

MIKRORAKENNUKSEN SUUNNITTELUN OHJAUS

Mourujärvi Katja

Opinnäytetyö
Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus
Insinööri (AMK)

2021

Tekniikka ja liikenne
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Katja Mourujärvi	Vuosi	2021
Ohjaaja(t)	Mikko Vatanen		
Toimeksiantaja	Lapin ammattikorkeakoulu, Älykäs rakennettu ympäristö TKI		
Työn nimi	Mikrorakennuksen suunnittelun ohjaus		
Sivu- ja liitesivumäärä	50		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli hankkia hyödyllistä tietoa mikrorakennushankkeen kannalta. Työssä tein kirjallisuuskatsauksien avulla tutkimusta jo olemassa olevien mikrorakennusten rakenneteknisistä ratkaisuista sekä selvitin mikrorakennushankkeen kannalta sopivimpia rakenne- ja rakennusteknisiä ratkaisuja, jotka palvelevat hankkeeseen ryhtyvän ja sekä käyttäjän asettamia tavoitteita.

Opinnäytetyössäni käsittelin myös niitä rakentamisen vaiheita, jotka koskevat rakennuksen suunnittelua sekä tavoitteiden määrittämistä. Työssä käsittelen myös rakennushankkeen käyttäjälähtöistä suunnittelua.

Työn tuloksena saavutetaan Lapin ammattikorkeakoulun Älykkään rakennetun ympäristön TKI- toiminnan yhteydessä käynnissä olevan Cool Box- hankkeen suunnitteluohje, jonka avulla voidaan helpottaa rakennushankkeen suunnittelun ohjausta ja johtamista. Ohjeeseen on määriteltynä rakentamista koskevat tavoitteet ja vaatimukset, joiden avulla mikrorakennuksen suunnittelua voidaan toteuttaa.

Tutkimusta tehdessä ilmeni suunnittelun ja suunnittelun johtamisen tärkeys rakennushankkeessa, sillä hyvällä suunnittelulla ja suunnittelun johtamisella voidaan varmentaa rakennushankkeelle asetettujen tavoitteiden täyttyminen. Rakennuksen ominaisuuksia ja järjestelmiä määriteltäessä ja suunniteltaessa keskeisenä tavoitteena on se, että rakennus toimii käyttäjän asettamien ehtojen mukaisesti.

Avainsanat

Rakennusohjeet, rakennussuunnittelu, rakennushankkeet, rakennuttaminen, rakentamismääräykset, uudisrakentaminen, mikrorakentaminen, suunnittelun ohjaus

Technology, Communication and Transport
Degree Programme in Civil Engineering
Bachelor of Engineering

Author	Katja Mourujärvi	Year	2021
Supervisor	Mikko Vatanen		
Commissioned by	Lapland University of Applied Sciences Smart Built Environment RDI		
Subject of thesis	Construction Design of a Micro House		
Number of pages	50		

Tourism is growing in Lapland. This thesis was done as part of a project that aims to present new solutions to meet the growth opportunities offered by the tourism boom and to develop the vitality of Lapland's companies. The primary aim of this thesis was to obtain useful information for a micro house building project which serve the goals set by the person involved on the project and by the user.

Research was conducted through literature reviews to find information about existing structural solutions on micro houses and answer to the question: What kind of goals should be set for the project and what should be taken into consideration when planning a micro building? The different stages of construction and the designing of micro buildings were described.

Construction designing is one of the key factors for a successful construction project. The design guide consists of the goals guiding the construction and guides the planning of the construction project with the goals and requirements set by the client.

Key words

Building instructions, building design, building projects, construction, building regulations, new construction, microhouse concept, Construction design

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Toimeksianto	8
1.2	Tutkimuksen aihe.....	8
1.3	Tavoitteet ja rajaukset.....	9
2	MIKRORAKENTAMINEN	10
2.1	Mikrorakentamisen nykytila.....	10
2.1.1	Suomessa	12
2.1.2	Ulkomailla.....	17
2.2	Tilaelementtirakentaminen.....	21
3	RAKENNUKSEN SUUNNITTELUN VALMISTELU JA OHJAUS	23
3.1	Rakennushanke.....	24
3.1.1	Hankkeen vaiheet.....	24
3.1.2	Rakennushankkeen osapuolet	25
3.1.3	Rakennuttamisen sisältö	25
3.1.4	Tarveselvitys	25
3.1.5	Hankesuunnittelu.....	26
3.1.6	Rakennusprojektin toteuttaminen	26
3.2	Rakennussuunnittelu	27
3.3	Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus käyttäjälähtöisesti	29
4	SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN.....	30
4.1	Hankkeen tavoitteiden määrittely	31
4.1.1	Muunneltavuus ja rakennuksen koko	31
4.1.2	Modulaarisuus ja liikuteltavuus.....	31
4.1.3	Vähähiilisyys ja energiatehokkuus.....	32
4.1.4	Ekologisuus ja rakennusmateriaali	32
4.1.5	LVISA ja Off-Grid tekniikka.....	32
4.2	Hankkeen suunnitteluohje.....	33
5	KÄYTTÄJÄRYHMIEN KUULEMINEN.....	39
5.1	Käyttäjärühmien kuuleminen	40
5.2	Käyttäjärühmien kuulemisen tulokset.....	41
5.3	Käyttäjärühmien kuulemisen yhteenveto.....	42

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	44
LÄHTEET.....	47

ALKUSANAT

Haluan kiittää opinnäytetyön toimeksiannosta ja opinnäytetyön teon mahdollistamisesta Lapin Ammattikorkeakoulua ja TEQU:n tiimiä.

Kiitokset myös mahtaville opiskelutovereilleni, jotka jaksoivat valaa minuun uskoa ja potkivat eteenpäin aina silloin, kun olin itse varma siitä, etten kykene tähän. Ilman heitä olisin ollut pulassa moneen kertaan.

Haluan myös kiittää läheisiäni, jotka mahdollistivat opiskeluni näiden vuosien aikana muuttaen omia aikataulujaan ja uskoivat, että panostukseni vielä kantaisi hedelmää. Ennen kaikkea haluan kiittää lastani uskomattoman pitkästä pinnasta äidin opiskelujen suhteen.

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

CLT	Ristiin liimattu massiivipuulevy.
Off Grid	Irti kunnan vesilähteestä, viemäröinnistä ja sähköverkosta.
On Grid	Rakennus liitettynä valtakunnan verkkoon.
P1	Rakennustöiden puhtausluokitus.
S1 ja S2	Sisäilmasto luokitus.
M1	Rakennusmateriaalien päästöluokitus.

1 JOHDANTO

1.1 Toimeksianto

Tämä opinnäytetyö tehtiin Lapin ammattikorkeakoulun toimeksiantona, osana CoolBox-hanketta. Hankkeen tavoitteena on esittää uusia ratkaisuja vastaamaan matkailubuumiin tarjoamaan kasvumahdollisuuteen sekä Lapin yritysten elinvoimaisuuden kehittämiseksi. Hankkeen hyötytavoitteena on saada lappilaisia yrityksiä käynnistämään tuotekehitystoimia vähähiilisen ja energiatehokkaan rakentamisen alalla. Hankkeen tulostavoitteena on luoda uusia vähähiilisiä ja energiatehokkaita mikrorakennuskonsepteja, jotka mukautuvat vastaamaan yrittäjien tarpeita sekä kehittää niiden ympärille erilaisia prototyyppejä, joilla pyritään laajamittaiseen hyötyyn alueen yrittäjille (Tequ 2021). Hankkeen tavoitteet ovat valittu elinkeinoelämästä esille nousseiden tarpeiden perusteella. Hankkeessa tuotettavien prototyyppien kehittämiseen ja ideointiin osallistetaan lapin alueen yrityksiä, jolloin yrittäjien todellisiin tarpeisiin pystytään vastaamaan. CoolBox-hanke tähtää uudenlaisen pienrakentamisen kehittämiseen. Hankkeessa huomioidaan asiakaslähtöisyys rakennusten elinkaarisuunnittelussa, vähähiilisydessä ja energiatehokkuudessa sekä rakennusten modulaarisuudessa ja monikäyttöisyydessä. Hankkeen tuotoksena syntyvä mikrorakennuksen prototyyppi rakennetaan Lapin AMK:n kiinteistön piha-alueelle, jolloin se toimii myös kenttätestiympäristönä ja esittelyprototyyppinä sidosryhmille sekä älykkään rakentamisen jatkokkehittämisen tutkimusalustana. (Vatanen 2020.)

1.2 Tutkimuksen aihe

Rakennusala on viimeisten vuosikymmenten aikana kehittynyt hitaasti, varsinkin digitalisaation hyödyntämisessä. Tämän myötä nousee esille loistava mahdollisuus tarttua kysyntälähtöiseen älykkään ja digitaalisen rakentamisen kehittämiseen. Pienrakennusten kysyntä alueellisesti ja globaalisti on nousussa. Lapin matkailubuumi on vahvasti nousussa ja matkailukeskuksissa onkin ongelmana, ettei kaavoitus salli uusia rakennuksia tai rakennuslupia. Ongelmana on myös majoitustarpeen sesonkiluontoisuus, joten uusia ratkaisuja ja liiketoimintamalleja tarvitaan Lapin alueella. (Vatanen 2020.)

1.3 Tavoitteet ja rajaukset

Tutkimus on toiminnallinen ja pohjautuu kirjallisuuskatsaukseen. Teoria koostuu kotimaisesta ja kansainvälisestä kirjallisuudesta. Työn tavoitteena on tunnistaa hankkeen tavoitteille ehdotusaiheet, joista rakennushankkeeseen ryhtyvä voi muotoilla hankkeelleen sopivimmat seurattavat tavoitteet. Työssä keskitytään niihin rakentamisen vaiheisiin, jotka koskevat rakennuksen suunnittelua ja tavoitteiden määrittämistä. Rakennuttamisen vaiheet on kuvattu työssä pääosiltaan lyhyesti. Työn painopiste keskittyy käyttäjien näkemysten ja tavoitteiden määrittelyyn tila- ja rakennusteknisten ratkaisujen kannalta sekä suunnittelua ja rakentamista ohjaavaan määrittelytyöhön.

Työn tarkoituksena on hankkia oleellista ja hyödyllistä tietoa olemassa olevista mikrorakennuksista sekä selvittää edellytykset mikrorakennushankkeen kannalta. Tavoitteena on tehdä tutkimusta jo olemassa olevien mikrorakennusten rakenneteknisistä ratkaisuista sekä selvittää hankkeen kannalta sopivimmat rakenne- ja rakennustekniset ratkaisut, jotka palvelevat hankkeeseen ryhtyvän ja käyttäjän asettamia tavoitteita. Tässä tutkielmassa tarkastelen sellaisia mikrorakennuksen konsepteja, jotka ovat soveltuvia rakenneratkaisuiltaan Suomen olosuhteisiin sekä palvelevat rakenneteknisiltä ja rakennusteknisiltä ratkaisuiltaan tutkimuksen aihetta.

Päätavoitteena on määrittellä rakentamisen suunnittelua ohjaava suunnitteluohje, jossa määritetään hankkeelle asetetut tavoitteet. Täydentäviksi tutkimuskysymyksiksi tunnistettiin: Millaisia tavoitteita hankkeelle tulisi asettaa ja mitä tulee huomioida mikrorakennusta suunnitellessa? Mitkä ovat tilaajalle tuotetun arvon kannalta merkittävimpiä tavoitteita?

2 MIKRORAKENTAMINEN

2.1 Mikrorakentamisen nykytila

Minikotikonsepti on rakentamisen nykyaikaa. (Tilaelementti 2021.) Mikroasuminen on ollut jo muutaman vuoden tuttu käsite ja mikroasuntoihin on voinut törmätä esimerkiksi reissuillaan Japanissa. Käytännössä mikroasumisella tarkoitetaan sitä, että erittäin kompaktin kokoisen asunnon jokainen liikenevä kuutio on hyötykäytössä. (MTV Uutiset 2017.) Minitalo tai minirakentaminen sanana, saattaa olla tutumpi käsite kuin mikrorakentaminen.

Erilaisia mikrorakennuksia on jo vuosia tehty ympäri maailman. Nämä rakennukset ovat olleet lähinnä tarkoitettuja nopeasti pystytettäviksi suojiksi ja väliaikaisasumuksiksi erilaisille katastrofialueille. Mikroasuntojen avulla on muun muassa pystytty ratkaisemaan kodittomuuteen liittyviä ongelmia (Stara 2017). Pikkuhiljaa mikrorakentaminen on yleistynyt myös muissa maissa erilaisiin siirrettäviin rakennuksiin, joita voi käyttää monenlaisiin tarkoituksiin, kuten majoitukseen, pysyvään asumiseen, liiketiloiksi, toimistoiksi ja vierasmajoiksi. Uudenlaisille asumisratkaisuille luo tarvetta myös maailman nopeasti kasvava asukasluku sekä kaupungistuminen. (MTV Uutiset 2017.) Lontoossa vuonna 2019 järjestetyssä Future Build-seminaarissa näkyi, kuinka erilaisia pienrakennusten konsepteja syntyy ympäri maailman. Mikroasuntojen kysyntä on globaalisti kasvussa, sillä väestö lisääntyy ja kaupungistuminen etenee vauhdilla ja suuri osa koko maailman väestöstä asuu kaupungeissa. (Vatanen 2020.) Kaupungistuminen on aiheuttanut kasvukeskuksissa myös hinnannousua. Tämän myötä näille nopeasti kansoittuneille alueille on alettu rakentamaan niin sanottuja minikoteja niille, joilla ei ole mahdollisuutta asua kaupungeissa. Asumisen hinnannousu, ihmisten tahto entistä vapaampaan liikkuvuuteen sekä nykytilanteessa etätyön yleistymisen ovat pakottaneet luomaan uusia, innovatiivisia ratkaisuja, joilla voidaan vastata uudenlaisiin asumisen haasteisiin. (MTV Uutiset 2017.)

Suomessa mikroasuminen ei ole vielä herättänyt suurta huomiota, syynä tähän voi olla se, etteivät Suomen kaupunkien asukasluvut ole vielä niin korkeita kuin muissa maissa. Pikkuhiljaa myös Suomessa kompaktien omakotitalojen suosio

on lähtenyt nousuun, sillä etenkin kasvukeskuksissa kerrostaloasuntojen hinnan nousu on johtanut asuntojen pienenemiseen. (Välikangas 2019.) Lisäksi erilaiset trendit ja elämäntavat, kuten minimalistisuus ja downshiftaus (elämänlaadun parantamista vähentämällä kulutusta ja työntekoa) ovat maailmalta rantautuneet myös Suomeen. Minimalistisuuden myötä ihmiset ovat alkaneet välttämään liian isoja asuntoja hukkaneliöineen sekä kiinnittämään huomiota siihen, ettei turhaa tavaraa kerry tilaa viemään vaan kaikille tavaroille on tarkoitus ja tarve.

Tulevaisuudessa tullaan rakentamaan yhä enemmän kompakteja minikoteja ilman, että nykyajan mukavuuksista tarvitsisi luopua. Kompaktin ja toimivan pohjaratkaisun sekä älykkään sisustamisen avulla mikroasuntoihin pyritään mahdollistamaan kaikki tarpeellinen, samalla kestävä kehitys kunnioittaen. (Stara 2017.)

Kompakti mikrorakennus on usein rakennus- ja käyttökustannuksiltaan edullinen. Rakennuksen edullisuus mahdollistaa siirrettävän minikodin hankinnan yhä useammalle. Mikrorakennus ja pienessä tilassa asuminen on myös ekologisempaa sekä kuluttaa vähemmän ympäristöä ja luonnonvaroja. Minitalojen perustustyöt tontilla ovat huomattavasti pienemmät, vaivattomammat ja edullisemmat kuin perinteisessä rakentamisessa (Tilaelementti 2021).

Jo vuosisatoja rakennuksia on liikuteltu pakoon luonnonkatastrofeilta tai ruoan ja työn perässä. Siirrettäviä modulaarisia mikrorakennuksia on käytetty hätämajoitukseen tai muuhun pienimuotoiseen asumiseen. (Välikangas 2019, 15.) Siirrettävällä rakennuksella tarkoitetaan paikasta toiseen helposti ilman purkamista siirrettävää pientä taloa (Siirrettävä talo 2016). Rakennuksen siirrettävyys mahdollistaa esimerkiksi muuton työn perässä toiselle paikkakunnalle tai vaikka kodin siirtämisen kesällä järven rannalle ja taas talvella lähemmäs kaupungin keskustaa ja palveluita. (Välikangas 2019, 15.) Yleensä siirrettävät talot on valmistettu yksittäisinä tai toisiinsa liitettävänä tilaelementteinä. Suomessa nähtävät tyypilliset modulaariset ja siirrettävät talot ovat parakkeja, joita saa helposti koottua vierekkäin tai kerroksittain päällekkäin. Parakkeja käytetään esimerkiksi rakennustyö-

mailla tilapäisenä toimisto-, työ- ja sosiaalitaloina (Siirrettävä talo 2016). Perinteisiä hirsitaloja on myös siirretty purkamalla talo kokonaan tai osiin ja sitten kasattu uudessa sijaintipaikassa (Siirrettävä talo 2016).

Myös modulaarisuutta on alettu huomioida mikrorakennuksia suunnitellessa. Elämäntilanteen muuttuessa ja lisätilan tarpeen ilmetessä ovat modulaariset mikrorakennukset helposti jatkettavissa yhteensopivilla lisäosilla isommiksi kokonaisuuksiksi tai tarpeen niin vaatiessa myös pienennettävissä. Suomessa talojen modulaarisuuteen ja siirrettävyyteen ollaan laajemmassa mittakaavassa vasta heräilemässä. (Välikangas 2019, 14).

Useita mikrorakennuksia on suunniteltu liikuteltaviksi siten, että ne on rakennettu perävaunujen tai trailereiden päälle. Yhtenä esimerkkinä saksalainen Haaks on suunnitellut modulaarisen ja laajennettavan kaksikerroksisen minitalon, joka kulkee Fiat Ducaton lavalla. Lavalta minitalon voi laskea mihin vain hydraulisten jalkojen avulla. (Haaks 2021.)

2.1.1 Suomessa

Suomessa mikrorakennuksia on hyödynnetty pidempään juuri matkailumajoituksessa. Turisteille on järjestetty mahdollisuuksia majoittua Lapin luontoon seuraamaan taivaalla loistavia revontulia lasikattoisten iglujen läpi. Myös kokonaisia mökkikyliä on rakennettu majoituskäyttöä varten. Viime vuosina esimerkiksi rakennusliike Holmberg on rakentanut Lapin alueelle satoja revontulikotia. Holmbergin mukaan ilmastonmuutos on saanut aikaan sen, että matkailijat ovat tietoisempia ympäristöystävällisyydestä ja kaipaavat enemmän uusiutuvaa energiaa hyödyntäviä majoituskohteita. Matkailijoiden kiinnostus ei rajoitu pelkästään rakennusratkaisuihin, vaan kaikki asumismukavuuteen, asumiskustannuksiin ja ympäristöystävällisyyteen liittyvät tekijät ovat ominaisuuksia, joita he matkoillaan huomioivat. (Vatanen 2020.)

Elinkeinoelämästä tulleen palautteen sekä matkailun trendiseurannan mukaan erilaisten pienrakennusten kysyntä on kasvussa. Myös liikuteltaville mikrorakennuksille olisi tarvetta matkailuyrittäjien mukaan, jotta matkailijoiden tarpeisiin voitaisiin vastata. (Vatanen 2020.)

Nolla-Mökki

Nesteen luotsaama Journey to zero-hanke tutkii mahdollisuuksia vähäpäästöisemmän maailman rakentamiseen. Hankkeen yhteydessä helsinkiläinen muotoilija Robin Falck suunnitteli vuonna 2019 yhteistyössä Nesteen kanssa mikrorakennuksen, jonka lähtökohtana oli päästöjen minimointi sekä ajatus siitä, että ihminen tuodaan lähemmäs luontoa mahdollisimman vähän ympäristöä kuormittaen. Toimivuuden ja energiatehokkuuden kannalta Nolla-mökki suunniteltiin mahdollisimman kompaktiksi. Kooltaan mökki on yhdeksän neliometriä, eli pienen makuuhuoneen kokoinen eikä täten vaadi rakennuslupaa. Falckin mukaan mökki keskittyy enemmän asumuksen ulkopuoliseen maailmaan kuin sisäisiin mukavuuksiin, jonka myötä se edustaa vaihtoehtoista elämäntapaa ilman turhia nykyaikaisia mukavuuksia. (Neste 2018.)

Nolla-mökin rakentamiseen on käytetty standardimittaista suomalaista Kerto LVL-vaneria, joka on havupuuvuiluista liimaamalla valmistettu järeä palkki- ja puulevytuote. Jäykkyytensä ja mittatarkkuutensa ansiosta Kertopuu on ihanteellinen ratkaisu erittäin suurta lujuutta vaativiin kantaviin rakenteisiin sekä kohteisiin, joissa ei haluta tinkiä kestävydestä eikä keveydestä (Metsä wood 2021). Falckin mielestä Nolla-mökin rakentamisessa olisi ollut mielenkiintoista käyttää kierrätysmateriaaleja mutta toistaiseksi koki Kerto LVL:n luotettavimpana ratkaisuna. Falck suosii rakentamisessa puuta materiaalina, sillä se sitoo hiilidioksidia koko elinkaarensa ajan ja on materiaalina sekä kevyttä että kovaa, mikä tekee mökistä helposti liikuteltavan ja kestävän. (Metsä wood 2021).

Nolla-mökki on suunniteltu siten, että se on helposti purettavissa ja siirrettävissä muutaman ihmisen voimin, ilman raskasta kalustoa. Mökin pohjaan on suunniteltu ”tassut”, jotka mahdollistavat sen pystyttämisen mihin tahansa maastoon ilman perustuksia tai kiinteitä pohjarakenteita. Falck halusi antaa Nolla-mökille loputtoman elinkaaren ja tehdä mökistä mahdollisimman helposti korjattavan.

Mökin rakentamisessa ei ole käytetty erikoisosa, jotta kuka tahansa voi tehdä tarvittavalle osalle vastineen puutavarasta itse. (Neste 2018.)

Pienissä tiloissa ongelmaksi voi helposti muodostua tilan ylikuumentuminen. Nolla-mökissä haluttiin välttää energiasyöppöjä ilmastointilaitteita, joten hengittävyden parantamiseksi hyödynnettiin perinteisiä menetelmiä ja lisäksi mökin kattoon asennettiin peilaava pinta, joka heijastaa lämpöä pois ja auttaa pitämään mökin sisältä viileämpänä. Mökin katolle on asennettu aurinkopaneelit energianlähteeksi. Mökin suuri kolmionmuotoinen päätyikkuna tehtiin perinteisen lasin sijaan polykarbonaatista turvallisuussyistä. (Neste 2018.) Alla olevassa kuvassa näkyy Nolla-mökki luonossa (Kuva 1).



Kuva 1. Robin Falckin suunnittelema Nolla-mökki (Neste 2019)

Majamaja

MajaMaja Oy on kehittänyt pienen mittakaavan omavaraisen ja siirrettävän majoitusyksikön, jossa yhdistyy korkealuokkainen puuarkkitehtuuri sekä omavarainen suljetun kierron energia- ja vesiteknologia (Helsingin uutiset 2019). Arkkitehti

Pekka Littow suunnitteli Helsingin saaristoon parvellisen 23-neliöisen (Kuva 2), off-grid- järjestelmän periaatteella toimivan ekomökin, johon mahtuu majoittumaan neljä henkilöä. Off-grid tarkoittaa sitä, että mökkiä ei tarvitse kytkeä ollenkaan sähkö-, vesi-, viemäri- tai kaukolämpöverkkoon. MajaMaja-mökit hyödyntävät aurinkoenergiaa ja niissä on oma pienikokoinen vedenpuhdistamo. Lisä energiaa voi tuottaa tarvittaessa etanolilla ja lisä lämpöä kaasulla. Littowin mukaan off-gridin hienous piilee siinä, ettei luontoa tarvitse myllätä tarpeettomasti putkistusten ja johtojen vuoksi. Mökin pystytystä varten kallioon tarvitsi porata vain muutamia reikiä. (Helsingin uutiset 2020.) MajaMajan suunnittelussa ja rakentamisessa on hyödynnetty ympäristöstävällistä näkökulmaa. Suunnittelussa on huomioitu resurssien optimointi ja toiminnallinen tilankäyttö. Rakentamisessa on käytetty luonnonmateriaaleja ja tilat on viimeistelty korkealaatuisesti (Majamaja 2021).



Kuva 2. Pekka Littowin suunnittelema MajaMaja (Dezeen 2020)

Olokoto

Olokoto on Ilmari Mäenpään suunnittelema, suomalaisesta painumattomasta lamellihirrestä valmistettu noin 20-neliöinen pientasuntomallisto ympärivuotiseen käyttöön (Olokoto 2021). Rakennuksia on toimitettu jo vuodesta 2016 alkaen. Mäenpää on jatkokehittänyt pientasuntomallistoa korona-aikana (Iltasanomat

2020). Olokoto on tehdasvalmisteinen, joten valmistus tapahtuu säältä suojassa tarkan laadunvarmistusjärjestelmän valvomana. Sarjatuotanto takaa pienasuntojen tasaisen laadun. Rakennusmateriaalina painumaton hirsi on ekologista ja kestävää sillä puu sitoo elinkaarensa aikana enemmän hiilidioksidia kuin mitä se elinkaarensa lopussa luovuttaa. Muodoltaan Olokoto on skandinaavinen ja selkeä. Ulkomoitoiltaan perusyksikkö on 3500x7000 mm, sen ulkomuoto muistuttaa legopalikoita ja mittasuhteet mahdollistavat modulaarisen laajennettavuuden myös jälkikäteen tarvitsemallaan lisäosalla. Rakennuskokonaisuutta voi laajentaa myös toiseen kerrokseen, joko puolikkaalla tai täydellä korkeudella. Pienasunnot ovat tarvittaessa siirrettävissä helposti sijainnista toiseen. (Olokoto 2021.)

Olokodossa on tarkkaan mietittyjä ratkaisuja, kuten Antigravity- perustus, jolla voi hydraulisesti säätää perustuksia. Hydraulisen perustuksen ansiosta maata tarvitsee kaivaa vain pinnalta (Kaleva 2020). Perustukseen riittää kuusi perustuspistettä, jotka voivat olla kierre-, lyönti- tai valupaaluja. Suunnittelussa on huomioitu myös energiaomavaraisuus hyödyntäen aurinkoenergiaa sekä minimaalinen jätevedentuotto. (Olokoto 2021.) Arkkitehtuuriltaan Olokoto on puhtaslinjainen ja sen suuresta lasikatosta avautuu näkymä taivaalle, lasikaton voi myös tarvittaessa jättää pienasunnosta pois. Olokodossa on lasikuituinen piiloharjakatto, joka kestää myös äärimmäisiä sääolosuhteita. (Olokoto 2021.) Olokoto mallistossa on kaksi erilaista pienasuntomallia, Classic (Kuva 3), jossa suuret ikkunat ovat läpinäkyviä ja Stealth (häive), joka on Mäenpään jatko kehittelemä pienasunto, jossa suuret ikkunat ovat ulospäin peilimäistä lasia (Iltasanomat 2020).



Kuva 3. Ilmari Mäenpään suunnittelema Olokoto (Olokoto 2021)

2.1.2 Ulkomailla

M.A.Di.

Italialainen arkkitehti Renato Vidal on suunnitellut minikokoisia omakotitaloja, jotka tuodaan paikalle pieneksi taiteltuna (Kuva 4). Rakennuspaikalla A-runkoinen talo nostetaan taitoksistaan pystyyn nosturilla. Rungon kokoamiseen kuluu aikaa noin seitsemän tuntia, talon valmiiksi saattamiseen asennuksineen rakennuspaikalla menee 8–15 päivää. Suunnittelu ja valmistus prosessiin aikaa varataan kokonaisuudessaan kolme kuukautta. (Madihome 2021.)

Ekoystävällisiä ja tyylikkäitä rakennuksia valmistetaan eri kokoisina aina tilaajan tarpeen mukaan. A-runkoisen talon lisäksi valikoimaan kuuluu myös muita vaihtoehtoja, kuten neliönmallinen M0 malli, joita voi myös modulaarisesti yhdistellä keskenään. M.A.D.i. talot on suunniteltu viihtyisiksi ja turvallisiksi asunnoiksi, joita voi modulaarisesti laajentaa tilantarpeen muuttuessa lisäämällä moduuleja peräkkäin. Asunnon voi myös tarvittaessa siirtää yhtä helposti paikasta toiseen, sillä se ei tarvitse betoniperustuksia. Perustusten tekoa suositellaan kuitenkin siinä

vaiheessa, mikäli sijoittaminen on pitkäaikainen, eikä taloa ole tarkoitus myöhemmin siirtää. Puurakenteinen M.A.D.i. on suunniteltu maanjäristyksiä kestäväksi, se on tiloiltaan muuntuvainen ratkaisu mihin tahansa tarkoitukseen, niin asumiseen, majoitukseen urheilukylissä ja lomakohteissa kuin katastrofi alueille. (Madihome 2021.)



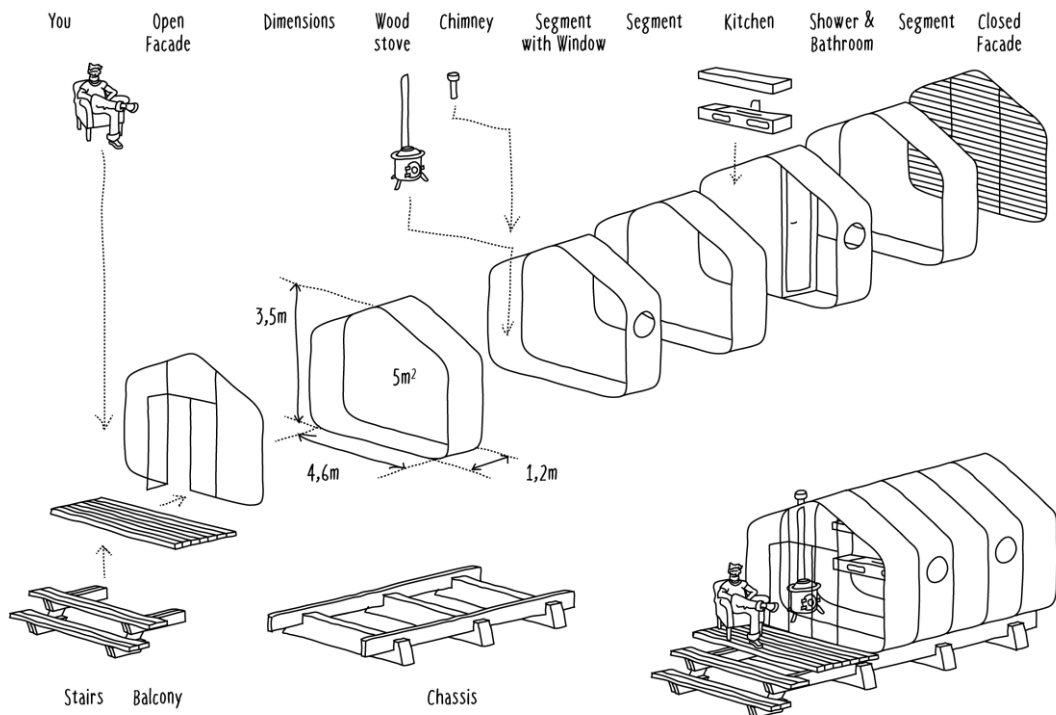
Kuva 4. Renato Vidalin suunnittelema taiteltava M.A.D.i. talo (Pinterest 2021)

Wikkel House

Fiction Factory Amsterdamsissa on kehittänyt ja suunnitellut uraauurtavan modulaarisen minitalon, Wikkel Housen. Wikkel House, englanniksi Wrapping House, on nimensä mukaisesti kääritty pahvista RS Developmentsin patentoiman talomuotin ympärille. Korkealaatuinen pahvi valmistetaan tehtaalla puusta, liimamalla ympäristöystävällisellä liimalla 24 kerrosta pahvia yhteen. Käärimisprosessilla aikaansaadaan kestävä ja samalla eristävä sandwich-elementti rakenne. Lopuksi moduuli käsitellään vedenkestävällä päällysteellä sekä puulla. Valmis moduuli on kevyt ja kuljetettavissa trailerilla tai useampi moduuli kerrallaan kuorma-autolla. Valmis elementti on nopea asentaa, valmistajan mukaan asennus tapahtuu jopa päivässä. Wikkel House on valmistettu ympäristöystävällisesti ja suunniteltu kestäväksi jopa sata vuotta. (Fiction factory 2021.)

Yksittäinen moduuli on viiden neliömetrin kokoinen, leveydeltään 4,6 m, korkeudeltaan 3,5 m ja syvyydeltään 1,2 metriä ja niitä voidaan yhdistää peräkkäin niin monta kuin tarvitsee tai vaihtoehtoisesti myöhemmin myös poistaa, mikäli tilantarve muuttuu (Kuva 5). Wikkel House moduulit soveltuvat monenlaiseen tarkoitukseen, työhuoneeksi, majoitukseen, pop-up myymäläksi ja asumiseen, sillä moduuleihin voi lisätä erikseen myös ns. asumismoduulin, jossa on valmiina tarvittava talotekniikka keittiölle ja peseytymistiloille. Moduulit asennetaan erillisen alustan päälle, joten Wikkel House voidaan sijoittaa alustoineen mihin vain tasaiselle pohjalle ilman perustusta, jolloin maata ei tarvitse juurikaan häiritä rakentamisen aikana.

Wikkel House on saavuttanut paljon kiinnostusta, sillä jokainen elementti on räätälöity tarpeiden mukaan ja tällä hetkellä tilauksesta valmiin Wikkel Housen saamiseen kuluu aikaa noin kahdeksan kuukautta. Fiction Factory haluaa varmistaa, että puu luonnonmateriaalina riittää myös tulevaisuudessa, joten he istuttavat uusia puita kaadettujen tilalle. (Wikkel House 2021.)



Kuva 5. Pahvista käärityn WikkelHousen toimintaperiaate (WikkelHouse 2021)

BretteHaus

Latvialainen Brette Haus on suunnitellut kokoontaitettavan minitalon (Kuva 6), joka soveltuu monenlaiseen käyttöön, esimerkiksi piharakennukseksi, työhuoneeksi tai myymäläksi. Minitalot on suunniteltu siten, että ne voidaan taittaa kokoon ja siirtää useita kertoja tarpeen mukaan. (Brette Haus 2020.)

Brette Haus minitaloja on kolmea eri kokoa, 22 neliömetristä 48 neliömetriin ja taittavat kokoon ainutlaatuisen patentoidun saranajärjestelmän avulla. Rakennusmateriaalina minitaloissa käytetään itävaltalaisista CLT-paneelia. Ristiin liimatut puulamellikerrokset puristetaan yhteen erityisissä olosuhteissa, joka eliminoi kutistumisvaaraa, parantaa eristystä ja kestävyyttä. Brette Haus räätälöi myös tarpeiden mukaan erilaisia ratkaisuja ja heillä on valmiudet tuottaa, jopa 108 neliömetrin kokoisia taloja. Jokaiseen minitaloon on valmiiksi asennettu kaikki asuamiseen tarvittava tekniikka, kuten vesiputket, sähköt, valot ja keittiötaso. (Brette Haus 2020.)

Brette Haus voidaan sijoittaa mille vain tasaiselle alustalle, sillä pysyvää perustusta ei tarvita. Perustuksien tekoon kuitenkin suositellaan käyttämään ruuvipaaluja, jotka voidaan helposti poistaa ja siirtää ilman, että maata tarvitsee kaivaa. Brette Hausin pystyttämiseen menee vähimmillään vain kolme tuntia. (Brette Haus 2020.)

Brette Haus voidaan toimittaa myös off-grid- toimintaperiaatteella toimivana, jolloin rakennuksen yhteydessä voidaan hyödyntää energianlähteenä aurinkoenergiaa, erillistä vedenpuhdistamoja ja viemärintimoduulia. Brette Haus- talojen valmistuksessa huomioidaan ympäristövaikutukset, sillä valmistajalla on vahva päämäärä tuottaa taloja laadukkaasti ja ympäristöystävällisesti. Kokoontaitettavan talon rakentaminen tuottaa jopa 80 % vähemmän jätettä kuin normaalin talon rakentaminen. (Brette Haus 2020.)



Kuva 6. Kokoontaitettava minitalo Brette Haus (Brette Haus 2020)

2.2 Tilaelementtirakentaminen

Tilaelementillä tarkoitetaan yksittäistä tilaosaa, jossa on valmiina vähintään ylä- ja alapohja sekä päätyseinät. Tilaelementissä voi olla valmiina myös joko osittain tai kokonaan sivuseinät. (Säyriö 2016, 12.) Tilaelementtirakennus tarkoittaa teollisesti valmistettua tilaelementeistä koottavaa 1–7 kerroksista rakennusta. (Rakennustuotepalvelut 2014.)

Pitkälle tehdasolosuhteissa esivalmistetussa tilaelementeissä on seinä-, välipohja- ja kattorakenteet sekä lisäksi eristeet ja pintarakenteet, LVIS-tekniikka, kiintokalusteet, ikkunat ja ovet (Laakkonen 2016, 4). Tilaelementtien valmiusasteen myötä työmaalla tapahtuva paikalleen asennus, viimeistely ja talotekniikan kytkennät onnistuvat lyhyessä ajassa. (Rakennustuotepalvelut Oy 2014.)

Tilaelementti rakentamisen huomattavimmat edut ovat rakentamisen nopeus sekä tasainen laatu, sillä elementit valmistetaan teollisena prosessina, säältä suojassa, turvallisissa sekä valvotuissa olosuhteissa. (Rakennustuotepalvelut Oy 2014). Lyhyt työmaa-aika vähentää huomattavasti elementtien altistumista kosteudelle ja lämpötilanvaihteluille (Laakkonen 2016, 4).

Tilaelementtirakentaminen soveltuu erityisesti pientalorakentamiseen sekä myös matalaenergiarakentamiseen. Käytetyimpiä materiaaleja tilaelementtirakentami-

sessä ovat teräs ja puu. Teräs on kevyttä ja teräselementit mittatarkkoja. Puurakenteet ovat helppoja muovailtavia, keveitä ja monin tavoin liitettävissä toisiinsa. Puun rakennusfysikaaliset ominaisuudet, kuten lämmöneristävyys ja hyvät lujuusominaisuudet tekevät puusta oivan materiaalin rakentamiseen. (Jokimäki 2010, 14.)

Tilaelementtien ja moduulijärjestelmän mitoituksen suunnittelussa on otettava huomioon elementtien kuljetuksen asettamat rajoitukset (Puuinfo 2020). Suomen liikenne- ja viestintäviraston asettamat maksimi mitat erikoiskuljetukselle on pituudeltaan 12 metriä, korkeudeltaan 4,4 metriä maasta mitattuna, leveydeltään 4 metriä (ELY-keskus 2013). Tyypillisimmät enimmäismitat tilaelementeille on 12 x 4,2 x 3,2 metriä (Puuinfo 2020). Tilaelementtien suunnitteluvaiheessa on myös huomioitava kuljetusta varten tapahtuvien nostojen ja siirtojen aiheuttama rasitus ja materiaalin mahdollinen taipuminen (Hintsala 2021).

3 RAKENNUKSEN SUUNNITTELUN VALMISTELU JA OHJAUS

Rakennuskohteen laatuun vaikuttavana osatekijänä on suuressa osassa rakennussuunnittelu. Suunnittelun tavoitteena on löytää juuri ne ratkaisut, jotka parhaiten täyttävät hankkeeseen ryhtyvän asettamat tavoitteet ja sopivat käyttäjien toimintaan sekä mahdollisesti toiminnassa tapahtuviin muutoksiin. Suunnitteluvaiheessa tehdyt ratkaisut heijastuvat merkittävällä tavalla hankkeen kokonaistalouteen, siksi suunnittelun merkitys rakennushankkeen onnistumiselle on erittäin tärkeää. (Junnonen & Kankainen 2017, 43.)

Yksinomaan pelkästään Suomen ilmasto asettaa rakentamiselle ja rakennuksille erityisvaatimuksia (Junnonen & Kankainen 2017, 7). Suomen vuotuisesta energiankulutuksesta noin 40 prosenttia kuluttavat rakennukset, samalla ne aiheuttavat noin 35 prosenttia Suomen kasvihuonepäästöistä. Siksi koko rakennushankkeen ajan on tärkeää huomioida ekologiset tekijät, alkaen suunnitteluvaiheesta aina toteutukseen asti. Tällaisia tekijöitä ovat muun muassa rakennuksen sijainti, energiatehokkuus, rakennuksen muuntojoustavuus sekä uusiutuvien energiamuotojen hyödyntäminen. (Junnonen & Kankainen 2017, 9.)

Maankäyttö- ja rakennuslaissa 132/1999, määrittellään rakentamista koskevat yleiset edellytykset, olennaiset tekniset vaatimukset sekä rakentamisen lupamenettely ja viranomaisvalvonta. Olennaisimmat tekniset vaatimukset koskevat rakenteiden vakautta ja lujuutta, terveellisyyttä, paloturvallisuutta, käyttöturvallisuutta, esteettömyyttä, meluntorjuntaa ja ääniolosuhteita sekä energiatehokkuutta. Suomessa rakentamista ohjaa Suomen rakentamismääräyskokoelma, johon on koottu tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet. (Ympäristöministeriö 2021.)

Jokaiseen rakennushankkeeseen on luotava valvontaorganisaatio hyvään lopputulokseen pääsemiseksi. Valvonta käsittää viranomaisvalvonnan ja tilaajan toteuttaman valvonnan. Tilaajan toteuttaman valvonnan ensisijainen tehtävä on varmistaa, että rakentaminen vastaa asetettuja vaatimuksia ja sopimusasiakirjoja, rakentamisessa noudatetaan hyvää rakennustapaa ja viranomaismääräyksiä sekä lakeja ja asetuksia. (Junnonen & Kankainen 2017, 81.) Viranomaisten

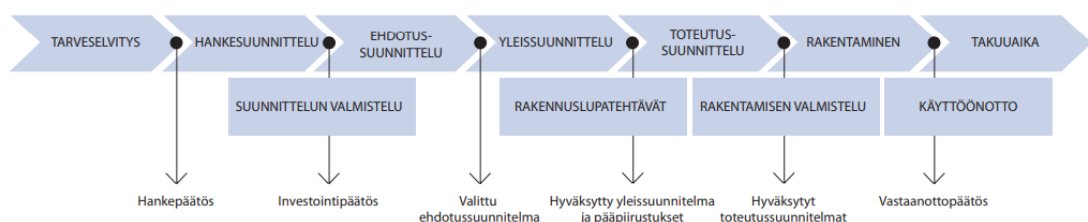
puolelta tapahtuva valvonta on säännöksiin, lakiin ja asetuksiin perustuvaa rakentamisen yleistä ohjausta. (Junnonen & Kankainen 2017, 83.) Jotta rakennushanke sujuisi kaikkien säännösten ja määräysten mukaisesti, jokaisessa rakennushankkeessa tulisi olla tietyt pätevyudet omaavat pääsuunnittelija sekä rakennusvalvonnan hyväksymä vastaava työnjohtaja (Rakennustieto Oy 2015, 10).

3.1 Rakennushanke

3.1.1 Hankkeen vaiheet

Yksittäisen rakennushankkeen tarkoituksena on tyydyttää tilan käyttäjän tilantarve tai tuottaa yrityksen tai yhteiskunnan toiminnan tarvitsema verkosto tai rakenne. Rakennushanke käynnistyy, kun päätetään rakentaa uusi tila tai korjata vanha. (Junnonen & Kankainen 2017, 10.)

Jotta hanketta voidaan hallita ja ohjata, jaetaan se eri vaiheisiin. Päävaiheita on 1–8 (Kuva 7), joiden lisäksi erillisinä tehtäväkokonaisuuksina voi olla suunnittelun valmistelu, rakennusluvan hankinta sekä rakentamisen valmistelu. (Junnonen & Kankainen 2017, 10–11) Osittellulla kuvataan koko hanke ja se, miten eri vaiheet liittyvät toisiinsa teknisesti, toiminnallisesti, aikataulullisesti, kustannuksiltaan sekä vastuultaan (RT 10-11224, 1).



Kuva 7. Rakennushankkeen vaiheet (RT 10-11256)

Rakennuttamisen eri tehtäviä voidaan organisoida usealla eri tavalla. Yleisesti tehtävien tuloksena saadaan aikaan suunnitelma-asiakirjoja, viranomaisten tai hankkeesta vastaavien päätöksiä sekä rakennussuorituksia. Jokaisen vaiheen

lopussa tehtävillä päätöksillä on pyrkimys päästä ratkaisuihin, joilla luodaan puitteet hankkeen seuraaville vaiheille ja osatehtäville. (Junnonen & Kankainen 2017, 12.)

3.1.2 Rakennushankkeen osapuolet

Rakennushankkeessa toimii useita osapuolia. Sama osapuoli voi hoitaa hankkeessa useita tehtäviä, hankkeen tilaaja voi olla myös käyttäjä tai ammattitaidon riittäessä toimia myös suunnittelijana tai rakentajana. Osapuolia rakennushankkeessa ovat: omistaja, rakennushankkeeseen ryhtyvä, käyttäjä, rakennuttaja, suunnittelijat, urakoitsijat, rakennusmateriaalien toimittajat sekä viranomaiset. Koulutus, kokemus ja ammattitaito vaikuttavat hankkeen osapuolille asetettaviin vaatimuksiin. Vaatimuksiin vaikuttavat suuresti myös hankkeen laajuus, laatu ja kesto. Hankkeen vaativuuden ja laajuuden kasvaessa myös osapuolten määrä lisääntyy ja tehtävät eriytyvät. (Junnonen & Kankainen 2017, 13.)

3.1.3 Rakennuttamisen sisältö

Rakennuttaminen tarkoittaa rakennusinvestoinnin hankintaa markkinoilta. Rakennuttaminen on tehtävien hallintaa hankkeen eri vaiheissa. Rakennuttamisen tulee selkiyttää tiloille ja rakenteille asetettuja tavoitteita sekä tähdätä tarkentuvaan ja vaiheistettuun päätöksentekoon. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee vastata rakennuttamisen organisoinnista ja määrittää vastuutaho, joka toimeenpanee rakennuttamistehtävät. (Junnonen & Kankainen 2017, 16.) Rakennushanketta johdetaan joko tilaajan omin resurssein tai ulkopuolisia palveluita käyttäen (RT 10-11284, 2).

3.1.4 Tarveselvitys

Rakennushanke alkaa tarveselvityksen tekemisellä, jonka tarkoitus on kartoittaa ja tehdä yhteenveto uusien tilojen tarpeesta tai olemassa olevien tilojen muutoksentarpeesta. Tarveselvitysvaiheessa kuvaillaan myös tarvittavat tilat ja niiden vaatimukset sekä arvioidaan erilaiset ratkaisuvaihtoehdot ja niiden kustannusvaikutukset (RT10-11284, 1). Tarveselvitysvaiheessa luodaan alustavat puitteet

kustannuksille. Pääosin rakennushankkeen kustannukset määräytyvät hankkeen suunnitteluvaiheessa ja toteutuvat rakentamisvaiheessa. Rakennuttajan tekemät päätökset ja ratkaisut määrittelevät hankkeen kustannustason, joten on olennaista pyrkiä tunnistamaan keskeiset kustannuksiin vaikuttavat tekijät jo hankkeen varhaisessa kehitysvaiheessa ja huomioida ne suunnittelussa. (RT10-11226, 1). Tarveselvityksen perusteella päätetään rakennushankkeeseen ryhtymisen kannattavuus. Mikäli päädytään siihen lopputulokseen, että rakennushankkeeseen ryhtyminen arvioidaan kannattavaksi, tehdään hankepäätös (Rakennustieto Oy).

3.1.5 Hankesuunnittelu

Mikäli hankepäätös tehdään, toimii tarveselvitys suunnitteluohjeena ja puitteena jatko toimenpiteille (Junnonen & Kankainen 2017, 18). Hankesuunnitteluvaiheessa selvitetään ja arvioidaan yksityiskohtaisesti rakennushankkeen perusteet ja toteutusmahdollisuudet. Hankesuunnittelun tehtävänä on tarkentaa tarveselvitykseen kirjatut tavoitteet rakennussuunnittelulle asetettaviksi vaatimuksiksi sekä hankkeen toteuttamista ohjaaviksi menettelyiksi. Usein pienissä hankkeissa tarveselvitys- ja hankesuunnitteluvaiheet yhdistetään ja selvityksen tulokset dokumentoidaan suoraan hankesuunnitelmaksi (Junnonen & Kankainen 2017, 24).

3.1.6 Rakennusprojektin toteuttaminen

Luonteeltaan rakentaminen on projektitoimintaa. Projekti määritellään työksi, jonka toteutumista valvotaan käyttäen projektinjohtomenettelyä ja jonka tavoitteena on määrätyn kertaluonteisen tuloksen aikaansaaminen. Projektin toteuttamiselle rajoitteita muodostavat kustannukset, aika ja resurssit. Rakennushankkeessa tavoitteet muodostuvat laajuus- ja laatutasotavoitteista. Näiden tavoitteiden taustalla ovat kustannusvaatimukset sekä yhteiskunnalliset tai muut vaikutukset. Tavallisesti projekti ositellaan johdon päätöksenteon ja projektin arvioinnin helpottamiseksi eri vaiheisiin. (Junnonen & Kankainen 2017, 28–29.) Osittelun tavoitteena on jakaa projekti selviin vastuukokonaisuuksiin ja osaprojekteihin. Projektin osittelussa mallinnetaan hankkeen sisältö ja sen läpivienti, kuvataan

koko projekti ja eri osien liittyminen toisiinsa teknisesti, toiminnallisesti, aikataullisesti sekä kustannuksiltaan ja vaikutuksiltaan. (Junnonen & Kankainen 2017, 31.)

Päätös hankkeessa käytettävästä toteutusmuodosta tehdään yleensä hankepäätöksen jälkeen. Valinta on strateginen ja vaikuttaa keskeisesti hankkeen kulkuun, sillä toteutusmuoto määrittää, miten hankkeen tehtävät sekä riskit ja hyödyt jaetaan eri osapuolten kesken. Toteutusmuodon valintaan vaikuttavat rakennushankkeen laajuus, tekninen vaativuus ja erityisolosuhteet, aikataulu, riskien hallinta, käyttäjien tiedot sekä markkinatilanne. (Junnonen & Kankainen 2017, 32.)

Toteutusmuotoa valittaessa rakennuttajan on päätettävä, mitkä rakennushankkeen vaiheet hän suorittaa itse ja mitkä palvelut hankitaan ulkopuolisilta asiantuntijoilta. Toteutusmuodon valintaan sisältyy päätös suunnittelu- ja urakkamuodon valinnasta. Rakennushankkeen suunnittelumuoto määrittää, minkälaisin ehdoin suunnittelijoiden kanssa toimitaan. Suunnittelusopimuksessa määritetään suunnittelutehtävän laajuus ja sisältö sekä noudatettavat aikataulut ja maksupest. (Junnonen & Kankainen 2017, 33–34.)

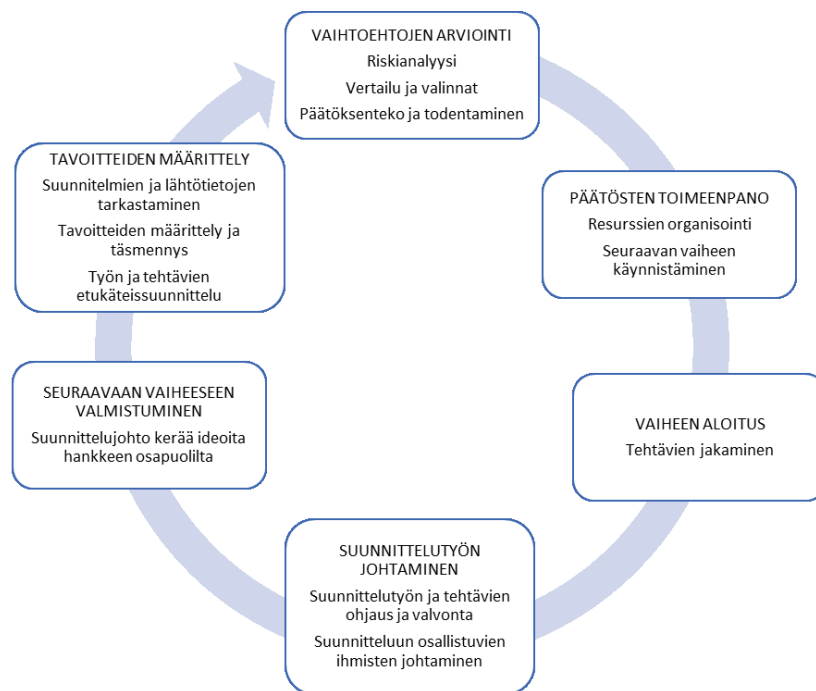
3.2 Rakennussuunnittelu

Keskeinen rakennuskohteen laatuun vaikuttava tekijä on suunnittelu. Suunnittelun tavoitteena on löytää parhaiten hankkeen tavoitteita vastaavat ratkaisut, jotka hankkeeseen ryhtyvä on asettanut. Rakennushankkeeseen ryhtyvän vahvistama hankesuunnitelma toimii suunnitteluohjeena rakennuksen suunnittelulle. (Junnonen & Kankainen 2017, 43.)

Rakennussuunnitteluvaiheessa kehitetään ratkaisuja rakennuksen arkkitehtonisille, toiminnallisille ja teknisille ratkaisuille tilaajan asettamien tavoitteiden ja ehtojen mukaan. Panostamalla tilojen toiminnallisuuden suunnitteluun voidaan saada aikaan merkittäviä kustannus säästöjä tulevaisuuden toimintaa hyvin palvelevien tilojen myötä. Suunnittelussa on huomioitava myös tulevan rakennuksen soveltuminen rakennuspaikkaan ja sen ympäristöön. (Junnonen & Kankainen 2017, 52.) Hankkeen suunnittelusta vastaa tyypillisesti eri alojen asiantuntijoiden

suunnitteluryhmä. Rakennushankkeen ominaispiirteistä riippuen suunnittelutehtävät painottuvat eri tavoin (RT 10-11222, 3).

Suunnittelutavoitteiden toteutumista seurataan suunnittelun johtamisen avulla. Suunnittelun johtamiseen osallistuu usein useampia osapuolia, joista käytetään yhteistä nimitystä ”suunnittelujohto”. (RT 13-10860, 1.) Suunnittelujohtamisen tavoitteena on varmistaa, että tilaajan asettamat tavoitteet ja vaatimukset toteutuvat sekä varmistaa suunnitteluratkaisujen toteutuskelpoisuus. Suunnittelun johdolla varmistetaan myös, että eri osapuolien ja asiantuntijoiden kesken saavutetaan tehokas ja joustava yhteistyö sekä hyvä tiedonkulku, jonka avulla saavutetaan laadukas ja hyvä rakennus. (RT 13-10860, 4.) Alla olevassa kuvassa (Kuva 8) on kuvattu suunnittelujohtamisen perustehtävät.



Kuva 8. Rakennushankkeessa vaiheittain toistuvat suunnittelun johtamisen perustehtävät (RT 13-10860)

Suunnitteluratkaisut kustannusvaikutuksineen heijastuvat merkittäväällä tavalla hankkeen talouteen, joten suunnittelun merkitys on suuri rakennushankkeen onnistumisen kannalta. (Junnonen & Kankainen 2017, 43.) Rakennushankkeessa tulee olla suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta vastaava pääsuunnittelija, joka vastaa suunnittelun kokonaisuudesta ja laadusta. (Junnonen & Kankainen

2017, 43) Pääsuunnittelijan tulee huolehtia siitä, että tehdyt suunnitelmat muodostavat yhtenäisen kokonaisuuden, jossa täyttyvät kaikki rakentamista koskevat säännökset ja määräykset sekä hyvän rakentamistavan vaatimukset (RT 10-11222, 3).

3.3 Rakennushankkeen suunnittelun ohjaus käyttäjälähtöisesti

Käyttäjälähtöinen suunnittelu tarkoittaa sitä, että tuote on suunniteltu ja tehty yhdessä käyttäjän kanssa alun hankesuunnitelmasta aina lopun käyttöönottoarastukseen asti. Asiakas- eli käyttäjälähtöisyys tarkoittaa vuorovaikutteista lähestymistapaa, jonka avulla huomio kohdennetaan käyttäjien tarpeisiin ja vaatimuksiin. Käyttäjän määrittelemän arvon perusteella suunnittelijat ja toteuttajat tuottavat asiakkaan arvoihin ja tarpeisiin pohjautuvia toteutus ehdotuksia. (Kantola 2019, 9)

Rakennuksen ominaisuuksia ja järjestelmiä määriteltäessä keskeisenä tavoitteena on se, että rakennus toimii käyttäjän ehtojen mukaisesti. Hyvin suunniteltu rakennus täyttää käyttäjän kasvavien tarpeiden, kuten mukavuus, terveellisyys, turvallisuus, taloudellisuus, tilatehokkuus ja energiatehokkuus, lisäksi myös yhteiskunnan tarpeita liittyen kestävän kehityksen vaatimukseen. (RIL 267-2015, 3,11.)

Suunnittelulla tarkoitetaan kaikkea sitä toimintaa, joka ohjaa käyttäjän tavoitteiden määrittämistä, eri vaihtoehtojen luomista ja arviointia, tiedon tuottamista päätöksen teon tueksi, sekä tavoitteita vastaavien valintojen tekemisen suunnittelun lähtötiedoiksi. Suunnittelun ohessa laaditaan myös varsinainen toteutussuunnitelma rakennustyön ohjeeksi. (Tampereen ammattikorkeakoulu 2020.) Käyttäjän on asetettava rakennushankkeelle selkeät tavoitteet, jotta sitä voidaan suunnitella ja ohjata haluttuun suuntaan. Tavoitteiden on oltava sellaiset, että ne ohjaavat hanketta haluttuun suuntaan ja lopputulokseen, mutta mahdollistavat samalla innovatiiviset ratkaisut. (Saari 2021.)

4 SUUNNITTELUOHJEEN LAATIMINEN

Hankesuunnittelun alkuvaiheessa keskeisimpiä tehtäviä on laatia ohjeistus tavoitteista ja suunnitteluratkaisuista, joita on asetettu, toteutussuunnitelman perustaksi. Ohjeistusta hankkeen tavoitteista kutsutaan suunnitteluohjeeksi. Suunnitteluohjeeseen kirjataan kaikki hankkeeseen ryhtyvän tavoitteet ja vaatimukset siitä, mitä rakennetaan, minkälainen rakennuksen tulisi olla ja miten sen tulisi toimia. Suunnitteluohje ohjaa eri toteutusvaihtoehtojen valintaa, toimii ehdotussuunnitteluvaiheessa osana tarjouspyyntöasiakirjoja sekä ohjaa eri osa-alueissa toteutusta ja rakennustyötä. Suunnitteluohjeeseen kirjatut tavoitteet ja määritelmät ohjaavat osaltaan myös rakennuksesta laadittavaa rakennusselostusta ja alustavaa tilaselostusta. (Tampereen ammattikorkeakoulu 2020.)

Suunnitteluohjeeseen kirjattujen tavoitteiden perusteella ohjataan osaltaan myös hankkeen toteutussuunnitteluvaiheessa taloteknisten järjestelmien suunnittelua ja toteutusta, sekä erityisesti määriteltäviä vaatimuksia eri järjestelmien yhteen toimivuudesta. Taloteknisiä järjestelmiä ovat rakennuksen lämpö-, vesi- ja viemäri-järjestelmät, valaistus, tietoliikenne sekä mahdolliset taloautomaatiot ja muut tekniset toiminnot. Taloteknisiä järjestelmiä valittaessa on niiden toiminnoilla keskeinen merkitys sille, miten valmis rakennus vastaa sille asetettuja tavoitteita käytön, terveellisuuden ja turvallisuuden sekä sisäilman ja energiatehokkuuden osalta. (Tampereen ammattikorkeakoulu 2020.)

Suunnitteluohjeen laatiminen edellyttää ennen kaikkea hankkeeseen ryhtyvän omien odotusten, tarpeiden ja tavoitteiden tunnistamista sekä useita valintoja ja päätöksiä vastaamaan asetettuja tavoitteita. Tavoitteiden määrittämisen tuloksena syntyvä suunnitteluohje muodostaa hankkeen edetessä dokumentin lopputulokselle asetetuista tavoitteista sekä toiminnallisista järjestelmistä. Suunnitteluohje on myös keskeinen perusta rakentamisesta aiheutuville kustannuksille. Suunnitteluohjeessa hanke jaetaan eri osa-alueiden ja ominaisuuksien perusteella osiin ja kirjataan osa-alueiden toiminnallisuuden sekä energiatehokkuuden kannalta keskeisimmät ominaisuudet ja järjestelmät sekä niille tavoitearvot ja määritykset. (Tampereen ammattikorkeakoulu 2020.)

CoolBox-hankkeessa rakennushankkeen suunnitteluvaihe toteutetaan siten, että tilaaja on valinnut hankkeen arkkitehtisuunnittelijan suunnittelukilpailutuksen kautta. Hankkeen suunnittelun ajallista toteutusta sekä tehtävien suunnitelmien sisältöä seurataan tilaajan toimesta suunnittelun aikana. Tehtävien suunnitelmien perusteella laaditaan hankkeelle kustannusarvio, jonka avulla varmistetaan, että hanke on mahdollista toteuttaa asetetun budjettitavoitteen mukaisesti.

4.1 Hankkeen tavoitteiden määrittely

Hankkeen aikana rakennettava mikrorakennuksen prototyyppi vaatii suunnittelua. Hankkeen suunnitteluvaiheessa asetettiin muutamia selkeitä tavoitteita tulevan rakennuksen suhteen. Hankkeessa mikrorakennuksen yhteydessä tuotetaan myös muita prototyyppisiä, mm. LVI- prototyyppi ja Off Grid- tekniikkaboksi (Närhi 2020). Myös nämä liittyvät oleellisesti mikrorakennuksen suunnitteluun sekä talotekniikkaan, joten huomioin myös tavoitteet näiden prototyyppien osalta työssäni. CoolBox- hankkeessa määritellyt tavoitteita listattuna alla.

4.1.1 Muunneltavuus ja rakennuksen koko

Rakennus tulisi olemaan kooltaan maksimissaan 10 huoneneliometriä, jotta rakennus voidaan toteuttaa ilman rakennuslupaa. Sisätiloiltaan rakennuksen tulisi olla helposti ja nopeasti muunneltavissa eri käyttötarkoituksiin, kuten majoitukseen, pop-up myymäläksi, toimistoksi tai kokoustilaksi. Tilojen tulee olla toiminnalliset moneen tarkoitukseen. (Kalliokoski-Silvestre 2021.)

4.1.2 Modulaarisuus ja liikuteltavuus

Hankkeen ensimmäisiä tavoitteita oli, että rakennus tulisi olla helposti siirrettävissä. Muita tavoitteita olivat rakennuksen modulaarisuus, jotta rakennusta voisi tarvittaessa helposti laajentaa lisäosilla tai muuntaa sisätiloiltaan useampaan käyttötarkoitukseen sopivaksi. Koska rakennus tulee myös majoituskäyttöön, on tilassa oltava mahdollisuus peseytyä sekä valmistaa ruokaa, joten pesutilat ja keittiö suunnitellaan liitettäväksi omana moduulinaan. Tämä asettaa vaatimuksia rakenteille kosteusrasituksen kannalta. (Kalliokoski-Silvestre 2021.)

4.1.3 Vähähiilisyys ja energiatehokkuus

Rakennusten energiatehokkuudesta on EU-direktiivi, jonka tavoitteena on vähentää hiilidioksidipäästöjä parantamalla rakennusten energiatehokkuutta. Uudisrakentamisessa direktiivi asettaa vähimmäisvaatimukset energiatehokkuudelle ja pyrkii edistämään nollaenergiarakentamista (Rakennustieto Oy 2015, 27). Energiatehokkuudelle asetetut vaatimukset eivät koske rakennusta, jonka kerrosala on alle 50 neliometriä (RT 11-11294 2018, 2).

Rakennuksen energiatehokkuuteen tulee kiinnittää huomiota jo suunnitteluvaiheessa. Rakennuksen seinä-, ylä- ja alapohjarakenteiden lämmöneristävyys on huomioitava ja vältettävä kylmäsiltoja. Rakennuksen ilmanvaihtoon ja lämmöntalteenottoon on kiinnitettävä huomiota, tavoitteena on sisäilman puhtaus ja terveellisyys. (Kalliokoski-Silvestre 2021.)

4.1.4 Ekologisuus ja rakennusmateriaali

Rakennuksen tulisi olla sekä ekologisesti toteutettu että ekologisesti myös ylläpidettävissä. Rakennuksen toteuttamisessa sekä käytössä tulisi ottaa huomioon vähähiilisyys ja ympäristöystävällisyys. (Kalliokoski-Silvestre 2021.)

Rakennusmateriaalina käytetään CLT- liimalevypalkkeja. Sisäpintojen materiaaleissa huomioidaan turvallisuus, helppohoitoisuus, esteettisyys sekä kestävät ja käyttötarkoitukseen sopivat materiaalit.

4.1.5 LVISA ja Off-Grid tekniikka

Asumisessa off-grid eli "irti verkosta" -rakennukset ovat autonomisia. Ne eivät ole riippuvaisia kunnallisesta vesilähteestä, viemäroinnistä, kaasusta, sähköverkosta tai vastaavaista palveluista. Off-grid rakennus pystyy toimimaan normaalisti täysin itsenäisenä yksikkönä riippumatta kaikista perinteisistä julkisista palveluverkoista. (Harbour 2021.)

Tavoitteena on, että rakennuksessa voidaan hyödyntää valtakunnanverkkoa tarvittaessa, mutta voitaisiin myös off-grid- tekniikan avulla tuottaa energiaa rakennuksen omaan tarpeeseen. Off-grid- tekniikassa on huomioitava käymälän ja peseytymistilojen tarpeellisuus.

4.2 Hankkeen suunnitteluohje

Kaikissa suunnitelmissa rakennuksen ja rakenteiden osalta on noudatettava rakentamismääräyksiä ja asetuksia. Rakennus on suunniteltava ja toteutettava hyvää rakentamistapaa ja viranomaisohjeistuksia noudattaen. Kaikessa suunnittelussa ja toteutuksessa on otettava huomioon hankkeen tavoite vähähiilisydestä, ympäristöystävällisyydestä sekä energiatehokkuudesta. Huomiota tulee kiinnittää rakennuksen elinkaaren aikaisiin kustannuksiin, käyttöarvoon sekä muunneltavuuteen kaikissa suunnitteluratkaisuissa. Huomioitava on myös tekninen kestävyys, taloudellisuus, käytettävyys ja huollettavuus. Yhtenä tärkeänä tavoitteena on rakennuksen hyvä ja terveellinen sisäilmasto.

Rakennusta suunnitellessa on otettava huomioon myös tilan ääniympäristö kokonaisuutena, sisältäen ääneneristys, huoneakustiikka ja meluntorjunta määräysten mukaisesti. Ääniolosuhteiden on oltava erittäin hyvät.

Rakennuksen prototyyppi sijoitetaan Lapin ammattikorkeakoulun pysäköintialueelle. Rakennusalueella sijaitsee asemakaava, suunnittelussa on huomioitava asemakaavan määräykset rakentamiselle. Rakentamisessa kiinnitetään huomiota myös käytettävän materiaalin määrään, vältetään hukkamateriaalia ja jätteen syntyä. Rakennus tulee suunnitella tiloiltaan tehokkaaksi ja toimivaksi.

Suunnittelijan tulee huolehtia suunnitteluratkaisujensa kestävydestä, toiminnallisuudesta ja toteutettavuudesta. Suunnittelun tilaajan tulee huolehtia tarvittavien lähtötietojen hankkimisesta, suunnitteluryhmän kokoamisesta, muiden suunnittelualojen suunnitelmien hankkimisesta sekä suunnittelutyöstä, joka on rajattu toimeksiannon ulkopuolelle.

CoolBox-hankkeen edetessä voi olemassa oleviin määriteltyihin tavoitteisiin tulla muutoksia tarpeen niin vaatiessa. Tässä suunnitteluohjeessa on huomioitu hankkeessa tähän mennessä tehdyt määritelmät tavoitteiden suhteen

Suunnitelmat tulee toimittaa DWG-, PDF-, IFC-, PLN- ja PLA muodoissa.

Suunnittelua ohjaavia tavoitteita listattuna alla.

Tilasuunnittelu ja toiminnalliset tavoitteet

Tiloiltaan rakennus on suunniteltava siten, että se täyttää majoitustarkoitukseen tarkoitettun rakennuksen määräykset. Suunnitelmat tehdään yhdelle 10 m² majoitus-/työtilalle ja siihen liitettävään erilliseen tekniikkatilaan, joka sisältää kaiken talotekniikan. Tilassa tulee olla mahdollisuus työskentelypisteelle sekä majoittumista varten. Tilassa tulee olla myös peseytymis- ja keittomahdollisuus. Näiden tilojen osalta tulee huomioida rakenteissa kosteudenkestävyys. Tilojen tulee olla toimivat ja muuntojoustavat. Tilassa on pystyttävä liikkumaan vaivatta.

Muunneltavuus ja siirrettävyys

Majoitus/työtilan tulee muuntua monenlaiseen käyttötarkoitukseen helposti. Rakennusta tullaan tarvittaessa käyttämään majoituksen lisäksi työtilana/kokoushuoneena ja/tai myyntitilana. Tilojen muunneltavuus mahdollistaa rakennuksen erilaisia käyttötarkoituksia sen elinkaaren aikana.

Siirrettävää rakennusta suunnitellessa on huomioitava Suomen tieliikennelain määräykset erikoiskuljetuksen mitoista.

Pääasiallinen runkomateriaali

Pääasiallinen runkomateriaali on CLT. Rakennusmateriaalit ja/tai elementit tilataan suoraan tehtaalta ja toimitetaan rakennuspaikalle valmiina elementteinä.

Rakenteiden valinta ja suunnittelu

Rakenteita suunnitellessa on huomioitava rakennuksen tavoite siirrettävyydestä. Rakenteiden tulee kestää mahdolliset rasitukset ja painumat johtuen nostoista ja siirroista.

Puun käyttö rakennusmateriaalina on ympäristöystävällinen valinta, sillä se sitoo itseensä hiilidioksidia. Lisäksi sen etuja ovat myös helppo työstettävyys ja muunneltavuus. (Rakennustieto Oy 2015, 35.) CLT on kestävä materiaali, jonka voi rakennuksen käyttöiän päättyessä valjastaa seuraavaan käyttötarkoitukseen toisessa paikassa tai hävittää ympäristöystävällisesti (Hoisko 2020). CLT-rakenteinen runko voi pienentää huoneilman liiallista lämmön nousua toimimalla ylimääräisen lämpöenergian puskurina. Vastaavasti CLT-rakenteinen runko luovuttaa varastoimaansa lämpöä rakennuksen sisälämpötilan laskiessa ja tasaa siten asumisen lämpöolosuhteita. Korkean termisen massan omaavat rakenteet parantavat rakennuksen energiataloutta ja parantavat rakennuksen asumisen lämpöolosuhteita. (Pirttinen 2016, 12)

Mahdolliset liitoskohdat rakenteita purkaessa siirtoa varten on huomioitava ja suunniteltava siten, että rakennuksen johdotukset ja putkitukset eivät kärsi siirrettäessä.

Rakennuksen rakenteiden laskennallinen lämpöhäviö ei saa olla suurempi kuin rakennukselle määritelty vertailulämpöhäviö. Suunniteltavien ja rakennettavien rakenteiden lämmönläpäisykerroimen tulee olla energiatehokkuuden minimivaatimusten mukainen.

Rakennukseen on suunniteltava mahdollisimman yhtenäinen vaipparakenne ylimääräisten kylmäsiltojen välttämiseksi. Kylmäsiltojen vähäinen määrä parantaa osaltaan talon energiataloutta samalla varmistaen myös rakenteen kosteusteknistä toimintaa, sillä kylmäsiltojen ovat kriittisiä kohtia kosteuden tiivistymiselle. (Pirttinen 2016, 12).

Rakenteissa eristyksenä käytetään puukuitueristettä, sillä se on luonnollinen ja uusiutuva raaka-aine. Puukuidun hygrooskooppisten ominaisuuksien ansiosta se kykenee vähentämään kosteusvaurioita sekä hallitsemaan kosteutta. Puukuidulla on myös lämmönvarastointia edistäviä ominaisuuksia. (Hunton Oy 2021.)

Rakennuksen alapohja tehdään tuulettavana.

Suunnitellessa on huomioitava, että liiallista kosteutta ei pääse kertymään rakenteisiin.

Energiatehokkuuden tavoitetaso

Kaikilta suunnitteluosapuolilta edellytetään pyrkimystä energiatehokkuuden huomioon ottoa suunnitelmia tehdessä. Energiatehokkuus tulee huomioida niin rakennuksen vaipan osia kuin myös rakennuksen varusteita ja laitteita suunnitellessa. Energiatehokkaaseen rakentamiseen tulee pyrkiä mahdollisimman kustannustehokkaasti.

Rakennuksen aukotukset

Aukotuksien sijoittamista suunnitellessa on huomioitava lämpötalous ja luonnonvalon hyödyntäminen. Aukotuksien osalta kiinnitettävä huomiota mahdollisiin lämpöhäviöihin ja ilmatiiveyteen. Ikkunat ja ovet tulisi olla tiiviit ja hyvin eristävät. Jokaisessa yksikössä on oltava vähintään yksi avattava ikkuna.

Sähköistys

Rakennuksen on tuotettava oma energia toimiakseen, joten on se huomioitava sähköistystä suunnitellessa. Ensisijaisesti kiinnitetään huomiota energian sisäisen kierrätyksen mahdollisuuksiin ja tehokkuuteen, kuten lämmön talteenottoon. Käytettävät energianlähteet tulee olla mahdollisimman ympäristöystävällisiä. Rakennuksen optimaalinen energiantarve on pystyttävä täyttämään jokaisena vuodenaikana oma varaisesti. Rakennus suunnitellaan myös tarvittaessa liitettäväksi valtakunnan sähkö- ja viemäriverkostoon. Rakennuksessa suunnitellaan hyödynnettäväksi ainakin aurinkoenergiaa. Myös muita hankkeeseen sopivia energianlähteitä tarkastellaan.

Lämmitysjärjestelmä ja lämmönjako

Suunnitellessa lämmitysjärjestelmää on huomioitava järjestelmän ympäristöystävällisyys ja vähähiilisyys. Lämmitys- ja/ tai ilmastointitekniikka on mitoitettava sopivasti, jotta varmistetaan määritetyt lämpötilat lämmitykselle tai jäähdytykselle

kaikissa odotettavissa olevissa olosuhteissa. Lämpö jaetaan tekniikkatilasta asu-
misyksiköihin.

Suunnitellessa tulisijaa lämmön tuottamiseen, on huomioitava sen yhteen toimi-
vuus ilmanvaihtojärjestelmän kanssa.

Jäähdytystarpeen arviointi ja mahdollinen ratkaisu

Kesäaikaan auringon paistaessa vaarana on pienen tilan ylikuumentuminen. Ra-
kennusta suunnitellessa on huomioitava mahdollinen ylikuumentumisen vaara ja
sen varalle on suunniteltava jäähdytys ratkaisu. Suunnitteluratkaisuja tehdessä
on huomioitava ulkopuolelta tulevan lämpökuorman vaikutus sisätilojen lämpe-
nemiselle ja täten pyrittävä minimoimaan jäähdytystarve esimerkiksi käyttäen ra-
kenteellista suojausta tai suojausta ikkunoissa auringon aiheuttaman lämmön-
nousun estämiseksi.

Ilmanpitävyyden tavoite ja sen saavuttamisen edellytykset

Lämpömukavuuden on täytyttävä jokaisessa asumisyksikössä. Tilan lämpöolot
suunnitellaan yksilöllisesti hallittaviksi. Suunnittelussa huomioidaan tilojen läm-
pöolojen miellyttävyys, jolloin ei yllämpenemistä tai vetoa esiinny.

Säätö- ja ohjausjärjestelmät, etävalvonta

Rakennuksen valaistusta on oltava mahdollista säätää käyttötarkoituksen mukai-
sesti. Aktiivisen lämmityksen ja jäähdytysten ollessa päällä käyttäjien on voitava
säätää jokaisen käyttöyksikön sisälämpötilaa. Rakennusten tekniikkaa on voitava
valvoa, ohjata ja säätää myös etänä, sillä kulutusta seuraamalla pystytään vai-
kuttamaan energiankulutukseen merkittävästi.

Turvajärjestelmät ja paloturvallisuus

Rakennusta suunnitellessa on huomioitava paloturvallisuus sekä hätäpoistumis-
tiet. Rakennukseen on suunniteltava toimiva turvajärjestelmä.

Taloautomaatio

Taloautomaatiota suunniteltaessa on huomioitava eri järjestelmien ja laitteiden kommunikointi ja ohjaus keskitetysti, jolloin voidaan helposti ja tehokkaasti optimoida rakennuksen talotekniikkaa kokonaisuutena.

Puhtausluokka

Rakentamisessa tavoitellaan puhtausluokkaa P1. Sisäilmaston suhteen tavoitellaan hyvää ja laadukasta sisäilmaa S1 tai S2. Ilmanvaihtotuotteet tulevat olla puhtausluokiteltuja ja rakennusmateriaalin päästöluokka on oltava M1 tasoa.

Laitteet, varusteet, kalusteet, pinnat

Rakennuksessa hyödynnettävät laitteiden on oltava energiatehokkaita ja sovellettava käytettäväksi rakennuksen ollessa liitettynä valtakunnanverkkoon ja off-grid- käyttöön. Rakennuksen laitteet ja varusteet tulee olla pieneen tilaan sopivia. Rakennuksen sisäpinnat tulee suunnitella käyttäen terveellisiä ja käyttötarkoitukseen sopivia materiaaleja siten, että ne ovat helppohoitoisia, esteettisiä sekä kestäviä. Kalusteiden on oltava käytössä turvallisia sekä helposti siirrettävissä ja mahdollisimman vähän tilaa vieviä mutta silti käytännöllisiä. Laitteita ja varusteita suunniteltaessa on huomioitava kustannustehokkuus sekä energiantarve ja helppohoitoisuus.

Kosteat tilat

Rakennuksessa tulee olla saniteettitilat. Mikrorakennukseen suunnitellaan tilat peseytymiselle sekä keittiö, joten suunnittelussa on huomioitava rakenteelliset vaatimukset näiden osien kosteusrasitukselle ja ilmanvaihdolle.

5 KÄYTTÄJÄRYHMIEN KUULEMINEN

Uutta palvelua kehitettäessä on hyvä jo prosessin alusta asti ottaa huomioon palvelun tulevat käyttäjät (Väistö 2019). Palvelumuotoilun avulla luodaan yhteenveto asioista, joilla on merkitystä omistajille, käyttäjille ja tunnistetuille sidosryhmille painottaen havaintoja, jotka ovat tärkeitä ihmislähtöisen suunnittelun ja sen johtamisen näkökulmista (RT 103058, 1).

Mahdollisten käyttäjien odotuksia, tarpeita ja tavoitteita voi lähteä selvittämään palvelumuotoilun keinoin käyttäjätutkimuksen avulla. Ymmärrys käyttäjän tavoitteista on arvokasta tietoa varsinkin silloin, kun lähdetään kehittämään uutta tai uudistamaan olemassa olevaa palvelua. Käyttäjätutkimus on etenkin kehitystyön alkuvaiheessa tarpeen, jotta ideoinnissa voidaan keskittyä asioihin, jotka todella tuottavat asiakasarvoa. Keskittymällä oikeisiin asioihin voi saavuttaa tavoitteet paremmin. (Eficode 2021.) Käyttäjätutkimuksen avulla voidaan selvittää, onko tuotettava palvelu ylipäätään tarpeellinen ja ratkaiseeko se jonkin ongelman vai onko alun perin ajateltu ongelma jotain aivan muuta. Asiakkailla voi syntyä uusia palveluun liittyviä tarpeita ja ideoita, joita palvelun tuottajat eivät ole tulleet ajatelleeksi (Väistö 2019).

Toteuttamalla käyttäjätutkimusta saadaan nopeasti ja kustannustehokkaasti määrällistä tietoa palvelun käyttäjistä, sillä syvälinen ymmärrys käyttäjentarpeista luo palvelun kehitykselle tukevan pohjan. Mikäli potentiaalisia käyttäjiä ei ole tutkittu riittävästi, perustuu palvelukehitys tiedon ja asiakasymmärryksen asemesta asiakasuskomuksiin. (Väistö 2019.)

Ryhmähaastatteluiden, ryhmäkeskustelujen ja työpajojen, avulla voidaan osallistaa potentiaalisia käyttäjiä ja kerättyä palautetta nopeasti ja tehokkaasti (Eficode 2021). Työpajat ovat yksi ideoinnin, käyttäjätutkimuksen ja suunnittelun menetelmistä, joiden avulla voidaan saada tietoa käyttäjistä ja mahdollisista ongelmista tuotettavaa palvelua kohtaan (Pesonen 2019, 12).

5.1 Käyttäjäryhmien kuuleminen

Jotta hanke palvelisi oikeaa tarvetta, lähdettiin selvittämään kyselyn ja haastatteluiden avulla kohderyhmälähtöisesti, mitä ja minkälaisille mikrorakennuksille olisi tarvetta. Kyselyitä toteutettiin suomen kielellä kotimaisille kohderyhmille sekä englanniksi kansainvälisille kohdekäyttäjille. Kyselyä levitettiin projektitiimin toimesta potentiaalisille kohderyhmille sekä hankkeen nettisivujen ja muiden verkostojen kautta.

Kyselyn tarkoituksena oli pyrkiä selvittämään ja luomaan kokonaiskuvaa mikrorakennusten tulevaisuuden potentiaalista, mahdollisista potentiaalisten yrittäjien sekä käyttäjien tarpeista. Myös muita mahdollisia esiin tulleita huomionarvoisia tekijöitä rakennusta suunnitellessa otettaisiin huomioon. Kyselyn tuotoksena tavoiteltiin loppukäyttäjäprofilointeja perustuen yritys- sekä loppukäyttäjätarpeisiin, -ominaisuuksiin ja -toimintaan.

CoolBox-hankkeen tavoitteena on tukea paikallisuutta ja kestäviä pienrakennusratkaisuja, joten hankkeen tiimoilta järjestettiin myös työpajoja, joihin kutsuttiin eri osa-alueiden yrittäjiä Lapin alueelta. Hankkeen myötä järjestetyillä työpajoilla haettiin vastausta kysymyksiin siitä, kuka tai ketkä mikrorakennusta tarvitsisivat ja missä tilanteissa sekä minkälaisissa käyttöympäristöissä mikrorakennusta voisi hyödyntää. Työpajat järjestettiin etänä ja niissä pohdittiin yhdessä yrittäjien kanssa mahdollisia mikrorakennuksen tarpeita sekä ideoitiin tavoitteita rakennushankkeelle. Työpajoissa haettiin ratkaisuja mikrorakennukselle sekä myös siihen liitettäviin prototyyppeihin. Jokaisen toteutettavan prototyypin ideointi pohjautuu tiiviiseen yhteistyöhön yrittäjien kanssa ja sitä kautta esille nousseisiin ongelmiin ja mahdollisuuksiin. Prototyyppien ideointi ja tuotokset tulevat olemaan laajamittaisesti eri toimijoiden hyödynnettävissä (Palaverimuistio 2020). Työpajoihin osallistui yrittäjiä ja toimijoita eri aloilta, joilla kaikilla oli jonkinlainen kosketus jollain tasolla mikrorakennuksiin tai sen mahdollisiin tarpeisiin.

5.2 Käyttäjäryhmien kuulemisen tulokset

Kyselyt ja haastattelut noudattivat samaa runkoa, jossa pääpaino oli kvalitatiivisessa tiedonhankinnassa. Kyselyn vastauksista saatiin myös kvantitatiivista tietoa. Kyselyyn saatiin 19 suomenkielistä vastausta sekä 21 englanninkielistä vastausta. (Ahola 2021.) Kyselyn tuotoksena luotiin asiakasprofiilit käytännönläheiseksi työkaluksi konseptoinnin ja yleisen suunnitteluprosessin tueksi.

Kysely tutkimuksen aineiston pohjalta tehdyssä analyysissä tunnistettiin viisi selkeästi erillistä potentiaalista käyttäjäryhmää. Näiden pohjalta muodostettiin synteettinä kiteytetyt käyttäjäprofiilit, jotka keskittyvät ensisijaisesti psykograafiseen tietoon käyttäytymistä todella ohjaavien tarpeiden ja tekijöiden ymmärtämiseksi.

Käyttäjäprofiilit esitettiin henkilöityminä ns. persona-muodossa kuvastaen tyypillistä kohderyhmänsä edustajaa. Henkilöitymät tekevät potentiaalisista käyttäjistä helpommin samaistuttavia ja auttavat näin luontevammin ja tehokkaammin suunnittelua tukevana työkaluna. Henkilöitymiä ajatellaan kuitenkin yksittäisten henkilöiden sijaan laajemmin kohderyhmän edustajina, joilla on yksittäisiä demografisia eroavaisuuksia, kuten sukupuoli, ikä, kansallisuus yms. yksityiskohtaisemmat ominaisuudet.

Kysely tutkimuksen tuloksena määritellyt mahdolliset käyttäjät olivat:

- eränkävijä, joka arvostaa perinteisiä arvoja ja toimintatapoja sekä välttelee liikaa ihmispaljoutta ja turhaa teknologiaa.
- aktiiviliikkuja, jonka arvoihin kuuluu yleisesti hyvinvointi ja luonto sekä välttää passiivista oleskelua.
- rauhoittuja, joka arvostaa yleisesti autenttisuutta ja ekologisuutta ja välttelee kiirettä.
- elämysmatkailija, joka arvostaa monipuolisia ja ainutlaatuisia elämyksiä inhoten arkisia rutiineja.
- luksusmatkailija, joka arvostaa yleisesti eksklusiivisuutta ja inhoaa tavanomaisuutta. (Ahola 2021.)

Lisäksi tutkimus antoi viitteitä muutamista muista potentiaalisista käyttäjäryhmistä, jotka eivät kuitenkaan nousseet kovin vahvasti esille. Muita potentiaalisia käyttäjäryhmiä olivat kausityöntekijä, etätyöskentelijä, sijaisasu ja kauppias.

Työpajoissa yrittäjien keskuudessa tuli ilmi tarve tarjota mahdollisuuksia väliaikaiseen asumiseen matkailijoille, kuitenkin samalla tarjoten elämyksiä. Ominaisuuksia, jotka yrittäjien mielestä nostaisivat mikrorakennuksen arvoa, olivat modulaarisuus, muunneltavuus ja monipuolisuus. Samalla rakennuksen tulisi olla viihtyisä ja turvallinen.

Rakennusta suunnitellessa tulisi huomioida rakennuksen potentiaalisten käyttäjien käyttötottumukset ja tarpeet, varmistaen vaadittavan varustelutason tarjoaminen. Rakennusmateriaalina yrittäjät arvostivat luonnollisia ja mahdollisimman vähäpäästöisesti toteutettuja materiaaleja.

Työpajoissa nousi esille myös tarve rakennuksen liikuteltavuudesta ja siitä, että rakennus olisi helposti nostettavissa ja siirrettävissä paikasta toiseen. Rakennuksen olisi sovelluttava monenlaiseen käyttöön jokaisena vuodenaikana. Yrittäjien keskuudessa pohdittiin myös, voisiko rakennuksen toteuttaa siten, että se siirtojen yhteydessä voisi nostaa ja laskea itse itsensä esimerkiksi hydraulisten jalkojen avulla.

5.3 Käyttäjäryhmien kuulemisen yhteenveto

Niin kyselyiden kuin työpajojen puolelta loppukäyttäjiä tyylillisesti miellytti luonnonmukaista muotoa ja materiaalia hyödyntävä ajatus mikrorakennuksesta, joka on tasapainossa luonnon kanssa mukavuuksia kuitenkaan unohtamatta. Haastatteluiden ja kyselyiden perusteella potentiaalisten loppukäyttäjien mielestä mieluisin mikrorakennus oli sellainen, jossa isojen ikkunoiden kautta näkisi luonnon ja jonka moderneissa puitteissa voisi rentoutua. (Ahola 2021.)

” Maisemaikkunoilla varustettu rakennus toisi mukanaan uuden ulottuvuuden vaelluksen aikana tapahtuviin yöpymisiin. ”

-Kyselyyn vastannut

Yhteenvetona tutkimuksesta selvisi, että ulkoilma-aktiviteetteihin ja matkailuun liittyvät tarpeet nousivat kaikista selkeämmin esille. (Ahola 2021) Kuitenkin pitäisi kiinnittää huomiota siihen, ettei luontoa häiritä tarpeettomasti ja että mikrorakennuksen tulisi sulautua luontoon hyvin. Kyselyyn osallistunut henkilö X kuvaa luonnon tärkeyden huomiointia näin:

”Pitäisi olla tarkkana, ettei pilata luontoa ja vallata paikkoja.”

-Kyselyyn vastannut

Monet vastaajista arvostivat rakentamisessa luonnonmukaisia materiaaleja ja lämmintä tunnelmaa.

”Viihtyisä, ehkä jopa hieman yllellinen.

Silti luonnonmukainen ja lämmin tunnelmainen.”

-Kyselyyn vastannut

Työpajojen tuotoksena saatiin ideoita niin toteutettavaan mikrorakennuksen prototyyppiin kuin myös sen osana tuotettaviin muihin prototyypeihin.

Haastatteluista ja työpajoista saatujen tietojen perusteella määriteltiin tavoitteet mikrorakennukselle ja sen suunnittelulle. Määritellyt tavoitteet on esitetty työssä jo aikaisemmin rakennussuunnittelu osassa hankkeen tavoitteiden määrittely kohdassa.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää olemassa olevien mikrorakennuksen konsepteja, hankkia hyödyllistä tietoa mikrorakennushankkeen kannalta sekä määrittellä rakentamisen suunnittelua ohjaava suunnitteluohje, jota voisi hyödyntää CoolBox-hankkeessa. Työssä perehdyttiin rakennushankkeen suunnitteluprosessiin sekä rakennukselle asetettavien tavoitteiden määrittämiseen käyttäjälähtöisesti.

Rakennushankkeessa on usein mukana joukko erilaisia asiantuntijoita, jolloin yhteistyön tulisi alusta alkaen olla saumatonta. Ymmärrettävästi alkuun voi olla erimielisyyksiä hankkeelle asetettavista tavoitteista tai tavoitteita voi olla yhtä monta erilaista kuin hankkeeseen osallistujaakin. Työryhmältä vaaditaan joustavuutta ja ymmärrystä yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Mikäli tavoitteiden määrittäminen on hankalaa, on hankkeen edun kannalta hyvä lähteä selvittämään asetettavia tavoitteita käyttäjälähtöisesti, jolloin saadaan ensikäden tietoa niistä tavoitteista, joita kohti lähteä suunnittelua ohjaamaan. Selkeiden tavoitteiden asettaminen jo hankkeen alkuvaiheessa helpottaa työskentelyä ja suunnittelua suuresti. Puutteelliset lähtötiedot aiheuttavat epävarmuutta hankkeessa ja hankkeen työvaiheissa.

Suunnittelu ja suunnittelun johtaminen on tärkeä vaihe rakennushankkeessa, sillä hyvällä suunnittelulla ja suunnittelun johtamisella voidaan varmentaa rakennushankkeelle asetettujen tavoitteiden täytyminen. Rakennushankkeeseen osallistuu joukko eri alojen asiantuntijoita, joten yhteistyön täytyy olla vuorovaikutteista, jotta saavutetaan yhteisesti asetetut tavoitteet ja työn tulos vastaa vaatimuksia.

Tekemäni tutkimuksen pohjalta on hyvä lähteä määrittämään tavoitteita mikrorakennushankkeelle sekä suunnittelemaan erilaisia ratkaisuja siirrettävän rakennuksen toteuttamiseen. Tekemässäni tutkimuksessa on esitetty erilaisien esimerkkitapausten avulla ratkaisuja niin rakenteille, modulaariselle rakennukselle kuin myös siirrettävälle rakennukselle, joita voi mahdollisesti hyödyntää hankkeessa.

Tutkimuksessa nousi esille mikrorakennusten ylikuumenemisen vaara, joten se on huomioitava suunnitelmia tehdessä huolellisesti. Hankkeessa voisi hyödyntää valoa heijastavia kalvoja ikkunoissa, kuten tutkielman yhdessä esimerkissä oli käytetty.

Laatimani suunnitteluohje helpottaa suunnittelun ohjaamista ja johtamista rakennushankkeessa. Ohjeeseen on määriteltynä rakentamista koskevat vaatimukset ja tavoitteet, joiden avulla rakennushankkeen suunnittelua voidaan toteuttaa. CoolBox-hankkeen edetessä myös tavoitteet mikrorakennukselle tarkentuvat, jolloin myös suunnitteluohjetta voidaan tarkentaa.

Kyselyiden, haastattelujen sekä työpajojen järjestäminen oli hankkeen tavoitteiden määrittämisen helpottamiseksi todella kannattavaa. Näiden tutkimusten myötä saatiin konkreettista tietoa siitä, mitä ja minkälaista mikrorakennusta olisi kannattavaa lähteä suunnittelemaan ja toteuttamaan. Monia tavoitteita jäi määrittämättä ja useat esille tulleet ideat vaativat vielä ponnisteluja, jotta olisivat toteutuskelpoisia, mutta saatu tieto ja ideat olivat hyödyllisiä ja niiden pohjalta tavoitteiden määrittämistä oli hyvä jatkaa.

Tutkimusta aloittaessani koin hankaluuksia tiedon hankinnassa erityisesti mikrorakennusten rakenteiden osalta. Hankaluuksia aiheutti myös se, että miten rajaisin tekemääni opinnäytetyötä järkevästi. Opinnäytetyönohjaajan ja toimeksiantajan avulla kuitenkin saatiin määriteltyä tarkemmat aihealueet ja rajaukset työlle, jonka jälkeen työ alkoi sujumaan ja tiedonhankinta helpottui. Työn edetessä kuitenkin tiedon rajauksen kanssa meinasi edelleen olla vaikeuksia, sillä aiheena vähähiilisen rakennuksen suunnittelu oli itselleni todella mielenkiintoinen ja olisin halunnut hankkia tietoa koko ajan vain enemmän. Kuitenkin rajaukset oli tehtävä huolella, jottei työ paisuisi liian laajaksi.

Koska itselläni ei vielä ollut kertynyt juurikaan kokemusta hanketyöskentelystä, tuntui hieman hankalalta päästä mukaan hankkeen toimintaan ja projektityösken-

telyyn. Kuitenkin alkukankeuden jälkeen työskentely projektitiimin kanssa helpotui ja koenkin, että olen työn myötä saanut motivaatiota hankkia lisäkokemusta sekä kehittää osaamistani myös hanketyöskentelyn parissa.

LÄHTEET

Ahola, S 2021. Käyttäjätutkimuksen yhteenveto. Teams- palaveri 22.3.2021.

Dezeen 2020. MajaMaja off grid cabin. Viitattu 16.5.2021 <https://www.dezeen.com/2020/12/15/majamaja-off-grid-cabin-helsinki-finland-architecture/>.

Eficode 2021. Käyttäjätutkimus ja asiakasymmärrys. Viitattu 29.4.2021 <https://www.eficode.com/fi/palvelut/kayttajatutkimus-ja-asiakasymmarrys>.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2021. Erikoiskuljetukset. Viitattu 12.5.2021 <https://www.ely-keskus.fi/erikoiskuljetukset>.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus 2013. Milloin erikoiskuljetuslupaa ei tarvita EU- tai ETA-valtiossa rekisteröidylle ajoneuvolle. Viitattu 24.4.2021 https://www.ely-keskus.fi/documents/10191/124964/erikoiskuljetukset_vaapaat_mittarajat_2013.pdf/912a7160-72bb-44d0-86d2-6d6fdb038d8a.

Brette Haus 2020. Viitattu 8.4.2021 <https://brette.haus/>.

Fiction Factory 2021. Wikkel House. Viitattu 8.4.2021 <https://www.fictionfactory.nl/en/wikkelhouse/>.

Finnlog 2020. Tietoa CLT-talosta. Viitattu 4.5.2021 <https://finnlog.fi/tekniset-tiedot/tietoa-clt-talosta/lammoneristavyys/>.

Haaks 2021. Viitattu 7.4.2021 <https://haaks.camp/>.

Harbour, S 2021. What is the meaning of living off the grid? Viitattu 26.4.2021. <https://www.anoffgridlife.com/what-is-the-meaning-of-living-off-the-grid/>

Helsingin Uutiset 2019. Paikalliset. Viitattu 7.4.2021 <https://www.helsinginuutiset.fi/paikalliset/1247114>.

Helsingin Uutiset 2020. Paikalliset. Viitattu 7.4.2021 <https://www.helsinginuutiset.fi/paikalliset/2496650>.

Hoisko 2020. CLT. Kysymyksiä ja vastauksia. Viitattu 25.4.2021 <https://hoisko.fi/clt/kysymyksia-ja-vastauksia/>.

Hunton Oy/Ab 2021. Tuotteet. Hunton nativo. Viitattu 4.5.2021 <https://hunton.fi/tuotteet/seina/hunton-nativo-levyeriste/>.

Iltasanomat 2020. Viitattu 7.4.2021 <https://www.is.fi/taloussanomat/art-2000006640588.html>.

Jokimäki, Sanna 2010. Näkökohtia tilaelementtiarkkitehtuuriin, sovelluksena koulu. Diplomityö. Tampereen teknillinen yliopisto, Arkkitehtuurin koulutusohjelma. Viitattu 24.4.2021 <https://trepo.tuni.fi/bitstream/handle/123456789/6573/jokimaki.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

Junnonen, J-M & Kankainen, J. 2017. Rakennuttaminen. 5. korjattu painos. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kaleva 2020. Viitattu 7.4.2021 <https://www.kaleva.fi/uusi-kiiminkilainen-haive-olokoto-peilaa-suurilla/2886317>.

Kalliokoski-Silvestre, I 2021. Lapin ammattikorkeakoulu Oy. Projektisuunnittelija. CoolBox-Tarpeen rajausta muistio 14.1.2021.

Kantola, K-M 2019. Käyttäjälähtöinen suunnittelu. Turun ammattikorkeakoulu. Rakentamisen koulutusohjelma. Insinööri. Opinnäytetyö. Viitattu 25.4.2021 https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/209344/Kantola_Kari-Matti.pdf?sequence=2&isAllowed=y.

Madihome 2021. This is M.A.D.i. Viitattu 7.4.2021 <https://madihome.com/>.

Majamaja 2021. Viitattu 7.4.2021 <https://majamaja.com/>.

MetsäWood. Kerto LVL - kertopuu. Viitattu 6.4.2021 https://www.metsawood.com/fi/tuotteet/kerto/Pages/Kerto.aspx?gclid=CjwKCAjwjbCDBhAwEiwAiudBy4d7QPQnJ8Hkc_NNsYYNfGg2d8BgAL4nrHGm1iFLWlza2TSGx8QpxoCAhIQAvD_BwE#.

MTV Uutiset 2017. Uudenlaiset asumisen haasteet luovat uusia ratkaisuja – seitsemän erikoista kotia meiltä ja maailmalta. Viitattu 6.3.2021 <https://www.mtvuutiset.fi/artikkeli/uudenlaiset-asumisen-haasteet-luovat-uusia-ratkaisuja-seitsemän-erikoista-kotia-meilta-ja-maailmalta/6394740#gs.xixvgh>.

Neste 2018. Journey to zero. Nolla-mökki. Viitattu 6.4.2021 <https://www.neste.com/fi/journeytozero/nolla-cabin-fi/robin-falck-suunnittelija-nolla-mokin-takana/>.

Neste 2018. Journey to zero. Nolla-mökki. Viitattu 6.4.2021 <https://www.neste.com/fi/journeytozero/nolla-cabin-fi/ensimmäinen-katsaus-nolla-mokin-rakenteisiin/>.

Närhi, R 2020. Lapin ammattikorkeakoulu Oy. Projektipäällikkö. Viikkopalaveri 7.12.2020.

Olokoto 2021. Viitattu 7.4.2021 <https://olokoto.fi/>.

Olokoto esite 2020. Viitattu 7.4.2021 <https://olokoto.fi/wp-content/uploads/2020/10/olokoto-esite-2020.pdf>.

Pesonen, Vivi 2019. Digitaalinen työpaja. Aalto-yliopisto. Taiteen kandidaatin opinnäyte. Muotoilun koulutusohjelma. Viitattu 29.4.2021 https://aalto-doc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/40189/bachelor_Pesonen_Vivi_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Pinterest 2021. MADI. Viitattu 16.5.2021 <https://fi.pinterest.com/wb0288/madi/>.

Pirttinen, V 2016. CLT-koetalon rakennusfysikaaliset tutkimukset. Rovaniemi, Lapin ammattikorkeakoulun julkaisuja, Sarja B. Raportit ja selvitykset 11/2016 Viitattu 20.4.2021 <https://www.lapinamk.fi/loader.aspx?id=4fb70156-2bf1-49afb466-acef959ba4b9>.

Pohjolan Tilaelementti Minikodit. Viitattu 18.3.2021 <https://tilaelementti.fi/minikodit/>.

Puuinfo 2020. Puunkäyttö rakentamisessa. Viitattu 18.3.2021 <https://puuinfo.fi/puutieto/kayttokohteet/yleisimmat-rakennejarjestelmat/>.

Rakennustieto Oy. Pientalon suunnittelu ja rakentaminen 2015. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Rakennustieto Oy. Ajankohtaista. Teemana pientalorakentaminen. Vaihe 1, tarpeiden selvitys rakennushankkeen käynnistäminen, tontin ja talotyypin valinta. Viitattu 23.4.2021 <https://www.rakennustieto.fi/index/ajankohtaista/pientalot/vaihe1tarpeidenselvitysrakennushankkeenKaynnistaminenTontinjalotyypinvalinta.html.stx>.

Rakennustuotepalvelut Oy 2014. Puurakenteiset tilaelementtirakennukset. Viitattu 18.3.2021 <http://www.rakennustuotepalvelut.fi/tuotepalvelut/elementointipalvelu/tilaelementtirakennukset/>.

RIL 267-2015 Käyttäjälähtöinen älyrakennus- suunnittelu, rakentaminen, käyttö ja ylläpito. Suomen rakennusinsinöörien Liitto RIL ry. Tammerprint Oy.

RT 10-11224 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Rakennushankkeen vaiheet ja osittelu. Rakennustieto Oy. Viitattu 23.3.2021 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/8472#page=1>.

RT 10-11226 2016. Talonrakennushankkeen kulku. Kustannusten muodostuminen ja ohjaus. Rakennustieto Oy. Viitattu 23.4.2021 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/8469#page=1>.

RT 10-11256 2017. Talonrakennushankkeen kulku. Yleistä. Rakennustieto Oy. Viitattu 23.4.2021 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/22777#page=1>.

RT 10-11284 2017. Hankkeen johtamisen ja rakennuttamisen tehtävälueetelo. Rakennustieto Oy. Viitattu 27.4.2021 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/2012#page=1>.

RT 11-11294 2018. Uuden rakennuksen energiatehokkuus. Rakennustieto Oy. Viitattu 29.4.2021 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/24750#page=1>.

RT 13-10860 2005. Suunnittelun johtaminen rakennushankkeessa. Rakennustieto Oy. Viitattu 16.5.2021 <https://kortistot-rakennustieto-fi.ez.lapinamk.fi/resource/juha/content/8316#page=1>.

Saari, A. Rakennushankkeen tavoitteiden asettaminen. Viitattu 24.4.2021 <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050202.pdf>.

Stara 2017. Upea mikrorakennus valmistuu jopa 7 tunnissa. Viitattu 6.3.2021 <https://www.stara.fi/2017/11/23/upea-mikroasunto-valmistuu-jopa-7-tunnissa/>.

Siirrettävä talo 2016. Wikipedia. Viitattu 8.4.2021 https://fi.wikipedia.org/wiki/Siirrett%C3%A4v%C3%A4_talo.

Säyriö, J 2016. Tilaelementtirakentamisen vertaaminen paikalla rakentamiseen. Tuotannolliset näkökulmat. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Tampereen ammattikorkeakoulu 2021. Aineistot. Tavoitteet ja suunnitteluohjeen laatiminen. Tulostettu 20.12.2020 <http://nzeb.projects.tamk.fi/valinnat-2/>.

Tequ 2021. Project bank. Viitattu 20.2.2021. <https://www.tequ.fi/fi/project-bank/coolbox/>.

Tilaelementti 2021. Minikodit. Viitattu 6.3.2021 <https://tilaelementti.fi/minikodit/>.

Vatanen, M 2020. Hankesuunnitelma, CoolBox. Viitattu 4.3.2021.

Väistö, T 2019. Asiakasymmärrys palvelukehityksen eri vaiheissa. Viitattu 29.4.2021 <https://www.eficode.com/blog/asiakasymmarrys-palvelunkehityksen-eri-vaiheissa>.

Välikangas, D 2019. Siirrettävän minitalon suunnittelu. Turun Ammattikorkeakoulu. Muotoilun koulutus. Opinnäytetyö.

Wikkel House 2021. Viitattu 8.4.2021 <https://wikkelhous.com/#>.

Wikipedia 2013. Viitattu 26.4.2021 https://fi.wikipedia.org/wiki/Irti_verkosta.

Ympäristöministeriö. Rakentaminen ja maankäyttö. Rakentamismääräyskoelma. Viitattu 23.4.2021 <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>.