenä on kilpailukykyinen. Tarpeissa osoittautui, että teholuokka 300...500 kW on sopiva kohderyhmässä, mutta vesikiertoisten kattilakonttien lisäksi lähes yhtä paljon on kysyntää ilmakiertoisille konteille. Tarpeista käyttökohteena korostui rakennusaikainen kuivattaminen sekä suuntaa antavat keinot tehontarvemitoituksen tekemiseen kerrostalojen ja teollisuushallien rakennusvaiheen lämmittämiseen. Tuloksissa ei kuitenkaan saatu selkeästi asiakasnäkökulmasta esille, mille liiketoimintamallille olisi eniten kysyntää, mutta toimeksiantajan riskien ja liiketoiminnan haastavuuden näkökulmasta tulos oli selkeä: pellettikattilakontin myyntiin perustuva liiketoimintamalli.

Tuloksissa ei valitettavasti saatu selvyyttä mikä liiketoimintamalli asiakkaita oikeasti kiinnostaisi eniten eikä todennäköisesti aivan kaikkia, joilla olisi tarvetta saatu vastaamaan kyselyyn. Tästä signaalina oli suurien tunnettujen rakennusalan yritysten rajautuminen ulos kohderyhmästä.

8.2 Kehittämistyön eettisyys ja luotettavuus

Kehittämistyön eettisyys huomioitiin, niin että kyselyhaastatteluun vastaaminen oli luonnollisesti vapaaehtoista ja suurin osa mahdollisista haastateltavista jätti vastaamatta ollenkaan. Kyselyhaastattelussa oli vastauksiin linkitettävät yhteystiedot mukana, mutta nämä tiedot tietysti häivytettiin vain numeraaliseksi arvoiksi tulostaulukkoon, ja analyysikin koski vain näitä numeerisia tietoja, joten yhteyttä vastaajiin ei ole pääteltävissä. Kyselyhaastattelussa kysyttiin myös suostumusta yhteydenottoon, joten myös jatkotoimenpiteiden suostumuksellisuus on varmistettu. Eettisyyttä voi Christensenin, Meganckin ja Delahousen (2007, 228, 229) mukaan katsoa tehokkuuden, taloudellisuuden, laillisuuden, ympäristön, turvallisuuden, työllisyyden ja esimerkiksi ihmisten hyvinvoinnin näkökulmasta. Kaikkia näitä teemoja käsiteltiin yleistä ihmisten hyvinvointia lukuun ottamatta ja näiden osalta voidaan nähdä myös ristiriitoja. Esimerkiksi kehitystyön liiketoiminta aiheuttaa välitömiä CO₂ päästöjä tilanteessa, mutta laillinen tulkinta on, että liiketoiminta on hiilineutraalia ja voi auttaa toimeksiantajaa tekemään tuottavaa liiketoimintaa sekä auttaa ihmisiä työllistymään. Jyväskylän ammattikorkeakoulun eettiset periaatteet -ohjeistuksessa on puolestaan huomioitu tavoitteen lisätä opiskelijoiden asiantuntemuksen lisääntyminen, kehittämistyön tukeminen sekä erityisesti hyvän tieteellisen käytännön noudattaminen (2018, 3, 4, 6). Näihin ohjeissa esitettyihin eettisiin tavoitteisiin on päästy noudattamalla Jyväskylän ammattikorkeakoulun ohjeistusta ja opeusmateriaalia ja ohjausta, jotka kaikki ovat linjassa eettisten periaatteiden kanssa.

Kehittämistyön luotettavuutta voidaan käsitellä käsitteiden validiteetti eli pätevyys, ja reliabiliteetti eli luotettavuus termien avulla. Toikko ja Rantanen (2009, 122) kertovat, että termejä voidaan soveltaa myös kehittämistoiminnassa. He jatkavat, että validiteetilla viitataan siihen, että selvitetään sitä, mitä oli tarkoituskin ja reliabiliteetti taas menetelmien ja asetelman välisen yhteyden toimivuutta. Kehittämistyön kannalta luotettavuus on pyritty varmistamaan kirjallisuudesta, että tapaustutkimus on kehittämiseen sopiva menetelmä ja kyselyt, haastattelut ja kirjallisen aineiston läpikäynti sopivia aineistonkeruumalleja. Aineistossa oli huomattavissa hajontaa kysymysten välillä, joissa etsittiin tietoja samasta aiheesta. Kehittämistyön kyselyn aineistosta löytyi kaksi ristirii-

taista epäluotettavuutta osoittavaa löydöstä. Ensimmäinen löydös koski kahta kohderyhmän vastaajaa, jotka ilmoittivat, etteivät käytä kattilakontteja, mutta olivat silti halukkaita saamaan tarjouksen rakennusaikaisesta lämmittämisen ratkaisusta. Toinen löydös oli, että kohderyhmän vastaajien ilmoittama tehontarve suhteessa rakennuskuutioon ja rakennustyyppiin oli ristiriidassa. Kerrostalot kooltaan 7000...12000 m³ olisivat Hämäläinen (2012) esittämän yhtälön 1 mukaan ohjannut yli 500 kW järjestelmään, jonka vastaajat ilmoittivat. Hämäläinen myös kerrottiin, että yhtälö 1 on suuntaa antava ja Zouloumis, Stergianakos, Ploskas ja Panaras (2021) täydensivät, että todellinen mitoitus on monimutkainen.

Pätevyyttä taas on pyritty huomioimaan erityisesti valitsemalla kirjallisuudesta aihealueita ja laatimalla kyselyn kysymykset, niin että ne ovat linjassa kehittämiskysymyksien kanssa. Pätevyyteen on tähdätty myös johtopäätöksien ja alustavien tulosten läpikäynnillä toimeksiantajan kanssa, jossa todettiin yksimielisyys tuloksesta. Työstä on myös pyydetty kommentteja ohjaajilta matkan varrella ja täydennetty sen perusteella.

Toikko ja Rantanen (2009, 123) kuitenkin toteavat, että kehittämisessä luotettavuuteen liittyy monimutkaisia ongelmia erityisesti ryhmäprosesseissa, mutta heidän esiin nostama, kehittämistyötä tyypillisesti koskeva ongelma, suppea aineisto, on tässä työssä vältetty käyttämällä ulkoista palveluntarjoajaa, joka oli yhteydessä yli 180 haastateltavaan, mikä edustaa neljännessä koko tunnisteetusta joukosta.

Koska tapaustutkimuksen aineistosta osa oli myös laadullista, täytyy Toikko ja Rantanen (2009, 123) mukaan käsitellä myös vakuuttavuutta, mikä tehdään pitämällä tulkintojen, lähteiden ja aineiston välinen yhteys avoimena, mikä kytkeytyy jo eettisen ohjeistuksen noudattamiseen, jota on pyritty noudattamaan työn teossa. Vakuuttavuutta kuitenkin heikentää se seikka, että kyselytutkimukseen vastanneita ei voida olettaa sitoutuneiksi, mistä oli viitteitä jo osin ristiriitaisissa vastauksissakin. Myös osaan kysymyksistä ilmennyt suuri epävarmojen vastausten osuuden voi tulkita ongelmaksi sitoutua vastaukseen tai että vastaaja ei ole ollut paras mahdollinen edustamaan kysymyksien vastauksia organisaatiossaan. Tässä voidaan myös nähdä merkki huonosta päteväydestä, koska kysely osoitettiin hankinnoista vastaavalle henkilölle, vaikka osa kysymyksistä oli luonteeltaan teknisiä. Tämä asia tiedostettiin, mutta haastattelun käytännön toteutuksen ei voitu

valita kuin yksi tavoiteryhmä ja tärkeimpänä pidettiin markkinapotentiaalin selvittämistä, johon hankinnoista vastaavat henkilöt koettiin parhaiksi.

8.3 Tulosten soveltaminen

Työn tuloksena toteutettua liiketoiminnan huonetaulua (ks. kuvio 11) voidaan ruveta käyttämään alkuun jopa sellaisenaan, sillä toimeksiantajan nykyinen liiketoiminta on jo samanlaista: tuotteiden ja projektitoimitusten toimituksia asiakkaille. Tulosten aineistoa voidaan käyttää kohdennettuun markkinointiin, kun on käsitys mitä asiakkaat tarvitsevat ja keitä he ovat. Kerätystä aineistosta selviää myös potentiaaliset asiakkaat, joita ei vielä tavoitettu kehittämistyön aikana. Lisäksi työn kirjallisuusosiosta saadaan tukimateriaalia, jonka avulla tunnetaan uutta liiketoimintaympäristöä paremmin. Työssä selvitetty turvallisuussäädökset liitteissä 2 ja 3 voidaan taulukkomuotoisina käsitellä ns. tarkastuslistanomaisina, mikä palvelee myös tuotekehityksen tarpeita. Työssä käytetyt riskikartoituksia ja nelikenttäanalyysjä voidaan käyttää riskien torjunnassa ja toiminnan kehittämässä erityisesti, jos myöhemmin päätetään valita palveluun perustuva liiketoimintamalli.

8.4 Näkemyksiä jatkokehitysmahdollisuuksista

Vaikka tulos vaikuttaa selkeältä, tässä hetkessä säädösten puitteissa kaikille pellettikattilakontti-tuotteeseen perustuville liiketoimintamalleille ja puunpolttamiseen liittyen on näköpiirissä kiristyksiä ja toisaalta puusta raaka-aineena on kovempi kilpailu. Lisäksi riskinä tunnistettiin, että palvelumalleihin perustuvat liiketoiminnat voivat tulevaisuudessa olla parempia kilpailukyvyiltään. Myös teoriaosiossa tehty katsaus digitaalisiin tekniikoihin suhteessa toimitusketjuun voi auttaa löytämään ratkaisuja nykyisen toiminnan parantamiseen. Työstä matkan varrella ulosrajattua tuotekehitysosiota voidaan viedä eteenpäin varmistamalla, että alustavat tekniset ratkaisut (ks. Liite 1) ovat toimivia ja vastaavat asiakkaiden tarpeisiin. Erityisesti helppokäyttöisyys uudelle asiakasjoukolla kaipaa lisäselvitystä, mikä tunnistettiin myös liikeriskikartoituksessa ja tässä erityisesti automaation käyttöjärjestelmän ja ohjeistuksen kehittäminen ovat avainasemassa. Myös asiakaspalvelussa ja huoltotoiminnoissa työskentelevien tiedon lisääminen uudesta asiakaskunnasta ja liiketoimintaympäristöstä yleisesti voi vaatia jatkokehittämistä.

Vaikka palveluihin perustuvien liiketoimintamallien vaikeuskerroin korostui, ei ehdotettu liiketoimintamalli sulje pois näiden myöhempää harkintaa. Näkemys ja kokemus riskien todennäköisyydestä varmasti paranee, kun saataisiin kokemusta tuotemyynnistä ja sen seurauksena palautetta asiakkailta. Tuotteeseen liittyvää numeerista tietoa saataisiin myös lisää automaatiojärjestelmien kautta ja todellisessa kohteessa olisi mahdollista suorittaa lisää testauksia.

Lähteet

1. Asuinrakennusten päälämmönlähteiden kehitys 2010-luvulla. 2018. Tilastokeskuksen sivustolla. Viitattu 27.11.2022. http://www.stat.fi/til/asen/2018/asen_2018_2019-11-21_kat_001_fi.html

Arvioidut tuntikohtaiset työvoimakustannukset, 2019. Artikkelit Eurostat sivustolla. Viitattu 27.11.2022. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Palikat_ja_ty%C3%B6voimakustannukset&oldid=494310

Avaimet käteen -lämpöpalvelussa yhdistyvät laitteisto ja polttoaine. N.d. Tiedote Propellet Oy:n sivustolla. Viitattu 7.4.2023. <https://propellet.fi/lampopalvelu/>

BIO 500 SP Boiler and MultiJet 500 burner – test results of the boiler testing according to EN 303-5. 2014. VTT Expert services LTD testiraportti. VTT-S20913-14.

Biolämpöopas. 2017. Esite Ariterm sivustolla. Viitattu 14.11.2022. <https://ariterm.fi/wp-content/uploads/2020/09/Biol%C3%A4mp%C3%B6opas.pdf>

Business model. N.d. Tiedote Cambridge Dictionary sivustolla. Viitattu 19.3.2023. <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/business-model>

Christensen S., Meganck M. & Delahouse B. 2007. Philosophy of Engineering. 1. p. Arhus: Authors and Academica.

Cloutier C. & Ravasi D. 2021. Using tables to enhance trustworthiness in qualitative research. Strategic Organization. 19, 113-133. Viitattu 23.4.2023. <https://doi.org/10.1177/1476127020979329>

Direktiivi 2018/2001/EU. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi uusiutuvista lähteistä peräisin olevan energian käytön edistämisestä. Euroopan unionin virallinen lehti 21.12.2018. Viitattu 19.9.2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>

Energiatehokkuus – tilalämmittimien ja yhdistelmälämmittimien merkintävaatimukset (uudelleentarkastelu/uudelleenskaalaus). N.d. Euroopan unionin virallinen verkkosivusto. Viitattu 11.3.2023. <https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13201-Energiatehokkuus-tilalammittimien-ja-yhdistelmälammittimien-merkintävaatimukset-uudelleentarkastelu-uudelleenskaalaus-fi>

Energy as a Service. N.d. Tiedote Adven Oy:n sivustolla. Viitattu 7.4.2023. <https://adven.com/fi/tietoa-meista/energia-palveluna/>

Geissdoerfer M., Savaget P. & Evans S. 2017. The Cambridge Business Model Innovation Process. *Procedia Manufacturing* 8, 262–269. Viitattu 19.3.2023. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.033>

Gharaibeh L., Eriksson K., Lantz B., Matarneh S. & Elghaish F. 2022. Toward digital construction supply chain-based Industry 4.0 solutions: scientometric-thematic analysis. *Smart and Sustainable Built Environment*. Viitattu 8.4.2023. <https://doi.org/10.1108/SASBE-12-2021-0224>

Hetemäki L. & Hurmekoski E. 2016. Forest Products Markets under Change: Review and Research Implications. Viitattu 1.5.2023. <https://doi.org/10.1007/s40725-016-0042-z>

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. p. Helsinki: Tammi.

Hämäläinen J. 2012. Rakennustyömaan energiatutkimus. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan koulutusohjelma. Viitattu 13.11.2022. <https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/rakentamisen-kehittaminen/rakennustyomaan-energiatutkimus.pdf>

Iddris F. 2018. Digital Supply Chain: Survey of the Literature. *International Journal of Business Research and Management* 9, 1 47-61. Viitattu 7.4.2023. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hh:diva-37526>

Ilmastopaneeli. Kohti hiilineutraalia yhteiskuntaa. 2014. Toim. J. Seppälä. Viitattu 19.9.2022. https://www.ilmastopaneeli.fi/wp-content/uploads/2018/10/Hiilineutraalisuus_tustaraportit_2014.pdf

Joyce A. & Paquin R. 2016. The triple layered business model canvas: A tool to design more sustainable business models. *Journal of Cleaner Production*. 135, 1474-1486. Viitattu 25.3.2023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.067>

Jyväskylän ammattikorkeakoulun eettiset periaatteet. 2018. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 6.5.2023. <https://www.jamk.fi/fi/file/eettiset-periaatteet>

Kallio A. N.d. Litterointi. Artikkelit Tampereen yliopiston tietoaarkisto sivustolla. Viitattu 30.4.2023. <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/laadullisen-tutkimuksen-prosessi/litterointi/>

Karttunen T., Laasanen H., Sippel L. & Valtonen M. 2017. Juridiikan perusteet. 5.-6. painos. Helsinki: Sanoma Pro Oy. Viitattu 13.3.2023. <https://janet.finna.fi>, Ellibs ebooks.

KAs (EU) 2015/1189. Komission asetus (EU) Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2009/125/EY täytäntöönpanemisesta kiinteän polttoaineen kattiloiden ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta. Euroopan unionin virallinen lehti 21.7.2015. Viitattu 8.1.2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32015R1189>

Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen: kansalliset tavoitteet vuodeksi 2030. 2022. Artikkelin Euroopan parlamentin sivustolla. Viitattu 19.9.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20180208STO97442/eu-maiden-kansalliset-paastovahennystavoitteet>

Kelly S., Klézl, V., Israilidis J., Malone N. & Butler. S. 2020. Digital Supply Chain Management in the Videogames Industry: A Systematic Literature Review. The Computer Games Journal 10, 19-40. Viitattu 9.4.2023. <https://doi.org/10.1007/s40869-020-00118-0>

Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista - Käsikirja yrityksille. 2022. Helsinki: Sitra. Viitattu 7.4.2023. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2022/02/kestavaa-kasvua-kiertotalouden-liiketoimintamalleista-2-1.pdf>

Kestävää kasvua kiertotalouden liiketoimintamalleista. 2022. Käsikirja Sitran sivustolla. Viitattu 19.3.2023. <https://www.sitra.fi/app/uploads/2022/02/kestavaa-kasvua-kiertotalouden-liiketoimintamalleista-2-1.pdf>

Kline K., Dale V., Rose E. & Tonn B. 2021. Effects of Production of Woody Pellets in the Southeastern United States on the Sustainable Development Goals. Sustainability 13, 821. Viitattu 8.4.2023. <https://doi.org/10.3390/su13020821>

Komission tiedonanto neuvostolle ja Euroopan parlamentille Euroopan sopimusoikeudesta. 2001. Viitattu 12.3.2023 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/ALL/?uri=celex:52001DC0398>

Koski H. 2010. Rakentamisen tuotantotekniikka. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu 13.11.2022. <https://janet.finna.fi/>. Rakennustiedon verkkopalvelu

Kurz D. 2021. Before Your Next Digital Supply Chain Project, Ask These Three Critical Questions. Artikkelin Supply Chain Management Review sivustolla. Viitattu 7.4.2023. https://www.scmr.com/article/before_your_next_digital_supply_chain_project_ask_these_three_critical_questions

L 1050/2021. Laki energian alkuperätakuista. Viitattu 12.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2021/20211050>

L 16.12.2016/1144. Painelaitelaki. Viitattu 5.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161144>

L 23.8.2002/738. Työturvallisuuslaki. Viitattu 26.2.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738>

L 26.11.2004/1016. Laki eräiden teknisten laitteiden vaatimustenmukaisuudesta. Viitattu 5.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2004/20041016>

L 27.3.1987/355. Kauppalaki. Viitattu 12.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1987/19870355>

- L 29.12.2016/1398. Laki vesi- ja energiahuollon, liikenteen ja postipalvelujen alalla toimivien yksiköiden hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista. Viitattu 11.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161398>
- L 7.6.2013/393. Laki biopolttoaineista, bionesteistä ja biomassapolttoaineista. Viitattu 1.10.2022 <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2013/20130393>
- Liao M. & Yao Y. 2021. Applications of artificial intelligence-based modeling for bioenergy systems: A review. GCB Bioenergy 13, 774-802. Viitattu 8.4.2023. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12816>
- Liitetaulukko 25. Puupelletin kuluttajahinta. 2022. Tilasto Tilastokeskuksen sivustolla. Viitattu 1.5.2023. https://www.stat.fi/til/thi/2022/02/thi_2022_02_2022-03-24_tau_025_fi.html
- Lindfelt. V. 2022. Reklamaatio yritysten välisessä kaupassa. 2022. Artikkelin Lakius Oy:n sivustolla. Viitattu 12.3.2023. <https://www.lakius.fi/kirjoituksia/reklamaatio>
- Lo Vullo E., Monforti-Ferrario F., Palermo V. & Bertoldi P. 2022. Greenhouse gases emission factors for local emission inventories. Luxemburg: Publications Office of the European Union. Viitattu 12.10.2022. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC129433>
- Lämmitys ja kuivaus. N.d. Tiedote Skanska Rakennuskone Oy:n sivustolla. Viitattu 14.11.2022. <https://skanskakonevuokraus.fi/tuote-osasto/lammitys-ja-kuivaus/>
- Lämmitys, kuivaus ja pölyntorjunta. N.d. Tiedote Ramirent Finland Oy:n sivustolla. Viitattu 14.11.2022. <https://www.ramirent.fi/vuokraa/lammitys-kuivaus-ja-polyntorjunta>
- Lämmityskalusto. N.d. Tiedote Cramo Finland Oy:n sivustolla. Viitattu 14.11.2022. https://www.cramo.fi/fi/category/rakennuskoneet_lammityskalusto
- Lämmityskaluston vuokraus. N.d. Tiedote Renta Oy:n sivustolla. Viitattu 14.11.2022. <https://www.renta.fi/tuotteet/sahkoistys-valaistus-lammitys-ja-kuivaus/lammityskalusto/>
- Lämmönlähteet biouunit. N.d. Tiedote Mepu Oy:n sivustolla. Viitattu 14.11.2022. <https://www.mepu.fi/biouunit/>
- Lämpöenergian myynti. N.d. Tiedote Ruutana Heating Oy:n sivustolla. Viitattu 7.4.2023. <https://www.ruutanaheating.fi/palvelut/lampoenergian-myynti>
- Mitä hiilineutraalius tarkoittaa ja miten se saavutetaan 2050 mennessä? 2022. Artikkelin Euroopan parlamentin sivustolla. Viitattu 19.9.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/society/20190926STO62270/mita-hiilineutraalius-tarkoittaa-ja-miten-se-saavutetaan-2050-menessa>
- Nelikenttäanalyysi. N.d. Artikkelin Suomen Riskienhallintayhdistys ry sivustolla. Viitattu 30.4.2023. <https://pk-rh.fi/uploads/tiedostot/swot-ohje.pdf>

Norton M., Baldi A., Buda V., Carli B., Cudlin P., Jones M., Korhola A., Michalski R., Novo F., Oszlányi J., Santos F., Schink B., Shepherd J., Vet. L., Walloe L. & Wijkman A. 2019. Serious mismatches continue between science and policy in forest bioenergy. *GCB Bioenergy* 11, 1256-1263. Viitattu 16.4.2023. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12643>

Nyt rytisee rakennusalalla – ”Kolmessa kuukaudessa konkurssiin asetettu yli 150 rakennusliikettä”. 2023. Uutinen Suomen Yrittäjät ry:n sivuostolla. Viitattu 1.5.2023. <https://www.yrittajat.fi/uutiset/nyt-rytisee-rakennusalalla-kolmessa-kuukaudessa-konkurssiin-asetettu-yli-150-rakennusliiketta/>

Ojasalo, K., Moilanen T. & Ritalahti, J. 2021. Kehittämistyön menetelmät – uudenlaista osaamista liiketoimintaan, 3.-7. p. Helsinki: Sanoma Pro Oy.

Olsson L. 2021. CLT construction without weather protection requires extensive moisture control. *Journal of Building Physics* 2021, Vol. 45(1) 5–35. Viitattu 13.11.2022. <https://doi.org/10.1177/1744259121996388>

Osterwalder A. 2013. A Better Way to Think About Your Business Model. Artikkelin Harvard Business Review sivustolla. Viitattu 25.3.2023. <https://hbr.org/2013/05/a-better-way-to-think-about-yo>

Pelletscentral på byggarbetsplatser. N.d. Tiedote Clean Burn AB:n sivustolla. Viitattu 14.11.2022. <https://cleanburn.se/byggvrme1>

Pizzichini L., Temperini V., Caboni F. & Papa A. The role of digital knowledge servitization in supply chain management. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Viitattu 7.4.2023. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-06-2022-0202>

Pk-yrityksen liikeriskit. N.d. Artikkelin Suomen Riskienhallintayhdistys ry sivustolla. Viitattu 30.4.2023. <https://pk-rh.fi/uploads/riskikartat/pk-yrityksen-liikeriskit-tyokortti.pdf>

Pollack S. 2012. What, Exactly, Is Business Development? Artikkelin Forbes -sivustolla. Viitattu 19.3.2023. <https://www.forbes.com/sites/scottpollack/2012/03/21/what-exactly-is-business-development/?sh=e3ecf4c7fdbb>

Polttoaineluokitus 2022. Taulukko Tilastokeskuksen sivustolla. Viitattu 22.10.2022. https://www.stat.fi/static/media/uploads/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus_2022.xlsx

Portable Boiler Room RL50. N.d. Tiedote Powerhouse Equipment & Engineering Co. Inc sivustolla. Viitattu 11.2.2023. <https://www.powerhouse.com/en/boiler-rental/steam-hot-water-boilers-for-rental/portable-boiler-room-rl-50>

Puun käyttö 2022 (ennakko). 2023. Artikkelin Luonnonvarakeskuksen sivustolla. Viitattu 1.5.2023. <https://www.luke.fi/fi/tilastot/puun-kaytto/puun-kaytto-2022-ennakko>

Puupelletin markkinoilla erikoinen kytkentä Euroopan maakaasun. 2022. Artikkelin Turun Sanomien sivustolla. Viitattu 1.5.2023. <https://www.ts.fi/lukijoilta/5798492>

Puupelletit 2022. 2023. Artikkeleluonnonvarakeskuksen sivustolla. Viitattu 1.5.2023.

<https://www.luke.fi/fi/tilastot/puun-kaytto/puupelletit-2022>

Pyun J. & Rha J. 2021. Review of Research on Digital Supply Chain Management Using Network Text Analysis. Sustainability 13, 17. Viitattu 26.3.2023. <https://doi.org/10.3390/su13179929>

Rakennuksen vähähiilisuuden arviointimenetelmät. 2019. Helsinki: Ympäristöministeriö.

<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-361-029-3>

Rakennusala. N.d. Tiedote Työsuojelu.fi -sivustolla. Viitattu 26.2.2023. <https://www.tyosuoja.fi/tyoolot/rakennusala>

Rakenteiden kuivattaminen. N.d. Artikkeleluonnonvarakeskuksen sivustolla. Viitattu 13.11.2022.

<https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kunnossapito-ja-korjaaminen/Purku-kuivaus-ja-puhdistus/Rakenteiden-kuivattaminen>

Ristiintaulukointi. N.d. Artikkeleluonnonvarakeskuksen sivustolla. Viitattu 30.4.2023.

<https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvanti/ristiintaulukointi/ristiintaulukointi/>

S-1232. 2013, Rakennustyömaan sääsuojaus. Suunnitteluohje. Helsinki: Rakennustieto Oy. Viitattu 13.11.2022. <https://janet.finna.fi/>. Rakennustiedon verkkopalvelu

SFS-EN 1515643:2021. Sustainability of construction works. Framework for assessment of buildings and civil engineering works. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 23.7.2021. Viitattu 29.10.2022. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

SFS-EN 15978:2011. Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Vahvistettu 16.4.2012. Viitattu 29.10.2022. <https://janet.finna.fi/>. SFS Online.

STMa 1.9.2020/654. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista. Viitattu 26.2.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2017/20170933>

Stubbs W. & Cocklin W. 2008. Conceptualizing a "Sustainability Business Model". Organization & Environment. 21, 2, 103-127. Viitattu 19.3.2023. <https://doi.org/10.1177/1086026608318042>

Testaa ja kehitä liikeideaasi Business Model Canvas -työkalun avulla. 2021. Artikkeleluonnonvarakeskuksen sivustolla. Viitattu 25.3.2023. <https://www.varma.fi/ajankohtaista/uutiset-ja-artikkelit/artikkelit/2021-q3/testaa-ja-kehita-liikeideaasi-business-model-canvas--tyokalun-avulla/>

Tietoa tiekartasta. N.d. Tiedot Hiilineutraali Keski-Suomi 2030. Viitattu 16.4.2023. <https://hiilineutraali.keskisuomi.fi/tietoa-tiekartasta/>

Toikko T & Rantanen T. 2009. Tutkimuksellinen kehittämistoiminta. 3. p. Tampere: Tampereen Yliopistopaino Oy.

Tuomi J. & Sarajärvi A. 2002. Laadullinen tutkimus ja sisällön analyysi. 1.-3. p. Helsinki: Tammi.

Uusiutuva energia: Euroopan kunnianhimoiset tavoitteet. Artikkelin Euroopan parlamentin sivustolla. Viitattu 19.9.2022. <https://www.europarl.europa.eu/news/fi/headlines/economy/20171124STO88813/uusiutuva-energia-euroopan-kunnianhimoiset-tavoitteet>

Varaenergiasopimus. N.d. Tiedote Höyrytys Oy:n sivustolla. Viitattu 7.4.2023. <https://hoyrytys.fi/hoyry-ja-lampopalvelu/hoyry-lampo-ja-sahkoenergian-myynti/>

VNa 1065/2017. Valtioneuvoston asetus keskisuurten energiantuotantoyksiköiden ja -laitosten ympäristönsuojeluvaatimuksista. Viitattu 11.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171065>

VNa 12.6.2008/400. Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta. Viitattu 5.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080400>

VNa 12.6.2008/403. Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta. Viitattu 26.2.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2008/20080403>

VNa 20.5.2021/427. Valtioneuvoston asetus henkilönsuojainten valinnasta ja käytöstä työssä Viitattu 26.2.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2021/20210427>

VNa 21.5.2015/687. Valtioneuvoston asetus työpaikkojen turvamerkeistä ja niiden vähimmäisvaatimuksista. Viitattu 26.2.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150687>

VNa 26.1.2006/85. Valtioneuvoston asetus työntekijöiden suojelemisesta melusta aiheutuvilta vaaroilta. Viitattu 5.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060085>

VNa 26.3.2009/205. Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta. Viitattu 26.2.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2009/20090205>

VNa 29.12.2016/1548. Valtioneuvoston asetus painelaitteista. Viitattu 5.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161548>

VNa 29.12.2016/1549. Valtioneuvoston asetus painelaiteturvallisuudesta. Viitattu 5.3.2023. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2016/20161549>

Vähähiilinen rakennusteollisuus 2035. 2020. Raportti Rakennusteollisuuden sivustolla. Gaia Consulting. Viitattu 30.12.2022. https://www.rt.fi/globalassets/ymparisto-ja-energia/vahahiilisyys_uudet/rt_4.-raportti_vahahiilisyuden-tiekartta_lopullinen-versio_clean.pdf

Vähähiilinen rakentaminen. N.d. Artikkelin Ympäristöministeriön sivustolla. Viitattu 29.10.2022. <https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>

Wit B. & Pylak K. 2020. Implementation of triple bottom line to a business model canvas in reverse logistics. Electron Markets 30, 679-697. Viitattu 25.3.2023. <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00422-7>

Yang S. & Jian Y. 2019. The Study on the Carbon Reduction Measures Assessment of New Building Construction---Using Building Carbon Footprint Evaluation Method in Taiwan. Earth and Environmental Science 294 012070 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/294/1/012070>

YMa 12.3.2015/216. Ympäristöministeriön asetus rakentamista koskevista suunnitelmista ja selvityksistä. Viitattu 13.11.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2015/20150216>

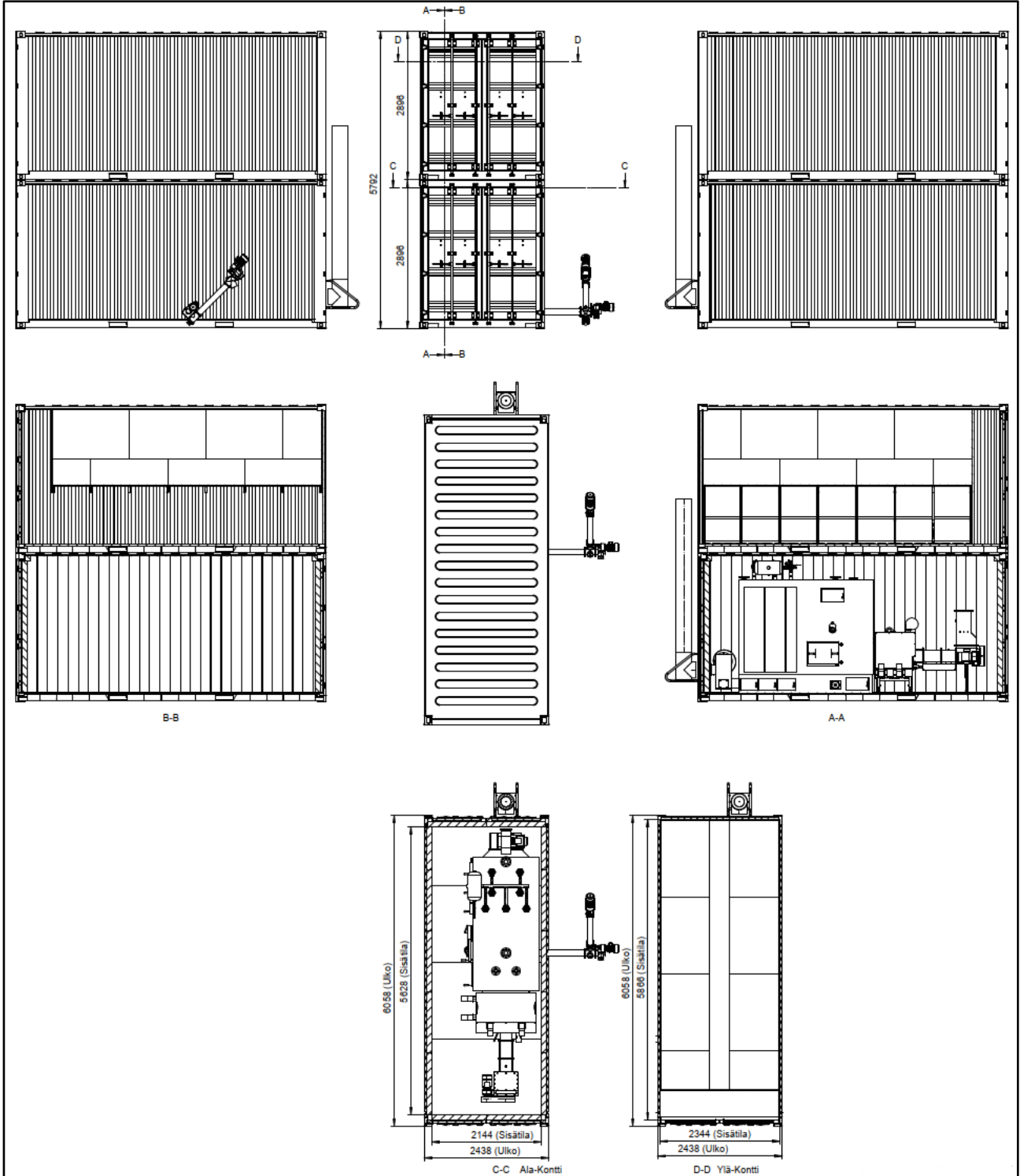
YMa 782/2017. Ympäristöministeriön asetus rakennusten kosteusteknisestä toimivuudesta. Viitattu 13.11.2022. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170782>

Yritysten välinen kauppa. 2022. Artikkelit Suomi.fi -sivustolla. Viitattu 12.3.2023. <https://www.suomi.fi/yritykselle/vastuut-ja-velvollisuudet/sopimukset/opas/sopimukset-yritystoiminnassa/yritysten-valinen-kauppa>

Zouloumis L., Stergianakos G., Ploskas N. & Panaras G. 2021. Dynamic Simulation-Based Surrogate Model for the Dimensioning of Building Energy Systems. Energies 2021, 14, 7141. Viitattu 11.2.2023. <https://doi.org/10.3390/en14217141>

Liitteet

Liite 1. Arterm Service 500 kW vesikiertoisen pellettikäyttöinen kattilakontin prototyypisuunnitteluvaiheen kuva päämitoista



Liite 4. Kyselyhaastattelun runko

P1. JOHDANTO
1. Keskussessa: Nimeni on _____,soitan Ariterm Service Oy toimeksiannoasta, hyvää päivää! Haluaisin keskustella tuotanton hankinnoista vastaavan henkilön (projektipäällikkö, toimitusjohtaja jne.) Minkä niminen henkilö on kyseessä?
2. Haastateltavalle: Nimeni on _____ ja soitan riterm Service Oy toimeksiannoasta, hyvää päivää! Olisiko teillä hetki aikaa vastata viiteen lyhyeen kysymykseen liittyen työmaa-aikaisista lämmitysratkaisuista?
P2. KYSELY
1. Minkä kokoisia työmaat ovat, joissa lämmitystä tarvitaan kerrostalo / teollisuushalli?
\$1. Kerrostalo 3000 - 6000 m3
\$2. Kerrostalo 7000 - 12000 m3
\$3. Teollisuushalli 12000 - 22000 m3
\$4. Teollisuushalli 23000 - 45000 m3
\$5. Jos yli 45000 m3, vastaus m3:
\$6. Ei rakenna kerrostaloja / teollisuushallia
\$7. Muu, mikä:
\$8. Muuta:
2. Käytättekö vesi- tai ilmakiertoista öljykattilalämmityskonttia nykyisillä työmailla ja minkä kokoisia?
\$1. Ilmakiertoinen 300 - 500 kW
\$2. Vesikiertoinen 300 - 500 kW
\$3. Ilmakiertoinen 600 - 1000 kW
\$4. Vesikiertoinen 600 - 1000 kW
\$5. Vesi/ilmakirtoinen yli 1000 kW, muu, mikä (kW):
\$6. Muuta:
\$6. Ei (siirry 6)
3. Oletteko kiinnostuneita korvaamaan öljykäyttöistä laitteistoa puupellettikäyttöisellä laitteistolla seuraavan 2 vuoden aikana, jos öjyn korvaamisella saavutetaan kustannussäästöjä?
\$1. Kyllä
\$2. Mahdollisesti
\$3. Ei
\$4. Muuta:
4. Mika olisi uuden kattilakontin väliaine ilma vai vesi ja teho kW?
\$1. Ilmakiertoinen 300 - 500 kW
\$2. Vesikiertoinen 300 - 500 kW
\$3. Ilmakiertoinen 600 - 1000 kW
\$4. Vesikiertoinen 600 - 1000 kW
\$5. Vesi/ilmakirtoinen yli 1000 kW, muu, mikä (kW):
\$6. Muuta:
5. Mikä olisi teille sopivin laitteiston palvelulaajuus?
\$1. Kattilakontin osto
\$2. Kattilakontin vuokraus
\$3. Kattilakontin ja lämmönjakelulaitteistojen vuokraus
\$4. Lämpöenergian osto kattilakontista
\$5. Muuta, mikä:
6.Voimmeko tarjota uusiutuvaan energiaan perustuvaa energian- tai lämmöntuotannon ratkaisua työmaaolosuhteisiin?
\$1. Kyllä
\$2. Ei
\$3. Muuta:
7. Muuta
\$1. Vastaus:
P3. Lopetus
1. Kiitos ajastanne, tarkistaisin vielä yhteystiedot.....Hyvää päivänjatkoa!
\$1. Muuta: